

第8回国際スペイン大会二次選抜問題

(第6回日本地学オリンピック本選)

I 固体地球分野問題

II 地質分野問題

III 気象分野問題

IV 海洋分野問題

V 天文分野問題

VI 標本鑑定問題

(カラー写真はHPでご確認ください)



第 6 回日本地学オリンピック本選

(第 8 回国際地学オリンピック二次選抜)

固体地球分野問題

- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙に氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は天文分野とあわせて 60 分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

番号		氏名	
----	--	----	--

問題

地球上に最も大量に出現する火山岩は玄武岩である。また、月、火星、金星の表面を構成する岩石も玄武岩が大半を占める。従って、地球型惑星内部の構造や運動を理解するためには、玄武岩マグマがどのようなメカニズムにより生成されるのかを知ることが重要である。図1は、天然かんらん岩の高温高压融解実験により求められた融解曲線と古い海洋地域の地下における温度変化を示している。

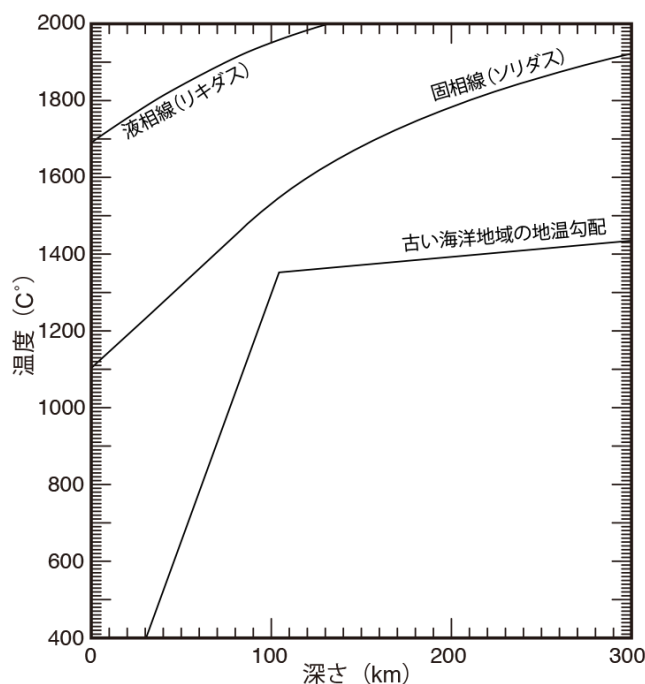


図1：天然かんらん岩の融解曲線
と古い海洋地域の地温勾配

問1：かんらん岩の融解に関する以下の説明文の空欄に当てはまる語句や数値（小数点第二位を四捨五入）を解答用紙に記入しなさい。

かんらん岩は や輝石など融点の異なる複数の鉱物種の集合体であるため、融解が始まる温度（固相線）と全ての鉱物が消失して液体になる温度（液相線）が一致しない。 や輝石が残存している部分融解状態の液体は、次ページの表1の（ア）や（イ）のような 岩質な主化学組成を示す。さらに が上昇する、あるいは が低下することで液量が増えるに従い、元のかんらん岩の主化学組成（ウ）を持つ液体へと連続的に変化する。 Na_2O のような残存鉱物に取り込まれにくい元素は液相濃集元素と呼ばれ、液中の濃度は部分融解度（液量）に強く依存する。例えば、 Na_2O が残存鉱物に全く含まれないとする場合、（ア）と（イ）の液は、（ウ）のかんらん岩がそれぞれ(e)重量%、(f)重量%部分融解することにより生成したと見積もられる。

	(ア)	(イ)	(ウ)
SiO ₂	51.32	49.13	44.60
TiO ₂	1.09	0.60	0.16
Al ₂ O ₃	19.09	15.18	3.60
FeO	6.38	7.54	8.12
MnO	0.23	0.14	0.12
MgO	8.14	13.11	39.32
CaO	8.85	12.28	3.45
Na ₂ O	4.60	1.58	0.30
K ₂ O	0.27	0.08	0.02
Cr ₂ O ₃	0.03	0.36	0.31
Total	100.00	100.00	100.00

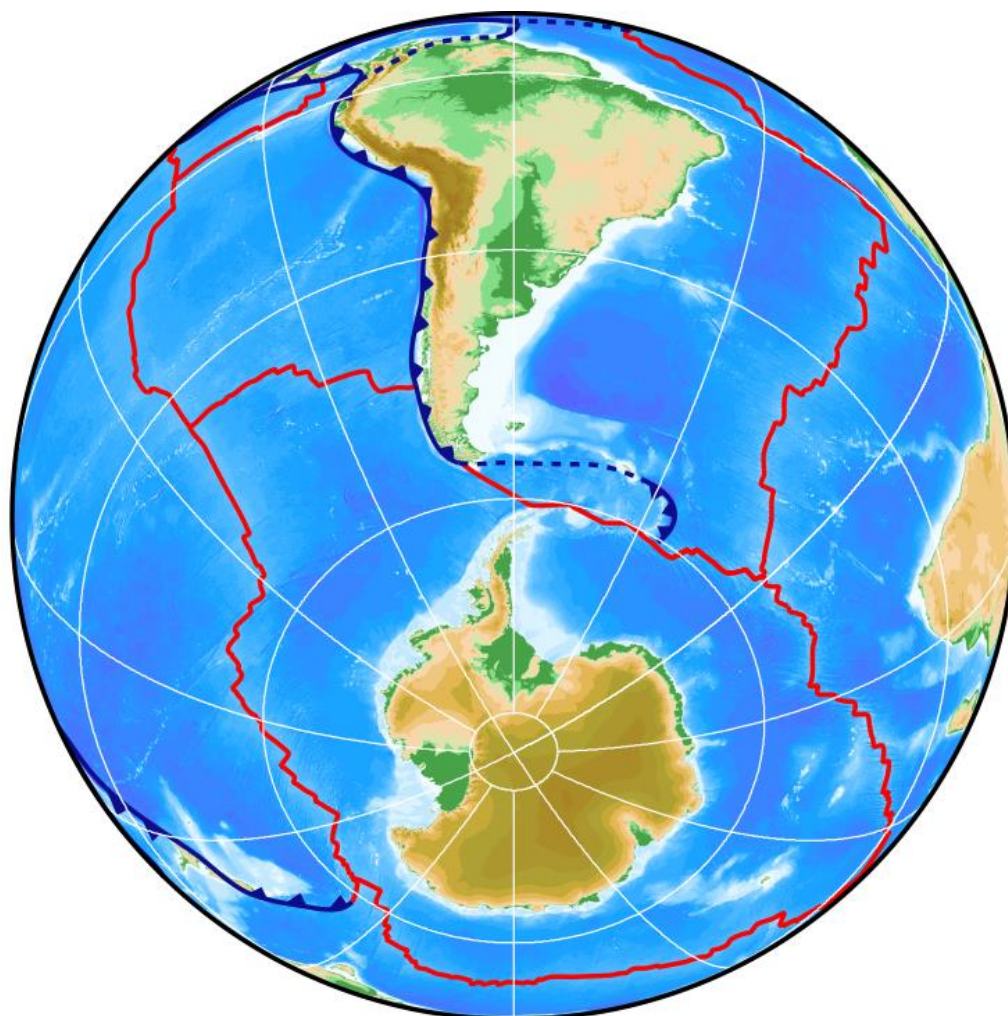
表 1 : かんらん岩融解実験より得られた液(ア、イ)と元のかんらん岩(ウ)の主化学組成

問 2 : 以下の説明文を読み、(1)～(3)の間に答えなさい。

地球で最も活発なマグマ活動はプレート発散境界で生じており、中央海嶺での (a) 地殻の形成を担っている。プレートの拡大は冷えたプレートの (b) を主な原動力としており、拡大軸の隙間を埋めるように補償的にマントルが上昇、減圧することで部分融解が生じるため、融解前の上昇マントルより (c) 温のマグマが生成、噴出する。従って、(i) 中央海嶺はマントル深部に固定された対流の上昇域ではなく、プレートが引き裂かれるときの受動的な流れの湧き出し口といえる。また、このことは (a) 地殻の厚さ (平均 (d) km) や化学組成が汎世界的にほぼ同様であることと調和的であり、(ii) 上部マントルの平均温度や平均化学組成の推定に有用と考えられている。

- (1) 空欄(a)～(c)に当てはまる語句を解答用紙に記入し、また、空欄(d)にあてはまるもっとも適切な数値を解答用紙から選択し○で囲みなさい。
- (2) 下線部(ii)の「上部マントルの平均温度や平均化学組成」を噴出マグマから推定する際には、マントル内で生成したマグマが地表に到達するまでに被った結晶分化作用を評価する必要がある。マントル内で生成した表 1 (イ) の液が冷却し、かんらん石が 10 重量%、斜長石が 5 重量%結晶化した残りの液が地表に噴出した場合の、噴出マグマの主化学組成 (小数点第 3 位を四捨五入、総和は 100.0 重量%) を推定せよ。かんらん石と斜長石の化学組成はそれぞれ Mg₂SiO₄、CaAl₂Si₂O₈ とし、酸化物の分子量をそれぞれ SiO₂ を 60.06、MgO を 40.32、CaO を 56.08、Al₂O₃ を 101.94 とする。

