

地 学 研 究 シ リ ー ズ 第 4 0 号

地 学 実 験 実 習 の 研 究

2 0 0 0 年

茨 城 県 高 等 学 校 教 育 研 究 会 地 学 部

地 学 実 験 実 習 研 究 委 員 会

# 巻 頭 言

茨城県高等学校教育研究会地学部は発足以来、多くの先輩の努力によって、本県地学教育に大きな足跡を残してきました。これまでの地学部の歴史は、地学部創立50周年記念誌の「茨城の地学教育」50年のあゆみ(1998年)に詳しく紹介されています。

地学部の主要な活動のひとつに研究シリーズの刊行があります。第1号は1963年「久慈郡太子町袋田周辺の地質見学案内」でした。その後、毎年刊行され、今年度は40号の刊行になります。最近の研究シリーズは研究調査委員会及び研究委員会を組織、数年の研究期間をもうけ、その成果を発表してきています。

「地学実習帳—地域性を生かして—」(研究シリーズ19号)が昭和53年度に刊行され、大変好評で多くの学校で利用していただきました。地球科学の進歩や指導内容の変化に伴い、実験実習の見直し、再検討をすべく、地学実験実習委員会を平成6年度に立ち上げ、7年間にわたり研究に取り組みました。この度、「地学における実験実習」(研究シリーズ40号)の刊行となりました。地学実験実習委員会では組織を立ち上げて以来、機会がある毎に、研究成果の一部を発表してきましたが、今回はその集大成としての刊行になります。内容は地学分野全般にわたり多数の実験実習が掲載できました。各実験実習項目は委員が授業で指導して試みる課題や問題点をもちより、委員会で検討を繰り返して、わかりやすく、使いやすいものに改善したものです。先生方の授業に役立てていただければ幸いです。

なお、今後はより使いやすくするために、「地学における実験実習」をCD-ROM化をすることを検討していきたいと思っています。

また、本研究の発刊には「げんでんふれあい茨城財団」の支援事業助成金を使わせていただきました。御礼申し上げます。

地学部の先輩として活躍され、かつ、ご指導いただいた笠井勝美先生が平成12年9月に理学博士号を取得されました。先生は定年退職後に茨城大学理学部理工学研究博士後期課程で研究を重ね、八溝山系の地質構造の研究で理学博士号を取得したことは我々後輩に勇気と感動を与えてくれました。紙面を借りてお祝い申し上げます。

平成13年3月

茨城県高等学校教育研究会 地学部長  
石井 要行

# 目 次

巻頭言	高教研地学部部長 常北高校校長 石井 要行	1
授業単元：実験実習	実験実習委員会	2
1 地学に関する基礎知識調査(1)(2)(3)(4)	渡部哲也	3
・基礎知識調査(1)	加藤和男	4
・基礎知識調査(2)	大内誠一	5
・基礎知識調査(3)	大野雅彦	6
・基礎知識調査(4)	実験実習委員会	7
・解答		
2 地殻と地球内部	火成岩(1)(2) 大野雅彦	8~9
・岩石標本観察	堆積岩	10
	変成岩・岩石の分類	11
・テフラの実習	田統貴司	12~13
・走時曲線	渡部哲也	14~15
3 地球の歴史	大野雅彦	16
・クリノメーターで地図を作ろう	大野雅彦	17~21
・地質図	走行・傾斜 地質断面図 地層境界線(1)(2)	
・地質図の読み方	渡部哲也	22~24
・地質図の書き方	加藤和男	25
・地質図の書き方	村田一弘	26~28
・有孔虫化石を利用した授業	大野雅彦	30
・化石を探そう	大野雅彦	31
・生命の歴史年表	加藤和男	32~33
3 大気と水の世界	渡部哲也	34
・気圧・気温の鉛直分布	大内誠一	35
・大気の断熱変化	村田一弘	36~37
・海陸風	大内誠一	38~39
・大気の安定不安定実習	村田一弘	40~41
・回転水槽による大気の大循環	村田一弘	42~43
・ひまわりの画像解析	村田一弘	44~50
・天気図の描き方	倉田雅博	51
・海水温の鉛直分布	渡部哲也	52~53
・河川地形・海岸地形の実習	田統貴司	54
・メモ欄		
4 地球と太陽系	加藤和男	55
・単振り子による重力加速度の測定	岡村典夫	56~57
・天文ソフトによる惑星の視運動のシミュレーション	大内誠一	58~59
・会合周期から公転周期を求める実習	田統貴司	60~61
・惑星の特徴の実習		
5 星の世界	岡村典夫	62~63
・太陽の観察方法について	渡部哲也	64~66
・HR図の作成	加藤和男	67
・太陽系の大きさの比較	岡村典夫	68~69
・天体観測会の実施方法について		
あとがきと地学実験実習委員会委員名		70

# 授業単元と実験実習

月	授業単元名	項目	実験・実習
4月	はじめに 地球の概観 1 生きている地球 2 歴史を持っている地球 3 地学で大切なこと 第1章 地殻と地球内部 I 地殻をつくる物質 1 変化する地球 2 堆積岩 3 火成岩 4 岩石を作る物質 5 変成岩	地学を学ぶ意味 距離・気圧・温度・速度 ・明るさの単位  標本観察 堆積岩 火成岩 結晶分化作用 鉱物と結晶 変成岩	基礎知識調査  標本観察 堆積岩 火成岩 変成岩  火山灰（テフラの実習）
5月	II 地球内部のエネルギー 1 火山の活動 2 地震の活動  III 地球内部の構造と性質 1 地球内部の構造 2 地球内部の性質	噴火様式と噴出物質 火山の分布 地震波と大森公式 震度とマグニチュード 地震の分布 地震予知 地球内部の構造 Tイスマー プレートテクトニクス	走時曲線
6月	第2章地球の歴史 I 地球の歴史を探る 1 地層と化石 2 岩石の年代をはかる 3 地質構造と地殻変動 II 創成期の地球と生命の誕生 1 創成期の地球 2 生命の誕生 III 化石からたどる地球の歴史 1 先カンブリア時代 2 古生代 3 中生代 4 新生代	地層 化石 断層褶曲造山運動 地質図 地質図からわかること 地質時代の区分相対年代 絶対年代 生命の誕生 先カンブリア代 古生代 中生代 新生代	クリマターで地図をつくらう  地質図の読み方・書き方  有孔虫の実験  生命の歴史年表
7月	IV 氷河時代と人類の進化 1 氷河時代 2 人類の活動 V 地下資源 1 マグマが作った地下資源 2 生物が作った地下資源	氷河時代と人類 人類の進化  地下資源	
8月			

9月	第3章大気と水の世界 I 大気の構造と天気現象 1 大気 2 大気のエネルギー収支 3 天気現象と雲雨雪のできかた  II 大気の運動と気象気候 1 大気の運動と気象 2 気候と気候変動	大気の組成と構造 太陽放射 地球放射と温室効果 断熱変化 大気の安定不安定 雲と雨 大気の大循環 天気図 低気圧高気圧前線 日本の気候 気候変動	気圧、気温の鉛直分布  大気の断熱変化  大気の安定不安定実習  海陸風  回転槽による大気の大循環  天気図の作成
10月	III 海洋と海水 1 海洋と海水 2 陸水 IV 水の循環と地表の変化 1 地球上の水の循環 2 大気・水と大地の相互作用	海水の循環 河川水地下水湖沼水氷河 河川的作用と地形 海水的作用と地形 氷河的作用と地形	海水温の鉛直分布  河川地形・海岸地形の実習
11月	第4章地球と太陽系 I 惑星としての地球の性質 1 地球の形と大きさ 2 地球の物理的大きさ	地球の形 地球の大きさ 地球の重力 地磁気	単振り子による重力加速度の測定
12月	II 地球と惑星の運動 1 地球の運動 2 惑星の運動	天動説から地動説へ 地球の自転 地球の公転 惑星の見え方 会合周期 ケプラーの法則 万有引力の法則	天文ソフトによる惑星の視運動のシュミレーション  会合周期から公転周期を求め実習
1月	III 太陽系の構造 1 太陽系の構成 2 太陽系を作る天体	太陽系惑星の性質 地球型惑星と木星型惑星	太陽系惑星の特徴の実習
2月	第5章星の世界 I 恒星としての太陽 1 太陽の形と表面 2 太陽の物質とエネルギー 3 太陽活動と地球、惑星間空間 II 星を調べる 1 星の距離を測る 2 星のいろいろな性質	太陽の性質 太陽光のスペクトル・太陽活動 恒星までの距離 星の明るさ 星の色	太陽を観測する。  HR図の作成  太陽系の大きさの比較
3月	III 星の一生と宇宙 1 HR図と星の進化 2 星の誕生と死 IV 宇宙・地球・人類 1 私たちと自然 2 宇宙の進化の中で 3 地球と生命の発展 4 人類と地球の未来	HR図 星の進化 地球と生命	天体観測会の実施方法について

# 地学基礎知識調査(1)

年 組 番 氏名

- (1) 太陽のように、自ら光り輝いている星を何というか。  
ア 惑星 イ 衛星 ウ 恒星 エ 流星
- (2) 地球のように、太陽の周りを公転している星を何というか。  
ア 惑星 イ 衛星 ウ 恒星 エ 流星
- (3) 月のように、地球の周りを公転している星を何というか。  
ア 惑星 イ 衛星 ウ 恒星 エ 流星
- (4) 太陽系内の星で、太陽以外で最も直径が大きな星はどれか。  
ア 金星 イ 火星 ウ 木星 エ 土星
- (5) 太陽系内の星で、大きさが地球とほぼ同じなのはどれか。  
ア 金星 イ 火星 ウ 木星 エ 土星
- (6) 月と同じように、満ち欠けをする星はどれか。  
ア 金星 イ 火星 ウ 木星 エ 土星
- (7) 太陽の表面温度は、約何度ぐらい。  
ア 3000℃ イ 5000℃ ウ 6000℃ エ 10000℃
- (8) 太陽表面にある、黒いしみのように見える部分を何というか。  
( )
- (9) 月の表面にある、くぼんだ部分を何というか。  
( )
- (10) 太陽の直径は、月の直径の約何倍ぐらいか。  
ア 100倍 イ 200倍 ウ 300倍 エ 400倍
- (11) 太陽などの天体が、南の空で最も高くのぼることを何というか。  
( )
- (12) 日本で、(11)の高さが最も大きくなる日を何というか。  
ア 春分 イ 夏至 ウ 秋分 エ 冬至
- (13) 北の空で1日の星の動きを観測するとき、動かない星を何というか。  
( )
- (14) 北の空の1日の星の動きは、(13)の星を中心にとどのように動いて見えるか。  
( )
- (15) 太陽が、1年で天球上を1周する通り道を何というか。  
( )
- (16) 季節によって昼夜の長さが違うのは、地球の公転面に対し、何が傾いているためか。  
( )
- (17) 次の内容を天気記号で示しなさい。  
北東の風 風力3 曇り ( )
- (18) ある体積の空気を含むことができる最大限の水蒸気量を何というか。  
( )
- (19) 空気の温度が下がり、水滴が出来はじめる温度を何というか。  
( )
- (20) 大気の重さによって生じる圧力を何というか。  
( )
- (21) 気圧の等しいところをなめらかに結んだ曲線を何というか。  
( )
- (22) 気温や湿度などが、ほぼ一樣な空気の塊を何というか。  
( )
- (23) 積乱雲などが発生し、強い雨が降り、通過後は気温が下がる前線を何というか。  
( )
- (24) 乱層雲などが発生し、弱い雨が降り、通過後は気温が上がる前線を何というか。  
( )
- (25) 北西の強い季節風が吹く、冬型の気圧配置の天気を何というか。  
( )
- (26) 日本の夏に、南東の湿った季節風をもたらす気団を何というか。  
( )
- (27) マグマが冷え固まってできた岩石を何というか。  
ア 堆積岩 イ 火成岩 ウ 変成岩
- (28) 地下深い所で、マグマがゆっくり冷え固まってできる岩石の組織を何というか。  
( )
- (29) マグマが急に冷やされたため、大きな粒の周りを埋めている部分を何というか。  
( )
- (30) ある場所での地震のゆれの強さを表す尺度を何というか。  
( )
- (31) ある地震のエネルギーの規模を表す尺度を何というか。  
( )
- (32) 大気や水の作用で岩石が崩れて、土になる作用を何というか。  
( )
- (33) 次の岩石のうち、堆積岩でないのはどれか。  
ア 砂岩 イ 石灰岩 ウ 凝灰岩 エ 花崗岩
- (34) ある地層が堆積した当時の環境を示す化石を何というか。  
( )
- (35) ある地層が堆積した当時の年代を示す化石を何というか。  
( )
- (36) 褶曲や断層などを伴う、長い年月をかけて行われる大規模な大地の変動を何というか。  
( )

## 地学基礎知識調査(2)

1. 太陽の直径は地球の直径の何倍か。  
ア、9倍 イ、59倍 ウ、109倍 エ、209倍
2. 太陽黒点の温度はその周辺の温度と比較してどうか。  
ア、高い イ、低い ウ、同じ エ、そのときによって違う
3. 太陽黒点の移動方向は次のどれか。  
ア、東から西 イ、西から東 ウ、移動しない エ、そのときによって違う
4. 惑星の周りを回る天体を何というか。  
ア、恒星 イ、彗星 ウ、衛星 エ、小惑星
5. 月の表面にある円形の窪地を何というか。  
ア、カルデラ イ、カルスト地形 ウ、カール エ、クレーター
6. 満月はいつ頃東の地平線からのぼるか。  
ア、明け方 イ、真昼 ウ、夕方 エ、真夜中
7. 北緯35°での北極星の高度は何度か。  
ア、35° イ、55° ウ、65° エ、90°
8. 北緯35°における北の空の星の動きはどれか。  
ア、北極星を中心に反時計回り イ、北極星を中心に時計回り  
ウ、シリウスを中心に反時計回り エ、シリウスを中心に時計回り
9. 恒星の日周運動で正しいのはどれか。  
ア、1時間に15°ずつ西から東へ イ、1時間に15°ずつ東から西へ  
ウ、1時間に30°ずつ西から東へ エ、1時間に30°ずつ東から西へ
10. 恒星を同じ時刻に観察したとき正しいのはどれか。  
ア、1ヶ月で約15°ずつ西から東へ イ、1ヶ月で約15°ずつ東から西へ  
ウ、1ヶ月で約30°ずつ西から東へ エ、1ヶ月で約30°ずつ東から西へ
11. 次のうち内惑星はどれか。  
ア、土星 イ、水星 ウ、火星 エ、木星
12. 明けの明星の見える方向はどれか。  
ア、東 イ、西 ウ、南 エ、北
13. 気圧の単位はどれか。  
ア、kg イ、hPa ウ、ha エ、km
14. 地上付近の空気が暖められて上昇するとどうなるか。  
ア、膨張して気温が上昇 イ、収縮して気温が低下  
ウ、膨張して気温が低下 エ、収縮して気温が上昇
15. 北半球における高気圧で、地表付近の風の吹き方はどれか。  
ア、時計回りに吹き込む イ、時計回りに吹き出す  
ウ、反時計回りに吹き込む エ、反時計回りに吹き出す
16. 温暖で湿っている気団はどれか。  
ア、シベリア気団 イ、オホーツク海気団 ウ、小笠原気団  
エ、揚子江気団
17. 冬の典型的な気圧配置はどれか。  
ア、西高東低 イ、東高西低 ウ、南高北低 エ、北高南低
18. 梅雨前線は次のどれか。  
ア、寒冷前線 イ、温暖前線 ウ、閉塞前線 エ、停滞前線
19. 天気記号で、くもりはどれか。  
ア、○ イ、● ウ、⊙ エ、⊖
20. 寒冷前線に関係するのはどれか。  
ア、長時間弱い雨、通過後気温上昇 イ、長時間弱い雨、通過後気温低下  
ウ、短時間強い雨、通過後気温上昇 エ、短時間強い雨、通過後気温低下
21. 地震の規模の大きさを何というか。  
ア、震度 イ、震源 ウ、震央 エ、マグニチュード
22. P波が到着してから、S波が到着するまでの時間を何というか。  
ア、P時間 イ、S時間 ウ、初期微動継続時間 エ、主要動継続時間
23. 日本では、震度を何段階に分けているか。  
ア、7段階 イ、10段階 ウ、13段階 エ、15段階
24. ねばりけの大きい溶岩による噴火のようすと、火山地形はどれか。  
ア、激しい噴火で、なだらかな火山地形  
イ、激しい噴火で、おわんをふせたような火山地形  
ウ、おだやかな噴火で、なだらかな火山地形  
エ、おだやかな噴火で、おわんをふせたような火山地形
25. すべての火成岩に含まれる鉱物はどれか。  
ア、カンラン石 イ、セキエイ ウ、シヤチョウ石 エ、クローンモ
26. 深成岩はどれか。  
ア、花こう岩 イ、流紋岩 ウ、玄武岩 エ、安山岩
27. 中生代の示準化石はどれか。  
ア、ピカリア イ、サンヨウチュウ ウ、アンモナイト エ、フズリナ
28. サンゴの化石が出た地層からわかる堆積環境は何か。  
ア、暖かくて浅い海 イ、暖かくて深い海  
ウ、冷たくて浅い海 エ、冷たくて深い海
29. 引っぱり力が加わったときにできる地層はどれか。  
ア、正断層 イ、逆断層 ウ、しゅう曲 エ、不整合
30. 火山灰などが堆積してできた岩石はどれか。  
ア、砂岩 イ、石灰岩 ウ、凝灰岩 エ、れき岩

## 地学基礎知識調査(3)

次の問題で正しいと思う回答を、一つだけ選べ。

- (1) 地球の形  
ア 円 イ 楕円 ウ 回転楕円体 エ 球 オ 平面
- (2) 地球の公転軌道  
ア 円 イ 楕円 ウ 放物線 エ 不規則な円 オ 双曲線
- (3) 宵の明星  
ア 木星 イ 彗星 ウ 月 エ 金星 オ 土星
- (4) 地球のすぐ内側をまわっている惑星  
ア 水星 イ 金星 ウ 火星 エ 木星 オ 土星
- (5) 大潮の時の月の形  
ア 新月の前 イ 満月の前 ウ 上弦の月 エ 下弦の月 オ 満月の後
- (6) 月以外で満ち欠けをする星  
ア 水星 イ 火星 ウ 海王星 エ 北極星 オ 北斗七星
- (7) 日本から見えない星  
ア 北極星 イ 天王星 ウ オリオン エ 木星 オ 南十字星
- (8) 肉眼で見える星の明るさの限界  
ア 一等級 イ 三等級 ウ 五等級 エ 六等級 オ 十等級
- (9) 地球のすぐ外側をまわっている惑星  
ア 水星 イ 火星 ウ 土星 エ 金星 オ 木星
- (10) 小潮の時の月の形  
ア 新月の後 イ 満月の後 ウ 上弦の月の後 エ 満月の前 オ 新月の前
- (11) 恒星の日周運動の中心に近い星  
ア ベガ イ ベテルギウス ウ 北極星 エ アンタレス オ スピカ
- (12) 北緯30度～40度付近で、一定方向に吹く風  
ア 偏東風 イ 偏西風 ウ 貿易風 エ 季節風 オ 南風
- (13) 冬に大陸にできる寒冷で乾燥した気団  
ア 揚子江気団 イ オホーツク気団 ウ 小笠原気団 エ シベリア気団
- (14) 寒冷前線が温暖前線に追いついたときにできる前線  
ア 寒冷前線 イ 温暖前線 ウ 停滞前線 エ 梅雨前線 オ 閉塞前線
- (15) オホーツク海と太平洋に高気圧があるとき  
ア 春 イ 梅雨 ウ 夏 エ 秋 オ 冬
- (16) 北太平洋高気圧が日本に大きく張り出しているとき  
ア 春 イ 梅雨 ウ 夏 エ 秋 オ 冬
- (17) 寒冷な気団が温暖な気団を押しよける  
ア 寒冷前線 イ 温暖前線 ウ 停滞前線 エ 梅雨前線 オ 閉塞前線
- (18) 親潮の別名  
ア 日本海流 イ 対馬海流 ウ リマン海流 エ 千島海流 オ 赤道海流
- (19) U字谷やモレーンのある地形  
ア 堆積地形 イ 浸食地形 ウ 火山地形 エ 氷河地形 オ 風食地形
- (20) 土地が沈降したことを示す地形  
ア 海岸段丘 イ 河岸段丘 ウ 砂浜海岸 エ リアス式海岸 オ 三角州
- (21) 土地の隆起を示す地形  
ア 海岸段丘 イ 断層地形 ウ 蛇行 エ 珊瑚礁 オ 三角州
- (22) 阿蘇、箱根、三原山等に見られるもの  
ア 安山岩質溶岩 イ カルデラ ウ 休火山 エ 溶岩台地
- (23) 富士五湖、中禅寺湖、檜原湖などの湖  
ア 火口湖 イ 構造湖 ウ 人工湖 エ せきとめ湖 オ 浸食湖
- (24) 地球の海と陸との面積比  
ア 8:2 イ 7:3 ウ 6:4 エ 5:5 オ 4:6
- (25) 地球のおよその半径  
ア 3500km イ 4300km ウ 5700km エ 6400km オ 7300km
- (26) 地球と月との距離は  
ア 4,000km イ 40,000km ウ 400,000km エ 4,000,000km
- (27) 地球と太陽との距離は  
ア 150万km イ 1500万km ウ 1億5000万km エ 15億km
- (28) 大規模な火成岩体  
ア 花崗岩 イ 玄武岩 ウ 石灰岩 エ 安山岩 オ はんれい岩
- (29) 火山灰の固まった岩石  
ア 花崗岩 イ 砂岩 ウ 石灰岩 エ 結晶片岩 オ 凝灰岩
- (30) 地層の堆積が一時中断されて浸食が行われたことを示す証拠  
ア 断層 イ 褶曲 ウ 整合 エ 不整合
- (31) 万有引力の法則を発見した人は  
ア ガリレオ イ コペルニクス ウ プトレマイオス エ ニュートン オ ケプラー
- (32) 地動説を16世紀に唱えた人  
ア ガリレオ イ コペルニクス ウ プトレマイオス エ ニュートン オ ケプラー
- (33) 大気成分中最も多いものは  
ア 酸素 イ 二酸化炭素 ウ 窒素 エ アルゴン オ 水蒸気
- (34) 曇りの天気図記号は  
ア ○ イ ● ウ ⊙ エ ⊛ オ ○
- (35) 最も古い地質時代は  
ア シルル紀 イ 石炭紀 ウ 三畳紀 エ デボン紀 オ 二畳紀
- (36) 変成岩はどれか  
ア 玄武岩 イ 砂岩 ウ 片麻岩 エ 凝灰岩 オ 安山岩

# 基礎知識調査(4)

以下の各問いに答えなさい。

1. 太陽表面にある黒い点のような部分を何というか。
2. 太陽の表面の温度はどのくらいか。
3. 太陽の直径は地球の直径の約何倍か。
4. 月の表面にある円形のくぼ地を何というか。
5. 図1の①～⑧は、月を表している。  
満月はどの位置のものか。
6. 地球は1時間に何度自転するか。
7. 図2で早い時刻に観測したのはどちらか。
8. 7で、観測時間の差は何時間か。
9. 星や太陽が真南にきたときを何というか。
10. 毎日同じ星を観測すると、同じ位置にくるのは1日に  
何分早くなるか。
11. 地球は、公転面の垂直な方向に対して、地軸を何度  
傾けたまま公転しているか。
12. 北半球で、太陽の高度がいちばん高くなる日はいつか。
13. 天球上を太陽が動く通り道を何というか。
14. 自ら光を出す天体を何というか。
15. 太陽のまわりをまわっている天体を何というか。
16. 15のまわりをまわっている天体を何というか。
17. 15のなかで一番大きい天体はなにか。
18. 図3で、明け方東の空に三日月状に大きく欠けて見える  
金星はどれか。
19. 図3で一晩じゅう見える天体はどの位置にあるものか。
20. 地上での大気による圧力を何というか。
21. 周囲よりも2が高い領域を何というか。
22. 北半球では、低気圧の中心付近では風はどちらまわりに  
吹き込むか。
23. 暖気が寒気の上にはゆるやかにはい上がり、層状の雲を  
広範囲に発生させる前線はなにか。
24. 23の前線通過後、気温はどう変化するか。
25. 図4のO-Aの前線を何というか。
26. 図4の前線をとりまく線を何というか。
27. 図4は、どちらの方角に進むか。

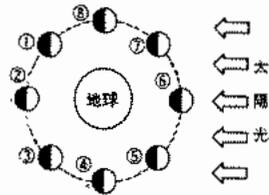


図 1



図 2

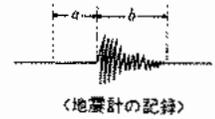


図 3



図 4

28. 日本は、季節により吹く風の向きが異なるがこの風を  
何というか。
29. 日本の冬の北西の風は、何という気団から吹くか。
30. 図5のaのゆれを何というか。
31. 図5のbのゆれを何というか。
32. 図5のaのゆれの原因となる地震波を何というか。
33. 地震の発生した場所を何というか。
34. ある場所での地震のゆれの大きさを何というか。
35. 富士山のような火山は、その形や溶岩の積もり方から  
何とよばれるか。
36. 昭和新山などのつりがね状の火山をつくる溶岩の粘りけ  
は強いか弱いか。
37. マグマが地表付近で、短時間に冷えて固まった岩石を  
何というか。
38. 図6のような火成岩の組織を何というか。
39. 図6のような組織は、地下の浅いところできたものか、  
地表付近でできたものか。
40. フズリナやサンゴなどの遺骸を多く含む岩石は何か。
41. 火山灰が堆積してできた岩石を何というか。
42. 地表で岩石が、長い時間かかって変化し、しだいに  
もろくなっていくことを何というか。
43. 図7のA層とB層で、陸地に近いところできたのは  
どちらか。
44. 地層が堆積したときの場所や気候のようすを知る手がかり  
になる化石を何というか。
45. アンモナイトが生きていた時代を何というか。
46. 図8のような地形を何というか。
47. このような地形ができるのは、どのような地殻変動による  
ものか。
48. 連続して地層が堆積する重なり方を何というか。
49. 図9で、n-nを何というか。
50. 図9で、A層・B層・C・n-nは、どれが最初にできた  
ものか。



〈地震計の記録〉

図 5



図 6

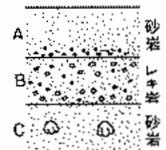


図 7



図 8

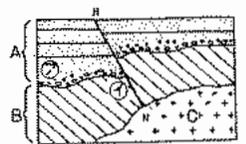


図 9

(富士教育「5科一問一答式」より)

# 地学基礎知識調査解答

## 地学基礎知識調査(1)

- (1) ウ 恒星 (2) ア 惑星 (3) イ 衛星 (4) ウ 木星  
 (5) ア 金星 (6) ア 金星 (7) ウ 6000℃ (8) 黒点  
 (9) クレーター (10) エ 400倍 (11) 南中 (12) イ 夏至  
 (13) 北極星 (14) 左回りに円運動 (15) 黄道 (16) 自転軸  
 (17) ☉ (18) 飽和水蒸気量 (19) 露点温度 (20) 大気圧  
 (21) 等圧線 (22) 気団 (23) 寒冷前線 (24) 温暖前線  
 (25) 西高東低型 (26) 小笠原気団 (北太平洋気団) (27) イ 火成岩  
 (28) 等粒状組織 (29) 石基 (30) 震度 (31) マグニチュード  
 (32) 風化作用 (33) エ 花崗岩 (34) 示層化石 (35) 示準化石  
 (36) 造山運動

## 地学基礎知識調査(2)

- (1) ウ 109倍 (2) イ 低い (3) ア 東から西  
 (4) ウ 衛星 (5) エ クレーター (6) ウ 夕方  
 (7) ア 35° (8) ア 北極星を中心に反時計回り  
 (9) イ 1時間に15° ずつ東から西へ  
 (10) エ 1ヶ月に30° ずつ東から西へ (11) イ 水星  
 (12) ア 東 (13) イ hPa (14) ウ 膨張して気温が低下  
 (15) イ 時計回りに吹き出す (16) ウ 小笠原気団  
 (17) ア 西高東低 (18) エ 停滞前線 (19) ウ ☉  
 (20) エ 短時間強い雨、通過後気温低下 (21) エ マグニチュード  
 (22) ウ 初期微動継続時間 (23) ア 7段階  
 (24) イ 激しい噴火で、おわんを伏せたような火山地形  
 (25) ウ シャチョウ石 (26) ア 花こう岩 (27) ウ アンモナイト  
 (28) ア 暖かくて浅い海 (29) ア 正断層 (30) ウ 凝灰岩

## 地学基礎知識調査(3)

- (1) ウ 回転楕円体 (2) イ 楕円 (3) エ 金星 (4) イ 金星  
 (5) オ 満月の後 (6) ア 水星 (7) オ 南十字星  
 (8) エ 6等級 (9) エ 金星 (10) ウ 上弦の月の後  
 (11) ウ 北極星 (12) イ 偏西風 (13) エ シベリア気団  
 (14) オ 閉塞前線 (15) イ 梅雨 (16) ウ 夏  
 (17) オ 閉塞前線 (18) エ 千島海流 (19) エ 氷河地形  
 (20) エ リアス式海岸 (21) ア 海岸段丘 (22) イ カルデラ  
 (23) エ せきとめ湖 (24) イ 7:3 (25) エ 6400km  
 (26) ウ 400,000km (27) ウ 1億5000万km  
 (28) ア 花崗岩 (29) オ 凝灰岩 (30) エ 不整合  
 (31) エ ニュートン (32) イ コペルニクス (33) ウ 窒素  
 (34) ウ ☉ (35) ア シルル紀 (36) ウ 片麻岩

## 地学基礎知識調査(4)

- (1) 黒点 (2) 6000℃ (3) 100 (109) 倍  
 (4) クレーター (5) ② (6) 15° (7) B  
 (8) 2時間 (9) 南中 (10) 4分 (11) 23.4°  
 (12) 夏至 (13) 黄道 (14) 恒星 (15) 惑星 (16) 衛星  
 (17) 木星 (18) ウ (19) カ (20) 大気圧 (気圧)  
 (21) 高気圧 (22) 反時計回り (23) 温暖前線 (24) 上昇する  
 (25) 寒冷前線 (26) 等圧線 (27) 東 (28) 季節風  
 (29) シベリア気団 (30) 初期微動 (31) 主要動 (32) P波  
 (33) 震源 (34) 震度 (35) 成層火山 (36) 強い  
 (37) 火山岩 (38) 等粒状組織 (39) 深いところ (40) 石灰岩  
 (41) 凝灰岩 (42) 風化 (43) B (44) 示相化石  
 (45) 中生代 (46) 海岸段丘 (47) 隆起 (48) 整合  
 (49) 断層 (50) B層

# 火成岩 (1)

年 組 番 氏名

SiO <sub>2</sub> の割合		66%	52%	45%	
成分による分類		酸性岩	中性岩	塩基性岩	超塩基性岩
固にまよる深分さ類	火山岩	リュウモン岩	アンザン岩	ゲンブ岩	
	半深成岩	セキエイハン岩	ヒン岩	キリョク岩	
	深成岩	カコウ岩	センリョク岩	ハンレイ岩	カンラン岩
主な造岩鉱物	無色鉱物	セキエイ カリチョウ石 (Naに富む)	シャチョウ石	(Caに富む)	
	有色鉱物	黒ウンモ	カクセン石	キ石	カンラン石
その他の鉱物					
色		白っぽい	灰色	黒っぽい	黒い
比重		約2.6g/cm <sup>3</sup>	約2.8g/cm <sup>3</sup>	約3.0g/cm <sup>3</sup>	約3.2g/cm <sup>3</sup>
マグマの粘性度		大	中	やや小	小

