

## 第3回 国際地学オリンピック一次選抜

### (第1回 日本地学オリンピック)

- ▶ 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。
- ▶ 試験開始前に解答用紙に氏名および受験番号(両面)を記入し、受験番号についてはマークもしてください。
- ▶ 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2時間です。
- ▶ この問題冊子は持ち帰って構いません。
- ▶ 試験終了後、着席のままアンケートに回答してください。
- ▶ 試験開始後30分以降の途中退出を認めます。その場合にも退出する前にアンケートに回答してください。

## 第1問

地震が起こると地面の揺れを感じます。これは、震源で発生した地震波がわたしたちのところまでやってくるためですが、日本は世界でも特に地震の多い地域として知られています。地震の震動を記録する装置が地震計ですが、下の図1-1はその水平方向の記録例です(提供：独立行政法人海洋研究開発機構)。この記録をみて以下の問いに答えなさい。

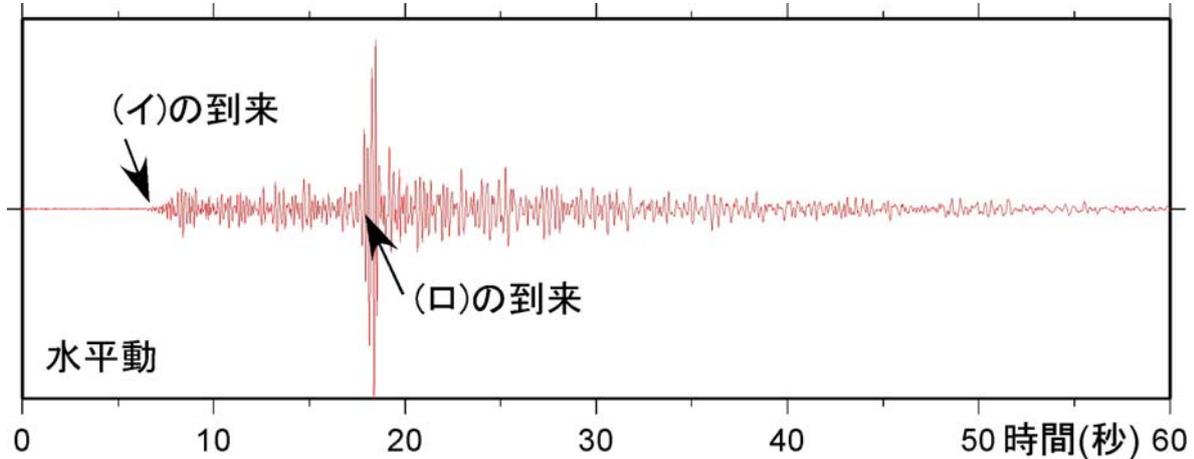


図1-1

問1 文中の(イ)～(ホ)に適する語句を選んでそれぞれ番号をマークしなさい。

地震計が最初に捉える地震波は(イ：①B波、②P波、③S波)であり、その後(ロ：①B波、②P波、③S波)を捉えている。(イ)と(ロ)の地震波の到達時刻のずれを(ハ：①主要動、②初期微動、③地動)継続時間といい、震源から観測地点までの距離(D)を求めるために利用される。このDを求める公式を(ニ：①和達、②金森、③大森)公式と呼んでいる。震源を知るためには最低(ホ：①1, ②3, ③5)ヶ所の観測地点が必要で、各観測地点を中心に求めた震源距離を半径とする球面を描くと、それらのほぼ重複する箇所として震源を、その真上にあたる地表の点として震央を求めることができる。

問2 問1の下線部のような公式で距離Dが求められるのは、ある範囲では(イ)と(ロ)の地震波の伝わる速さをそれぞれ一定と考えて良いためです。正しい公式は次のうちどの形かを選び、番号をマークしなさい。ただし、(ハ)継続時間 = T、比例定数 = Kとします。

