

高等学校「地学基礎」における サポート資料



皆既月食(2014. 10. 8)

岩手県立総合教育センター

はじめに

高等学校理科「地学基礎」の学習指導においては、生徒が目的意識をもって観察、実験を行うことを重視しています。

しかし、実際の高等学校理科教員には「地学」を専門の領域としている教員が少なく、観察、実験を実施するための適切な資料も少ないため、「地学基礎」の授業を担当する場合、観察、実験の指導に困難をきたすことが多い状況にあります。

そこで、学習指導要領に示された内容に沿った観察、実験を中心に取り扱い、生徒の興味・関心を喚起する指導のポイントや留意点、岩手県における観察地点や実験内容を盛り込んだ「高等学校理科『地学基礎』におけるサポート資料」を作成しました。

本サポート資料のねらいは、「地学基礎」を指導する先生方が観察、実験を行う際の負担を軽減し、実験の準備を効率的に行い、目的やねらいを明確にした実験ができることに役立てようとするものです。

サポート資料の作成にあたっては、次のような観点で内容を構成しています。

- ・観察、実験の基本事項及びねらいが理解できること
- ・効率よく観察、実験の準備ができること
- ・観察、実験の過程や操作がわかること
- ・その他の観察、実験にかかわる情報がわかること

本サポート資料は、20項目の観察、実験についてまとめています。

この資料が「地学基礎」の指導に携わる先生方にとって、少しでも役に立つものになることを願っています。

平成27年2月27日

「地学基礎」 観察，実験サポート資料 目次

観察，実験サポート資料早見表	1
----------------	---

[サポート資料の見方]

観察，実験サポート資料の見方	5
----------------	---

[宇宙の構成]

1 宇宙の膨張を考える	7
2 天体望遠鏡の使い方・太陽面の観察	11
3 簡易分光器の作製	15

[惑星としての地球]

4 火星の軌道と順行・逆行	19
5 地球の大きさの測定	23
6 岩石の密度の測定	27

[活動する地球]

7 プレート運動のモデル実験	31
8 火山灰中の鉱物の観察	35
9 火成岩の観察・岩石プレパラート	39
10 震源の決定	43

[移り変わる地球]

- 11 断層モデルの作製と実習 47
- 12 堆積岩の観察と分類 51
- 13 堆積構造の作製と観察 55
- 14 化石の観察・レプリカの作製 59

[大気と海洋]

- 15 湿度（相対湿度）の測定 63
- 16 雲のでき方（断熱圧縮・断熱膨張） 67
- 17 日射量の測定 71

[地球の環境]

- 18 地盤の液状化の実験 75
- 19 気温の変化を調べる 79
- 20 オゾンホールの変化を調べる 83

[巻末資料]

- ◎ 天体写真の撮影法 88
- ◎ 岩手県内化石マップ 92
- ◎ 参考実験・実習プリント集 100

「地学基礎」 観察・実験 サポート資料早見表

実験番号		1	2	3	4	5
内 容	実験名	宇宙の膨張を考える	天体望遠鏡の使い方・太陽面の観察	簡易分光器の作製	火星の軌道と順行・逆行	地球の大きさの測定
	高校の単元名	(1)宇宙における地球				
	〃 小単元名	ア 宇宙の構成			イ 惑星としての地球	
		(ア)宇宙のすがた	(イ)太陽と恒星		(ア)太陽系の中の地球	(イ)地球の形と大きさ
	中学校の単元名	地球と宇宙				
実 験 準 備	実施可能時期	1年中	1年中	1年中	1年中	1年中
	主な器具等	ゴム風船 銀河の図 トレーシング ペーパー	天体望遠鏡 スケッチ 用紙	C D D V D 直視分光器	火星の軌道 データ 作図用紙 分度器 定規	航空写真 巻き尺
	事前準備時間(材料調達時間)	1日～	1日～	1日	1日	1日
	準備時間	30分	30分	30分	30分	30分
	実験時間	50分	50分	50分	50分	50分
実 験 ・ 観 察	難易度	★☆☆	★★☆	★☆☆	★★☆	★☆☆
	探究活動としての扱い		○		○	○
各 教 科 書 と の 対 応	地学基礎(東京書籍)	(PP. 4-6), P. 6	P. 25	PP. 40-41	(PP. 26-27)	(P. 79)
	地学基礎(実教出版)	PP. 161-162	P. 138, PP. 159-160	PP. 137-138	(P. 126)	(P. 16)
	地学基礎(啓林館)	PP. 190-191	P. 167, PP. 197-200	P. 170	(PP. 155-157)	(P. 15)
	地学基礎(数研出版)	P. 196	P. 201-203	P. 181	(P. 10, 14)	P. 27
	高等学校地学基礎(第一学習社)	(P. 9)	(P. 12)	P. 11	(P. 29)	P. 48

※ ()は実験として取り扱っていないが、その学習内容が掲載されているページを示す。

「地学基礎」 観察・実験 サポート資料早見表

実験番号		6	7	8	9	10
内 容	実験名	岩石の密度の測定	プレート運動のモデル実験	火山灰中の鉱物の観察	火成岩の観察・岩石プレパラート	震源の決定
	高校の単元名	(1) 宇宙における地球	(2) 変動する地球			
	〃 小単元名	イ 惑星としての地球	ア 活動する地球			
		ウ 地球内部の層構造	イ 火山活動と地震			
中学校の単元名	地球と宇宙	大地の成り立ちと変化				
実 験 準 備	実施可能時期	1年中	1年中	1年中	1年中	1年中
	主な器具等	岩石数種 メスシリンダー 電子てんびん たこ糸	プレートの模式図 厚紙 カッター はさみ	火成岩数種 岩石プレパラート 偏光顕微鏡	地震のデータ コンパス 定規	堆積岩数種 ルーペ 顕微鏡
	事前準備時間(材料調達時間)	1日～	1日	1日	1日	1日～
	準備時間	30分	30分	30分	30分	30分
実 験 ・ 観 察	実験時間	50分	50分	50分	50分	50分
	難易度	★☆☆	★☆☆	★★★ (★★★)	★☆☆	★☆☆
	探究活動としての扱い		○	○		
各 教 科 書 と の 対 応	地学基礎(東京書籍)	(PP. 82-83)	(PP. 86-87)	(PP. 108-109)	P. 111	PP. 138-139
	地学基礎(実教出版)	(PP. 22-27)	P. 47, PP. 56-57	PP. 52-53	P. 29	PP. 54-55
	地学基礎(啓林館)	P. 21	PP. 27-30, P. 28	PP. 59-60	P. 51	(P. 43)
	地学基礎(数研出版)	P. 21	PP. 43-45, P. 48	(P. 52)	PP. 60-61	(P. 67)
	高等学校地学基礎(第一学習社)	P. 53	(PP. 80-81)	PP. 84-85	P. 73	(PP. 78-79)

※ ()は実験として取り扱っていないが、その学習内容が掲載されているページを示す。

「地学基礎」 観察・実験 サポート資料早見表

実験番号		11	12	13	14	15
内容	実験名	断層モデルの作製と実習	堆積岩の観察と分類	堆積構造の作製と観察	化石の観察・レプリカの作製	湿度(相対湿度)の測定
	高校の単元名	(2)変動する地球				
	〃 小単元名	イ 移り変わる地球				ウ 大気と海洋
		(ア)地層の形成と地質構造			(イ)古生物の変遷と地球環境	(エ)地球の熱収支
	中学校の単元名	大地の成り立ちと変化				人間と自然
実験準備	実施可能時期	1年中	1年中	1年中	1年中	春～秋
	主な器具等	発泡スチロール板 割りばし	堆積岩数種 ルーペ 顕微鏡	粒径の異なる数種の砂 メスシリンダー ペットボトル	化石サンプル ルーペ 石こう 油粘土	水, 氷 温度計 ビーカー ピペット
	事前準備時間(材料調達時間)	1日	1日～	1日～	1日～	1日～
	準備時間	50分～	30分	30分	30分	30分
	実験時間	30分	50分	50分	50分	50分
実験・観察	難易度	★☆☆	★☆☆	★☆☆	★☆☆	★☆☆
	探究活動としての扱い				○	○
各教科書との対応	地学基礎(東京書籍)	(P. 66)	P. 63	P. 61	P. 65	(P. 116)
	地学基礎(実教出版)	(P. 69)	P. 30	(PP. 64-65)	(P. 86)	P. 97
	地学基礎(啓林館)	(PP. 38-39, P. 76)	P. 66	(PP. 69-70)	P. 81	(P. 116)
	地学基礎(数研出版)	(P. 69, 72)	PP. 116	P. 118	P. 125, PP. 140-142	(P. 86)
	高等学校地学基礎(第一学習社)	(P. 92, 96)	P. 91	(P. 89)	P. 101	(P. 134)

※ ()は実験として取り扱っていないが、その学習内容が掲載されているページを示す。

「地学基礎」 観察・実験 サポート資料早見表

実験番号		16	17	18	19	20
内 容	実験名	雲のでき方(断熱圧縮・断熱膨張)	日射量の測定	地盤の液状化の実験	気温の変化を調べる	オゾンホールの変化を調べる
	高校の単元名	(2)変動する地球				
	〃 小単元名	ウ 大気と海洋	エ 地球の環境			
		(ア)地球の熱収支	(イ)日本の自然環境	(ア)地球環境の科学		
	中学校の単元名	人間と自然				
実 験 準 備	実施可能時期	1年中	1日中	1年中	1年中	1年中
	主な器具等	水, 線香マツチ ペットボトル 手動エアポンプ	簡易日射計 ポリ容器 温度計 発泡スチロール	水, 砂BB弾, ボルト・ナット ペットボトル	地域の経年気象データ 表計算ソフト グラフ用紙	オゾン層面積の経年データ 表計算ソフト グラフ用紙
	事前準備時間(材料調達時間)	1日～	1日～	1日～	1日	1日
	準備時間	30分	50分	30分	30分	30分
	実験時間	50分	50分	50分	50分	50分
実 験 ・ 観 察	難易度	★☆☆	★★☆	★☆☆	★☆☆	★☆☆
	探究活動としての扱い	○		○		
各 教 科 書 と の 対 応	地学基礎(東京書籍)	(PP. 124-125)	PP. 142-143	P. 100	(PP. 158-159)	(PP. 156-157)
	地学基礎(実教出版)	(PP. 99-101)	P. 103	(P. 168)	(PP. 173-174)	(P. 174)
	地学基礎(啓林館)	(PP. 117-118)	P. 127	(P. 208)	(P. 219)	P. 218
	地学基礎(数研出版)	(PP. 86-88)	(PP. 88-89)	P. 162	P. 149	(P. 152)
	高等学校地学基礎(第一学習社)	(P. 135)	P. 145	PP. 186-187	PP. 184-185	(PP. 164-165)

※ ()は実験として取り扱っていないが、その学習内容が掲載されているページを示す。

高等学校「地学基礎」サポート資料の見方

「概要」 目的とねらい，留意点，準備などを把握するページです。

1	観察，実験のタイトル					8	宇宙の構成 惑星としての地球 活動する地球 移り変わる地球 大気と海洋 地球の環境 巻末資料
2	難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間		
留意点							
【指導面】							
3	目的と内容					6	興味・関心を高める導入，発問など
					【安全面】		
4	トピック					準備	
5						7	材料・器具の写真
既習事項					◎ 材料 ◎ 器具		

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | 観察，実験のタイトルを示しました。 | 5 | 関連する話題をトピックとして示しました。 |
| 2 | 観察，実験の難易度，実施可能な時期，実験の実施が可能な時期，準備に必要な時間，実施に要する時間を表で示しました。
難易度 ★☆☆ ★★★ ★★★★★
易しい やや難しい 難しい | 6 | 留意事項について，指導面と安全面について示しました。興味・関心を高めるための導入や発問例も示しました。 |
| 3 | 目的と内容を示しました。 | 7 | 観察・実験の準備について，材料や器具を具体的に示し，授業前に行っておくべき準備についても示しました。 |
| 4 | 中学校までの学習内容を示しました。 | 8 | インデックスを示しました。 |

「観察，実験」 観察実験の手順，まとめ・考察などを理解するためのページです。

The screenshot shows a lesson plan page with a green header '実験方法' (Experiment Method). The page is divided into several sections:

- 9**: A vertical list of steps 2, 3, 4, and 5. Step 4 has a yellow warning triangle icon with an exclamation mark and a small asterisk. To the right are three boxes labeled '手順の写真' (Photo of the procedure).
- 10**: A red box labeled 'まとめ・考察' (Summary/Reflection).
- 11**: A green box labeled '後かたづけ' (Cleanup).
- 12**: A green box labeled '失敗例' (Failure Examples).
- 13**: A green box labeled '別法ほか' (Other Methods).

 At the bottom of the page is a table with 4 columns and 3 rows. On the right side, there is a vertical navigation bar with icons and labels: '手巾の編み', '磁石のふりこ運動', '浮力と沈み', '移り変わる気体の体積', '大気と海流', '地球の風船', and '潜水艇'.

9 観察，実験の手順を時系列に示しました。注意すべき事については、のマークで示しています。また，必要に応じて，まとめの表の例なども示しています。

10 観察，実験のまとめ，考察の視点などについて示しています。

11 片付ける際の生徒への指導と教員の確認事項について示しました。

12 代表的な失敗例をあげ，その回避や，失敗の状態から予想される原因とその対策についてまとめました。

13 取り上げた観察，実験と同じ学習内容でできる別の方法を示しました。限られた時間で実施するための時間短縮法についても示しています。

※注意  本サポート資料に掲載している写真は，あくまでも参考例です。材料や器具はすべて写真のようなものに限るわけではありません。また，過程や結果が写真のようになるとは限りません。

1

宇宙の膨張を考える

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

モデル実験を行って宇宙の膨張を確かめよう。

「宇宙の誕生と地球の形成について実験，観察などを通して探究し，宇宙と惑星としての地球の特徴を理解させる。」ことがこの単元の目標である。

また，「宇宙の誕生と銀河の分布について理解すること。」がねらいである。

恒星などの集団である銀河が分布している宇宙について，その誕生と現在の姿を理解させ，宇宙は現在も膨張を続けていることについて考えさせるように指導したい。

簡単な実験，実習を行うことによって，膨張する宇宙の姿を理解させる内容である。



M31 (国立天文台HPより)

既習事項

中学校までに，惑星の見え方をもとにした太陽系の構造および恒星の集団としての銀河系の存在について学習している。

また，恒星が太陽系天体とくらべ，遠距離にあることや恒星が集団をなして銀河系を構成していることなどを学んでいる。

ビッグバンや膨張宇宙は知っている生徒も多いと考えられる。

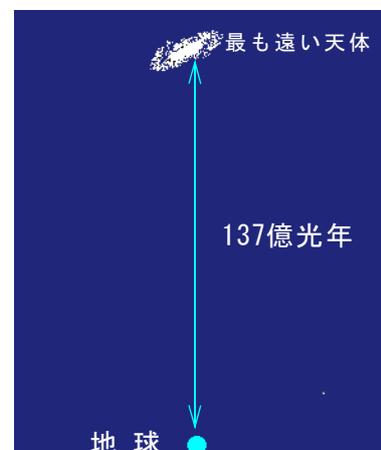
トピック

【ハッブルの法則】

ハッブルの法則とは天体が我々から遠ざかる速さとその距離が比例していることを表す法則である。1929年にエドウィン・ハッブルとミルトン・ヒューメイソンによって発見された。

この法則によって，宇宙が膨張しているという事実が明らかとなった。また，近い天体の遠ざかる速さは小さく，遠い天体の遠ざかる速さは大きいということから，全ての天体が一点に集まっていた年代を求めることができる。

これが現在考えられている宇宙の年齢であり約137億年とされている。



留意点

【指導面】

宇宙はビッグバン以降、膨張を続けているとするビッグバン宇宙論は、遠い天体ほど速い速度で遠ざかっているという事実から考えられた。この理論はわずかな訂正や説明の改良を経ながら現在の宇宙論の主体となっている。

宇宙の膨張についてモデルを使った実験を行って実感を伴った知識を得るようにさせたい。宇宙が大爆発によって生じたのであれば、その中心はどこだったのかとかビッグバン以前の状態はどうだったのかなど、謎はつきないのであるが、宇宙は一様であり、現在も膨張を続けているという宇宙原理から考える。

日常生活で宇宙の膨張を感じることは皆無だが、観測結果はこれを裏付けている。宇宙についてはこれからも新しい知見が発見されることだろう。宇宙について考える機会の一つとして指導したい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・我々の太陽系が属している銀河はなんと呼ばれているか？
- ・銀河系から見ると他の銀河はどのような運動をしているか？
- ・宇宙の年齢は？
- ・宇宙の始まりは何年前？
- ・宇宙のはてって、地球からどのくらい離れている？

…など

【安全面】

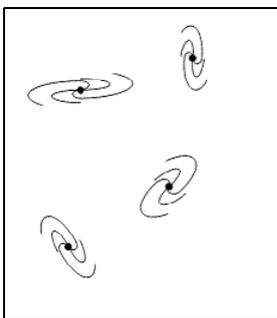
- ・ゴム風船等を使う場合、割れる可能性があるので注意する。
- ・ゴム風船で遊ばないこと。

準備

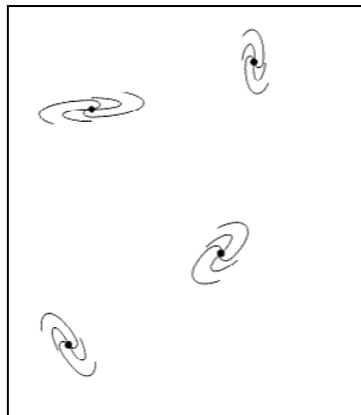
◎ 材料…ゴム風船、油性マジックペン、トレーシングペーパー、定規
架空の銀河の位置を示した図など

※ 銀河の模式図を書いておき、それを1.25倍、1.5倍などに拡大したものを膨張する宇宙のモデルとした図にする。

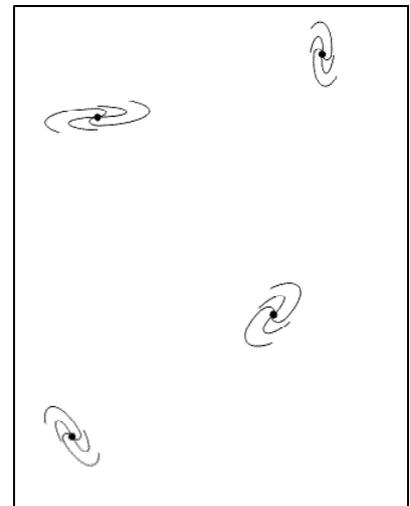
そのまま拡大しても良いし、下図のように位置だけを移動させたものにしても良い。



【過去】



【現在】

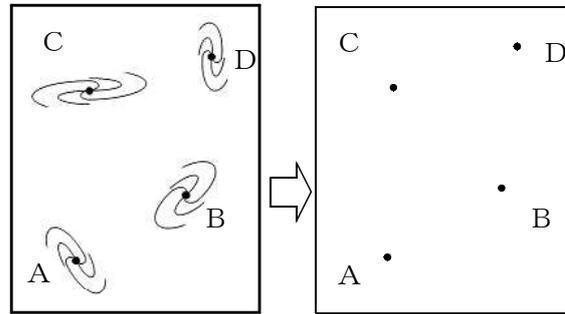


【未来】

実験方法

◎作図による宇宙の膨張の実習

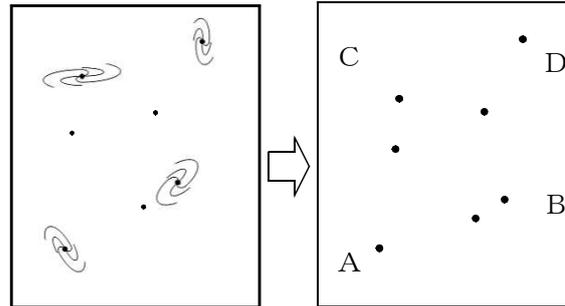
- 1 架空の銀河の位置を設定するため A, B, …を書き加えさせる。
 【過去】の模式図の銀河の位置をトレーシングペーパーで写し取らせる。(約5分)
 ※ 右図のAを規準にする場合、ペーパーの左下を使わせる。



- 2 【現在】の模式図に1のトレーシングペーパーを重ねさせ、Aの銀河を重ねさせる。B～Dの銀河の位置を写し取らせる。(約5分)

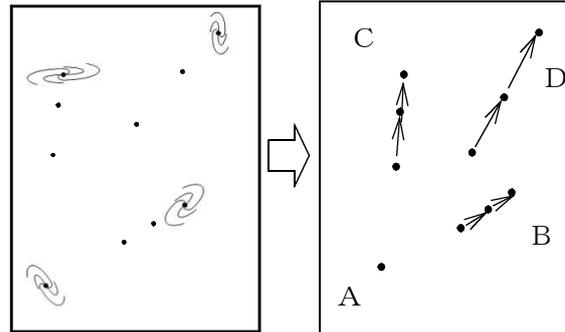


※ ペーパーの角度が変わらないように平行に移動させること。



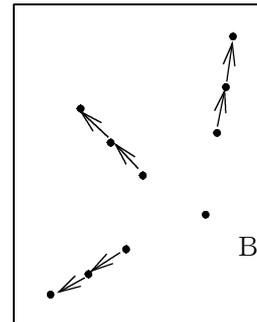
- 3 【未来】の模式図にトレーシングペーパーを重ねさせ、2と同様に銀河の位置を写し取らせる。

銀河の移動を矢印で示させ、遠い銀河ほど遠ざかる速さ大きいことを確認させる。(約10分)
 ※ 矢印の長さを速さと考える。



- 4 銀河BやCを固定したときの他の銀河の移動を考えさせる。それぞれが、その銀河から見たときの他の銀河の移動の様子になる。(約10分)

※ 移動の方向を考えさせてトレーシングペーパーの位置を決めさせる。はじめの場所が悪いと図がトレーシングペーパーからはみ出してしまう。



◎膨らませたゴム風船による宇宙の膨張のモデル実験

- 1 ゴム風船の表面に油性マジックで架空の銀河の位置を書き込ませる。
 ※ 銀河の位置は任意で良い。位置を示すだけなので、●などで表現して良い。
 銀河間の距離を測らせる。(約5分)



- 2 ゴム風船を膨らませて、それぞれの銀河の位置関係がどのように変わったかを確認させる。銀河間の距離を測らせる。それぞれの銀河の間が広がっていることを確認させる。(約5分)



- 3 実験・実習によってわかった内容をまとめさせる。(約10分)

- ・全ての銀河は互いに遠ざかっている。
- ・遠くの銀河ほど速い速度で遠ざかっている。



- ・宇宙は現在も膨張を続けている。
- ・時間を遡ると、全ての銀河が一点に集まる。それは約137億年前のことであり、それが宇宙の誕生したときと考えられる。

まとめ・考察

- ① 銀河が互いに遠ざかっている事がわかった。
- ② 現在も宇宙が膨張を続けていることを理解した。
- ③ 宇宙の誕生とビッグバンの関係を考察できた。

後かたづけ

- ・作図したトレーシングペーパーは、学習プリントに貼り付けさせる。
- ・ゴム風船は指定した場所に返却させる。その後、燃えないゴミとして処理する。

失敗例

- ・作図で銀河の動く方向がずれる。
→模式図とトレーシングペーパーは平行にする。曲がって写し取ると移動方向がずれてしまう。模式図にトレーシングペーパーを乗せるときの「あたり」も付けてやるとよい。
- ・ゴム風船がうまく膨らまない。
→風船によってはいびつに膨らむ場合がある。また、膨らませる前に手で風船を引っ張って少し伸ばしてやると膨らませやすいことを指導する。

別法ほか

- ・別法としては、ゴム風船のかわりにゴム紐などをつかって実験を行わせることもできる。ただ、この場合は一直線上での運動になるため、立体的に捉えることは難しいので補足説明をする必要がある。
- ・時間短縮法としては、「作図」か「ゴム風船」のどちらかだけを実施することが考えられる。その場合、映像資料を活用したり補足説明をしたい。
- ・日常生活で実感することのない宇宙の膨張が、観測技術の進歩や理論の発展によって明らかになったことを実感させるとともに、宇宙についての興味や関心を喚起させたい。

2

天体望遠鏡の使い方・太陽面の観察

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

天体望遠鏡を使用して、太陽表面を観察する。

「宇宙の誕生と地球の形成について観察，実験などを通して探究し，宇宙と惑星としての地球の特徴を理解させる。」ことがこの単元の目標である。また，「太陽の表面の現象と太陽のエネルギー源及び恒星としての太陽の進化を理解すること。」がねらいである。

太陽はもっとも身近な恒星であり，その特徴を実際に観察して太陽についての理解を深め，他の恒星と同じところ，異なるところ等を学ばせたい。

1年中実施可能ではあるが，夏場の昼前後は暑く，太陽高度が高いため，生徒の健康面から避けたいところである。

教科書の写真などでなく，今現在の太陽の様子を見ることで生徒の興味・関心を高めることもできる項目である。



既習事項

中学校までに太陽の観察や天体望遠鏡の使い方については学習してきている。ただし，知識として知っていても，実際に使ったことがあるか，見たことがあるかという点，ほとんど無いことがあるので，確認が必要である。

トピック

【太陽観測用減光フィルター】

この項目では，太陽の強烈な光を減光するために，望遠鏡の口径を絞る方法で行っているが，口径を絞ると分解能(細かい所まで見る力)が下がってしまう。

このため，口径を絞らずに太陽の光量を1万分の1や10万分の1等に減らす減光フィルターがいろいろなメーカーから発売されている。眼視には向かないものが多いので，ビデオカメラやデジタルアイピースなどを接続して，モニターなどに映し出すことによって安全に観測することができる。



留意点

【指導面】

太陽面に見られる黒点などの現象は知識や映像としては知っていても、実際に見たことのある生徒は少ないことが多い。

天体望遠鏡は、学校に備品として備えられていることが多いが、あまり使用されることなく、また、古くなっている場合も多いかもしれない。ただ、天体望遠鏡の基本的な構造は何百年も変わっていないので、レンズがカビていたりしなければ、古くても使えるものが多い。

夜間の使用が前提の望遠鏡であるが、昼間の太陽の観測でも使用法は共通である。明るい場所で使えば、夜の暗い場所での使用もたやすくなり、月や惑星、彗星、星雲、星団の観測などにも応用できるようになる。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・ 太陽表面に見られる現象は？
- ・ どうして黒点は黒いのか？
- ・ 太陽の日周運動は？⇒微動を動かさないとどんどん視野から外れる。
- ・ 太陽の自転周期と方向は？⇒継続観測が必要だが、実施中に説明できる。ネット上でも見ることができる。
- ・ 地球上の全ての生命を支える太陽のエネルギーについて考えよう。
…など

【安全面】



- ・ 決して直接のぞかない。ファインダーにもふたをする。
- ・ 手なども接眼レンズと投影板の間に入れないようにする。
- ・ 光学機器は精密であるので乱暴な扱いをしない。

準備

- ◎ 器具…天体望遠鏡，太陽投影版(遮光板)，記録用紙，時計
筆記用具，クリップなど



鏡筒キャップで口径を絞る

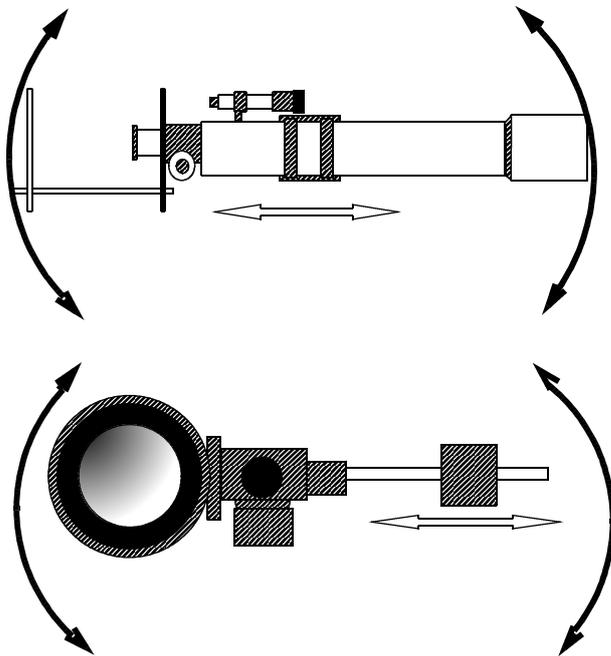


ファインダーはふたをする

実験方法

☆ 望遠鏡の準備（赤道儀の場合）

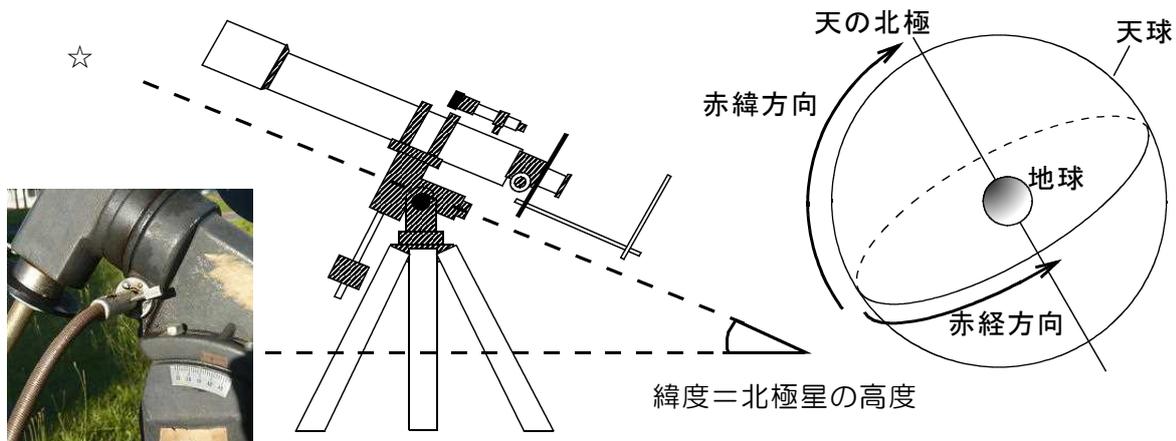
（約15分）



◎ 鏡筒のクランプを緩め、鏡筒を前後させて、前後のバランスをとる。（太陽投影版をセットした状態で行う。）

◎ バランスウェイト(重り)のクランプを緩めて上下させ、赤経方向のバランスをとる。

※ これらのバランスが悪いと、観測中に望遠鏡が回ったり、動いて危険である。微動などの動きも悪くなる。



◎ 極軸を北に向け、北緯の角度に傾ける。（岩手県の場合、約 $39^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ）
極軸を地軸に平行にすることにより、赤経微動のハンドルを回せば太陽を追尾できるようになる。

1

望遠鏡を太陽に向けさせる。
危険なのでファインダーは使わない。
（ふたをしておく。）



鏡筒の影が最も小さくなった場合に太陽の方向を向いている。

※ 赤緯軸、赤経軸の回転で望遠鏡を太陽の方向へ向ける。極軸は動かさないように気をつけさせる。（約10分）



2 太陽の像がはっきりするようにピントを合わせさせる。太陽像が適当な大きさになるように投影板を前後させる。

太陽像は接眼レンズに近いほど小さく、離れるほど大きくなることを指導する。



※ 絶対に直接のぞかせないこと。

記録(スケッチ)用紙を投影板にクリップなどでとめ、用紙の円と太陽像を同じ大きさにして黒点の位置などを写し取らせると、簡単である。(約10分)



3 太陽の像がずれていく方向が太陽の西である。投影板で観察する場合、実際と左右が逆転していることに注意する。毎日観測させると、黒点が移動していくことがわかり、太陽の自転がわかる。(約10分)

まとめ・考察

- ① 天体望遠鏡の使い方を理解した。
- ② 太陽表面の黒点が観測できた。
- ③ 太陽の日周運動や自転を確認できた。

後かたづけ

- ・天体望遠鏡の対物レンズや接眼レンズ、ファインダーのキャップなどをきちんとする。光学機器にゴミやほこりは大敵である。

失敗例

- ・太陽がよく見えない。
→鏡筒が太陽の方法を向いているか。ピントは合っているかを確認する。
- ・黒点がない，黒点がわからない。
→太陽の状態によって，大きな黒点が無かったり，黒点が全く見えなかりすることがある。
あらかじめ，NICT 宇宙天気情報センター <http://swc.nict.go.jp/contents/index.php> 等で黒点の状況等を調べておくと良い。



2014 9/9の観測画像と NASAによる画像(NICTより)

別 法 ほか

- ・太陽投影板がない場合，市販のものを買ってもいいが，基本的には遮光板と太陽を投影する白い板，支える棒からなるだけであるので，自作も容易である。手作りも身近に感じられて良い。
- ・太陽の観測で一番怖いのは，望遠鏡を直接のぞくことによる失明である。十分指導，注意するとともに，投影板や支えを工夫して，顔を接眼レンズと投影板の間に入れられないような工作をすると良い。これは付属または市販の投影板についても同じことである。
- ・太陽を観測したことがない生徒は意外に多い。望遠鏡を太陽に向けてはならないという意識は良いが，安全な観測法があることを指導したい。

3

簡易分光器の作製

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1年中	1日～	1日	50分

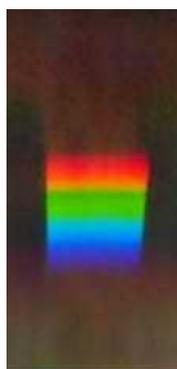
目的と内容

簡易分光器を作ってスペクトルの観察をしよう。

「宇宙の誕生と地球の形成について実験、観察などを通して探究し、宇宙と惑星としての地球の特徴を理解させる。」ことがこの単元の目標である。

また、「太陽の表面の現象と太陽のエネルギー源及び恒星としての太陽の進化を理解すること。」に関連して、太陽のスペクトルを観察し、蛍光灯などのスペクトルとの違いや吸収線の存在、輝線スペクトルと連続スペクトルとの違いなどについて考察することをねらいとする。

ここでは、身近なCD-RやDVD-Rなどを用いた簡易分光器を作製し、スペクトルの観察をすることによって、太陽のスペクトルと人工光源の違いや、吸収線、輝線などの理解を深めさせたい。



太陽光



蛍光灯

既習事項

中学校までに、虹の様子などから太陽の光が多くの色からなっていることや、星の色にはいろいろなものがあり、表面温度に関係することなどについては学習しているが、スペクトルについては触れられていない。

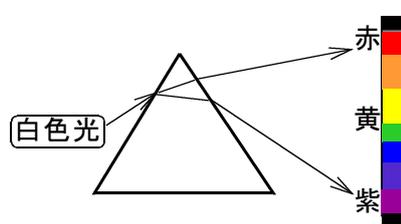
トピック

【プリズムによる分光】

分光器として、古くから使われているものにはプリズムがある。

光が空気中からガラスに入るとき、ガラスから出るとき波長による屈折率の違いによって光を分解するものである。波長が長いほど屈折しにくく、波長が長いほど屈折しやすい性質によって、虹の七色に分かれる。

実験室などで多くの生徒に分光を見せる場合には、暗幕を引いて黒板や壁にスペクトルを映すようにするとよい。



留意点

【指導面】

身の回りの光の多くは、たくさんの色によってできていることを理解させたい。また、白く見える光でもスペクトルに分解すると、違いがあることを太陽光と蛍光灯、水銀灯、白色発光ダイオード等、いろいろな光で確認させるようにする。

ここでは、CD-RやDVD-Rを用いて簡易分光器を作製させる事によって、スペクトルを観察させる。スペクトルの観察は直視分光器など使用すればできるが、やや高価であり、保有する台数が足りない場合も考えられる。分光器を身近なもので作成して観察することにより、実体験にさせたい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・太陽と蛍光灯の光の違いは何だろうか？
- ・虹の七色はなぜできるのだろうか？
- ・連続スペクトルと輝線スペクトルの差は何だろうか？
- ・スペクトル中に明るい部分や暗い部分があるのはなぜ？
- ・色々な光のスペクトルの特徴を考えてみよう？

…など

【安全面】



- ・CD-RやDVD-Rを切る場合、けがに気をつけること。
- ・太陽光を観測する場合、目を痛める可能性があるので直接太陽に向けないこと。

準備

- ◎ 材料…不要なCD(CD-R)やDVD(DVD-R)
牛乳パック(1000ml)
または工作用紙
- ◎ 器具…カッター、色鉛筆、
ビニールテープ(黒)
(参考)直視分光器
ガラスプリズム
ナトリウムランプ等の光源



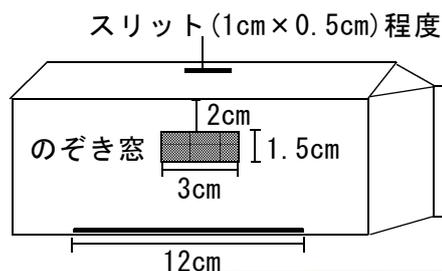
1 簡易分光器は牛乳パックを利用すると簡単(洗って乾かしておく)。工作用紙を使用して作らせる場合は、いろいろなものが考えられるので、教科書やWebページを参考にすると良い。

2 反射式の分光器を作る場合、CD-RやDVD-Rは切らずにそのまま使用して良い。小さく切り分ける場合は、良く切れるハサミや金属用ののこぎりを使う。CD-Rは反射面がはがれやすいので注意する。

実験方法

☆ 反射式の簡易分光器

- 1 空き牛乳パック (1000mlが良い) に右図のように穴を開けさせる。
 - ※ カッター等で切るようにする。刃こぼれしているとうまく切れないので注意する。
 - ※ スリットの部分は大きめに切る。(約10分)



- 2 スリットの部分を1mm程度の隙間になるように黒いビニールテープを貼らせる。
 - ※ スリットの幅はあまり神経質になる必要はない。ただし、テープは概ね平行になるように貼る。(約5分)