- (3) 下線部(i)の「中央海嶺がマントル深部に固定されていない」ことを示す2つの例を以下のプレート配置図から読みとり、解答用紙に説明を記入せよ。



— プレート発散境界  プレート収束境界 - - - - 不確かな境界

図2：南半球のプレート配置図

問3：（1）マグマ活動が生じている中央海嶺の拡大軸付近、（2）古い大陸地域（盾状地：地殻厚 35 km、プレート厚 200 km）に期待される地温勾配（深さ 300 km まで）をそれぞれグラフに図示せよ。ただしどちらもモホロビッチ不連続面（地殻・マントル境界）の温度を 400°C とする。

<問題以上>

固体地球分野解答用紙

問 1 : a b c
d e f

問 2

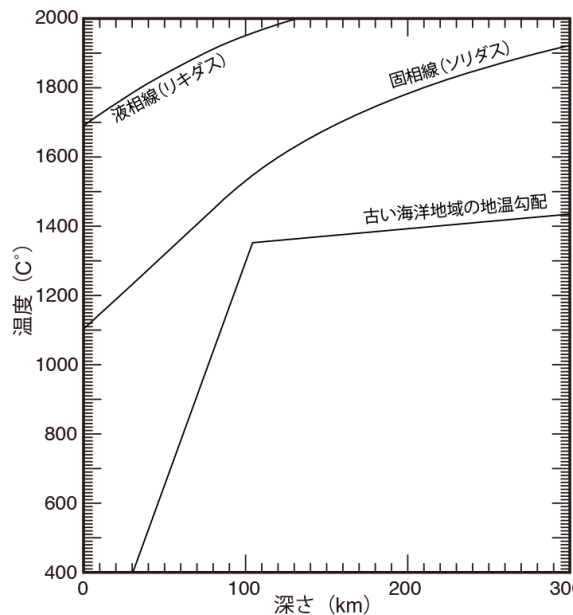
(1) a b c
d 2・6・10・15・30・80・120 km

(2) SiO₂ %, TiO₂ %, Al₂O₃ %,
FeO %, MnO %, MgO %,
CaO %, Na₂O %, K₂O %,
Cr₂O₃ % * 酸化物の総和は 100.0 重量%になるようにする

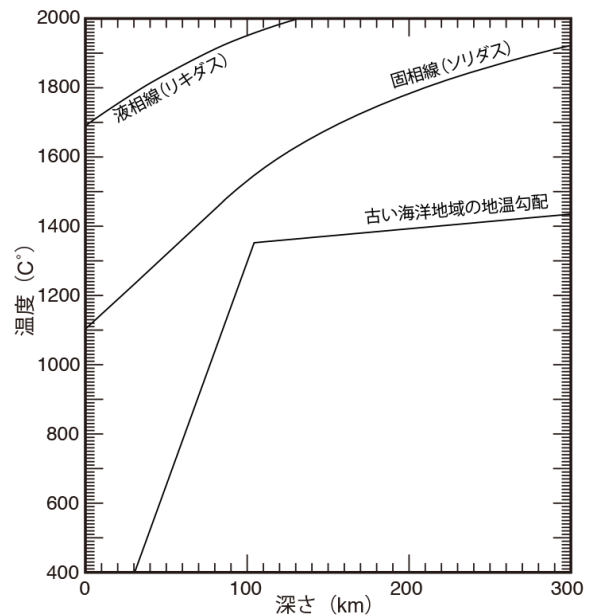
(3)

問 3 :

(1) 中央海嶺 (拡大軸付近)



(2) 大陸 (盾状地)



氏名 : _____



第 6 回日本地学オリンピック本選 (第 8 回国際地学オリンピック二次選抜)

地質分野 試験問題

- ◆ 試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆ 試験開始の合図とともに解答用紙に番号と氏名を記入してください。
- ◆ 解答は全て解答用紙に記入してください。
- ◆ 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆ 解答時間は 30 分です。
- ◆ 試験終了の合図とともに筆記用具をおいてください。
解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆ この問題冊子は持ち帰って構いません。

番 号		氏 名	
-----	--	-----	--

図1は東赤道太平洋の海底地形を示したものである。また、この図には、これまでこの海域で実施された深海堆積物掘削地点が示されている。図2はそれぞれの掘削地点における堆積物の深さと堆積年代の関係が示してある。これらの図を参考に次の各問に答えなさい。

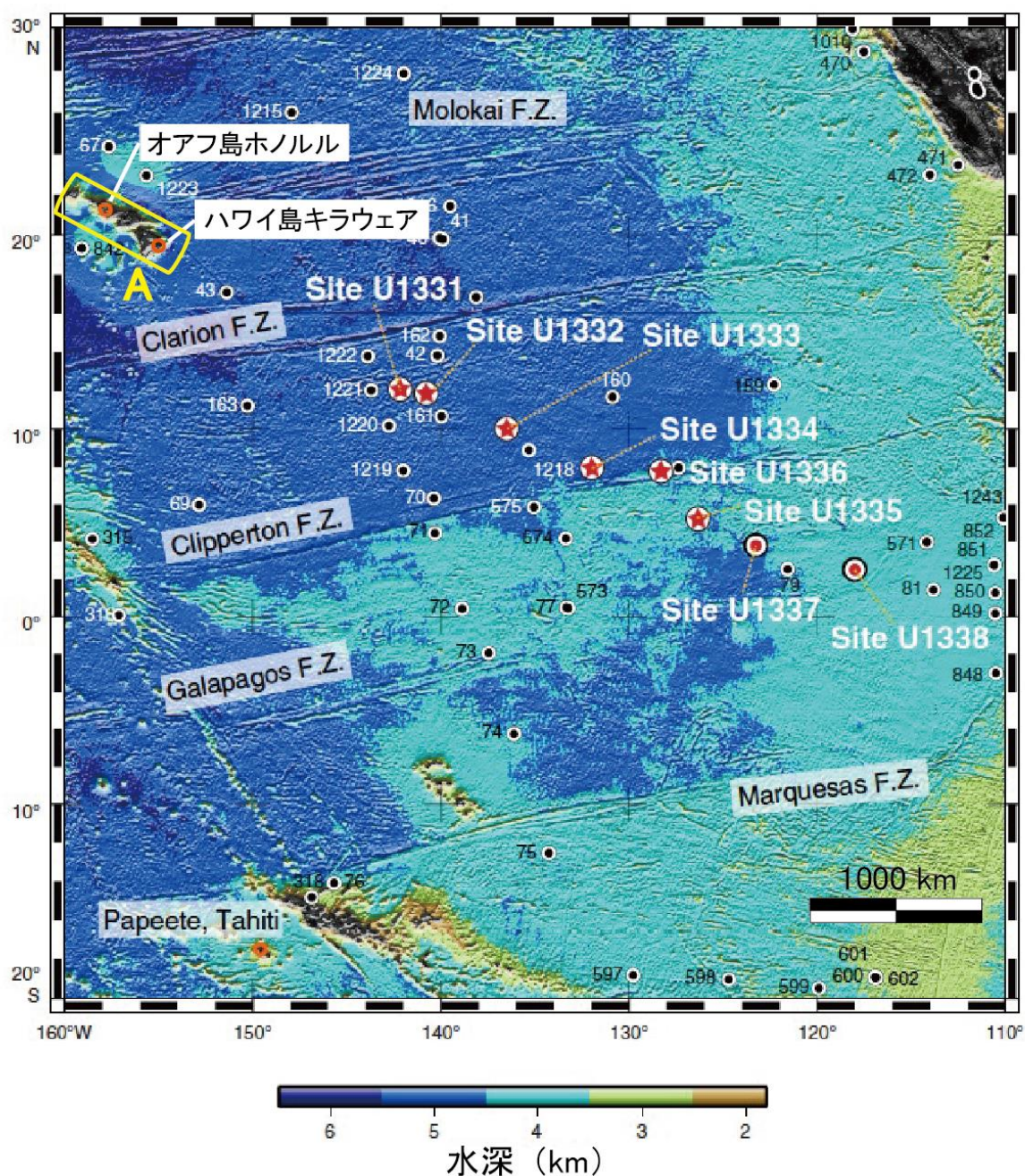


図1 東赤道太平洋地域の海底地形と掘削地点
(Palike *et al.* 2010 の Figure F1 に一部加筆修正)

問 1 図 1 の左上 A は、ハワイのホットスポットからの火山噴出により形成されたハワイ諸島である。ハワイ島キラウエアの年代を現在、オアフ島ホノルル近傍に分布する火山岩の年代を 4Ma (Ma : 100 万年前) として、ハワイのホットスポットに対するプレートの移動方向、および平均移動速度 (cm/年) を求めなさい。なお、解答用紙には計算過程も示し、答えは有効数字を考慮すること。