①  $D = T / K$ ,      ②  $D = T \times K$ ,      ③  $D = K / T$

問3 問2の関係を使うと、大都市や鉄道路線などに(ロ)の揺れが届く前に知らせて、大きな被害を減らすことができます。これが緊急地震速報と呼ばれるものです(気象庁ホームページ <http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/> による)。この特徴として以下の文から正しいと考えられるものを全て選び、番号をマークしなさい。

- ① 緊急地震速報を聞けば、地震の揺れの来ないところまで逃げることができる。
- ② 緊急地震速報は、大きな揺れには決して間に合わないので聞いても無駄である。
- ③ 緊急地震速報は、震源のすぐ近くでは大きな揺れの揺れはじめに間に合わないことがある。
- ④ 緊急地震速報は、いつでも大きな揺れの10秒前に発表される。

問4 この記録を得た地震計は陸上ではなく海岸から60kmほど離れた海底に設置されています。なぜ、陸上だけでなく海底にも地震計を設置する必要があるのでしょうか。太平洋側で地震がどのように発生しているかも考えあわせて、考えられる理由を述べた文を以下の①～③から選び、番号をマークしなさい。

- ① 太平洋側での大きな地震は、内陸の活断層とよばれる場所で起こるので、海底の軟らかい泥の上で揺れを捉えると、より大きく地震波を記録することができるから。
- ② 太平洋側での大きな地震は、沖合の海嶺とよばれる場所で起こるので、遠くからやってくる地震波を少しでも早くとらえることができるから。
- ③ 太平洋側での大きな地震は、沖合の海溝やトラフとよばれる場所で起こるので、震源に近い場所で揺れを捉えると、より早く地震の発生を知ることができるから。

このような地震計の記録から多数の地震の震源を求めて、世界地図上に位置を示すと以下の図1-2のようになります。このような震源の分布は、海底などの観測結果からうまれたプレートテクトニクスという考え方でうまく理解することができます。この考え方では、地表から深さ数十～百 km 程度の部分はかたい板のような状態で、十枚余りに分かれており、互いに地表に沿って動くことで、地震や火山噴火などの現象を引き起こすと考えます。