- 3 CDやDVDの反射面を上に向けて、下の穴に差し込ませる。
 - ※ 500mlの牛乳パックでも作れるがCDやDVDがはみ出した形になる。(スペクトルの観察はできる。)(約5分)



- 4 スリットから光が入るようにしてのぞき穴からCDやDVDの表面を見るとスペクトルが見える。
 - 蛍光灯 (室内灯) と太陽光との違いを確かめさせ、その様子を簡単にスケッチさせる。(詳細にスケッチするというよりも特徴を捉えさせる。)

蛍光灯の線スペクトル ▶



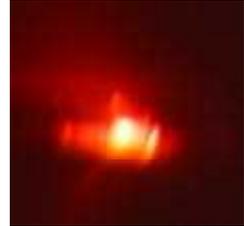
- ※ 太陽光を観察する場合は直接太陽の光を見ないように指導する。空の光で良い。曇っていても大丈夫である。(約20分)

- 5 ナトリウムランプや水銀灯などの他の光源についても観察させ、そのスペクトルの特徴について観察させる。その違いを考察させる。発光ダイオード等も利用できる。(約10分)

- ※ 直視分光器やガラスプリズムがある場合は、それぞれの光のスペクトルや簡易分光器との見え方の違いなどを確認させる。(直視分光器だと線スペクトルや吸収線がよりはっきり見える)

結 果

- ◎ 太陽光は連続した光の帯(=連続スペクトル)からなり、蛍光灯は何本かの異なる光(=線スペクトルまたは輝線スペクトル)からなる。
- ◎ 太陽光を詳しく調べると、何本もの暗線(吸収線、 Fraunhofer線)が見られる。これは、太陽大気中の原子によって吸収されたものである。
※ 簡易分光器では見えにくい。直視分光器や教科書の写真で確認させる。
- ◎ ナトリウムランプや赤色発光ダイオード(LED)などは一つの色からなる単色光である。



赤色LED ▶

まとめ・考察

- ① 光によるスペクトルの違いが理解できた。
- ② 連続スペクトルと線スペクトルの違いが理解できた。
- ③ 色々な光の特徴やその性質について考察できた。

後かたづけ

- ・ 使用した器具を指定した場所に返却させる。
- ・ 作るときに出た紙くず等をしっかりゴミ箱に捨てさせる。

失敗例

- ・ スペクトルが見えない。
→ 見たい光がスリットから斜めに入るようにさせる。光を反射させるため、まっすぐに対象物に向けてものぞき窓からは見えない。
- ・ スペクトルがはっきりしない。
→ スリットの幅を変えさせてみる。スリット幅が広すぎるとスペクトルがぼやけやすい。スリット幅が狭すぎるとシャープになるが、スペクトルが暗くなってしまうので、約1mmを目安に変えてみる。

別 法 ほ か

- ・ ここでは、生徒が手元に持っていることが考えられるCDやDVDを利用し、破損せずに使用する反射式の簡易分光器をあげた。
- ・ 透過式の簡易分光器を作る場合には、グレーディングシート(回折格子)を用いるのが簡単だが、CD-Rの印刷面を取り去ったり、DVD-Rを2枚にはがしたものを切っても作ることができる。CD-Rは切った後に印刷面に粘着テープを貼り、一気にはがすと良い。DVD-Rは2枚にはがしてから切ると良い。1枚から多くの材料をとることができる。
- ・ 比較的到手軽にできる実験である。各種の光の違いを理解するとともに、目には見えないが、赤よりも波長の長い赤外線や紫より波長の短い紫外線が存在する可能性があることにも触れておきたい。
- ・ 光が電磁波の一種であり、波長の違いが色の違いであることなどについて考察を深めさせるように指導したい。



はがしたDVD-R

4

火星の軌道と順行・逆行

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★★☆	1年中	1日	1日	50分

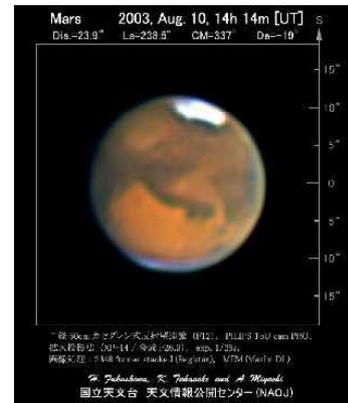
実際の火星のデータを使って軌道を描いてみよう。

目的と内容

「宇宙の誕生と地球の形成について観察，実験などを通して探究し，宇宙と惑星としての地球の特徴を理解させる。」ことがこの単元の目標である。

このうち，地球とその他の惑星の軌道の違いについて理解させ，太陽系の中の惑星の中で地球が生命をはぐくむ海が存在するに至ったこと，地球の太陽からの距離や他の惑星との軌道の違いなどから，惑星としての地球を理解させることなどがねらいである。

ここでは，実際の火星のデータを用いて，その軌道が地球とどれだけ違っているのかを確認する。また，接近時(衝)前後に見られる逆行現象について理解させるための実習である。



2003年の大接近時の火星

(国立天文台 (NAOJ) HP より)

既習
事項

中学校までに，惑星はそれぞれ決まった周期で太陽の周りを公転していること，太陽系には8つの惑星があること，主に岩石からなる地球型惑星とガスからなる木星型惑星に分類されること，軌道によって内惑星と外惑星に分けられること，金星など内惑星は満ち欠けをすることなどを学んでいる。

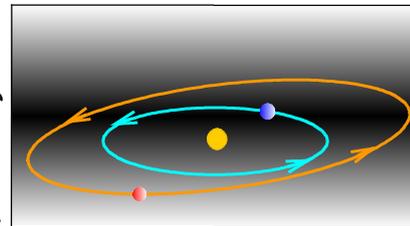
トピック

【火星の探査】

火星は地球に最も近い外惑星であり，古くから多くの天文学者や一般の人々によって観測されきた。火星の表面には多くの火山やクレーター，水が流れた跡等が見つかっている。太陽系最大の火山であるオリンポス山も火星にある。

太古の生命の痕跡なども議論されるなど，身近で興味深い天体である。

近年，アメリカ，欧州をはじめ多くの国々が火星探査機を打ち上げ，新しい知見をもたらしている。アジアではインドの探査機が火星を周回する軌道にのることに成功した。火星についてはこれからも次々に新しい発見がなされ，私たちが得られる情報も多くなることだろう。



火星と地球の軌道

留意点

【指導面】

火星は約2年2ヶ月毎に地球に接近する。ただ、その接近には大接近と小接近があり、2014年の接近は小接近だった。大接近でも小接近でも、地球から見た火星の位置はほぼ「衝」である。なぜこのような差が生じるのか。その理由として、地球の軌道がほぼ円であるのに対して火星の軌道は楕円であり、しかも黄道面に対して傾いているということがあげられる。

実際の火星のデータを用いて作図を行って、地球の軌道と火星の軌道の違いや順行と逆行といった火星の視運動を理解させ、惑星の運動についての理解を深めさせるための実習である。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・地球の軌道はどんな形で、どういう特徴があるのか？
- ・火星の軌道と地球の軌道の違いは？
- ・地球から見た惑星の運行ではなぜ順行や逆行が起こるのか？
- ・衝の位置は観測の好機と言われるが、なぜ？
- ・同じ衝でも火星にはなぜ大接近とか小接近があるのか。

…など

【安全面】

- ・特になし。
- ・定規や分度器で遊ばないように注意する。

準備

- ◎ 器具 分度器(全周分度器がよい)、定規、火星のデータ、作図用紙 ほか

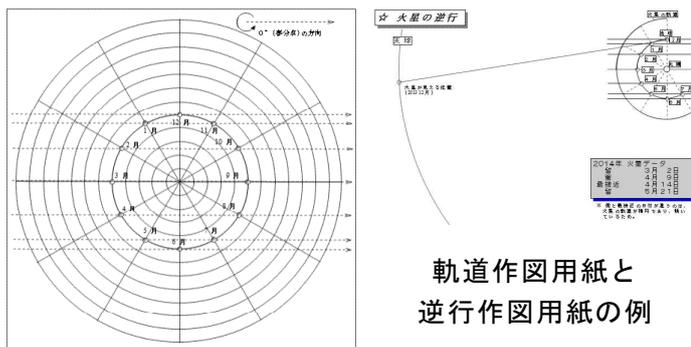
- ◎ 天文年鑑(誠文堂新光社)や理科年表(丸善出版)などで、火星のデータを調べておく。

基本的には日付と視赤経、地球からの距離を用意する。軌道を立体的に考える場合には視赤緯も重要であるが、ここでは視赤経のみで考える。

視赤経も時 h, 分 m, 秒 s で表されているので、EXCEL等の表計算ソフトを利用して角度(°)に変換しておく。また、地球からの距離のデータも作業用の縮尺に直しておく作業をさせやすい。軌道作図用と逆行作図用の円グラフ用紙(同心円の図)を用意する。自分で作図したり、フリーソフトを利用して作るとよい。

2013	h	m	視赤経(°)	地球からの距離(AU)	mm
1月28日	21	54.4	329	2.29	80.15
2月27日	23	23.3	351	2.35	82.25
3月29日	0	48.5	12	2.4	84
4月28日	2	13.6	33	2.44	85.4
5月28日	3	42.4	56	2.47	86.45
6月27日	5	10.6	78	2.46	86.1
7月27日	6	39.5	100	2.41	84.35
8月26日	8	4	121	2.32	81.2
9月25日	9	21.6	140	2.17	75.95
10月25日	10	32	158	1.97	68.95
11月24日	11	35.8	174	1.73	60.55
12月24日	12	32.6	188	1.44	50.4

火星のデータ例



軌道作図用紙と逆行作図用紙の例

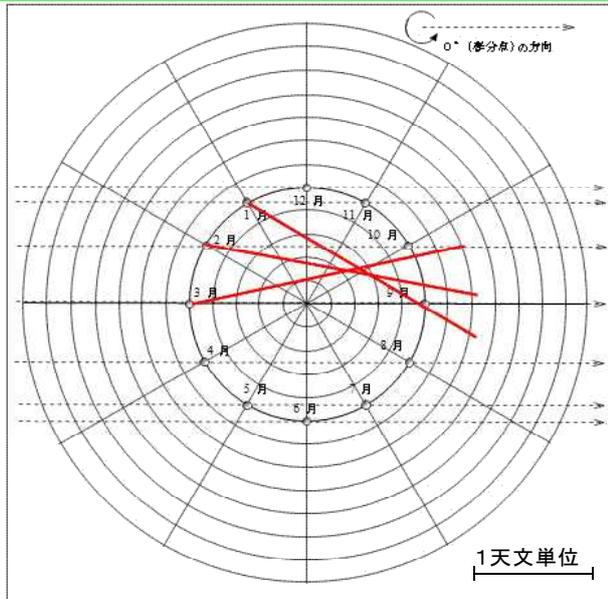
実習方法

1 データを元に、各月の地球から見た火星の位置を作図用紙に記入させていく。

視赤経は、春分点の方向から反時計回りに分度器で測ることを指導する。全周分度器の方が使いやすいが、普通の分度器でもよい。地球からの距離を縮尺に合わせた長さで線を引かせる。

火星の位置までひいた線分は残しておく。(約15分)

例 2013年1月～3月の火星の位置の作図



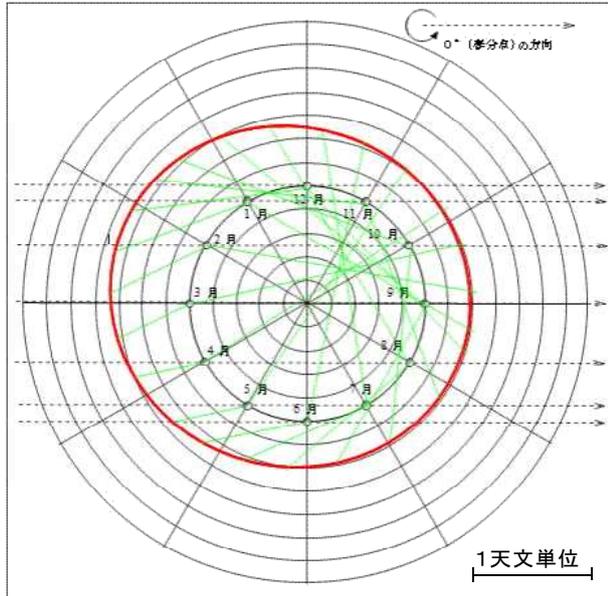
2 2年分の火星の位置を作図し終わったら(火星の公転周期は約1.88年), 線分の末端をなめらかな線で結ばせ, 火星の軌道を完成させる。



地球の軌道がほぼ円形であるのに対して, 火星の軌道は楕円であることを確認させる。

近日点と遠日点, その付近を通過するときの速度についても考察させる。(約15分)

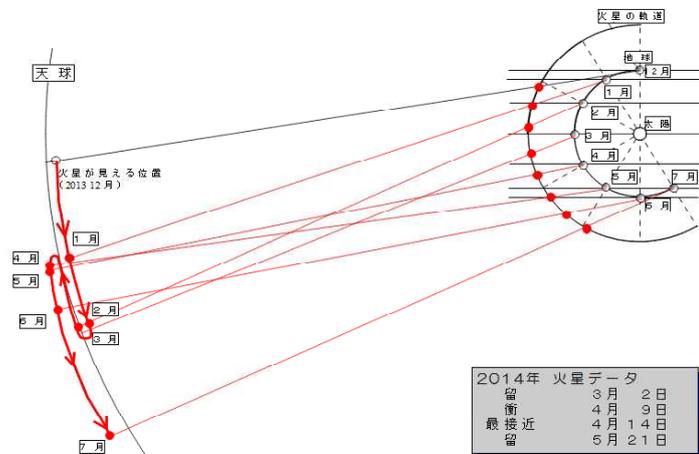
【発展】ケプラーの第2法則
(面積速度一定の法則)



3 火星の逆行用の作図用紙に, 衝前後のデータを記入させる。

ここでは火星の軌道も便宜上円形とする。

それぞれの月の火星の方向を, ①と同様に分度器を用いて作図させる。線分は長くさせ, 天球を表した線まで伸ばさせる。



衝の前後, 地球が火星を追い抜くときに逆行が生じることを確認させる。順行から逆行, 逆行から順行に移るときを「留」といい, 一時火星の運行が止まるように見えることも確認させる。(約15分)

- 4 作成した火星の軌道や運行の図から、地球と火星の軌道の違いや火星の見え方についての考察をさせる。(約5分)

まとめ・考察

- ① 地球と火星の公転軌道の違いを理解した。
- ② 火星には太陽に近づく時や遠ざかる時があることを理解した。
- ③ 火星の運行に代表される惑星の逆行現象について理解した。
- ④ 地球の軌道の特徴と太陽からの距離について考察できた。

後かたづけ

- ・ 特になし
- ・ 分度器、定規などを貸した場合は指定の場所に返却させる。

失敗例

- ・ 火星の軌道がいびつになる。
 - 視赤経の角度の取り方が違っている。
 - ※ 春分点の方向を 0° とし、反時計回りに角度を測らせる。
 - 地球からの距離の測り方が違っている。
 - ※ 太陽から地球までの距離が1天文単位であるので、その距離の長さに換算した火星までの距離を提示する。
 - ※ 実際には視赤緯の値も考えなければならないため、視赤経だけだとずれが生じる。
- ・ 逆行の図がうまく描けない。
 - 衝(最接近)前後のデータを使わせること。違う期間のものを間違えて使って作図をすることがあるので注意する。
天球の線に重ねてしまうと、順行・逆行の経路も重なり、よくわからなくなるので、天球の線は目安に使うことを指導する。

別法(時間短縮法)ほか

- ・ 時間短縮の方法としては、火星のデータを1ヶ月ごとではなく1ヶ月半ごととか2ヶ月ごとにして作業量を減らすことが考えられる。また、間違いを減らすために、数ヶ月分をあらかじめ作図したものに描き加えさせることを考えてもよい。
- ・ 火星は、約2年2ヶ月ごとに衝を迎える(会合周期約780日)。最接近時には、天体望遠鏡で観測すると円盤状に見え、表面の模様や極冠などを見ることもできる。
- ・ 最接近時以外でも、明るさは暗くなってしまうものの、その特徴のある赤い光は明らかに他の星と違うので非常に区別しやすい。肉眼でもかまわないので、ぜひ一度は見る機会をつくらせたい。
- ・ 次の最接近は2016年5月末であり、2014年よりも地球に近い接近となる。さらに、2018年8月末の接近は大接近であり、非常に大きく明るい火星を見ることができるといわれている。

5

地球の大きさの測定

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日	1日	50分

目的と内容

自分で地球の大きさを測ってみよう。

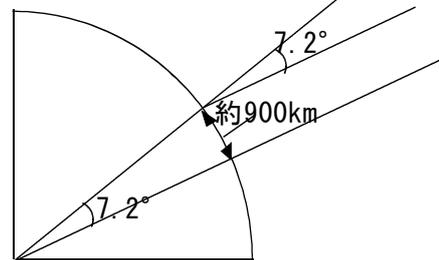
「宇宙の誕生と地球の形成について観察、実験などを通して探究し、宇宙と惑星としての地球の特徴を理解させる。」ことがこの単元の目標である。

このうち地球の形の特徴と大きさを観察や測定の結果などから理解させることがねらいである。

紀元前220年頃、ギリシャのエラトステネスは2点間の距離と緯度の差から地球の大きさを求めた。実に2200年以上も前のことである。

ここでは、自分の歩測で地球という大きな天体の全周を測ることができる、いう驚きを大事にし、地球の大きさの測定方法の理解を深めさせたい。

【エラトステネスの方法】



$$7.2 : 900 = 360 : x \text{ (地球の全周)}$$

$$\therefore x = \frac{360 \times 900}{7.2} = 45000 \text{ km}$$

既習事項

中学校までは、地球が球体であることを自明なこととして扱っているが、地球の大きさについては説明されていない。

中学校では、太陽系の惑星や日本の気象を中心に取り扱い、地球の大きさははっきりとは扱っていないので確認する。

トピック

【角度の表し方】

この項目で出てくる角度は、一般に使われる度(°)だけではなく、分(')や秒(")もある。

この単位は、時間と同様に60進法で表されるので、生徒への指導や指示が必要な場合があるので注意が必要である。

$$1^\circ = 60' \text{ (分)} \quad 1' = 60'' \text{ (秒)}$$

参考 1時間=60分 1分=60秒

時間と同じ？



留意点

【指導面】

エラトステネスは、2点間の距離を商人や旅人の歩く日数から決め、緯度の差は夏至の日の太陽の南中高度から求めた。

現代の私たちも、2点間の距離と緯度の差から地球の大きさを測定することができることを理解させる。Google Earthを利用したり、スマートフォンやカーナビに搭載されているGPSを利用することにより、現在地の緯度や経度はかなり細かく求めることができる。それを使って実際に地球の大きさ(子午線の長さ)を測定させる。巨大な地球の大きさを自分で測ることができるという事実から、科学への興味を深められる内容である。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・自分で地球の大きさを測ってみよう。
- ・エラトステネスは2200年も前に地球の大きさを測っているが、現代の私たちは測ることができないのだろうか？
- ・複雑で高価な器材を使って地球の大きさを測ることは簡単であるが、自分で測ることはできないのだろうか？
- ・多くの動植物や人間が生活している私たちの地球はどのくらいの大きさがあるのだろうか？

…など

【安全面】



- ・距離を歩測するときには、周囲の生徒と協力し、ぶつかったりしないように注意すること。
- ・スマートフォンを使う場合は、歩測の際、画面を注視しないこと。

準備

- ◎ Google earthなどを利用した航空写真(2地点間の緯度・経度を表示)
- ◎ 器具…筆記用具, 巻き尺(50m以上が良い), 計算機, (あれば携帯GPS) 方位磁石, (スマートフォン)

1 Google earthを使い、自分の学校付近の地域を表示する。

2 ピンマーク  を使い、2地点の緯度、経度を表示する。

3 経度が同じになるように(南北がずれないように)2つの地点を指定する。

※ 緯度差は2秒(2")以上で、きりのいい数字が良い。
距離が短いほど、誤差は大きくなる傾向がある。



Google earth より



Google earth より

- 4 この画像を保存，印刷して学習プリントに添付しておく。

実習方法

- 1 10mの距離で，自分の歩数を数えさせる。(チョーク等で10mを示す。)
 ※ いつも通りの歩き方で歩くことを指導する。
 3回ほど歩き，歩数を決定させる。
 (ぴったりでなくても良い。14.5歩などでも可) (約15分)
- 2 目印Aと目印Bをコーンなどで示し，2地点間の歩数を数えさせる。
 ※ 目印Aと目印Bとの緯度差と歩数の関係を考えさせる。 (約15分)

学習プリント例

10mの歩数 = 歩

目印A-B間の歩数 歩

∴ A-B間の距離は $10 : \text{} = \chi : \text{}$ $\chi = \text{}$ m

2地点間の緯度差が2"である場合，
 1分(1') = 60" なので 1分の長さは mの30倍。
 ∴ 1'の長さは × 30 = m

1度(1°) = 60' なので
 ∴ 1°の長さは × 60 = m = 約 km

地球1周は360° なので，
 ∴ × 360 = km 求められた地球一周の長さ

実測例

10mの歩数14歩
 A-Bの歩数85歩
 $10 : 14 = \chi : 85$
 $\chi = 60.7$ m
 緯度差2秒なら
 1分の長さは
 $60.7 \times 30 = 1821$ m
 1度の長さは
 $1821 \times 60 = 109260$ m
 = 約109km
 360度の長さは
 $109 \times 360 = 39240$ km
 (地球一周の長さ)

3 スマートフォンのGPS機能(iphoneの「コンパス」等) やカーナビなどを利用すると任意の2地点を生徒に選ばせることもできる。



※ この場合にも経度を変えないこと、緯度差はきりの良い数字にすることを注意する。



カーナビのGPS表示



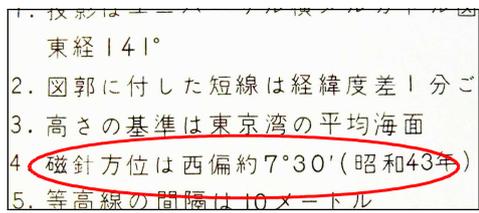
スマートフォンの表示

4 実習結果をまとめさせる。(約10分)

※ 計測できた地球の大きさはどうだったか？
 エラトステネスの値と比べてどうか？
 誤差が出た場合、何が原因か？
 などについて考察することを指導する。

5【発展】 方位磁針は真北を指さない？

実際の北極と北磁極には違いがあるため方位磁石の針は真北からわずかにずれた方向を指し示す。これを地磁気の偏角という。これを実際に方位磁石を使って確かめる。岩手県では、方位磁石の針は7～8度、西にずれた方向を指している。



国土地理院 1/25000 地形図「花巻温泉」より

まとめ・考察

- ① 地球を球形とした場合の大きさを測定できた。
- ② 理論値と測定値の差の原因を考察することができた。
- ③ 地球の大きさがわかった。

後かたづけ

- ・ 特になし。
- ・ 電子計算機等を貸した場合、指定した場所に返却させる。

失敗例

- ・ 理論値よりかなり大きい(小さい)値になる。
 → 歩測の際、自分のペース・歩幅で歩くことができたか。
 まっすぐに歩くことができたか。 などを確認し、指導する。
- ・ 理論値とかけ離れた値になる。
 → 計算ミスはないか。考え方に間違いはないか。
 歩数など転記に間違いはないか。 などを確認し、指導する。

別法(時間短縮法)

- ・ 実習時間の短縮として次のような方法が考えられる。
 - ① 歩測の部分巻き尺による実測に変える。
 - ② 任意の2地点間の計測をやらない。
 などにより、短時間での実習が可能となる。
 時間の制約は仕方のないものでもあるが、自分自身の歩幅による地球の大きさの測定という体験は、できればやらせたいものである。

6

岩石の密度の測定

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

いろいろな岩石の密度を測定して、地球内部を考えよう。

「地球内部の層構造とその状態を理解すること」がこの単元の目標である。このうち、地球の内部には層構造があり、その状態が異なることを理解させることがねらいである。

ここでは、身近な岩石の密度を測定することで、地殻を構成する岩石の特徴を理解させる。そこから地球内部には密度の高い物質があるという具体的なイメージを持たせることを意識して指導する。

岩石以外に太いボルト・ナットなど鉄からできたものを測定させても良い。身近な岩石(生徒に集めさせても良い)を使って実験を行う事によって、岩石の密度への理解や地球の内部構造への理解を深めることができる項目である。



鉄鉱石(赤鉄鉱)

既習事項

中学校までに火成岩については斑状組織をもつ火山岩と等粒状組織をもつ深成岩があること、その生成する深さなどについて学習している。

地球内部の地殻、マントル、核については発展として学んでいる場合がある。

トピック

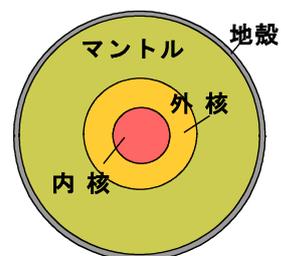
【核の組成】

地球型惑星には共通して、表面を覆う地殻・マントル(ともに岩石)と中心部に存在する核(主に鉄)がある。

地球の核は液体の外核と固体の内核に分かれているが、その組成はいずれも10～20%のニッケルを含んだ鉄であり、隕鉄に相当する組成である、と考えられている。

また、地球の地磁気は液体状の鉄合金である外核の対流によって生じている、ということがわかってきている。

地球の層構造



マントルは主にかんらん岩質、外核・内核は主に鉄合金からなる。

留意点

【指導面】

普通に見られる岩石の密度と地球の平均密度を比較し、その差がどこから来ているのかについて考察を深めさせるように指導する。

地表に見られる岩石には色々なものがあり、その色や重さは様々である。見かけよりも軽い岩石もあれば、小さくても重い岩石もある。

岩石の分類にはその色調や含まれる鉱物、組織などが重要であるが、密度の違いも岩石を分ける場合には重要な要素となることを理解させる。

また、地表に見られる多くの岩石と比べ、地球の平均密度が大きいことから、地下深くには重い(密度が大きい)物質があることを理解させる。普通に見られる岩石の密度と地球の平均密度を比較し、その差がどこから来ているのかについて考察を深めさせるように指導する。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・地殻やマントルを構成する物質と、核を構成する物質の違いは何？
- ・身の回りには、重い岩石や鉄でできたものがあるが、地球の平均密度と比べてどうだろうか？
- ・地球内部を直接見ることはできないが、例えば核はどのような物質からできているのだろうか？
- ・地殻、マントル、核といった地球の層構造はなぜできたのだろうか？
…など

【安全面】

- ・岩石とガラス器具の取り扱いに十分気をつけさせる。
- ・水をこぼした場合、滑る可能性があるので速やかに拭き取らせる。
- ・電子天秤の使い方に気を付けさせる。

準備

- ◎ 材料…異なる種類の岩石数種(校地内等で任意のものを探させても良い)。岩石名がわかっており、組織や色が典型的な火成岩等が良い。メスシリンダーを使う場合は、径より小さい岩石にする必要がある。
- ◎ 器具…メスシリンダー(500ml)やビーカー、たこ糸、水、電子天秤、雑巾(濡れた岩石やこぼれた水を拭くため)



岩石試料(例)



メスシリンダー



電子天秤

実験方法

- 1 岩石試料を肉眼で見せて、色や組織について考えさせる。
試料を準備した場合は岩石名を提示し、どれに当てはまるかを考えさせると良い。結果は下のような表にまとめさせる。(約15分)

試料名	色(白っぽい～黒っぽい)	組織	岩石名
岩石A	【例】白っぽい	等粒状組織	花こう岩
岩石B			
岩石C			
岩石D			

- 2 岩石試料の質量を電子天秤に乗せて測らせる。
※ 測定する前に、電子天秤の「風袋の消去」を忘れないこと(試料を乗せる台や容器を乗せてから、tapeを押して0gにしておく)。(約10分)



- 3 メスシリンダーに水を入れ、その体積を読み取らせる。メニスカスに気をつけ、最小目盛りの1/10まで読み取るように指導する。…①
たこ糸を結びつけた試料をゆっくりとメスシリンダーの水中に入れ、再び体積を読み取らせる。…②
岩石試料の体積を求める。…(②)－(①)



- ※ たこ糸はしっかり結ぶ。外れるとメスシリンダーを破損する可能性がある。(約10分)



- 4 下のような表を用いて岩石試料の密度を求めさせる。(約10分)

試料名	岩石名	岩石の質量(g)	岩石の体積②－①(cm ³)	岩石の密度質量／体積(g/cm ³)
岩石A	【例】花こう岩	130.1	50.0	2.60
岩石B	⋮	⋮	⋮	⋮
岩石C	⋮	⋮	⋮	⋮
岩石D	赤鉄鉱	221.5	45.0	4.92

- 5 測定した岩石の密度と地球の平均密度の約5.5g/cm³を比較させ、地球内部の物質について考察させる。(約5分)

【参考・主な火成岩の特徴】

火山岩(斑状組織)	———	玄武岩	安山岩	流紋岩
深成岩(等粒状組織)	かんらん岩	はんれい岩	閃緑岩	花こう岩
造岩鉱物	無色鉱物 (Caに富む)			石英
色調	黒っぽい	←	→	白っぽい
密度	約3.3g/cm ³	←	→	約2.6g/cm ³

まとめ・考察

- ① それぞれの岩石を特徴によって分類できた。
- ② 岩石の密度を測定できた。
- ③ 測定した岩石の密度と地球の平

後かたづけ

- ・ 実験する前のように、器具を洗わせ、指定した場所に片付けさせる。
- ・ こぼれた水などは滑る可能性があるののでしっかり拭き取らせる。

た場合は、

失敗例

- ・ 岩石名がわからない。
→ 自分たちで岩石を集めてきたもので実験を実施した場合、何という岩石なのかわからない場合がある。堆積岩でもかまわないがわかりやすいものを集めさせたりると良い。教材用の岩石試料を用いても良い。

別法ほか

- ・ 大きなメスシリンダーがない場合、ビーカーでも実施することが可能である。その場合次のように実施する。
 - 1 水を入れたビーカーを電子天秤に乗せ、その質量を測定する。
 - 2 たこ糸でつるした岩石を水に入れ、再び質量を測定する。
つるした岩石ビーカーの縁や底に触れないように注意すること。
 - 3 水の密度は約1g/cm³と考えると良いので、増えた質量(g)が岩石の体積(cm³)となる。

あとは、実験方法の[4]、[5]と同様に実施することができる。

- ・ 試料となる岩石の数が少ない場合は、各班に試料を回す形で実施することが可能であるが、時間がかかるので試料の数を減らしたり、岩石名の分類を割愛して実施するなどの方法をとる必要がある。
- ・ 密度の測定を優先し、地球の内部構造への理解と考察を重視したい。
- ・ 重い物質が下に沈み、表面には軽い物質が残っていることに気付かせたい。

7

プレート運動のモデル実験

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

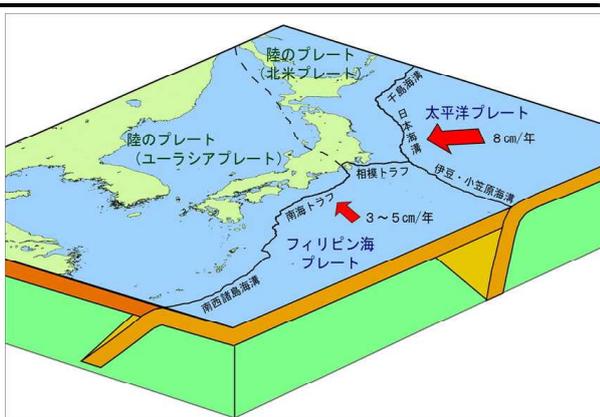
プレート運動による3種類のプレート境界を理解しよう。

「火山活動と地震の発生の仕組みについて理解すること」がこの単元の目標である。

プレート運動が、地球に見られる大地形を形成し、火山活動、地震を発生させていることを理解させることを通じて、活動的な地球のすがたを認識させることがねらいである。

このうち、プレートの運動についてモデルを作成して理解を深め、その境界で生じる現象について考えるように指導したい。

日常生活でプレートの動きを感じることは少ないが、地震や火山活動と関連して理解させるように指導する。



日本付近のプレートと移動（気象庁HPより）

既習事項

中学校までに日本列島付近のプレートの運動などを学習している。また、プレートの運動は地球内部のエネルギーによって生じること、それによって火山活動や地震が生じることなどを学んでいる。

トピック

【東日本大震災の断層】

過去の教科書などでは、日本列島はユーラシアプレートにのっており、東側の太平洋プレートと南側のフィリピン海プレートが沈み込んでいるとして記載されていた。その後地震等の研究が進むにつれ、糸魚川－静岡構造線から北に延びる境界があることが分かってきたため、現在、東日本は北米プレート、西日本はユーラシアプレートにのっている、という記載になっている。さらにプレートを細分する理論もある。東日本はオホーツクプレート、西日本はアムールプレートという独立したプレートにのっているという説である。この理論についてはまだ議論されており、定説にはなっていない。今後、火山活動や地震の研究が進むにつれ、日本付近のプレートについても新しい知見がもたらされるかもしれない。

留意点

【指導面】

日本付近のプレート運動については、火山活動や地震と関連して学んできている。このため生徒も収束境界（沈み込み帯）については理解がしやすい。

しかし、日本付近には見られない発散境界（海嶺、地溝帯）やすれ違う境界（トランスフォーム断層）についてはイメージしにくいことがある。

ここでは簡単なモデルを作成させてその動きを再現することで、それぞれのプレート境界の違いや生じる地殻変動などについて理解させるようにしたい。プレート境界で生じる地震の深さや特徴、火山活動の特徴などを考察できるように指導していくことが必要である。

非常に大規模な現象であり、教科書の図や説明で理解できない場合があるので、手軽なモデルを利用してプレート運動について実感を持たせるようにさせたい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・日本付近のプレートはどのような運動をしているか？
- ・海溝付近の巨大地震はどのようなメカニズムで発生するのか？
- ・プレートが海溝で沈み込んで消えていくなら、どこで生まれたのか？
- ・海洋プレートは2億年より古いものがほとんどない、なぜ？
- ・トランスフォーム断層ってどんな断層？

…など

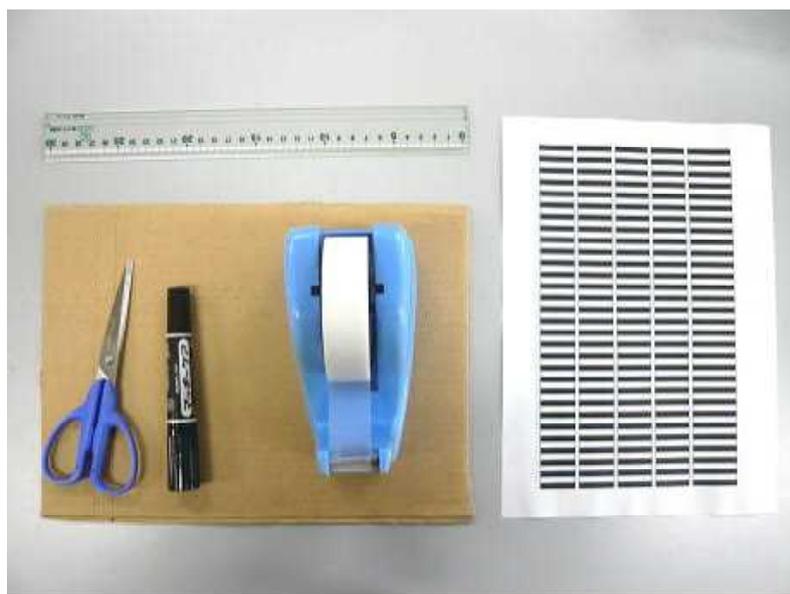
【安全面】

- ・カッターで怪我をしないように注意する。
- ・地震について考える場合、震災のイメージが強い生徒への配慮をする。

準備

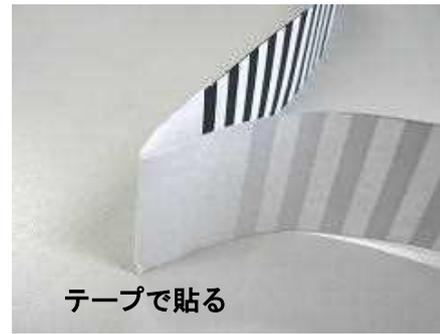
- ◎ 材料…縞模様を印刷した紙、厚紙（ボール紙等）、地図など

- ◎ 器具…カッター、ハサミ、定規、セロハンテープ、マジックペンなど



実験方法

- 1 ハサミやカッターを使い、縞模様を描いた紙を帯状に切り取らせる。
 帯状になった紙を印刷面を内側にして一方の端をセロハンテープで貼り付けさせる。
 これを2組作らせる。(約5分)

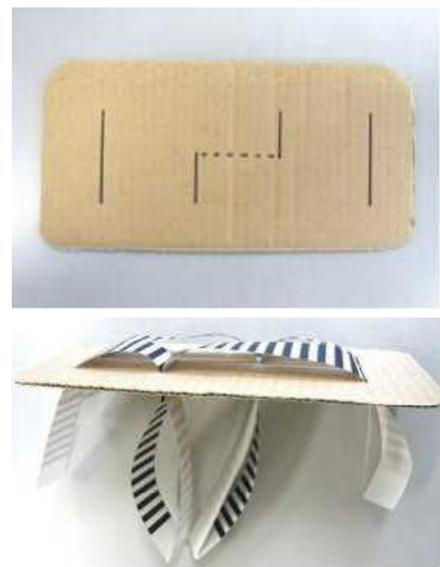


- 2 厚紙に下図のように作図をさせる。太線部分にカッターで切り込みを入れさせる。
 ※ 幅は約1mm程度にする。
 ※ あらかじめ図を印刷しておき、厚紙に貼り付けさせると時間が節約できる。