1. 次の火成岩に含まれる主な鉱物名を書きなさい。

カコウ岩	アンザン岩	キリョク岩	カンラン岩

2. 固まった深さについて

a. 地表付近で固まった火成岩を何とよぶか。また、その具体的な岩石名を書きなさい。

< >  
( ) ( ) ( )

b. 地下の深い所で固まった火成岩を何とよぶか。また、その具体的な岩石名を書きなさい。

< >  
( ) ( ) ( )

c. 固まる速さの早い順にならべなさい。 <火山岩・半深成岩・深成岩>

( ) → ( ) → ( )

d. 同様に、鉱物の結晶の大きい順にならべなさい。

( ) → ( ) → ( )

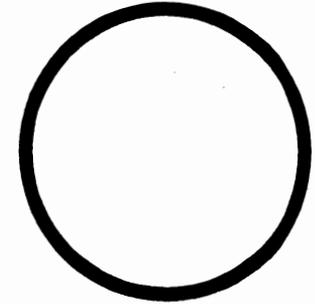
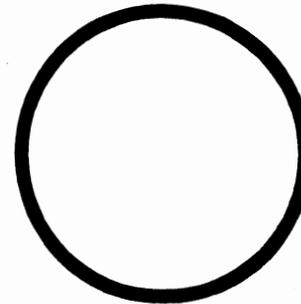
e. 固まる速さと、鉱物の結晶の大きさの関係を書きなさい。

( )

f. 火山岩と深成岩の鉱物の結晶のようすを観察しよう。また、その構造は何とよばれるか。

火山岩

深成岩



( )

( )

# 火成岩 (2)

年 組 番 氏名

## 3. 成分について

- a. 有色鉱物の割合が多い順に、岩石の分類を書きなさい。  
 <酸性岩・中性岩・塩基性岩・超塩基性岩>

( ) → ( ) → ( ) → ( )

- b. 同様に、色が濃い順に岩石の分類を書きなさい。

( ) → ( ) → ( ) → ( )

- c. 有色鉱物の割合と岩石の色との関係を書きなさい。

( )

- d. 岩石の色を表す基準として色指数というものがあり、次の式で求められる。

$$\text{色指数} = (\text{有色鉱物の体積} / \text{岩石全体の体積}) \times 100$$

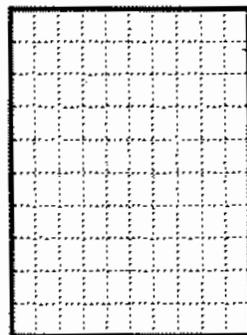
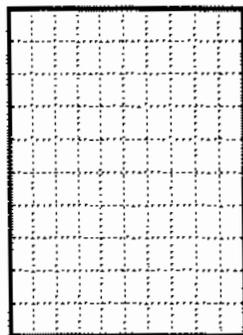
100㎖の岩石中に、有色鉱物が23㎖含まれていたら、色指数はいくらか。

( )

- e. 色指数10のカコウ岩と、色指数50のゲンブ岩のようすを、有色鉱物を黒くぬりつぶすことによって図示しなさい。

カコウ岩 (色指数10)

ゲンブ岩 (色指数50)



## 4. 比重について

- a. 比重の重い順に、岩石の分類を書きなさい。  
 <酸性岩・中性岩・塩基性岩・超塩基性岩>

( ) → ( ) → ( ) → ( )

- b. 上の結果より、無色鉱物と有色鉱物の比重について考えなさい。

( )

## 5. マグマの粘性について

- a. マグマの粘り気が強かった順に、岩石の分類を書きなさい。  
 <酸性岩・中性岩・塩基性岩・超塩基性岩>

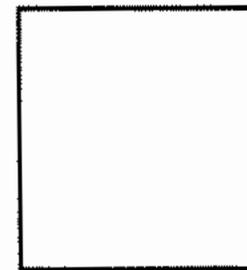
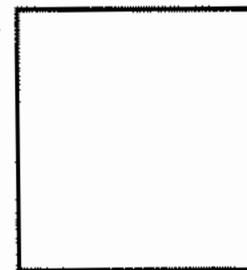
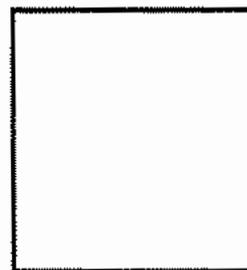
( ) → ( ) → ( ) → ( )

- b. それぞれの岩石でできている山の形を図示し、その形態の名称を書きなさい。

酸性岩

中性岩

塩基性岩



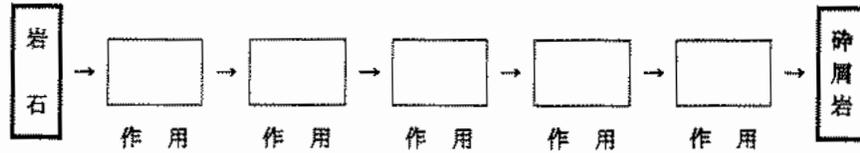
( ) ( ) ( )

# 堆積岩

年 組 番 氏名

---

1. 空欄をうめなさい。



2. 砕屑岩の分類について、空欄をうめなさい。

粒径 (mm) 256 64 4 2 1 1/2 1/4 1/8 1/16 1/256

未固結											
	レキ				砂				泥		
固結											

3. 火山砕屑岩について

a. どのようにしてできたものか。 ( )

b. どのようなものがあるか。 ( )

4. 化学岩について

a. どのようにしてできたものか。 ( )

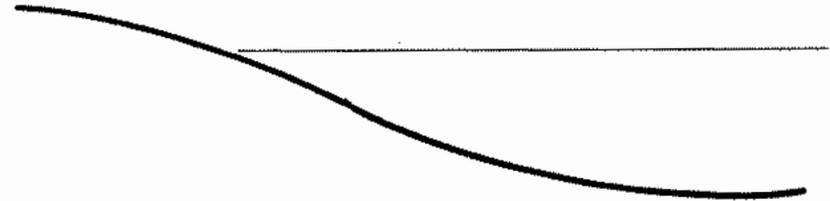
b. どのようなものがあるか。 ( )

5. 生物岩について

a. どのようにしてできたものか。 ( )

b. どのようなものがあるか。 ( )

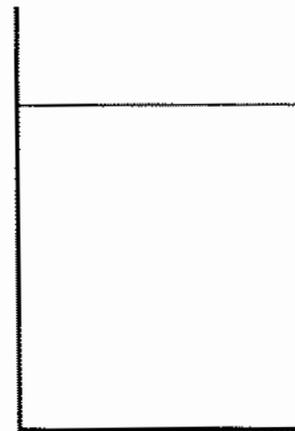
6. 大小さまざまな大きさの砕屑物が海に堆積する時、そのようすを図示し、その理由を述べなさい。



<理由>

---

7. いろいろな大きさの砕屑物を同時に水中に入れると、どのように堆積するか。そのようすを図示し、その理由を述べなさい。



<理由>

---



---



---

# 変成岩・岩石の分類

年 組 番 氏名

1. 空欄をうめなさい。

岩 → 接触変成作用 → ( )  
 石 → 広域変成作用 → ( )

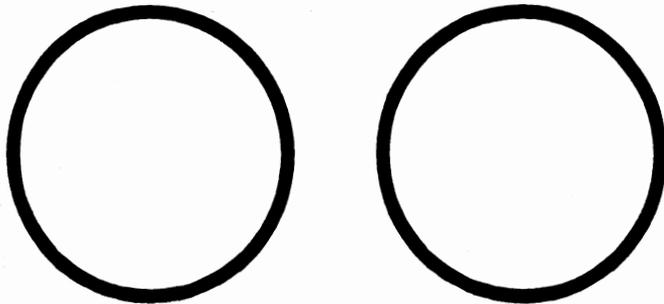
2. 以下の変成岩は、何という岩石が、どういう作用を受けたものであるかを述べなさい。

	もともとの岩石	受けた作用
粘板岩・千枚岩		
結晶片岩・片麻岩		
大理石		
ホルンフェルス		

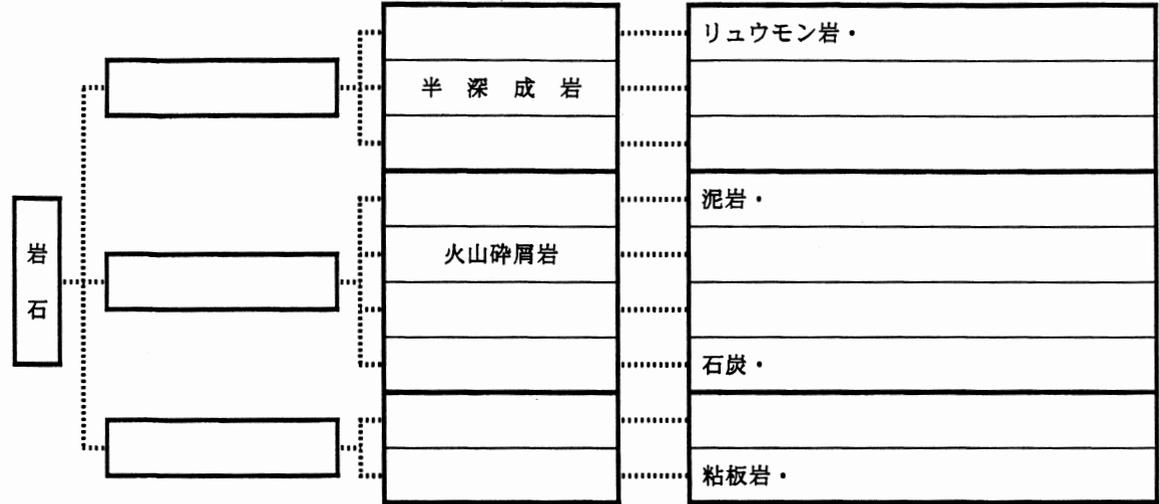
3. 以下の岩石の鉱物組織のようすを観察してみよう。

片 麻 岩

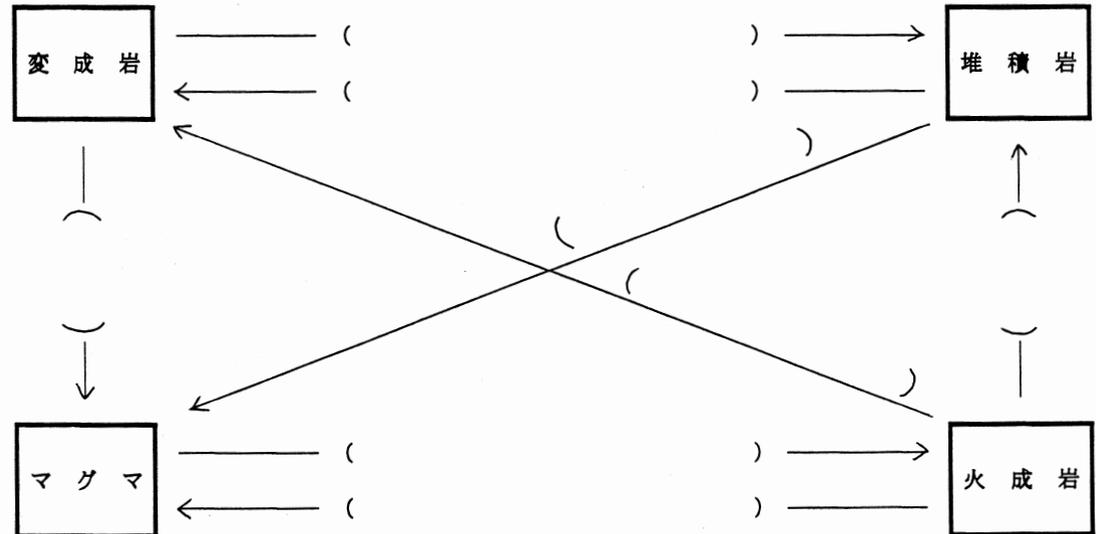
大 理 石



4. 岩石の分類について、空欄をうめなさい。



5. 岩石の循環について ( ) 内に該当する作用の名称を入れなさい。



## テフラの実習

テフラ中の鉱物を調べる。

ねらい 私たちの住む関東地域には多くの火山の噴出物（テフラ）に覆われている。その中には岩石を構成している鉱物が結晶のまま含まれている。また火山によって、同じ火山でも時期の異なる噴火によって含まれる鉱物が異なってくる。噴出物の粒子を観察し、鉱物の特徴や火山のマグマの特徴を考察する。

### 準備

資料 火山灰試料、茨城県内のテフラⅠ

用具 蒸発皿、ふるい、葉包紙、フラットペトリ皿、双眼実体顕微鏡、爪楊枝、偏向拡大鏡

### 方法 ① 試料の処理（事前に処理しておいた方がよい）

火山灰試料を大きじ一杯くらい蒸発皿に取る。

試料を水に溶かしながら粒子がバラバラになるように指先ですりつぶす。

静かに沈殿させておいてから上澄みを捨てる。これを濁りが無くなる位まで繰り返す。

洗った試料を乾燥させる。

0.5mm, 0.25mm, 0.125mm のふるいにかけて 0.25mm と 0.125mm に残った試料を別々に保存する。このとき試料のサイズと種類を記入しておく。

### ② 試料の観察

二分法などによって小分けした試料をフラットペトリ皿に入れ、双眼実体顕微鏡で観察する。

茨城県内のテフラⅠを見ながら粒子を分類しその特徴を観察する。

### ③ 観察した鉱物等の特徴をまとめ、含まれる鉱物の種類などからもとのマグマの特徴を考察する。

発展 ○ 偏向拡大鏡を使って多色性や消光も確認すると良い。

○ 鉱物の割合も確認しておくが良い。

# テフラの実習 (ワークシート)

年 組 番氏名

ねらい 私たちの住む関東地域には多くの火山の噴出物(テフラ)に覆われている。その中には岩石を構成している鉱物が結晶のまま含まれている。また火山によって、同じ火山でも時期の異なる噴火によって含まれる鉱物が異なってくる。噴出物の粒子を観察し、鉱物の特徴や火山のマグマの特徴を考察する。

**準備**

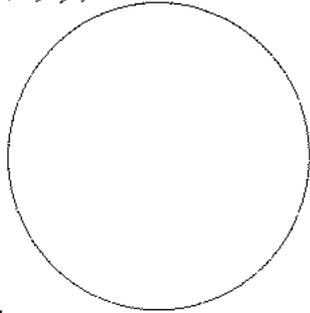
資料 火山灰試料、茨城県内のテフラ I

用具 薬包紙、フラットペトリ皿、双眼実体顕微鏡、爪楊枝、偏向拡大鏡

**方法**

- 1) 二分法などによって小分けした試料をフラットペトリ皿に入れ、双眼実体顕微鏡で観察する。(余裕があれば偏光拡大鏡でも観察してみる。)
  - ① 観察した異なる種類の鉱物のスケッチを描け。
  - ② スケッチした鉱物の特徴を箇条書きで書け。
  - ③ 「茨城県内のテフラ I」を使ってスケッチした鉱物の名前をつける。
- 2) テフラに含まれている鉱物の種類からもとのマグマの種類や性質を考察する

鉱物のスケッチ

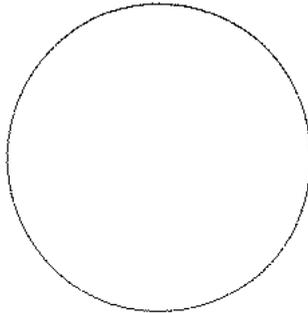


特徴

- ・
- ・
- ・
- ・
- ・

鉱物の名称 ( )

鉱物のスケッチ

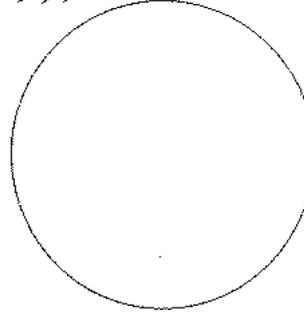


特徴

- ・
- ・
- ・
- ・
- ・

鉱物の名称 ( )

鉱物のスケッチ

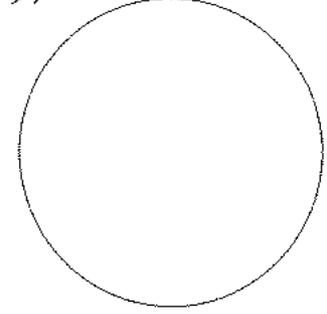


特徴

- ・
- ・
- ・
- ・
- ・

鉱物の名称 ( )

鉱物のスケッチ

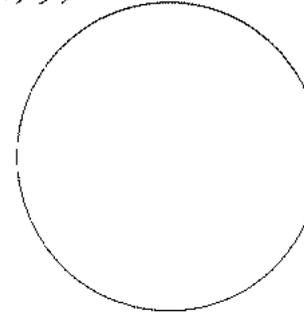


特徴

- ・
- ・
- ・
- ・
- ・

鉱物の名称 ( )

鉱物のスケッチ

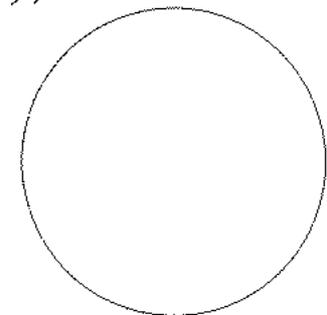


特徴

- ・
- ・
- ・
- ・
- ・

鉱物の名称 ( )

鉱物のスケッチ



特徴

- ・
- ・
- ・
- ・
- ・

鉱物の名称 ( )

もとのマグマは何岩質のマグマか。(そのマグマの特徴を書け。

- ・
- ・

) 岩質マグマ

# 走 時 曲 線

〔目的〕 2000年10月6日に発生した鳥取県西部地震のデータを使って、走時曲線を作成し地震波(P波)の速さや地殻の厚さを求めてみる。

- 〔方法〕
- ① 表①のデータをEXCELに入れ、走時曲線を作成する。
  - ② ①で作成した走時曲線が屈曲する点の震央距離を読みとる。
  - ③ 屈曲する二本の直線の傾きの逆数を計算し、地殻を伝わるP波の速さ・マントル上部を伝わるP波の速さを求める。・・・EXCELで近似直線を追加し、数式を表示させるとよい。(参考図参照)
  - ④ 次に地殻の厚さを求める。

③で求めた地殻を伝わるP波の速さをV (km/s)、マントル上部を伝わるP波の速さをV'(km/s)、②で求めた屈曲点までの震央距離をy (km) とすると、地殻の厚さdは次の式で表されることがわかっている。

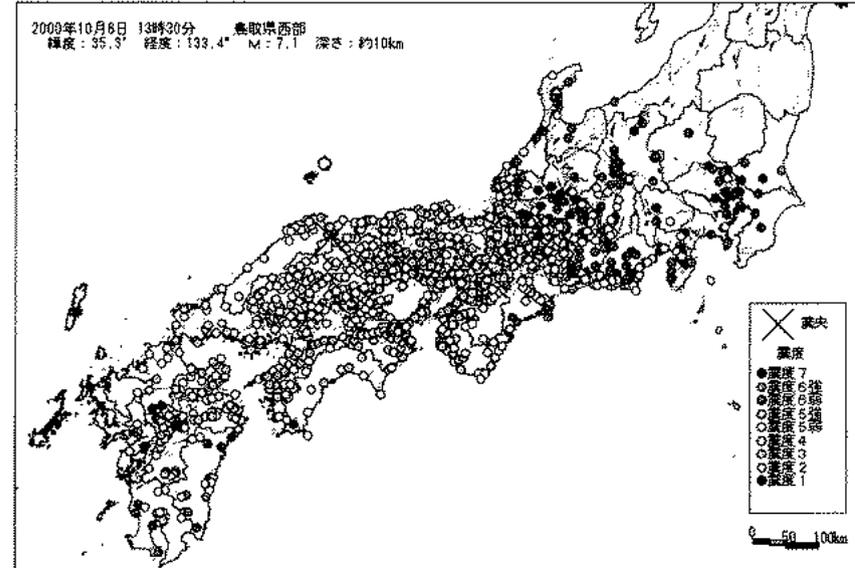
$$d = \frac{y}{2} \sqrt{\frac{V' - V}{V + V'}}$$

この式から、地殻の厚さを求める。

〔結果〕

- 屈曲点までの震央距離.....  km
- 屈曲点までの近似直線の傾き.....
- 地殻中を伝わるP波の速さ.....  km/s
- 屈曲点からの近似直線の傾き.....
- マントル上部を伝わるP波の速さ...  km/s
- 地殻の厚さ.....  km

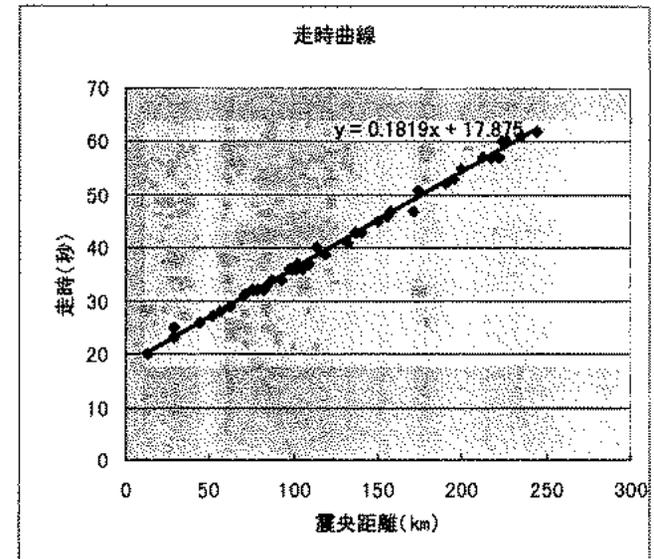
〔資料〕 鳥取県西部地震の震度分布



[表①]

観測点	P波到着時刻	震央距離(km)	観測点	P波到着時刻	震央距離(km)
伯太	13:30:20	13	三方	13:31:00	226
上郷	13:30:23	29	花園	13:31:01	235
湯原	13:30:25	29	信楽	13:31:02	245
哲多	13:30:26	44	菊川	13:31:04	252
吉田	13:30:27	52	黒滝	13:31:04	249
平田	13:30:28	56	上富田	13:31:06	259
佐田	13:30:29	62	川上	13:31:06	264
美星	13:30:31	71	北九州	13:31:07	272
吉舎	13:30:32	78	織田	13:31:07	251
邑智	13:30:32	82	多賀	13:31:08	270
智頭	13:30:32	75	春日	13:31:09	276
羽須美	13:30:33	84	尾鷲	13:31:10	289
御調	13:30:34	93	根尾	13:31:10	294
大和	13:30:34	87	宮川	13:31:11	288
玉野	13:30:36	99	松阪	13:31:12	296
石見	13:30:36	101	羽島	13:31:12	300
江津	13:30:36	105	若宮	13:31:13	313
南光	13:30:36	97	玄海	13:31:13	307
三原	13:30:37	109	永平寺	13:31:13	282
日生	13:30:37	102	宇目西	13:31:15	323
金城	13:30:39	118	常滑	13:31:15	320
相生	13:30:40	114	宇美	13:31:15	325
呉	13:30:41	132	小園	13:31:16	324
加古川	13:30:43	140	志摩	13:31:16	334
山東	13:30:43	137	波野	13:31:18	329
匹見	13:30:45	150	幡豆	13:31:19	343
新宮	13:30:46	156	鹿北	13:31:20	348
六日市	13:30:47	171	東郷	13:31:21	372
福知山	13:30:47	158	五ヶ瀬	13:31:21	356
伊根	13:30:51	174	諸塚	13:31:23	363
和歌山	13:30:52	190	椎葉	13:31:26	379
此花	13:30:53	195	人吉	13:31:27	423
田尻	13:30:55	200	国富	13:31:30	413
美東	13:30:57	222	伊万里	13:31:30	395
那賀	13:30:57	217	佐世保北	13:31:31	407

[参考図] 震央距離250kmまでの走時曲線

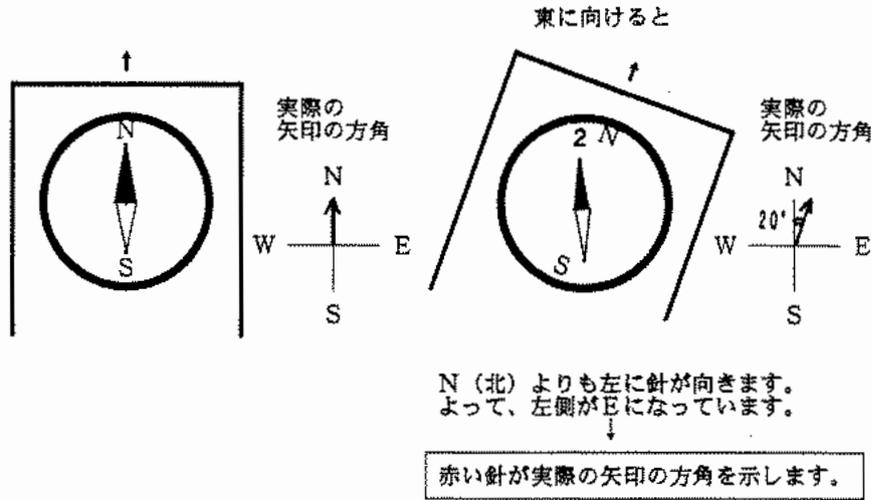


# クリノメーターで地図を作ろう

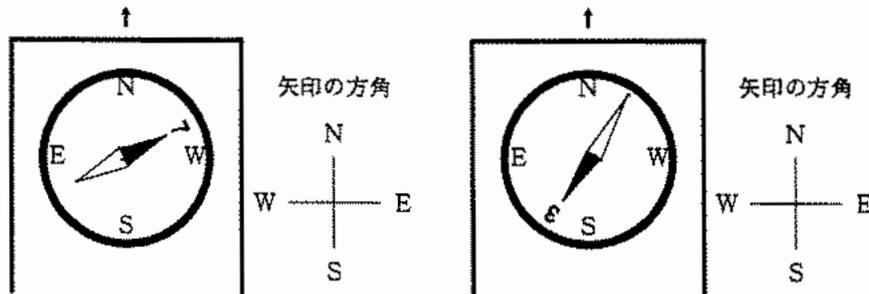
年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

1. 準備するもの  
クリノメーター、メジャー、バインダー、鉛筆、定規、プリント、分度器
2. 方角の測定について  
クリノメーターで方角を測定します。

☞ クリノメーターのE（東）とW（西）って、どうして逆になっているの？



☞ クリノメーターの針が、下のようになっている時、矢印の方角を図示しなさい。



3. 距離の測定について  
歩測によって距離を測定します。

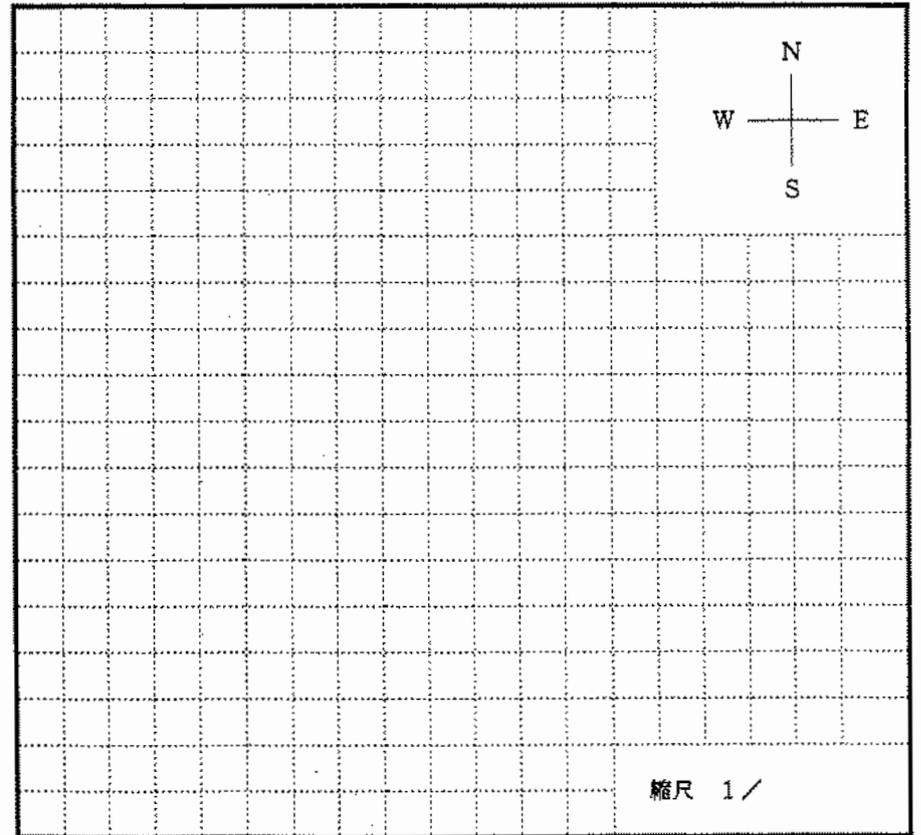
☞ 自分の1歩（つま先からつま先まで）って、何cm？

10歩 m cm ÷ 10 = cm

4. 実習  
クリノメーターと歩測を使って、道路や校舎・廊下等の地図を作ってみよう。

- ① これから進もうとする方向を考え、始点を決めます。
- ② クリノメーターで目標点までの方角を測ります。
- ③ 目標点まで歩いて歩数を数え、距離を計算します。
- ④ 縮尺を考え、始点から直線を引きます。
- ⑤ 目標点だった地点を始点にして、②～④をくり返します。

<縮尺>	<実際の距離>	<地図での長さ>
1/100	1m =	1cm
1/1,000	10m =	1cm
1/10,000	100m =	1cm



# 地 質 図

## 1. はじめに

地学の分野において、口頭でいくら説明しても、実験したり実物を見たりしないと理解しにくい内容がいくつかある。その中の1つとして地質図があげられる。地質図は、生徒たちにとって親しみにくい内容かもしれないが、基礎さえしっかり身につければ、ほとんどの問題が解けるようになるので、是非、マスターさせたい内容でもある。そうしたことから、地質図を理解しやすくするための工夫について考えた。

地質図を理解するためには、立体的な広がり の把握が不可欠である。そのために、立体模型を利用することが有効な手段であると思われるが、作成には膨大な労力が必要であり、しかも、その模型によっていろいろなパターンを表現するためには、さらに工夫が必要である。今回は、手軽に授業に用いることができる方法として、プリント学習を考えた。それによって、自然に生徒たちも、地質図の理解を深めることができるような工夫を試みた。

## 2. 実習の解説 (各プリントについて)

### <走向・傾斜>

左側は、立方体中に示された平面を層理面にみだてて、走向・傾斜を答えさせるものである。上面は水平面なので、上面に現われる直線の方向が走向を表すことになる。また、一般的な傾斜の場合、傾斜の方向は、つねに走向と直角の関係であることも説明しておきたい。傾斜が $0^\circ$ の場合は、水平面との交わりが直線にならないので走向がなく、 $90^\circ$ の場合は、傾斜の方向がないこともつけ加えたい。