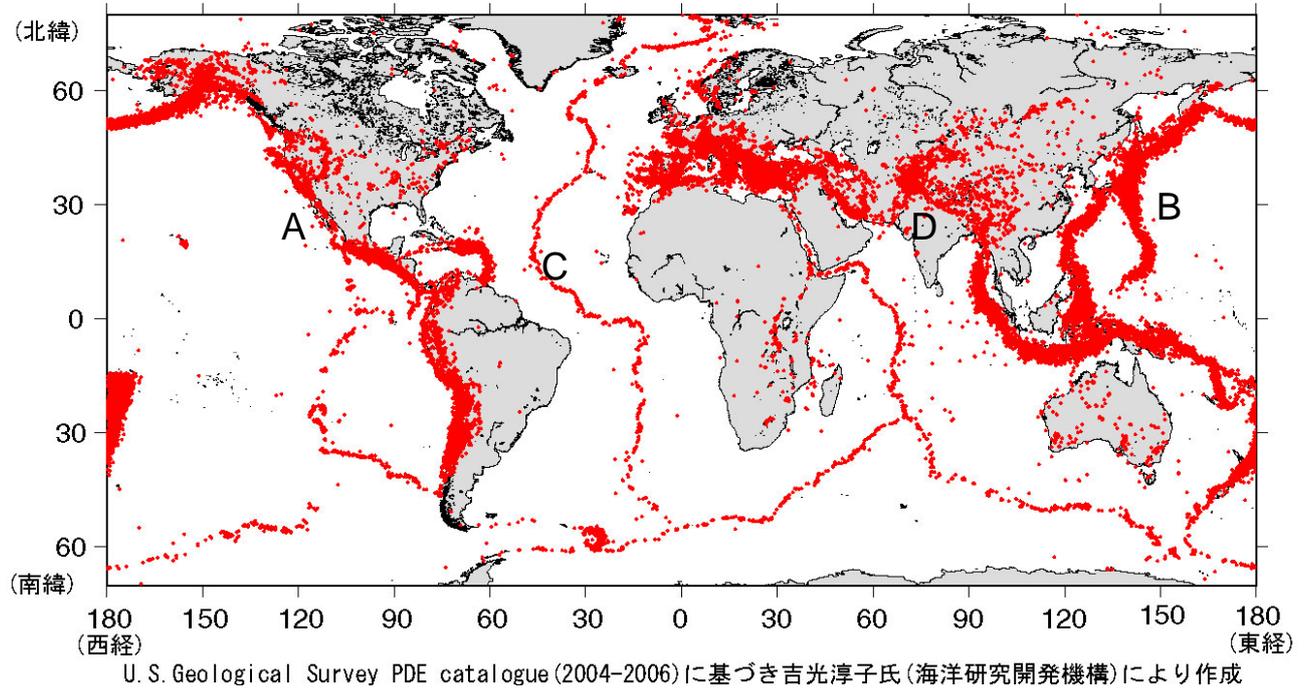


図1-2

問5 図1-2に示される震源分布の特徴についてまとめてみました。以下の文章の(イ)、(ロ)に当てはまる語句を選び番号をマークしなさい。

地球上での震源分布は一律ではなく、地震の活動が集中しているところと、ほとんどみられないところがあることがわかる。例えば、(イ：①ハワイ島周辺を除く太平洋の中央部，②南米大陸の西海岸，③大西洋の中央部)にはほとんど地震活動がみられない。反対に、(ロ：①サハラ砂ばく付近，②ヒマラヤ周辺からインドネシアにかけて，③シベリア内部)には活発な地震活動がみられる。このような活発な地震活動がみられる場所では、火山活動やその他の地殻変動も激しいことが多く、プレートの境界を定める重要な基準となっている。詳しく調べると地震活動の活発な場所でも、地震のタイプや、それぞれの地震の規模、震源の深さ分布が違っていて、プレートの動きと関連することがわかっている。

問6 問5の下線部について、図1-2に記号で示したそれぞれの場所では地震の原因となるプレートの動きが異なっています。図1-2中の各場所について最もふさわしいものの組み合わせを選び番号をマークしなさい。ただし、A：アメリカ西海岸のカリフォルニア州付近、B：日本列島付近、C：大西洋中央部、D：インド北部ヒマラヤ山脈付近となっています。

組み合わせ

	A	B	C	D
①	ウ	エ	ア	イ
②	イ	ウ	エ	ア
③	ア	イ	ウ	エ
④	エ	ア	イ	ウ

プレートの動き

- ア) プレートとプレートが衝突している
- イ) プレートどうしが地球の表面ですれ違っている
- ウ) プレートが他のプレートの下に沈み込んでいる
- エ) プレートが海底下深くからわき出す物質によってつくられている