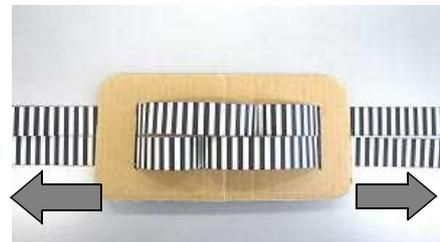


- ※ 切り込み幅は帯より2mmほど長くする。
 (約10分)

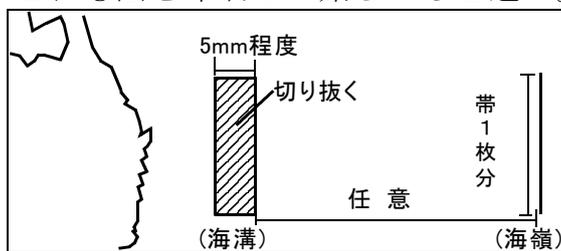
- 3 帯の貼り付けた部分を海嶺の部分に、もう一方の端を海溝の部分に入れさせる。
 ※ 海嶺の部分を深く入れる。(約5分)



- 4 海溝部分から下に出た部分の紙を、2枚一緒に両側に引き、海嶺の部分、海溝の部分、トランスフォーム断層部分それぞれの動きを観察させる。
 (約5分)



- 5 別の厚紙に下図のように作図させ、カッターなどで切り込みを入れさせる。
 ※ これも図を印刷して貼らせると速い。



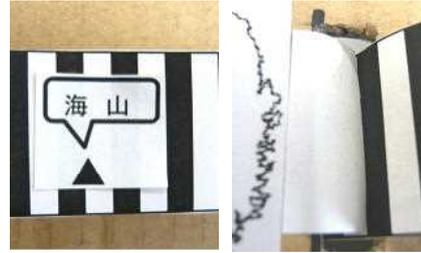
(約10分)

- 6 海嶺部分から上に出した帯を海溝部分から下に入れさせ、それを引かせてプレートの動きを確認させる。
 (約5分)



- 7 帯上に海山を示す図を貼ったり、海溝部分に紙を貼って下に引きずり込ませるようにすると、実際のプレート運動や地震などの活動が分かりやすくなる。

※ 海溝部分に貼った紙が震えたり、反発したりするのが地震である。(約10分)



結 果

- ◎ プレートは海嶺で生まれ、海溝へ沈み込んでいく。
 - 海嶺…発散境界(広がっていく) 浅発地震(地表付近で地震が発生)
 - 海溝…収束境界(近づく, 沈み込む) 浅発地震も深発地震も発生する。
 - 日本付近では日本海溝へ沈み込むプレート運動により地震発生
- ◎ トランスフォーム断層ではプレートどうしがすれ違う。
 - 浅発地震が発生する

まとめ・考察

- ① プレートが海嶺で生まれ、海溝に沈み込むことが確認できた。
- ② プレート境界におけるプレート相互の動き確認できた。
- ③ プレートの動きと地震の関連を考察できた。

後かたづけ

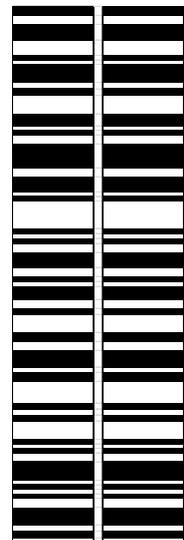
- ・用紙の切り抜きによって生じた紙くずはゴミ箱に捨てさせる。
- ・貸した器具などは指定した場所に返却させる。

失 敗 例

- ・紙がスムーズに引けない。
 - 厚紙の切り込みの長さが紙の幅と同じだったり、幅が小さすぎると、紙の摩擦が大きくなり、スムーズに引けなくなる。長さや幅を大きくするように指導する。

別 法 ほ か

- ・縞模様については等間隔で示したが、実際の磁化の帯のように幅を変えても良い。幅については任意で良い。(右図参照) いずれの場合も、表計算ソフトのセルを塗ることによって作成すると簡単である。
- ・プレートは海嶺でアセノスフェアから生じ、海溝から沈み込んでアセノスフェアに戻るということを確認させたい。さらに海嶺を分断するトランスフォーム断層においてプレートはすれ違い、地震を発生させることをカリフォルニアのサン・アンドレアス断層などを示して指導したい。
- ・海嶺や海溝において火山が形成されることにも考察を進められるように指導すると良い。
- ・地震については、東日本大震災のイメージが強い生徒がいる場合が考えられる。学級担任などから情報を聞いておき、詳しい内容に触れないなどの配慮は忘れないようにしたい。



8

火山灰中の鉱物の観察

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

火山灰を観察して火山活動や当時の環境を推定しよう。

「火山活動と地震の発生の仕組みについて理解すること」がこの単元の目標である。

プレート運動が、地球に見られる大地形を形成し、火山活動、地震を発生させていることを理解させることを通じて、活動的な地球のすがたを認識させることがねらいである。

このうち、火山の活動について火山砕せつ物としての火山灰を観察し、活動状況や噴火の激しさなどを推定させるなど、具体的なイメージを持たせることを意識して指導したい。

学校周辺など生徒の生活地域から採取した火山灰を用いることで、日常生活や地元の過去の環境などについて考察を深めさせるように指導する。



奥州市水沢区羽田町の火山灰露頭

既習事項

中学校までに大地の活動の様子や身近な岩石、地層、地形などの観察を通して、地表に見られる様々な事物・現象を大地の変化と関連付けて理解させ、大地の変化についての理解を深める、という内容で火山灰を学習している。

トピック

【火山灰の利用】

火山灰は関東ローム層や九州のシラス台地などが有名である。火山灰は養分には乏しいが水はけが良く、園芸やグランド用土など色々な用途に使われてきた。

また、凝灰岩は火山灰が地上や水中で堆積し、固結した岩石であり、堆積岩の火山砕せつ岩に分類される。凝灰岩は加工しやすいものが多く、古くから石材等として利用されてきた。塀や壁などに多く利用されている大谷石は栃木県大谷町近辺で採取される軽石凝灰岩である。



塀などに使われる大谷石

留意点

【指導面】

火山灰は火山の噴火によって噴き上げられたマグマの破片が固まったものである。火山灰には、鉱物の結晶、急に冷やされてできた火山ガラスなどが含まれており、火山灰が風で運ばれ、堆積したものが火山灰層である。

火山灰に含まれる鉱物を観察させることでマグマの性質や当時の環境を推定させることができる。

火山灰は噴き上げた火山によって含まれる鉱物に違いがあり、同じ火山からの火山灰であっても、時期によって違いが生じる場合もある。言葉や知識としてわかっている場合でも、実際に観察することによって、鉱物の結晶の美しさや規則正しい形がわかり、科学への興味を深められる内容である。

- ・典型的な形をした結晶が多い場合は問題ないが、火山灰によってはわかりにくい結晶を含む場合もある。色・光沢など他の特徴も指示したい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・火山灰層はどのようなところに堆積したと考えられるか？
- ・現在、地層として火山灰層が見られるのは、堆積当時どのような環境だったと考えられるか？
- ・火山灰が堆積した頃の人や動物は、どのような生活をしていたのか？
- ・含まれる鉱物から考えると、火山灰を噴出した火山活動の激しさはどうだったのだろうか？

…など

【安全面】

- ・火山灰が固い場合は、乳鉢などである程度砕いたものを利用する。
- ・土、泥が手につくので、実験後は石けんで手洗いするように注意する。
- ・濁り水を捨てる場合は、排水溝を詰まらせないように配慮する。

準備

◎ 材料…火山灰 できるだけ近くの露頭から採取する(1班あたり10g程度)

◎ 器具…蒸発皿、実体顕微鏡、薬さじ、つまようじ、薬包紙、シャーレなど



実験方法

1 蒸発皿に火山灰を少量(10g程度)取り水を加えさせる。(約5分)

※ 火山灰が多すぎると洗うのに時間がかかる。少ないと鉱物も少なくなる。



2 親指で蒸発皿の内側にすりつけるようにして粘土分を洗いとらせる。濁った水を捨て、水を加えさせる。

※ 水は直接流しに捨てさせず、バットやバケツなどに捨てさせるように注意する。直接流すと排水溝をつまらせる原因になる。

何度も繰り返させ、水が濁らなくなるまで続けさせる(4~5回)。(約10分)



3 粘土分がなくなり、水が濁らなくなったなら、水を捨てさせる。

※ 乾かしたい場合、ホットプレートなどで熱すると良い。(約10分)



4 乾いた火山灰を薬包紙やシャーレに少量取り、実体顕微鏡のステージにのせて、元の火山灰に含まれている鉱物を観察させる。(約10分)

※ 鉱物ごとに取り分けると、観察させやすい。先をぬらしたつまようじで鉱物に触れるとくっつく(肉眼でよい)ので、スライドガラスや鉱物名をプリントした用紙に木工用ボンドなどで貼り付けさせると良い。



5 鉱物の特徴を次のような表にまとめさせる。鉱物の特徴がわかるような項目を設定すると良い。(約10分)

造岩鉱物名	色	形	鉱物のスケッチ

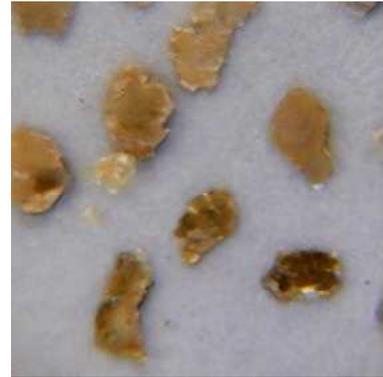
【造岩鉱物の例】



石英



輝石



黒雲母

まとめ・考察

- ① 火山灰に含まれる造岩鉱物を観察することができた。
- ② 火山灰を噴出した火山をつくる火成岩を推定できた。
- ③ どのような火山活動であったかを考察できた。

後かたづけ

- ・ 洗い流した後の泥水や、観察した後のいらない土はそのまま流さず、バケツなどに捨てさせる。
- ・ 排水溝を詰まらせないように注意する。排水口にはネットをセットしておく。

失敗例

- ・ 造岩鉱物がはっきり見えない。
→火山灰の洗い流しが不十分である。指で洗う時には蒸発皿にすりつけるようにする。水を捨てる時には、思い切って捨てることを指導する。
- ・ ピントがあわない。
→何人かの班で観察をする場合、個人によって、目の幅やピント位置が変わるので、調節が必要なことを指導する。

別法ほか

- ・ どうしても近くに良い火山灰の露頭が見つからない場合や、火山灰が入手できない場合は、100円ショップやホームセンターを利用して、「鹿沼土」や「赤玉土」を購入する。
鹿沼土・・・赤城火山からの軽石、火山灰。
赤玉土・・・関東ローム層。富士山や箱根火山からの火山灰が風化した赤土。
- ・ 岩手県では沿岸部などで火山灰の良い露頭が見つからない場合がある。わかる露頭がある場合は、内陸部など比較的遠い場所であっても、岩手県内の火山灰を採取して実験させたい。
- ・ 岩手県における火山活動や火山灰が降り積もった地域の分布を知ること、過去の火山災害を学んだり、これからの防災意識を高めることにもつなげていきたい。
- ・ 別法の実施については、どうしようもない場合に留めておきたいと考える。



鹿沼土と赤玉土

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆ プレパラート ★★★	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

火成岩を観察してその特徴をとらえよう。

「火山活動と地震の発生の仕組みについて理解すること」がこの単元の目標である。

プレート運動が、地球に見られる大地形を形成し、火山活動、地震を発生させていることを理解させることを通じて、活動的な地球のすがたを認識させることがねらいである。

このうち、火山活動によってマグマから生じる火成岩について観察し、その特徴をとらえ、火山岩と深成岩の組織の違いや生成時の環境等について理解を深める。

岩石プレパラートの作成についてもあげたが、作成に時間がかかるので備品として学校にある場合にはそれを利用すれば良い。

教科書で写真を見るよりも、実物を見ることによって実感を持った理解が得られる項目である。



花こう岩

既習事項

中学校までに、火成岩には斑状組織からなる火山岩と等粒状組織からなる深成岩があること、それらの違いはマグマが急冷されたのかゆっくり冷やされてたのかによって生じることなどを学んでいる。

トピック

【半深成岩】

「地学基礎」では学習指導要領からも教科書からも除かれているが、火山岩と深成岩の中間の岩石で荒い斑状組織を示す半深成岩とされていた岩石がある。

玄武岩やはんれい岩と同様の組成の輝緑岩や安山岩や閃緑岩と同様の組成のひん岩、流紋岩と同様の組成の石英斑岩などである。現在は火山岩の一部や深成岩の一部として考えられるものに分けられ、「半深成岩」という名称は使われなくなっている。ただ、そのような中間の組織を持つ岩石があるということは伝えたい。



輝石ひん岩

留意点

【指導面】

マグマが冷えてできた火成岩について、どのようなものがあるのか、どのような特徴を持つのかということについて実物の岩石を用いて理解させるようにしたい。

近い場所でいろいろな火成岩が手に入るのであれば非常に良い。多くの種類を集めるのは難しいが、1～2種でも近所から採取した岩石があると、火成岩が身近に感じられ、その地域での火山活動についても考察できるので、探してみると良い。地域の地質図などから露頭を探るか、川原の転石から探すの良い試料が入手できる。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・火山岩と深成岩の違いは何だろうか？
- ・斑状組織と等粒状組織，どちらが火山岩の組織か？
- ・どうして斑状組織や等粒状組織ができるのか？
- ・火成岩の色調の違いはどうして生じるのか？
- ・どのような火成岩にどのような鉱物が含まれますか？

…など

【安全面】



- ・岩石の尖った所やプレパラートで怪我をしないように注意する。
- ・プレパラートを作る場合，岩石切断機や研磨機の操作は怪我をしないように十分に指導する。

準備

◎ 材料…数種の火山岩，深成岩の試料，岩石プレパラート

◎ 器具…偏光顕微鏡，ルーペ
色鉛筆，

偏光板
岩石切断機，研磨機
研磨粉や水やすり
(200番，800番，2000番)



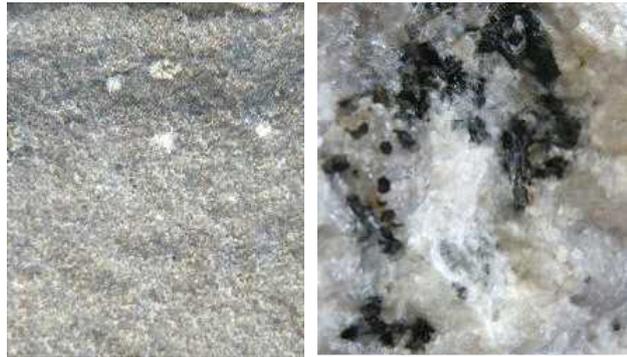
1 数種の火成岩試料を準備し番号を付ける。何種類かの火成岩の標本をまとめたものは，多くの学校にあるので利用する。なければ，ケニスの火成岩標本(2900円，小さい)やナリカの火成岩標本(5500円，大きい)を購入しても良い。地域で適当な火成岩を採取できる場合はそれを加える。

2 岩石プレパラートも多くの学校で備品ととしてあるのでそれを利用する。地域の試料から作ったものがあれば，非常に良い。

ない場合はケニスやナリカなどから購入すれば良いが，高価(10種セット27000円～)である。

実験方法

- 1 数種の火成岩試料をルーペや肉眼で観察させ、斑状組織と等粒状組織に分類させる。目で見て大きな鉱物からなる場合は等粒状組織，鉱物が小さかったりはっきりと分からない場合は斑状組織として分けさせる。(約10分)



斑状組織(玄武岩)

等粒状組織(花こう岩)

- 2 斑状組織，等粒状組織それぞれについて，色調(黒っぽい～白っぽい)の順に並べさせる。(約5分)



- 3 岩石の組織と色調をもとに次のような表にまとめさせる。(約15分)

岩石の組織		色 調		
		黒っぽい	中 間	白っぽい
斑状組織	番 号			
	岩石名			
等粒状組織	番 号			
	岩石名			

- 4 偏光顕微鏡を利用して，岩石の薄片プレパラートを観察させる。まず全体を観察させ，鉱物どうしの接し方などを確認させる。鉱物どうしが大きく接している場合は等粒状組織，鉱物が小さく独立している場合は斑状組織として判断させる。特徴的な部分を選ばせ，簡単なスケッチをさせる。(約20分)

まとめ・考察

- ① 火山岩と深成岩の特徴を理解できた。
- ② 斑状組織と等粒状組織の違いが理解できた。
- ③ 試料の岩石が生成した環境について考察できた。

後かたづけ

- ・ 使用した器具や試料を元の場所に返却させる。
- ・ プレパラートはもとの順番にケースに入れて返却させる。

☆ 岩石プレパラートの作成 (約3時間)

- 1 2×2 cm程度にした岩石試料の片面を平らに削る。岩石切断機を利用すると簡単だが、ない場合は、岩石のできるだけ薄く、平らな面を利用する。研磨粉や水やすりの200番程度で平面にする。その後、800番、2000番を使って磨いていく。
- 2 磨いた試料をエポキシ接着材を利用してスライドガラスに貼り付ける。なるべく気泡が入らないようにする。少し暖めてやると良い。1日程度乾燥させる。
- 3 貼り付けたスライドガラスごと、研磨粉や水やすりの200番程度で研磨していく。岩石の厚さが約0.1mmになるまで削った後、800番、2000番で磨いていく。削りすぎると岩石試料がなくなってしまうので注意が必要である。岩石の厚さが0.05mm程度になって、光を通すようになったら研磨をやめる。これで岩石プレパラートは観察できる状態になるが、表面の保護のために正式にはカバーガラスをかけるが透明なマニキュアを薄く塗っても良い。



失敗例

- 火成岩の種類が区別できない。
 - 岩石標本など典型的な岩石試料を用いたい。あらかじめ岩石名を提示してそこから選ばせるようにしても良い。地域で採取した岩石などについても同様である。
 - 斑状組織と等粒状組織、色調など区別のポイントを明確に指示することが大切である。
- 岩石の薄片プレパラートがうまくできない。
 - ここでは簡単に説明しているが、3時間程度もかかる作業である。ゆっくり焦らずに作成したい。急ぐと岩石が片べりしたり、なくなってしまうことがあるので注意する。

別法ほか

- 偏光顕微鏡や簡易偏光顕微鏡がない場合、岩石プレパラートを2枚の偏光板で挟んでルーペで見える方法でも観察ができる。また、市販のルーペに上下の偏光板を取り付ける形に改良した簡易偏光ルーペなどをつくらせることも可能である。
- 岩石プレパラートの作成は時間がかかる作業であり、課題研究などでないと時間がとれない可能性がある。ゆっくりと時間が取れる場合には、地域の岩石を使ってプレパラートをつくらせると良い。地域の火山活動や歴史を考える上でも機会があれば実施したい実験である。



簡易偏光ルーペ

10

震源の決定

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日	1日	50分

目的と内容

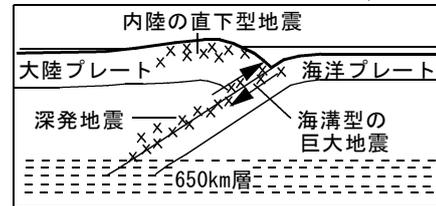
実際の地震のデータから震源を求めてみよう。

「変動する地球について観察，実験などを通して探究し，地球がプレート運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また，地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。

このうち，地震の発生の仕組みをプレート運動と関連づけて理解させることがねらいである。

ここでは，地震と地震波，震源との関連を把握させるため，実際に岩手県を中心として発生した地震をとりあげ，地震を身近なものとしてとらえ，理解を深めさせるようにしたい。

身近な地域の地震を扱うことにより，地震への理解を深めさせることができる実習である。



日本付近のプレートの動きと地震の模式図



中学校までに，地震の揺れは，最初の小刻みな揺れ(初期微動)に続いて大きな揺れ(主要動)があり，初期微動はP波，主要動はS波によること，P波の方がS波より速いこと，初期微動が続く時間を初期微動継続時間といい，これが短い場合は震源から近く，長い場合は震源から遠いことなどを学んでいる。

トピック

【地震と断層】

地震は地下の岩石が破壊されることによって発生する地震波により引き起こされる。つまり地下で断層が動くことによって地震が起こることになる。

地震を発生させた断層を震源断層というが，これは過去に活動した断層が何度も動いて地震を発生させていることが知られている。特に最近の地質時代に活動した断層は活断層と呼ばれ，警戒が必要である。

右図以外にも，岩手県内には多くの活断層が知られており，地震を引き起こす可能性がある。



岩手の主な活断層

留意点

【指導面】

地震が発生すると、TVやラジオ、緊急地震速報などにより、各地の震度やマグニチュード、震源の位置などが発表される。実際の震源決定でも、気象庁が複数の観測点における地震波形のデータを元に、コンピュータで計算したものをを用いている。

ここでは最近起こった実際の地震波形から、初期微動継続時間(PS時間)を求め、観測地から震源までの距離を求める。観測地が3カ所あれば、震源の位置を求めることができるという事を理解させることが目的である。

初期微動継続時間と震源までの距離、震源の深さ、P波とS波の速さの違いなどは、全て関連しているのだということを理解させたい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・初期微動や主要動を引き起こす地震波は何？
- ・地震の震源ってなぜすぐわかるの？
- ・震源が近い地震と遠い地震の違いは何？
- ・緊急地震速報って知ってる？
- ・岩手県付近で起こる地震とプレートの運動の関係はあるのか考えてみよう。 …など

【安全面】



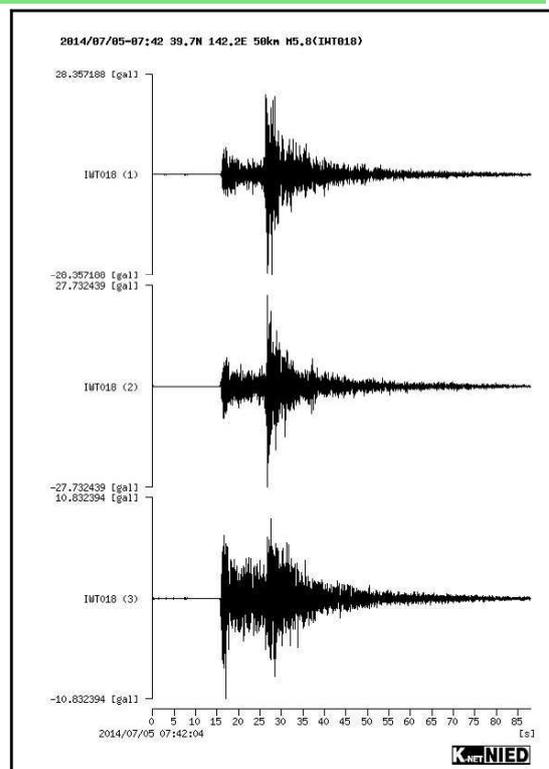
- ・コンパスの針でけがをしないように注意する。
- ・定規・コンパスの取り扱いに注意する。
- ・震災のイメージが強い生徒への配慮をする。

準備

- ◎ 防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET,KiK-net)などから、岩手県付近で発生した任意の地震の地震波形をダウンロードする。

K-netの地震波形は上から順に「南北」、「東西」、「上下」となっている。「上下」動はP波とS波が区別しにくい場合があるので、「南北」か「東西」のデータを使うと良い。

- ◎ この地震波形の画像データだけでは時刻がわかりにくいので、目盛りを作図して貼り付けると良い。
- ◎ 岩手県内の3地点ほどを選んで、同様な作業を行い、実習用のデータとする。
- ◎ 選んだ3地点を記した、縮尺、経度緯度付きの白地図を用意して実習用紙とする。
白地図はフリーソフトを利用して作成すると良い。

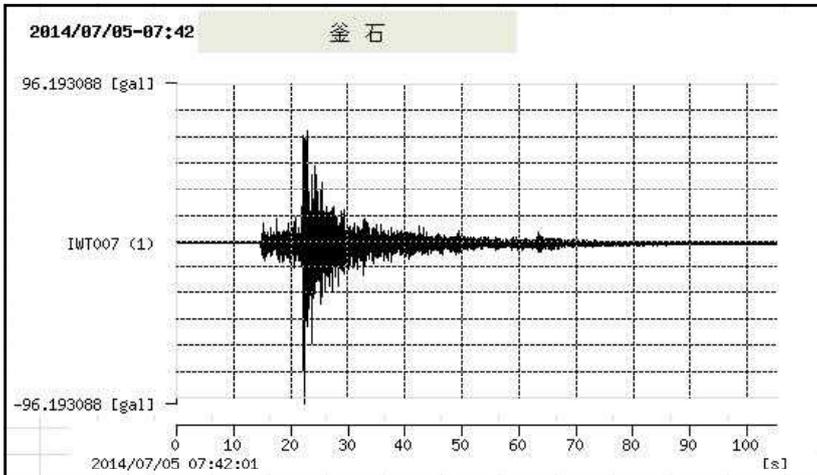


強震観測網K-NETのデータ(2014 7/5盛岡)

実験方法

1 3地点の地震波形から初期微動継続時間(PS時間)を求めさせる。

例



この波形での初期微動継続時間は**約8秒(s)**と読み取ることができる。

(約15分)

2 大森公式 $D = k T$ (D : 震源距離 km, T : 初期微動継続時間 s) に代入して、震源までの距離を求めさせる。

東北地方での k (大森定数) を約8として計算させる。

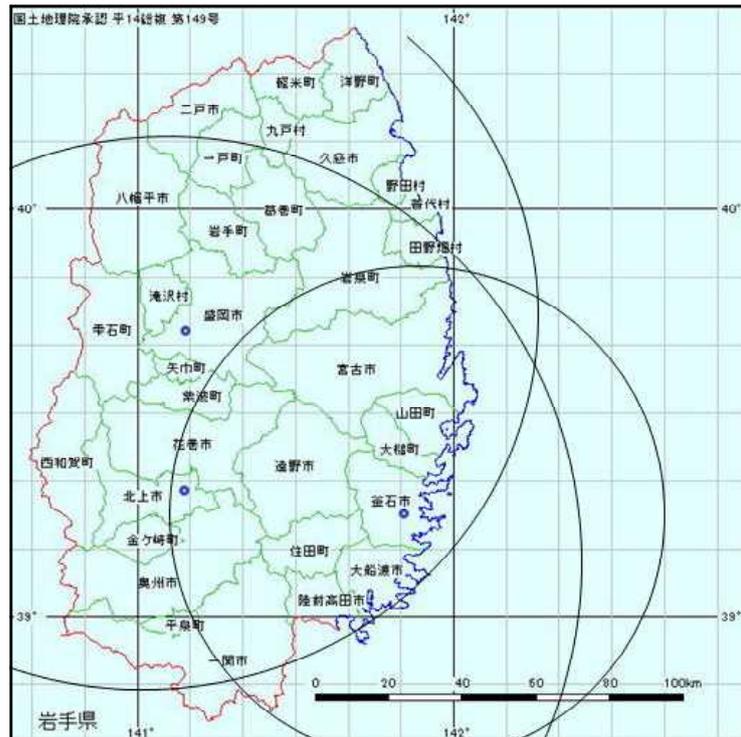
上記の例では $D = 8 \times 8 = 64$ (km) となる。

他の2地点についても同様に震源距離を求めさせる。

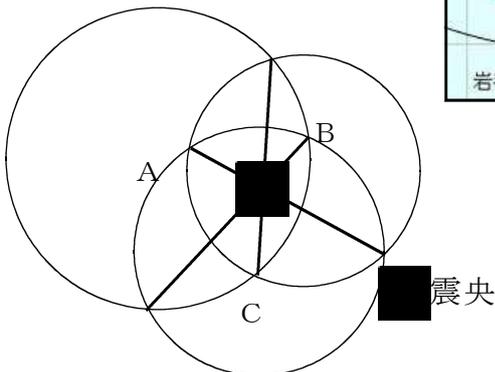
(約5分)

3 それぞれの観測地点から白地図の縮尺を用いて、求めた震源距離に応じた半径の円を描かせる。

観測地点は必ずしも市町村の中心ではないので、データに合わせる必要がある。(約10分)



4 下図のように円の交点を結ぶ。共通弦の交点が震央である。



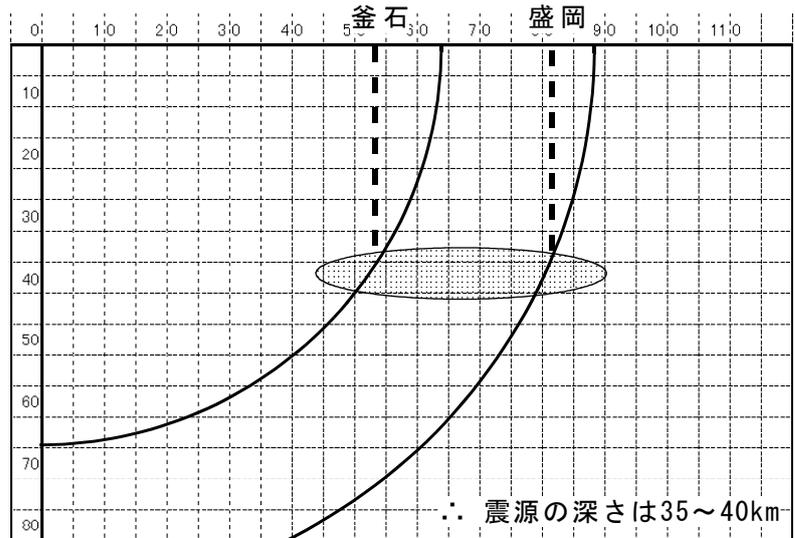
※ 初期微動継続時間の読み取りや作図の個人差があるので、生徒によって震央の位置に多少のずれが生じることがある。

誤差が生じる場合もある、実習方法を確認することが大切であることを伝える。(約10分)

5

観測点から震央に線を引き、震央距離を求めさせる。任意の観測点をグラフ用紙の原点とし、地表から下に半径を震源距離とした円を描かせる。地表の震央距離から地下に垂線を下ろし、震源距離の円と交わった点が震源である。

※ 3地点それぞれについて作図を行うと、震源の深さに差がでることもある。(約10分)



作図の例

まとめ・考察

- ① 初期微動継続時間と震源までの距離の関係について理解した。
- ② 地震の震源の求め方を理解した。
- ③ 実際の値とのずれの理由を考察できた。
- ④ 震源とプレートの運動との関係を考察できた。

後かたづけ

- ・ 特になし
- ・ コンパス、定規などを貸した場合は指定の場所に返却させる。

失敗例

- ・ 実際の震源と大きくずれた場所になる。
 - 初期微動継続時間の読み取りが違っている。
 - ※ 生徒によって差がでる場合があるので、班内で確認させると良い。
 - 違う観測点の震源からの距離を使ってしまった。
 - ※ 大森公式で求めた震源からの距離が、どの観測点のものかをもう一度確認するように指導する。
- ・ 震源の深さが実際の値とは異なる。
 - どうしても生徒によって、求めた震央にずれが生じるので、震源の深さの値も異なる場合がある。
 - 大森定数を約8として計算しているが、実際には地盤の岩質などによって異なるので、ずれが大きくなるという指導をする。

別法（時間短縮法）ほか

- ・ 時間短縮の方法としては、震源の深さを求める場合の観測点を1つに絞り、指定することなどが考えられる。
- ・ 岩手県付近で起こる地震について実習させることにより、地震をより身近に感じさせ、真剣に取り組ませることができる。ぜひ実施したい実習である。
- ・ プレートの境界、その運動と関連させて考察を深めさせたい。

11

断層モデルの作製と実習

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	30分

目的と内容

モデルを利用して断層の種類と特徴をとらえよう。

「火山活動と地震の発生の仕組みについて理解すること」がこの単元の目標である。

プレート運動が、地球に見られる大地形を形成し、火山活動、地震を発生させていることを理解させることを通じて、活動的な地球のすがたを認識させることがねらいである。

このうち、地震の原因である断層の形成について、モデルを利用してその種類を確認し、特徴をとらえる。地層や岩体に加わる力には張力や圧縮力などがあり、それによって形成される断層にも違いが生じること、力による岩石の破壊によって地震が生じることなどについて理解を深める。

必ずしも生徒にモデルを作製させる必要はないが、実際にモデルを動かして断層生成時に加わった力を実感させ、岩石が破壊される程の力があつたことを確認させることを目的とした項目である。



横ずれ断層
(花巻市石鳥谷 葛丸川)

既習事項

中学校までに、断層が過去に地震が起こったことの証拠であること、断層には正断層、逆断層、横ずれ断層があることを学んでいる。また断層を生じさせる力はプレート運動などを関係すること等を学習している。

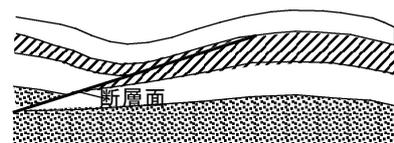
トピック

【東北地方太平洋沖地震の断層】

2011年3月11日の年東北地方太平洋沖地震ではマグニチュード9.0を記録した。

この地震はいわゆる海溝型地震に分類されている。岩手県沖から茨城県沖にかけての南北約500km、東西約200kmの範囲で断層が動いたと考えられており、その形式は衝上断層型だったとされている。

海洋研究開発機構では震源に近い海底で南東～東南東方向に約50m、上方へ約7mの地殻変動があつたとしている。短時間にこれだけの変動が起こつたということから、この地震によるエネルギー放出のすさまじさがわかる。



衝上断層(低角逆断層)

留意点

【指導面】

中学校でも断層について学んでおり，その種類や動き方について学習している。ただ，その見分け方がうる覚えであることが多い。また岩盤にどのような力が加わるとその断層が生じるのかということも確認したい。

実際の岩盤への力の加わり方は断層によって異なり，言葉や図だけで理解しようとするとう誤解が生じる可能性がある。岩盤へ加わる力は水平方向のものだけではない。正断層・逆断層と横ずれ断層は単独で生じるのではなく，多くの断層は縦と横の変位が組み合わさっていることを理解させたい。

モデルを動かして断層運動への理解を深めさせるように指導したい。

興味・関心を高める導入，発問など

- ・正断層と逆断層の違いは何だろうか？
- ・正断層や逆断層に加わる力はどういうものか？
- ・なぜ岩盤に力が加わり，断層が生じるのか？
- ・活断層ってどういうもの？
- ・右横ずれ断層と左横ずれ断層の違いは何か？

…など

【安全面】



- ・生徒にモデルを製作させる場合，カッター等で怪我をしないように十分に指導する。
- ・工具や金具の取り扱いに注意し，怪我をしないよう指導する。

準備

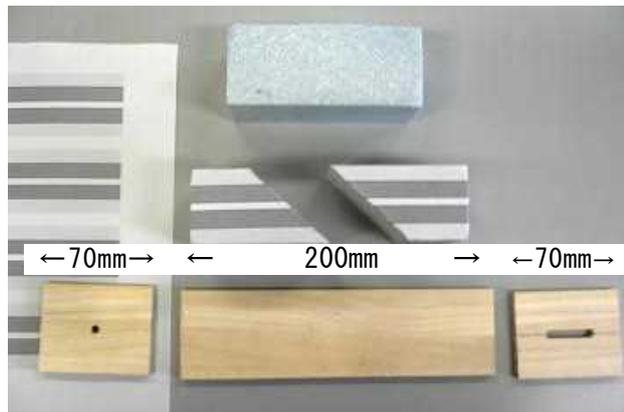
- ◎ 材料…柱状の発泡スチロール板 (5～6cm幅のもの)
(100円ショップなど)
L字金具，木ねじ
木工用ボンド，
割りばし(竹製が良い)
(ホームセンターなど)
ペットボトルのキャップ



- 1 材料の発泡スチロールや板を切り，部品を作る。

発泡スチロールの表面には地層を表す紙をプリントアウトしたものを貼っておく(木工用ボンドで貼ると良い)。

右図のように，地層とも道路ともとれるような模様にしておくのが良い(4つの面すべてに貼っておく)。



2 発泡スチロールに穴を開けて木工用ボンドを詰める。その穴に半分に切った割りばしを入れて固定する。

※ 割りばしはなるべく深く差し込む。そのほうが固定されやすい。



※ 発泡スチロールは普通の有機系接着材では溶けてしまうので、木工用ボンドや専用の接着材を使って貼り付ける。



3 右図のように組み立てる。板の接合にはL字金具を使うとがっちりと作製できる。

※ ここでは割りばしの端にペットボトルキャップを付けているが、なくても良い。

※ 左側の発泡スチロールは回転できるようにしているが、固定してしまっても良い。



実験方法

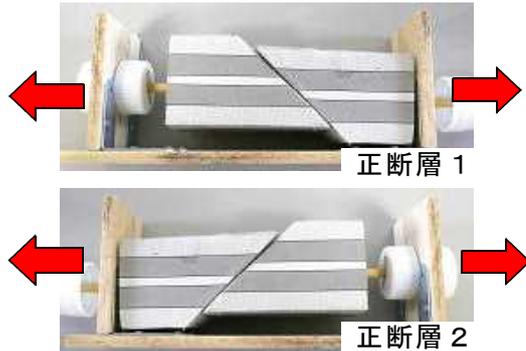
※ モデルを生徒に自作させる場合には、1時間程度余分にとる必要がある。

1 正断層を再現させてみる。

両側に引く力(張力)が働いたときに正断層が生じることを確認させる。

右図の上下いずれの場合も上盤(断層面の上にある部分)がずり落ちていることを確認させる。(約10分)