また、走向・傾斜を地図上に記号で表すにはどうするのかを説明する。走行や傾斜の棒の意味についてふれるわけであるが、特に傾斜について注意したい。たとえば、 $45^\circ$  E の場合、真東の方向や、走向と $45^\circ$ の角度で傾斜の方向を表すものだと思う生徒が若干いるので、気をつけて指導したい。

右側は、記号の練習である。各地点の点を中心に、適当な大きさで書かせる。この場合、走向を表す棒の角度を考えないで書く生徒がいるので注意したい。

### <地質断面図>

まったく人工的な地質図であるが、地質図についての説明をしておく。地形図上に2種類の線が描かれているが、細い線は地表面の高さを表す等高線であり、太い線は地表面に現われた地層の境目(層理面)を表す「地層境界線」とよばれるものであることを説明する。層理面の走向・傾斜が地形図上に記号で示されているが、それに注意してそれぞれの直線に沿った断面図を書かせる。ただし、縦と横の縮尺は同じであるものとする。

まず、地表面の断面を書くわけであるが、等高線に注目させ、各場所場所何m~何mの高さでなければならぬかに注意させたい。地層の断面については、走向に直角な断面なので、傾斜角度のとおり層理面を書けばよいことを説明する。

### <地層境界線(1)>

いちばん上の図のような地層の構造をした山を、真横あるいは真上から見た時、どのように見えるかを書かせる。

地層が水平の場合、層理面は常に同じ高さの場所に存在する。よって、等高線と同じような形で層理面を書くことができる。

地層が垂直の場合、層理面は地形に関係なく直線的に現れる。

理解しにくいのが、一般的な傾斜の場合についてである。層理面にも高さを考えることができ、走向方向に引いた直線が層理面の等高線になる。地形の等高線と層理面の等高線を考えた時、両者が同じ高さになる地点に境界線が現れることを説明する。

### <地層境界線(2)>

左側は層理面が平面である時、ある地点で層理面の走向・傾斜がわかれば、地層境界線を作図によって書くことができることを学ぶものである。

地形図上の一点に層理面の走向・傾斜が記号で示してある。これをもとにして2つの地層の境界線を書かせる。「地層境界線(1)」のプリントと関連づけて説明したい。

傾斜が水平の場合は、等高線に沿って境界線は現れ、傾斜が $90^\circ$ の場合は地形に関係なく、走向方向に沿って一直線に現れる。

一般的な傾斜の場合、その地点から走向方向に直線を引けば、それがその地点の高度と同じ層理面の等高線になる。地形の等高線が100mおきなので、層理面の等高線も100mごとに引く。

それぞれの傾斜角度について、傾斜の方向へ、水平距離にして何m進むと高度が100m低くなるのかを、三角形を使って説明する。 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、それぞれ傾斜角度が違えば、100mごとの層理面の等高線の間隔も違ってくる。さらに、傾斜の方向と逆側にも、層理面の等高線を引けるだけ引き、高度の値を記入する。

地表面の等高線と層理面の等高線で同じ高さが交わっているところに点をうち、それを結べば地層境界線になる。

右側は、地形図上に地層境界線が描かれているが、それをもとにして、層理面の走向・傾斜を読み取る方法を学ぶものである。

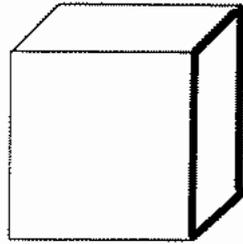
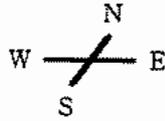
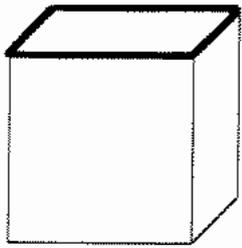
等高線に沿って境界線が現れているものは傾斜が水平、直線で現れているものは $90^\circ$ で走向はその直線の向いている方向である。

一般的な傾斜の場合、境界線上の同じ高度の2地点を直線で結ぶ。その直線が層理面の走向を示すと同時に、層理面の等高線になる。他にも同じ高度になっている2地点を結び、それぞれの直線が示す層理面の高度を記入する。それによって、傾斜の方角を知ることができる。さらに傾斜角度については、直線間の水平距離より求めることができる。

# 走向・傾斜

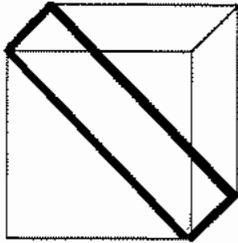
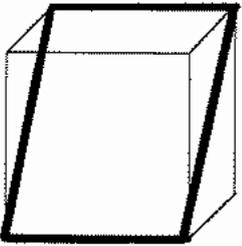
年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

1. 下の図の面の走向・傾斜を求めなさい。



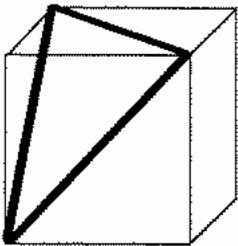
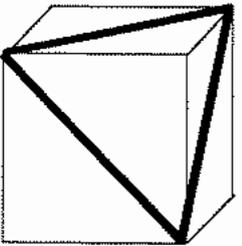
走向		記号	N
傾斜		号	↑

走向		記号	N
傾斜		号	↑



走向		記号	N
傾斜		号	↑

走向		記号	N
傾斜		号	↑



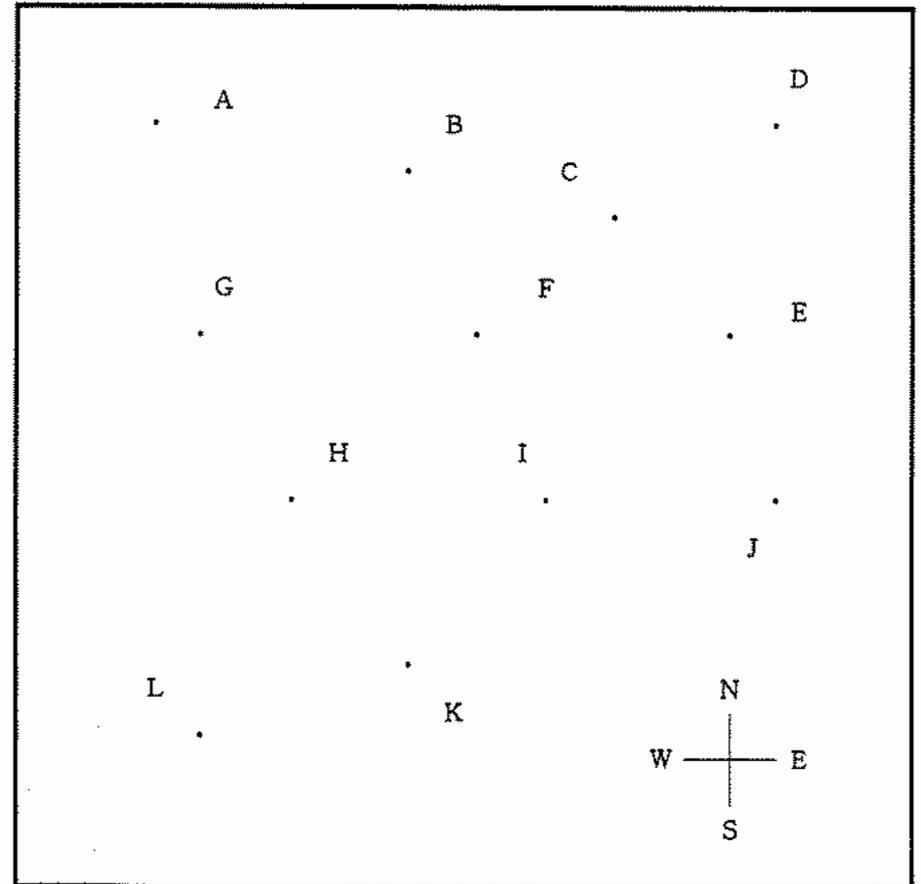
走向		記号	N
傾斜	54° ( )	号	↑

走向		記号	N
傾斜	54° ( )	号	↑

2. それぞれの地点に、走向・傾斜を記号で書き入れてみよう。

	A	B	C	D	E	F
走向	N42°W	N42°W	N20°E	N30°W	N S	なし
傾斜	40°S	40°W	35°E	90°	50°W	0°

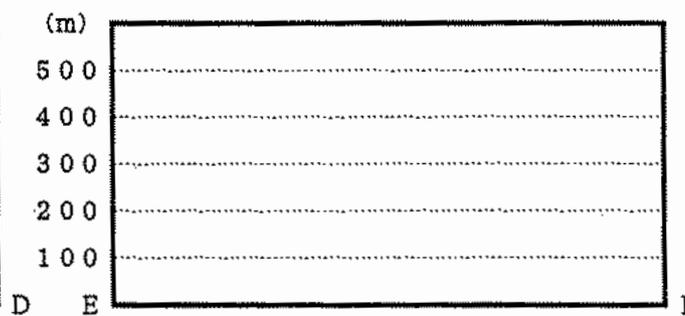
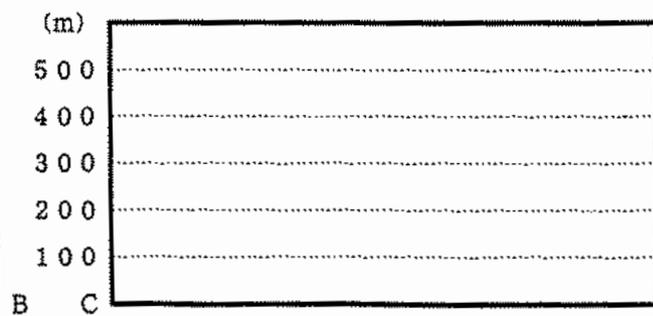
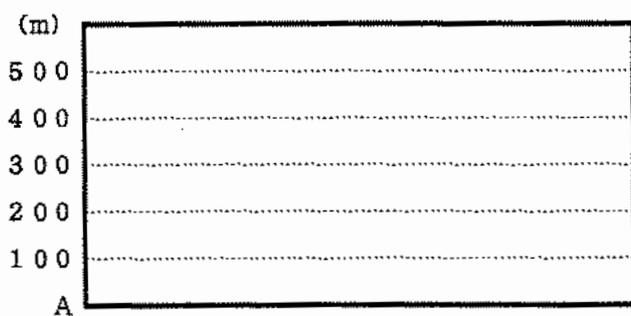
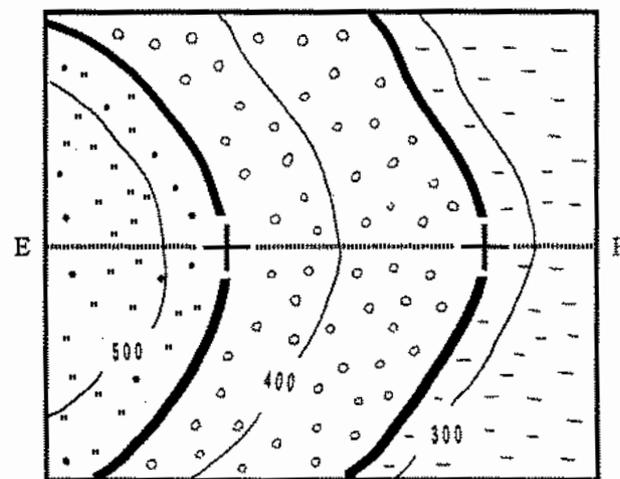
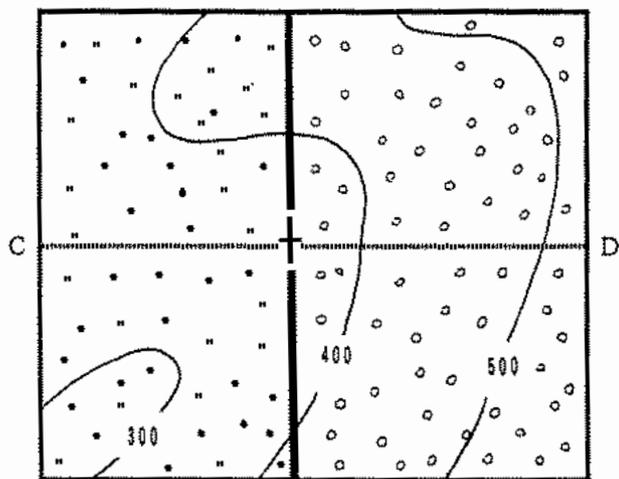
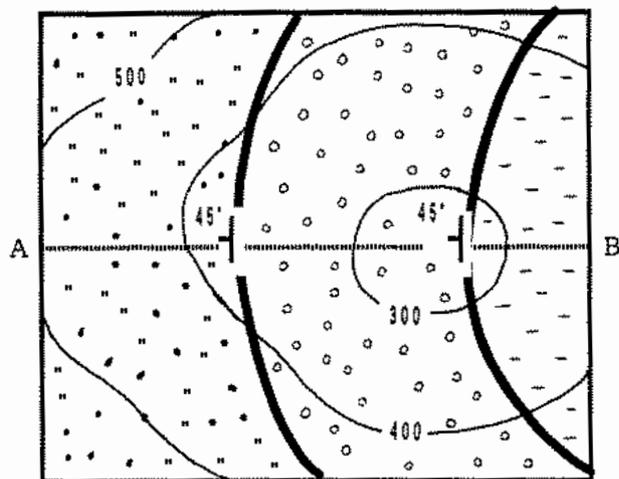
	G	H	I	J	K	L
走向	E W	N15°W	N80°E	E W	N45°E	N S
傾斜	67°S	27°E	45°N	72°N	33°W	90°



# 地質断面図

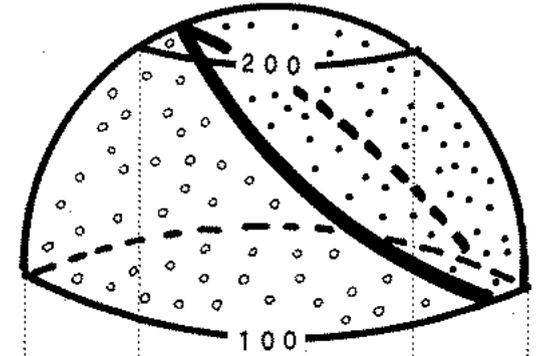
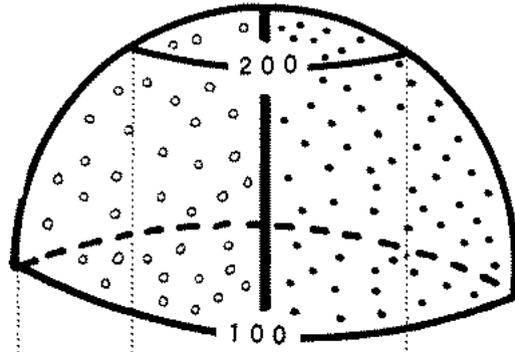
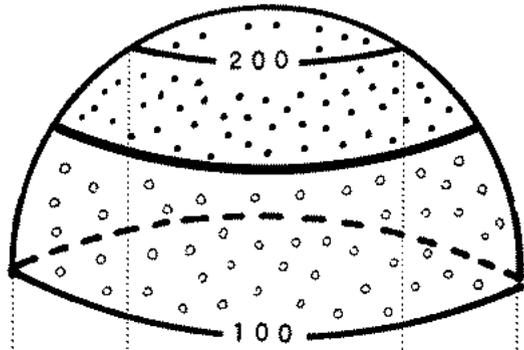
年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

下図のA-B、C-D、E-Fに沿った地質断面図を書いてみよう。

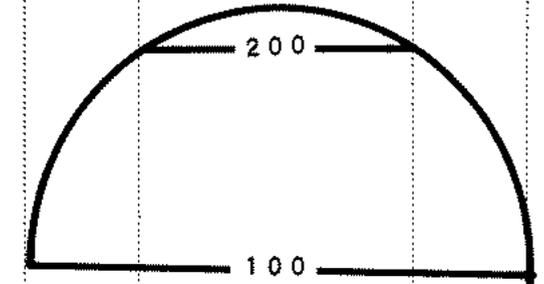
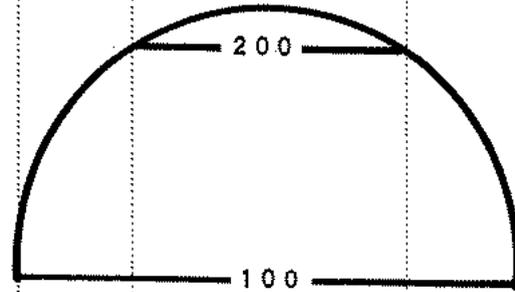
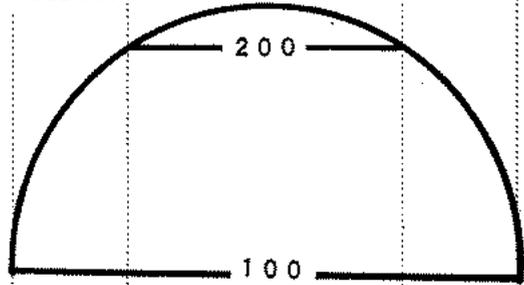


# 地層境界線 (1)

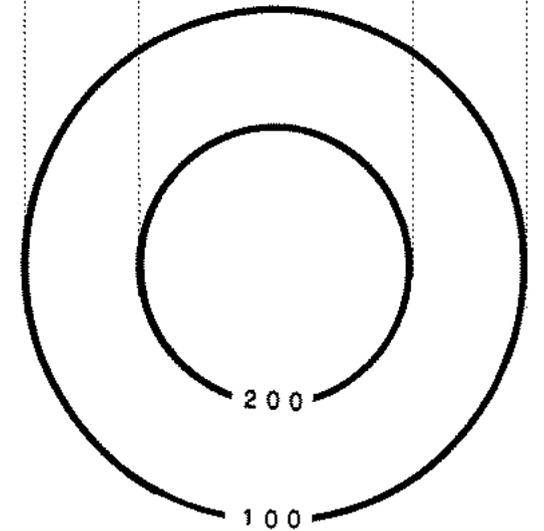
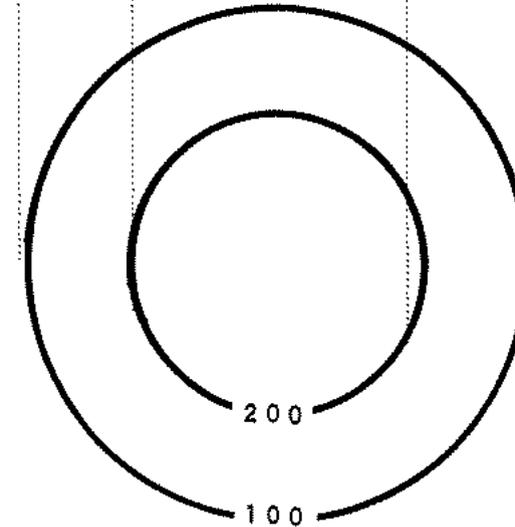
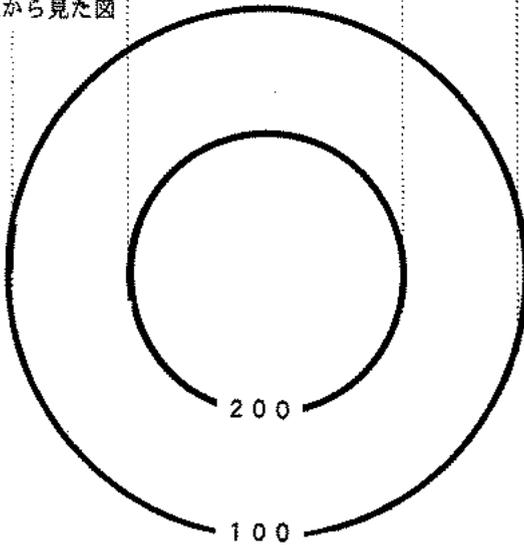
年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_



真横から見た図



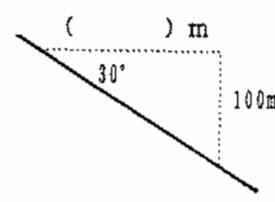
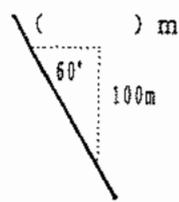
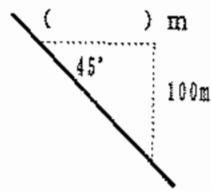
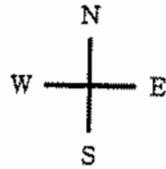
真上から見た図



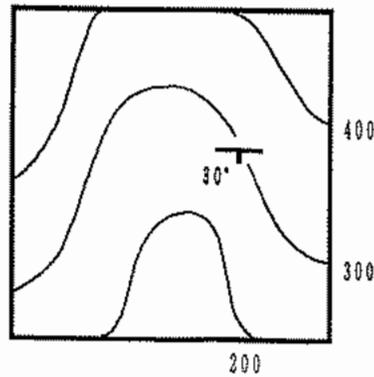
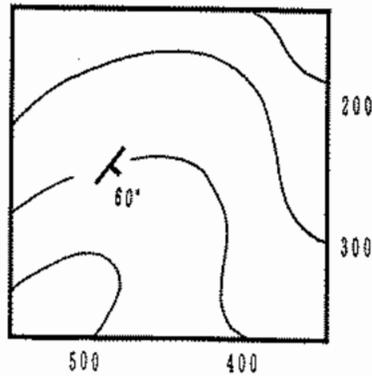
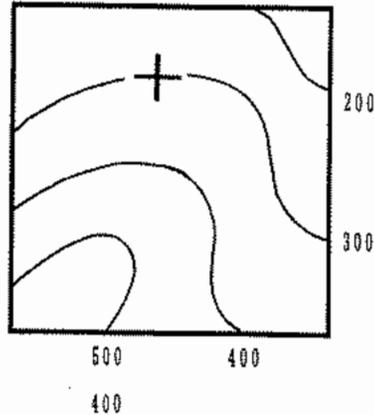
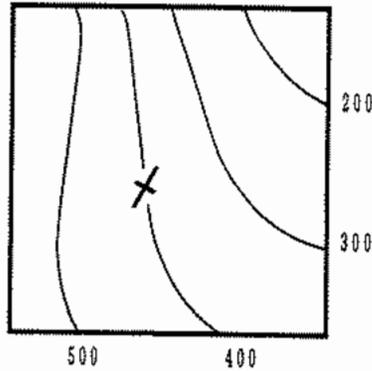
# 地層境界線 (2)

年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

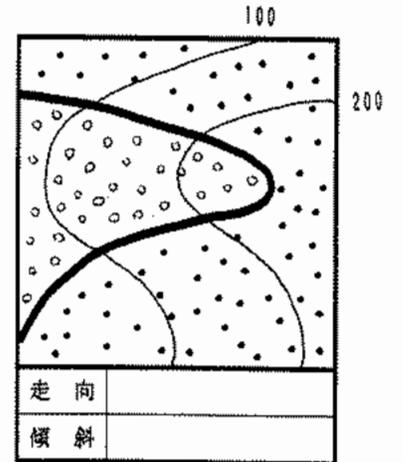
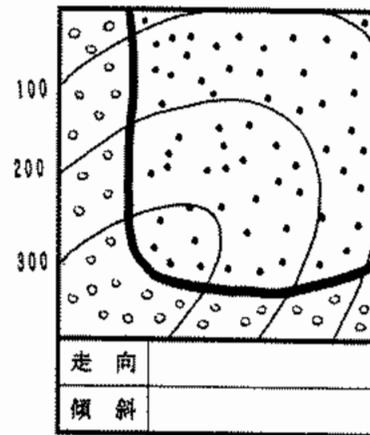
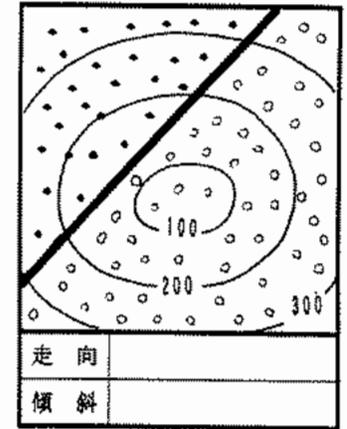
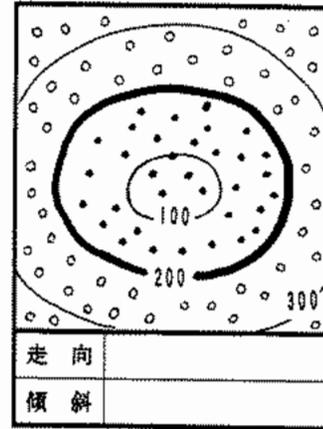
0 100 (m)



1. 各地点において、層理面の走向・傾斜は、図中に示したとおりである。地層境界線を書きなさい。



2. 下図の層理面の走向・傾斜を読み取りなさい。

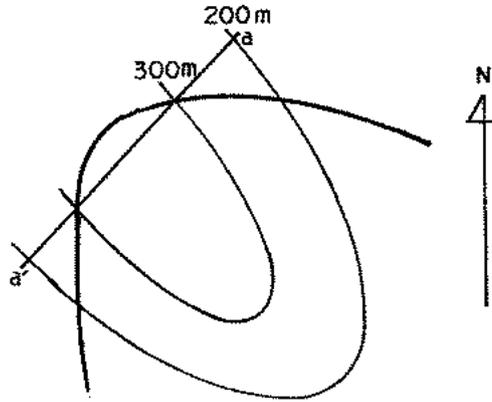


# 地質図の読み方

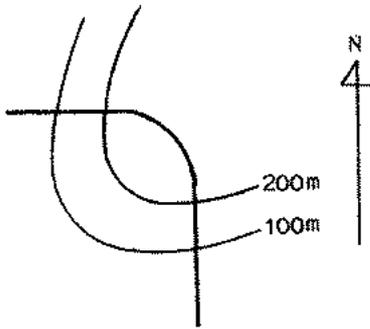
## 1. 走向を求める。

ある等高線（参考図では、300m）と、ある地層境界線の交点を二カ所以上結ぶと走向線になる。（参考図では、 $a-a'$ ） この走向線と北方向のなす角度を分度器で測定し、走向を求める。（参考図では、 $N45^\circ E$ ）

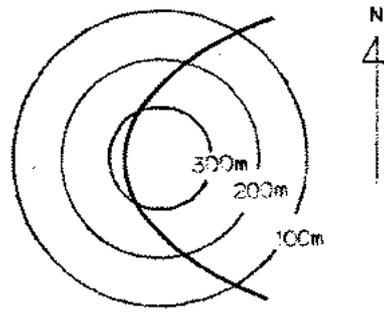
参考図



練習 1



練習 2



## 2. 傾斜を求める。

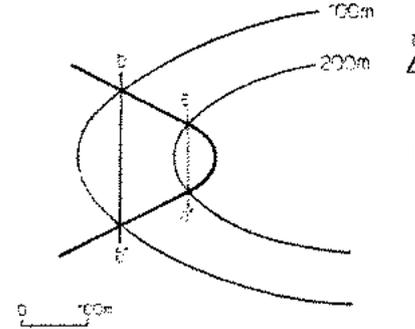
### ① 傾斜の方向

ある地層境界線で走向線を二本（参考図では、 $a-a'$ 、 $b-b'$ ）引いてみて、低くなっている方が傾斜の方向になる。（参考図では、 $W$ ）

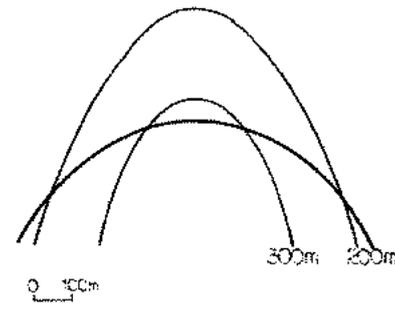
### ② 傾斜角

二本の走向線を引き、その高度差を  $x$ （参考図では、100m）、その走向線の水平距離を  $y$ （参考図では、100m）とすれば、傾斜角  $\theta$  は、 $\tan \theta = x/y$  になる。これから、 $\theta$  を求める。（参考図では、 $45^\circ$ ）

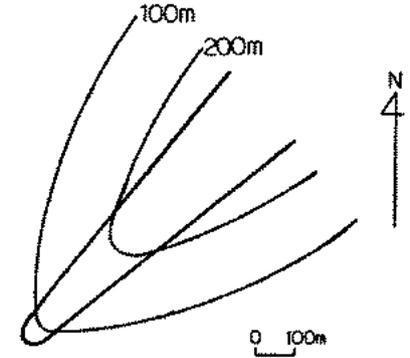
参考図



練習 1



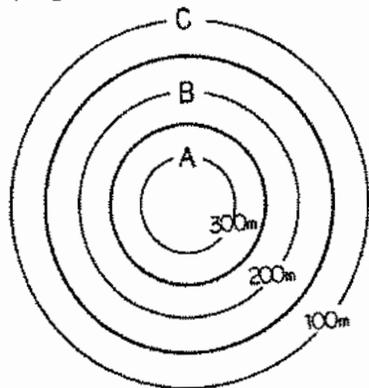
練習 2



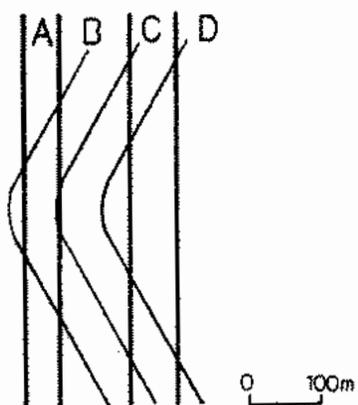
3. 地層の厚さを求める。

- ① 地層が水平（地層境界線が等高線に平行）な場合（参考図①のB層の厚さ）  
対象となる地層を挟む二本の地層境界線の高度差が、地層の厚さになる。（参考図①では、100m）
- ② 地層が垂直（地層境界線が直線）な場合（参考図②のB層の厚さ）  
対象となる地層を挟む二本の地層境界線の水平距離が、地層の厚さになる。（参考図②では、100m）
- ③ 地層が傾斜している場合（参考図③のB層の厚さ）  
2-②の方法で地層の傾斜角 $\theta$ を求めておく。（参考図③では、 $45^\circ$ ）次に、対象となる地層を挟む二本の地層境界線とある一本の等高線から走向線を二本（参考図③では、 $a-a'$ 、 $b-b'$ ）引き、その水平距離を求める。この水平距離に $\sin \theta$ をかけると、地層の厚さを求めることができる。（参考図③では、約70m）