第2問 以下に示す地質断面図について問いに答えなさい。

図2-1はある地域の地質断面図である。Aは花こう岩、Bは石灰岩、Cは泥岩、Dは砂岩、Eはおもに砂からなるたい積物、Fは断層である。

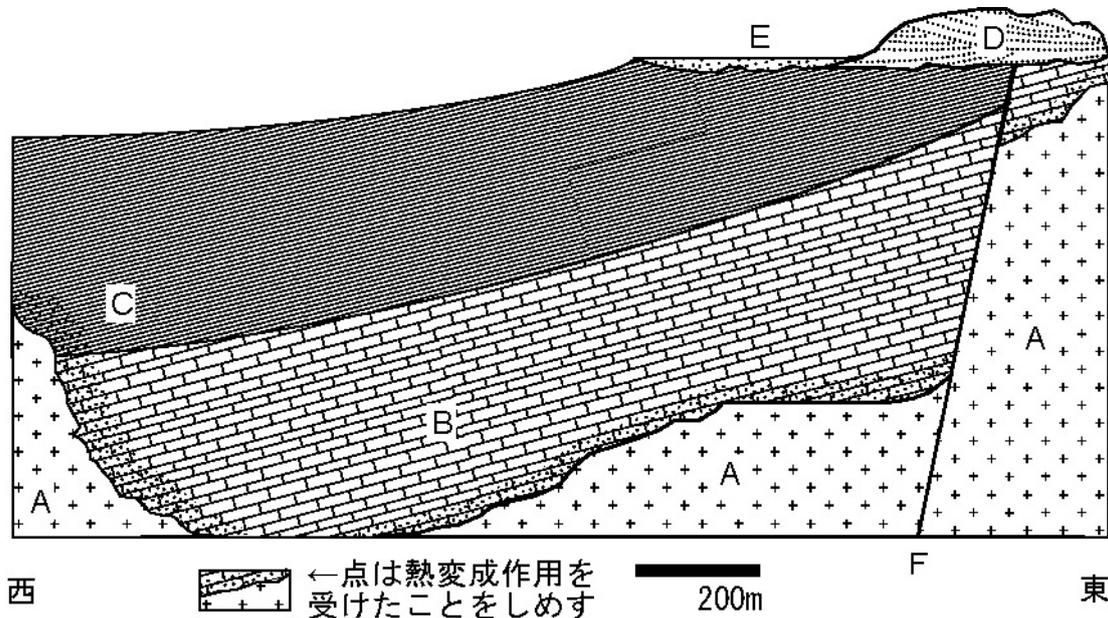


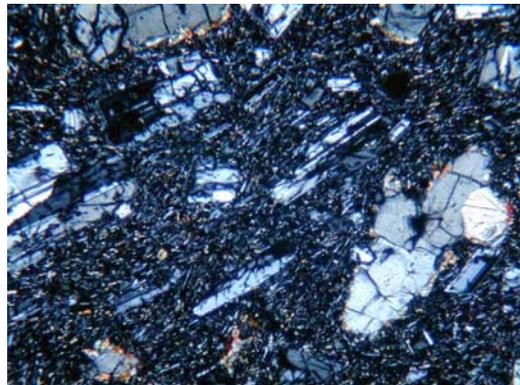
図2-1

問1 Bの石灰岩でAに近い部分は図中に印をつけたように、熱変成作用を受けて岩石を構成する鉱物に変化が生じている。この変化で生じた岩石の偏光顕微鏡写真(クロス[直交]ニコル)をア~エより選び記号をマークしなさい。ただし、全て写真は同じ倍率で横幅は約2mmです。