※ 裏側を見せれば断層の傾きが逆の場合を確認させられる。

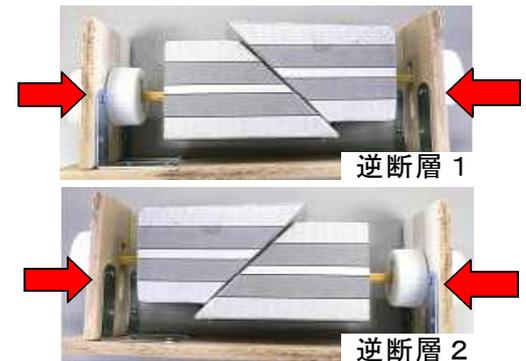


2 逆断層を再現させてみる。

両側から押される力(圧縮力)が働いたときに逆断層が生じることを確認させる。

右図のいずれの場合も上盤がずり上がっていることを確認させる。(約5分)

※ 正断層と同様に裏側から見せて確認させる。

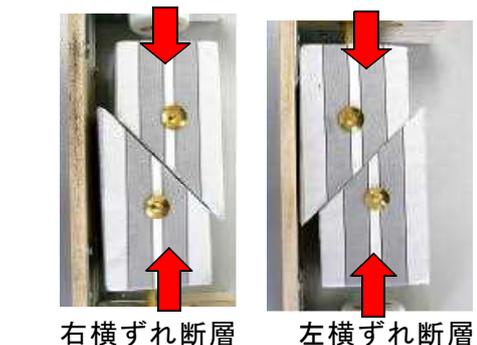


3 横ずれ断層を再現させてみる。

横ずれ断層の多くは圧縮力が働いてできることを確認させる。

画鋸等で視点を示し、向こう側の地盤が右に動いているか左に動いているかで判断することを確認させる。(約5分)

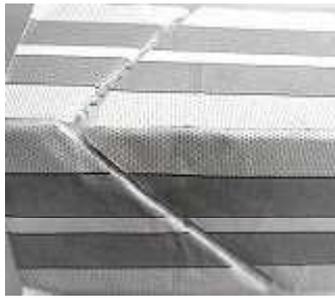
※ 模様を道路に見立て、地盤がどちらにずれているかを確認させる。



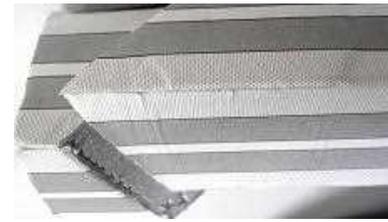
- 4 実際の断層では1種類の断層だけが生じることはほとんどない。縦と横の断層が組み合わさっていることを確認させる。

正断層か逆断層と横ずれ断層が同時に生じていることを確認させる。

(約10分)



このように切れ目を入れ、ずらしてみる。



逆断層＋右横ずれ断層



正断層＋左横ずれ断層

まとめ・考察

- ① 断層の種類とその特徴を理解できた。
- ② 断層を生じる原因になった力の加わり方が理解できた。
- ③ どんな場合に断層を生じる力が加わるかを考察できた。

後かたづけ

- ・ 使用した器具や試料を元の場所に返却させる。
- ・ 生徒がモデルを作製した場合、紙くずや発泡スチロール片などは集めて捨てるように指導する。

失敗例

- ・ 発泡スチロールの断面がぼろぼろになる。
 - 切れの良くないカッターなどで作業するとうまく切れない。電熱線を利用した発泡スチロールカッター(自作も可)を使ったり、カッターは新しいものを使ったりして工作する。カッターの刃は押しつけるのではなく、前後させながら切るようにすると良い。
- ・ 板に細長い穴がうまく開けられない。
 - 穴は一度に開けようとするとうまくいかない。ドリルで何個もの穴を開けてつなげるか、穴を開けたあとに糸のこの刃を入れて切ると簡単である。いずれの場合も仕上げとしてやすりでなめらかにすると良い。

別法ほか

- ・ 生徒にモデルを作製させる場合、板の加工などでは技術の差が出やすく、班によって進み遅れが生じてしまうことがある。あらかじめ教師が板の枠の部分を作っておき、生徒には残りの部分だけを作製させると良い。時間短縮の方法としても有効である。
- ・ 断層の様式や加わる力について、文章や図のみで理解させようとするとうまくない場合があり、横ずれ断層などでは力の加わる方向への誤解も生じやすい。実際にモデルを動かして実感を持たせたい。
- ・ 地下で岩石に破壊が生じる事によって断層が生じ、地震が発生するということを確認させたい。また東北では太平洋プレートが沖から押してきているため、逆断層型の地震が生じやすいことなど考察を深めさせたい。

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

堆積岩を観察して，堆積環境や成因を考えよう。

「変動する地球について観察，実験などを通して探究し，地球がプレートの運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また，地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。

また，「地層が形成される仕組みと地質構造について理解すること。」がねらいである。

身近な堆積岩を観察させることにより，構成粒子の形や大きさ，組織の違い，含まれる化石などから成因や堆積環境を推定させるなど，堆積岩を総合的に考えるように指導したい。

教科書の文章や図表等で学ぶだけではなく，実物を観察したり触ったりすることによって実感を伴った知識とすることができる。堆積物と堆積岩，続成作用や化石など系統的に学ばせることのできる項目である。



北上市和賀町 網取の露頭

既習事項

中学校までに地層のでき方やその広がり，構成粒子の種類や粒の大きさなどについて学んでおり，堆積物から生じる堆積岩についても学習している。

堆積岩に含まれる化石について，環境を推定できる示相化石，時代を推定できる示準化石についても学習している。

トピック

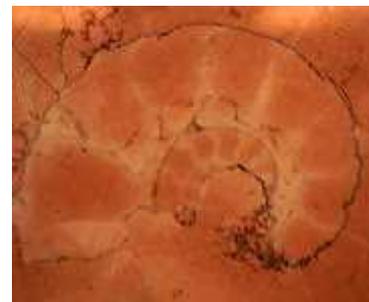
【堆積岩以外の化石】

化石はその成因からもわかる通り，地層や堆積岩中に含まれている。

例外として石灰岩が接触変成されて生じた大理石（結晶質石灰岩）中に化石の痕跡が残っているものがある。

また，溶岩や火砕流に巻き込まれた樹木の跡が空洞になったまま固まった溶岩樹形なども広い意味では化石，と言えるかもしれない。

しかしこれらはあくまでも例外であり，基本的には化石は堆積岩にのみ含まれる，と考えて良いといえる。



大理石の石材中に含まれているアンモナイト

留意点

【指導面】

堆積岩は地層を作る岩石であり，砕せつ岩，火山砕せつ岩，生物岩，化学岩に分けられる。砕せつ岩は構成する粒子の大きさによって分類されるが，実際に観察することにより，その違いを理解させたい。

また，堆積岩の成因を火成岩や変成岩と比べることにより，なぜ堆積岩にだけ化石が含まれるのかを考えさせたい。

学校周辺に見られる岩石を集めて観察させることにより，堆積岩やその成因を身近なものとしてとらえさせることができる。構成粒子の形や大きさ，含まれる化石などから成因や堆積環境を推定させるなど，堆積岩を総合的に考えるように指導したい。

興味・関心を高める導入，発問など

- ・化石が含まれる岩石の種類は何？
- ・堆積岩にはどんな種類があるのか？
- ・堆積岩をつくっているのは砂や泥だけなのだろうか？
- ・化石が含まれている場合，どのような環境で堆積したことが考えられるか？
- ・このいくつかの堆積岩をれき岩・砂岩・泥岩などに分けられますか？
…など

【安全面】

- ・岩石の取り扱いに十分気をつける。
- ・プレパラートの観察をする場合，顕微鏡やスライドガラスなどの使い方に気を付けること。

準備

- ◎ 材料…異なる種類の岩石数種(校地内等で任意のものを探させても良い)。粒子や組織がわかりやすい堆積岩を提示する。
堆積岩の薄片プレパラート
- ◎ 器具…ルーペ，顕微鏡(偏光顕微鏡)，スケッチ用紙



岩石試料(例)



- ※ ルーペは100円ショップで買えるものでも十分使える。
学校になれば，班の数だけでもそろえておきたい。

実験方法

- 1 堆積岩を肉眼やルーペで観察させて、粒子の大きさや形に注目させることによって、どの岩石に当てはまるかを考えさせる。
結果は下のような表にまとめさせる。(約15分)

試料名	粒子の大きさ	粒子の形・手触り	岩石名
堆積岩 A	【例】細かい	丸い、ややざらざら	泥岩
堆積岩 B			
堆積岩 C			
堆積岩 D			

- 2 化石の有無や種類、その他の特徴についてよく観察させ、堆積当時の環境を推定させる。(約10分)

- 3 岩石の薄片プレパラートを観察させ、スケッチをさせる。細かい特徴についてさらに考えさせる。(約15分)



※ 顕微鏡の使い方を確認し、プレパラートを破損したり、レンズに傷を付けたりしないように注意を喚起する。

- 4 下のような表に堆積岩の特徴をまとめさせる。(約10分)

岩石名	粒子の特徴	化石の有無・種類	その他の特徴	堆積環境の推定
【例】泥岩	細かく、肉眼では判別できない	あり 貝類	はがれるように割れる	陸地から遠く、流れの少ない所

【参考・主な堆積岩の特徴】

種類	堆積岩	粒子の特徴
砕せつ岩	泥岩 砂岩 れき岩	砕せつ物 { 粒径 1/16mm 以下 粒径 1/16 ~ 2mm 粒径 2mm 以上
火山砕せつ岩	凝灰岩 凝灰角礫岩	火山灰の集積 火山灰と火山礫
生物岩	石灰岩 チャート	サンゴ、貝殻、フズリナなど 放散虫、珪藻など
化学岩	岩塩 石こう	NaCl の沈殿 CaSO ₄ の沈殿

※ 石灰岩には海水中の CaCO₃、チャートには SiO₂ の沈殿によって生じた化学岩に分けられるものがある。



泥岩



砂岩



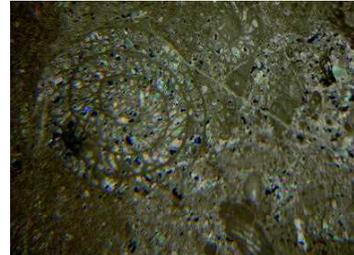
れき岩



凝灰岩



石灰岩



フズリナ石灰岩(薄片)

まとめ・考察

- ① 堆積岩の特徴を観察できた。
- ② それぞれの堆積岩を特徴によって分類できた
- ③ それぞれの堆積岩が堆積した環境を推定できた。

後かたづけ

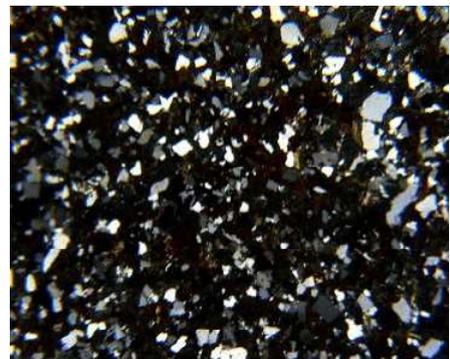
- ・ 岩石試料や器具を指示した場所に返却させる。
- ・ 顕微鏡の部品等不足がないか確認させる。

失敗例

- ・ 岩石名がわからない。
→ 粒子の直径などを神経質に考えるとわからなくなりやすい。粒がはっきりと見えたら砂岩，見えなかったら泥岩などと区別させると良い。
- ・ わからない岩石がある。
→ 自分たちで試料を集めさせた場合，粒子の大きさなどが区分の中間あたりになることがある。泥質砂岩や砂質泥岩などもあることを指導する。

別法ほか

- ・ 時間短縮法としては観察の視点を絞って簡略化すること，プレパラートの観察を行わずに，岩石試料のみの観察に絞ることなどが考えられる。
- ・ できるだけ身近な堆積岩を用いて観察させることによって，堆積岩についての知識を深めるとともに，郷土の地質的な歴史についても考察させることができる。
- ・ 堆積岩の粒子の大きさや特徴，分類やその成因と合わせ，続成作用や堆積構造との関連も考えさせるように指導したい。
- ・ 堆積岩については近くの露頭から採取すると良いが，河原などの石を集めても良い。地域の岩石で観察を実施することを考えたい。



砂岩のプレパラート

13

堆積構造の作製と観察

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	50分

堆積構造を作ってみて当時の堆積環境を推定しよう。

目的と内容

「変動する地球について観察，実験などを通して探究し，地球がプレートの運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また，地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。また「地層が形成される仕組みと地質構造について理解すること。」がねらいである。

堆積構造の種類やその形成の仕方，堆積環境との関連について，実際に実験・観察を行うことにより理解を深めさせたい。生徒に十分な時間を与え，堆積構造について主体的に考えさせるように指導したい。実際に実験をすることによって堆積構造への理解を深め，当時の堆積環境を推定させることができる内容であり，実感を持った知識を身に付けさせられる内容である。



リップルマーク(雫石町)

既習事項

中学校までに地層についてや，堆積岩や堆積物の粒の大きさから，当時の堆積環境を推定することを学んでいる。礫岩は流れの急なところ，泥岩は水の動きが少ないところで堆積する，等は学んでいるが，堆積構造については学習していない。

トピック

【代表的な堆積構造】

この項目で取り上げた堆積構造の他にも，流水によって形成されるクロスラミナ(斜交葉理)や流痕・底痕，生物の生活の痕跡である生痕，堆積物の重みによって生じる荷重痕などがある。

いずれも堆積当時の水底の様子や堆積環境を推定したり，地層の形成順序を考えたりするのに非常に有効な構造である。

学校の近くにこれらの構造を観察できる露頭があれば，ぜひ実際に野外で観察させたい。



クロスラミナ
末の松山層(一戸町)

留意点

【指導面】

堆積構造には、当時の堆積環境を推定できるものが多い。ただ、実際の地層で観察できる場所は限られており、学校の近くにはないのが普通である。野外で観察することが難しいため、教科書の写真や図で指導することが多くなっている。

ここでは、実験によって代表的な堆積構造を作り、その観察をすることで、その成因や環境に対する理解を深めることを目的とした内容を取り上げている。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・泥岩や礫岩はどのようなところで形成されたのか？
- ・リップルマークや級化層理はどのようにしてできるのか？
- ・このような堆積構造から、どのような環境が推定できるか？
- ・層理面はどのようにしてできるのか？
- ・それぞれの堆積構造が形成されるのは、どのような場所か考えてみよう。

…など

【安全面】

- ・ガラス器具の取り扱いに注意する。メスシリンダーを使用する場合は、特に倒さないように気をつける。
- ・水をこぼしたり、服を汚したりしないように気をつける。

準備

器具…メスシリンダー
(500ml～1000ml)
粒径の異なる砂
(3種類ほど)
空ペットボトル
(500ml)
水、筆記用具、
ビーカーなど



※ リップルマーク用の砂は「ふるい」を使い、0.15～0.6mm程度にそろえておく。

※ 粒径の異なる砂は100円ショップで購入できるカラーサンド(粒径・色の異なるもの)などを使うと、構造が見やすくなる。
難溶性の石灰などを加えても良い。



実験方法

☆ 級化層理（級化葉理）

級化層理は単層の下から上に向かって砂粒などの粒子が細かくなっている構造である。海底の土砂崩れなどによって生じる混濁流による堆積物（タービダイト）等で見られる。

- 1 粒径の異なる砂をよく混ぜさせる。粒径の差は大きいほどわかりやすいが、泥など細かい粒子は濁りの原因となり、観察の妨げとなるので取り除いておく。
(約5分)

- 2 メスシリンダーに水を8分目程度入れさせる。水が少なすぎると、級化構造がはっきりしなくなる。
(約5分)

- 3 混ぜた砂を水とともにメスシリンダーに注ぎ込み、堆積する様子を観察させる。最初から砂に水を含ませておき、別の容器からの水とともに注ぎ込むと混濁流を再現しやすい。



※ 注ぎ込む水の量が多いとあふれてしまうので、バットの上で実験を行うなどの配慮を行う必要がある。
(約5分)

- 4 メスシリンダーの底に沈んだ砂粒の粒径が下部ほど大きく、上部ほど小さくなっていることを確認させる。

※ 自然の海底でも実験と同様に、粒の大きい堆積物から小さい堆積物までが混ざって、一度に堆積することがあることを想像させることが大切である。
(約10分)

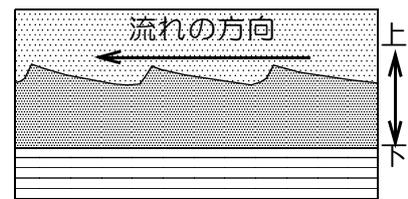


級化層理(石鳥谷町)



☆ リップルマーク（漣痕）

層理面は堆積当時の水底であり、リップルマークは層理面に地層が堆積した当時の波の痕や流れの痕が残されたものである。漣痕の「漣」とは「さざ波」の意味であり、これを調べることにより、当時の堆積環境や流れの方向、地層の上下関係などを知ることができる。



※ リップルマークのとがっている方が上である。逆転や直立し地層の上下判定に利用できる。

- 1 ふるいを使って砂の粒径を0.15～0.6mm程度にそろえておく。0.5mm前後が実験しやすい。

砂粒が大きすぎても小さすぎてもきれいなリップルマークにはなりにくい。

(約5分)

- 2 500mlのペットボトルに、3分の1程度の砂を入れ、水を8分目ぐらいまで入れさせる。

(約5分)

- 3 ペットボトルを横にしてよく振って砂と水をよくかき混ぜ、静止させておく。

(約5分)

- 4 ペットボトルを一定のリズムで左右に振ったり傾けたりして波をおこし、砂の表面を観察させる。

1秒間に3度ほど往復させるとよい。

※ 波の周期が短いほど、細かいリップルマークになる。

(約10分)



⇔ 左右に振る



まとめ・考察

- ① 堆積構造の形成を理解した。
- ② 堆積当時の環境を推定できた。
- ③ どのような場所で堆積したのかを考察できた。

後かたづけ

- ・ 使用した砂や器具を指定した場所に返却させる。
- ・ こぼれた水などは雑巾でしっかりと拭かせる。

失敗例

- ・ 級化構造がはっきりしない。
→ メスシリンダーの水が少なすぎる。
沈む距離が短いと粒径の大きさの差が出にくい。
- ・ リップルマークがうまくできない。
→ ペットボトルを揺る速さを変えてみる。
一定のリズムで揺らすことが重要である。

別法ほか

- ・ 大きなメスシリンダーがない場合、亚克力パイプや切ったペットボトルをつなげたものでも代用できる。級化構造は、沈む距離が長いほど粒径の違いによる差がでやすいので、30cm以上になることが望ましい。小さなペットボトル1本ではうまくいかない。
- ・ リップルマークはうまくできないことがある。リズムや振り幅を変え試行錯誤することが必要である。
- ・ 地層の堆積には、非常に長い時間が必要であるが、これを短時間で体験させる実験である。実際の地層に見られる構造と比較させたい。



難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日	1日	50分

目的と内容

アンモナイトや三葉虫などの化石を観察しよう。

「変動する地球について観察，実験などを通して探究し，地球がプレート運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また，地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。

このうち，移り変わる地球について，古生物の変遷と地球環境の変化について理解することをねらいとする。

示準化石や示相化石を観察し，古生物の消長により地質時代が区分されることを扱うことに触れ，化石の形や模様などの特徴を観察し，理解を深めるように指導したい。

レプリカは本物ではないが，大きさ，形など実物と同じであり，化石の特徴をじっくり観察するには良い教材である。また，レプリカが固まるまでの間に，化石の細部の観察を行う事により，よりその特徴を理解することができる。



既習事項

中学校までに，地層や含まれる化石，示相化石と示準化石などについて学習している。

ここでは実際の化石や，その形や特徴，古環境や進化についても理解を深め，興味・関心を高めたい。

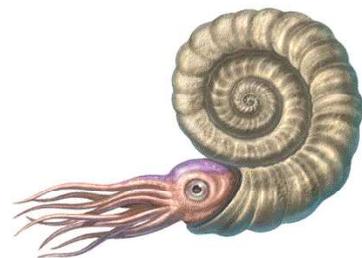
トピック

【アンモナイトの進化】

アンモナイト類は，現生のイカやタコの仲間の軟体動物頭足類に属しており，時代が遅くなるにしたがって，体は大きくなり，気室を分ける壁が殻と接した縫合線が複雑になる。

また，殻の巻数や，形態などによって細かく種類が分けられている。ひと口にアンモナイトと言っても，本当はゴニアタイト目やセラタイト目，アンモナイト目などに分類される。それぞれの目はさらに細かく分けられており，多くの種類が報告されている。

イカやタコの仲間



留意点

【指導面】

化石については見たことはあるが、注意して観察したり、触ってみたことがない生徒も多い。その形や模様などの特徴をよく観察させたい。

化石のレプリカは単なる模型ではなく、博物館の展示などでも多く使われているものである。貴重な化石や痛みやすい化石、足跡など運ぶことが難しい化石などについて、レプリカを作成し、それをもとに研究が進められることも多い。

ここではアンモナイトでの例を挙げるが、他の化石でも基本は同じである。できるだけ固く、壊れにくい化石を使うと良い。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・レプリカってなに？
- ・アンモナイトの進化の特徴って何だろう？
- ・アンモナイトって貝の仲間だろうか？
- ・この化石の生物が生きていた時代や環境を想像してみよう。
- ・化石は色や、表面が残っていない場合が多い。どんな色や模様をしていたのか想像してみよう。

…など

【安全面】



- ・粉末の石こうを吸入したり、目に入れたりしないように注意する。
- ・石こうの粉末をこぼしたり、散乱させたりしないように注意する。
- ・安全メガネ等の着用が望ましい。

準備

器具…紙コップ等の容器、ガラス棒、油粘土、石こう、新聞紙、水
レプリカの元になる化石



石こう…ホームセンターなどで購入可能
1 kg, 400円程度



油粘土…100円ショップなどで購入可能
300g, 100円程度



レプリカの元になる化石

自分が持っている場合や学校にある場合にはそれを使って良い。

ない場合はネットショッピングなどでも購入可能である。(安い場合は数百円～)

実験方法

- 1 油粘土をよく練り，元になる化石を包むように型を取らせる。化石の表面に石けん水を塗っておくと取りやすい。



※ へこんでいる部分はうまく型が取れない場合があるので，指で押しつけるようにして，粘土を詰め込む。



(約5分)

- 2 粉末の石こうに水を加え，ガラス棒でよく混ぜさせる。水の量は石こう100gに対して，水100ml程度で，どろどろした感じにさせる。水が多すぎると固まりにくいので，少し硬めが良い。

(約5分)



- 3 型をとった油粘土を少し広げるようにして化石から外させ，外した後は広げる前の状態に戻させる。型ができたなら，水を混ぜた石こうを静かに流し入れさせる。気泡が入ると，穴が開いたようになるので注意が必要である。

(約5分)



- 4 石こうは水が少なければ，20～30分で固まるので，固まるまでの間に化石の外形，表面の様子(アンモナイトの場合，縫合線など)の観察をさせ，スケッチをさせる。何種類かの化石がある場合，その比較をさせると良い。

(約30分)



- 5 観察が終わり，石こうが固まった状態であればゆっくりと粘土の型をはがす。中の石こうを壊さないように，粘土を広げるようにさせるとよい。これで，化石の石こうレプリカの完成である。

(約5分)



- 6 (補足) 石こうレプリカは乾燥すると絵の具などで着色することができる。より実物に近い色を塗らせ，透明ニスなどを塗れば，良い標本となる。生きていた時の色を想像して塗ることも良いが，奇抜な色を塗る生徒もいるので注意が必要である。



まとめ

- ① 化石を観察し，形や模様などのスケッチができた。
- ② 化石の特徴を理解した。
- ③ レプリカを作成し，その重要性を理解した。

後かたづけ

- ・型取りに使った化石は，石けん水でよく洗う。
- ・余った石こうなどは燃えないゴミとして分別して処理する。
- ・油粘土は指示した場所に返却する

失敗例

- ・石こうが時間内に固まらない。
 - 水は少なめの方が固まりやすい。ただし，水の量や温度によって硬化時間が変わるので，一度予備実験をしておくが良い。
- ・型取りがうまくいかない，できたレプリカの形が違う。
 - 油粘土をよく練ってから，型取りを行う。へこんだ部分などは，粘土を押し込むようにして型取りを行う。
 - 化石を粘土の型から外す時，広げすぎたり，元に戻さなかったりすると，レプリカが実物より平べったくなったり，大きくなったりするので注意が必要である。

別 法（時間短縮法）ほか

- ・型取りをする材料としては歯科印象材などが使える。容易に型取りができるが，やや高価(1 kg, 1800円程度～)なので，予算に余裕がある場合は使うと良い。
- ・化石が小さく，固い場合にはホットボンドを使う方法も考えられるが，高温に注意しなくてはならない。
- ・石こうの代わりに溶かしたろう等を使っても作れるが，着色が難しく，高温に注意しなければならないので，あまり良い材料とはならない。
- ・油粘土による型取り，石こうによるレプリカづくりがコスト，時間の面からはおすすしたいが，粘土によって手がべたつくなどの欠点もあるので，ビニール手袋を使うなどの対策をとると良い。
- ・時間短縮の方法としては，粘土による型取りを生徒にやらせず，教員があらかじめ，シリコン等で班の数だけ作っておく方法などが考えられる。
- ・「レプリカって何？」という質問をすると，「にせもの」という答えが返ってくる場合があるが，あくまでも学術的なもので，いわゆるフィギュアとは違うのだということを強調したい。うまくできたレプリカは，形も大きさも本物を同じであり，本物ではないが，非常に貴重なものである。固まる間のスケッチや観察とあわせ，化石への理解が深めることができる。
- ・うまくできたレプリカは，多くの生徒が大事に家に持ち帰っており，化石への興味・関心を高められる内容である。



歯科印象材で作った型

15

湿度(相対湿度)の測定

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

現在の露点温度を測定して、湿度を求めよう。

「変動する地球について観察、実験などを通して探究し、地球がプレートの運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また、地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。

このうち、「大気構造と地球全体の熱収支について理解すること」について大気中の水蒸気の蒸発・凝結と湿度の関係を知り、日常で使う湿度について理解を深めさせる。



湿度について、感覚としてわかっている生徒も多いが、湿度100%というのは「水中」である、などの誤解がある場合もあるので、しっかりと考え、このあとに学ぶ「大気の安定」や「雲・雨のできかた」などにつなげていく上でも重要な項目である。



既習事項

中学校までにも、露点温度や湿度については学習している。ただし、空気中の水蒸気については、飽和水蒸気量で扱っている。湿度の計算では、飽和水蒸気量でも飽和水蒸気圧でも求められるが、気体であることから水蒸気圧で扱いたい。

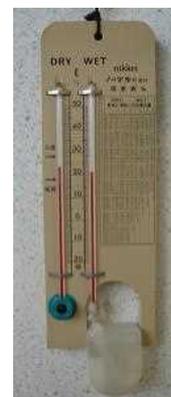
トピック

【乾湿計・乾湿球湿度計】

2個の温度計からなっており、一方は水で球部を常に湿らせる(湿球)。湿球は球部で水が蒸発によって蒸発熱を奪うため、もう一方の温度計(乾球)よりも低い温度を示す。

計算式で湿度を求めるが、通常は添付の湿度表から湿度を読み取る。

最近あまり使われなくなってきたが、生徒にも原理や使い方は知らせておくと良い。



乾球温度と湿球温度の差を読み取り、湿度を知る。

留意点

【指導面】

湿度については、「今日はじめじめしている」とか、「乾燥して肌が荒れる」など、生活の中でも意識することが多い。特に冬季は乾燥を防ぎ、インフルエンザ等の流行を予防するために、教室内に湿度計が設置されている場合も多い。湿度計に表される数値の意味を改めて考えることにより、空気中の水蒸気の存在や飽和水蒸気圧と温度の関係などを理解させたい。

なお、1年中実施可能な実験ではあるが、冬場は湿度が低く乾燥している場合が多いので、できれば春～秋に実施したい。

興味・関心を高める導入，発問など

- ・湿度ってなに？
- ・湿度100%ってどういう状態だろうか？
- ・梅雨にはじめじめとし，冬には異常乾燥注意報が出されたりする。湿度が高いときと低いときでは，何が違うのだろうか？
- ・特に夏には冷たい飲み物が入ったコップの表面に露がつきやすいが，どうしてだろうか？

…など

【安全面】



- ・ガラス器具の扱いに注意すること。
- ・温度計でかき混ぜる場合壊さないように注意すること。
- ・氷水等で遊ばないこと。

準備

器具…金属製のカップ（100円ショップの計量カップなど），棒温度計，駒込ピペット，ビーカーなど（室温の水，氷水），ぞうきんなど



- ※ 実験の1～2時間前に水をくみ置き，室温にする。
氷水は実験の直前に用意する。

実験方法

1 温度計で室温を測らせ、記録させる。
金属製のカップに室温の水を底から1 cmほど入れさせる。(約5分)

2 駒込ピペットで、氷水(0℃)を少しずつ入れ、温度計でかき混ぜさせる。(約15分)

3 カップの表面がくもったら、温度計の目盛りを読ませ、記録させる。この温度がその時点での露点温度である。(約10分)

4 (補足) カップの表面のくもりはわかりにくい場合があるので、1度目はどンドン氷水を入れさせて、くもる様子を観察させ、どのくらいの温度でくもるかの見当を付けさせる。2度目には、その近くの温度になったら、慎重に氷水を入れて温度の測定をさせると良い。

5 実験結果の温度を飽和水蒸気圧の表、飽和水蒸気曲線を参照して、空気中の水蒸気圧と飽和水蒸気圧を求める。

6
$$\text{湿度}(\%) = \frac{\text{空気中の水蒸気圧 (hPa)}}{\text{その温度での飽和水蒸気圧 (hPa)}} \times 100$$
に代入し、現在の湿度を求める。(約10分)

7 教室や実験室の湿度計の値と、実験で求められた値を比較する。(約10分)



学習プリント例

室温 = ℃ … その温度での飽和水蒸気圧 hPa

露点 = ℃ … その温度での飽和水蒸気圧 hPa

$$\text{湿度}(\%) = \frac{\text{ (hPa) }}{\text{ (hPa) }} \times 100$$

∴現在の湿度は %

今日の天気との関連は? … など

【測定例】

室温25℃、露点温度20℃のとき、

25℃…31.7hPa

20℃…23.4hPa

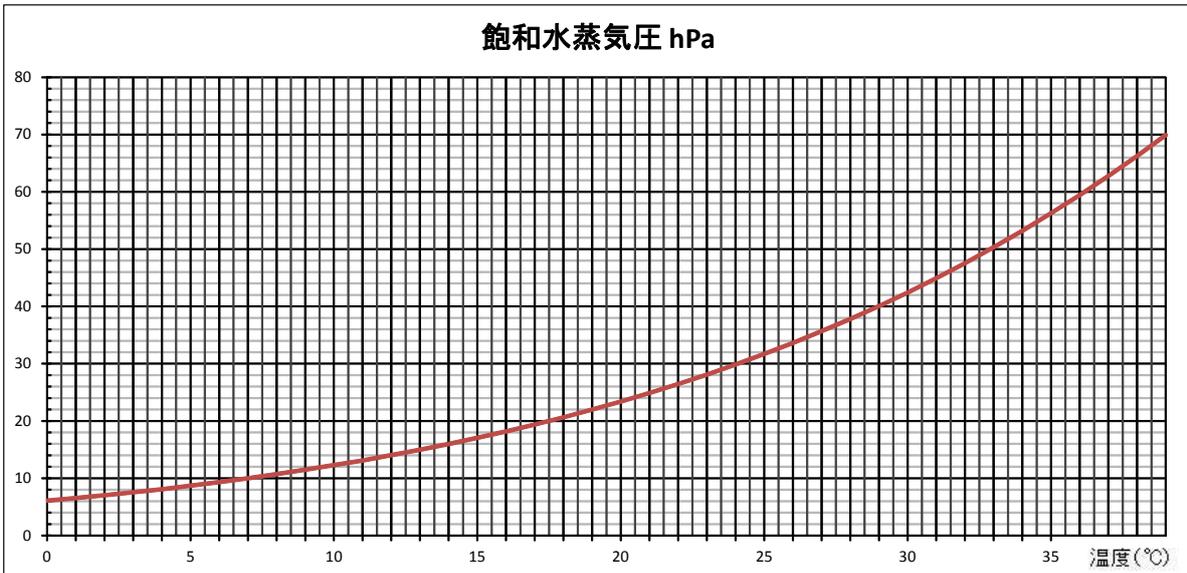
$$\text{湿度} = \frac{23.4}{31.7} \times 100$$

$$\approx 73.8$$

$$\therefore 73.8\%$$

【参考・飽和水蒸気圧】

温度℃	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
飽和水蒸気圧hPa	23.4	24.9	26.4	28.1	29.8	31.7	33.6	35.6	37.8	40.0	42.4



まとめ・考察

- ① 露点温度を測定できた。
- ② 湿度の計算を行い，飽和水蒸気圧の温度による変化が理解できた。
- ③ 理論値と測定値の差の原因を考察することができた。

後かたづけ

- ・ ビーカー，カップ，温度計，駒込ピペットなどの器具はよく洗い，乾かしておく。

失敗例

- ・ カップのくもりだした瞬間がよくわからない。
→「表面のつや」が無くなった瞬間を見極めることを確認し，指導する。
瞬間的なこと，と強調すると緊張感も高まる。
- ・ 湿度計の値と大きくずれた値になる。
→カップのくもり(露点温度)の見極めはどうだったか，データの見間違いはないか。などを確認し，指導する。

別法（時間短縮法）ほか

- ・ 器具については，上記のものにこだわる必要は無い。金属製のカップとして，100円ショップの計量カップ(ステンレス製)を使ったが，他のものでも良い。
- ・ 実験時間の短縮として次のような方法が考えられる。
 - ① 室温の水の量を減らして実験を始める。…温度が下がりやすい。
 - ② ピペットを使わず，ビーカーから直接注ぎ入れる。
などにより，時間を短縮できるが，測定誤差が大きくなる可能性が高い。
- ・ 梅雨の湿度の高さや冬季の乾燥など，日常生活と関連させて考察できるように指導したい。

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

大気の断熱変化や雲の発生を理解しよう。

「変動する地球について観察，実験などを通して探究し，地球がプレートの運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また，地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。

このうち，「大気の構造と地球全体の熱収支について理解すること」について，断熱膨張によって雲が発生することについて理解を深めさせる。

なぜ雲はできるのか，なぜ雲から雨や雪が降るのか，という日常に起こる現象であるが，はっきりと理解していない生徒も多い項目について実験を行って理解を深めたい。



積雲と巻雲

既習事項

中学校までに雲のでき方については学んでいる。
空気が上昇すると膨張して気圧と温度が下がること，下降すると気圧と温度が上がることも学んでいる。

このため，上昇気流があるところでは雲ができやすく，下降気流があるところで雲ができず晴れることにも触れている。

トピック

【 積乱雲と集中豪雨 】

いわゆる「ゲリラ豪雨」というのは，主にマスコミが使う用語であり，正式な気象用語ではない。

気象庁では単独の積乱雲が引き起こす激しい雨を局地的大雨，連続した積乱雲によるものを集中豪雨としているが，一般的にはいずれも集中豪雨と呼ばれている。

報道などで使われる事の多い「ゲリラ豪雨」や「爆弾低気圧」といった用語はわかりやすいが，正式なものではないので注意が必要である



積乱雲による降雨

留意点

【指導面】

雲の発生は、気圧の低下と温度の低下によって水蒸気が凝結することによって起こる。このことを実験によって確かめさせたい。外からの熱の出入りが無い状態での大気の変化である断熱変化によって雲ができる事を理解させるようにする。

また、実際の大気ではどのような場合に断熱圧縮や断熱膨張がおこるのかを考えさせるようにしたい。低気圧付近では天気が悪く、高気圧では天気が良いことを、低気圧での上昇気流や高気圧での下降気流とも関連して考察させるように指導したい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・雲はなぜできるのか？
- ・気圧の変化と雲の生成の関係は何？
- ・大気が上昇したり下降したりすると気圧はどう変わるのか？
- ・気圧や温度が下がれば必ず雲はできるのか？
- ・雲は何からできているのか？

…など

【安全面】



- ・圧力の加えすぎに注意する。ポンピングは70回までにする。
- ・マッチや線香によるやけどに注意する。

準備

- ◎ 器具…ペットボトル
 (炭酸, 500~1000ml用),
 温度計
 (水槽用 100円ショップ等)
 手動式エアポンプ
 (1000円程度, 熱帯魚店等)
 マッチ, 線香
 筆記用具 など



実験方法

- 1 ペットボトル少量の水を入れて良く振った後、水を捨てさせる。
 内側に水滴がついているような状態で良い。
 →ペットボトル内の空気を水蒸気が飽和した状態にする

(約5分)



2

ペットボトルに温度計を入れる。水槽用の場合、吸盤が大きいと入らないので外すと良い。吸盤が小さい場合、そのまま入れて内壁に貼り付けても良い。

マッチを擦って消した後に出る煙や、線香の煙をペットボトルに入れさせる(3秒程度)。

→これが雲の凝結核となる。

ペットボトルに手動式エアポンプを取り付けさせる。(空気が漏れないようにしっかりと取り付けるように指導する。)

(約10分)



3

手動式エアポンプの流量調節弁をしっかり閉めさせ、現在の温度を記録させる。

ポンピングしてペットボトル内の圧力を上げさせる。



ポンピングしすぎると圧力が上がりすぎ、器具の破損や破裂につながるので注意させる(500ml用では70回程度までにさせる)。

(約10分)



4

ペットボトル内の圧力を上げた状態での温度を記録させる。

ポンピング前にくらべ、温度が上昇していることを確認させる。

(約5分)



5

ペットボトルからエアポンプを外すように回し、圧縮された空気を一気に放出させる。その瞬間のペットボトル内を観察させ、雲が発生していることを確認させる。

再び温度を確認させ、低下していることを確かめさせる。



空気を抜くときは、流量調節弁を開いて行っても良いが、かなり硬いのでなかなか一気に抜くのは難しい。空気の放出でペットボトルが飛ばないようにしっかりと押さえておくように指導する。