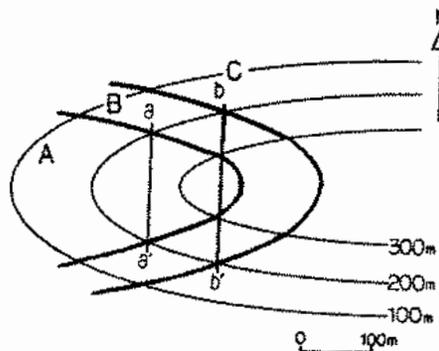
参考図①



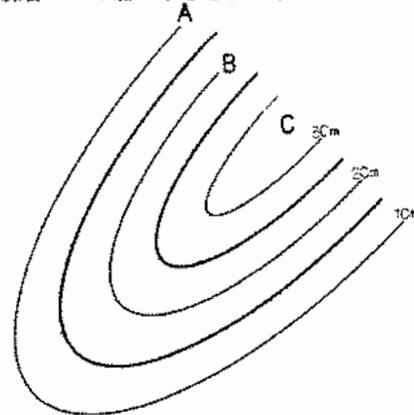
参考図②



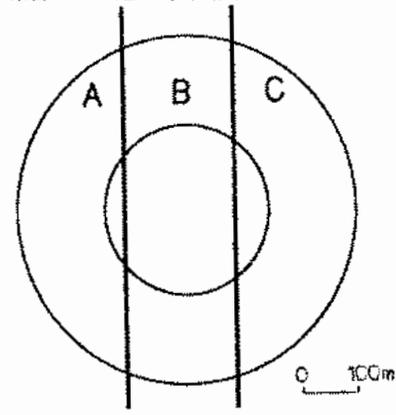
参考図③



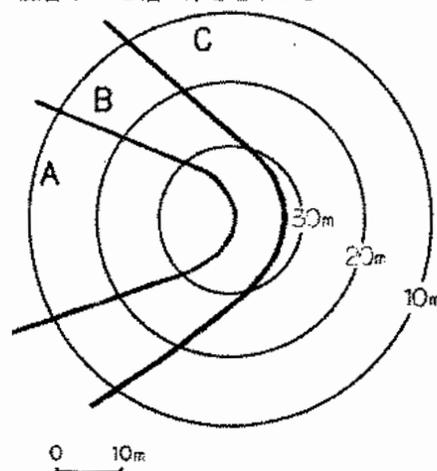
練習1 B層の厚さを求める



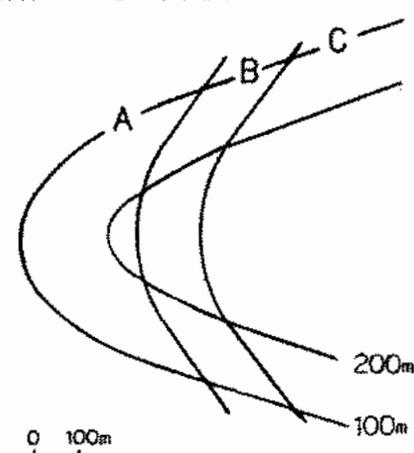
練習2 B層の厚さを求める



練習3 B層の厚さを求める



練習4 B層の厚さを求める



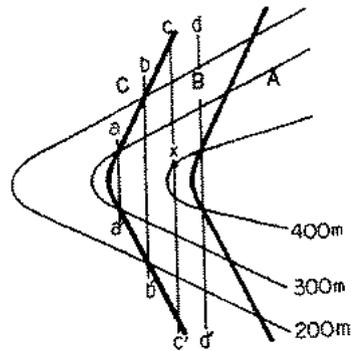
5. ボーリングをする。

ある地点から垂直にボーリングして、目的の地層に達するまで何m掘ればよいか求める。

\*参考図の x 地点から何m垂直にボーリングすればC層に達するかを求めてみる。

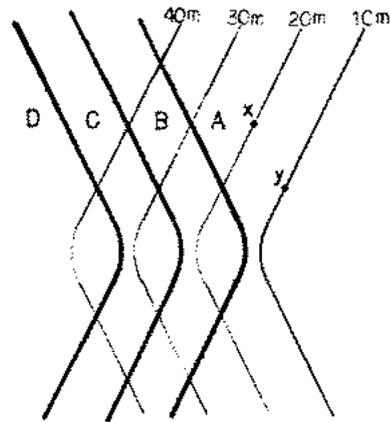
対象となる地層 (C層) とその上に重なる地層との地層境界線を使って走向線を二本引く。(a-a', b-b') さらに、この二本の走向線と等間隔で複数の走向線 (c-c', d-d', ...) を引き、x 地点を通過する走向線の高度 (100m) と x 地点 (400m) の高度差が求める深さ (300m) となる。

参考図



練習1

- ① x 地点から垂直にボーリングすると、何mでC層に達するか。
- ② y 地点から垂直にボーリングすると、何mでB層に達するか。



# 地質図の書き方

## 1. 走向、傾斜について

### (1) 走向

教科書や図説などの図を使い、概略を説明する。さらに、黒板に図を書いて、地層面を水平に切ったときの交線が走向であることを示し、走向方向に進めば同じ層が見られることを説明する。

本を何冊か重ねて仮想の地層を作り、N-S方向とE-W方向の走向の違いを認識させる。

### (2) 傾斜

地層の最大傾斜を測るもの。走向方向に直角の方向になること。

## 2. クリノメーターについて

(1) 実際のクリノメーターを生徒に渡し、触れさせる。その際、以下の点に注意させておく。

- ① 外側と、内側に目盛りがあり、並んでいる数字が反対になっていること。
- ② 普通の方位磁針と違い、E（東）とW（西）の表示が反対であること。
- ③ 方位磁針は、どんな状態でスムーズに動くのか。
- ④ 傾斜の角度を測る指針は、どんな状態でスムーズに動くのか。

(2) 走向、傾斜の測り方を、練習用の走向傾斜版（市販のもの）を使って測らせる。時間がかかるが、一人ずつ実習させる。

走向の測り方でとまどう生徒が多い。地層を水平面で切ったとき、水平面にクリノメーターをどのように置けばよいかを考えさせる。

傾斜の方向は、走向方向で確認できるので、走向の測定時に確認させる。（走向方向に直角に低い方角）

## 3. 地質図について

(1) 走向、傾斜を求める

### a 走向線

地層の境界線が、ある高さの等高線と交わる点を求める。それらの点をつないだ線が、その高さの走向線となる。

同じように高さの異なる走向線を引くと、地層の走向、傾斜が変わらないときは平行線が引ける。その方向が地層の境界の走向になる。走向は、走向線が真北に対し、何度東（または西）にずれているかを表す。

### b 傾斜線

高さの異なる2本の走向線を引く。この2本の線に直交する直線を引き（これが傾斜線）、それぞれの交わる点をA、Bとする。

A-B間の水平距離を、地質図の縮尺のスケールから求める（ $l$ とする）。2本の走向線の高さの差を $h$ とすると、傾斜角 $\theta$ は次のようになる。

$\tan \theta = h/l$  となり、三角関数表からおおよその $\theta$ を求められる。

(2) 層厚を求める（単斜構造で、走向、傾斜が変わらないとき）

地質図で、ある地層の上限と下限で接する境界線があるとき、それぞれで同じ高さでの走向線を引く。（上限と下限の境界線で2本の平行な走向線が引ける）

2本走向線の水平距離（ $l$ ）を求め、傾斜角を $\theta$ とすると、層厚 $D$ は  
 $D = l \times \sin \theta$  で求められる。

(3) 2つの地層の境界面が現れるパターンについて、平面図と断面図で示す。

- ① 水平な地層
- ② 垂直な地層
- ③ 傾斜した地層
  - a 境界面が地形の傾斜より緩やかなとき
  - b 境界面が地形の傾斜より急なとき
  - c 境界面が地形と逆に傾斜しているとき

(4) 断層や不整合を含む場合の、平面図と断面図を示す。断層がある場合、正断層と逆断層によって、どのような違いがあるかを示す。

啓林館教科書 P 110 図3や、P 111 問2などで確認させる。平面図を断面図におこす作業は、ほとんどの生徒が経験してないので、ここで説明する。

(5) 実習

啓林館地学IB実験シートを使った実習

付属の実験シートを利用し、地質図の読み方や書き方を学ばせる。

### ① 地質図の読み方（I）

(A)の方は優しいが、基本になるところなので、各自にやらせたあと、走向線の意味を確認しながら説明する。

傾斜角が求められる原理は、生徒によって理解するのに差があるが、高度差のある走向線とそれによってつくられる傾斜線を認識させる。

(B)は最初はとまどうが、一つわかると各点をとって走向線は引ける。つないだ境界線の上下判定を考えさせるのが、難しい。等高線と反対に凹凸になる境界線は、高さの低い方に上部の地層が見られる。

### ② 地質図の読み方（II）

まずX-Y断面図（平面図からおこしたもの）をていねいに作図させる。なぜ、X-Y方向に切った断面図が、下の図になるのかを考えさせる。平面図と断面図の意味を理解させる。

走向に直角方向の断面図は最大傾斜になり、走向方向に平行に切った断面図では傾斜が現れない。

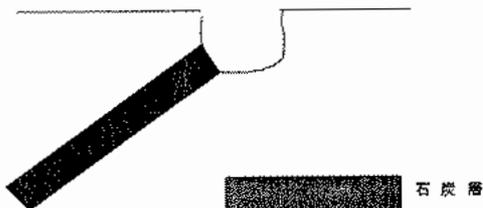
# 地質図の書き方

## 1. はじめに

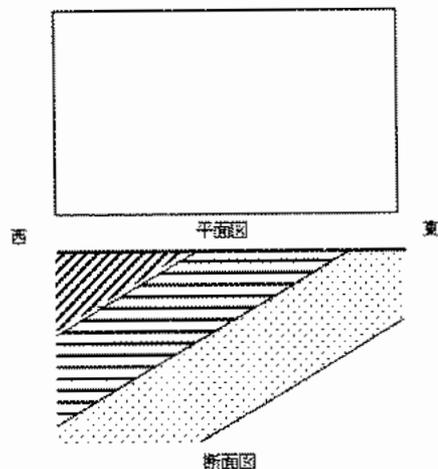
中学校でも、整合や不整合、断層などについては学習している。高等学校の内容でもっとも異なるのは、中学校では地層を断面図で考える（すなわち、横から見て考える）のに対して、高等学校では、地層の立体構造を地質図やルートマップから推定する（上から見て横から見た姿を想像する）という点である。走向・傾斜の概念は中学校ではふれられなかった点であり、また、地層に関する体験に基づく知識がほとんどないことから、この分野の指導は非常に難しい。本校では、地層を立体的に把握するためにつぎのようなプロセスで指導するとともに、校外で地層の観察を行い、さらに希望者を対象に平磯海岸での巡検を行っている。

### ステップ1 走向の概念を身につける

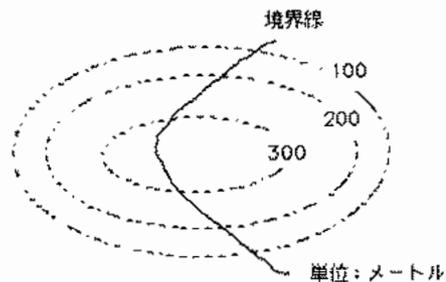
設問1 右の図はある石炭採掘現場の断面図です。この地点では、ほとんど石炭を取り尽くしてしまいました。今後、どちらの方向に掘っていけばよいでしょうか。ただし、採掘のコストを考え、できるだけ安い費用で掘ることを考えなさい。



設問2 地表面が水平である場合を考えます。地層が水平な地域では、一番上位の地層だけが表面に露出しています。さて、走向が南北、傾斜が西へ $30^\circ$ である右の断面図のような場合、表面にはどのような地層が露出しているでしょうか。図に書き込みなさい。



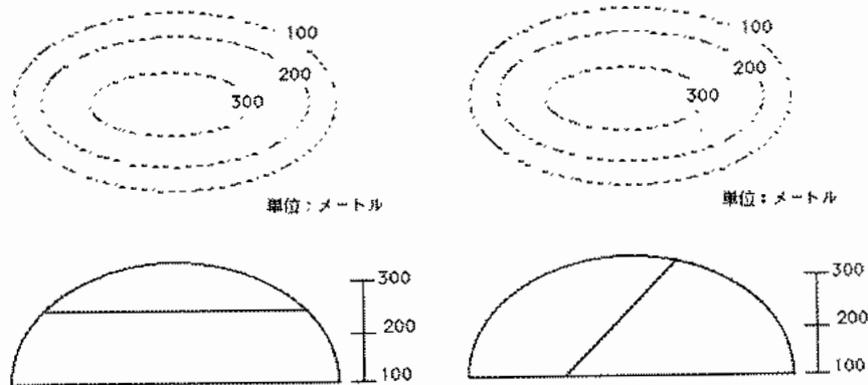
設問3 右図のように地層の境界がみられた。200 mより上の土砂をブルドーザーで取ってしまったら、地層の境界線はどのように見えるだろうか。もし、300 m以上の土砂を取り去ったら、地層の境界線はどのように見えるだろうか。



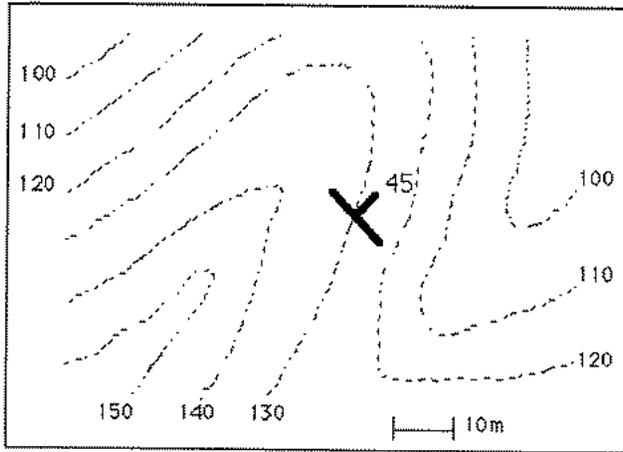
解説 走向の概念を身につけるには、以上のようなステップが必要であると考えます。「水平面と地層面の交線を走向という」等といきなりいわれてもすぐわかる高校生は少ないと思います。ここまで説明すれば、地質図から走向や傾斜は読みとることができるようになると思います。

### ステップ2 地質境界線の推定

設問4 次のような丘の表面にはどの地層がみられるでしょう。



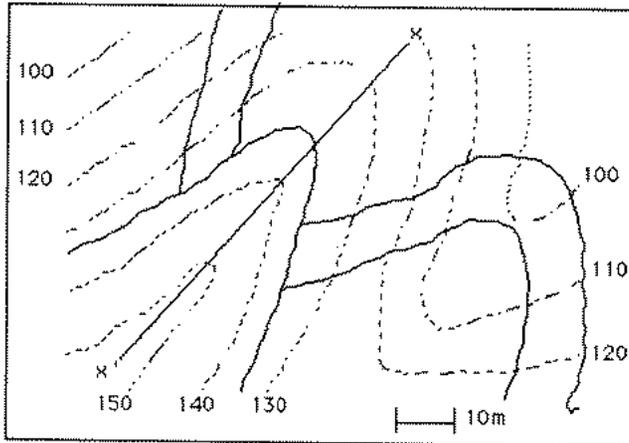
設問5 地質調査をしたところ、図のように地層の境界がみつき、走向がN45°W 傾斜が45°NEでした。この境界線はどのようにつながるか作図しなさい。



解説 走向・傾斜と地層境界線の関係を使って、作図します。ステップ1の反対になるので、あまり苦労しないと思いますが、何か別の例を使って作図するところを見せてあげる必要があります。

ステップ3 断面図の作成

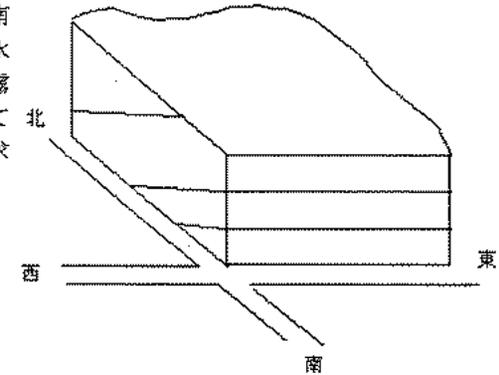
設問6 次の図でX-X'の断面図を作図しなさい。



ステップ4 さらに応用力をつける問題

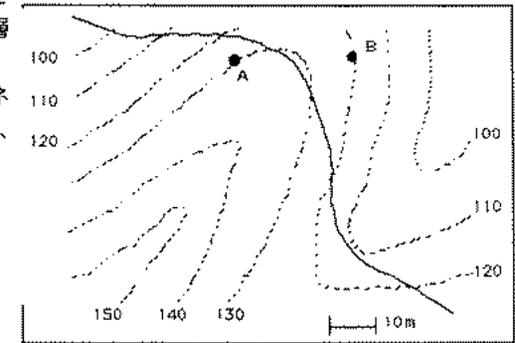
設問7 ブロックダイアグラムの問題

右のような切り通しがあり、南に面している露頭では、地層は水平に見えたが、西に面している露頭では地層は30°北側に傾斜していた。この地層の走向と傾斜を求めよ。



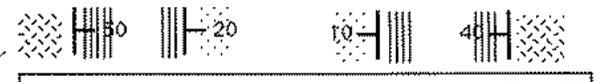
設問8 トンネル&ボーリング問題

右の図で、A地点でボーリングを行った場合、何メートル掘れば地層の境界線にぶつかるか。また、B地点から水平に西にトンネルを掘った場合、何メートル掘れば、地層の境界線にぶつかるか。



設問9 ルートマップに関する問題

右のような東西にのびたルートでルートマップを作成した。断面図を作成せよ。



ステップ5 地層の問題を身近にするために

#### クロスラミナの観察

本校の南側は北浦に面する崖になっており、そこにはクロスラミナがみられる。そこで、1時間の授業を使って、クロスラミナの見学とスケッチを行っている。将来的には啓林館の教科書に見られるようなモデル実験を行い、クロスラミナの成因についても考察させたい。

#### 平磯海岸の地学巡検

夏休みを利用して、希望者を対象に平磯海岸の巡検を行った。大洗鹿島線の大洗駅に集合しバスを乗り継いで平磯に向かった。地図とクリノメーターを各自に持たせ地層の境界と走向傾斜を地図に書き込ませ、平磯のバス停から阿字ヶ浦海岸までほぼ2時間30分ぐらいの行程を歩いた。平磯は走向と傾斜が測りやすく、直感的に地層が傾いているイメージがつかめるのがよい。また、地層見学だけでは生徒が飽きてしまうが、海岸でカニやヒトデなども観察できるので、飽きずに楽しく巡検をすることができた。銚田や鹿嶋の生徒にとって、このような岩礁の海岸は珍しく、また、学校の近所にクリノメーターが活躍できるような傾いた地層もないので、ちょっと交通費が高いが毎年実施したいと考えている。

# 有孔虫化石を利用した授業

## 1. 教科書との関連

「地球の歴史

地層中の記録と地質時代の区分」

## 2. 実習の解説

### (1) ねらい

有孔虫は、石灰質等の殻を持つ単細胞生物で、海水域あるいは汽水域に広く生息している。それらは、水中を浮遊する浮遊性有孔虫と、海底で生活を営む底生有孔虫に分類できる。前者は、進化の速度が速いため示準化石として、また、後者は、深度・塩分濃度・水温など、さまざまな条件によってすみわけをするので示相化石として活用することができる。

アンモナイトを含む地層は中生代に、サンゴを含む地層は暖かい浅い海で堆積したものであることは、どの教科書にも載っていることであり、授業でもしばしば扱われるので、生徒たちはよく知っている。しかし、それらを含む地層はごく稀で、近くの露頭で発見できることはほとんどない。よって、生徒たちは、教科書の中の世界として、示準化石や示相化石を理解し、自分たちには縁のないものであると考えているのではないかと思う。そこで、「有孔虫」という、あまり有名ではないが、よく地層の中に含まれている微化石を用いることにより、自分の手で環境の推定を実際に行い、今まで以上に地層に興味を持ち、郷土の生い立ちについて、少しでも考えてもらえる機会ができればと思う。

### (2) 授業の方法

#### ① 試料の準備について

試料については、当日こちらで用意したものを与えるより、自分たちが探ってきたという意識を持って取り組んだほうが、理解が深まり、興味関心も強くなると思われるため、可能であれば試料の採集は、前日までの授業を利用して、生徒たちと行ないたい。また、採集した試料の処理は、授業時間内には無理なので、こちらで行なう。また、処理した試料は、シャーレなどに粒子が重ならない程度にまいて、生徒に配る。

#### ② 実習について

##### A. 各自準備するもの

双眼実態顕微鏡、処理済みの試料、プレパラート（1つ穴）、  
筆（有孔虫拾いだし用）、  
地学研究シリーズ第28号 茨城の有孔虫（その1）、  
地学研究シリーズ第32号 茨城の有孔虫（その2）

※ 全員が一斉に実習できるように、器具等は、全員に1つづつ配布したい。

## B. 授業の流れ

- 1人1人に顕微鏡をのぞかせながら、机間巡視をする。有孔虫の他にもウニのとげや、貝殻の破片などが観察できると思われるが、生徒たちにとっては、めずらしい物体であることに違いはないので、化石と思われるものは全部拾わせる。
- 拾った化石のスケッチをさせる（別紙）。
- 有孔虫については、ほとんど見たことも聞いたこともないと思うので、地学研究シリーズを見せながら説明を加える。
- 自分が拾った化石の中に、有孔虫が含まれるかどうか調べさせる。
- 地学研究シリーズの「表2 上限深度表」「表3 水温による分布」「表4 塩分による分布」を見ながら、その中に、自分の拾ったものがあるかどうか調べさせる。その結果、試料を採集した場所は、昔どのような環境であったかを考えさせる。

### (3) 見込まれる効果

有孔虫化石は、肉眼で見ると、何ら砂粒と変わらないが、顕微鏡を通して観察すると、特徴のある美しい形状に、生徒たちは驚くはずである。また、そのような微化石から、環境の推定ができることを知り、化石や地域の歴史に興味を持ち今後の地学の教育活動に、より一層の効果が期待できると考えられる。

### (4) 実習の問題点

この実習についてのいちばんの問題点は、双眼実態顕微鏡が一人ないし二人に一台程度そろっていないと実施困難なことである。しかし、下記のような安価な顕微鏡もあるので、台数の少ない場合は検討していただきたいと思う。

「ニコン ネイチャースコープファール」(×20)

ライト付き 50,000円 ライトなし 40,000円

東京都品川区西大井1-6-3

☎ 03-3773-1122

☎ 03-3773-1115

### (5) 現世の有孔虫について

海岸の波打ちぎわの砂の中には、底生有孔虫がかなり含まれているので、それを教材として活用することもできる。

# 化石を探そう

年 組 番 氏名

---

## 1. 目的

- (1) 採集した試料の中に、どのような化石が含まれるのかを観察する。
- (2) 有孔虫化石を用いて、試料を採集した地層が、どのような環境で堆積したのかを推定する。

## 2. 準備するもの

双眼実態顕微鏡、試料、プレパラート（1つ穴）、筆（有孔虫拾いだし用）、  
地学研究シリーズ第28号 茨城の有孔虫（その1）、  
地学研究シリーズ第32号 茨城の有孔虫（その2）

## 3. 方法

- (1) 顕微鏡をのぞいて、化石と思われるものを探し、筆で拾う。  
（筆は水で濡らし、しばって使うと化石がよくつく。）
- (2) 拾ったすべての化石のスケッチをする。
- (3) その中に、有孔虫が含まれるかどうかを調べる。  
（茨城の有孔虫（その1）参照）
- (4) さらに、環境の推定に役立つ有孔虫が含まれるかどうかを調べる。  
（茨城の有孔虫（その2）参照）
- (5) 地層が堆積した当時の環境について考える。

拾った化石のスケッチ

推定できる堆積環境

# 生命の歴史年表

地球が誕生してから現在までの46億年を1年間に縮めると、それぞれの生物はいつ頃出現し、滅亡したのだろうか。1年間の年表をつくって確認してみよう。

1. 46億年を1年に縮めたとき、1日は、それぞれどれくらいの時間に相当するのか求めてみよう。

$$1 \text{ 日} \cdots 46 \text{ 億年} \div 365 \text{ 日} = ( \quad )$$

次に、何年前の出来事が、1年のいつ頃にあたるかを考える。

たとえば、10億年前は

$$(46 \text{ 億} - 10 \text{ 億}) \div 46 \text{ 億} \times 365 \text{ 日} = 286 \text{ 日}$$

日数を月日に直すには、下の表を利用する。

1月31日	31日	5月31日	151日	9月30日	273日
2月28日	59日	6月30日	181日	10月31日	304日
3月31日	90日	7月31日	212日	11月30日	334日
4月30日	120日	8月31日	243日	12月31日	365日

$$286 \text{ 日} = 273 + 13 \text{ 日} = 10 \text{ 月 } 13 \text{ 日} \text{ となる。}$$

2. それぞれの相対年代が、1年のどのあたりにあてはまるのか調べて年表に記入してみよう。

地球誕生 46億年前・・・1月1日

(先カンブリア時代)

古	カンブリア紀	5億7千万年前・・・( )日 = ( )月( )日
	オルドビス紀	5億年前・・・( )日 = ( )月( )日
	シルル紀	4億4千万年前・・・( )日 = ( )月( )日
生	デボン紀	4億1千万年前・・・( )日 = ( )月( )日
	石炭紀	3億6千万年前・・・( )日 = ( )月( )日
代	二疊紀	2億8500万年前・・・( )日 = ( )月( )日
中	三疊紀	2億4千万年前・・・( )日 = ( )月( )日
生	ジュラ紀	2億1千万年前・・・( )日 = ( )月( )日
代	白亜紀	1億4千万年前・・・( )日 = ( )月( )日

新	古第三紀	6千5百万年前・・・( )日 = ( )月( )日
生	新第三紀	2千4百万年前・・・( )日 = ( )月( )日
代	第四紀	170万年前・・・( )日 = ( )月( )日

3. 主な生物の出現や滅亡した時期や、地学現象が起きた時期を1年間の年表で表すといつ頃になるか、調べてみよう。

最古の岩石	40億年前・・・( )日
(カナダ北部)	= ( )月( )日
最古の化石	35億年前・・・( )日
(オーストラリア、細菌)	= ( )月( )日
ラン細菌の出現	27億年前・・・( )日
(シアノバクテリア)	= ( )月( )日
縞状鉄鉱床の堆積	25億年前・・・( )日
	= ( )月( )日
真核生物の化石	21億年前・・・( )日
(藻類)	= ( )月( )日
エディアカラ動物群	6億年前・・・( )日
	= ( )月( )日

三葉虫の出現	カンブリア紀
筆石の出現	オルドビス紀
サンゴ類の出現(クサリサンゴ、ハチノスサンゴ)	シルル紀
最初の陸上植物(プシロフィトン)	シルル紀
魚類時代(軟骨・硬骨魚類)	デボン紀
最初の陸上動物(イクチオステガ)	デボン紀
巨大シダ植物(リンボク、ロボク)	石炭紀
紡錘虫(フズリナ)	石炭紀 ~ 二疊紀
裸子植物の出現	二疊紀末期
アンモナイトの繁栄	三疊紀 ~ 白亜紀
始祖鳥の出現	ジュラ紀
被子植物の出現	ジュラ紀
ほ乳類の出現	2億1千万年前・・・( )日
	= ( )月( )日
カヘイ石(大型有効虫)の出現	古第三紀
ピカリア(巻き貝)	新第三紀
アウストラロピテクスの出現	500万年前
	12月31日( )時( )分( )秒
クロマニヨン人の出現	2万年前
	12月31日( )時( )分( )秒

# 古生物の歴史年表

月日	代	紀	古生物の歴史・主な地学現象
1 月			
2 月			
3 月			
4 月			
5 月			
6 月			

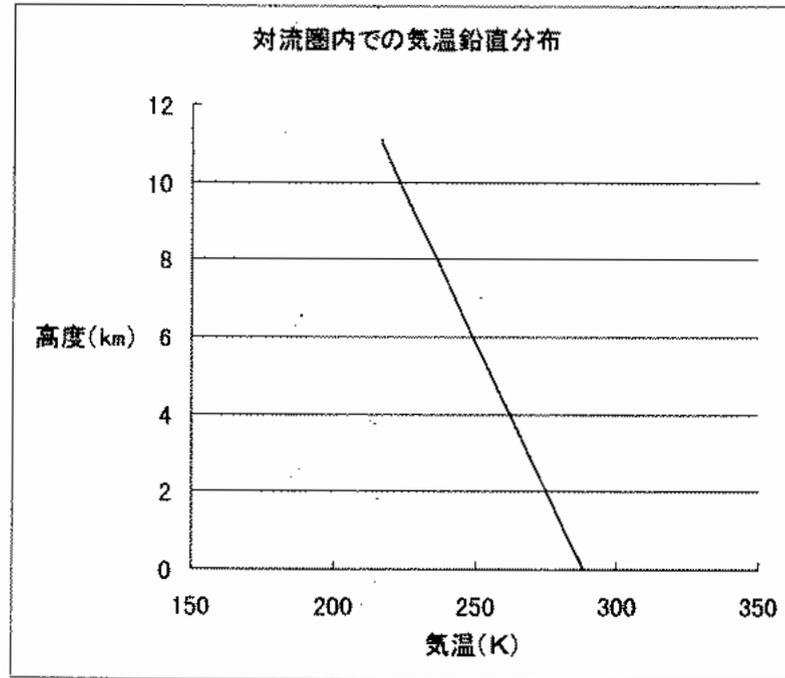
月日	代	紀	古生物の歴史・主な地学現象
7 月			
8 月			
9 月			
10 月			
11 月			
12 月			

## 気温・気圧の鉛直分布

〔目的〕 標準大気の気温・気圧の鉛直分布図を作成して、その変化を調べる。

- 〔方法〕
- ① 標準大気の気温・気圧のデータをEXCELに入れ、その鉛直分布図を作成する。
  - ② ①で作成した気温の鉛直分布図を、対流圏・成層圏・中間圏・熱圏に区分しその境界面の高度を調べる。
  - ③ 表または①で作成したグラフの傾きから、対流圏内での平均気温減率を計算してみる。

◎参考図・・・対流圏内での気温鉛直分布



高度 (km)	気温 (K)	気圧 (hPa)	高度 (km)	気温 (K)	気圧 (hPa)
0.0	288.2	1013.3	29.0	225.5	13.9
1.0	281.7	898.8	30.0	226.5	12.0
2.0	275.2	795.0	32.2	228.8	8.6
3.0	268.7	701.2	35.0	236.5	5.7
4.0	262.2	616.6	40.0	250.4	2.9
5.0	255.7	540.5	45.0	264.2	1.5
6.0	249.2	472.2	47.4	270.7	1.1
7.0	242.7	411.1	50.0	270.7	1.0
8.0	236.2	356.5	51.0	270.7	
9.0	229.7	308.0	55.0	260.8	
10.0	223.3	265.0	60.0	247.0	
11.0	216.8	227.0	65.0	233.3	
11.1	216.7	223.5	70.0	219.6	
12.0	216.7	194.0	72.0	214.3	
13.0	216.7	165.8	75.0	208.4	
14.0	216.7	141.7	80.0	198.6	
15.0	216.7	121.1	86.0	186.9	
16.0	216.7	103.5	90.0	186.9	
17.0	216.7	88.5	91.0	186.9	
18.0	216.7	75.7	100.0	195.1	
19.0	216.7	64.7	110.0	240.0	
20.0	216.7	55.3	120.0	360.0	
21.0	217.6	47.3	130.0	469.3	
22.0	218.6	40.5	140.0	559.6	
23.0	219.6	34.7	160.0	696.3	
24.0	220.6	29.7	180.0	790.1	
25.0	221.6	25.5	200.0	854.6	
26.0	222.5	21.9	250.0	941.3	
27.0	223.5	18.8	300.0	976.0	
28.0	224.5	16.2			

# 大気の断熱変化実験

## 1 目的

熱エネルギーの移動については、水の蒸発、水蒸気の凝結が必要であり、水の蒸発により大気へのエネルギー（潜熱）の吸収、水蒸気の凝結により、大気からのエネルギーの放出が行われる。水蒸気の凝結（エネルギーの放出）が行われるには、大気の冷却が必要である。

大気の冷却する原因として、

- (1) 冷たい物体との接触
- (2) 寒暖両気団の接触
- (3) 大気の放射
- (4) 断熱冷却 (= 大気の上昇)