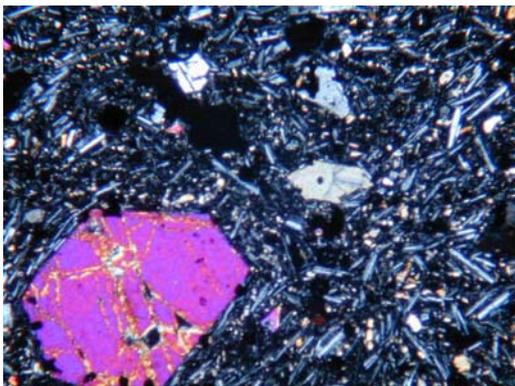
ア



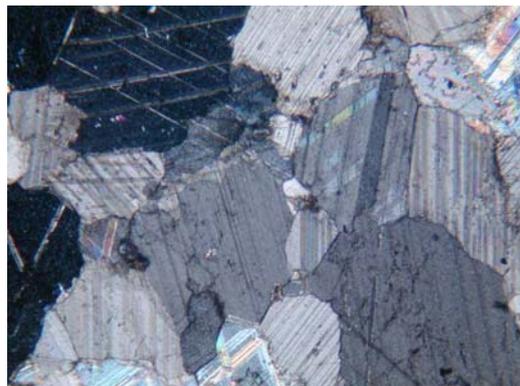
イ



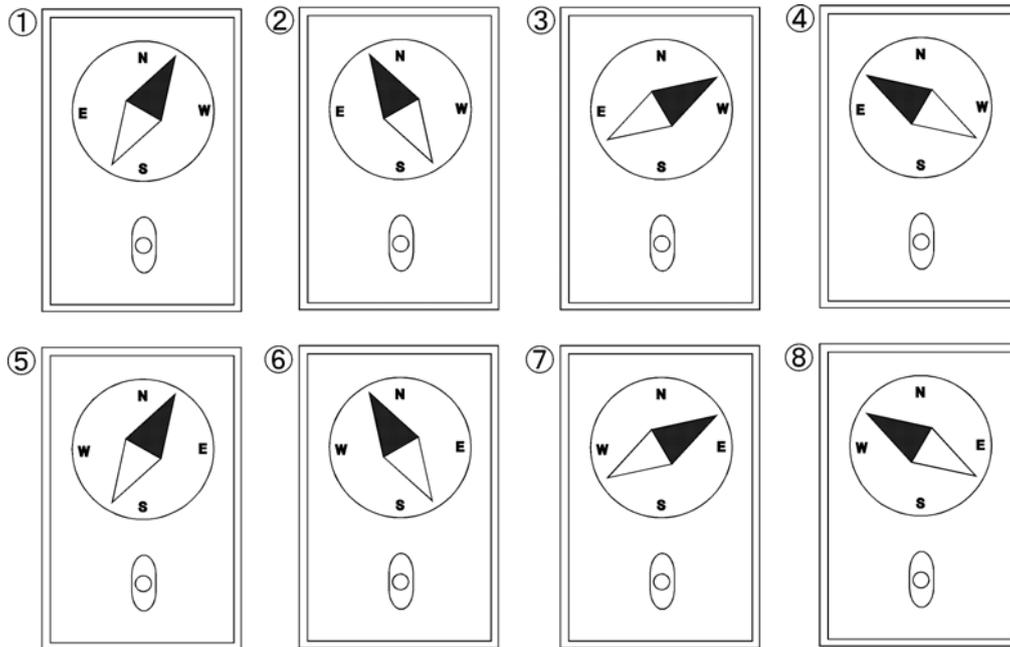
ウ



エ



問2 Cの泥岩の走向をクリノメーターで測定したところN30°Wであった。そのときのクリノメーターの図として正しいものを次の①～⑧のうちから一つ選び番号をマークしなさい。



問3 Dの砂岩からは特徴的な化石が見つかるため、新生代にたい積したことがわかりました。この化石として考えられるものを以下のア～エから選んで記号をマークしなさい (標本使用許諾：神奈川県立生命の星・地球博物館)。