(約10分)



6 (補足)

マッチや線香の煙を入れない(凝結核がない)場合についても雲ができるのかどうかを確かめさせる。

(約5分)

結 果

- ◎ 外からの熱を加えない状態で空気を圧縮すると温度が上がり，膨張させると温度が下がる。
→これを断熱圧縮・断熱膨張という。
- ◎ 断熱膨張が起こって露点温度に達した空気は，凝結核がある場合，雲を生成する。凝結核がないと雲はできない。
- ◎ 自然では上空ほど気圧は低いので，自然で断熱膨張が起こりやすいのは上昇気流が発生している低気圧などである。
- ◎ 高気圧の中心付近では下降気流が発生しているため，断熱圧縮が起こり，温度が上がる。このため露点温度以上になり雲があっても消えるので晴れることが多い。

まとめ・考察

- ① 雲のでき方を理解できた。
- ② 断熱圧縮，断熱膨張について理解できた。
- ③ 自然界に起こる天気現象について，気圧との関連を考察できた。

後かたづけ

- ・使用した器具を指定した場所に返却させる。
- ・こぼれた水などは雑巾でしっかりと拭かせる。
- ・マッチや線香などは水につけるなど確実に消火させる。

失 敗 例

- ・雲ができない。
→ 室温や水温が低い場合，飽和水蒸気圧も下がっているのでできにくい場合がある。水をぬるま湯に変えると雲ができやすい。
- ・ペットボトルの内壁がくもって中がよく見えない。
→ 空気を圧縮すると温度が上がるため，室温との温度差によって内壁がくもりやすくなる。中の温度計を転がしたり，手で暖めると見えやすくなる。

別 法 ほ か

- ・ここでは手に入れやすい器具として手動式エアポンプを使っているが，炭酸抜けを防止するキャップを使ってもよい。色々なメーカーから発売されており，ホームセンターなどで400～500円で購入できる。専用器具も(株)ナリカから「雲発生実験器(シュポシュポくん)」というものが1000円程度で発売されているので利用できる。
- ・気圧と天気の関係や，大気の断熱変化などに関連して指導したい。雲の中での雨や雪の形成などとも関連づけていきたい内容である。

炭酸抜け防止キャップ▶



難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1年中	1日～	1～2日	50分

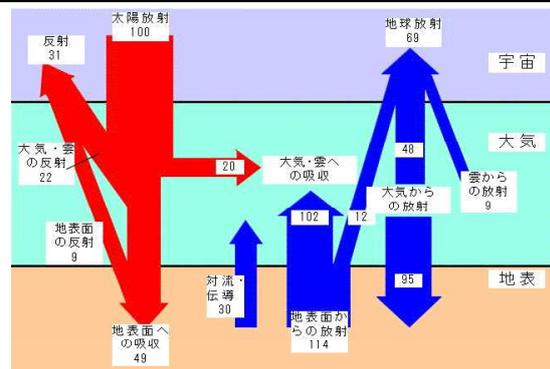
目的と内容

地表に届く太陽のエネルギーを測定しよう。

「変動する地球について観察，実験などを通して探究し，地球がプレート運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また，地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。

このうち，「大気の構造と地球全体の熱収支について理解すること」について，簡易日射計によって直達日射量を測定し，地表が受ける太陽のエネルギーへの理解を深めさせる。

大気圏外で地球が受ける太陽エネルギーである太陽定数と測定した日射量を比較することによって，大気の吸収・散乱や地表での反射があるため，地表は太陽エネルギーの一部しか吸収していないことを考察させる。



地球の熱収支

既習事項

中学校までに太陽から放出された多量の光や熱エネルギーが地球における大気の運動や生命活動に影響を与えていることについて学んでいる。また地軸の傾きによって，太陽高度が変化するため，季節が生じることも学習している。

トピック

【太陽の活動周期と太陽定数】

太陽の放射エネルギーは「太陽定数」というように一定であると思いがちであるが，実は約11年周期で変動する。

黒点数は太陽活動が活発な極大期に増加し，極小期には減少する。極大期には高温な白斑も増加するため，太陽放射も増えることが知られている。極大期と極小期の差は0.7%程度であり，太陽定数に影響するような変動ではないが，太陽放射は膨大であり，わずかな変化でも地球の気候に影響するといわれている。

2013年秋が極大期であり，太陽面は現在もやや活発な状況である。



太陽の黒点

留意点

【指導面】

実験によって求めた日射量を太陽定数と比較することによって、太陽放射が大気によって吸収・反射されていることについて考察を深められるように指導したい。

地球が受ける太陽からのエネルギーは膨大であり、地球の生命は太陽の恩恵を受けて生きている。また大気の運動や気候など自然も太陽のエネルギーによって支えられていることを実感させる。

短時間で日射計内の水の温度が上昇することから、太陽の放射エネルギーの大きさやその有効利用について考えさせてもよい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・ 太陽定数って何？
- ・ 地表や私たちは太陽放射のエネルギーをすべて受け取っているのか？
- ・ 太陽の活動は常に一定なのか？
- ・ 太陽放射と地球放射の関係はどうなっているのか？
- ・ 太陽放射の有効利用について考えてみよう

…など

【安全面】



- ・ 実験中は周囲に気をつけ、他班の日射計を影にしたりぶつかったりしないように注意する。

準備

- ◎ 器具…簡易日射計，温度計
(自作する場合)
発泡スチロール，一面を黒く塗った容器，
スタンドになるもの
(スマートフォンのスタンドなど)
温度計，釘(まち針)
筆記用具，
グラフ用紙など



簡易日射計



自作する場合の材料

準備(日射計を自作する場合)

- 1 容器の一面をつや消黒のスプレー等で塗り，ふたにはドリルやキリで温度計を差し込むための穴を開けておく。
- 2 発泡スチロールは適当な大きさに切り，容器が入るようにカッターや彫刻刀でくりぬいておく。良く切れるものでないと発泡スチロールはぼろぼろになるので注意する。



- 3 固定用の竹串を刺す。
タブレットやスマートフォン用のスタンドは足を一本外し、必要な部分だけにする。



- 4 ビニールテープなどで組立て、端に釘やまち針などを日射計の面と垂直になるように立てておく。



容器の口まで水を入れ、温度計を差し込んだキャップを閉め、簡易日射計が完成する。簡単な高度計もつけると良い。

釘の影に注意しながら、向きと角度を調節して太陽光線が垂直に当たるようにして使用する。



※ 日射計を太陽光線に垂直に置いた時、釘の影が最も小さくなる。(右下の写真)

実験方法

※ 日射計を生徒に自作させる場合には、1時間程度余分にとる必要がある。

- 1 日射計の容器を本体から外し、受光面(黒い部分)の面積 S (m²), 質量 m_1 (g), 容積 V (mL) を記録させる。(測定させるか、同じ器具なら値を与える。)



水を容器にいっぱいに入れ、温度計をセットさせる。水温は気温よりやや低いくらいが良い。



※ 水温が上昇すると、気温の影響が大きくなる。水温が低すぎても高すぎても誤差は大きくなる。容器に付いた水滴は拭き取るように指導する。(約10分)

温度計は中心付近まで入れる。

- 2 容器を本体に取り付け、釘やまち針の影を見ながら、受光面が太陽光に垂直になるように本体を設置させる。(約5分)

- 3 温度計で水温を測定して、実験を開始させる。太陽光を当てさせ、1分ごとの水温を記録させる。太陽は日周運動により位置が変わるが 10 数分であれば変化も少なく、神経質にならなくても良い。気温や太陽の高度も記録しておくとも考察に反映させることができる。



※ 測定時間は10分以上とる。

(約15分)

温度は目盛りの1/10まで測らせる。この場合は21.9℃

- 4 記録した水温の変化をグラフ化させる。
グラフが直線的に変化している部分を確認させる (約10分)

- 5 容器の熱容量 C_1 (J/°C) を求めさせる。(参考：銅…0.38など)
容器の質量 m_1 (g) を、比熱 c (J/(g・°C)) とすると $C_1 = m_1 \times c$
用いた水の熱容量 C_2 (J/°C) を求めさせる。水の密度を 1g/cm^3 とすると、
質量 m_2 (g) は容積 V (mL) と同じ値になる。また、水の比熱は 4.2 (J/(g・°C))
であるから、
 $C_2 = m_2 \times 4.2$
グラフから 1 秒あたりの水温上昇率 T (°C/s) を求めさせる。例えば、5分
(300秒)間に 6.0°C 上昇した場合は、 $6.0/300 = 0.02$ (°C/s) となる。こ
れらの値から、 1m^2 、1秒間あたりの日射量 I (W/m²) を求めさせる。

$$I = \frac{T(C_1 + C_2)}{S} \quad (\text{約10分})$$

結 果

- ◎ 求められた日射量は、太陽定数 1366 W/m^2 とくらべてどうか。
異なる場合はその理由は何か、いろいろな原因を多角的に考えさせる。

まとめ・考察

- ① 地表に届く太陽からのエネルギーを測定できた。
- ② 直達日射量と太陽定数との違いを考察できた。
- ③ 測定した日射量がなぜ太陽定数より小さくなるか考察できた。

後かたづけ

- ・ 使用した器具を指定した場所に返却させる。
- ・ こぼれた水などは雑巾でしっかりと拭かせる。
- ・ 自作させた場合、紙くずなどはきちんと捨てさせる。

失 敗 例

- ・ 太陽定数と比べかなり低い値になる。
→ 大気の吸収・散乱や雲による吸収・反射等のため、かなり小さい値になる。また薄曇りや黄砂やエアロゾルが多かったりしても値は小さくなる。逆に大きな値になった場合はどこかでミスがあったと考えられる。
- ・ 考察の視点が思いつかない。
→ 大気の反射・吸収等の他に、太陽高度の違いも測定結果に影響している。天頂から太陽放射がある場合、通過するのは大気の厚さの分だけであるが、太陽の高度が低いほど多くの大気を通過しなくてはならなくなる。夕日がまぶしくないのと同様である。実験を実施する季節や時刻によっても違いが出る。また、設置ミスなど人為的な原因もある。

別 法 ほ か

- ・ 時間短縮法としては、日射計の容器の値や比熱などの値は最初から与えることが考えられる。測定と計算に多くの時間を割り当てたい。
- ・ 日射計の仕組みや構造は単純なので、生徒に作らせたり自作品を用意したりすることで印象が強くなると考え、製作例をあげた。
- ・ 水温がどんどん上がるのを見て、生徒が太陽エネルギーの大きさを実感することも良い経験である。

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

液状化のモデル実験を行い、危険性について考えよう。

「日本の自然環境を理解し、その恩恵や災害など自然環境と人間生活とのかかわりについて考察する。」ことがこの単元の目標である。

また、「日本における自然環境が人間生活と深くかかわっていることを考察させること。」がねらいである。

自然災害のうち、地震による液状化についてモデル実験を行うことで、その現象についての理解を深めさせ、原因や危険性についての思考を深めさせるように指導したい。

地震による被害は揺れによる建物などの倒壊や津波以外にもあるのだ、ということを再認識させたい。



マンホールの浮き上がり
常陸太田市(気象庁HPより)

既習事項

中学校までに身近な自然環境や自然がもたらす恵みと災害について調べ、自然と人間のかかわり方について学習している。地震による土地の隆起や沈降についてや地震による被害としての津波や土砂崩れ、地すべりについても学習しており、地盤の液状化とその被害にも触れている。

トピック

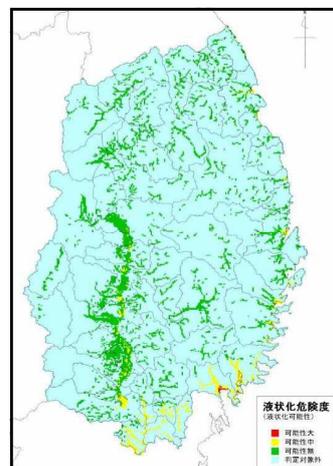
【液状化と噴砂】

日本では地震による液状化や噴砂現象が注目されたのは1964年の新潟地震からである。

水を多く含んだ砂の層が地震の震動によって揺さぶられると粒子の隙間が狭くなり、液体状に振る舞うようになり、これが液状化の原因である。

また、この砂を含んだ水が地表に噴き出す現象が噴砂である。液状化や噴砂は建物の土台を傾かせたり、土地を凸凹にするなどの被害を生じさせることが知られている。

岩手県液状化マップ(内閣府HPより)



留意点

【指導面】

水を多く含む海岸や河岸，埋め立て地などでは，地震による液状化が発生して，建物が傾いたり，マンホールが浮き上がったり，護岸が破壊されたりする被害が生じる。東日本大震災時にも茨城県や千葉県において大きな被害を出した。ここでは，地盤の液状化のモデル実験を行い，その発生の原因と危険性について考察させることを目的とする。

岩手県では埋め立て地は少ないが，水田や河川沿いの造成地などで液状化が発生することが考えられる。手軽な材料を用いたモデル実験によって液状化を再現し，その原因と危険性を捉えられるようにさせたい。

興味・関心を高める導入，発問など

- ・地震による液状化ってどういうこと？
- ・液状化って何が液状になるの？
- ・液状化が起こるとどういう被害が生じるの？
- ・液状化の原因は何？
- ・どんな土地で液状化って起こるの？

…など

【安全面】

- ・水や砂の取り扱いに注意する。
- ・こぼした水は雑巾で拭き取らせる。

準備

- ◎ 材料…ボルト・ナット，
BB弾，水，砂



- ※ ここでは砂としてカラーサンドを使っているが，普通の砂で良い。

- ◎ 器具…ペットボトル
(500ml表面がなめらかな炭酸用が良い。)，
筆記用具，ほか



- 1 使用する砂は，乾いているよりもしめらせておいた方が良い。
乾いていると，水に入れたときに粒子が水面に浮き上がったり，粒子間に気泡が入りやすくなる。
- 2 ペットボトルは，注ぎ口の所を切り取っていた方が砂や水，ボルト・ナットやBB弾が入れやすくなる。
また，わざわざペットボトルを用意しなくても，500ml程度のビーカーがあれば十分実験ができる。

実験方法

☆ 液状化と沈み込み

1 ペットボトルに1/3程度の砂を入れ、砂がひたる程度に水を入れさせる。少し水が浮く感じで良い。

水が多すぎる場合は、ピペットなどで吸って取り除かせると良い。

(約10分)

2 砂の表面にボルトやナットを静かに乗せ、それが砂に沈み込まない事を確かめさせる。

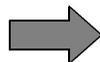
(約5分)

3 ペットボトルの側面を軽くたたかせたり、振ったりさせて砂に振動を与え、砂の表面やボルト・ナットの状態を観察させる。

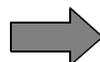
(約10分)



砂の上に乗っている



水がしみ出て、沈み始める



沈み込んでしまう

☆ 浮き上がり

1 ペットボトルに1/3程度入れた砂にBB弾を10粒ほど混ぜておかせる。砂をかき混ぜ、表面にBB弾が見えない状態にさせる。(約10分)

2 砂全体がひたる程度に水を入れさせる。少し水が浮く感じで良い。

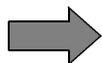
(約5分)

3 ペットボトルの側面を軽くたたかせたり、振ったりさせて砂に振動を与え、砂の表面やBB弾の様子を観察させる。

(約10分)



BB弾は砂の中にあり、見えない状態



振動により、水とともに表面に浮いてきたBB弾



どんどん表面に浮いてくるBB弾

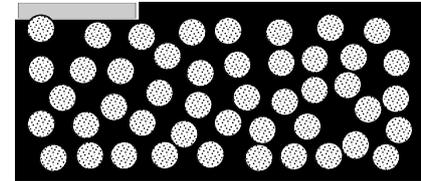
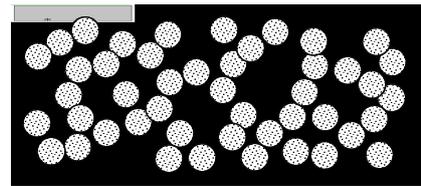
結果

- ◎ 水を含んだ砂を主とする地盤では砂の粒子の間を地下水が満たしている。

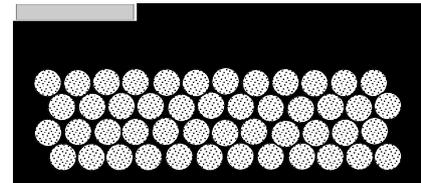
この砂層が地震の震動で揺らされると、粒子間の結合がはずれ、粒子は移動して隙間が少なくなる。

その結果、表面に水が噴出する。このとき、砂層は液体と同様に振る舞うようになり、重いものは沈み込み、軽いものは浮かび上がる。

- ◎ このため、液状化が起こると建物が傾いたり、マンホールが浮き上がったたりする被害を生じることになる。



← 振動・液状化 →



地表に水が噴出

まとめ・考察

- ① 地震による液状化を理解できた。
- ② どのような場所で液状化が起こるのかを理解できた。
- ③ 液状化による被害を少なくする

後かたづけ

- ・使用した砂や器具を指定した場所に返却させる。
- ・こぼれた水などは雑巾でしっかりと拭かせる。

失敗例

- ・ボルト・ナットがなかなか沈み込まない。
→ 砂を良くかき混ぜさせる。水が少なすぎるのが考えられるので、水を足してやると良い。
- ・BB弾がなかなか浮かんでこない。
→ あまり砂の深いところに沈ませておくと、なかなか浮かんでこない。

別法ほか

- ・時間短縮法としては砂を最初からペットボトルに入れ、BB弾を埋めた状態で生徒に配付するなどが考えられる。また、BB弾を入れていたペットボトルでボルト・ナットの沈み込みも行う、などの方法が考えられる。
- ・それほど時間のかかる実験ではないが、液状化の原理を簡単に理解させられる実験である。
- ・実際の液状化による被害の動画や画像等があれば、それと比較することによってより理解が深まるものと考えられる。

19

気温の変化を調べる

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1年中	1日～	1日	50分

目的と内容

最近数十年間の気温の変化とその傾向を捉えよう。

「変動する地球について観察，実験などを通して探究し，地球がプレートの運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また，地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。また，「地球環境の変化を科学的に考察すること。」がねらいである。

岩手県内のデータを用いることで，気象データを身近なものとして捉えさせ，化石燃料(プロパン)の燃焼気温の変化とその傾向や他のデータとの関連，人間活動と自然の変動などについて総合的に考察できるように指導したい。

気温の変動の原因について，多角的に考察させるようにしたい。



化石燃料(プロパン)の燃焼

既習事項

中学校までに自然環境を調べ，自然界のつりあいについて理解することや自然と人間のかかわり方について学習している。
発展として，地球温暖化や二酸化炭素の削減についても学習している場合がある。

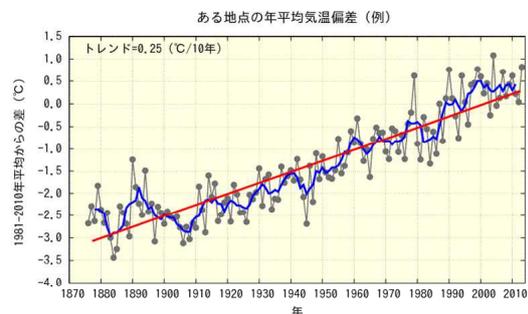
トピック

【地球の歴史と気候】

地球の46億年の歴史の中で，気候は大きく変わってきた。

先カンブリア時代には，少なくとも2度の全球凍結があり，古生代はおおむね温暖だったと考えられている。古生代末に寒冷化した後，中生代も温暖な時代だった。

新生代に入ってから温暖化と寒冷化を繰り返している。日本の縄文時代の約7000年前～5000年前の「縄文海進」の時代には現在よりも気温は数℃高く，海面も3～5m高かったと言われている。



地球の温暖化(気象庁HPより)

留意点

【指導面】

CO₂の増加を主な原因とする地球温暖化が叫ばれて久しい。ただしこの地球温暖化に対しては、科学者の間でも異論や懐疑論が少なくない。

本当に温暖化の傾向があるのか、ということを実際の気象データを使ってグラフなどをつくり、気候変動の傾向をつかませることが目的である。

ここでは東京などの都市部だけではなく岩手県内のデータなどを用い、データを身近なものとし、より多角的な見方で気象を捉えるようにさせたい。気温の変化とその傾向を他のデータと関連させ、自然の変化によるものなのか、人間生活に関連した変化によるものなのか、複合的なものなのか、など総合的に考察させたい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・地球温暖化ってどういうこと？
- ・過去には地球が温暖化したことってなかったの？
- ・地球が温暖化するとどういことが起こるのか？
- ・温暖化の原因としてどのようなことが考えられるか？
- ・今、地球って本当に温暖化しているの？

…など

【安全面】

- ・特になし。
- ・コンピュータを使用する場合は表計算ソフトの操作方法等を確認しながら生徒の理解度に応じて進めること。

準備

- ◎ 材料…気象庁のホームページからダウンロードした気象データ(気温等)。
岩手県内の少なくとも30年以上のデータがある場所が良い。
- ◎ 器具…筆記用具、計算機、表計算ソフト(グラフ用紙)ほか

1 気象庁のHPより、「過去の気象データ資料」のタブを選択する。

「過去の気象データ検索」から都道府県で「岩手」を選択する。

表示された観測地点から、調べたい地点を選び、(年)「年ごとの値を表示」をクリックする。



※ 観測地によっては長期のデータがない場合があるので、その場合は他の地点にする必要がある。

2 必要なデータをコピーし、表計算ソフトに「貼り付け先の書式に合わせる」などで貼り付けておく。

盛岡 毎年の値

年	気圧(hPa)			降水量(mm)			気温(°C)			
	現地 平均	海面 平均	合計	最大			平均			
				日	1時間	10分間	日平均	日最高	日最低	
1923			626.8	35.5	109					
1924		1014.0	736.0	53.9	16.1		9.2	14.4	4.2	
1925		1014.0	1154.7	58.9	29.5		9.4	14.2	4.7	
1926		1013.1	1222.8	57.8	23.5		8.8	13.6	4.1	
1927		1013.8	1305.8	103.0	30.2		9.1	14.2	4.2	
1928		1014.7	917.1	57.6	18.3		9.5	14.6	4.6	
1929		1014.0	792.4	37.5	11.4		9.4	14.7	4.4	
1930		1015.1	1066.4	51.8	13.3		9.6	14.8	4.7	
1931		1014.6	1288.6	86.3	40.6		8.8	13.7	4.1	
1932		1014.0	1190.6	91.0	21.8		9.8	14.8	5.1	
1933		1014.2	1044.6	78.0	31.0		9.3	14.8	4.2	
1934		1013.8	1365.4	64.1	34.0		8.6	13.7	4.1	
1935		1013.6	1253.3	63.8	26.5		9.1	14.2	4.4	
1936		1013.3	1170.9	80.7	21.1		9.1	14.0	4.5	
1937		1014.0	1244.7	79.6	25.3		9.2	14.4	4.5	
1938		1013.2	1510.3	189.6	62.7		9.3	14.6	4.5	
1939		1013.9	1081.7	89.9	32.3		9.7	14.9	5.1	
1940		1013.0	1374.2	81.5	37.7	10.7	9.3	14.7	4.7	
1941		1013.9	1275.1	67.8	15.5	6.5	9.3	14.5	4.6	

気象庁HPより 盛岡のデータ(一部)

実習方法

1 各地の気象データから必要な項目を選ばせる。
 ※ 観測地点は、東京と岩手の2地点ほどのデータを選んで与えると良い。
 項目は、「年平均気温」、
 「最高気温25℃以上の日数」、
 「最低気温0℃以下の日数」、
 などを選ばせる。
 その他の項目は非表示にさせる。
 (約10分)

東京 データ		気温(℃)	
年	平均	各階級の日数(最低)	各階級の日数(最高)
		<0℃	≥25℃
1932	14.6	40	88
1933	14.7	54	118
1934	13.9	67	92
1935	14.1	49	94
1936	14.1	66	98
1937	14.9	39	104
1938	14.5	56	115
1939	14.7	57	113
1940	14.8	52	110
1941	14.6	41	88
1942	15	63	120
1943	14.6	63	115
1944	14.2	74	119
1945	13.6	81	97
1946	14.9	58	123
1947	14.1	70	95
1948	15.2	44	119
1949	14.6	42	100
1950	15.1	46	111
1951	14.7	42	112
1952	14.6	47	107
1953	14.6	40	89

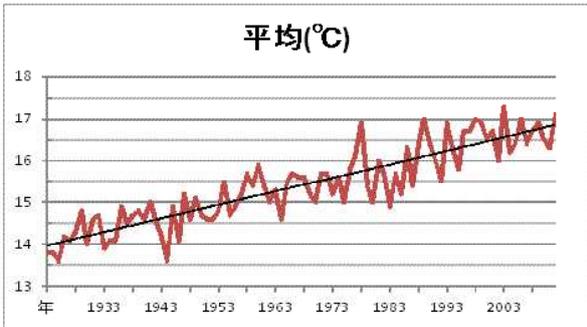
2 表計算ソフトを利用して、各地のデータをグラフ化し、比較するように指導する。
 同じ期間で比較できるようにデータの必要な部分を決めさせる。
 ※ グラフ用紙を用いてグラフを描かせても良いが、時間がかかる。
 ソフトへの生徒の習熟の度合いによっては、グラフの種類や様式も指導した方が良い。
 (約20分)

【例】東京のデータ(一部)

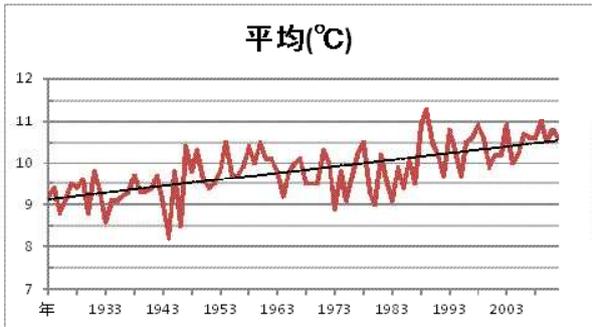
結果 (グラフ化の例)

◎ 年平均気温の変遷

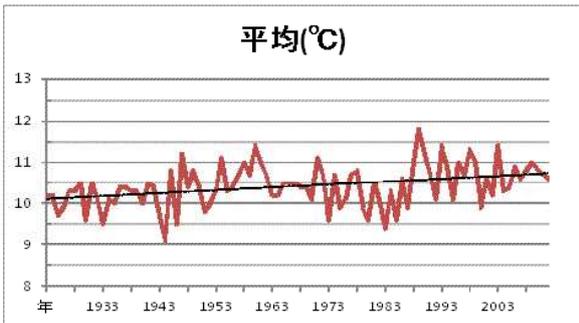
東京



盛岡



宮古



※ 気温の変化の違いがわかるようなグラフの形式を選ぶこと。
 (折れ線グラフが良い)

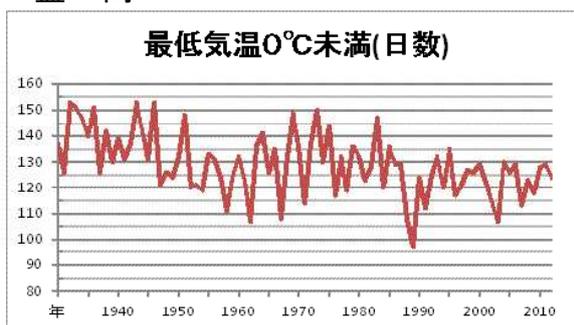
※ 変化の傾向をはっきりさせるため、近似曲線も入れると良い。

(約10分)

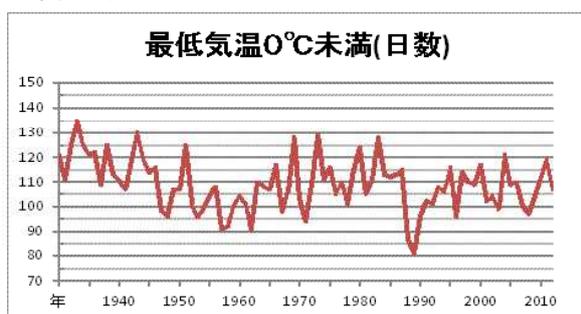
◎ 最低気温0°C未満の日数の変遷
東京



盛岡



宮古



※ ここでは例として2種類のグラフをあげたが、必要であれば他の項目についてのグラフも作成させる。

※ 東京のデータと比べ、盛岡や宮古ではそれほど平均気温が上がっていないことなど、地域差の原因を多面的に捉えさせる。(約10分)

まとめ・考察

- ① 気温の変化の傾向を理解できた。
- ② 温暖化の様子は地域によって異なることを理解できた。
- ③ なぜ、地域によって気温の変化に差が生じるのかを考察できた。

後かたづけ

- ・ 特になし
- ・ コンピュータの操作方法にそって終了させる。
- ・ グラフのプリントアウト等は指示に従って行わせる。

失敗例

- ・ グラフ化の方法がわからない。
→ 表計算ソフトへの生徒の習熟度によっては教員が方法を指示することも必要。班で実施した場合、教え合わせることも考えたい。
- ・ 温暖化の傾向や地域による差の原因がわからない。
→ CO₂濃度の上昇を示した教科書の記述や、都市部のヒートアイランド現象、海洋の熱容量の大きさなど多面的に捉えることを指導する。

別法ほか

- ・ 時間短縮法としてはグラフ化の項目を絞って簡略化すること、グラフ化の手順を教員が最初から指導することなどが考えられる。
- ・ 地球温暖化について確かにその傾向が見られるのか、その原因をCO₂濃度の増加だけに求めて良いのか、他の原因は考えられないのかなど、多角的に見る視点を養いたい。
- ・ また、その変動は自然の変動の範囲内なのか、人間生活によるものが主なのかといった事にも考察を進めると良い。
- ・ 地球温暖化を危機的に捉えるだけでなく、理由や将来も考えさせたい。

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1年中	1日～	1日	50分

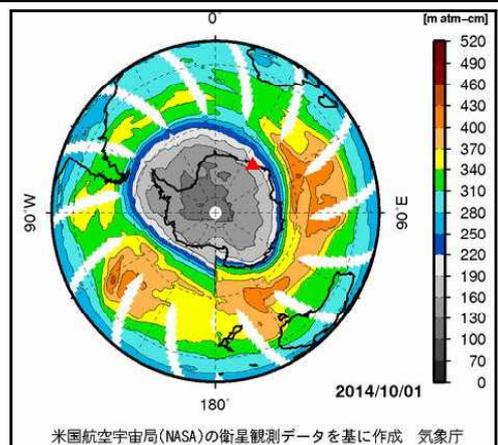
目的と内容

南極上空のオゾンホールの経年変化の傾向を捉えよう。

「変動する地球について観察，実験などを通して探究し，地球がプレート運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また，地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。また，「地球環境の変化を科学的に考察すること。」がねらいである。

実際のデータを用いることで，オゾンホールの変化，オゾン層の破壊について考えさせ，人間活動と自然の変動などについて総合的に考察できるように指導したい。

近年，オゾンホールについて報道されることは少なくなっているが，現在も毎年発生しており，地球環境にとって重要な問題である。



オゾンホール 気象庁HPより

既習事項

中学校までに自然環境を調べ，自然界のつりあいについて理解することや自然と人間のかかわり方について学習している。

発展として，人工化学物質のフロンがオゾンを破壊することを学んでる場合がある。

トピック

【代替フロン】

いわゆるフロンガスと呼ばれ，冷蔵庫の冷媒，スプレー，機械部品の洗浄溶剤等として利用されてきた特定フロン(クロロフルオロカーボンCFC)は2010年までに全廃された。

これに替わるものとして産業利用されてきたのが代替フロンであり，ハイドロクロロフルオロカーボン(HCFC)類とハイドロフルオロカーボン(HFC)類である。特定フロンに比べ地球環境への影響が少ないと考えられていたが，HCFC，HFCともに強力な温室効果ガスであり，HCFCはオゾン層の破壊物質であることがわかってきた。このため世界的に削減する動きが活発になり，日本では使用後の回収が義務づけられている。しかし現在でも大気中の濃度は増え続けており，今後の注視が必要である。

留意点

【指導面】

オゾン層の破壊は現在も続いており、南極上空のオゾンホールも毎年形成されている。原因物質であるフロン類は国際的に製造、使用が禁止されてきており、大気中への放出も減ってきている。しかしフロン類は安定な物質で、濃度は減少しつつあるとはいえ、まだかなりの量が大气中に存在している。

オゾンホールの面積の広がりが年々大きくなるということはなくなったものの、依然として劇的に小さくなったとは言えない。オゾンホールの消滅にはまだ数十年を要すると言われている。

実際のデータを使って最近のオゾンホールの状況を確認し、現在の国際的な取り組みの理解を進めるように指導したい。

興味・関心を高める導入、発問など

- ・オゾン層の破壊ってどういうこと？
- ・オゾン層破壊の原因物質って何だろう？
- ・オゾンが破壊されるとどうことが起こるのか？
- ・オゾンホールは広がっているのか、小さくなっているのか？
- ・オゾン層の破壊を防ぐにはどうすればいい？

…など

【安全面】

- ・特になし。
- ・コンピュータを使用する場合は表計算ソフトの操作方法等を確認しながら生徒の理解度に応じて進めること。

準備

- ◎ 材料…気象庁のホームページからダウンロードしたオゾン層に関するデータ(オゾンホールの面積、最低オゾン量など)。
- ◎ 器具…筆記用具、計算機、グラフ用紙(表計算ソフト)ほか

1

気象庁のHPより、「各種データ・資料」のタブを選択する。

→「地球環境・気候の観測・解析データ」から「オゾン層」を選択する。

→「衛生による観測データ」の「南極オゾンホールの面積」を選択する。

→表1 オゾンホールの面積の年最大値(単位 万km²)、

表2 最低オゾン全量(単位 m atm-m)のデータをコピーし、表計算ソフトに貼り付ける。

年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
面積	110	330	310	1080	1220	1460	1880	1440	2240	1370	2170	2100	2250	2490	2570	2510	2280
年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
面積	2670	2500	2780	2560	2960	2630	2170	2830	2270	2670	2930	2490	2650	2400	2190	2550	2080
年	2013	2014															
面積	2340	2340															

気象庁HPより

※ データを使いやすい書式にする。なお、そのままデータを貼り付ける場合、数値が文字扱いになっている事があるので気をつける。

実習方法

1 オゾンホール面積の年最大値のデータを利用し、経年変化のグラフを作成させる。

※ 表計算ソフトを利用してグラフ化しても良いが、方眼紙や作図して作ったグラフ用紙に手書きで描かせても良い。データ数があまり多くないので、手書きさせた方が変化の様子を理解しやすい。

(約15分)

2 南極上空の最低オゾン量のデータを用いて、経年変化のグラフを作成させる。

※ これも手書きで良い。

※ 単位の m atm-cm というのは、ドブソン単位(ドブソンユニットDU)ともいい、上空にあるオゾンの全量を 0°C 、 1 atm の地上に集めたときの厚さで示したものである。 300 m atm-cm で 3mm の厚さになる。

(約15分)

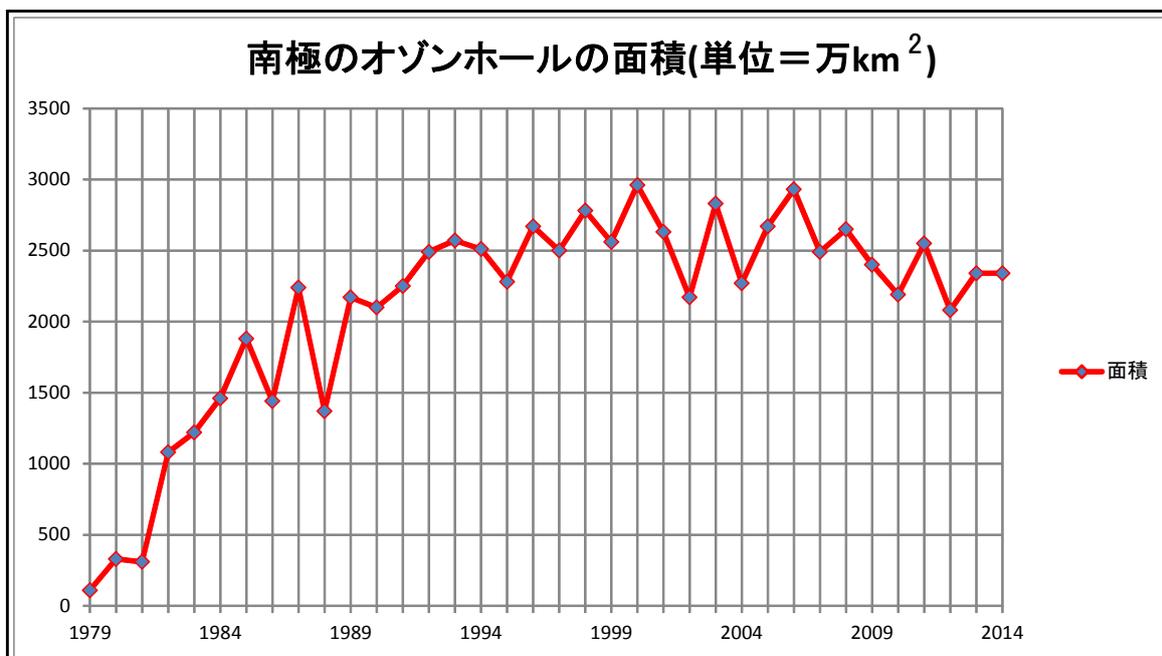
3 作成したグラフをもとに、オゾンホールはいつ頃から急に発達するようになったのか、いつ頃から拡大が治まってきたのかを読み取らせる。グラフが、今後どのように変化していくかを考察させる。