がある。この中で断熱冷却が最も大規模に行われているので、断熱冷却によって水蒸気の凝結（エネルギーの放出）が行われていることを確かめる。

## 2 実験

乾燥断熱減率の値、湿潤断熱減率の値を求めることは困難である。定性的な実験を試みる。つまり、圧縮すれば温度上昇、膨張すれば温度下降さらに水蒸気の凝結が起こる。

### (1) 乾燥断熱減率

圧気発火器（市販されている）を使い、圧縮による温度上昇を確かめる。

### (2) 湿潤断熱減率、雲を作る実験

真空ポンプ、エタノール、フラスコを使い、膨張による温度下降、水蒸気の凝結を確かめる。

フラスコの中にエタノールを入れ減圧していく。

## 3 結果

### (1) 圧気発火器による実験

どのような結果が得られたか  
圧気発火器の中はどのように変化したか。

### (2) 真空ポンプによる実験

どのような結果が得られたか  
フラスコ内はどのように変化したか。

## 4 考察

温度と飽和蒸気圧の関係の図を見て、下の間に答えよ。

- (1) 気温  $20^{\circ}\text{C}$  の時の飽和水蒸気圧はいくらか。
- (2) 気温  $10^{\circ}\text{C}$  の時の飽和水蒸気圧はいくらか。
- (3) 気温  $20^{\circ}\text{C}$  の時、水蒸気圧が  $12.3\text{ h p}$  であった。この時の湿度はいくらか。
- (4) 気温  $20^{\circ}\text{C}$  の時、水蒸気圧が  $12.3\text{ h p}$  の大気があった。この大気の気温が下がったとき、何 $^{\circ}\text{C}$  になれば、湿度  $100\%$ （水蒸気の凝結）になるか。

乾燥断熱減率 ( $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ) とは、水蒸気の凝結が行われない大気が  $100\text{ m}$  上昇するごとに  $1^{\circ}\text{C}$  ずつ気温が低下することを示している。

湿潤断熱減率 ( $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ) とは、水蒸気の凝結がある（湿度  $100\%$ ）大気が  $100\text{ m}$  上昇するごとに  $0.5^{\circ}\text{C}$  ずつ気温が低下することを示している。次の間に答えよ。

- (5) ある大気が、高さ  $1600\text{ m}$  の山を吹き越すとき、風上側の麓では、気温  $20^{\circ}\text{C}$  露点温度は  $14^{\circ}\text{C}$  であった。山頂に達するまでに生じた雲は、山頂を越えると消えてしまった。飽和水蒸気圧は  $25^{\circ}\text{C}$  の時、 $31.7\text{ h p}$   $20^{\circ}\text{C}$  の時  $23.4\text{ h p}$   $14^{\circ}\text{C}$  の時、 $16.0\text{ h p}$ 、 $9^{\circ}\text{C}$  の時  $11.5\text{ h p}$  である。
  - ① この空気の風上側の麓での湿度は何%か。
  - ② この空気が山を登って雲を作り始める高さは麓から何mか。また、その時の温度、湿度はいくらか。
  - ③ この空気が山頂に達したときの、温度、湿度はいくらか。
  - ④ この空気が風下側の麓に下がったとき、温度、湿度はいくらか。
  - ⑤ 風下側の方が、風上側より湿度が低いのはなぜか。

# 海陸風

## 1. ねらい

授業中に「学校付近では、どちらから風が吹いてくることが多いか。」と尋ねてもなかなか答えが返ってこない。ときどき、屋外で部活をしている生徒や、自転車で通学している生徒が、こっちから吹いていることが多い等と答えてくれる場合もあるが、ほとんど生徒は、風の向きなどには無頓着である。こういう生徒に、やれ気圧傾度力だの転向力だの説明してもらいがあかないので、まずどんな風が吹いているか把握させる目的でこの実習を行った。

## 2. アメダスのデータについて

実際に学校のグラウンド等で風向と風速を1年間くらい連続して観測すると理想的であるが、気象観測用の機材がおいてある学校は少ないし、あっても人力で測定するような代物では、連続したデータを手に入れるのは困難である。さいわいなことに、気象業務センターから、1年分のアメダスのデータが1枚のCD-ROMになって数千円で販売されている。アメダスの観測点は17kmに1カ所ぐらいの割合で設置されているから、学校の近くのアメダスのデータを利用すれば、学校の付近の気象についていろいろ調べることができる。

## 3. 実習の方法

適当な時期のアメダスの風のデータを用いて、風の分析を行った。別紙プリントのように、まず、1時間ごとの風のベクトル図を3日分作図させ、風の変化の様子を調べさせた。事前に、データを調べて、海陸風が発達している日を選んだが、生のデータなので絵に描いたような海陸風の発生する日を探すのはなかなか難しい。しかし、風向は海陸風以外にもいろいろな要因で決まっているということも考えさせるには、海陸風がみられない日（低気圧が通過した日）なども、混ぜておく方がよいと考えた。

海陸風が発生したと考えられる日のデータを使って、ホドグラフを作成させた。このグラフは、海陸風の風向の変化の様子を分析する図であり、楕円形になり、時計回りか反時計回りで風向が変化しているのが観察できる（回転方向は、海岸付近と内陸部で異なる）。

## 4. 海陸風についての考察

ベクトル図から、夜間と昼間で風の方向が変化しているのがわかり、ホドグラフから鉢田では時計回りに風向が変化しているのがわかる。さらに、なぜこのような風向の変化がみられるのか考察してゆくわけであるが、図のようなモデル実験が山内によって紹介されている（『気象』499号 p 46 参照）。本校でもやってみたが、線香の煙は最初左側に流れるが、工事用のライトで砂利の温度が上がると、約10分ぐらいで線香の煙が右側に流れるように変化するのが観察できる。

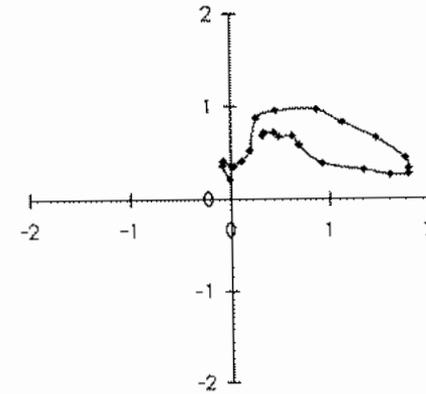


図1 ホドグラフの例（鉢田） 単位はm/s このグラフではベクトルの終点のを原点にとっている。午前1時には北から風が吹いていたが風向が時計回りに変化し、午後1時には東から風が吹いていた。

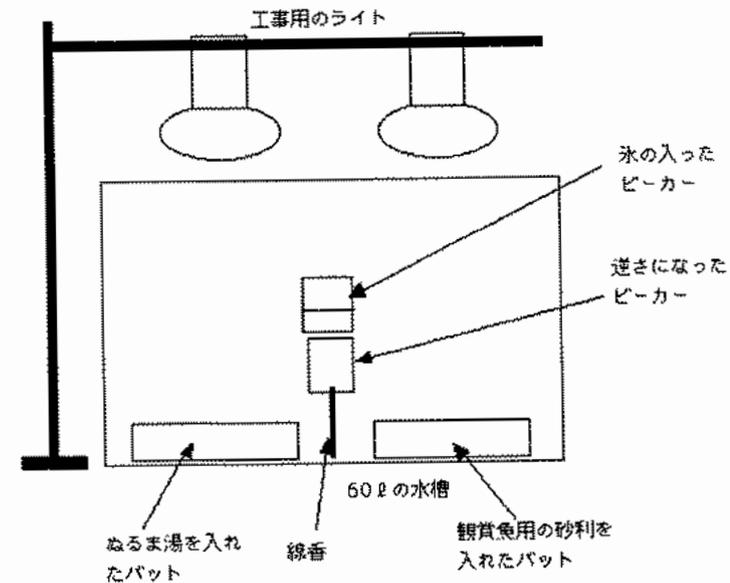


図2 海陸風のモデル実験装置（山内 1998）

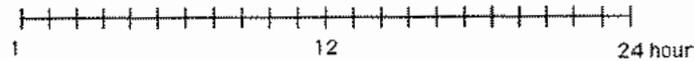
上に置かれたビーカーによって冷やされた線香の煙は、実験開始直後 左側に流れる（陸風）が砂利の温度が上がると右に流れる（海風）ようになる。

# 海陸風

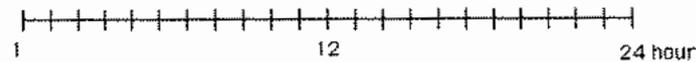
年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

1. 別紙のアメダスのデータから連続する3日間を選んで、1時間ごとの風のベクトルをグラフに記入しなさい。アメダスのデータは、1時間のデータを4桁で表しており、最初の2桁が風向（16方位を数値化したもの、北北東が1で時計回りで北が16）後ろの2桁が風速(m/s)を表しています。上を北、1m/sを1cmで表示しなさい。

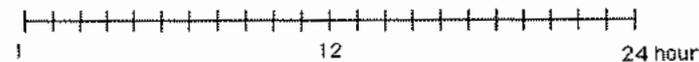
月 日



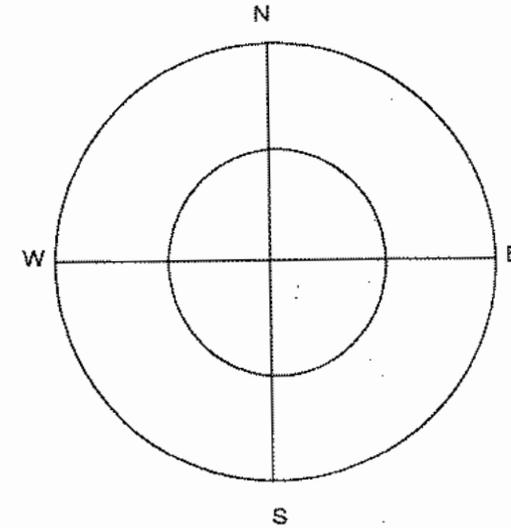
月 日



月 日



2. 海陸風が発達したと思われる日のホドグラフを作成しなさい。ホドグラフとは、先ほどのベクトルの始点を原点に固定して、終点を線でつないだものです。



外側の円が4m/s、内側の円が2m/sをあらわします。

3. まとめ

- ア この地域では、昼と夜で風向はどのように変わりますか。
- イ 風向の変わり方に特徴はありますか。
- ウ 風向が昼と夜と同じ日がありますが、それはなぜですか。
- エ 昼と夜で風向きが変化するのはなぜですか。モデル実験の結果をふまえて述べなさい。

# 大気の安定不安定実習

## 1 目的

上空の大気の気温と湿度（露点）がわかれば、雲のできる高さ、大気の混合の様子等がわかり、天気予報に役立つ。上空の気温、露点から雲のできる高さを求める。

## 2 方法

縦軸に気圧（高度）横軸に気温をとり、等圧線（等高線）、等温線、乾燥断熱線、湿潤断熱線などを描いたグラフを断熱図（エマグラム）という。

次の図は断熱図の中で最も基本的なもので、縦軸に高度、横軸に気温がとっており、等高線、等温線は、横軸、縦軸にそれぞれ平行であり、乾燥断熱線、湿潤断熱線は斜線で表されている。この断熱図を使い、大気の安定不安定を調べ雲の出現の高さを予想する。

## 3 実習

ある地点である時、上空の大気の気温分布を調べたところ、次の表のようであった。気温の状態曲線を描け。

高度 m	A						
	0	400	800	1200	1600	2000	2400
気温 °C	28	22	15	14	13	12	11
高度 m	B						
	2800	3200	3600	4000	4400	4800	
気温 °C	8	5	4	4	8	6	
その他の記事							
高度 0 m (A) の 露点 16 °C							
高度 2800 (B) m の 湿度 100 %							

## 4 考察 まとめ

実習で描いた気温の状態曲線を使い、次の各問いに答えよ。

(1) 地表面上 (A地点) の大気が何らかの原因で上昇を始めた。

①雲の出来始める高度は何mか。 ( )

②雲の消える高度は何mか。 ( )

③大気の上昇が止まる高さは何mか。 ( )

(2) 高度 2800 m (B地点) の大気は、乾燥大気 (湿度 100%未満) の場合、上昇も、下降もしない。湿潤大気 (湿度 100%) の場合上昇、下降を行う。このような大気を条件付き不安定な大気という。

B地点の大気は、湿度 100%であり、何らかの原因で上昇を始めた。

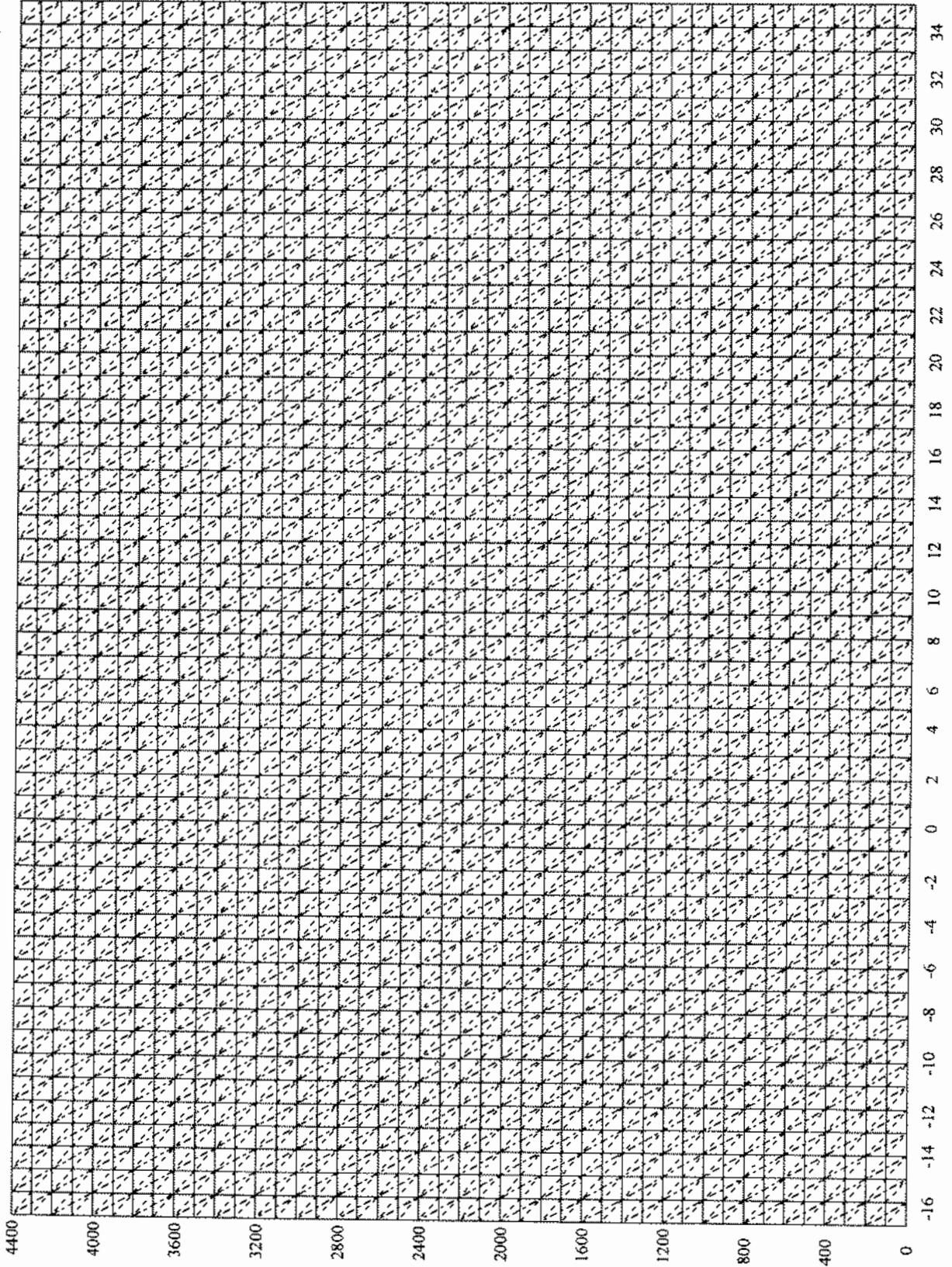
①大気の上昇の止まる高さは何mか。 ( )

②雲のできる高度は、何m～何mの間か。 ( )

(3) 逆転層 (気温が上空ほど高温な層) (=上昇気流や下降気流の起こらない層) は何mから何mの間か。

( ) m と ( ) m の間)

# エマグラム



# 回転水槽による大気の大循環

## 1. ねらい

「気圧の谷の通過に伴って明日は天気は崩れるでしょう」というのは、天気予報でよく聞かれるフレーズであるが、気圧の谷とは何かわかる人はあまりいないと思う。現行の「地学ⅠB」になってから、高層天気図が地学Ⅱの範囲になり、ほとんどの高校で取り扱う対象外になってしまった。しかし、温帯低気圧のことを取り扱うにはその立体構造の把握は不可欠であり、上空の気圧の谷と地表付近の低気圧の関係はぜひ理解したいところである。そこで、上空の偏西風がなぜ蛇行するのか、気圧の谷ができるのはなぜかといったことを実感するためにこの実習を行っている。

## 2. 実習に先駆けて

高層天気について全く知識がない生徒にこの実習を行うのは無意味である。まず、北半球の高層天気図を図表などで見せて、気圧の谷がどのようなものか理解させるべきである。また、ジェット気流についてもふれ、沖縄ー羽田、羽田ー沖縄の所要時間の違いなどもとりいれて、上空の空の様子についての知識をある程度入れておくことが必要である。

## 3. 回転水槽の実験

洗い桶とクッキーなどの入った丸い缶、レギュラーコーヒーの缶を用意して、図1のようにセットする。洗い桶にはお湯、クッキーの缶には水、コーヒーの缶には氷を入れる。クッキーの缶の水の表面にアルミの粉をまき、回転台を回転させる。実験自体は簡単であるが、回転台の上の様子を回転台の外から見るのは目が回ってしまう。図2のようなやぐらのようなものを制作し、それにビデオを乗せ、実験が終わった後、ビデオの画像を見せた。なお、この回転台を使って、フーコーの振り子やボールの運動などの轉向力のモデル実験も行うことが可能である。

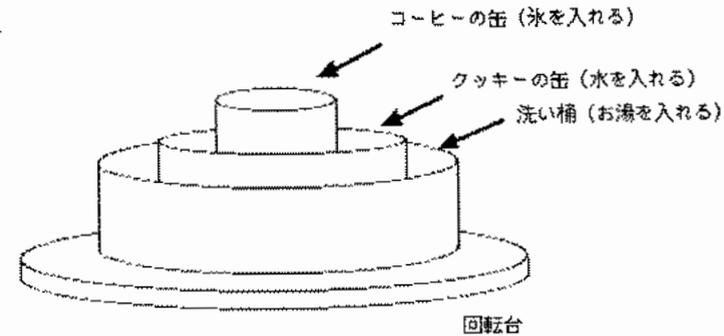


図1 実験装置 クッキーの缶の水が中緯度の帯域の流れを表す。見やすくするために、表面にアルミの粉をまく。

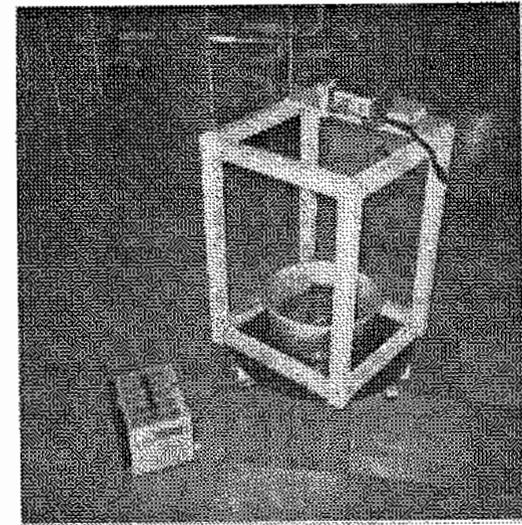
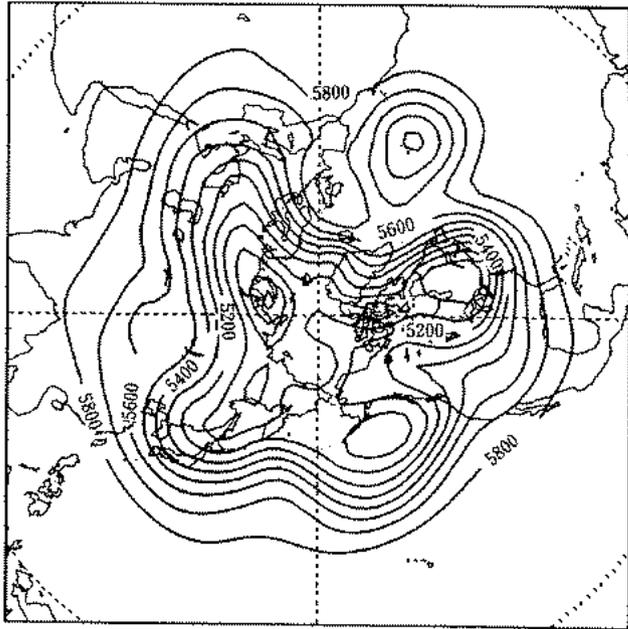


図2 回転台と撮影装置 垂木で底面の1辺の長さが45cm、高さが60cmのやぐらのようなものを制作し、上にビデオカメラを取り付けた。5分間の実験終了後、ビデオを再生し、渦の様子を観察した。

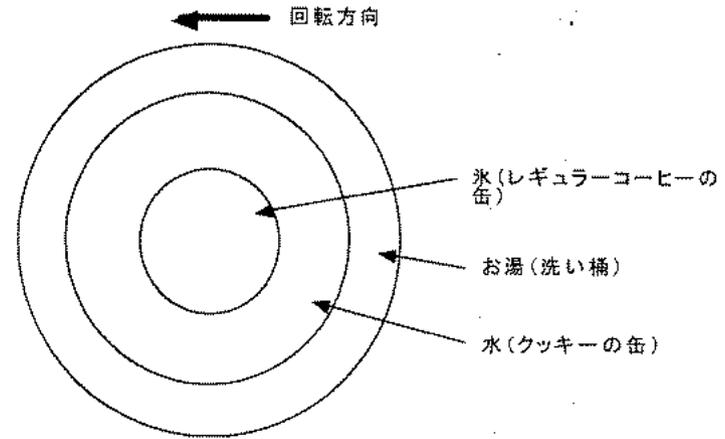
# 回転水槽による大気の大循環

年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

1、下の図で、気圧の谷はどれか。赤線で示せ。

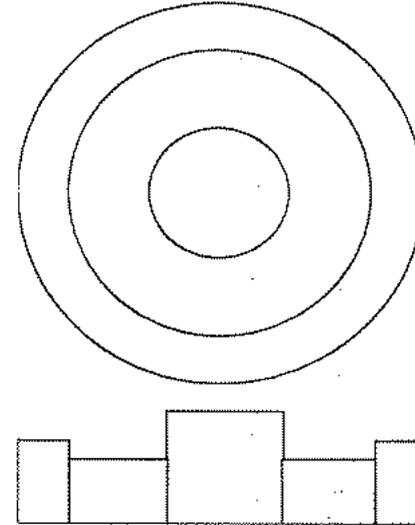


2、この実験で、それぞれの部分は何を表しているのか。



- ・レギュラーコーヒーの缶
- ・クッキーの缶
- ・お湯の入ったおけ

3、クッキーの缶の表面にはどのような文様が現れたか。



4、このような循環を何と言いますか。この循環に大きな影響を与えているものは何ですか。

# ひまわりの画像解析

## 1.ねらい

1年分のひまわりの雲のデータを観察することによって、1年を通じての地球上の雲の分布や雲の移動方向の特徴を調べ、さらに日本付近について雲の分布の季節的な特徴を調べる。

## 2.気象データひまわり(CD-ROM)とはどんなソフトか?

1年間のひまわりの画像データ(2種類)と天気図が納められており、1年間の雲の動きを連続した動画としてみるができる。また、データベース的な機能も持っており、典型的な天気の日(たとえば大雪とか梅雨、台風等)のひまわりの画像とそのときの天気図を表示することができる。

## 3.授業の方法

### a 実施の時期

大気の大循環の授業の前に導入的に使うか、日本の四季まで学習した後に、まとめとして行うか2つの方法が考えられる。本校では、生徒の天気に関する知識が今ひとつなので、導入的にこの教材を使っている。

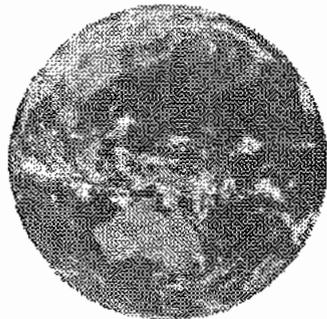
### b 授業の展開

パソコンをプロジェクターにつなぎ、一斉にひまわりの画像を見ながら雲の様子を観察する。

#### (1) 1年間の雲の動きの観察(ダンシングクラウド)

〈生徒の活動〉1年分の雲の動きを連続して見る

〈指導上の留意点〉



そのまま、見せると生徒が寝てしまうので、レーザーポインターで見所を指しながら、次のようなタイミングで解説を加える。

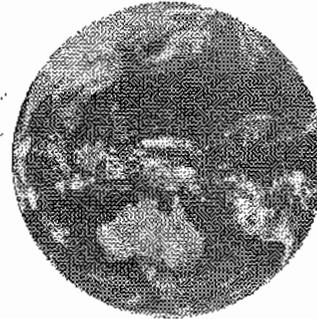
スタート時)雲の分布について

「雲がかかっているのはどの辺でしょうか。」

「いつも雲がかかっていない地域がありますが、それはどのあたりでしょう。」という発問をする。復習的に使った場合はここで亜熱帯高圧帯とか赤道収束帯などというキーワードがでてくるはずである。さらに、「赤道付近の雲はどちらに動いているでしょうか。」という発問をした後、偏西風や貿易風について説明する。

1~3月の画像)冬の日本の天気の特徴についてふれる。日本海にみられるの筋

状の雲やそれに付随して、季節風、シベリア気団、西高東低の気圧配置等についてふれる。2月下旬には、日本付近を通る低気圧に関して注目させます。低気圧が太平洋岸を通るときは関東では雪の可能性があり、低気圧が日本海を通るときは、春一番のような南風になることを説明する。



3~5月の画像)移動性高気圧と温帯低気圧について注目させる。温帯低気圧は発達しながら東へ移動するので、東シナ海で雲がまとまって、東に移動しながら上に凸な形、コンマ型と雲の形が変化してゆく。コンマ型の雲の西側には雲がなくなることに注目させ(晴天域)、温帯低気圧が通過すると移動性高気圧に覆われることを説明する。また、低気圧が発達した時に見られる、コンマ型の雲と寒冷前線の位置関係、突風の発生について解説する。

5~7月の画像)梅雨前線に注目する。インド洋からヒマラヤ山脈にかけての雲の動きについて指摘し、モンスーンについて説明する。ヒマラヤ山脈の南側から中国を通過して九州にのびる帯状の雲(湿舌)を指し、その成因について説明する。さらに、日本上空にかかる帯状の雲(梅雨前線)について説明し、梅雨がアジアの広い範囲の気象現象であることを理解させる。



7月以降の画像)梅雨明けから太平洋高気圧におおわれるところを観察します。台風が日本付近を通る時期をとらえて、台風が発生する場所、台風の進路、台風の日等について解説します。9月には、秋霖についても指摘し、梅雨との違いについても解説する。10月以降、春と同様に温帯低気圧と移動性高気圧が交互に日本上空を通過するのを観察する。11月頃はじめて、西高東低の気圧配置になったときを木枯らし1号と紹介し、冬型の雲の分布になる日が周期的に現れていく様子を観察する。



#### (2) 典型的な天気と雲の様子

1年分のひまわりの画像を見た後、データベース機能を使って西高東低、移動性高気圧、梅雨前線、夏型等のひまわりの画像と天気図を見ながらそれら

の天気の特徴を詳しく調べる。

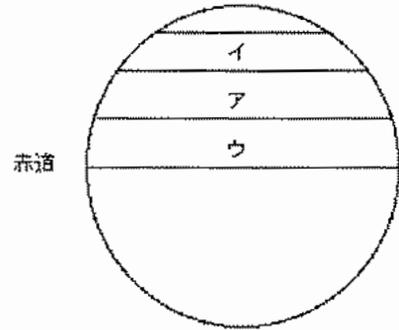
#### (3) まとめ

別紙プリントに、今日観察したことをまとめる。  
地学レポート

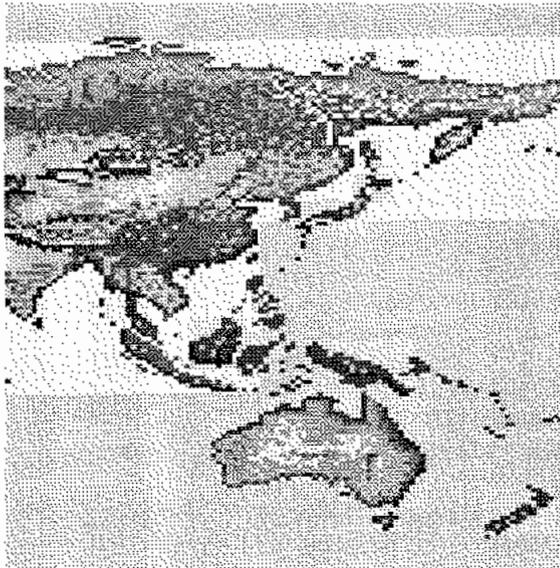
# ひまわりの画像解析

年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

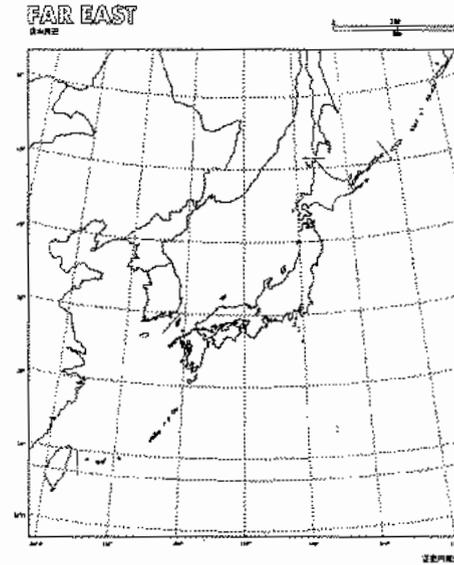
1. 下の図中 ア地域には1年中雲がほとんどみられませんでしたが、それはなぜでしょう。イとウの地域の雲はどの方向に移動していたでしょう。それはなぜですか。