問 2 図 1 に赤印で示された掘削地点 Site U1331～U1338 は赤道上的ある経度を過去に横切った地点ばかりである。Site U1331～U1338 が赤道を横切ったおおよその経度を答えなさい。

(問題は次頁に続く)

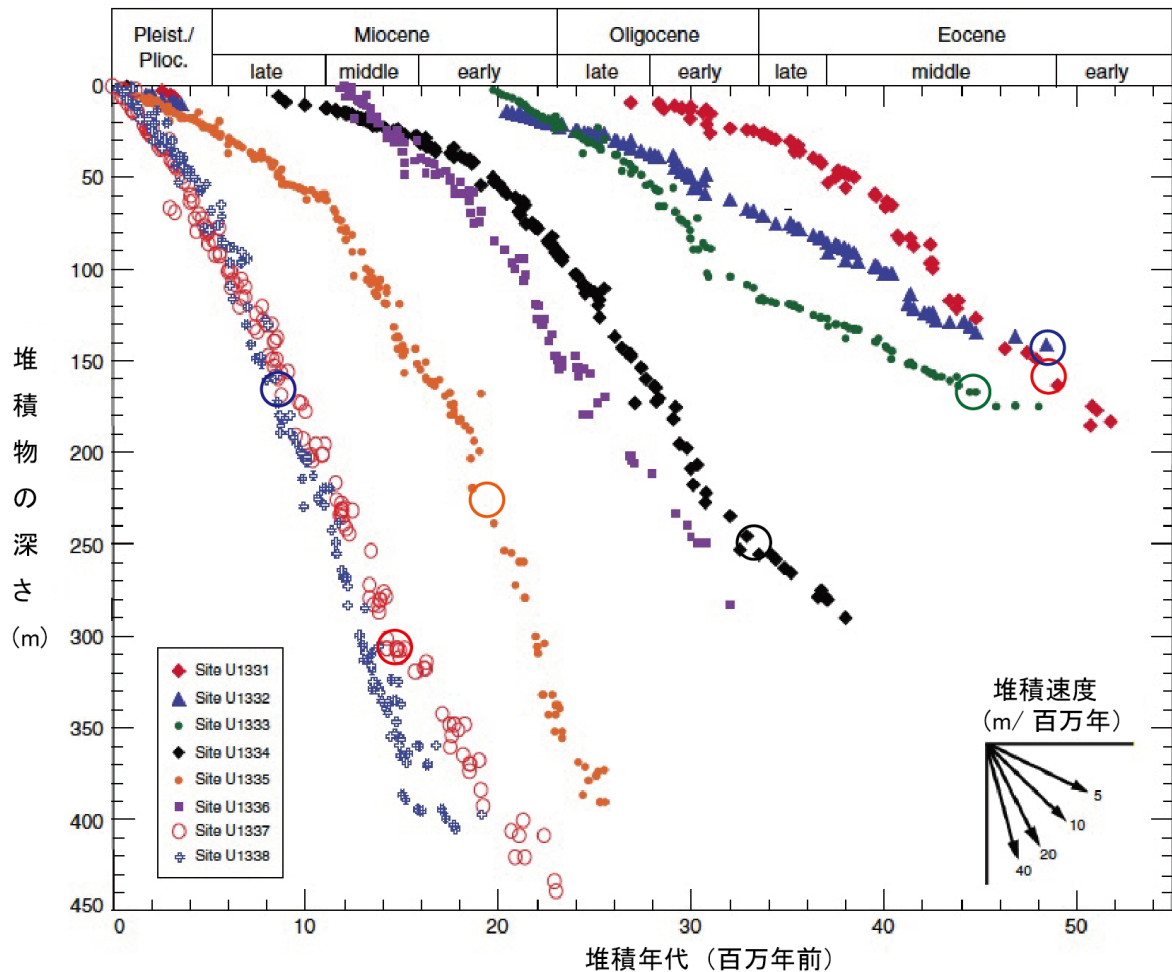


図2 それぞれの掘削地点における堆積物の深さと堆積年代の関係

(Palike *et al.* 2010 の Figure F14 に一部加筆修正)

注：図中の○印はそれぞれの地点が赤道を横切ったときの堆積物のデータであり、Site U1336 での掘削は赤道を横切った際の堆積物まで届いていない。

ただし、ここで扱う堆積物は、すべてその地点の海洋表層に分布していたプランクトンの殻から成り、それらが生産された後に溶解はしていない、また時間経過による堆積物の圧密の程度は考慮しない、と仮定する。

問3 得られた堆積物の試料を活用して、東赤道太平洋における前期漸新世（Early Oligocene）を通した地球環境変動を復元することができる。どの掘削地点のコア（円筒状の採掘試料）を研究すればより高精度の環境復元が可能であると考えられるか。掘削地点を一つ選び、それを選んだ根拠を述べなさい。

問 4 図 2 にはそれぞれの掘削地点が赤道を横切ったときに堆積した層準が○印で示されている。この地域の赤道では、時代変化にともなって海洋表層におけるプランクトン殻の生産量はどのように変化したか。その大まかな傾向について簡潔に議論しなさい。

問 5 問 4 に関して、掘削コア試料をどのように調べれば気候変動の様子が推定できるだろうか。その具体的な調べ方とそこから読み取れることについて、例を挙げて簡潔に述べなさい。

(以下、余白)

第6回日本地学オリンピック本選

(第8回国際地学オリンピック二次選抜)

地質分野 解答用紙

問 1	移動方向
	平均移動速度 (計算式・計算過程)
	答 _____
問 2	
問 3	掘削地点
	根拠

グランプリ地球にわくわく 2014

問 4	
問 5	

番 号		氏 名	
-----	--	-----	--



第6回日本地学オリンピック本選

(第8回国際地学オリンピック二次選抜)

気象分野問題

- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙2枚ともに氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は海洋分野とあわせて60分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙は2枚とも試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

番号		氏名	
----	--	----	--

問題

気象において、温度と湿度(水蒸気圧)はたいへん重要な概念である。ここではさまざまな状況におけるそれらについて考えていこう。次の図 1 は、温度と飽和水蒸気圧*の関係を示したものであり、表 1 は、5℃～26℃の範囲での飽和水蒸気圧を示した表である。
(*飽和水蒸気量として習っている場合もあるが、単位が違うだけで同じように扱ってよい)

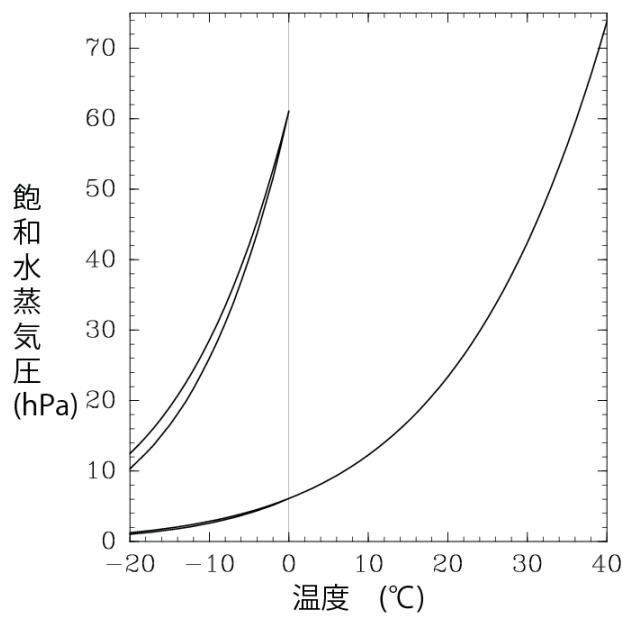


図 1：温度と飽和水蒸気圧の関係。0℃以下では氷飽和水蒸気圧と過冷却水飽和水蒸気圧の 2 本の線が描かれているが、通常のスケールでは見分けがつかないので、それぞれの値を 10 倍した線も描かれている。

温度 (℃)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
飽和水蒸気圧 (hPa)	8.7	9.4	10.0	10.7	11.5	12.3	13.1	14.0	15.0	16.0	17.1
温度 (℃)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
飽和水蒸気圧 (hPa)	18.2	19.4	20.6	22.0	23.4	24.9	26.4	28.1	29.8	31.7	33.6

表 1：5℃～26℃の範囲における飽和水蒸気圧表

問 1 図 2 は図 1 の一部を切り出したものである。図 2 中の丸印(X)の温度と水蒸気圧(20℃・15 hPa)を持つ空気塊に対して、温度を 10℃まで下げていったとき温度と水蒸気圧はどのように変化するか、図 3 の例のような矢印付きの線(矢印の形や数は適当でよい)を用いて、解答用紙の図に描け。またこのとき凝結した水蒸気量はいくらか、水蒸気圧(hPa)で答えよ。