教科書、資料集や気象庁HPの大気中のフロン類濃度の経年変化を見せて、オゾンホールやオゾンの破壊との関連について考えさせる。

(約20分)

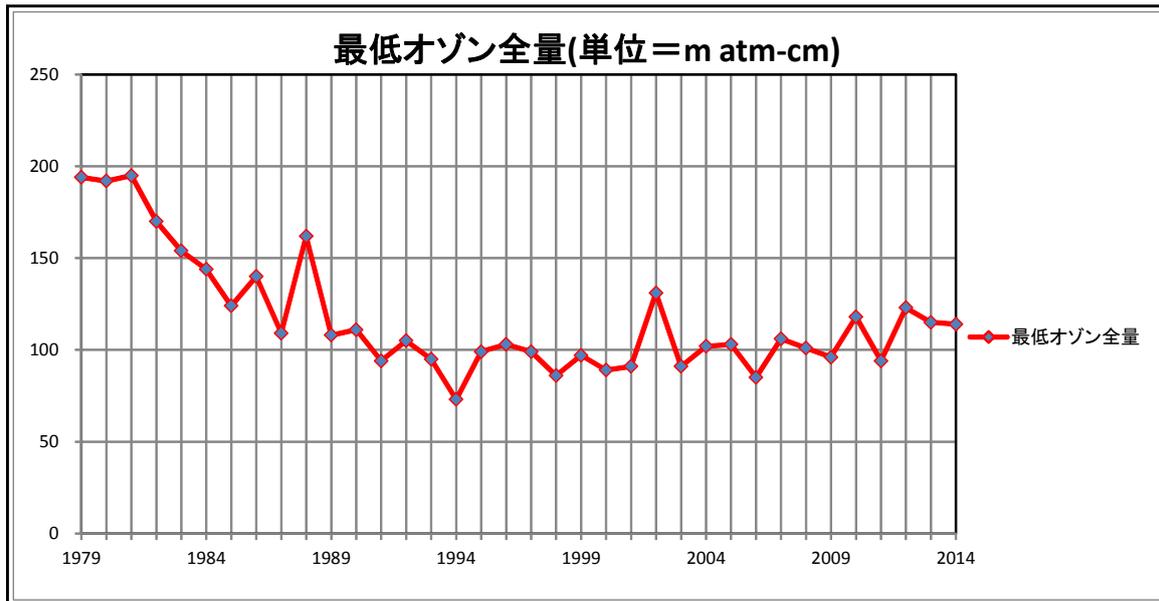
結果 (グラフ化の例)

◎ オゾンホール面積の年最大値の経年変化



※ 表計算ソフトでの作図例を示している。

◎ 南極上空の最低オゾン量の経年変化



※ 表計算ソフトでの作図例を示している。

まとめ・考察

- ① オゾンホールを経年変化について理解できた。
- ② 現在もオゾンホールは形成され続けていることを理解した。
- ③ 特定フロンが全廃されても、なぜオゾンホールが形成されるのかについて考察できた。

後かたづけ

- ・ 作図等で貸した物品は指示した場所へ返却させる。
- ・ コンピュータを使用した場合は、操作方法にそって終了させる。
- ・ グラフのプリントアウト等は指示に従って行わせる。

失敗例

- ・ 経年変化の傾向がわからない。
→ 縦軸や横軸の間隔を指示する。間隔を狭くしすぎるとグラフが描きづらく、傾向もつかみにくい。広すぎても傾向がつかみにくい。
- ・ フロンの増減とオゾンホールの変化の関連性がわからない。
→ フロンがオゾン分解すること、大気中でも安定であり長期間にわたって存在し続けること等を示し、オゾンホールの変化との関連を考察させると良い。

別法ほか

- ・ 別法は特にないが、時間短縮法としてはオゾンホールの面積のみをグラフ化させる、表計算ソフトを利用してグラフ化させるなどが考えられる。
- ・ 近年、オゾンホールについて報道されることが少なくなっているように感じられるが、今でも毎年南極上空に形成されている。特定オゾンの全廃や代替フロンの削減などの対処が行われてはいるが 1980 年以前の状態に戻るにはまだ数十年はかかると考えられている。
- ・ 紫外線を遮るオゾン層の破壊について、原因や将来について考察させたい。

【卷末資料】

天体写真の撮影法

◎ 天体写真といえば、暗い夜に星を撮影するのであるから、非常に難しいものである、という認識が強い。

しかし、最近のデジタルカメラは非常に性能が上がっており、ちょっとしたコツで簡単に天体写真も撮影できるようになってきている。ただし、使用するカメラの性能には、次にあげるような条件は必要になってくる。

- 1 最低15秒以上の長時間露光ができること。
- 2 明るいレンズがついていること（Fの値が小さいほど多くの光を集められる）。Fは2.8以下であることが望ましい。
- 3 マニュアル撮影ができること（星空撮影モードなどはあまり良くない）。
- 4 リモコンケーブルなど使えること。2sのセルフタイマーで代用可。
などである。

この条件からわかるように、一眼レフカメラであれば、ほとんど問題なく撮影できる。コンパクト型のカメラでも、性能の良いものであれば、撮影可能であることがわかるであろう。また、月や一部の惑星などは、望遠鏡があれば、一般のデジタルカメラや携帯電話のカメラでも撮影可能である。

教科書のすばらしい写真を見せるのも良いが、教師が撮影したり、生徒自らが撮影した天体写真を用いれば、より興味や関心が強くなると考えられる。

◎ 天体写真の撮影法

1 固定撮影…カメラを固定して撮影する方法。

(1) カメラを三脚に固定し、撮影したい方向へ向ける。

(2) ISO感度はできるだけ高い方が
良いが、極端に高くする必要はない。
(ISO800～3200程度で良い。)

(3) できるだけ絞りを開いた(fを小さくした)状態で、露光時間を15秒～60秒に設定する。あまり露光時間を長くすると、写真が真っ白になったり、日周運動によって星が伸びて写る。
(望遠側にするほど伸びやすい)



OLYMPUS XZ-1 28mm f1.8 60s ISO2000
(35mm換算)

(4) あまりズームを望遠側にせず(どう

しても暗くなる)、リモートケーブルやセルフタイマー(2秒)を利用してシャッターを切る(ブレの防止のため)。

※ 日周運動を撮影したい場合は、長く(数分～数10分)露光するより、15秒～60秒の写真をコンポジット^{注1}した方が良い。(比較明コンポジットという)。

注1 コンポジット…何枚もの写真を合成すること。フリーソフトでも良いものがたくさんあるので、PCにインストールして使うと良い。デジタルカメラの中にはカメラ内にその機能を持っているものもある。

2 ガイド撮影(追尾撮影)…日周運動を追いかけて撮影する方法。赤道儀が必要。

星雲・星団や彗星などを望遠で撮影する場合や、暗い星まで写したい場合に行う。【ラブジョイ彗星】

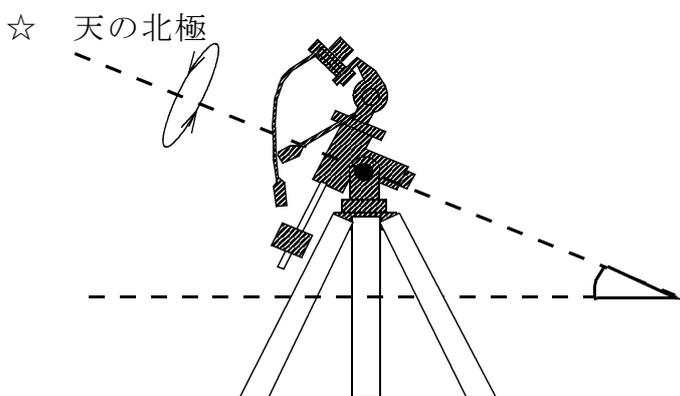
- (1) 赤道儀の極軸を天の北極へ向ける。
北極星は厳密には天の北極からずれている。
- (2) 明るい星にガイド鏡を向け、赤緯微動を回して、日周運動を追いかける。
自動ガイドを利用できる場合はそれを利用する。
- (3) カメラを撮影したい対象へ向けて、赤道儀上で固定する。



- (4) 露光時間は空の状態や設定感度などに PENTAX k-m 135mm f2.8 60s ISO1600 によって変わるが、あまり長くしない方が良い結果が得られる(長くても数分以内)。シャッターを切る場合は、やはりリモートケーブルやセルフタイマーを利用して、ブレに気をつける。

※ 月や一部の惑星など明るい対象の場合、ガイドしなくても良い場合がある。望遠撮影や次のコリメート撮影でも固定撮影と同じにすれば良い。

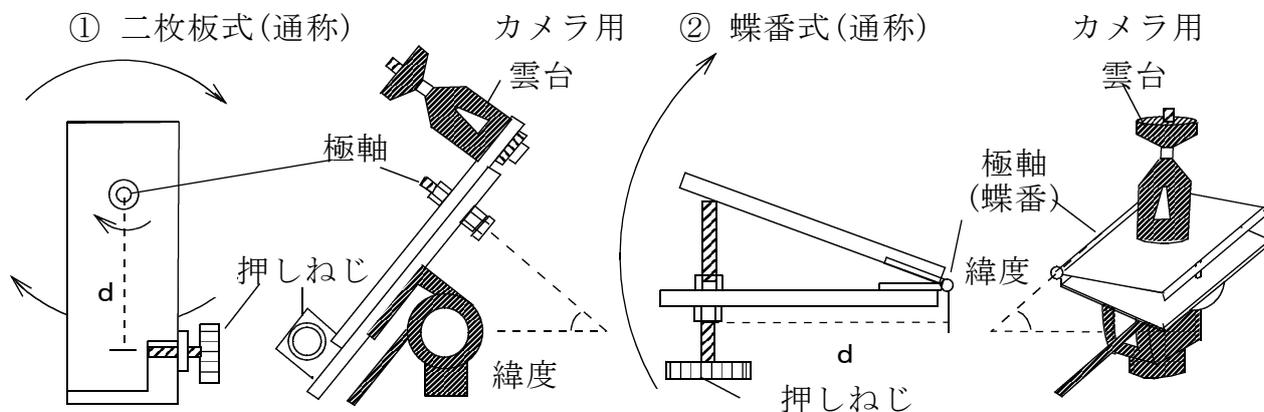
※ 赤道儀の原理



天の北極に向けた極軸を回転させて日周運動を追いかける。

天体望遠鏡用の赤道儀でも良いが、大きく重いため、最近ではより小型で軽いポータブル赤道儀が用いられることが多い。ポータブル赤道儀は市販のものもあるが、Web上などで自作例も多く紹介されているので、参考に自作しても良い。

※ 自作例



※ いずれの形式でも、極軸から押しねじまでの距離 d を計算し、1時間で 15° ずつ回転させるようにする。(1分間でねじ1回転…など 次ページ参照)

【参考】

1時間に 15° ということは、1分間に 0.25° だけ極軸を回せば良いことになる。つまり、 $\tan 0.25^\circ = \text{押しねじのピッチ} \div d$ となり、 d の長さが決まる。例えばM6(太さ6mm)のねじの場合、ピッチは1mmなので、1分間にねじを1回転させて追尾する場合、 $d \div 229.2\text{mm}$ となる。

ねじの太さとdの長さ(mm)

規格	太さ mm	ピッチ mm	d	
			1分間でねじを 1回転させる場合	2分間でねじを 1回転させる場合
M4	4	0.7	160.4mm	80.2mm
M5	5	0.75	171.9mm	85.9mm
M6	6	1.0	229.2mm	114.6mm
M8	8	1.25	286.5mm	143.2mm
M10	10	1.5	343.8mm	171.9mm

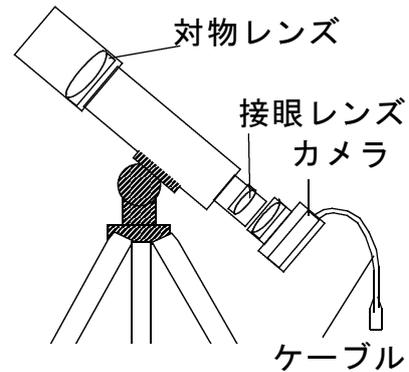


自作ポータブル赤道儀の例
(蝶番式)

3 超望遠撮影…望遠鏡を使用して撮影する方法。

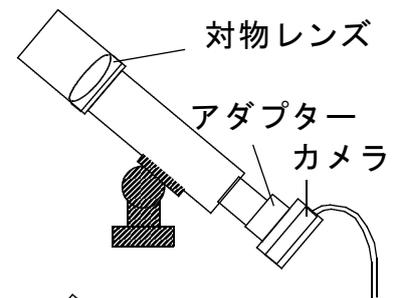
・コリメート撮影…カメラで望遠鏡をのぞくようにして撮影する方法。

- (1) 非常にぶれやすく、手持ちでの撮影は困難である。市販のアダプターもあるが、自分のデジカメにあったものを自作しても良い。
- (2) 強拡大することになるので、シャッター時には細心の注意を払い、ケーブルやセルフタイマーを使用して切ることが重要である。
- (3) どうしても像が暗くなりやすいので、月や惑星など明るい対象に使うと良い。



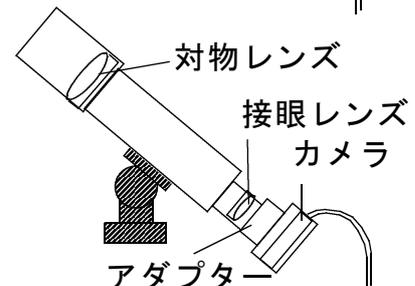
・直接撮影…望遠鏡をカメラのレンズとして使用する撮影方法。望遠レンズも同様。

- (1) 望遠鏡に専用のカメラアダプターを使用してカメラを接続して撮影する。テレコンバーターの使用も可である。
- (2) レンズ交換可能な一眼レフタイプのカメらはこの撮影法が使える。望遠鏡の焦点距離で拡大率が決まる。
- (3) ぶれやすいので、セルフタイマーやケーブルは必須である。



・拡大撮影…望遠鏡の接眼レンズ(アイピース)を使用して行う撮影方法。

- (1) やはり専用のカメラアダプターが必要。
- (2) 拡大率は望遠鏡の焦点距離と接眼レンズの焦点距離によって決まる。



◎ 天体写真の作例



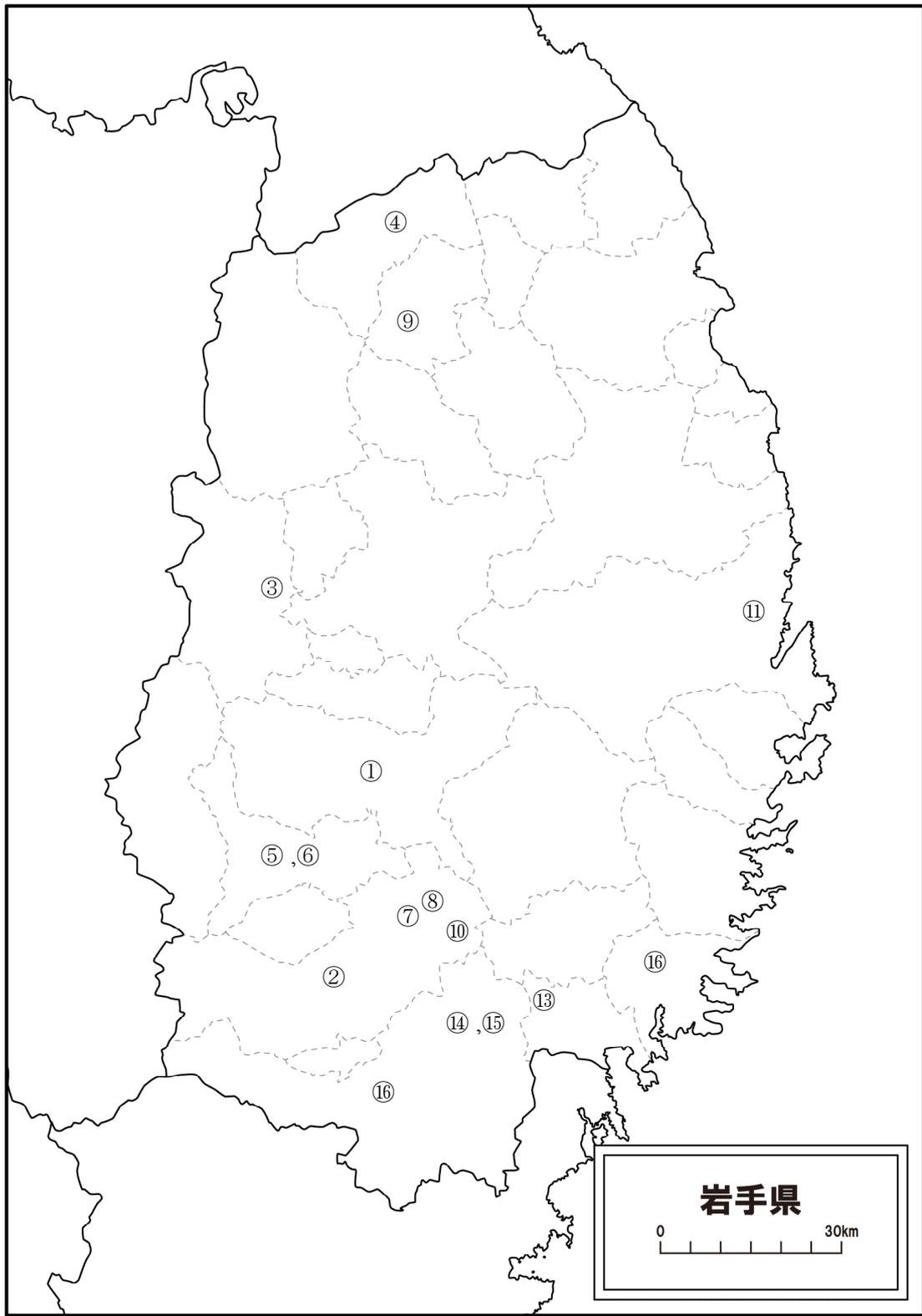
わし座～いて座
(固定撮影)
2014 5. 31
OLYMPUS XZ-1
28mm f1. 8 60s ISO2000

カシオペア座
(ガイド撮影)
2014 5. 31
OLYMPUS XZ-1
28mm f1. 8 60s ISO2000



皆既月食
(コンポジット)
2014 10. 08
CANON EOS kiss Digitaln
1000mmf13. 3(直接撮影)
1/250s ISO400
～ 4s ISO1600

岩手県化石マップ(参考)



◎ 岩手県は、古い時代から新しい時代までの多くの地層が存在し、数多くの化石が発見されている、全国でも非常に珍しい地域である。ここにあげた場所のごく一部のものであり、この他にもたくさんの化石産地が存在し、貴重な化石も発見されている。地域の多くの化石産地を調べ、この図を補完して行きたいと考えている。

宇宙の構成

惑星としての地球

活動する地球

移り変わる地球

大気と海洋

地球の環境

巻末資料

露頭・化石例

① イギリス海岸の泥岩



バタグルミ (総合教育センター蔵)

② 衣川町六道 衣川地史ロード



サメの歯化石の露頭



貝化石



象の足跡のマーク

◎ 花巻市小舟渡の北上川河床，宮沢賢治が名付けたイギリス海岸では，バタグルミの化石や，象の足跡などが発見されている。濁水期以外は河床は露出せず，また，保護されているため現在は化石採取はできない。

◎ 衣川町六道の衣川地史ロードでは，看板や露頭がはっきりと示されており，露頭観察や化石の観察がしやすい。

③ 雫石町柵沢川



植物の葉

④ 二戸市仁佐平，金田一



金田一の化石産地



アツガキ

⑤ 北上市和賀町綱取



魚と木の葉

- ◎ 雫石町鶯宿の鶯宿川ではラミナの発達した泥岩より，多くの植物化石を採取することができる。露頭より河原の転石の方が化石を探しやすい。
- ◎ 二戸市の福岡から金田一付近では，植物化石や貝化石を多産する。アツガキは現生のカキよりも厚く大きな殻をもち，金田一付近でよく発見される。
- ◎ 北上市和賀町の綱取付近では凝灰岩質砂岩から多くの植物や魚類の化石が見つかる。

宇宙の構成

惑星としての地球

活動する地球

移り変わる地球

大気と海洋

地球の環境

巻末資料

⑥ 北上市和賀町菱内



木の葉化石



魚鱗・植物化石

⑦ 奥州市江刺区雲南田



貝化石

◎ 北上市和賀町菱内の露頭からは、魚類やそのウロコ、植物など多くの化石が産出する。綱取の露頭と同様に岩石がもろい場合が多いので採取や保存には気をつける。

◎ 奥州市江刺区雲南田の人首川の砂岩からなる河床・露頭からは多くの貝化石や植物化石が見つかる。増水している場合には危険なので、湧水期に観察すると良い。

⑧ 奥州市江刺区前田町



メタセコイア(植物)化石

◎ 江刺区前田町の人首川の岸壁からは、植物(メタセコイア)の葉の化石が産出する。メタセコイアは新第三紀を代表する植物である。

⑨ 奥州市水沢区黒石



貝化石, 植物化石

⑩ 一戸町根反 珪化木



旧根反小学校 校門

◎ 根反の珪化木は国の天然記念物に指定されており、付近からも産出する。
※ 旧根反小の校門も、珪化木を使用している。

⑪ 奥州市江刺区藤里 珪化木



◎ 藤里の珪化木は根反のものに次ぐ大きさ。地中部分が10mあると言われる。

⑫ 田野畑村島越ほか



三角貝(トリゴニア, 総合教育センター蔵)



カキ化石(野田村)

⑬ 陸前高田市雪沢など



松葉石(紡錘虫)

◎ 松葉石はフズリナの仲間であり、南部北上帯によく産する。細長い形から、松葉石と呼ばれている。

⑭ 一関市東山町幽玄洞など



- ◎ 三陸海岸北部では、中生代の化石が多産する。日本で最初に恐竜(モシリユウ)が、発見されたのも、岩泉町の沿岸部の茂師地区であった。
- ◎ 南部の北上山地から沿岸部にかけては、古生代の地層が発達し、多くの化石を産する露頭を観察できる場所が多い。



腕足類



ウミユリ

⑮ 一関市東山町唐梅館など



腕足類(レプトダス)



ウミユリ類

宇宙の構成

惑星としての地球

活動する地球

移り変わる地球

大気と海洋

地球の環境

巻末資料

⑩ 大船渡市樋口沢，坂本沢，鬼丸など



腕足類（坂本沢）



四方サンゴ（鬼丸）

⑪ 住田町上有住 滝観洞



四方サンゴ



ウミユリ

◎ 大船渡市の樋口沢は日本で最初にシルル紀の地層が発見された場所である。樋口沢だけではなく、周辺の地域にも古生代の地層が分布し、数多くの化石が発見されている。

◎ 住田町の滝観洞周辺の石灰岩からも多くの古生代の化石が見つかる。

宇宙の膨張を考える

◎ 宇宙はビッグバン以降、膨張を続けているとするビッグバン宇宙論は、遠い天体ほど速い速度で遠ざかっているという事実から考えられた。この理論はわずかな訂正や説明の改良を経ながら現在の宇宙論の主体となっている。



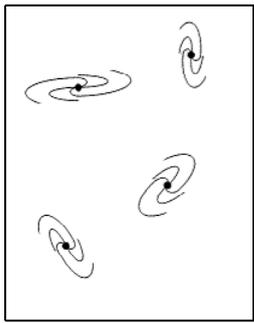
M31 国立天文台HPより

宇宙の膨張についてモデルを使った実習を行って、現在も宇宙が膨張を続けていることを実感しよう。

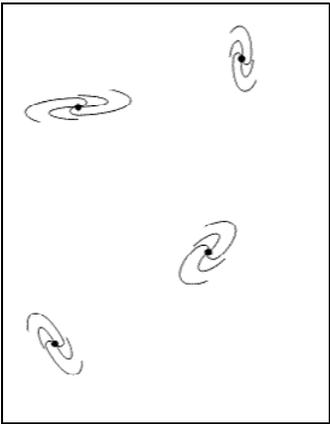
宇宙が大爆発によって生じたのであれば、その中心はどこだったのかとか、ビッグバン以前の状態はどうだったのかなど、謎はつきない。

☆ 実習準備など

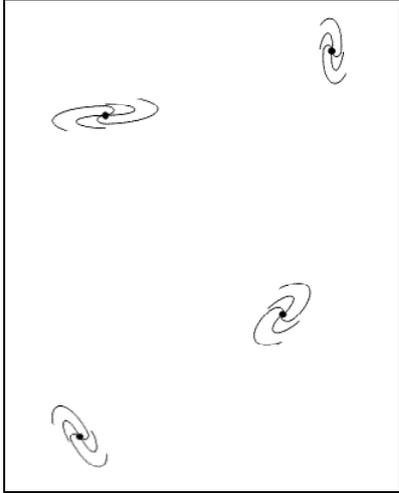
◎ 材料…ゴム風船，油性マジックペン，トレーシングペーパー
架空の銀河の位置を示した図(このプリント)など



【過去】



【現在】



【未来】

☆ 実習方法

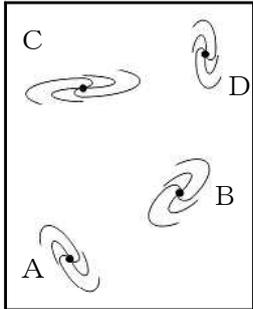
◎ 作図による宇宙の膨張の実習

1 上記の架空の銀河の位置を設定するためA, B, ...を書き加える。

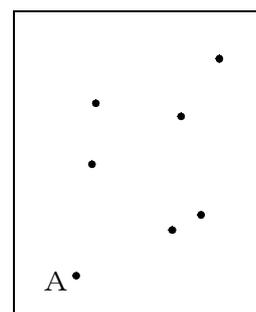
【過去】の模式図の銀河の位置をトレーシングペーパーで写し取る。

※ トレーシングペーパーのどのあたりに書けば良いか考える。

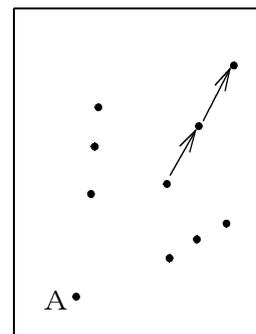
位置は中心だけで良い。「・」で表す。



- 2 【現在】の模式図に1のトレーシングペーパーを重ね、Aの銀河を重ねる。
移動したB～Dの銀河の位置を写し取る。
※ ペーパーの角度を変えないように平行に移動する。



- 3 【未来】の模式図にトレーシングペーパーを重ね、2と同様に銀河の位置を写し取る。
銀河の移動を矢印で示し、遠い銀河ほど遠ざかる速さ
が大きいことを確認する。
※ 矢印の長さを速さと考える。



- 4 Aの代わりに銀河BやCを固定したとき、他の銀河の
移動を考える。それぞれが、その銀河から見たときの他
の銀河の移動の様子になる。
※ 移動の方向を考えてトレーシングペーパーの位置を
決める。
はじめの場所が悪いと、図がペーパーからはみ出
してしまうので注意する。

◎膨らませたゴム風船による宇宙の膨張のモデル実験

- 1 ゴム風船の表面に油性マジックで架空の銀河の位置
を何個か書く。
※ 銀河の位置は任意で良い。位置を示すだけなので、
●などで表現して良い。
銀河間の距離を測っておく。



- 2 ゴム風船を膨らませて、それぞれの銀河の位置関係
がどのように変わったかを確認する。
(銀河間の距離を測る。)



☆ 考 察

- 1 銀河と銀河の間の距離はどのように変化しているか。
- 2 距離の近い銀河と、遠い銀河の遠ざかる速さの違いはどうか。
- 3 1, 2で考えたことは、どのようなことを意味しているか。

天体望遠鏡の使い方・太陽面の観察

◎ 太陽面に見られる黒点などの現象は知識や映像としては知っていても、実際に見ることは少ない。

天体望遠鏡も学校にはあるが、使い方がわからない場合もある。天体望遠鏡の基本的な構造は何百年も変わっていないので、レンズがカビていたりしなければ、古くても使えるものが多い。

もっとも身近な恒星である太陽の表面を観察して、その特徴を捉えるとともに、天体望遠鏡の基本的な使い方を憶えておこう。



☆ 実習準備など

◎ 器具…天体望遠鏡，太陽投影版(遮光板)，記録用紙，時計 筆記用具，クリップなど



鏡筒キャップで口径を絞る

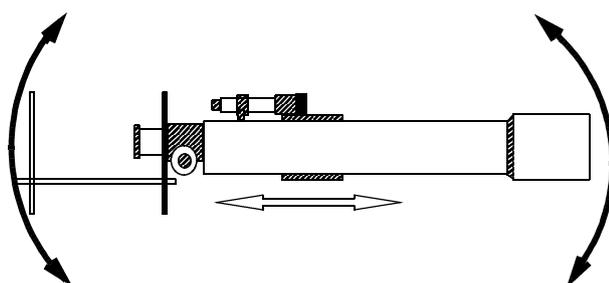


ファインダーはふたをする

☆ 実験方法

☆ 望遠鏡の準備（赤道儀の場合）

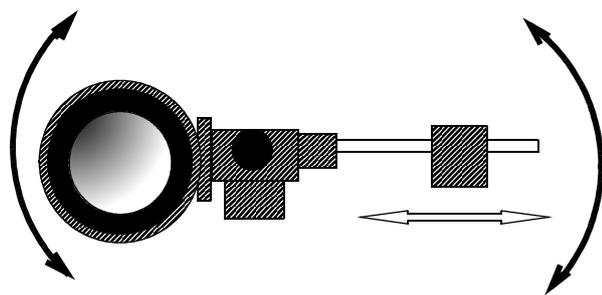
1



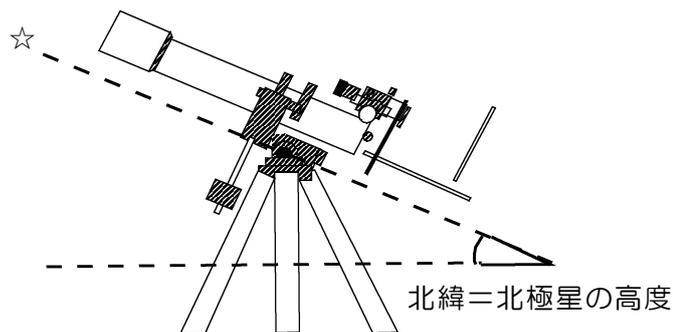
◎ 鏡筒のクランプを緩め、鏡筒を前後させて、前後のバランスをとる。（太陽投影版をセットした状態で行う。）

年 組 番 氏名

2



3



◎ バランスウェイト(重り)のクランプを緩めて上下させ、赤経方向のバランスをとる。

※ これらのバランスが悪いと観測中に望遠鏡が回ったり、動いて危険である。微動などの動きも悪くなる。

◎ 極軸を北に向け、北緯の角度に傾ける。(岩手県の場合、約 $39^\circ \sim 40^\circ$)

極軸を地軸に平行にすることにより、赤経微動のハンドルを回せば太陽を追尾できるようになる。

☆ 太陽面の観察

4 望遠鏡を太陽に向ける。



危険なのでファインダーは使わない。(ふたをしておく。)

鏡筒の影が最も小さくなった場合に太陽の方向を向いている。

※ 赤緯軸、赤経軸の回転で望遠鏡を太陽の方向へ向ける。極軸は動かさない。

5 太陽の像がはっきりするようにピントを合わせる。太陽像が適当な大きさになるように投影板を前後させる。



太陽像は接眼レンズに近いほど小さく、離れるほど大きくなる。

※ 絶対に直接のぞかないこと。

記録(スケッチ)用紙を投影板にクリップなどでとめ、用紙の円と太陽像を同じ大きさにして黒点の位置などを写し取ると、簡単である。



☆ 考 察

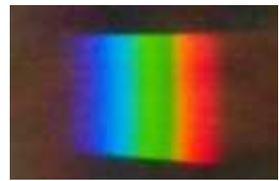
1 黒点のスケッチから、気付いたことを書いてみなさい。

2 微動を動かさないと太陽像はすぐにずれる。なぜか。

簡易分光器の作製

～簡易分光器を作ってスペクトルを観察しよう～

◎ 身の回りの光の多くは、たくさんの色によってできている。例えば太陽の光は虹の七色からできていることは中学校までに学んでいる。



では、白く見える光や赤く見える光があるが、これらは全て同じなのだろうか。

CD-RやDVD-Rを用いて簡易分光器を作成することによって、色々な光のスペクトルを観察してみよう。

太陽のスペクトル

☆ 実験器具など

- ◎ 材料…不要なCD(CD-R)やDVD(DVD-R)
牛乳パック(1000ml)または工作用紙

- ◎ 器具…カッター, 色鉛筆, ビニールテープ(黒)

(参考)直視分光器
ガラスプリズム
ナトリウムランプ等の光源

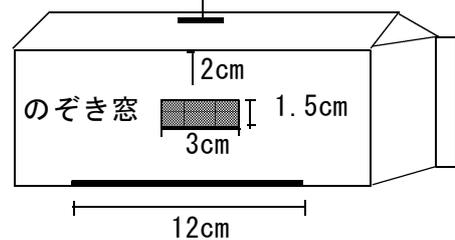


☆ 実験方法

- 1 空き牛乳パック(1000mlが良い)に右図のように穴を開ける。

- ※ カッター等で切るようにする。刃こぼれしているとうまく切れないので注意する。
- ※ スリットの部分は大きめに切る。

スリット(1cm×0.5cm)程度



- 2 スリットの部分を1mm程度の間隙になるように黒いビニールテープを貼る。

- ※ スリットの幅はあまり神経質になる必要はない。ただし、テープはおおむね平行になるように貼る。



- 3 CDやDVDの反射面を上に向けて、下の穴に差し込む。

スリットから光を入れるようにして、のぞき穴からCDやDVDの表面を見るとスペクトルが見える。

4

① 蛍光灯(室内灯)光のスペクトルを観察する。

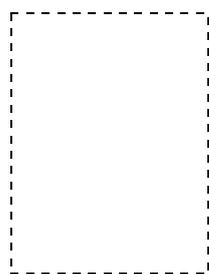
② 太陽光のスペクトルを観察する。



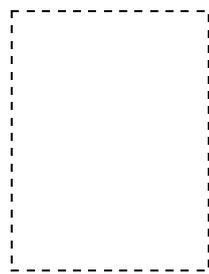
※ 目を痛める可能性があるため、太陽の光は直接取り入れないようにする。空や雲の明るさで十分である。



スペクトルのスケッチ



蛍光灯



太陽光

◎ 観察して気付いたこと

.....

.....

.....

.....

.....

5

ナトリウムランプや水銀灯、赤色発光ダイオードなどの他の光源についても観察し、そのスペクトルの特徴を観察する。
その違いを考察する。

☆ 考 察

1

蛍光灯と太陽光のスペクトルの違いはなにか。それぞれの特徴を考えよ。

蛍光灯.....

太陽光.....

色の順番はどうか.....

2

他の種類の光の観察で分かったことを書きなさい。

.....

.....

.....

.....