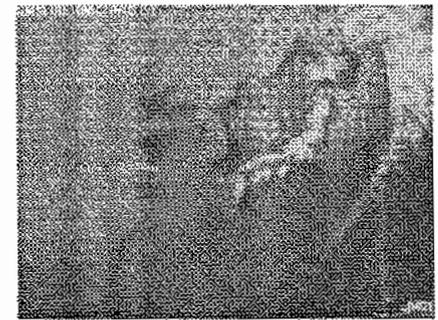
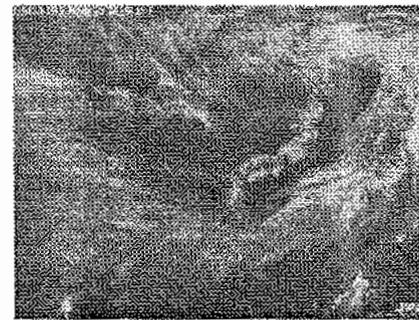
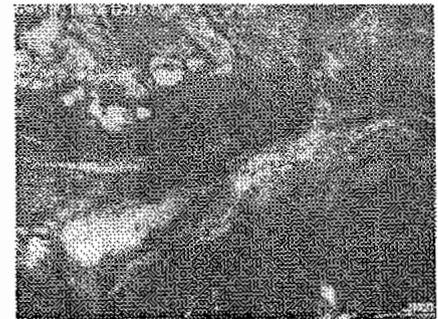
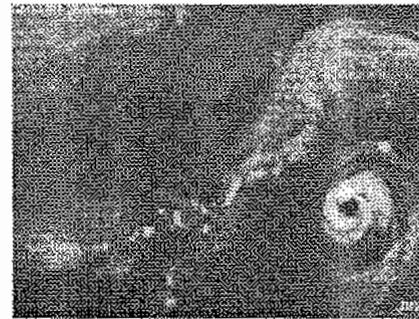
2. 台風が発生していたのはどの海域でしょう。



3. 日本付近を温帯低気圧が通過するとき、雲の形はどのように変化したでしょう。図中に書き込みなさい。



4. 次の4枚の画像は、いつ頃の季節のものでしょうか。(ヒント 冬、春、梅雨期、台風の季節の4枚です)



# 天気図の描き方

## 1. 方針

### 天気図は等圧線が描ければ良い。

目的は気象通報の聞き取りテストではない。確かにラジオを聞いて情報を正確に聞き取り、天気図が描ければそれに越したことはない。

しかし、時間に余裕があって聞き取る練習もするならば1号天気図用紙(別紙1)でなく各地の天気、船舶の報告は直接描き込ませる2号用紙(別紙2)の方が良いと思われる。1号用紙はメモしてさらに図に描き込む2度手間になるからである。それに2号の方が天気図の範囲が広い。

もちろん最初から直接ラジオの聞き描きができるわけではない。私の場合は始めの2時間ぐらいは気象通報はどういうものであるのか体験させるためにカセットレコーダーに撮り、巻き戻し再生や停止をして指導をした。

しかし最初に述べたように聞き取りテストではないので、教師の側でデータをエクセルなどに記録して印刷したものを用意した。(別紙3)最初に各地の地名などを入れて作っておくと以降はデータを上書きするだけなので別の日時の更新がし易い。

## 2. 手順

- (1) 情報を聞き取る。
- (2) 情報を図に描き込む。
- (3) 等圧線を描く。

(1)のところは生徒が自宅などでする場合はテープに録音するとよい。2号に直接描き込む場合でも漁業気象はメモしておいた方がきれいにできる。

(2)で慣れれば何ともしないだろうが注意する点をいくつか列記しておく。

- i 生徒に初見でやらせたら各地の所在がわからない。天気図用紙を1枚使って線を描き込んでたどらせる。(2号用紙に書き入れる:別紙2)できたところで規則性を説明する。

日本列島を南から北→サハリン→千島列島を北上→ロシアの沿岸を南下→韓国を南下→台湾を南下→中国を東北部から南下→フィリピン→小笠原  
おおよそ反時計回りにたどっている。

- ii 風向を描き込む場合

東、西、南、北は多分問題ない。

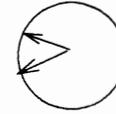
- ①「北(ホ)・・・」と言ったら  
北東、北西の2通りと  
北北東、北北西の2通り。



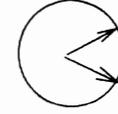
- ②「南(ク)・・・」と言ったら  
南東、南西の2通りと  
南南東、南南西の2通り。



- ③「西(セ)・・・」と言ったら  
西南西、西北西の2通り。

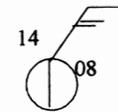


- ④「東(トリ)・・・」と言ったら  
東南東、東北東の2通り。



それぞれ北系統、南系統、西系統、東系統と考えれば方向が捜しやすい。

- iii 約束事で右側に気圧、左側に温度を書くことを確認する。  
気圧は下2桁で書くことがほとんどである。



- iv 「船舶の報告」で緯度、経度がなかなか捜せない。

- ① ラジオでは地域を言ってから緯度、経度を言うので地域を一度たどる練習をすると効果的。
- ② 日本列島が  
北緯30度と北緯50度、東経130度と東経150度に大体囲まれ、  
北緯40度と東経140度に貫かれていることを伝えて意識させる。
- ③ 線はそれぞれ偶数で引かれていることを確認する。
- ④ 日付変更線が見えていることを確認する。東経と西経を間違えることが多い。

- v 「漁業気象」で温帯低気圧の前線で  
中心から描くはずの寒冷前線を  
温暖前線からつないで描くことがある。
- vi 低気圧の中心から閉塞前線が出て  
温暖前線とつながるはずが両方とも  
中心から出るように描くことがある。

- (3) が一番大変である。しかしこれができれば天気図は完成である。

(別紙3のデータを使う)

- i 等圧線は「漁業気象」の最後に伝える「日本付近を通る〇〇〇〇 hPaの等圧線」からまず描かせる。(別紙4の①:別紙3の⑩を描いた)
- ii 高気圧の中心付近は等高線にたとえるならば高原状態で広く描かせる。  
(別紙4の②)
- iii 低気圧は発達してれば小さい円を描かせる。(別紙4の③) 気圧が高ければ周囲の「日本付近を通る〇〇〇〇 hPaの等圧線」から等間隔に計って円を描かせる。  
(別紙4の④)

- iv 等圧線は2hPaごとに描き、10hPaごとに太く描く。交わったり、枝分かれをしない。
- v 基本的に高気圧から低気圧へは漸次2hPaごとに下がるように等圧線を描き同じものがないようにする。
- vi 低気圧と低気圧の間、高気圧と高気圧の間は同じ気圧の等圧線があっても矛盾はしない。
- vii 「日本付近を通る〇〇〇〇 hPa の等圧線」が低気圧の近くにあるならばそこから低気圧の中心まで等間隔で2hPaごとに等圧線を引く。(別紙4の④)
- viii 「日本付近を通る〇〇〇〇 hPa の等圧線」が高気圧の近くにあるならばそこから高気圧の高原状態の縁までの間を等間隔で2hPaごとに等圧線を引く。(別紙4の⑥)

\*以上で細かい点では問題があるが地上天気図が描けるはずである。

### 3. 生徒各々の進度に対応する

- (1) 地学ⅠAなどは週あたりの時間が多くとれないので「各地の天気」を2号天気図に描きこんだもの(別紙5)を使った。
- (2) 私の学校では地学ⅠAで天気図を描かせるのに10,11月の2ヶ月を要し、中間テスト、期末テスト、連休などで使える時数は8~9時数程度である。
- (3) 授業の進め方
  - i. 初めの3時数程度は全体中心の指導をした。
  - ii. その後は別紙3と別紙5のタイプをセットにして5回分ぐらい用意をし各個人の進度に応じてやらせた。
  - iii. いずれも机間巡視をして個別指導にあたった。

### 4. 評価

- 11月下旬に期末テストで天気図を描かせた。問題用紙は別紙3のタイプで解答は別紙5のタイプに描かせた。
- 次ページは「別紙3、別紙4の場合」の評価基準である。

### 採点基準

#### 船舶の報告

- ①、②  $2 \times 1 \text{点} = 2 \text{点}$
- ③~⑧  $6 \times 2 \text{点} = 12 \text{点}$

#### 漁業気象

- 高気圧  $3 \times 2 \text{点} = 6 \text{点}$
- 低気圧  $3 \times 2 \text{点} = 6 \text{点}$
- 台風  $1 \times 3 \text{点} = 3 \text{点}$
- 閉塞前線  $1 \times 3 \text{点} = 3 \text{点}$
- 温暖前線  $1 \times 3 \text{点} = 3 \text{点}$
- 寒冷前線  $1 \times 3 \text{点} = 3 \text{点}$
- 停滞前線  $1 \times 3 \text{点} = 3 \text{点}$
- 1012 hPa の等圧線  $2 \times 3 \text{点} = 6 \text{点}$

$50 \text{点} \dots \dots \dots (1)$

#### 高気圧と低気圧の間で2 hPa ほどの矛盾がないか

- 高気圧⑬ 1020 hPa から4方向  $\times 3 \text{点} = 12 \text{点}$
- 高気圧⑭ 1016 hPa から3方向  $\times 3 \text{点} = 9 \text{点}$
- 高気圧⑮ 1024 hPa から5方向  $\times 3 \text{点} = 15 \text{点}$

- 10 hPa ごとに線を太く描く  $1.3 \text{箇所} \times 1 \text{点} = 1.3 \text{点}$
- 全体的に良ければプラスαとして 1点

$50 \text{点} \dots \dots (2)$

(1) + (2) = 100点

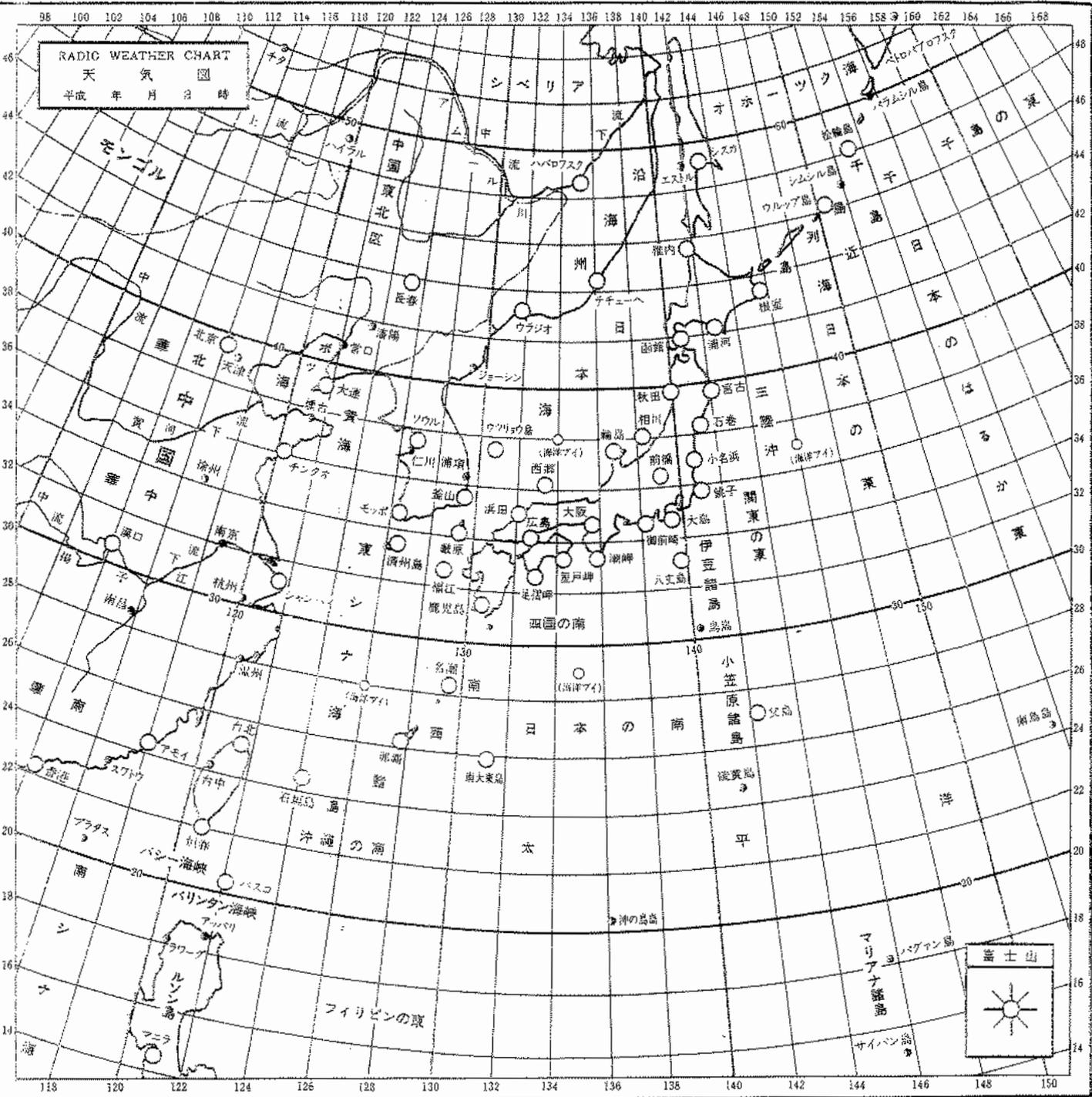
# 別紙1

時の各地の天気				九州	北	〇
地名	風向	風力	天気	気温	湿度	気圧
行基島						
那覇						
南大東島						
名瀬						
鹿児島						
足符						
室戸岬						
広島						
浜田						
西郷						
大瀬						
八丈島						
大島						
御前崎						
銚子						
小笠原						
石巻						
秋田						
函館						
根室						
シズウ						
ウルフ島						
松島						
ハバロフスク						
チチューヘ						
ウラジオ						
ソウル						
ウツロ島						
モントポ						

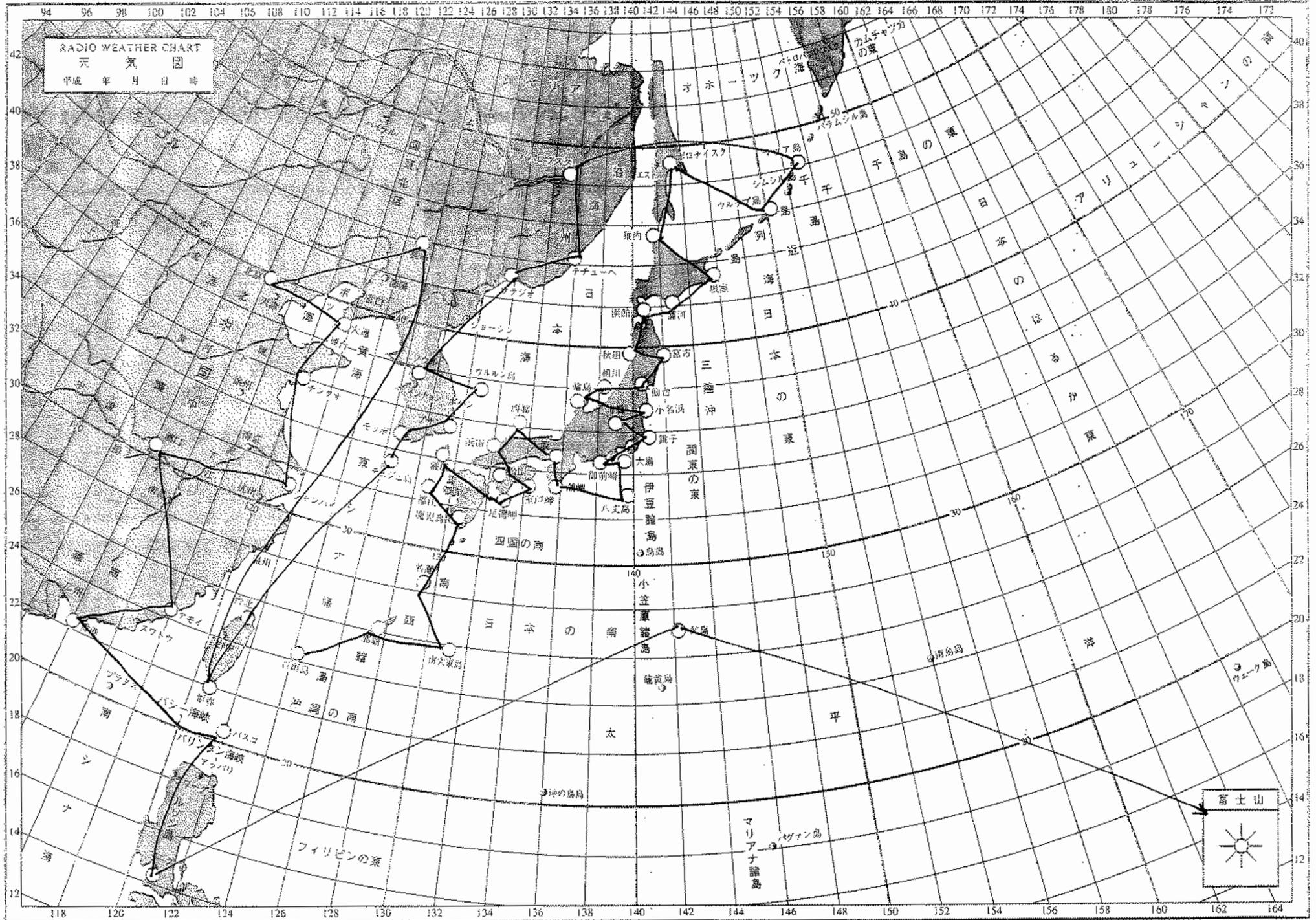
## 海洋パイ・船舶の報告

## 漁業気象

天気記号	気象庁風力階級			記入例	風向
	1	2	3		
晴	0.3 1.5	1.6 3.3	3.4 5.4	13.9 17.1	北西
晴	1.6 3.3	3.4 5.4	5.5 7.9	17.2 20.7	北東
晴	3.4 5.4	5.5 7.9	8.0 10.7	20.8 24.4	南西
晴	5.5 7.9	8.0 10.7	10.8 13.8	24.5 28.4	南東
晴	8.0 10.7	10.8 13.8		28.5 32.6	北西
晴	10.8 13.8			32.7 36.8	北東



# 別紙 2



# 別紙3

## 天気図演習

以下のデータは「平成12年11月5日午前6時」の気象通報によるものである。  
 各地の天気の詳細は別紙の天気図用紙に入れてある。  
 船舶の報告、漁業気象のデータを天気図用紙に記入し等圧線を2hPa毎に描け。  
 \* 台風の等圧線は省略せずに2hPa毎に描きなさい。  
 漁業気象の※印のものは図内に描けないが等圧線を記入するときは意識すること。

### 各地の天気

	風向	風力	天気	気圧	気温
石垣島	東北東	4	にわか雨	12	25
那覇	北北東	3	雨	14	22
南大東島	北北東	2	曇り	14	24
名瀬	南南東	1	にわか雨	15	23
鹿児島	北北西	2	曇り	16	19
福江	北	1	快晴	17	16
飯原	東	1	快晴	17	16
足摺岬	北北東	3	曇り	15	21
室戸岬	北東	5	雷	16	19
松山	東南東	1	曇り	17	16
浜田	東北東	2	はれ	17	14
西郷	西	2	はれ	16	15
大阪	北北東	1	はれ	17	16
潮岬	北東	3	曇り	16	18
八丈島	東北東	4	曇り	16	20
大島	北東	3	はれ	17	15
御前崎	北北東	2	はれ	18	15
鏡子	西北西	2	はれ	17	13
前橋	北西	3	快晴	18	9
小名浜	北北西	2	快晴	17	8
輪島	南西	3	にわか雨	16	16
相川	西南西	5	曇り	15	19
仙台	西北西	2	快晴	17	8
宮古	南南西	1	はれ	16	10
秋田	南東	3	曇り	15	10
函館	東	2	曇り	12	9
浦河	東	3	曇り	15	11
根室	南南東	4	曇り	17	10
稚内	南	3	はれ	10	8
ホロイシク	南	4	はれ	13	4
ウルツ島	入電	なし			
マツ島	入電	なし			
ハワイ	南西	4	はれ	5	2
フェー	西	3	はれ	6	7
ウラシオ	西北西	4	快晴	13	5
ソウル	西	1	快晴	19	10
カルン島	南東	1	快晴	15	13
プサン	北北西	2	快晴	18	13
モツボ	南南東	1	快晴	19	11
チェン島	南南西	1	はれ	20	13
台北	東北東	2	雨	12	23
恒春	東	2	はれ	10	24
長春	南西	4	快晴	11	2
北京	北	2	快晴	16	4
太連	南南西	3	快晴	19	9
チンタオ	南南東	3	快晴	20	12
シヤンハイ	風弱く		快晴	20	14
漢口	風弱く		快晴	18	12
アモイ	東北東	2	曇り	14	20
香港	南東	2	はれ	13	21
ハスコ	入電	なし			
マニラ	入電	なし			
父島	北西	1	はれ	14	25
富士山	西北西	6	風速12m		-5

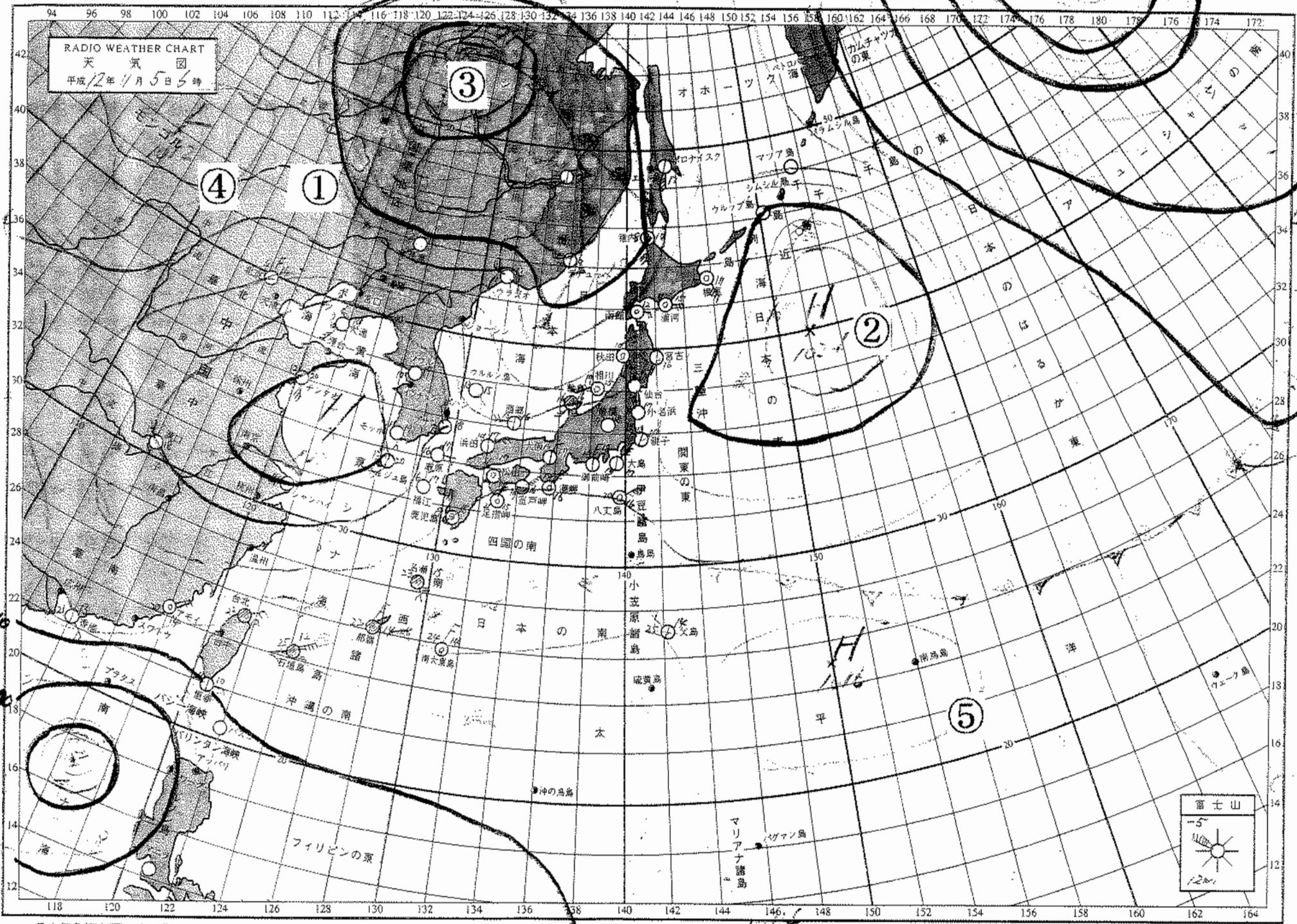
### 船舶の報告

	北緯	東経	風向	風力	天気	気圧
①	15	119	南	7	曇り	不明
②	26	124	北東	6	曇り	不明

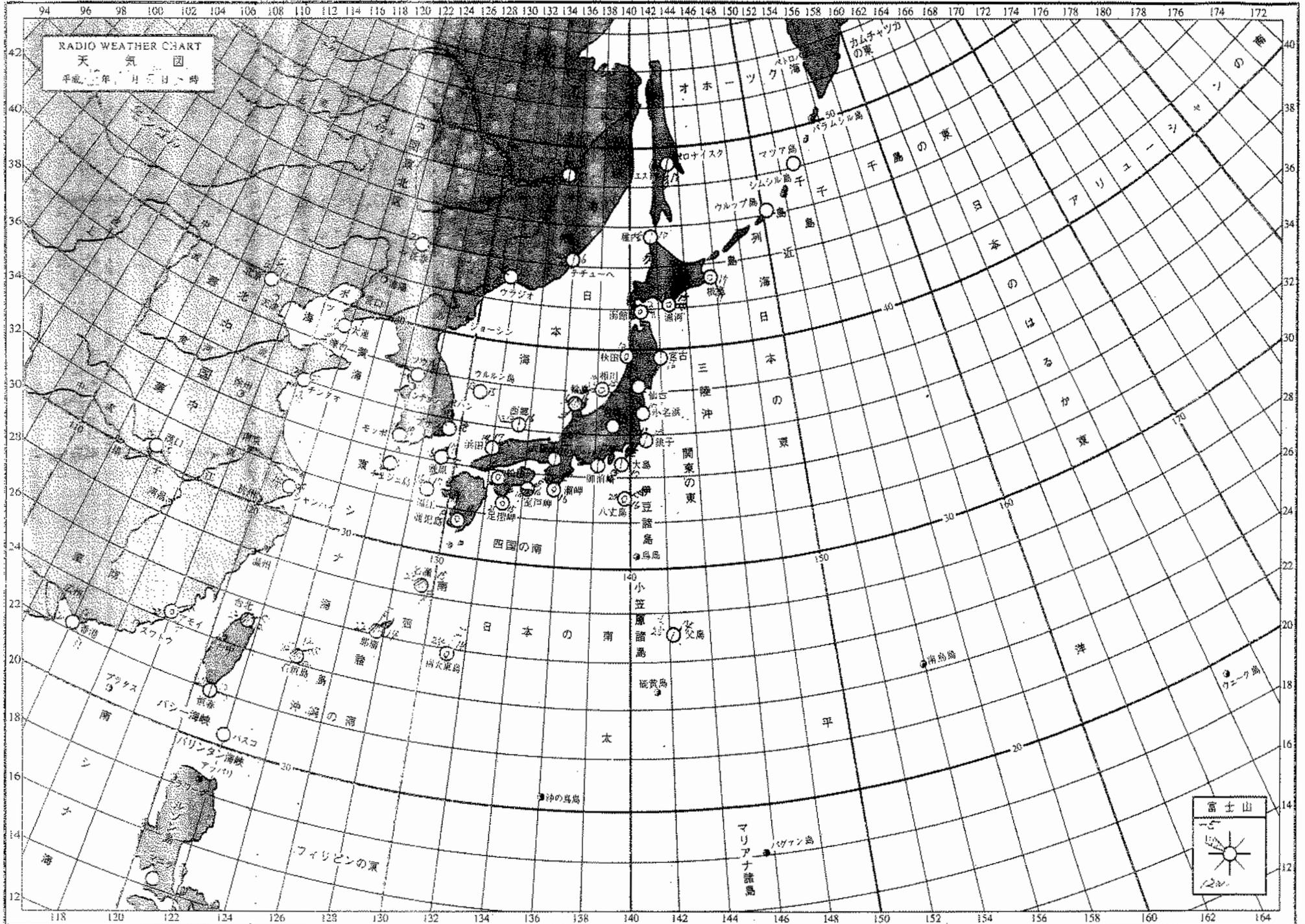
③	29	124	北北西	3	曇り	17
④	23	133	東	4	はれ	12
⑤	29	131	北	4	にわか雨	15
⑥	38	147	南東	2	はれ	22
⑦	41	150	南	2	はれ	24
⑧	45	153	南西	3	はれ	23

### 漁業気象

- ① 南シナ海の  
17° 116° 50' には980hPaの台風21号が西へ北西へゆっくり進んでいます。
- ※② ベーリング海の  
54 w178 には960hPaの発達中の低気圧があつてほとんど停滞しています。
- ※③ ミッドウェー島の北の  
33 w177 には998hPaの発達中の低気圧があつて東北東へ毎時55kmで進んでいます。
- ④ 中心から温暖前線が  
32 w173 を通つて  
31 w168 に延び
- ⑤ 寒冷前線が  
28 176 を通つて  
26 168 に達し
- ⑥ さらに停滞前線となつて  
26 160  
28 151  
30 143  
28 133 を通つて  
24 123 に延びています。
- ⑦ シベリアの  
54 125 には992hPaの発達中の低気圧があつて北へ20kmで進んでいます。
- ⑧ 中心から閉塞前線が  
53 132 を通つて  
51 135 に達し
- ⑨ ここから温暖前線が  
49 139 を通つて  
47 142 に延び
- ⑩ 寒冷前線が  
45 137 を通つて  
41 134 に達しています
- ⑪ モンゴルの  
44 106 には1012hPaの低気圧があつて東へ35kmで進んでいます。
- ※⑫ フィリピン島の東の  
11 134 付近には1018hPaがあつて西へ30kmで進んでいます。
- ⑬ 黄海の  
34 123 には1020hPaの高気圧があつて東北東へ20kmで移動しています。
- ⑭ 南鳥島の西の  
25 150 には1016hPaの高気圧があつて東へゆっくり移動しています。
- ⑮ 日本の東の  
40 152 には1024hPaの高気圧があつて南東へ35kmで移動しています。
- ⑯ 日本付近を通る1012hPaの等圧線は  
42 140  
46 143  
54 142  
57 133  
53 112  
44 121  
43 132  
40 134 を通つて  
42 140 に戻っています。
- ⑰ また別の1012hPaの等圧線は  
56 158  
48 160  
36 170  
27 172 の各点を通っています。



# 別紙5

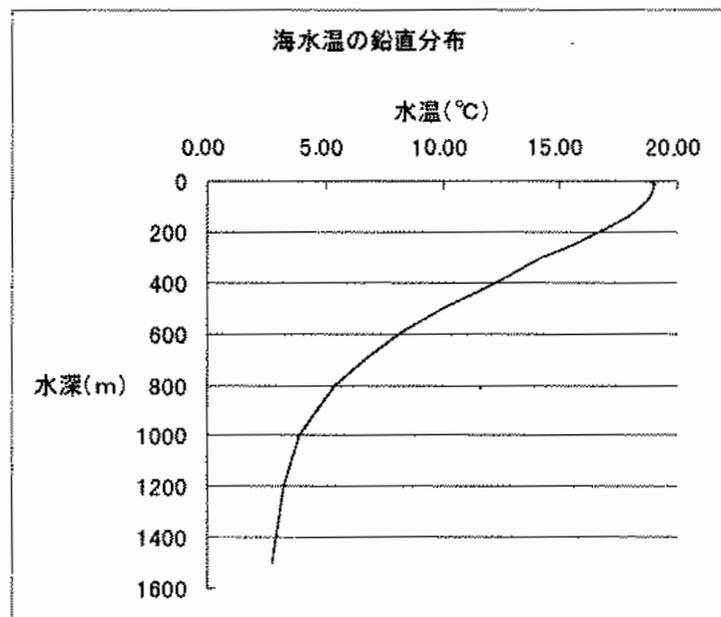


## 海水温の鉛直分布

〔目的〕 日本近海の海水温の鉛直分布図を作成して、場所や季節による違いがあるか調べる。

- 〔方法〕 ① 日本近海三地点における、2月と8月の海水温のデータをEXCELでグラフ化する。  
 ② ①で作成したグラフを、混合層(表面混合層)・水温躍層(季節的水温躍層、主水温躍層)・深層に区分してみる。