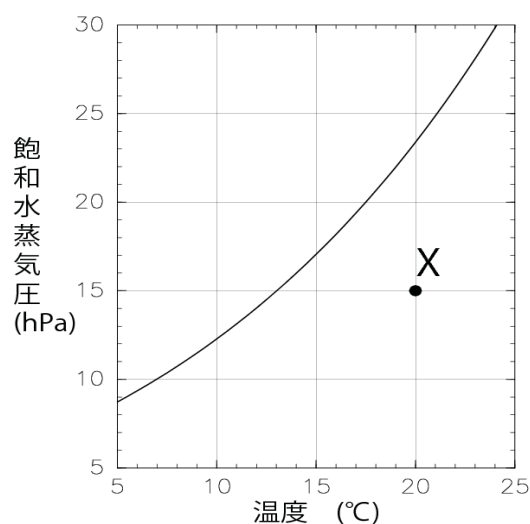


図 2: 図 1 の一部を切り出し、20°C・15 hPa に丸印(X)を示した図

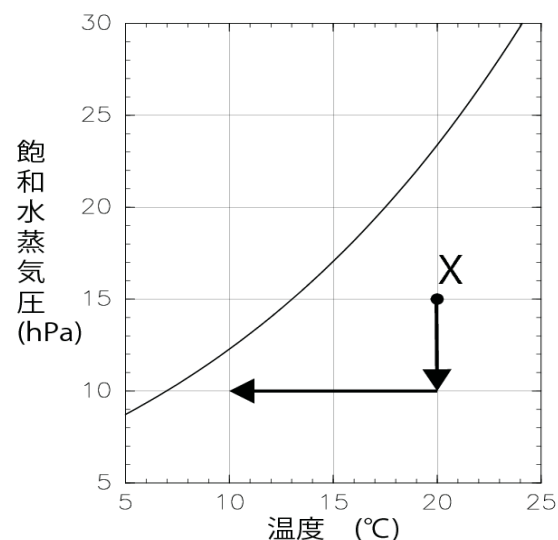


図 3: 図 2 に、X から 10°C に至る温度と水蒸気圧の変化を示す矢印付きの線を加えた図

問 2 図 1 において 0°C 以下では 2 本の線が描かれている。ひとつは氷飽和水蒸気圧を表し、他は過冷却水飽和水蒸気圧を表している。

- (1) 2 本の線のうち、飽和水蒸気圧が高いものはどちらか。解答用紙には「氷」または「過冷却水」とだけ書けばよい。
- (2) 0°C 以下では、2 つの飽和水蒸気圧がこのような違いがあることが、ある降水のしくみにとって重要である。どのようなしくみなのかを簡単に説明せよ。

問 3 図 4 は、ある日の午前 9 時の天気図で、表 2 はその日のある観測点 P での 1 時間ごとの観測値である。天気図には日本列島上に寒冷前線が存在している。なお問題(3)のため観測値の一部は空白になっている。

- (1) 観測点 P では、寒冷前線はいつ頃通過したと判断されるか。またはそれはどのような根拠に基づいているかを簡単に説明せよ。
- (2) 雨を降らせる雲のうち、寒冷前線と温暖前線のそれぞれに典型的な雲の種類は何か。また雨の降り方として、「激しく降る雨」と「しとしと降る雨」と形容すると、それぞれの前線における典型的な雨の降り方はどちらか。解答用紙に記せ。
- (3) 観測値には水蒸気圧、湿度、気温のそれぞれ 1 カ所に空白がある。これらの空白に適当な数値を入れよ。答のみを書けばよい。また水蒸気圧は 0.1 hPa、湿度は 1%、気温は 1°C までの桁でよい。

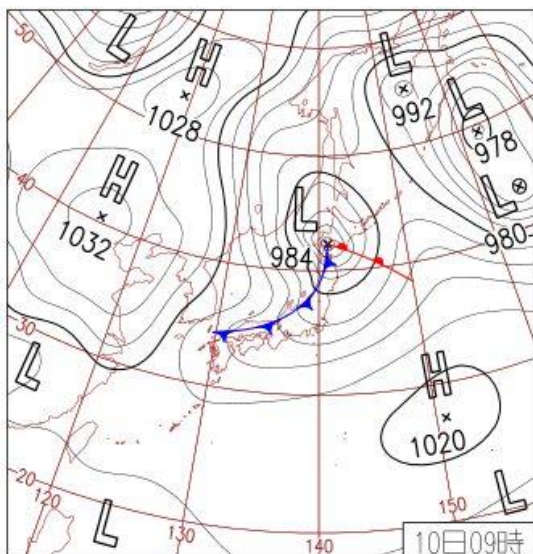


図 4：ある日の午前 9 時の天気図

時刻 (時)	気温 (℃)	水蒸気圧 (hPa)	湿度 (%)	風速 (m/s)	風向
1	19.7	9.0	39	7.0	南
2	19.6	9.1	40	10.0	南
3	19.1	9.5	43	8.4	南
4	19.0	()	46	8.7	南
5	18.6	10.7	50	8.2	南南東
6	18.5	11.3	53	7.5	南南東
7	18.7	11.6	54	5.7	南
8	15.0	11.5	()	11.0	北西
9	8.5	9.9	89	6.4	北
10	6.9	8.8	88	6.2	北
11	5.8	8.1	88	4.6	北
12	5.5	7.9	87	4.6	北北東
13	5.4	7.6	85	0.9	北東
14	6.3	6.7	70	5.5	北
15	()	5.9	63	5.2	北北東
16	5.8	5.1	55	5.3	北
17	5.7	5.4	59	4.6	北北東
18	4.3	5.0	60	4.0	北北東

表 2：ある観測点 P での 1 時間ごとの観測値。1 時から 18 時までを示す。出題の便宜のため実際の観測値を一部改変している。

問4 フェーン現象は、場所によって気温や湿度が大きく異なる典型的な現象である。フェーン現象に関する以下の問に答えよ。

(1) 日本海側の海岸地域でフェーン現象が起きるときの典型的な低気圧の位置を、解答用紙の地図上に記せ。○を描いて、その中に L の文字を入れること。なお位置は大ざっぱなものでよい。またそのときの日本海側におけるおおよその風向はどちらか。東・西・南・北のどれかで答えればよい。

(2) フェーン現象において、山の風上側山麓と風下側山麓とは気温と湿度が大きく異なる。図5はその模式図で、風上側斜面の高さ 1000 m から水蒸気の凝結が始まり、2000 m (800 hPa)の頂上まで雲が存在していることを示している。そこから風下側では雲がなくなっている。これをもとにして、以下のように考察してみよう。以下の(ア)~(エ)に適当な数値を入れよ。答のみを書けばよい。なお乾燥断熱減率*と湿潤断熱減率**はそれぞれ $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$ と $5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ とする。また風上側山麓と風下側山麓の高度と気圧はともに同じで、それぞれ 0 m と 1000 hPa とする。

(*乾燥断熱減率：空気塊が凝結することなく上昇するときの温度低下の割合。下降時はこの割合で温度が上昇する。)

(**湿潤断熱減率：空気塊が凝結しながら上昇するときの温度低下の割合。)

まず温度変化の見積もりは簡単である。風上側山麓の気温が 20°C であったとすると、山頂の気温は(ア) $^{\circ}\text{C}$ 、風下側山麓の気温は(イ) $^{\circ}\text{C}$ となる。山頂では飽和しているので、そこでの水蒸気圧は(ウ) hPa である。その後、蒸発も凝結もないので、その水蒸気圧のまま風下側山麓まで降りてきて、相対湿度 27% となると考えられるかもしれない。しかしこの考えは間違っている。なぜなら水蒸気圧は、蒸発や凝結がなくとも空気塊の上昇・下降のみによって変化するからである。例えば、空気塊が上昇すると膨張するので圧力は減少するからであり、このように水蒸気圧は気圧にほぼ比例することになる。そこでこのことを考慮に入れて(単純に考えるため正確に比例するとする)、改めて風下側山麓の水蒸気圧を計算すると(エ) hPa となり、したがって相対湿度は 34% となる。誤って求めた相対湿度とはかなり異なることがわかる。このように水蒸気圧は空気塊の上昇・下降によって保存しないので、注意が必要である。