火星の軌道と順行・逆行～火星の軌道と運行を確かめよう～

◎ 火星は約2年2ヶ月毎に地球に接近する。ただ、その接近には大接近と小接近があり、2014年の接近は小接近だった。大接近でも小接近でも地球から見た火星の位置はほぼ「衝」である。なぜこのような差が生じるのか。その理由を実際の火星のデータを用いて軌道を描いて考えてみよう。また、火星の軌道が地球の軌道とどれだけ違っているのか、接近時(衝)前後に見られる逆行現象とはどんなものかを理解しよう。

☆ 実習準備など

◎ 器具 分度器(全周分度器がよい)、定規、火星のデータ、作図用紙 ほか
 データ 天文年鑑(誠文堂新光社)や理科年表(丸善出版)など
 作図用紙 このプリント

☆ 実習方法

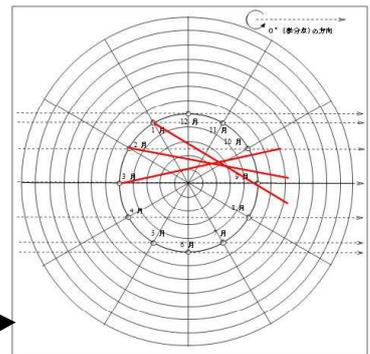
2013年	h	m	視赤経(°)	地球からの距離(AU)	mm	2014年	h	m	視赤経(°)	地球からの距離(AU)	mm
1月28日	21	54.4	329	2.29	36.6	1月23日	13	18.9	200	1.15	18.4
2月27日	23	23.3	351	2.35	37.6	2月22日	13	44.9	206	0.87	13.9
3月29日	0	48.5	12	2.4	38.4	3月24日	13	34.5	204	0.67	10.7
4月28日	2	13.6	33	2.44	39.0	4月23日	12	53.6	193	0.63	10.1
5月28日	3	42.4	56	2.47	39.5	5月23日	12	34.4	189	0.74	11.8
6月27日	5	10.6	78	2.46	39.4	6月22日	12	55	194	0.93	14.9
7月27日	6	39.5	100	2.41	38.6	7月22日	13	42.3	206	1.13	18.1
8月26日	8	4	121	2.32	37.1	8月21日	14	47.5	222	1.31	21.0
9月25日	9	21.6	140	2.17	34.7	9月20日	16	7.2	242	1.48	23.7
10月25日	10	32	158	1.97	31.5	10月20日	17	39.1	265	1.63	26.1
11月24日	11	35.8	174	1.73	27.7	11月19日	19	17.5	289	1.77	28.3
12月24日	12	32.6	188	1.44	23.0	12月19日	20	54.8	314	1.91	30.6

火星のデータ(2013～2014)

1 上記の火星のデータを用いて右ページの作図用紙に火星の軌道を描く。

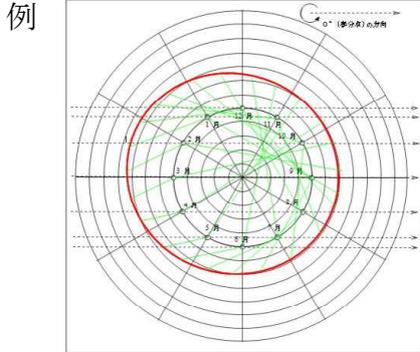
- ・ 視赤経は春分点の方向(右側)から、反時計回りに分度器を用いて正確に測り取る。
- ・ 線の長さは、地球からの距離(天文単位AU)を表すので、定規で正確に引くようにする。
- ・ 2年分の位置を作図用紙に正確に書き表す。

作図した例(2013年1～3月)

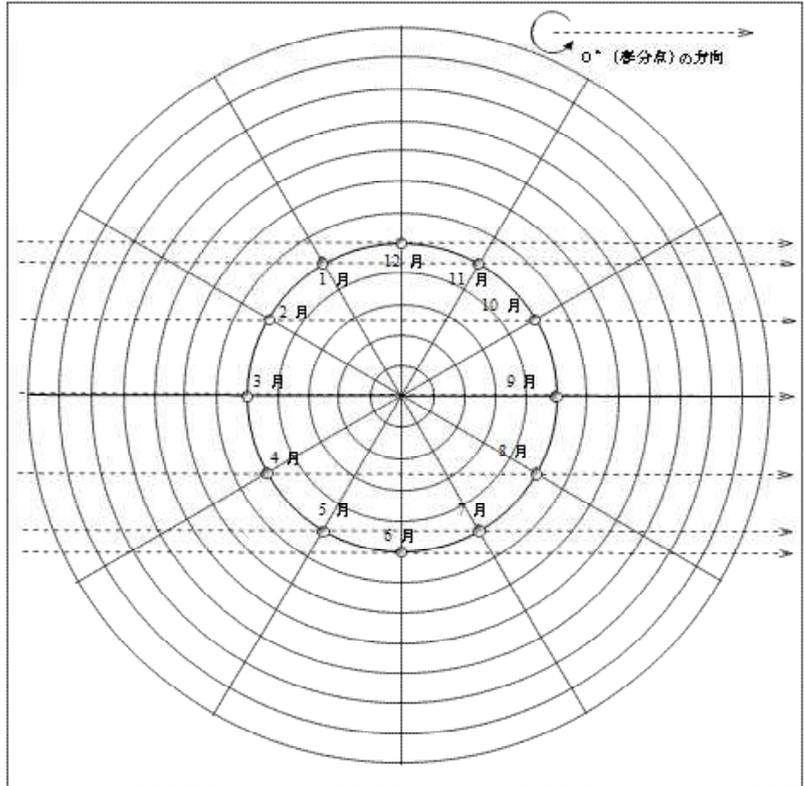


年 組 番 氏名

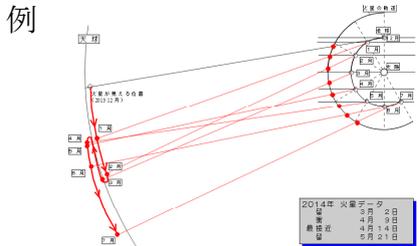
2 描いた線の先端をなめらかに結び、火星の軌道を完成させる。



※ なるべく正確に描くように心がける。少しずれることがあるが、全体をみてなめらかなるように軌道を描く。

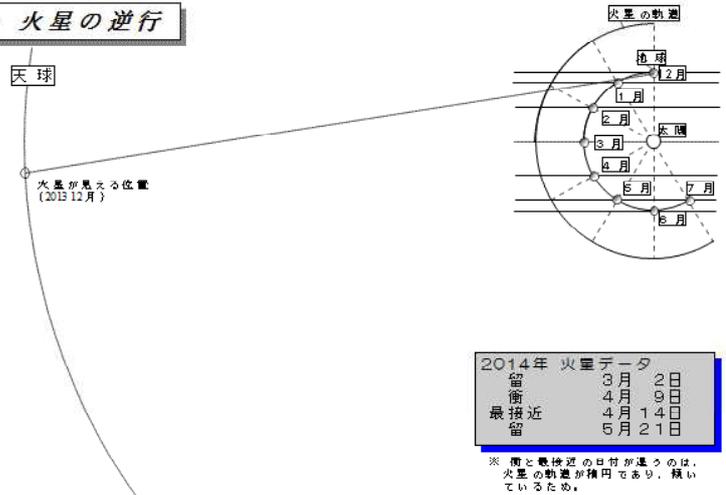


3 2014年1月～7月のデータを用いて火星の運行を描く。



※ 線を天球まで延ばす。そこが火星の見える場所になる。

☆ 火星の逆行



☆ 考 察

- 1 地球と火星の軌道の違いはどのようなところか。

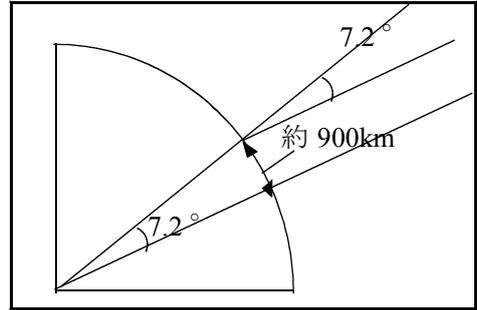
- 2 地球と火星がどのような位置関係になったときに逆行が起こるか。

- 3 地球にはなぜ海があり、生命が満ちあふれているか考えなさい。

地学基礎 実験・実習プリント

地球の大きさの測定 ～自分の足で地球の大きさを測ってみる～

◎ 紀元前220年頃、ギリシャのエラトステネスは2点間の距離と緯度の差から地球の大きさを求めた。実に2200年以上も前のことである。エラトステネスは、2点間の距離を商人や旅人の歩く日数から決め、緯度の差は夏至の日の太陽の南中高度から求めた。



現代の私たちも、2点間の距離と緯度の差から地球の大きさを測定してみよう。

※ エラトステネスの方法 $7.2 : 900 = 360 : \chi$ (χ = 地球の全周)
 $\therefore 7.2 \chi = 360 \times 900$
 $\chi = \frac{360 \times 900}{7.2} = \text{約} 45000 \text{ (km)}$

地球の全周を求めるために必要なのは、同一経度における
 の差と !
 これがわかれば、地球の全周を求めることができる。

☆ 実習方法

- 1 10 mの距離を自分で歩いて、その歩数を測定する。
 (歩くときは、自分の普段の歩幅で歩くことを気をつけること)
 3回ほど測り、その平均を求める。

1回目	2回目	3回目	平均
歩	歩	歩	歩

※ ぴったりした値でなくても良い

- 2 右のページの地点1から地点2の間を歩いて、その間の歩数を測定する。
 ※ 周囲の生徒に影響されないように、自分の歩幅で歩くこと
 3回ほど測り、その平均を求める。

1回目	2回目	3回目	平均
歩	歩	歩	歩

※ ぴったりした値でなくても良い

【角度の表し方】

この実習で出てくる角度は、一般に使われる度(°)だけではなく、分(')や秒(")もある。この単位は、時間と同様に60進法で表される。

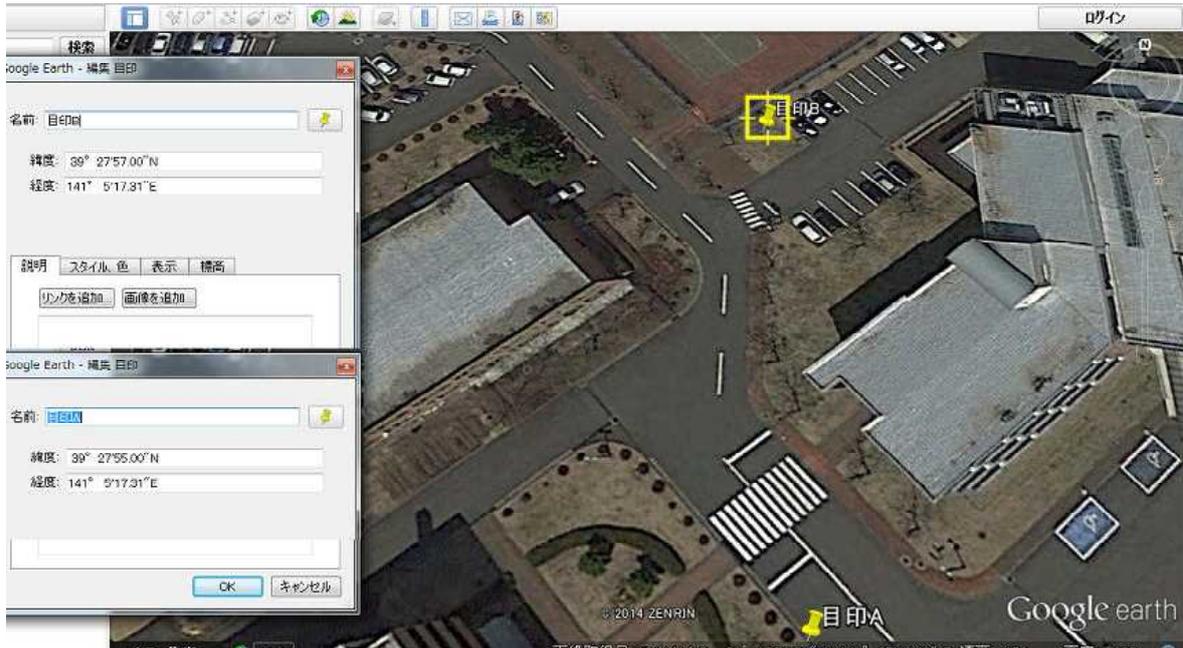
$1^\circ = 60' \text{ (分)}$ $1' = 60'' \text{ (秒)}$

参考 1時間 = 60分 1分 = 60秒



宇宙の構成
惑星としての地球
活動する地球
移り変わる地球
大気と海洋
地球の環境
巻末資料

※ 2 地点の位置



3 データをもとに、地球の大きさの測定をする。

10mの歩数 = 歩 地点 1 - 2 間の歩数 歩

∴ 1 - 2 間の距離は $10 : \text{} = x : \text{}$ $x = \text{} \text{ m}$
有効数字 3 桁

2 地点間の緯度差が 2" である場合、
 1 分 (1') = 60" なので 1 分の長さは m の 30 倍。
 ∴ 1' の長さは × 30 = m

1 度 (1°) = 60' なので、
 ∴ 1° の長さは × 60 = m = 約 km
整数で良い

地球 1 周は 360° なので、
 ∴ × 360 = km (有効数字 3 桁) … 求められた地球一周の長さ

☆ 考 察

- 1 あなたの求めた地球の全周はエラトステネスの値と比べてどうだったか。
- 2 誤差の原因となったと考えられることは何か。
- 3 地球の大きさを測る方法は他には考えられないか。

岩石の密度の測定～岩石の密度を測定し、地球内部を考えよう～

◎ 地表に見られる岩石には色々なものがあり、その色や重さは様々である。見かけよりも軽い岩石もあれば、小さくても重い岩石もある。

岩石の分類にはその色調や含まれる鉱物、組織などが重要であるが、密度の違いも岩石を分ける場合には重要な要素となる。

地表に見られる多くの岩石と地球の平均密度とを比較し、実際に見ることのできない地球内部はどのような物質からできているか考えよう



赤鉄鉱(和賀仙人鉱山)

☆ 実習準備など

- ◎ 材料…異なる種類の岩石数種
岩石名がわかり、組織や色が典型的な火成岩などが良い。
- ◎ 器具…メスシリンダー(500ml), たこ糸, 水, 電子天秤, 雑巾(ぬれた岩石やこぼれた水を拭く)など



岩石試料(例)

☆ 実習方法

- 1 岩石試料を肉眼で見て、色や組織について考える。
試料の岩石がどれに当てはまるかを考え、下表にまとめる。

試料名	色(白っぽい～黒っぽい)	組織	岩石名
岩石A			
岩石B			
岩石C			
岩石D			

- 2 岩石試料の質量を電子天秤に乗せて測る。
※ 小数点以下1桁程度まで読み取ること。



- 3 メスシリンダーに水を入れ、その体積を読み取る。
メニスカスに気をつけ、最小目盛りの1/10まで読み取るようにする。…(①)

- 4 たこ糸を結びつけた岩石試料をゆっくりとメスシリンダーの水中にいれ、再び体積を読み取る。…(②)
この体積から、岩石試料を入れる前の体積を引いて岩石試料の体積を求める。
…(②)-(①)



たこ糸はしっかり結ぶ。外れるとメスシリンダーを破損する可能性がある。

- 5 下表に測定結果を記入し、岩石試料の密度を求める。

試料名	岩石名	岩石の質量 (g)	岩石の体積 ②-① (cm ³)	岩石の密度 質量/体積 (g/cm ³)
岩石A				
岩石B				
岩石C				
岩石D				

☆ 考 察

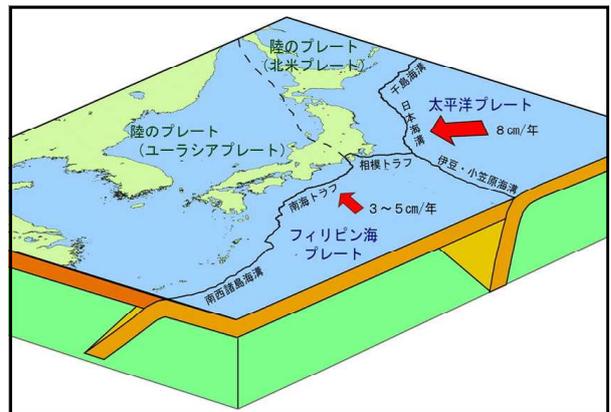
- 1 いろいろな岩石の密度を測定してみて、わかったことは何か。
.....
.....
- 2 地球の平均密度は約5.5g/cm³ である。測定した岩石の密度とくらべて、どのようなことがわかるか。
.....
.....
- 3 地下深くなるにつれて密度はどうなると考えられるか。
.....
.....
- 4 地球の中心にある核の密度や物質について考えてみなさい。
.....
.....

プレート運動のモデル実験 ~3種類のプレート境界を理解しよう

◎ 日本付近のプレート運動については、火山活動や地震と関連して学んでいる。このため収束境界(沈み込み帯)については理解がしやすい。

しかし、日本付近には見られない発散境界(海嶺、地溝帯)やすれ違う境界(トランスフォーム断層)についてはイメージしにくいことがある。

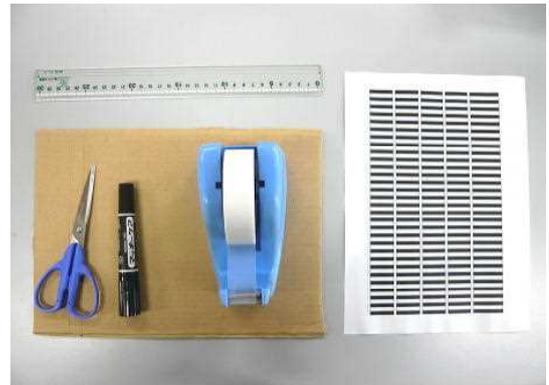
ここでは簡単なモデルを作成し、その動きを再現することで、それぞれのプレート境界の違いや生じる地殻変動などについて理解しよう。



日本付近のプレートとその運動(気象庁HPより)

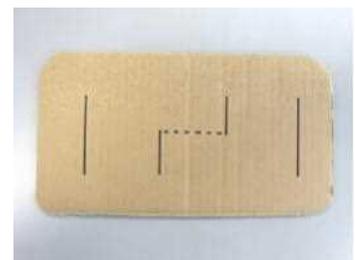
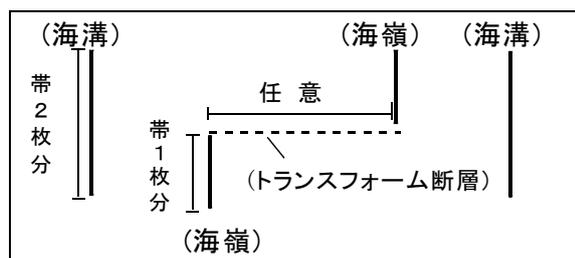
☆ 実習準備など

- ◎ 材料… 縞模様を印刷した紙、紙(ボール紙等)、地図など
- ◎ 器具… カッター、ハサミ、定規、セロハンテープ、マジックペンなど



☆ 実習方法

- 1 ハサミやカッターを使い、縞模様を描いた紙を带状に切り取る。带状になった紙を印刷面を内側にして一方の端をセロハンテープで貼り付ける。これを2組作る。
- 2 厚紙に下図のように作図をする。太線部分にカッターで切り込みを入れる。
※ 切り込みの幅は約1mm程度にする。



年 組 番 氏名

- 3 帯の貼り付けた部分を海嶺の部分に、もう一方の端を海溝の部分に入れる。
※ 海嶺の部分进行深入。

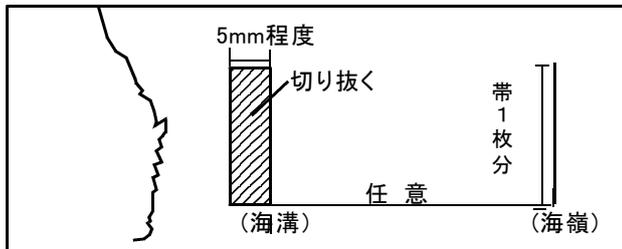


- 4 海溝部分から下に出た部分の紙を、2枚一緒に両側に引き、海嶺の部分、海溝の部分、トランスフォーム断層部分それぞれの動きを観察する。



◎ トランスフォーム断層ではプレート
どうしが

- 5 別の厚紙に下図のように作図し、カッターなどで切り込みを入れる。



- 6 海嶺部分から上に出した帯を海溝部分から下に入れ、それを引いてプレートの動きを確認する。
※ 海溝部分に紙をはり、プレートに引き込まれるようにする。プレート上の任意の場所に海山の印を付ける。



◎ 海溝ではプレートが沈み込むとき、陸側プレートとすれ、が発生する。

☆ 考 察

- 1 それぞれのプレート境界で発生する地震の震源の深さを考えなさい。

・海嶺

・海溝

・トランスフォーム断層

- 2 火山ができやすいのはどのプレート境界か。また、その特徴を考えなさい。

火山灰中の鉱物の観察 ～火山活動や当時の環境を考えよう～

◎ 火山灰は火山の噴火によって噴き上げられたマグマの破片が固まったものである。

火山灰には、鉱物の結晶，急に冷やされてできた火山ガラスなどが含まれており，火山灰が風で運ばれ，堆積したものが火山灰層である。火山灰を観察して，その中に含まれている造岩鉱物を確かめて火山灰堆積当時の火山活動や周辺の環境などについて考えてみよう。

奥州市水沢区羽田町に見られる火山灰層 ▶



☆ 実習準備など

◎ 材料…火山灰（地名）の露頭から採取したもの（1班あたり10g程度）。

◎ 器具…蒸発皿，実体顕微鏡，薬さじ，つまようじ，薬包紙，シャーレなど



☆ 実習方法

1 蒸発皿に火山灰を少量（10g程度）取り，水を加える。

※ 火山灰が多すぎると洗うのに時間がかかる。
少ないと観察できる鉱物が少なくなる。

2 親指で蒸発皿の内側にすりつけるようにして，粘土分を洗いとる。

水に浮く部分は粘土分なので捨てて良い。
濁った水を捨てて水を加える。
何度も繰り返す，水が濁らなくなるまで続ける。
（4～5回）

※ 濁り水は流しに流さず，バケツに捨てる。

3 粘土分がなくなり，水が濁らなくなったなら，水を捨てて乾かす。

※ アルミカップに移し，ホットプレートで乾かす。自分の班のものがわからなくなるように気をつける。

4 乾いた火山灰を薬包紙やシャーレに少量取り，実体顕微鏡のステージにのせて，元の火山灰に含まれている鉱物を観察する。



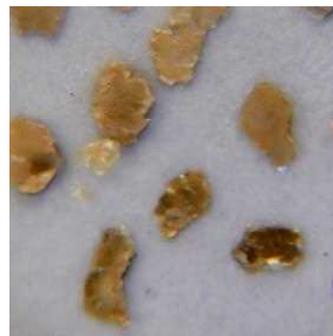
【造岩鉱物の例】



石 英



輝 石



黒 雲 母

☆ 結 果

◎ 観察結果を次の表にまとめよ。

造岩鉱物名	色	形など特徴	スケッチ

◎ 観察結果から考えると、この火山灰はどのようなマグマの活動で生成したか。

質マグマによる火山活動によって生成した。

☆ 考 察

1 この火山灰はどこ火山からの噴出物と考えられるか。

2 火山灰が噴出したときの火山活動の様子を推定しなさい。

3 火山灰が降り積もった地域の環境はどうなったと考えられるか。

火成岩の観察 ～火成岩を観察してその特徴をとらえよう～

◎ マグマが冷えてできた火成岩には、どのようなものがあるのか、どのような特徴を持つのかということを実物の岩石を観察して考えてみよう。

火山活動によってマグマが固結してできた岩石であるのに、なぜ花こう岩や玄武岩などの違う岩石ができるのか、その組織の特徴はどうかということを理解しよう。また、その岩石が生成したときの火山活動について考えてみよう。



花こう岩

☆ 実験器具など

- ◎ 材料…数種の火山岩，深成岩の試料，岩石プレパラート
- ◎ 器具…偏光顕微鏡，ルーペ色鉛筆，



☆ 実験方法

1 数種の火成岩試料をルーペや肉眼で観察し，斑状組織と等粒状組織に分類する。目で見て，大きな鉱物からなる場合は等粒状組織，鉱物が小さかったりはっきりと分からない場合は斑状組織として分ける。



斑状組織



等粒状組織

2 斑状組織，等粒状組織それぞれの岩石について，色調(黒っぽい～白っぽい)の順に並べる。



年 組 番 氏名

3 岩石の組織と色調をもとに次の表にまとめる。

岩石の組織		色 調		
		黒っぽい	中 間	白っぽい
斑状組織	番 号			
	岩石名			
等粒状組織	番 号			
	岩石名			

4 偏光顕微鏡を利用して岩石の薄片プレパラートを観察する。まず全体を観察し、鉱物どうしの接し方などを確認する。

鉱物どうしが大きく接している場合は等粒状組織、鉱物が小さく独立している場合は斑状組織として判断する。特徴的な部分をスケッチする。

岩石名

岩石名

岩石名

☆ 考 察

1 斑状組織と等粒状組織の特徴について、分かったことを書きなさい。

斑状組織

等粒状組織

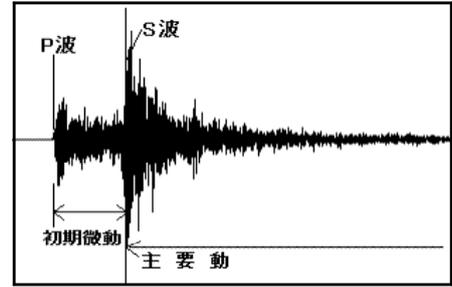
2 (番号)の火山岩が生成したときの火山活動はどうだったと考えられるか。

震源の決定 ~実際の地震のデータから震源を求めてみよう~

◎ 地震が発生すると、TVやラジオ、緊急地震速報などにより、各地の震度やマグニチュード、震源の位置などが発表される。

震央の位置や震源の深さなどはどのようにして決められるのだろうか。

岩手県付近で起こった実際の地震波形を調べ、初期微動継続時間(PS 時間)を求め、観測点から震源までの距離を求め、震央や震源の深さを求めてみよう。

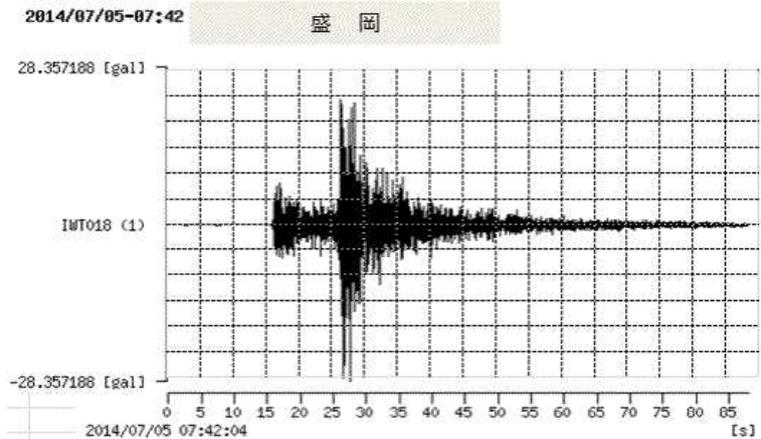


☆ 実習準備など

◎ 地震波形のデータ、白地図、グラフ用紙(このプリント) コンパス、定規、筆記用具など

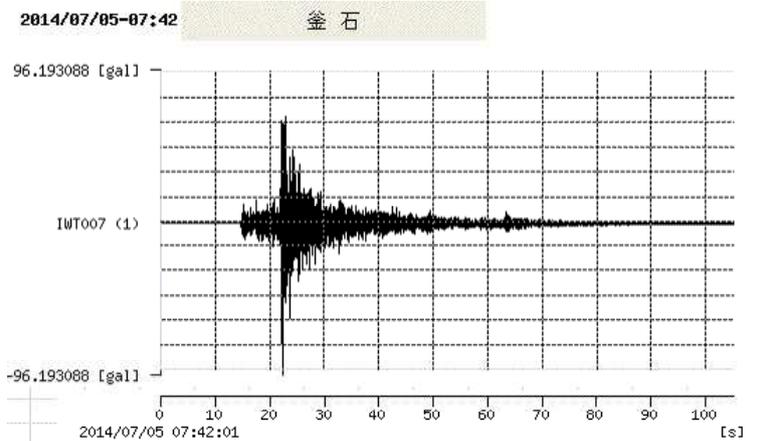
☆ 実習方法

1 次の2014年7月5日に起こった地震のデータから、初期微動継続時間(PS 時間 T)を読み取り、大森公式に代入して震源までの距離 d を求める。
 $d(\text{km}) = k T(\text{s})$ 岩手県内の大森定数 k は約8とする。



初期微動継続時間(PS 時間) T
 秒(s)

震源までの距離 d
 (km)



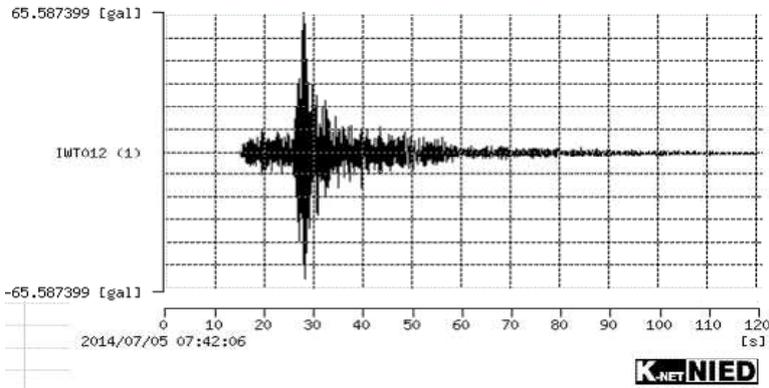
初期微動継続時間(PS 時間) T
 秒(s)

震源までの距離 d
 (km)

年 組 番 氏 名

2014/07/05-07:42

北 上



初期微動継続時間 (PS 時間) T

秒 (s)

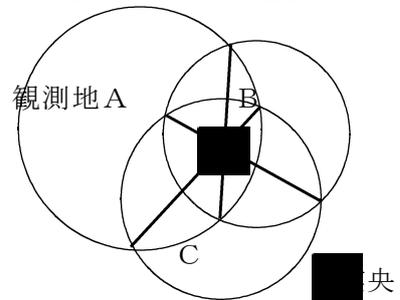
震源までの距離 d

(km)

2

観測点を中心にして、求めた震源までの距離が半径の円を白地図に描く。

距離は縮尺に合わせる。



上の図のように円の交点を結ぶ。共通弦の交点を求め、震央を決定する。

観測点から震央までの距離を求める。

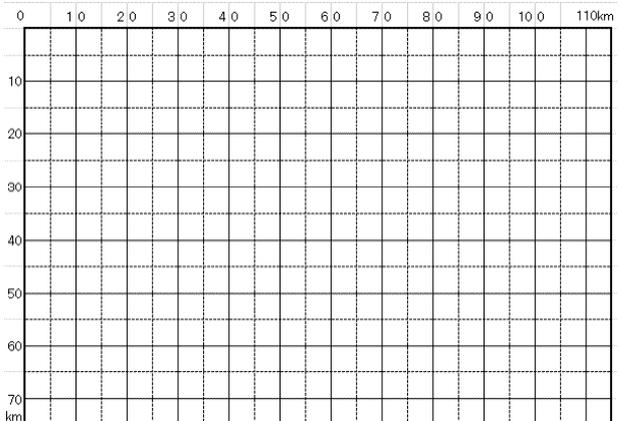
- 盛岡 () km
- 釜石 () km
- 北上 () km

3

観測点から震源までの距離を半径とした円を描き、震央距離の長さから真下に線を引く。震源までの距離の線と交わった点の深さを読み取り、震源の深さを求める。

☆ 考 察

◎ 次の () に適当な語句を入れよ。
『この地震の震源は()沿岸、深さは約()km、地震の規模を示すマグニチュードMは5.9でした。』



震源の深さを求める作図

断層モデルの作製と実習 ～モデルで断層の特徴をとらえよう～

◎ 断層が生じる場合の岩盤への力の加わり方は断層の種類によって異なる。

どのような力が加わったときどんな断層ができるのか、ということモデルを動かすことによって考えてみよう。

断層の種類と岩盤に加わる力の関係について理解し、断層が動くことによって生じる地震についても考察を深めよう。



断層(花巻市石鳥谷葛丸川)

☆ 実験器具など

- ◎ 器具…断層モデル
(材料) 板(6cm幅),
発泡スチロール(5cm角),
L字金具, 木ねじ
割りばし,
表面に貼るプリント

筆記用具 など



☆ 実験方法

- 1 岩盤のモデルになる発泡スチロールの中心に切った割りばしを差し込む。
二つの発泡スチロールとも同じように差し込む。

※ 突き出ない程度に深く差し込むと固定しやすい。

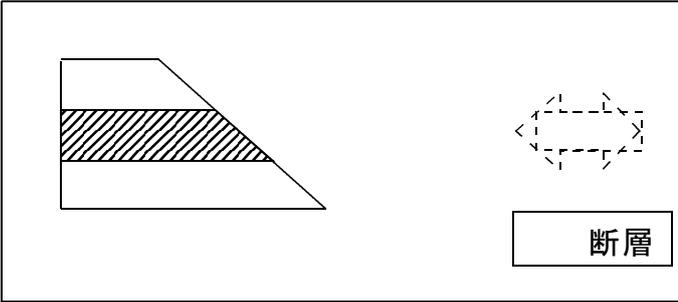
- 2 一方の発泡スチロール(右図の左側)の割りばしを穴に入れて固定する。板の面にくっつけるようにすると固定しやすい。
もう一方の発泡スチロールの割りばしは板の長い板に通す(固定しない)。

右図のような形になれば、準備完了である。
右側の発泡スチロールが自由に動かせることを確認する。

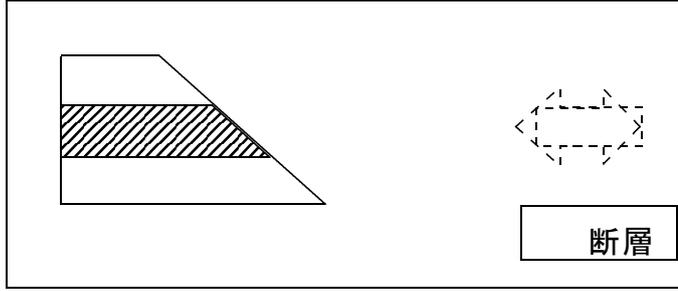


年 組 番 氏 名

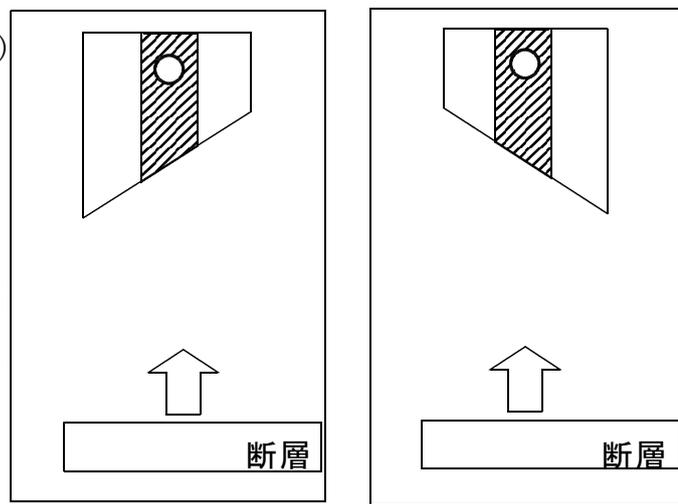
3 右側の発泡スチロールを引いた場合、どのような動きをするかを確認して模式図を描いてみる。
これは何という断層か。働いた力の向きも記入する(矢印を完成させる)。



4 右側の発泡スチロールをpushした場合、どのような動きをするかを確認して模式図を描いてみる。
これは何という断層か。働いた力の向きも記入する(矢印を完成させる)。



5 モデルを倒して(横にして)両方の発泡スチロールに1つずつ画鋸を刺す(人に見立てる)。
4と同じようにpushしたとき、手前から見て奥の岩盤の画鋸がどのように動くかを確認し、断層の種類を考える。
モデルを裏返して同様にpushし、奥の岩盤の画鋸の動きを見て、断層の種類を考える。



☆ 考 察

1 次の力が働いたときできる断層は正断層か逆断層か。
引く力(張力)
押す力(圧縮力)

2 横ずれ断層の種類を説明しなさい。
右横ずれ断層
左横ずれ断層

3 実際の断層では逆断層と右横ずれ断層など、縦横の変位が同時に起こる場合が多いのはなぜか。
.....
.....

堆積岩の観察と分類～堆積岩を観察し,成因や環境を考えよう～

- ◎ 堆積岩は地層を作っている岩石であり，砕せつ岩，火山砕せつ岩，生物岩，化学岩に分けられる。砕せつ岩は構成する粒子の大きさによって分類されるが，実際に観察して，その違いを理解しよう。
 また，堆積岩には化石が含まれることも多いが，その成因を火成岩や変成岩と比べることにより，なぜ堆積岩にだけ化石が含まれるのかを考えよう。



北上市和賀町 網取の露頭

☆ 実習準備など

- ◎ 材料…異なる種類の堆積岩数種。
 堆積岩の薄片プレパラート
- ◎ 器具…ルーペ，顕微鏡(偏光顕微鏡)，スケッチ用紙



岩石試料(例)

☆ 実習方法

- 1 堆積岩を肉眼やルーペで観察し，粒子の大きさや形に注目することによって，どの岩石に当てはまるかを考える。
 結果は下の表にまとめなさい。

試料名	粒子の大きさ	粒子の形・手触り	岩石名
堆積岩 A			
堆積岩 B			
堆積岩 C			
堆積岩 D			

- 2 化石の有無や種類，その他の特徴についてよく観察し，堆積当時の環境を推定する。
- 3 岩石の薄片プレパラートを観察し，スケッチをする。
 細かい特徴についてさらに考える。

年 組 番 氏 名

4 下の表に堆積岩の特徴をまとめる。

岩石名	粒子の特徴	化石の有無・種類	その他の特徴	堆積環境の推定

【参考・主な堆積岩の特徴】

種 類	堆積岩	粒子の特徴
砕せつ岩	泥 岩 砂 岩 れき岩	砕せつ物 { 粒径 1/16mm 以下 粒径 1/16 ~ 2mm 粒径 2mm 以上
火山砕せつ岩	凝灰岩 凝灰角礫岩	火山灰の集積 火山灰と火山礫
生物岩	石灰岩 チャート	サンゴ, 貝殻, フズリナなど 放散虫, 珪藻など
化学岩	岩 塩 石こう	NaCl の沈殿 CaSO ₄ の沈殿

※ 石灰岩には海水中の CaCO₃, チャートには SiO₂, の沈殿によって生じた化学岩に分けられるものがある。

☆ 考 察

1 いろいろな堆積岩を観察してみて, わかったことは何か。

.....

.....

2 それぞれの堆積岩はどのような場所で堆積したと考えられるか。

.....

.....

3 含まれる化石についてわかったことを書きなさい。

.....

.....

4 堆積岩には, 硬いものと軟らかいものがある。なぜか。

.....

.....