◎参考図・・・32.5°N、135.5°E(黒潮域) 2月



水深(m)	水温(°C)					
	32.5°N、135.5°E 黒潮域		37.5°N、134.5°E 対馬海流域		41.5°N、144.5°E 親潮域	
	2月	8月	2月	8月	2月	8月
10	19.01	27.90	10.04	24.36	1.95	18.07
20	18.99	27.15	9.99	21.72	2.03	12.99
30	18.97	26.22	9.89	19.05	2.11	9.63
50	18.89	24.03	9.74	15.62	2.22	5.85
75	18.71	21.81	9.65	13.33	2.28	4.55
100	18.47	20.08	9.15	11.47	2.23	3.76
125	18.15	18.25	7.62	9.58	2.43	3.68
150	17.70	17.76	7.41	8.49	2.33	3.16
200	16.66	16.19	4.77	5.78	2.37	2.66
250	15.53	14.70	2.73	3.50	2.49	2.62
300	14.30	13.40	1.44	1.99	2.62	2.70
400	12.23	11.13	0.61	0.61	2.87	2.94
500	10.02	8.96	0.73	0.35	2.96	3.08
600	8.10	7.21	0.28	0.23	2.98	3.13
700	6.65	6.13	0.23	0.21	3.00	3.07
800	5.36	5.05	0.18	0.17	2.91	2.95
1000	3.91	3.84	0.15	0.20	2.76	2.72
1200	3.26	3.15	0.14	0.12	2.56	2.46
1500	2.72	2.59	0.14	0.14	2.29	2.25

- 〔考察〕 ① 場所によってどのような水温鉛直分布の違いが見られるか。  
 ② 季節によってどのような水温鉛直分布の違いが見られるか。

〔発展〕 ※ 理科年表には、同地域の塩分データもあるので、その鉛直分布を作成し場所や季節による違いを考えてみる。

※ 水温と塩分の関係を深さごとに記入するT-S図を作成してみる。

## 河川地形・海岸地形の実習

航空写真で実体視・地形断面図

ねらい 航空写真の観察によって、野外調査では普段気がつかない地形等について知る。

航空写真を実体視する方法や視差について知る。

地形断面図を書き、実体視した特徴等を確認する。

それらの方法で地形図を立体的に理解し、その地形の成因について考える。

### 準備

資料 航空写真（山間部の河川：久慈川、里川など…河岸段丘や扇状地地形等）  
（平野部の河川：鬼怒川、小貝川など…三日月湖の跡や自然堤防等）  
（海岸段丘：日立市の海岸）（海岸崖：五浦海岸）

購入先：（財）日本地図センター筑波支所

〒305-0821 茨城県つくば市春日3-1-8

TEL 0298-51-6657～8

FAX 0298-52-4532

用具 地形図、簡易実体鏡、デルマトグラフィー、定規、方眼紙、  
トレーシングペーパー

### 方法 ① 視差についての説明

・右眼と左眼の見え方の違い、変位が小さいほど遠い…距離感  
この原理が立体写真や3Dなどに使われている。

② 航空写真を実体視し、地形の特徴（河岸段丘や海岸段丘など）を  
デルマトグラフィー（柔らかい色鉛筆の様な物）で写真上に記入し、  
地形図に書き込む。

③ 地形図上で地形の特徴と垂直方向の断面をとり、実体視した地形を確認  
する。

④ その地形の成因を考察する。

発展 ○ 等間隔平行にいくつかトレーシングペーパーに断面をとり、並べてみる  
と鳥瞰図のように立体的に見えてくる。

○ 水系図を書いてみると、その地域の特徴が見えてくる。

# 河川地形・海岸地形の実習(ワークシート)

年 組 番 氏名

ねらい 航空写真の観察によって、野外調査では普段気がつかない地形等について知る。

航空写真を実体視する方法や視差について知る。

地形断面図を書き、実体視した特徴等を確認する。

それらの方法で地形図を立体的に理解し、その地形の成因について考える。

準備

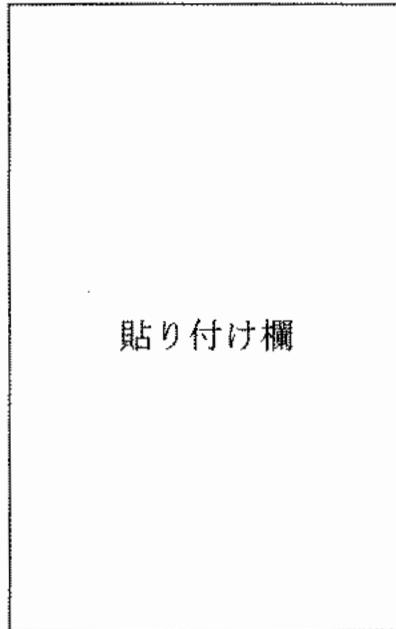
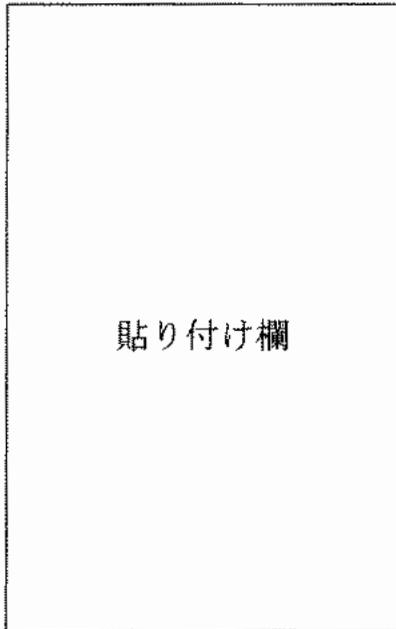
資料 航空写真

用具 地形図、簡易実体鏡、デルマトグラフィ、定規、方眼紙、トレーシングペーパー

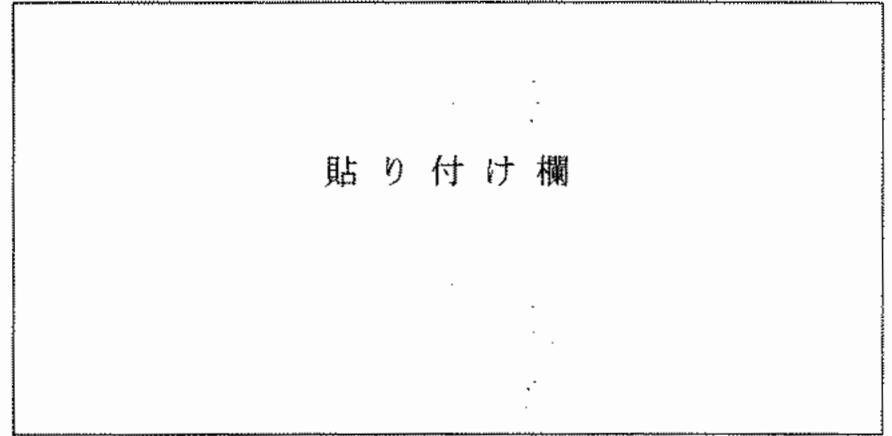
方法

- 1) 航空写真を実体視し、地形の特徴（河岸段丘や海岸段丘など）をデルマトグラフィ（柔らかい色鉛筆の様な物）で写真上に記入し、地形図に書き込む。
- 2) 地形図上で地形の特徴と垂直方向の断面をとり、実体視した地形を確認する
- 3) その地形の成因を考察する。

航空写真（地域名： ， 地形の種類： ）

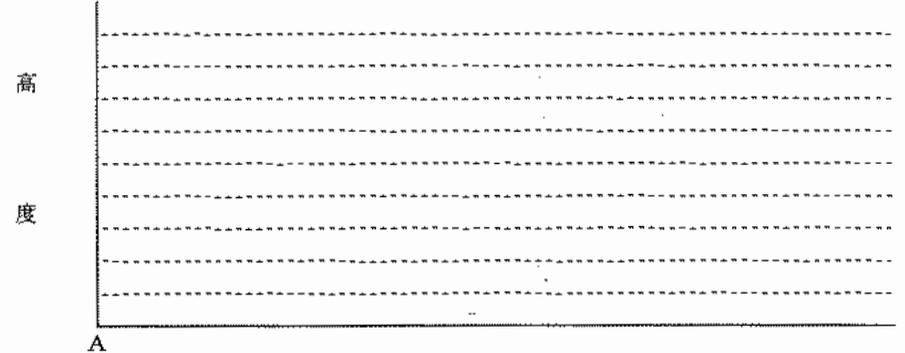


地形図



地形断面図

地形図中のA-Bの線に沿って断面を書け。



考察

この地形はどのようにして出来たのだろうか。

# 単振り子による重力加速度の測定

1. 目的 単振り子の周期を測定して、重力加速度を求める。

2. 準備するもの

スタンド 金属球 伸びにくい糸 (ピアノ線など) 白い厚紙  
ものさし ノギス 割りばし ストップウォッチ

3. 実験の手順

- (1) 金属球の直径をノギスで測る。
- (2) 長さ約 1 m の糸におもりの金属球をつけ、糸の端を割りばしにはさみ、さらにスタンドばさみではさんで、おもりをつり下げスタンドに固定する。
- (3) 白紙に直線をかき、スタンドの下部にテープで固定する。このとき、おもりが最下点の時糸と直線が重なるようにする。
- (4) ものさしで支点からおもりをつないだ糸の長さまで測り、1 とする。単振り子の長さ  $L$  は、糸の長さに金属球の半径を加えたものである。
- (5) 単振り子を小さな振幅で振らせて周期をはかる。震動が安定したら、白紙に書いた直線上を、糸が一方方向を通過した瞬間にストップウォッチを始動させ、10 振動ごとの時刻を測り、記録する。

4. 記録

おもりの直径 \_\_\_\_\_ m おもりの半径 \_\_\_\_\_ m

測定前の糸の長さ  $l$  \_\_\_\_\_ m

測定後の糸の長さ  $l$  \_\_\_\_\_ m

単振り子の長さ  $L =$  糸の長さの平均  $+$  おもりの半径

$=$  \_\_\_\_\_  $+$  \_\_\_\_\_

$=$  \_\_\_\_\_ m

回	t 1	回	t 2	t = t 2 - t 1	T = t / 5 0
1 0		6 0			
2 0		7 0			
3 0		8 0			
4 0		9 0			
5 0		1 0 0			
				T の平均	

単振り子の周期の理論値

$T =$

\_\_\_\_\_

上の式より 重力加速度  $g =$

\_\_\_\_\_

$=$  \_\_\_\_\_  $m / s^2$

# 天文ソフト（ステラナビゲーター Ver 5）による惑星の視運動のシュミレーション

## 1. はじめに

地球上の惑星は複雑な運動をするが、これが地球が惑星とともに公転する為におこる見かけの運動であることを理解させるのはかなり困難で、さまざまな工夫がなされてきた。実際に惑星の運動を観察させるのは天候や時期の問題があり難しく、生徒に実感させる事はなかなか出来ない。そこで従来は資料集や教科書の写真で見せてきた。しかし、写真は静止画であり実際の動きが理解できるかどうか不安である。

ところで、最近のパーソナルコンピュータの発達はすさまじく、それに伴ってソフトもどんどん良くなってきた。特に画像を伴うものは大きく進化し、きれいで精密なイラストや写真がディスプレイに写し出されるようになってきた。天文ソフトも初期のものは動きが遅く、画質もあまり良くなかったが、Windows対応のものから画質も向上し、動きもかなりリアルになってきた。また、ツールも多彩で、シュミレーションもいろいろなことができるようになった。その中で、惑星の視運動シュミレーションについて紹介してみたい。

## 2. 外惑星の視運動について

外惑星はどれも順行・逆行をするが、準大接近を迎える火星の例を紹介したい。

- ①アイコンの「赤道座標」をクリックする。
- ②アイコンの「日時の設定」をクリックし日時を2001年1月20日頃にする。
- ③「ツール」をクリックしさらに「名前で検索」をクリックする。そうすると「太陽・月・惑星」がでるので、「火星」をクリックし「OK」をクリックすれば、画面の中央に赤い星が点滅するこれが火星である。
- ④アイコンの「星座線」及び「星座名」をクリックする。そうすると火星がてんびん座にいたことがわかる。
- ⑤「天体」→「経緯線」→「黄道」→「OK」の順にクリックすると、黄道が画面に表示される。すると火星が黄道のすぐ近くにいることがわかる。
- ⑥火星を動かすときに、月が何度も画面を横切るので、「天体」→「太陽・月」→「月を表示する」の脇のボックス→「OK」の順にクリックすると、月が消える。
- ⑦アイコンの「ステップの選択」をクリックし、「10日」を選択する。
- ⑧アイコンの「▶（アニメーション実行）」をクリックする。すると15秒ほどで火星が恒星の間を順行→逆行→順行と明るさを変えながら運動する。しかし、この運動は画面の中央から左下への動きになるので、中央でこの運動をみたい場合は、衝になる付近の星をクリックし、現れたウィンドウの中の「中央に表示する」というアイコンをクリックすると、衝の位置がほぼ中央に来る。また、「天体」→「惑星」→火星のところを「リアル」から「拡大」→表示倍率100倍から300倍→「OK」とクリックすると火星の大きさが変化する様子がよくわかる。
- ⑨10日ごとの軌跡を残したい場合には、「光跡を残す」というアイコンをクリックすればよい。

[図-1参照]

- ⑩日付を最初に戻し、アイコンの「太陽系モード」にすると太陽系を俯瞰する形で見られるので、角度を変えて、北から見るようにする。
- ⑪アイコンの「惑星名」をクリックし各惑星の位置を確認させる。また、ズームで倍率を変えて火星の軌道が画面一杯になるようにする。
- ⑫アイコンの「▶」をクリックすれば軌跡を残しながら、各惑星が動く様子がよくわかる。[図-2参照]

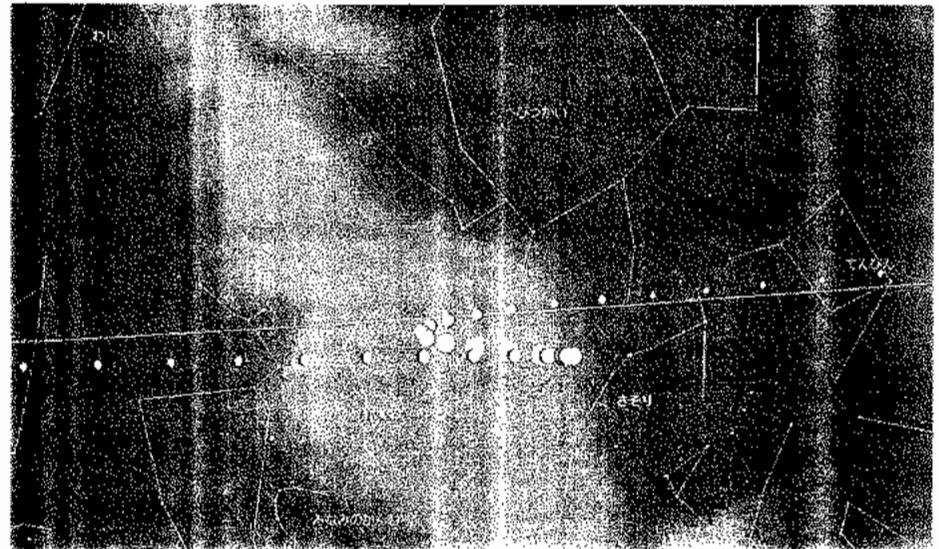


図-1

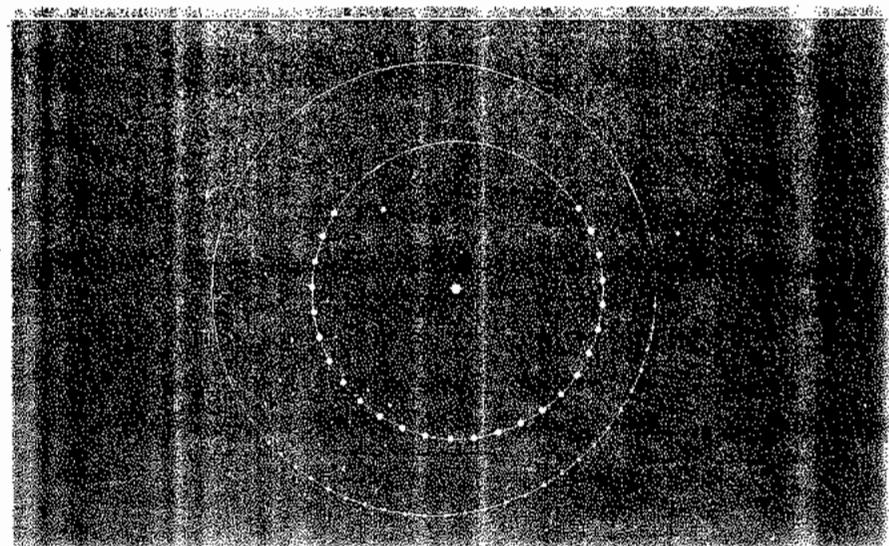


図-2

### 3. 内惑星の視運動について

内惑星も天球に対して外惑星のように順行、逆行する様子を再現できるが、ここでは太陽に対してどのように運動し、どのように視直径および形が変化するかをシュミレーションする方法を紹介してみたい。

- ①アイコンの「赤道座標」をクリックする。
- ②アイコンの「日時の設定」をクリックし、2000年6月11日をクリックする。(外合)
- ③「ツール」→「名前を検索」→「太陽」の順でクリックすると画面の中央に太陽が現れる。
- ④太陽をクリックし「常に中央に表示」をクリックする
- ⑤このままで運転をすると、すべての恒星・月・金星以外の惑星が邪魔になるので、「天体」→「恒星」→「表示」の脇のボックスの順でクリックすると画面からすべての恒星が消える。
- ⑥「天体」→「太陽・月」→「表示」の脇のボックスの順でクリックすると月が消える。
- ⑦「天体」→「惑星」の順でクリックし、金星以外の表示のボックスをクリックする。さらに、金星の表示を「リアル」から「拡大」に変え、表示倍率を300倍に設定する。
- ⑧アイコンの「ステップの設定」をクリックし、10日を選択する。
- ⑨アイコンの「光跡を残す」をクリックする。
- ⑩アイコンの「▶」をクリックすると8秒ほどで図-3の図が描ける

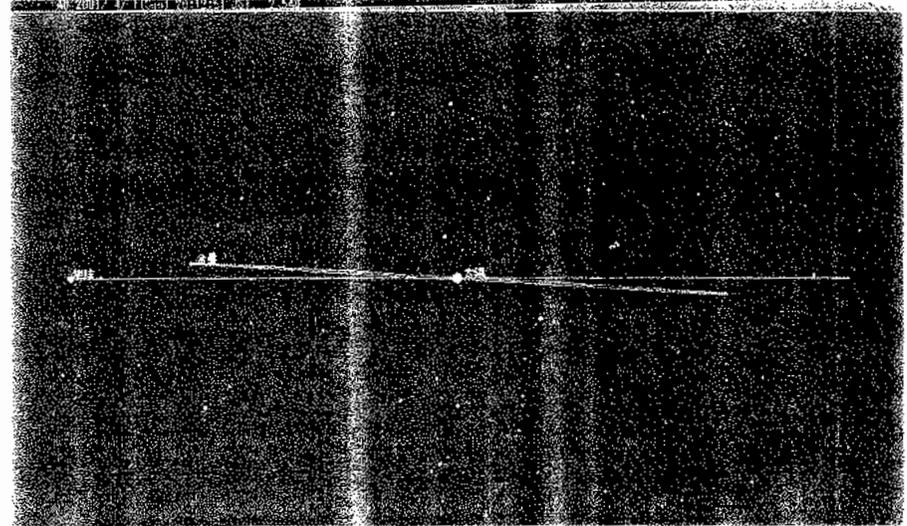


図-4

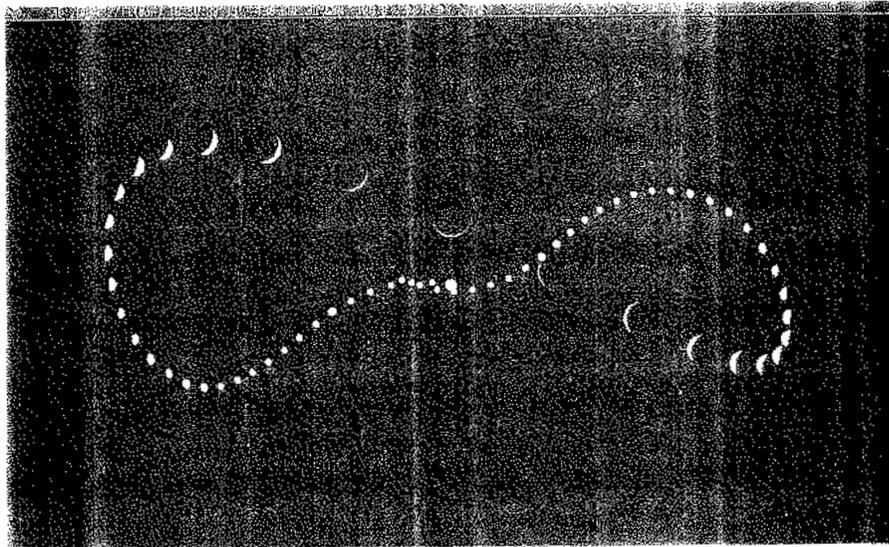


図-3

この図を見れば、形および大きさの変化が一目瞭然である。

- ⑪図-4は太陽系モードにして、金星と地球以外を消去し、地球の公転軌道を基準にしたときの金星の公転軌道を表したものである。外合や内合のときに太陽と重ならないことが理解できると思う。

# 会合周期から公転周期を求める実習

## 1 目的

- 金星と太陽の赤経をグラフ化し、その交点から外合、内合の時期を求める。
- 金星の視半径から及び距離から外合か、内合かを判断する。
- 外合から外合までの期間（会合周期）を求める。
- 会合周期から金星の公転周期を求める。

## 2 実習

下の表は1998年9月から2000年12月までの太陽と金星の天球上の位置と金星の視半径を示したものである。

- 下の図に各月日の太陽と金星の位置（赤経）を記入し、日付けを添える。その際、太陽と金星の位置を、色を変えて記入すると見やすい。
- これらの位置をできるだけなめらかな曲線で結ぶ。

## 3 考察

- 金星と太陽の赤経が一致するのはいつ頃か。また、その時の視半径及び距離はどのようなになっているか。

視半径は ( ) ( )

年 月 日頃 ( ) ( )

年 月 日頃 ( ) ( )

年 月 日頃 ( ) ( )

★ 視半径が最大になっているとき内合、最小になっている時を外合という。

- 外合から外合までの期間はほぼ何日か。  
(約 ) 日

★ この期間を会合周期という。

- 金星の会合周期と公転周期の関係は次の式により表される。  
金星の公転周期を求めよ。地球の公転周期は365日とせよ。

★  $1/\text{金星の公転周期} + 1/\text{地球の公転周期} = 1/\text{金星の会合周期}$

金星の公転周期は (約 ) 日

月日	金星					太陽	
	光度	赤経	赤緯	距離	視半径	赤経	赤緯
1998 9 4	-3.9	9h57	+13 43	1.65	5.1	10° 51'	+7 20'
14	-3.9	10 44	+9 28	1.67	5.0	11 27	+3 34
24	-3.9	11 30	+4 45	1.69	4.9	12 3	-0 18
10 4	-3.9	12 16	-0 12	1.70	4.9	12 39	-4 11
14	-3.9	13 02	-5 12	1.71	4.9	13 16	-7 59
24	-3.9	13 49	-10 1	1.72	4.9	13 53	-11 36
11 3	-3.9	14 37	-14 28	1.72	4.9	14 32	-14 56
13	-3.9	15 26	-18 18	1.71	4.9	15 12	-17 51
23	-3.9	16 18	-21 20	1.70	4.9	15 53	-20 15
12 3	-3.9	17 12	-23 20	1.68	4.9	16 36	-22 2
13	-3.9	18 7	-24 9	1.67	5.0	17 20	-23 7
23	-3.9	19h2m	-23' 45"	1.65	5.1 #	18° 4'	-23 26'
1999 1. 2	-3.9	19h56	-22 08	1.63	5.1	18 48	-22 58
12	-3.9	20 48	-19 53	1.60	5.2	19 32	-21 45
22	-3.9	21 38	-15 46	1.57	5.3	20 15	-19 49
2. 1	-3.9	22 26	-11 25	1.53	5.5	20 56	-17 17
11	-3.9	23 13	-6 33	1.49	5.6	21 37	-14 14
21	-3.9	23 58	-12 5	1.45	5.8	22 16	-10 48
3. 3	-4.0	0 42	+3 48	1.40	6.0	22 53	-7 5
13	-4.0	1 27	+8 54	1.35	6.2	23 30	-3 11
23	-4.0	2 13	+13 39	1.29	6.5	0 7	+0 46
4. 2	-4.0	2 59	+17 52	1.23	6.8	0 43	+4 40
12	-4.0	3 47	+21 21	1.17	7.1	1 20	+8 26
22	-4.1	4 37	+23 57	1.10	7.6	1 57	+11 58
5. 2	-4.1	5 27	+25 30	1.03	8.1	2 35	+15 11
12	-4.1	6 16	+25 57	0.95	8.8	3 14	+17 58
22	-4.2	7 5	+25 19	0.87	9.6	3 53	+20 15
6. 1	-4.2	7 50	+23 41	0.79	10.5	4 34	+21 58
11	-4.3	8 32	+21 14	0.71	11.7	5 15	+23 2
21	-4.4	9 9	+18 10	0.63	13.2	5 57	+23 26
7. 1	-4.4	9 40	+14 45	0.55	15.1	6 38	+23 9
11	-4.5	10 4	+11 15	0.48	17.6	7 19	+22 11
21	-4.5	10 19	+8 2	0.41	20.6	8 00	+20 36
31	-4.4	10 21	+5 33	0.35	24.4	8 39	+18 26
8.10	-4.2	10 10	+4 21	0.31	27.4	9 18	+15 45
20	-4.0	9 47	+4 48	0.29	29.6	9 55	+12 40
30	-4.2	9 25	+6 29	0.30	27.8	10 32	+9 14
9. 9	-4.4	9 16	+8 20	0.34	24.7	11 8	+5 34
19	-4.5	9 22	+9 30	0.39	21.3	11 44	+1 44
29	-4.6	9 41	+9 43	0.46	18.3	12 20	+2 9
10. 9	-4.5	10 9	+8 54	0.53	15.8	12 56	+6 0
19	-4.5	10 42	+7 8	0.60	13.9	13 33	+9 44



## 惑星の特徴の実習

惑星の性質やデータを調べ、まとめる。

ねらい 書籍やインターネットを使った調べ方ができる。

インターネットを利用するときのマナー（ネチケット）を身に付ける。

太陽系の各惑星の特徴を調べ、理解を深める。

各惑星を類型別に分け、それらの特徴をまとめる。

惑星の中の地球について理解を深める。

準備

資料 新訂地学図解（第一学習社）、最新図表地学（浜島書店）、コンピューター

方法 ① インターネットの利用上の注意。

下記の URL を参照させる。

URL … <http://www.big.or.jp/~roadist/netiquette/index.html>

（ネチケット千夜一夜）

<http://www.cgh.ed.jp/netiquette/rfc1855j.html>

（ネチケットガイドライン）

② 各惑星の特徴・性質などのデータを調べる。

インターネットからデータ収集する場合。

・サーチエンジンを利用して探す。

・下記の URL を参照。

URL … <http://www.edugeo.miyazaki-u.ac.jp/earth/edu/index.html>

（インターネットで見る宇宙）

<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/Planetarium/>

（プラネタリウムへようこそ（群馬大学））

<http://www.planetary.or.jp/>

（日本惑星協会）

<http://www.win.ne.jp/~youyou/>

（天体幻想曲）

<http://www1.soeinet.or.jp/~sobichi/index.shtml>

（星見人 [宇宙・天文・星へのリンク]）

<http://www.geocities.co.jp/Technopolis/2024/>

（スペースライブラリ）

<http://www.d3.dion.ne.jp/~uneyama/>

（宇根山天文台）

<http://www.jhd.go.jp/cue/KOHO/faq/astro/planet.htm>

（太陽系の惑星（海上保安庁水路部））

③ 惑星を類型別に分ける。

地球型惑星と木星型惑星の特徴の違いをまとめる。

発展 ○ 太陽系の惑星の一つである地球について考察する。

地球の特徴と他の地球型惑星の特徴との違いについて考察する。

# 惑星の特徴の実習(ワークシート)

年 組 番 氏名

ねらい インターネットを使った調べ方ができる。  
太陽系の各惑星の特徴を調べ、理解を深める。  
各惑星を類型別に分け、それらの特徴をまとめる。  
惑星の中の地球について理解を深める。

準備

資料 コンピューター

方法

1) インターネットを使って、各惑星の特徴・性質等のデータを調べる。

項目	軌道長半径 (天文単位)	公転周期 (年)	会合周期 (日)	離心率	自転周期 (日)	赤道半径 (km)
水星						
金星						
地球						
火星						
木星						
土星						
天王星						
海王星						
冥王星						

項目	質量 (地球=1)	平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )	表面温度 (℃)	衛星数	輪の 有・無	内部構造	大気の 主要成分
水星							
金星							
地球							
火星							
木星							
土星							
天王星							
海王星							
冥王星							

2) 各惑星を分類し、特徴をまとめる。

・地球型惑星… ( )

特徴

・  
・  
・  
・  
・

・木星型惑星… ( )

・  
・  
・  
・  
・

3) 地球型惑星の中の地球と他の地球型惑星の相違点を述べよ。

また、それはどうして異なってしまったか考察せよ。

# 太陽の観察方法について

## 1. はじめに

唯一、その表面を観測できる恒星である太陽。高校レベルでは白色光でしか観測させることはできないが、周縁減光・黒点（半暗部、暗部）・白斑・粒状斑ぐらひは観測させたいものである。しかし、望遠鏡で集光した太陽の光はかなり危険である。ゆえに、太陽の観測方法で重要なのは、いかに太陽の強力な光を減光するかということである。

## 2. 直視法について

太陽を接眼レンズをとおして観測させるには、フィルターを用いる必要がある。それを接眼レンズに付けるものがいわゆるサングラスである。これはかなり安価で、ほとんどの屈折望遠鏡に付属してついでくる。一方、対物レンズに付けるものは50mm以上のNDフィルターや金属メッキフィルターが必要である。こちらは一般にかなり高価であり、これで観測している人は少ないであろう。

### ①サングラスを用いる方法

先に書いたように、サングラスはほとんどの高校の望遠鏡に付属してると思う。しかし、対物レンズに絞りも入れずに、接眼レンズにサングラスを付けただけで直視しようとする、光が最も集中する接眼レンズの後に付けるタイプは割れる可能性があり危険である。この方法で安全に観測させるには、対物レンズを4cm程度に絞り、太陽プリズム（プリズムの表面反射を用いる）を用いるべきである図-1。これなら、接眼レンズにMH（ミッテンズィー・ハイゲン）のような見にくい接眼レンズではなく、Or（オルソコピック）のような収差が少なく見やすい接眼レンズを使うことができる。また、サングラスは接眼レンズの後に付けるものは先に述べたように危険であるし、倍率を上げたときには覗きにくくなるので前に付けるタイプを選ぶべきである。