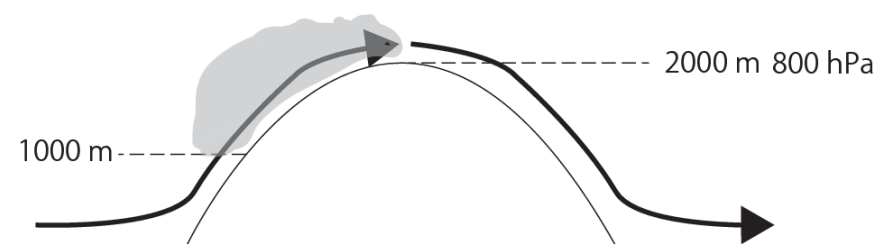


図5：山越え気流に伴うフェーン現象の模式図

問5 前の問題で、物理量が保存するのか・しないのかの重要性を知った。そこでここでは空気塊の単なる移動によっては変わらない量(これを**保存量**という)を導入して、考察を進めることにする。水蒸気に関する保存量としては、空気の単位質量あたりの水蒸気の質量がある(質量の保存)。以下ではこれを「水蒸気質量」ということにし、記号は q を用いる。さらに次の保存量 s を考える。 $s = gz + CT + Lq$ は、空気塊の単位質量あたりで定義され、凝結があつてさえ空気塊の移動によっては変化しない保存量である。ここで g, z, C, T, L はそれぞれ重力(重力加速度)、高度、空気の比熱*(正しくは圧力一定のときの比熱)、温度、水蒸気の単位質量あたりの凝結熱である。簡単に言うと、 gz は単位質量あたりの位置エネルギー、 Lq は潜熱エネルギーなどと解釈できるのであり、エネルギー保存の一種である。以下では、 g, C, L は一定とする。

(*比熱：単位質量の物質を 1 K 上げるのに必要な熱量。)

- (1) 乾燥断熱減率は、空気塊が凝結することなく(つまり q は一定)上下に移動したときの温度変化である。これを以下のように考えよう。(カ)～(ク)に適当な式と数値を入れよ。

高さ z_1 のときの温度を T_1 、高さ z_2 のときの温度を T_2 とすると($z_2 > z_1$)、(カ)という関係が成り立つ。乾燥断熱減率は $\Delta T / \Delta z$ ($\Delta T = T_2 - T_1$, $\Delta z = z_2 - z_1$)なので、符号も含めて書くと(キ)となることがわかる。実際に C は約 $1000 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、 g は約 10 m s^{-2} なので、式に当てはめると、約(ク) K/m (符号は不要である)となることがわかる。

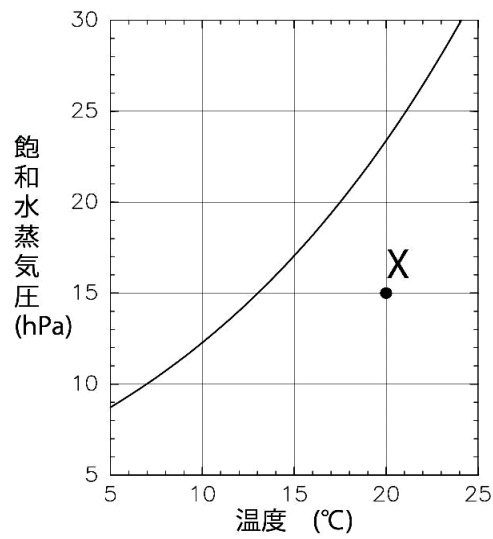
- (2) 空気塊が飽和していて、(1)の場合と同様、 Δz 上昇したとする。このときの凝結量が Δq であつたとすると、湿潤断熱減率はどのように書けるか。 $\Delta q > 0$ に注意すること。 $\Delta q / \Delta z$ を用い、符号も含めて示せ。
- (3) 今度は山越えによるフェーン現象を、問4の場合と同じ図5をもとに以下のように考えよう。(ケ)に適当な式を入れよ。

風上側山麓での温度を T_3 、「水蒸気質量」を q_3 、風下側山麓でのそれらをそれぞれ T_4 と q_4 とする。途中での凝結量がわかると、 $q_4 (< q_3)$ がわかり、したがって T_3, q_3, q_4 を用いて、 T_4 が求められる。計算すると、 T_4 は T_3 より(ケ)だけ高いことがわかる。相対湿度も q_4 と飽和「水蒸気質量」から簡単に求められる。

<問題以上>

<気象分野解答用紙 その1>

問1：



凝結した水蒸気量

_____ hPa

問2：

(1) 上の線： _____

(2)

降水のしくみの説明

問3：

(1) 通過時間： _____

根拠

(2)

	雲の種類	雨の降り方
寒冷前線		
温暖前線		

(解答用紙は次ページへ続く)

氏名： _____

＜気象分野解答用紙 その2＞

問3：

(3)

水蒸気圧 _____hPa

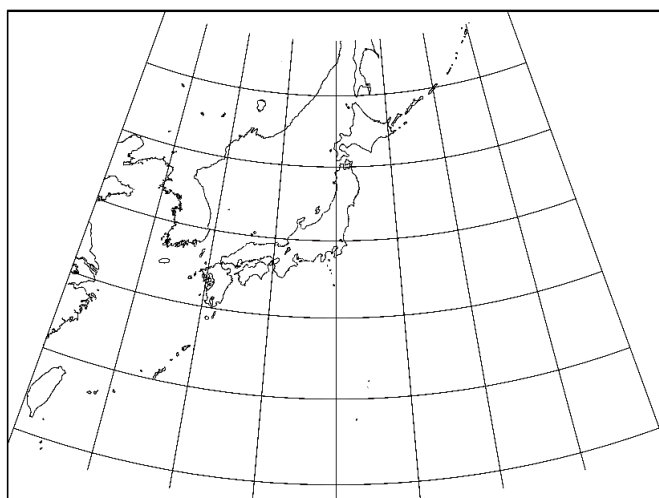
湿度 _____%

気温 _____℃

問4：

(1)

位置：



風向：_____

(2)

ア	イ	ウ	エ

問5：

(1)および(3)

カ	キ	ク	ケ

(2)

湿潤断熱減率：_____

(解答用紙以上)

氏名：_____



第6回日本地学オリンピック本選

(第8回国際地学オリンピック二次選抜)

海洋分野問題

- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙2枚ともに氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は気象分野とあわせて60分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙は2枚とも試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

番号		氏名	
----	--	----	--

問題

以下の図は三陸沖合での水温塩分観測点図と水温－塩分ダイアグラムと呼ばれるもので、表層から 400m 付近までのデータにより作図してある。図 2 中の曲線は密度の等しい線(等密度線)を示し、29 は 1029kg/m^3 を表す。これらの図を参照しながら以下の問に答えなさい。

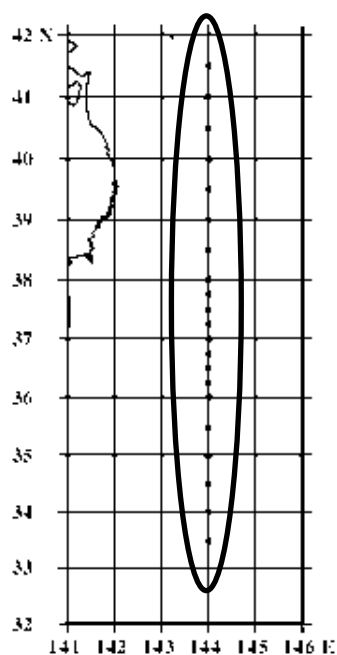


図 1

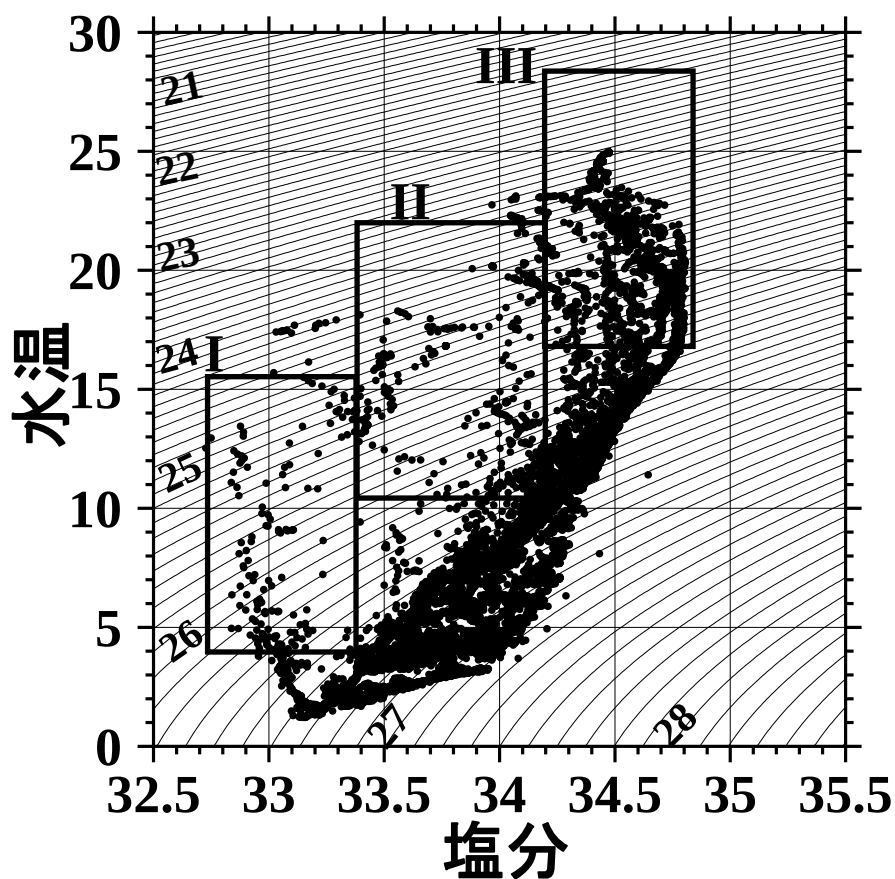


図 2

問 1 次の文章中の (ア) から (ウ) に入る適切な語句を下の語群の中から選び、番号で答えなさい。

観測線 (図 1) は東経 144 度に沿って、北緯 33 度付近から北緯 42 度付近の間に設定されている。この海域では高緯度に (ア) が、低緯度に (イ) が、それぞれ東方に流れている。 (ア) と (イ) が接する海域は (ウ) と呼ばれ、良い漁場を形成することが知られている。