堆積構造の作製 ～堆積構造を作って、堆積環境を推定しよう～

- ◎ 地層の中には色々な堆積構造が見られ、堆積当時の環境を推定できるものがある。野外で実際に見たり調査したりできればよいが、学校の近くには観察に適した露頭がないことが多い。

ここでは、実験室で代表的な堆積構造を作ってその観察を行い、その形成の仕方や当時の堆積環境・堆積場所を考えてみよう。

級化層理
(花巻市石鳥谷町)



☆ 実習準備など

- ◎ 器具…メスシリンダー
(500ml～1000ml)
粒径の異なる砂
(3種類ほど)
空ペットボトル
(500ml)
筆記用具,
ビーカーなど



☆ 実習方法

☆ 級化層理（級化葉理）

級化層理は単層の下から上に向かって砂粒などの粒子が細かくなっている構造である。海底の土砂崩れなどで生じる混濁流による堆積物(タービダイト)等で見られる。

- 1 粒径の異なる砂をよく混ぜておく。
メスシリンダーに水を8分目程度入れておく。
水が少なすぎると、級化構造がはっきりしなくなる。
- 2 混ぜた砂を水とともにメスシリンダーに注ぎ込み、堆積する様子を観察する。
最初から砂に水を含ませておき、別の容器からの水とともに注ぎ込むと混濁流を再現できる。
- 3 メスシリンダーの底に沈んだ砂粒の粒径が下部ほど大きく、上部ほど小さくなっていることを確認する。
2～3回繰り返すと層の様子がわかりやすい。



年 組 番 氏名

☆ リップルマーク（漣痕）

層理面は堆積当時の水底であり，リップルマークは層理面に地層が堆積した当時の波の痕や流れの痕が残されたものである。

漣痕の「漣」とは「さざ波」の意味であり，これを調べることにより，当時の堆積環境や流れの方向，地層の上下関係などを知ることができる。

リップルマーク
（栗石町） ▶



- 1 ふるいを使って，砂の粒径を0.15～0.6mm程度にそろえておく。

砂粒が大きすぎても小さすぎてもきれいなリップルマークにはなりにくい



- 2 500mlのペットボトルに，3分の1程度砂を入れ，水を8分目ぐらいまで入れる。ペットボトルを横にしてよく振って砂と水をよくかき混ぜ，静止させておく。

⇔ 左右に振る

- 3 ペットボトルを一定のリズムで左右に振ったり傾けたりして波をおこし，砂の表面を観察する。

1秒間に3度ほど往復させるとよい。

振り幅やリズムを変えて，何度か実験を繰り返す。



できたリップルマークの例

- 4 水の底（砂の表面）を観察し，リップルマークができているかを確認する。

☆ 考 察

- 1 それぞれの堆積構造はどのような理由で形成されたものか。

級化層理

リップルマーク

- 2 どんな場所で堆積したと考えられるか。

級化層理

リップルマーク

- 3 他の堆積構造についても形成理由，堆積場所を考えよ。

.....
.....

化石の観察レプリカの作成 ～化石を観察して特徴を捉えよう～

- ◎ 化石のレプリカは単なる模型ではなく、博物館の展示などでも多く使われているものである。貴重な化石や痛みやすい化石、足跡など運ぶことが難しい化石などについて、レプリカを作成し、それをもとに研究が進められることも多い。レプリカを作成し、化石を詳しく観察することによって、その形や特徴を捉えてみよう。



☆ 実験器具など

- ◎ 紙コップ等の容器，ガラス棒，油粘土，石こう，新聞紙，水
レプリカの元になる化石，ビニール手袋など。



◀ 石こう

油粘土 ▶



☆ 実験方法

- 1 油粘土をよく練り，元になる化石を包むように型を取る。

化石の表面に石けん水を塗っておくと取りやすい。

へこんでいる部分は，うまく型が取れない場合があるので，指で押しつけるようにして，粘土を詰め込むと良い。



- 2 粉末の石こうに水を加え，ガラス棒でよく混ぜる。水の量は石こう100gに対して，水100ml程度で，どろどろした感じにする。

水が多すぎると固まりにくいので，少し硬めが良い。



3 型をとった油粘土を少し広げるようにして化石から外し，外した後は広げる前の状態に戻す。型ができたら，水を混ぜた石こうを静かに流し入れる。気泡が入ると，穴が開いたようになるので注意する。



4 石こうは水が少なければ，20～30分で固まるので，固まるまでの間に化石の外形，表面の様子(アンモナイトの場合，縫合線など)の観察をし，スケッチをする。何種類かの化石がある場合，その比較をする。



スケッチ(全体)	(拡大)

5 観察が終わり，石こうが固まった状態であればゆっくりと粘土の型をはがす。中の石こうを壊さないように，粘土を広げるとよい。これで化石の石こうレプリカの完成である。絵の具で着色もできる。



☆ 考 察

1 化石を観察してわかったことを書いてみなさい。

.....

.....

2 化石からではわからないことを考えてみなさい。

.....

.....

湿度(相対湿度)の測定 ~現在の露点を測定し、湿度を測ってみる~

- ◎ 「今日はじめじめしている」とか「乾燥して肌が荒れる」など、湿度は私たちの生活の中でも意識することが多い。
教室の湿度計や加湿器の表示などで湿度を知ることが出来るが、これを実験によって求めてみよう。
大気中の水蒸気の蒸発・凝結と湿度との関係を知り、雲や雨のでき方など気象との関連について考えてみよう。



☆ 実験器具など

- ◎ 金属製のカップ、
棒温度計、駒込ピペット、
ビーカー等(室温の水、氷水を入れるための容器として使用)、
雑巾(こぼれた水を拭くため)



☆ 実験方法

- 1 温度計で室温を測り、記録する。
金属製のカップに室温の水を底から1 cmほど入れる。
※ 水の量に神経質になる必要はない。
- 2 駒込ピペットで、氷水(0℃)を少しずつ入れ、
温度計でかき混ぜる。
- 3 カップの表面がくもったら、温度計の目盛りを
読み、記録する。
この温度がその時点での露点(露点温度)である。
※ 最初、カップのくもりがわかりにくいので、
一回くもるまで氷水を入れ、そのだいたいの温度
を記録しておく。
実際の測定は、中の水を捨て、表面のくもり
をとってから、1から繰り返す。



※ くもるのは一瞬なので、見逃さないようにすること。

☆ 【結果】

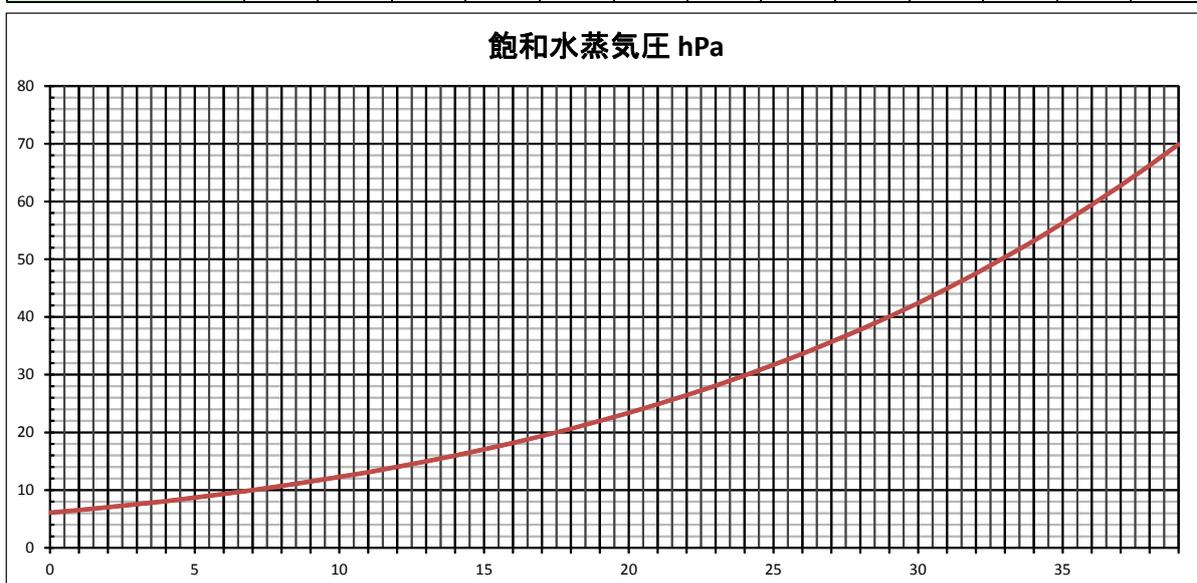
室温(現在の温度) = °C … その温度での飽和水蒸気圧 hPa … a

露点(露点温度) = °C … その温度での飽和水蒸気圧 hPa … b

※ 上記の温度における飽和水蒸気圧を、下記の表、飽和水蒸気曲線を参照して、求める。

【参考・飽和水蒸気圧】

温度°C	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
飽和水蒸気圧hPa	20.6	22.0	23.4	24.9	26.4	28.1	29.8	31.7	33.6	35.6	37.8	40.0	42.4



湿度(相対湿度)を次の式に代入して求める。

$$\text{湿度(\%)} = \frac{\text{空気中の水蒸気圧 (hPa)}}{\text{その温度での飽和水蒸気圧 (hPa)}} \times 100 \left(\frac{b}{a} \times 100 \right)$$

現在の湿度は %

☆ 考 察

1 計算によって求めた湿度は湿度計の値と比べてどうだったか。

2 誤差の原因となったと考えられることは何か。

3 今日の天気との関係はどう考えられるか。

雲のでき方 ～大気の断熱変化や雲の発生を理解しよう～

- ◎ 雲の発生は、気圧の低下と温度の低下によって水蒸気が凝結することによって起こる。このことを実験によって確かめたい。外からの熱の出入りが無い状態で圧力が上がる断熱圧縮や圧力が下がる断熱膨張と雲の生成の関係を理解する。

また、なぜ低気圧が接近すると天気が悪く、高気圧が接近すると天気が良いのかについても考える。



積雲と巻雲

☆ 実験器具など

- ◎ 器具…ペットボトル
(炭酸, 500～1000ml用),
温度計(水槽用)
手動式エアポンプ
マッチ, 線香
筆記用具 など



☆ 実験方法

- 1 ペットボトル少量の水を入れて良く振った後、水を捨てる。
内側に水滴がついているような状態で良い。
→ ペットボトル内の空気を水蒸気が飽和した状態にする。

- 2 ペットボトルに温度計を入れる。
マッチを擦って消した後に出る煙や、線香の煙をペットボトルに入れる(3秒程度)。
→これが雲の凝結核となる。

ペットボトルに手動式エアポンプを取り付ける。
(空気が漏れないようにしっかりと取り付ける。)



- 3 手動式エアポンプの流量調節弁をしっかりと閉め、**現在の温度を記録**する。ポンピングしてペットボトル内の圧力を上げる。



 ※ ポンピングしすぎると圧力が上がりすぎ、器具の破損や破裂につながるので注意する(500ml用では70回程度までにする)。

- 4 ペットボトル内の圧力を上げた状態での**温度を記録**する。
→ 圧力を上げる前とくらべてどう変化したか。

圧力を上げる前の温度
℃

圧力を上げた後の温度
℃

- 5 ペットボトルからエアポンプを外すように回し、圧縮された空気を一気に放出する。その瞬間のペットボトル内を観察し、雲が発生していることを確認する。再び**温度を確認して、**
記録する。(温度計は変化が遅いので、2～3分後に測る。)

空気放出後の温度

℃



 ※ 雲の発生は一瞬なので、見逃さないようにする。
空気を抜くとき、流量調節弁はかなり硬いのでなかなか一気に抜くのは難しい。キャップを外すように回す。

☆ 考 察

- 1 ペットボトル内の空気を圧縮する前と後ではどんな温度変化があったか。

- 2 自然界で圧力が上がったり、下がったりするのはどういう時か。

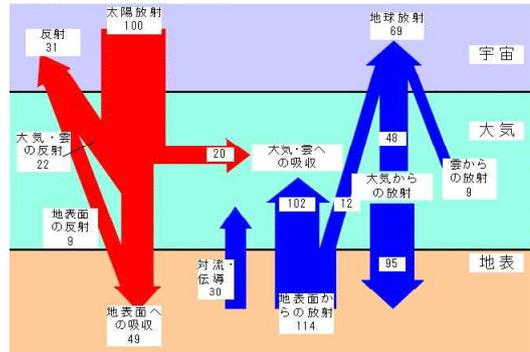
- 3 天気との関係を考えなさい。

日射量の測定 ～地表に届く太陽のエネルギーを測定しよう～

◎ 実験によって日射量を測定して太陽定数と比較してみよう。地表は太陽放射のすべてを吸収できているのだろうか。

また、地球が受ける太陽からのエネルギーは膨大で地球の生命は太陽の恩恵を受けて生きていること、大気の運動や気候など自然も太陽のエネルギーによって支えられていることを実感したい。

太陽の放射エネルギーの有効利用についても考えてみよう。



地球の熱収支

☆ 実験器具など

- ◎ 器具… 簡易日射計
- 温度計
- 計時用時計(タイマー)
- グラフ用紙
- 筆記用具 など



☆ 実験方法

- 1 日射計の容器を本体から外し、受光面(黒い部分)の面積 S (m²), 質量 m_1 (g), 容積 V (mL) を記録する。水を容器いっぱいに入れ、温度計をセットする。
水温は気温よりやや低いくらいが良い。

※ 水温が上昇すると、気温の影響が大きくなる。
水温が低すぎても高すぎても誤差は大きくなる。
容器に付いた水滴は拭き取る。

$S =$ m² $m_1 =$ g $V =$ mL

- 2 容器を本体に取り付け、釘やまち針の影を見ながら、受光面が太陽光に垂直になるように本体を設置する。
気温と太陽の高度を記録する。

気温: °C 太陽高度: °



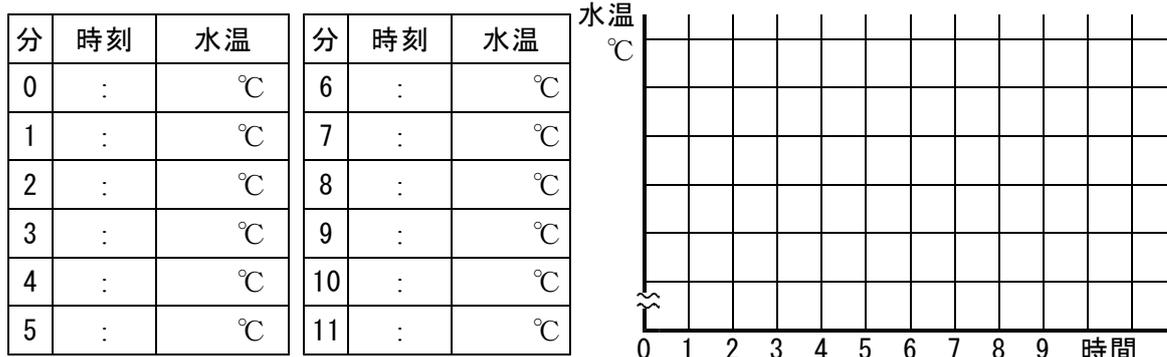
温度計は中心付近ま入れる。

- 3 温度計で水温を測定して、実験を開始する。
 太陽光を当て、1分ごとの水温を記録する。
 太陽は日周運動により位置が変わるが、10分程度であれば大きな変化はない。
 測定した時刻も記録しておく。



温度は目盛りの1/10
 まで測る。(例 21.9℃)

- 4 水温の変化をグラフ化し、直線的に変化している部分を確認する。



- 5 容器の熱容量 C_1 (J/℃) を求める。(比熱：水…4.2, ポリエチレン…2.3)
 容器の質量 m_1 (g) を、比熱 c (J/(g·℃)) とすると $C_1 = m_1 \times c$ より

$$C_1 = \quad \times \quad = \quad (\text{J}/\text{℃})$$

水の熱容量 C_2 (J/℃) を求める。水の密度を $1\text{g}/\text{cm}^3$ とすると、質量 m_2 (g) は容積 V (mL) と同じ値になる。 $C_2 = m_2 \times 4.2$ より

$$C_2 = \quad \times \quad = \quad (\text{J}/\text{℃})$$

グラフから1秒あたりの水温上昇率 T (℃/s) を求める。(直線部分を使う)

$$T = \quad (\text{℃}/\text{s})$$

1m^2 , 1秒間あたりの日射量 I (W/m²) を求める。 $I = \frac{T(C_1 + C_2)}{S}$

$$I = \quad (\text{W}/\text{m}^2) \quad \leftarrow \text{地表の受ける日射量}$$

☆ 考 察

- 1 測定した日射量は太陽定数の何%にあたるか。

- 2 なぜ考察 1 のような結果になったか。理由を考えなさい。

- 3 太陽高度が高い時と低い時では、日射量にどのような違いが生じるか。

地盤の液状化 ～液状化のモデル実験を行い、危険性について考えよう～

- ◎ 水を多く含む海岸や河岸、埋め立て地などでは、地震による液状化が発生して建物が傾いたり、マンホールが浮き上がったり、護岸が破壊されたりする被害が生じる。東日本大震災時にも茨城県や千葉県において大きな被害を出した。

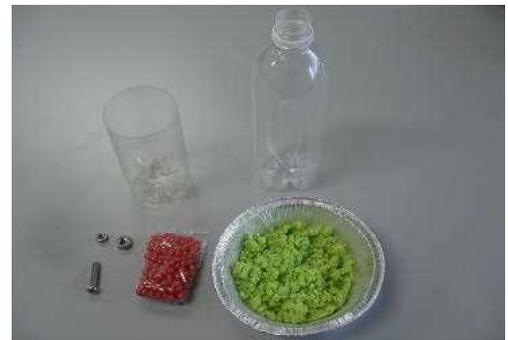
岩手県では埋め立て地は少ないが、水田や河川沿いの造成地などで液状化が発生することが考えられる。身近な材料を用いたモデル実験によって液状化を再現し、その原因と危険性を考えてみよう。



マンホールの浮き上がり
(気象庁HPより)

☆ 実験器具など

- ◎ 材料…ボルト・ナット，BB弾，水，砂
- ◎ 器具…ペットボトルの注ぎ口を切ったもの(500ml，表面がなめらかな炭酸用が良い。)，筆記用具，ほか



☆ 実験方法

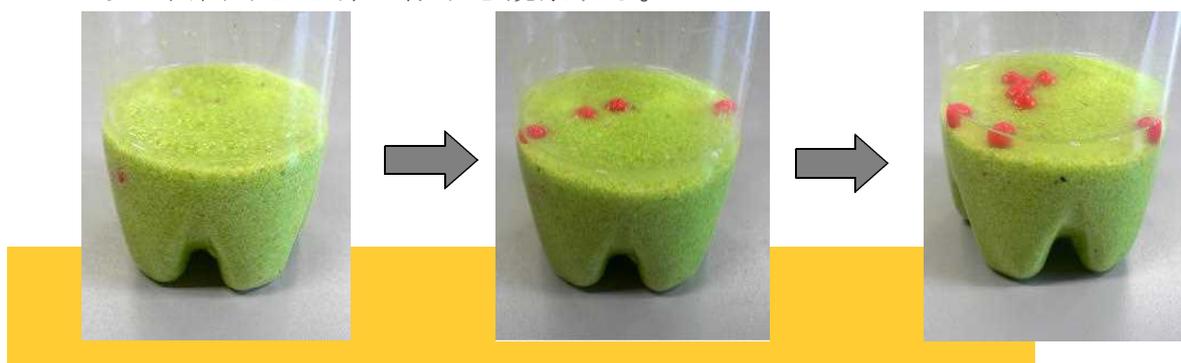
☆ 液状化と沈み込み

- 1 ペットボトルに1/3程度の砂を入れ，砂がひたる程度に水を入れる。少し水が浮く感じで良い。水が多すぎる場合は，ピペットなどで吸って取り除く。
- 2 砂の表面にボルトやナットを静かに乗せ，それが砂に沈み込まない事を確かめる。
- 3 ペットボトルの側面を軽くたたいたり振ったりして砂に振動を与え，砂の表面やボルト・ナットの状態を観察する。



☆ 浮き上がり

- 1 ペットボトルに1 / 3程度入れた砂にBB弾を10粒ほど混ぜておく。砂をかき混ぜ、表面にBB弾が見えない状態にする。
- 2 砂全体がひたる程度に水を入れる。少し水が浮く感じで良い。
- 3 ペットボトルの側面を軽くたたいたり、振ったりして砂に振動を与え、砂の表面やBB弾の様子を観察する。

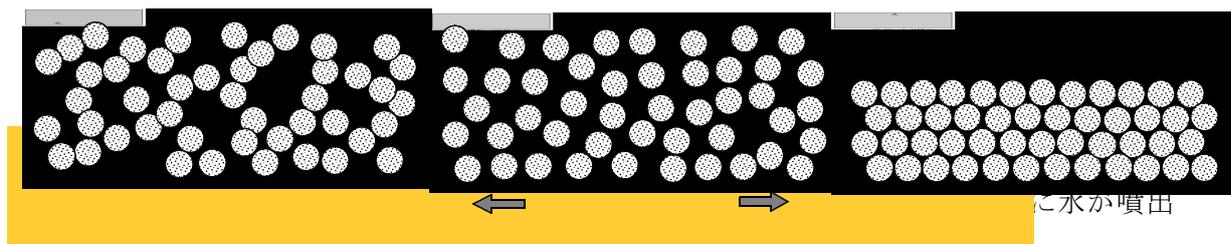


☆ 結 果

◎ 液状化がおこると、重いもの(この実験ではボルト・ナット)はどうなったか。

◎ 軽いもの(BB弾)はどうなったか。

【液状化のメカニズム】



☆ 考 察

1 地震によって起こる液状化で被害が出るのはどのような場所か。

2 液状化の被害を防ぐには、どのような対策が必要となるか考えなさい。

気温の変化を調べる ~数十年間の気温の変化とその傾向を捉えよう~

- ◎ CO₂の増加を主な原因とする地球温暖化が叫ばれて久しい。本当に温暖化の傾向があるのか、実際の気象データを使って考えてみよう。

また温暖化の傾向がある場合は、その原因がCO₂の増加だけなのか、その他の要因もあるのかということについて考えてみよう。



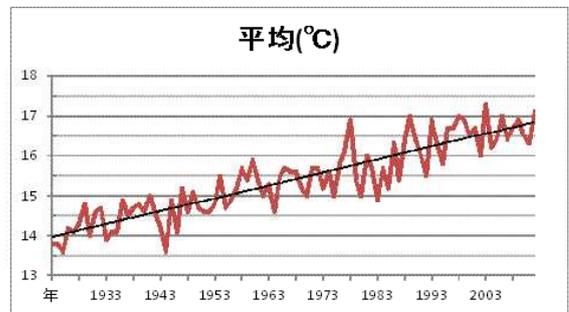
☆ 実験器具など

- ◎ 材料…気象庁のホームページからダウンロードした気象データ(気温等)。東京と岩手県内の少なくとも30年以上のデータがある場所が良い。
- ◎ 器具…筆記用具, 計算機, 表計算ソフト(グラフ用紙)ほか

☆ 実験方法

- 1 表計算ソフトを用い、東京、盛岡、宮古の気象データから必要な項目を選ぶ。右のページのデータを用いても良い。
※ 項目は、「年平均気温」、「最低気温 0℃以下の日数」、「最高気温 30℃以上の日数」などを選び、その他の項目は非表示にする。

- 2 表計算ソフトのグラフ機能で各地のデータをグラフ化する。
同じ期間で比較できるようにデータの必要な部分を決める。



グラフ化の例(東京)

- 3 それぞれの地点でのグラフを比較してその特徴をとらえる。
作成したグラフはプリントアウトしてプリントの裏に添付する。

☆ 考察

- 1 各地の気温の変化の違いの原因は何だと考えられるか。

.....

.....

- 2 気温の変化について、あなたが考えることを書きなさい。

.....

.....

年 組 番 氏 名

東京データ

年	平均(℃)	最低気温 0℃未満 (日数)	最高気温 30℃以上 (日数)
1931	14	50	27
1932	14.6	40	38
1933	14.7	54	60
1934	13.9	67	35
1935	14.1	49	25
1936	14.1	66	51
1937	14.9	39	52
1938	14.5	56	33
1939	14.7	57	42
1940	14.8	52	51
1941	14.6	41	33
1942	15	63	80
1943	14.6	63	55
1944	14.2	74	54
1945	13.6	81	28
1946	14.9	58	63
1947	14.1	70	56
1948	15.2	44	54
1949	14.6	42	45
1950	15.1	46	65
1951	14.7	42	42
1952	14.6	47	41
1953	14.6	40	29
1954	14.8	30	41
1955	15.5	36	57
1956	14.7	57	40
1957	14.9	34	32
1958	15.2	24	42
1959	15.7	28	48
1960	15.4	25	46
1961	15.9	46	66
1962	15.4	34	58
1963	15	43	51
1964	15.3	18	52
1965	14.6	32	29
1966	15.5	22	39
1967	15.7	34	52
1968	15.6	27	32
1969	15.6	20	52
1970	15.2	35	51
1971	15	19	41
1972	15.7	6	40
1973	15.7	10	52
1974	15.2	20	39
1975	15.6	19	62
1976	15	19	31
1977	15.8	35	41
1978	16.1	16	63
1979	16.9	3	53
1980	15.4	12	21
1981	15	14	41
1982	16	10	24
1983	15.7	9	35
1984	14.9	33	51
1985	15.7	15	54
1986	15.2	18	33
1987	16.3	5	50
1988	15.4	9	21
1989	16.4	0	47
1990	17	3	60
1991	16.4	3	45
1992	16	1	46
1993	15.5	0	19
1994	16.9	6	66
1995	16.3	3	50
1996	15.8	7	46
1997	16.7	3	58
1998	16.7	3	48
1999	17	5	63
2000	16.9	1	67
2001	16.5	4	52
2002	16.7	1	59
2003	16	4	38
2004	17.3	0	70
2005	16.2	4	57
2006	16.4	9	38
2007	17	0	55
2008	16.4	1	53
2009	16.7	0	38
2010	16.9	2	71
2011	16.5	5	61
2012	16.3	6	66
2013	17.1	4	58

盛岡データ

年	平均(℃)	最低気温 0℃未満 (日数)	最高気温 30℃以上 (日数)
1931	8.8	137	10
1932	9.8	126	10
1933	9.3	153	31
1934	8.6	151	4
1935	9.1	147	5
1936	9.1	140	6
1937	9.2	151	19
1938	9.3	126	16
1939	9.7	142	31
1940	9.3	130	11
1941	9.3	139	3
1942	9.4	131	25
1943	9.7	137	47
1944	9	153	26
1945	8.2	142	21
1946	9.8	131	40
1947	8.5	153	22
1948	10.4	121	28
1949	9.8	126	25
1950	10.3	124	34
1951	9.6	132	28
1952	9.4	148	12
1953	9.5	120	11
1954	9.8	121	16
1955	10.5	119	41
1956	9.7	133	16
1957	9.7	131	9
1958	9.9	124	11
1959	10.4	111	6
1960	10	124	13
1961	10.5	132	22
1962	10.1	123	18
1963	10.1	107	13
1964	9.8	136	20
1965	9.2	141	7
1966	9.8	126	12
1967	10	135	29
1968	10.1	108	11
1969	9.5	132	13
1970	9.5	149	22
1971	9.5	136	14
1972	10.3	114	18
1973	10	137	29
1974	8.9	150	14
1975	9.8	130	28
1976	9.1	144	9
1977	9.7	117	16
1978	10.2	132	38
1979	10.5	119	11
1980	9.3	136	4
1981	9	132	12
1982	10.2	123	11
1983	9.6	128	12
1984	9.1	147	27
1985	9.9	120	35
1986	9.4	136	16
1987	10.1	129	13
1988	9.5	129	17
1989	10.9	108	26
1990	11.3	97	25
1991	10.5	124	3
1992	10.2	112	14
1993	9.7	125	1
1994	10.8	132	48
1995	10.3	120	10
1996	9.7	135	9
1997	10.5	117	18
1998	10.6	121	7
1999	10.9	127	34
2000	10.6	126	34
2001	9.9	129	15
2002	10.2	122	20
2003	10.2	115	4
2004	10.9	107	23
2005	10	130	19
2006	10.2	126	19
2007	10.7	129	22
2008	10.6	113	13
2009	10.6	123	15
2010	11	118	50
2011	10.5	128	27
2012	10.8	129	49
2013	10.6	124	19

宮古データ

年	平均(℃)	最低気温 0℃未満 (日数)	最高気温 30℃以上 (日数)
1931	9.6	121	13
1932	10.5	111	17
1933	10.1	125	22
1934	9.5	135	6
1935	10.1	125	10
1936	10	121	8
1937	10.4	122	21
1938	10.4	109	13
1939	10.3	125	16
1940	10.3	113	11
1941	10	111	6
1942	10.5	107	13
1943	10.4	119	36
1944	9.7	130	25
1945	9.1	119	13
1946	10.8	114	25
1947	9.5	116	14
1948	11.2	98	16
1949	10.4	96	14
1950	10.8	107	28
1951	10.4	107	20
1952	9.8	125	8
1953	10	101	12
1954	10.3	96	14
1955	11.1	99	27
1956	10.3	104	8
1957	10.4	108	7
1958	10.7	91	8
1959	11	92	7
1960	10.7	100	21
1961	11.4	104	25
1962	11	101	13
1963	10.7	91	9
1964	10.2	110	12
1965	10.2	108	12
1966	10.5	107	14
1967	10.5	117	7
1968	10.5	98	8
1969	10.4	106	9
1970	10.4	128	11
1971	10.1	103	12
1972	11.1	94	16
1973	10.7	109	22
1974	9.6	129	5
1975	10.7	111	20
1976	9.9	116	6
1977	10.1	105	6
1978	10.7	110	34
1979	10.8	101	11
1980	9.9	115	11
1981	9.6	124	10
1982	10.5	105	8
1983	10.1	111	6
1984	9.4	128	18
1985	10.3	113	20
1986	9.6	112	8
1987	10.6	113	8
1988	9.9	115	4
1989	11	87	12
1990	11.8	81	19
1991	11.2	96	8
1992	10.7	102	12
1993	10.1	101	2
1994	11.4	108	29
1995	10.9	106	15
1996	10.1	116	7
1997	11	96	17
1998	10.7	114	9
1999	11.3	110	24
2000	11	109	15
2001	9.9	117	7
2002	10.6	102	13
2003	10.2	104	6
2004	11.4	99	19
2005	10.3	121	15
2006	10.4	109	13
2007	10.9	110	11
2008	10.6	100	8
2009	10.8	97	4
2010	11	104	30
2011			
2012	10.7	119	31
2013	10.6	107	9

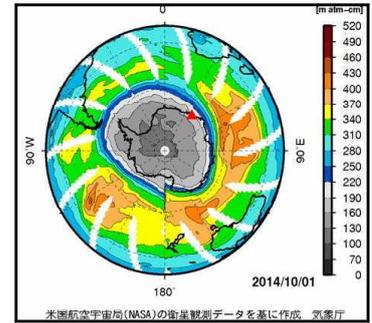
※ 2011年は東日本大震災のためデータ不足

気象庁HPより(一部抜粋)

オゾンホールの変化 ~南極上空のオゾンホールの経年変化を調べよう~

- ◎ オゾン層の破壊は現在も続いており，南極上空のオゾンホールも毎年形成されている。原因物質であるフロン類は国際的に製造，使用が禁止されてきているが，フロン類は長い間大気中に安定に存在し続けている。

実際のデータを使って最近のオゾンホールの状況を確認し，オゾンホールの長期間の変化について考えてみよう。また，今後の変化や国際的な取り組みについて考えてみよう。



オゾンホール 気象庁HPより

☆ 実験器具など

- ◎ 材料…気象庁のホームページからダウンロードしたオゾンホールのデータ
- ◎ 器具…筆記用具， 計算機， グラフ用紙(表計算ソフト)ほか

☆ 実験方法

- 1 下のオゾンホール面積の年最大値のデータを使い，経年変化のグラフを作成する。(単位 万km²)

年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
面積	110	330	310	1080	1220	1460	1880	1440	2240	1370	2170	2100

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
面積	2250	2490	2570	2510	2280	2670	2500	2780	2560	2960	2630	2170

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
面積	2830	2270	2670	2930	2490	2650	2400	2190	2550	2080	2340	2340

気象庁HPより

- 2 下の南極上空の最低オゾン量のデータを使い，経年変化のグラフを作成する。(単位 m atm-cm)

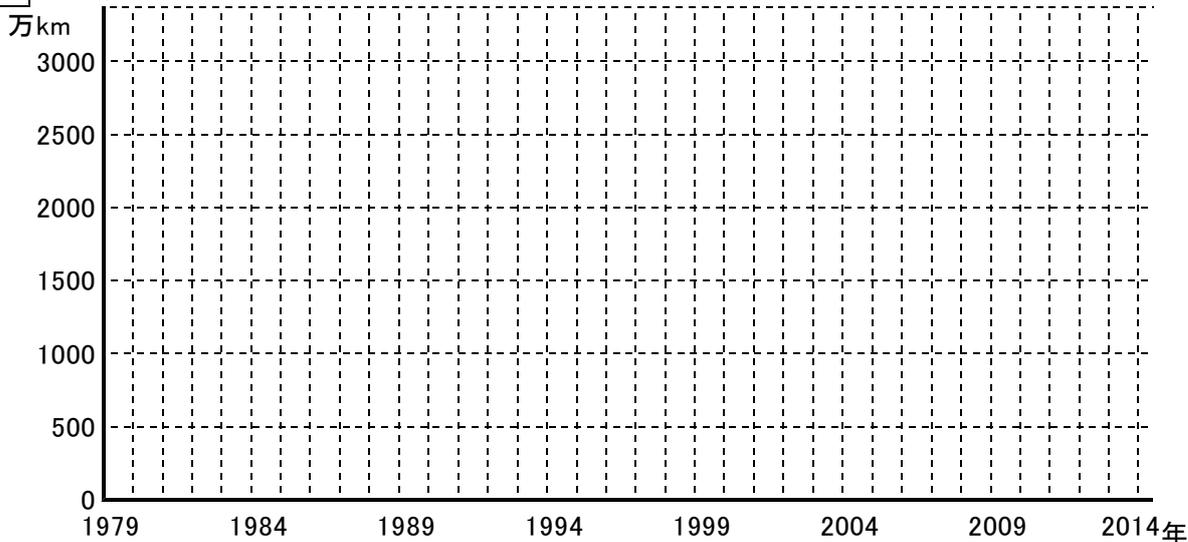
年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
最低O ₃ 全量	194	192	195	170	154	144	124	140	109	162	108	111

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
最低O ₃ 全量	94	105	95	73	99	103	99	86	97	89	91	131

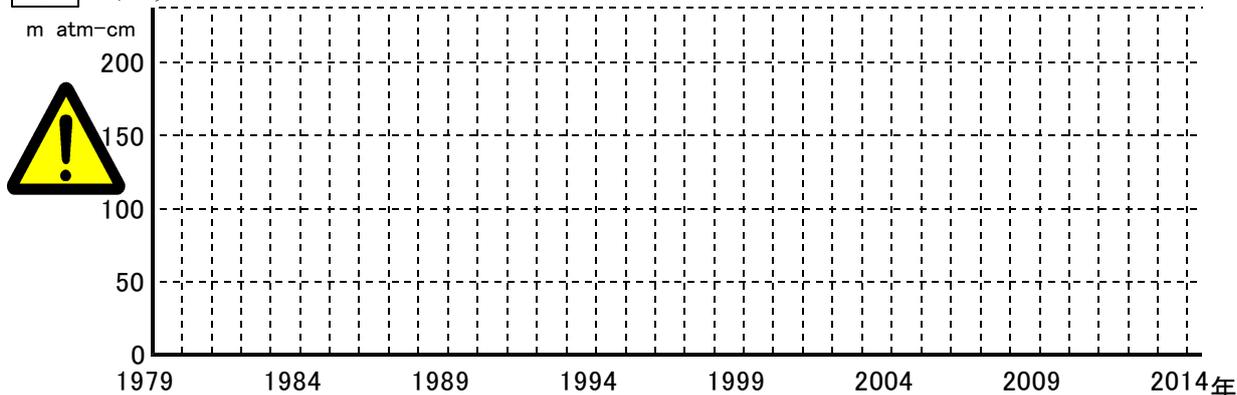
年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
最低O ₃ 全量	91	102	103	85	106	101	96	118	94	123	115	114

気象庁HPより

1 のグラフ



2 のグラフ



3 作成したグラフをもとに，下の考察について考える。

☆ 考 察

- 1 オゾンホールが急に拡大し始めたのは何年頃か。 _____ 年頃
 オゾンホールがあまり拡大しなくなったのは何年頃か。 _____ 年頃
 最低オゾン全量が急に減り始めたのは何年頃か。 _____ 年頃

2 大気中に放出される特定フロンは全廃されたが，未だにオゾンホールは毎年形成されている。なぜか。

3 オゾンホール面積や最低オゾン全量は，今後どう変化していくと思うか

【参考文献】

- 愛知県総合教育センター(2009),「新高等学校学習指導要領の趣旨を踏まえた理科教育の在り方に関する研究」,『愛知県総合教育センター研究紀要 第100集』,愛知県総合教育センター
- 岩手県立総合教育センター(2013),「防災教育と関連づけた理科指導資料」,岩手県立総合教育センター科学産業教育担当
- 埼玉県理化研究会地学研究委員会(2013),「地球惑星科学実習帳 2013 版」,埼玉県理化研究会地学研究委員会
- 芝原暁彦(2014),『化石観察入門』,誠文堂新光社
- 千田和則(2013),『高等学校「生物基礎」における観察,実験サポート資料』,岩手県立総合教育センター
- チームG(2014),『薄片でよくわかる岩石図鑑』,誠文堂新光社
- 三次徳二(2010),「新高等学校学習指導要領で目指すものー高等学校理科地学領域の内容についてー」,『地質ニュース669号』 pp.12-17
- 三次徳二(2012),「ハザードマップを活用した地学領域の指導(1)ー中・高等学校理科教科書におけるハザードマップの扱いー」,『大分大学教育福祉科学部研究紀要』大分大学教育福祉科学部

【参考 Web ページ】

- イーハトーブ火山局 http://www.thr.mlit.go.jp/bumon/j73101/homepage/kodomo/kazan/kazan_info/index.html
- 宇宙天気情報センター <http://swc.nict.go.jp/contents/>
- 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 独立行政法人 科学技術振興機構 <http://www.jst.go.jp/>
- 国立教育政策研究所 <http://www.nier.go.jp/>
- 国立天文台 (NAOJ) <http://www.nao.ac.jp/>
- 防災科学技術研究所 <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>
- ASTRO ARTS <http://www.astroarts.co.jp/>

高等学校「地学基礎」におけるサポート資料

平成27年 3月13日発行

著 者 岩手県立総合教育センター
平成26年度長期研修生
小 松 原 清 敬

発行者 岩手県立総合教育センター
花巻市北湯口2-82-1
〒025-0395 TEL 0198-27-2711(代)