図-1

### ②対物レンズにフィルターを付ける場合

対物レンズの前のND4（減光率1/10,000）やND5（減光率1/100,000）といった減光用フィルターを付けるときは、対物キャップにフィルター用のネジが切つてあるものでないと難しい。一部のメーカーにはそのようなキャップが付属しているが、多くに高校にある五藤光学の望遠鏡にはない。また、口径を絞るということはそれだけ分解能が低下することを意味する。

そこで、数年前から日本でも販売されている、米国製の金属フィルターを紹介したい。これは、金属メッキが研磨してあるガラスの片面に施してあり、さらに金属の枠がついているので、対物フードにはめこむだけで取り付けることができる。金属の枠はいろいろなサイズのもので用意してあるので、対物フードの外径を指定すればどの望遠鏡にも取り付け可能である。減光率は、ND4相当の写真用とND5相当の眼視用がある。写真用で眼視観測するときには少々まぶしいので、太陽プリズムやムーンフィルターを併用する必要がある。

これらの方法は、接眼部に取り付けるサングラスよりもフィルターの精度が要求される

が、最近の研磨技術は進んでいるので見え味が悪いということはほとんどない。しかも、接眼レンズに高級なものを使用できるメリットがある。シーイングの良い日に15cmの口径で見る太陽は圧巻である。また、写真撮影やビデオ撮影にもこの方法が最も安全である。図-2は金属フィルターを使用して写したビデオ画像である。

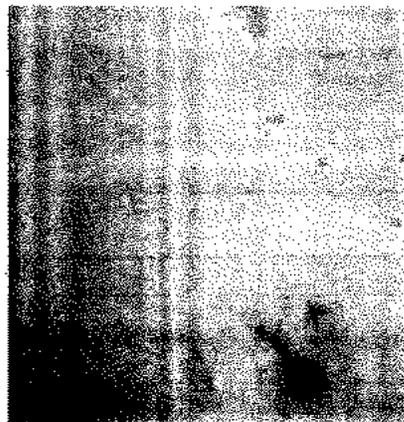


図-2

さらに、最近ではシート状のフィルターも市販されている。これは、A4サイズで7,000円と安価である。自分で切って望遠鏡に取り付けなくてはならないのが面倒だが、安価なことを考えれば仕方ない。

ただ、気をつけなくてはならないのは、赤外線はいずれのフィルターもある程度透過してしまうので、長時間覗かないことである。

## 3. 投影法について

投影法の最大の利点は、一度に多くの生徒に観察させることができることと、きわめて安全であることである。

### ①屋外での投影

最も一般的な観測法である。ただし、周囲が明るいのでコントラスト良く投影できるのは口径8cmの望遠鏡なら直径10cm程度の太陽像である。このとき、太陽投影板が貧弱だと、スケッチをとるのは大変である。さらに、白斑などの淡い構造物を観測させるには、段ボールを鏡筒にうまく取り付けて、太陽投影板付近を暗くした方がよい。

ただ、この方法で一度に40人観察させるのは無理があり、せいぜい15人程度が限界であろう。

### ②シーロスタートによる投影

これが太陽の観測には最も適している。暗幕を引いた教室に1m以上の大きな太陽像を投影可能である。周囲が暗いのできわめてコントラストも良く、シーイングさえよければ粒状斑などの微細構造や、周縁減光なども簡単に観測できる。また、接眼部に直視分光器を取り付ければ太陽のスペクトルを色鮮やかに投影でき、絞りを絞ってピントを合わせればフラウンホーファー線も投影できる。

生徒にスケッチをとらせるのも、机上でやれるので簡単である。しかし、問題点としては、極軸のセッティングが難しいことと、太陽そのものを望遠鏡の視野に入れることが難しいことである。

# 太陽のスケッチ用紙

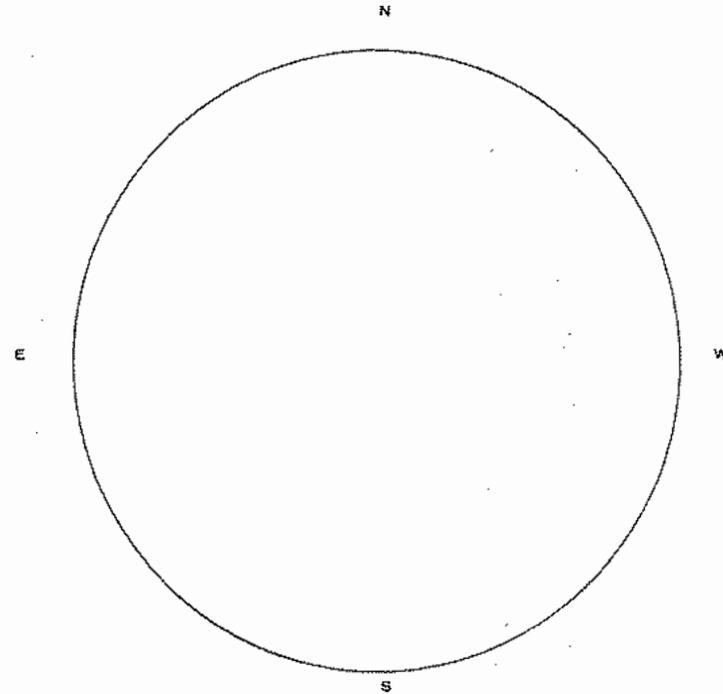
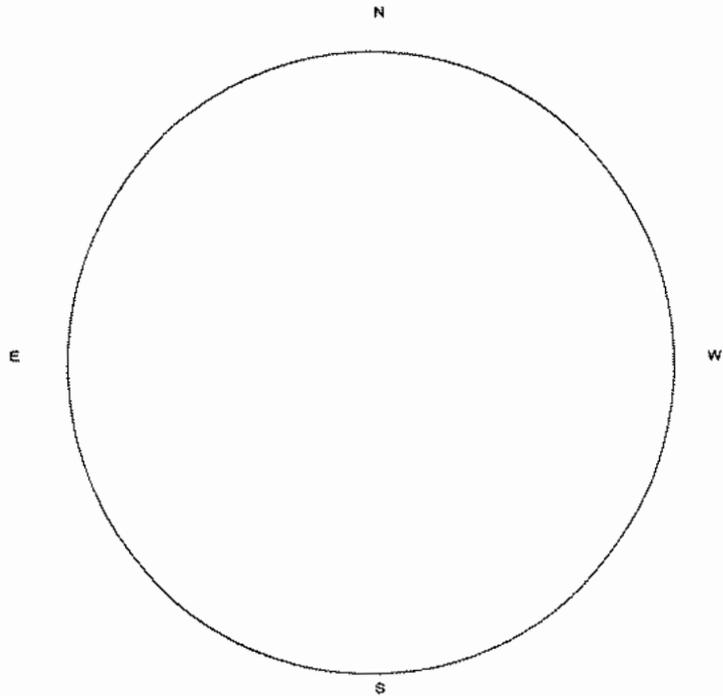
\_\_\_\_年 \_\_\_\_組 \_\_\_\_番氏名 \_\_\_\_\_

スケッチ 1

\_\_\_\_月 \_\_\_\_日 \_\_\_\_時 \_\_\_\_分

スケッチ 2

\_\_\_\_月 \_\_\_\_日 \_\_\_\_時 \_\_\_\_分



黒点の位置をスケッチしよう

注) 方位は地球の方位であって、太陽の方位ではない。太陽が動いていく方向が地球の西である。

スケッチ 1 と比べて黒点がどのように移動したか

# H・R図 の 作成

〔目的〕 H・R図を作成して、恒星の大きさを比較する。

〔方法〕 ① 近距離の恒星については、距離  $d'$  (光年) を  $d$  (パーセク) に換算し実視等級  $m$  との関係から絶対等級  $M$  を計算する。・・・表 2

$$d = \frac{d'}{3.26} \quad M = m + 5 - 5 \log_{10} d$$

- ② ①で求めた  $M$  の値とスペクトル型のデータを EXCEL でグラフ化し H・R 図にする。・・・表 2
- ③ やや遠い恒星や、年周視差から距離を計算することのできない約 300 光年より遠い恒星については、表中の絶対等級とスペクトル型のデータを同じく EXCEL でグラフ化し、H・R 図にする。・・・表 3
- ④ スペクトル型が、B0・A0・F0・G0・K0・M0 の恒星の半径が太陽半径の 100 倍・10 倍・1 倍・0.1 倍・0.01 倍のとき絶対等級がいくらになるか計算して表 1 にまとめる。

恒星および太陽の半径をそれぞれ  $r$ 、 $r'$  とすれば、恒星の太陽単位の半径は  $R = \frac{r}{r'}$  となる。また、ステファン・ボルツマンの法則より恒星および太陽が毎秒  $1 \text{ cm}^2$  あたり放出するエネルギーをそれぞれ  $E$ 、 $E'$  恒星および太陽の表面温度を  $T$ 、 $T'$  とすれば

$$E = \sigma T^4, \quad E' = \sigma T'^4$$

また、恒星および太陽の明るさ  $I$ 、 $I'$  は

$$I \propto 4\pi r^2 E, \quad I' \propto 4\pi r'^2 E' \quad \text{よって} \quad \frac{I}{I'} = \frac{4\pi r^2 E}{4\pi r'^2 E'} = R^2 \left(\frac{T}{T'}\right)^4$$

恒星および太陽の絶対等級をそれぞれ  $M$ 、 $M'$  とすれば、等級と明るさの関係より

$$\frac{I}{I'} = 10^{\frac{2(M'-M)}{5}} \quad \text{よって} \quad R^2 \left(\frac{T}{T'}\right)^4 = 10^{\frac{2(M'-M)}{5}}$$

$T' = 6000 \text{ K}$ 、 $M' = 4.9$  を代入し両辺の常用対数をとって整理すると  
 $M \approx 42.5 - 10 \log_{10} T - 5 \log_{10} R$

スペクトル型と表面温度の関係は次のようにする。

スペクトル型	B0	A0	F0	G0	K0	M0
表面温度 (K)	29000	9600	7200	6000	5300	3900

- ⑤ ④で計算した値を②、③で作成した H・R 図中に EXCEL で入れ、同半径を近似曲線で結ぶ。

〔表 1〕

B0					
半径 (R)	100	10	1	0.1	0.01
絶対等級					

A0					
半径 (R)	100	10	1	0.1	0.01
絶対等級					

F0					
半径 (R)	100	10	1	0.1	0.01
絶対等級					

G0					
半径 (R)	100	10	1	0.1	0.01
絶対等級					

K0					
半径 (R)	100	10	1	0.1	0.01
絶対等級					

M0					
半径 (R)	100	10	1	0.1	0.01
絶対等級					

[表2]

恒星名	距離 (光年)	距離 (パーセク)	実視等級	絶対等級	スペクトル型
太陽			-26.7	4.9	G2
ケンタウルス座 $\alpha$ A	4.4		0.0		G2
" B	4.4		1.3		K1
" C	4.4		11.1		M6
バーナード星	5.9		9.5		M4
ウォルフ 359	7.7		13.5		M6
" 424A	14.2		13.2		M5
" 424B	14.2		13.4		M5
ロス 154	9.7		10.5		M4
" 248	10.4		12.3		M5
" 128	10.9		11.1		M4
" 614A	13.4		11.1		M5
" 614B	13.4		14.0		M5
BD+36°2147	8.3		7.5		M2
BD+43°44A	11.6		8.1		M1
" B	11.6		11.1		M4
BD+59°1915A	11.6		8.9		M3
" B	11.6		9.7		M4
BD-12°4523	13.9		10.1		M4
おおいぬ座 $\alpha$ A	8.6		-1.5		A1
" B	8.6		8.3		A5
エリダヌス座 $\epsilon$	10.5		3.7		K2
はくちよう座61A	11.4		5.2		K4
" B	11.4		6.0		K5
インディアン座 $\epsilon$	11.8		4.7		K3
こいぬ座 $\alpha$ A	11.4		0.4		F5
くじら座 $\tau$	11.9		3.5		G8
カプタイン星	12.8		8.8		M0
CD-36°15693	10.7		7.4		M1
CD-39°14192	12.9		6.7		K6
CD-37°15492	14.2		8.6		M2
BD+5°1668	12.4		9.8		M4
クルーガー-60A	13.1		9.9		M3
" B	13.1		11.3		M3
フォンマーネン星	14.4		8.6		M2
G 51-15	11.7		14.8		M7

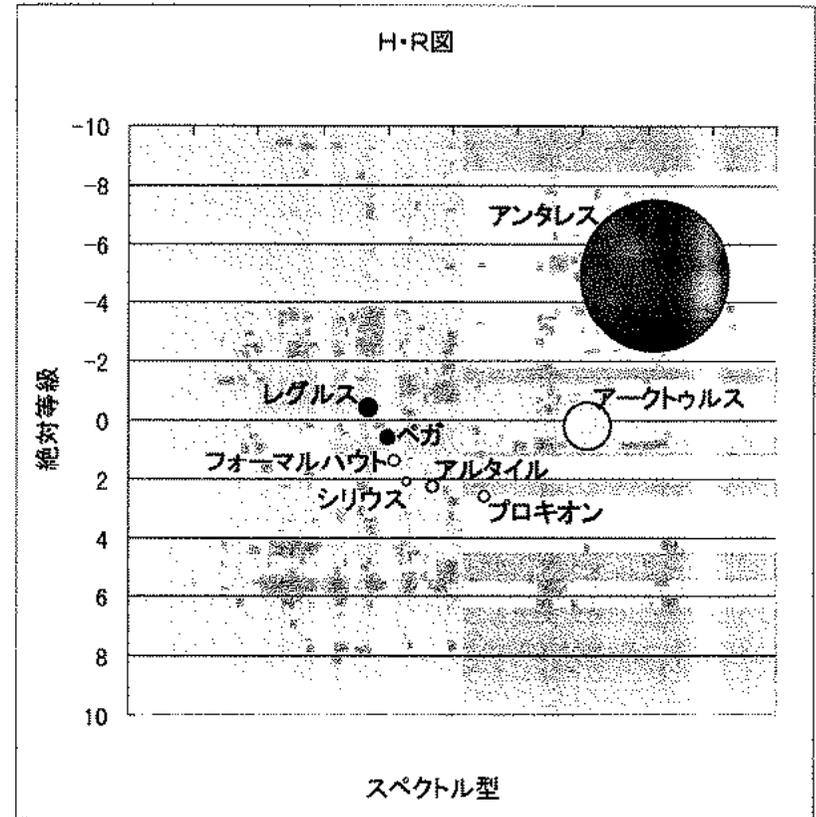
[表3-①]

恒星名	絶対等級	スペクトル型	
エリダヌス座 $\alpha$	0.3	B3	アケルナー
おおいぬ座 $\delta$	-7.9	F8	
こぐま座 $\alpha$	-3.4	F7	ポラリス
オリオン座 $\epsilon$	-6.3	B0	
おうし座 $\alpha$	-0.5	K5	アルデバラン
オリオン座 $\beta$	-6.6	B8	リゲル
ぎょしゃ座 $\alpha$	-0.3	G5	カペラ
オリオン座 $\alpha$	-5.5	M1	ベテルギウス
りゅうこつ座 $\alpha$	-2.6	F0	カノープス
ふたご座 $\alpha$	1.0	A1	カストール
カシオペア座 $\gamma$	-5.3	B0	
ふたご座 $\beta$	0.9	K0	ボルックス
しし座 $\alpha$	-0.4	B7	レグルス
おとめ座 $\alpha$	-4.2	B1	スピカ
うしかい座 $\alpha$	0.2	K1	アークトゥルス
さそり座 $\alpha$	-4.9	M1	アンタレス
こと座 $\alpha$	0.6	A0	ベガ
わし座 $\alpha$	2.3	A7	アルタイル
はくちよう座 $\alpha$	-7.4	A2	デネブ
みなみのうお座 $\alpha$	2.1	A3	フォーマルハウト
おおいぬ座 $\beta$	-4.7	B1	
おおいぬ座 $\epsilon$	-4.8	B2	
ペルセウス座 $\alpha$	-4.1	F5	
みなみじゅうじ座 $\beta$	-4.6	B1	
オリオン座 $\gamma$	-3.8	B2	
ケンタウルス座 $\beta$	-4.4	B1	
くじやく座 $\alpha$	-2.9	B2	
さそり座 $\lambda$	-3.2	B2	
いて座 $\sigma$	-1.9	B3	
さそり座 $\theta$	-2.0	F1	
おうし座 $\beta$	-1.3	B7	
いて座 $\epsilon$	-1.0	B9	
みなみじゅうじ座 $\alpha$	-4.1	B1	
みなみじゅうじ座 $\gamma$	-0.3	M3	
りゅうこつ座 $\beta$	0.8	A2	
つる座 $\alpha$	0.0	B7	
おおぐま座 $\epsilon$	0.5	A0	

〔表 3 - ②〕

恒星名	絶対等級	スペクトル型
おおいぬ座 $\eta$	-1.4	B3
ぎよしゃ座 $\beta$	0.6	A2
みなみのさんかく座 $\alpha$	-0.5	K2
ふたご座 $\gamma$	0.0	A0
くじやく座 $\alpha$	-2.9	B2
うみへび座 $\alpha$	-0.6	K3
くじら座 $\beta$	0.7	K0
ほ座 $\delta$	0.7	A1
オリオン座 $\iota$	-5.5	O9
おひつじ座 $\beta$	1.7	A5

〔発展〕 EXCELのバブルチャートを使い、恒星の大きさをH・R図中に図示してみる。また、恒星に色をつけてみるのもおもしろい。  
(右図参照)



# 太陽系の大きさの比較

地学 I B では、地球の形や大きさについてはどの教科書も必ずふれており、エラトステネスの地球の全周の測定のしかたが載せられているものがおおい。また、この単元は教科書の最初に載せられていることがおおい、これから地学を学習するうえでも大切な導入部分であると思われる。そこで、普段では生徒が感じとれない実際の地球の大きさや、形などを大きなゴム風船をふくらませ、ボールなどと比較することで太陽系の中の地球の存在や距離など、宇宙における実際のスケールを理解させる。

## 準備するもの

ゴム風船 (仮説社から発売。5200円) ボール (直径14cm)  
紙粘土 黒板拭きクリーナー ペットボトル

## ゴム風船の膨らませかた

黒板拭きクリーナーの吹き出し口 (排気口) に、ペットボトルの上部を切り取ったものを当て、ガムテープで空気もれないようにとめる。ペットボトルの口に風船をはめ、スイッチをいれると2、3分で膨らませることができる。栓はうがい薬についているプラスチックの容器のようなもので代用する。

## 1. 地球の概観について

地球の形、大きさ、偏平率などを一通り説明した後、ゴム風船を直径128cmまで膨らませる。128cmのところに印をつけた棒を立てて、この大きさになるまで膨らませる。

膨らんだら、「今、私達が住んでいる地球を1千万分の1にすると、だいたいこれくらいの大きさになる。」ことを説明する。そして、地球の最高点であるエベレスト山は、この模型でどれくらいの高さになるか予想させる。様々な予想があがるが、数cmという答えが多い。正解は0.9mmであることを告げ、粘土でつくった0.9mmのゴミのようなものを風船にくっつける。さらに、最も深いマリアナ海溝は約1.3mmになり、その高低差はたったの2.2mmしかないことを説明する。128cmの風船を目の前にしている生徒は、わずかに2mmという短さに、地球が宇宙から眺めるといかにツルツルな惑星であるかを実感できると思われる。

また、大気圏の層の厚さをこのモデルで説明する。成層圏までの厚さを50kmとすると、何mmになるかを求めさせ (答は5mm) 地球の大気が、いかに薄くて簡単に汚染されてしまうかを説明する。

スペースシャトル (上空300km=3cm) や静止衛星 (36000km=3.6m) が飛んでいる高さを説明し、宇宙から見た地球の概観についてまとめる。

## 2. 太陽系の概観について

### (1) 大きさの比較

直径128cmのゴム風船をもう少し膨らませ、直径140cmにする。そして今度は、実際の太陽を10億分の1に縮小すると、この風船ぐらいの大きさになることを説明する。このとき、地球はどれくらいの大きさになるのかを予想させる。何人かに聞いてみると、これもいろいろな予想がでるが、ほとんどが実際の答より大きく予想する。

紙粘土でつくった地球の模型 (直径1.3cmの球) をつまようじに刺して見せると驚きの声があがる。先ほどまで128cmのゴム風船を地球とみていた生徒は、急に小さくなった地球にびっくりするようである。同時に、地球に対して太陽がいかに大きいかを実感できるのではないかと思う。

次に、木星の模型 (直径14cmのゴムボール) を見せ、これが太陽系で最大の惑星であることを説明し、太陽との大きさの比較や、同じ太陽系の惑星でもこのように大きさが違うことを示す。さらに月の模型 (紙粘土でつくった直径3.3mmの球) をつまようじに刺して、先ほどの地球の模型とともに、太陽・地球・月の大きさを比較してみせる。太陽に対し、月はほとんど見えないくらい小さいのに、地球から肉眼で見る大きさがほぼ同じなのはなぜかを考えさせる。

### (2) 距離の比較

太陽系内における天体の位置関係を、光の速さ (30万km/s) を使って説明する。10億分の1の世界では、1cmが1万kmにあたるので30万kmは30cmになる。この世界で光の速さは、1秒間で30cm進む速さということになる。

ロール紙などの芯に38cmの間隔で穴をあけ、さきほどのつまようじに刺した地球と月の粘土模型をさしこむ。地球と月の距離は約38万km離れているので、この縮小された世界ではこれぐらいの位置関係になる。また、厚手の紙で30cmの矢印をつくる。光の速さは1秒間にこの長さだけ進むことを示し、地球と月をさしたロール紙と矢印を重ね、月の光が地球にとどくまで1秒ちょっとかかることを説明する。

次に、地球と太陽の実際の距離を示し (1億5千万km)、太陽の光が地球にとどくまで何秒かかるかを計算させる。

- ① まず、10億分の1での地球と太陽の距離を計算する。

$$150000000 \text{ km} : 10000 \text{ km} = X \text{ cm} : 1 \text{ cm}$$
$$X = 15,000 \text{ cm}$$

よって、目の前にあるゴム風船の太陽から150m離れたところに、直径1.3cmの地球が公転していることになる。

- ② 光の速さは30cm/sなので、太陽光線が地球まで届く時間は

$$15,000 \text{ cm} \div 30 \text{ cm/s} = 500 \text{ s}$$
$$= 8 \text{ 分 } 20 \text{ 秒 となる。}$$

# 天体観測会の実施方法について

## 1. はじめに

ここ数年インターネットが発達し、ハッブル宇宙望遠鏡やすばる望遠鏡が撮影した鮮明な画像をいつでもパソコンで見たり、印刷物で見ることができるようになった。学校にある小口径の天体望遠鏡ではとてもそこまで見えないので、わざわざ夜に天体観測会などやらなくても良いのではないかという意見もある。しかし、天体観測会を実施してみると、天体望遠鏡で接眼レンズを通してみる月のクレーターや土星の環は、少々見え方が悪くても見た生徒は必ず感動してくれる。自分の目で直接見るといのはひと味違うのかもしれない。そして、うまくいけば地学を好きになってくれたり、地学を選ばない生徒が増えることもある。

夜に実施するのは、いろいろと問題があるかもしれないが、是非、年に1、2回は実施したいものである。

## 2. 天体望遠鏡について

ほとんどの高校にあるのは、15年以上前に製造された五藤光学の8cm屈折赤道儀ではないかと思う。この望遠鏡のセミ・アポクロマート対物レンズは検査してみると設計および研磨が優秀で、200倍以上に倍率を上げなければ色収差もあまり気にならない。集光力が少々足りないので、星団や星雲の観望にはあまり向かないが、月面や惑星面を観測するには十分な性能を持っている。

しかし、付属している接眼レンズがあまりにもひどい。ほとんどがMH(ミティンズィー・ハイゲン)やひどいのはH(ハイゲン)でコーティングすらしていない。唯一40mmの接眼レンズがケルナー式でコーティングしてある。MHは性能が悪いとはいえないが、焦点距離が短くなるほどアイリリーフ(接眼レンズの一番目に近いレンズから、視野全体を見渡せる距離)が短くて、しかもレンズが小さくなるので、9mmや6mmといった短焦点の接眼レンズは極めて覗きにくく、高倍率では観測が困難である。また、コーティングをしていないのでコントラストが悪く、木星の縞模様などは見にくくなってしまふ。

そこで、接眼レンズの交換をおすすめしたい。現在、売られている主な接眼レンズでこの望遠鏡に取付可能なものは、ツァイスサイズ(直径24.5mm)とアメリカンサイズ(直径31.7mm)がある。ツァイスサイズの中では、O<sub>F</sub>(オルソコビック)が最も良いと思う。これはアイリリーフが少々短いものの最近のものはコーティングが技術が進んでいるのでコントラストが良く、惑星の観測には最適である。一方、アメリカンサイズのもは短焦点の接眼レンズでもアイリリーフが長く、広視野で見やすくなっている。しかし、そのままでは五藤光学の望遠鏡につけることはできないので、2番目のリング(内径36.4mm)から31.7mmのスリーブに変換するアダプターが必要になる。このアダプターは市販のものではねじ山のピッチが合わないのだが、ねじ山が崩れない程度にきつく絞めればあまり問題はない。どうしても気になる場合には特注で作ってもらいしかない。もちろん天頂プリズムも31.7mm用のもを購入する必要がある。多分、接眼レンズを入れても5万円程度でかなり見やすくなると思う。[図-1参照]

それから、望遠鏡を支える架台だが、これはモーターがついていて自動追尾のできる赤道儀が望ましい。五藤光学のものは古いのでモーターがない上に、ガタが出ているものも多いと思う。こうなると、修理したり新しくモーターを購入するよりも、ビクセンあたりのもの新しく購入した方が安くあがると思う。その場合、鏡筒バンドの内径があわないと、望遠鏡を取りつけられないので、鏡筒の外径をきちんと図る必要がある。

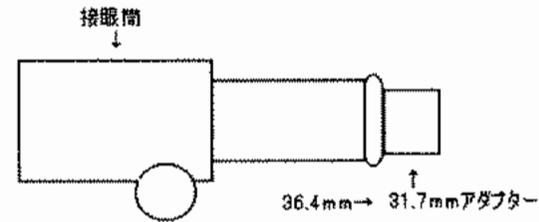


図-1

## 3. 実施の時期について

天体観測会を実施するのに最適な時期は、上弦前後の月が出ている11月上旬から12月中旬である。この時期は日が暮れるのが早く、月のクレーターなら日没直後の16:30頃から十分に観測可能である。ただし、今年(2001年)はこの時期の夕方だと土星は何とか観測可能だが、木星は遅い時間までやらないと無理である。木星・土星をいい条件で観測させたいなら、日没が遅くなるが1月中旬以降になってしまう。

## 4. 月・惑星以外の観測対象(11月上旬から12月中旬の夕方)

月や惑星以外で観測させたいものという、まず頭に浮かぶのが星団星雲だが多くの学校のある都市部ではほとんど見えないであろう。そこでおすすめしたいのが二重星や恒星の色である。

- ①星雲：口径15cm以上の望遠鏡があれば、惑星状星雲
  - ・こと座M57リング星雲：100倍程度で
  - ・こぎつね座M27あれい星雲：50倍程度で
- ②星団：30倍以下の低倍率や双眼鏡で
  - ・カシオペア座とペルセウス座の間にある二重星団h・x
  - ・M45プレヤデス星団(すばる)
- ③二重星：100倍程度で
  - ・はくちょう座β星アルビレオ(オレンジとブルーのペア)
  - ・アンドロメダ座γ星アルマク
- ④恒星：白い星と赤い星を見せると良い
  - ・こと座α星ベガ(白)
  - ・ケフェウス座μ星ガーネットスター(赤)
  - ・おうし座α星アルデバラン(オレンジ)

## 5. 観測場所について

観測場所は一般的に見晴らしの良い屋上が最適とされるが、屋上に重い機材を持ち上げるのは大変であるし、生徒がいちいち屋上に来るのを面倒くさがる傾向もあるので、ある程度の視界が確保できるのなら、正門付近や前庭が最適ではないかと思う。この場所なら帰ろうとしている生徒も気軽に望遠鏡を覗いていくはずである。

ただし、ほとんどの学校には外灯があるので、その光が望遠鏡を覗いている生徒の目に入らないように工夫したい。



## あ と が き

高教研地学部の中に実験実習委員会ができたのは平成7年で、6年前のことでした。その間、1年に3回の割合で実験実習委員会を各学校持ち回りで活動を続け、20回ほどの委員会を持ちました。冊子にまとめることよりも、実際の授業にすぐに役立つ実験実習を学ぼうという委員会でした。一つの実験実習でも、何回も委員会で話し合わせ、改良されていきました。実験実習委員会で、次のような視点に立ち活動してきました。

① あつと驚く実験・実習を作成する。

- ・じっくりと実験をやるよりは、興味を全く持っていない生徒に面白さをわからせる実験を考える。
- ・短い時間で手軽にできる実験実習を考える。

② 授業で工夫している点を互いに出し合う。

③ 効果的な授業研究発表論文の検討し、毎年論文を提出できるようにする。

そして、委員が持ち寄った実験実習の一部が、この報告書に載せられています。この他に委員会に出てきた実験実習としては

- ・大気圧の実験
- ・太陽放射のエネルギーによる地表の変化
- ・地球の大きさを測るには・・・三角測量による距離測定
- ・10億分の1の大きさを太陽系を考える。
- ・有孔虫を利用した授業
- ・星の分布に関する実習
- ・日射量の測定
- ・天文ソフト(ステラナビゲーターver5)による惑星の視運動のシュミレーション
- ・面積を測る

などがあります。地質、鉱物分野がないこと、造山運動、地震、火山の分野がないこと等、内容に偏りがありました。今回、この報告書をまとめるに当たり、どの分野からも実験実習をだし、多くの地学を教える先生方に役立ててもらおうということで、新たに実験実習を考えました。

新しい学習指導要領ができ、今後地学の内容は、理科総合B、地学I、地学IIで行われることになりました。今後、新しい視点で地学の実験実習を考える必要があります。

この報告書は、まだまだ不十分な内容で今後発展する内容が多数含まれています。先生方が、授業等で使い、ますます発展させてくださいますようお願いいたします。

最後に、この6年間に委員会活動に協力していただいた学校である取手松陽高校、竜ヶ崎南高校、竜ヶ崎第二高校、基崎高校、水海道第二高校、牛久栄進高校、岩井高校、鉾田第一高校、緑岡高校、水戸桜ノ牧高校、太田第二高校の関係する先生方、また、高教研地学部の先生方に感謝申し上げます。

平成13年 5月

地学実験実習委員会

古河第一高校	田統 貴司	竜ヶ崎第一高校	大野 雅彦
牛久栄進高校	加藤 和男	鉾田第一高校	村田 一弘
水戸桜ノ牧高校	倉田 雅博	水戸第二高校	岡村 典夫
常磐大学高校	渡部 哲也	茨城高校	海野 悟
日立第一高校	大内 誠一		