語群： ①黒潮 ②親潮 ③対馬海流 ④津軽海流 ⑤混合域 ⑥接触域 ⑦沈降域

問2 下の表は図1のある1つの観測点での各深度での水温と塩分の値である。これを解答用紙の水温－塩分ダイアグラムにプロットし、海水の水温、塩分は水深、密度とそれぞれどのような関係にあるか述べなさい。

水深(m)	水温(°C)	塩分	水深(m)	水温(°C)	塩分
0	23.70	34.40	210	12.11	34.41
10	23.70	34.40	220	11.83	34.39
20	23.66	34.40	230	11.59	34.39
30	23.49	34.41	240	11.31	34.36
40	22.34	34.46	250	11.02	34.34
50	21.92	34.56	260	10.52	34.27
60	21.59	34.53	270	10.26	34.23
70	20.67	34.47	280	9.95	34.24
80	19.38	34.46	290	9.63	34.21
90	18.00	34.48	300	9.36	34.19
100	17.11	34.48	310	9.04	34.15
110	16.29	34.49	320	8.69	34.12
120	15.66	34.48	330	8.20	34.05
130	15.05	34.52	340	7.67	33.98
140	14.93	34.55	350	7.53	33.98
150	14.26	34.50	360	7.89	34.09
160	14.04	34.50	370	7.64	34.06
170	13.48	34.48	380	7.43	34.03
180	12.95	34.45	390	6.92	33.98
190	12.76	34.45	400	7.00	34.02
200	12.29	34.44			

問3 図2の水温－塩分ダイアグラム中に示された四角形の枠Ⅰ～Ⅲは、問1の(ア)と(イ)の海流および(ウ)の海域いずれかのデータの範囲を示している。Ⅰ～Ⅲのそれぞれがいずれの特徴を示すものかを選んで(ア)～(ウ)の記号で答え、その理由を水温・塩分の特徴と関連づけて述べなさい。

問4 図3は図2の一部を拡大したものである。この図を見て海中での異なる起源を持つ海水の混合について以下の問に答えなさい。

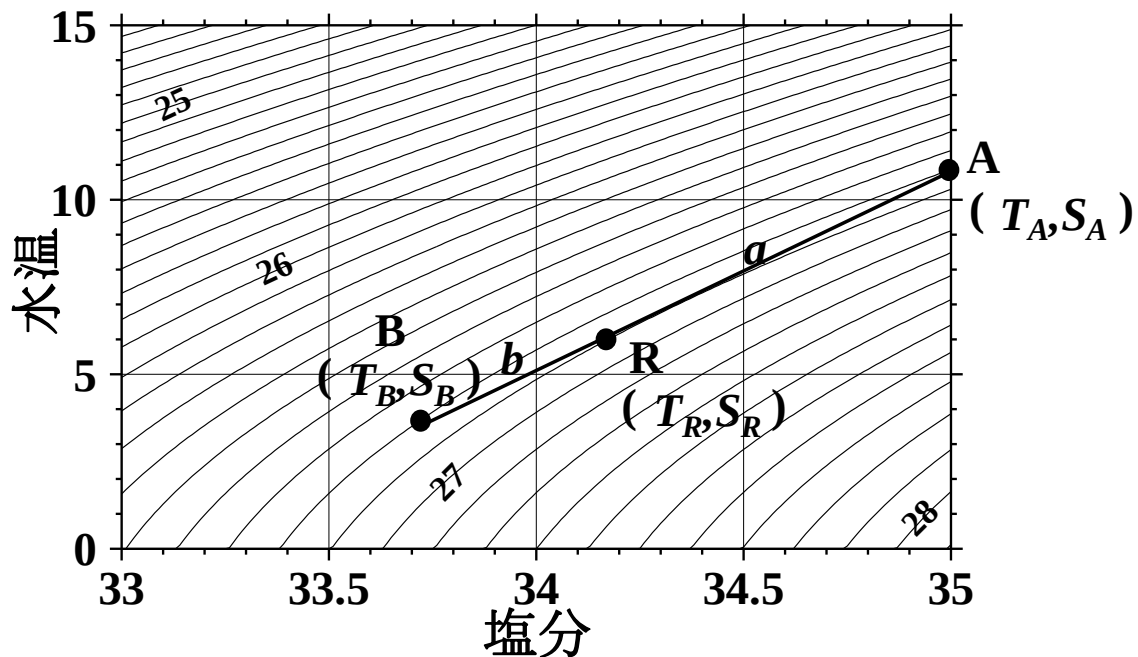


図3

- ① 今、表層付近に密度 ρ_1 の値を持つ水の塊 A がある。この水を密度 ρ_2 の値を持つ深層に運んだとき、A が受ける単位体積当たりの浮力を求めなさい。ここで g は重力加速度とする。
- ② A の水の体積を V_A 、B の水の体積を V_B とし、R の水の体積を V_R とすると、

$$V_R = V_A + V_B$$

となり、R の水の中で、A の水の割合 R_A と、B の水の割合 R_B はそれぞれ

$$R_A = \frac{V_A}{V_A + V_B}, R_B = \frac{V_B}{V_A + V_B}$$

となる。この混合が起こる間に総塩分量が保存されるとき、 R_A 、 R_B は図中の a 、 b を用いてどのように表されるか、導出過程から記入しなさい。ただし、この場合、圧力による海水の圧縮は考えなくても良いものとする。

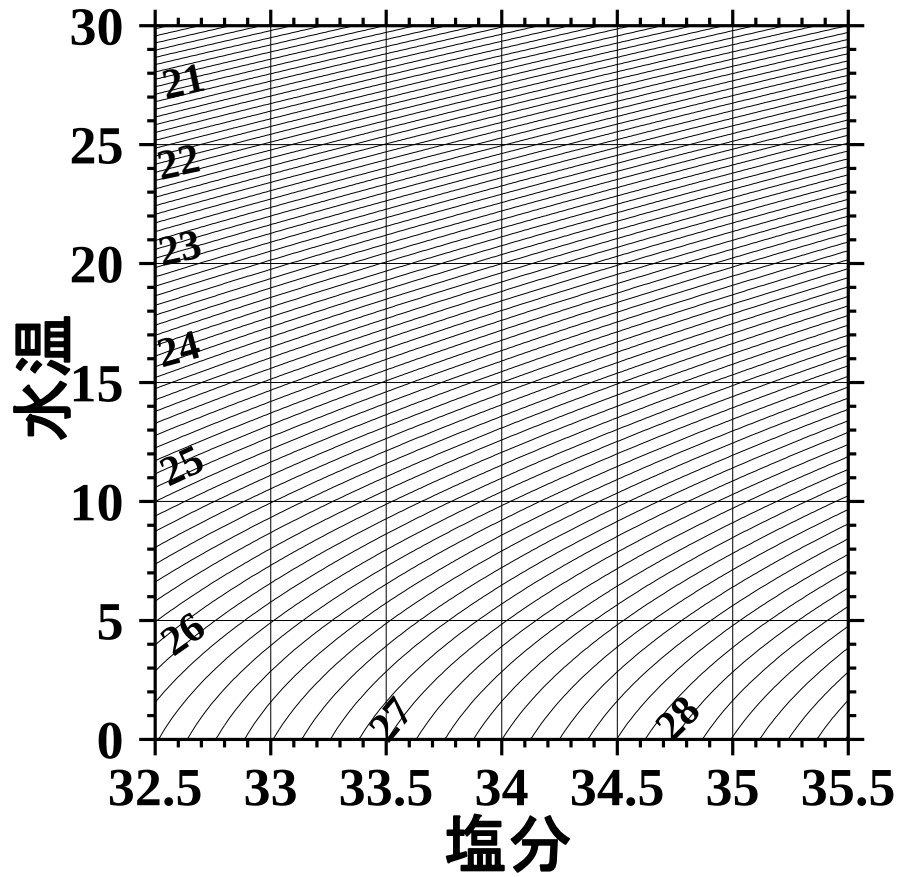
- ③ 図を見ると分かるように、この混合が起こると生成された水 R の密度は大きくなっている。なぜこのようなことが起きるか、水温-塩分ダイアグラム上での等密度線の形状を手がかりにして、このような現象が起こることを考察しなさい。

<以上>

<海洋分野解答用紙 その1>

問1 (ア) : _____ (イ) : _____ (ウ) : _____

問2



水温と水深との関係：

水温と密度との関係：

塩分と水深との関係：

塩分と密度との関係：

(解答用紙は次ページへ続く)

氏名： _____

<海洋分野解答用紙 その2>

問3 (ア) : _____ (イ) : _____ (ウ) : _____

理由 :

問4

①

②

③

<解答用紙以上>

氏名 : _____



第6回日本地学オリンピック本選

(第8回国際地学オリンピック二次選抜)

天文分野問題

- ◆試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆試験開始の合図とともに、解答用紙・方眼紙の2枚ともに氏名を記入してください。
- ◆問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆解答時間は固体地球分野とあわせて60分です。
- ◆試験終了の合図とともに、筆記用具をおいてください。解答用紙・方眼紙は2枚とも試験監督が回収します。
- ◆この問題冊子は持ち帰って構いません。

番号		氏名	
----	--	----	--

問題

地球をはじめとする惑星は、決まった軌道で太陽を周回しています。ヨハネス・ケプラーは、惑星の軌道図を描き、次の3つの惑星の運動の法則を見いだしました。

第1法則 惑星は、太陽をひとつの焦点とする楕円軌道上を動く

第2法則 ある惑星と太陽とを結ぶ線分が一定時間に掃く面積は一定である

第3法則 惑星の交点周期の n 乗は、軌道長半径の m 乗に比例する

ヨハネス・ケプラーが、惑星の軌道図を描いた方法を考えます。

問1 地球から見て、太陽と外惑星が同じ方向にあるときを「合」、正反対の方向にあるときを「衝」といいます。ある外惑星の合から次の合までの時間、もしくは衝から次の衝までの時間(の長期間にわたる平均値)を「会合周期」といいます。これを T (単位は年)と書くことにします。

a) ある外惑星について、公転周期 P (単位は年)と会合周期 T との関係を式で表わしなさい。地球の軌道周期(1年)を E としてもよい。

b) 火星の会合周期は780日=2.135年です。火星の公転周期を計算し、計算過程とともに解答用紙に記入しなさい。

問2 惑星は、ある時刻Aと、その惑星の公転周期だけ時間が経過した時刻Bとでは、空間的に同じ位置にあります。しかし地球は、時刻Aと時刻Bとで同じ位置にはないため、惑星が見える方向は異なります。以下では、地球の軌道と惑星の軌道が同じ平面にあると近似して作図します。すると、地球から見た太陽や惑星の方向は、春分点方向から反時計回りに測った角度(黄経)で表わせます。なお、問2の解答は全て別紙の方眼紙上に記入してください。

a) 配布した方眼紙にあるように、地球の軌道を太陽を中心とした半径5cmの円とし、春分点の方向を図の矢印の方向とします。ある日の地球から見た太陽の黄経は183.6度でした。分度器を使って、その時の地球の位置に×マークを付けて赤丸で囲んでください。

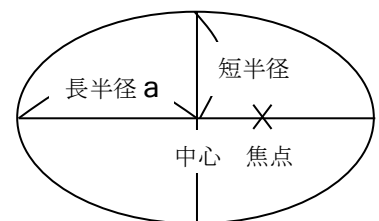
b) その日に火星を観測すると、その黄経は293.8度でした。a)で描いたマークから火星の見える方向に向けて線を描き、赤でなぞってください。

c) その日から火星の公転周期だけ経過した日には、地球から見た太陽および火星の黄経はそれぞれ141.4度、10.4度でした。このときの地球の位置と火星の方向をa)、b)と同様に作図し(赤でなぞらない)、火星の方向を表わす2本の線の交点に◎マークを描いてください。太陽とこの◎マークとの距離をものさしで測って、天文単位を単位として答えてください。

問3 問2と同様に、さまざまな日付での太陽と火星の方向をプロットすると、火星が太陽のまわりでどのような軌道を描くかがわかります。その結果、問2で作図した点は、火星が太陽にもっとも近づく点(近日点)であることがわかりました。

a) 火星が太陽からもっとも遠くなる(遠日点を通過する)のは、火星が、◎マークから太陽をはさんで正反対にあるときです。なぜそうなるのか、ケプラーの第1法則を用いて説明しなさい。

b) 火星が遠日点にくるのは、近日点を通過してから公転周期



離心率 e

$= (\text{中心—焦点の長さ}) / \text{長半径}$

のちょうど半分が経過したときです。なぜそうなるのか、ケプラーの第2法則を用いて説明しなさい。

c) 火星の遠日点での太陽までの距離は 1.66 天文単位です。問2で求めた近日点距離の値を用いて、火星の軌道長半径 a (単位は天文単位) および離心率 e を求めなさい。

d) 地球と火星の軌道長半径および公転周期を使って、ケプラーの第3法則の m と n の値を推定し、根拠とともに解答欄に記しなさい。ただし、 m 、 n はいずれも1ケタの整数である。

e) ケプラーは最初、火星の軌道は離心円(太陽が中心に位置しない円軌道)であると考えましたが、精密な位置観測を基にした作図から、軌道が楕円であることを見抜きました。c) で求めた軌道長半径 a および離心率 e の値から、この図上で軌道短半径が何 cm になるか、それが軌道長半径とどれだけ違うかを計算しなさい。

<問題以上>



第 6 回日本地学オリンピック本選 (第 8 回国際地学オリンピック二次選抜)

標本鑑定試験 問題 I

- ◆ 試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆ 試験開始の合図とともに解答用紙に番号と氏名を記入してください。
- ◆ 解答は全て解答用紙に記入してください。
- ◆ 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆ 解答時間は 15 分です。
- ◆ 試験終了の合図とともに筆記用具をおいてください。
解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆ この問題冊子は持ち帰って構いません。

番 号		氏 名	
-----	--	-----	--

問題 I

問 1 この標本 Aには木の葉の化石が含まれている。

- (1) 配布した写真はこの標本の典型的な断面を示したもので、地層の積み重なりを観察することができる。この地層には葉理が発達しているが、葉理が形成された原因として考えられるのは次のどれか（複数回答可）。
 - a. 地軸の傾きの変動
 - b. 季節変化
 - c. 不定期的洪水
- (2) 写真の枠で囲まれた部分を参考に地層の上下を答えよ。
 - a. 右が上
 - b. 左が上
- (3) このような堆積物は、どのような環境で堆積したものか。
 - a. 大陸からかなり離れた深海底
 - b. 山間の湖底
 - c. 浅い海の底

問 2 標本 Bと標本 Cはともに動物化石であるが、両者は同じ時代に生息していたことが知られている。また、両者は生息時に捕食-被食関係にあったことも知られている。以下の問いについて、答えは解答用紙に記すこと。

- (1) **B**の化石は何か、答えよ。その根拠（鑑定の際のポイントとなる点）もあわせて答えよ。
- (2) **C**の化石は何か、答えよ。その根拠（鑑定の際のポイントとなる点）もあわせて答えよ。
- (3) この 2 種の化石の生存していた時代は、約 0.5 億年前、約 1 億年前、約 2.5 億年前、約 4 億年前、約 5.4 億年前のいずれか答えよ。その根拠も答えよ。
- (4) **B**と**C**の化石の捕食-被食関係については、日本で産出した化石のある産状（化石が産出した時の状態）の観察から結論されている。どちらの生物が他方を餌にしたのかについて考察せよ。あわせて、どのような産状がその根拠となりうるか考察せよ。



第 6 回日本地学オリンピック本選 (第 8 回国際地学オリンピック二次選抜)

標本鑑定試験 問題Ⅱ

- ◆ 試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ◆ 試験開始の合図とともに解答用紙に番号と氏名を記入してください。
- ◆ 解答は全て解答用紙に記入してください。
- ◆ 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ◆ 解答時間は 15 分です。
- ◆ 試験終了の合図とともに筆記用具をおいでください。
解答用紙は試験監督が回収します。
- ◆ この問題冊子は持ち帰って構いません。

番 号		氏 名	
-----	--	-----	--

問題Ⅱ

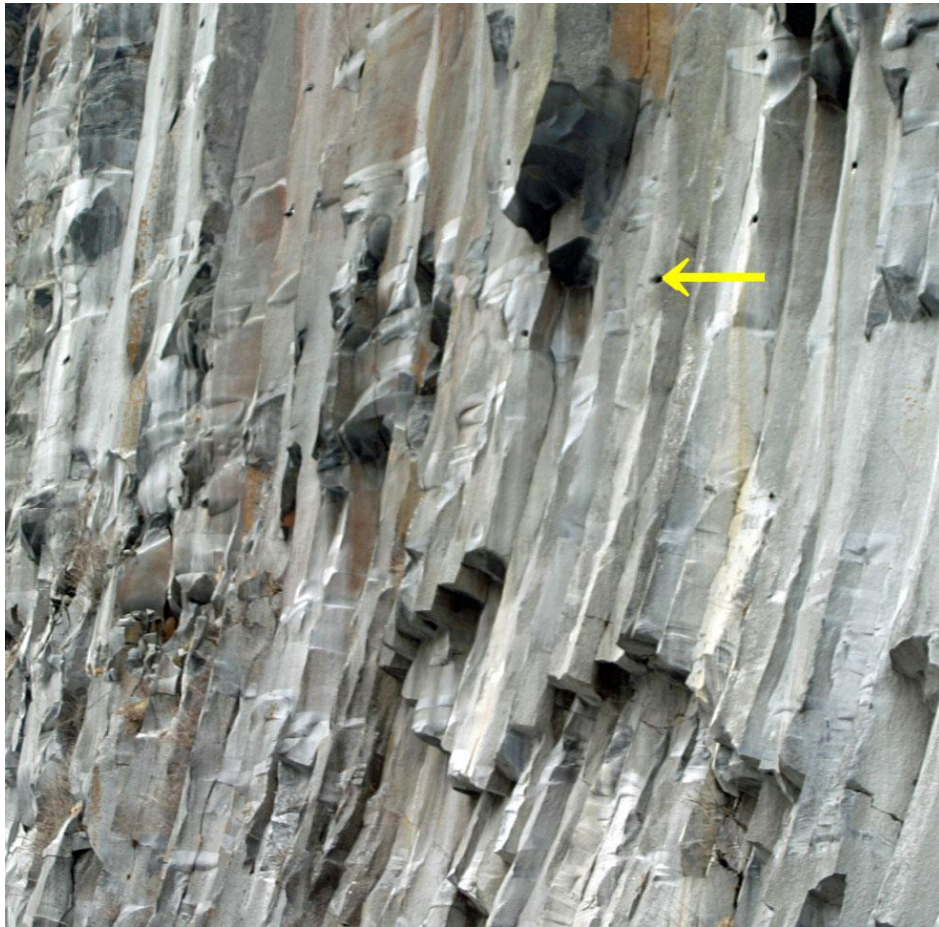
問 1 標本 D は、日本のある火山の中腹の山体崩落防止工事現場のボーリングコアから、標本 E は、同じ火山の山麓の露頭から採取したものである。それぞれの試料の採取現場の状況を露頭写真 **D** および **E** に、顕微鏡下の写真を薄片写真 **D** および **E** にそれぞれ示す。露頭写真中の矢印は試料採取箇所の例である。円柱状の標本 D および直方体の標本 E は破損しないように取り扱うこと。鑑定に必要であれば塊状の同岩質の標本 D' および標本 E' を用いること。

(1) それぞれの標本採取地点の産状は以下のどれか。

1. 溶岩流（溶融したマグマが地表を流下して固結した）
2. 溶結集塊岩（放出された高温マグマ片が地表に落下し固まった）
3. 降下火砕堆積物（空中高く放出された軽石や火山灰が落下し堆積した）
4. 火砕流堆積物（軽石や火山灰が混然一体となって地表を流下し堆積した）

（問題は次頁に続く）

露頭写真 D



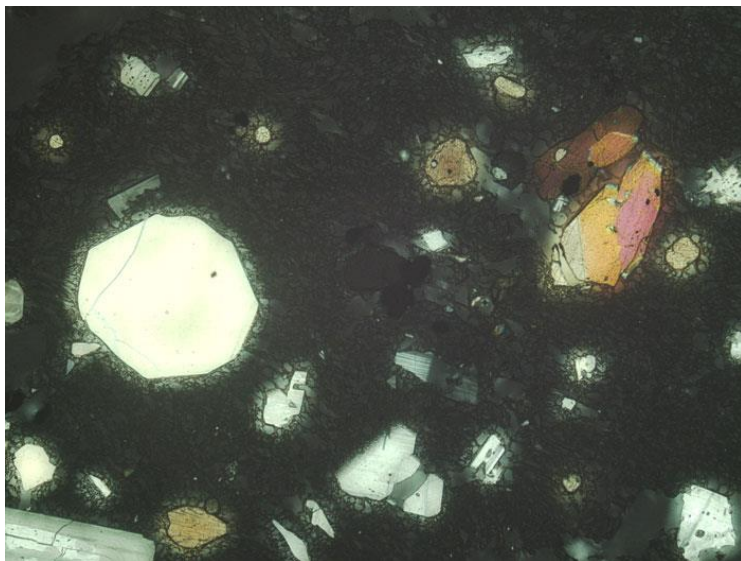
露頭写真 E



薄片写真 **D**



薄片写真 **E**



写真の横幅はいずれも 1.8 mm。直交ニコルで撮影。

- (2) 各受験者の手元の各標本の重量 (g) は下表のとおりである。標本 D について真比重（全部緻密な岩石でできていると仮定した場合の比重）を、標本 E については真比重と空隙率 (%) を求めよ。その際、標本 E の一部の角の部分などには欠損があるが、直方体とみなして計算すること。なお、計算の過程がわかるように数式等も解答用紙に残すとともに、答えはいずれも有効数字 2 桁で表示すること。また、解答の前に必ず標本に書かれている番号 (1～7) を記入すること。

標本 D

番号	1	2	3	4	5
強制乾燥重量	332	332	332	332	331
室温重量	332	332	332	332	331
強制湿潤重量	334	333	333	333	332

標本 E

番号	2	3	5	6	7
強制乾燥重量	731	492	476	713	466
室温重量	742	495	482	721	478
強制湿潤重量	1243	915	818	1279	872

注：強制乾燥重量とは 100℃程度の恒温槽内で乾燥させた後に計った重量であり、強制湿潤重量とは恒温槽の中に入れた水を張った容器内に岩石試料を沈め、槽内を真空状態にした後に計った重量である。

- (3) 各試料の岩石名として適当なものは以下のどれか。なお、火山岩の命名に際しては、より多量の有色斑晶鉱物 **X** と少量の有色斑晶鉱物 **Y** を含む〇〇岩の場合、**YX**〇〇岩のように表記するのが一般的である。

1. 輝石かんらん石玄武岩
2. 輝石安山岩
3. 角閃石輝石デイサイト
4. 角閃石黒雲母流紋岩

問2 表1のア、イ、ウは、岩石の主要元素についての全岩分析値であり、標本F、標本G、標本Hのいずれかに対応している。表1中には、石英、カリ長石、斜長石（灰曹長石および灰長石）、黒雲母、角閃石の化学組成の一例も示されている。標本F、標本G、標本Hに関する下記の問いの答えを、対応する解答欄に記述せよ。

- (1) 全岩分析値ア、イ、ウは標本F、標本G、標本Hのいずれのものか。
- (2) 標本Fを構成する鉱物を、量の多い順番に3種類あげよ。
- (3) 標本Gを構成する鉱物を、量の多い順番に3種類あげよ。
- (4) 標本F、標本G、標本Hはいずれも、マグマが地表に噴出することなく地下で固結してできた岩石である。そのことは岩石のどのような特徴から分かるか。
- (5) 標本F、標本G、標本Hの岩石を作ったマグマが地表に噴出して固結したら、それぞれ何と呼ばれる岩石になるか。

表1

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ *	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
ア	73.34	0.20	13.91	2.70	0.07	0.26	1.61	4.05	3.81	99.94
イ	68.27	0.31	16.70	2.84	0.06	0.71	3.47	3.94	2.98	99.27
ウ	46.06	0.85	18.68	10.63	0.19	8.48	13.17	1.21	0.17	99.44
石英	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00
カリ長石	64.69	-	18.69	-	-	-	-	0.74	15.78	99.90
斜長石(An14**)	64.60	-	22.04	-	-	-	2.94	9.28	1.27	100.13
斜長石(An93***)	43.77	-	36.11	0.09	-	0.07	18.73	0.67	0.11	99.55
黒雲母	36.67	3.39	17.10	22.58	0.04	9.20	0.38	0.21	9.17	99.54
角閃石	42.68	1.88	8.87	27.07	1.30	5.48	10.95	1.00	0.67	99.90

*) 全てのFeをFe₂O₃として計算 **) 灰曹長石 ***) 灰長石

【付録】

1. 標本鑑定試験 問題Ⅰに使用した写真と化石など



2. 標本鑑定試験 問題Ⅱに使用した岩石など



(4) () が () を餌にした。

根拠:

第6回日本地学オリンピック 本選（第8回国際地学オリンピック 二次選抜）

標本鑑定試験 問題Ⅱ 解答用紙

番号：

氏名：

問1 (1)

標本D	標本E

(2)

標本Dの番号：（ ）

真比重：

標本Eの番号：（ ）

真比重：

空隙率：

(3)

標本D	標本E

問2 (1)

ア	イ	ウ

(2)

多い	←	→	少ない

(3)

多い	←	→	少ない

(4)

--

(5)

標本F	標本G	標本H