ア



イ



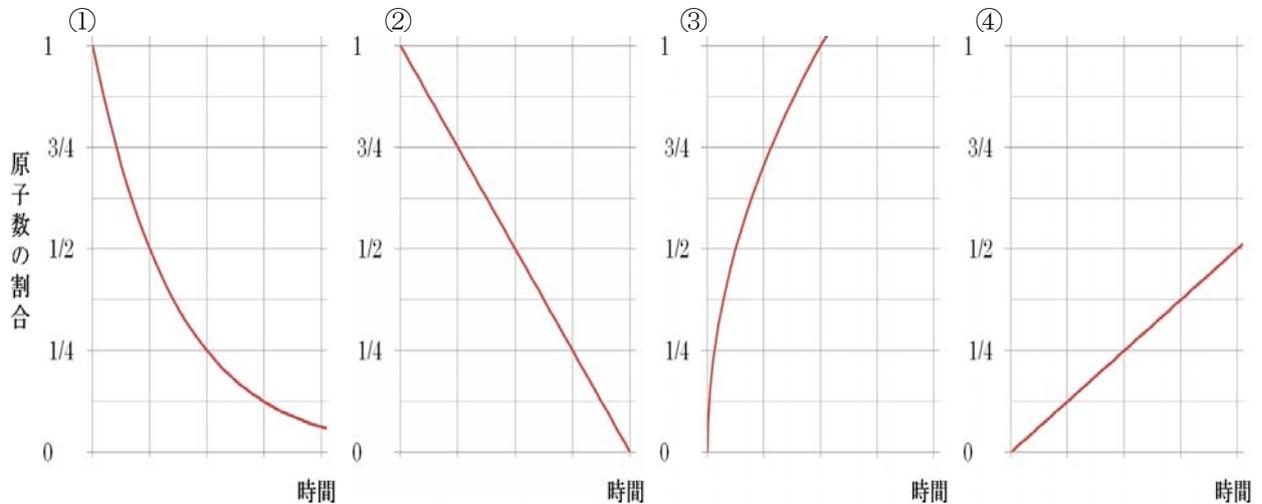
ウ



エ



問4 Eのたい積物から木片が見つかりました。その木片に含まれる $^{14}\text{C}$ （炭素 14）の量を測定したところ、はじめの量の $1/3$ に減少していました。 $^{14}\text{C}$ （炭素 14）の量が増減していく様子を図に表すと下図①～④のいずれがふさわしいですか。また、この関係を利用して求められる木片の年代はア～クのいずれになりますか。それぞれ適切な記号をマークしなさい。ただし $^{14}\text{C}$ （炭素 14）の半減期は5730年、「〇年前」と表現するときの基準は1950年とします。



- ア ～1910年前
- イ 1910年前
- ウ 1910～5730年前
- エ 5730年前
- オ 5730～11460年前
- カ 11460年前
- キ 11460～17190年前
- ク 17190年前

問5 図中の断層Fはどのようにできた断層だと考えられますか。最も適当なものを次の①～④のうちから一つ選び番号をマークしなさい。

- ① 東西の方向に押しつぶすような力が働いてできた正断層
- ② 東西の方向に引っ張るような力が働いてできた正断層
- ③ 東西の方向に押しつぶすような力が働いてできた逆断層
- ④ 東西の方向に引っ張るような力が働いてできた逆断層

問6 AからFを形成された順番に並べるとどのようになりますか。以下の①～⑤のうち正しいと考えられる順に並べたものを選び、記号をマークしなさい。ただし、この地域に地層のしゅう曲や地層の逆転はおきていないことがわかっています。

- ① E→D→C→B→A→F
- ② A→B→C→D→E→F
- ③ B→C→A→D→E→F
- ④ B→C→A→F→D→E
- ⑤ A→B→C→F→D→E

### 第3問

私たちが住む地球と、最近相次いで日本・中国・インドの探査機が向かった月、それぞれの特徴をまとめた下の写真と表を参考に、両者を比較した文章を読んで問いに答えなさい。



	地球	月
平均直径[km]	12800	3470
形状	つぶれた球形（回転楕円体）	ほぼ球
自転周期	1日	約1ヶ月
天体の平均密度	岩石よりも大きい	岩石とほぼ同じ
表面の物質	岩石	岩石
地磁気	全球規模、強い	部分的、ごく弱い

地球と月はどちらも球に近い形だが、地球の方がより偏平につぶれた形である。これは、地球の自転速度が月（ア：①よりも小さく、②と同じで、③よりも大きく）、地球内部が、温度は（イ：①月と比べて高く、②月と同じで、③月と比べて低く）、かたさは（ウ：①同じかたさである、②月よりやわらかい、③月よりかたい）ことを意味する。

この表からは、地球と月の深部が何でできているかも推定できる。表面の物質はそれぞれを形作ったもとの材料のすくなくとも一部だから、これと平均密度に注目すると、（エ：①地球深部には月よりも密度の大きい物質がある、②地球深部も月も同じ密度の物質でできている、③地球深部には月よりも密度の小さい物質がある）ことがわかる。また、a 地震波を用いた観測によれば地球の内部には金属からなる核があり、しかも一部は液体であることがわかっている。つまり、地球では材料物質から密度の大きい金属が分かれて沈み、このとき放出されたエネルギーによって融けていると考えられる。一方、月にはそのような金属核がある証拠に乏しいので、現在の月が形成される以前に、元の材料からあらかじめ金属成分を取り除くような出来事があったに違いない。

表面の地形にも違いがある。b 地球の地殻のうち、密度の大きい玄武岩が分布する領域は高度が低く、おもに海洋底になっていて、表面の半分以上を占めるが、月では、うさぎの模様で知られるような地球からは黒く見え「海」と呼ばれる平坦な領域に限られている。 c クレーター地形は地球上ではほとんど見られないが、月ではずっと多くみられる。月の「海」と「高地」とを比べると、「海」にはクレーターは少ない。

問1 文中の（ア）～（エ）について、当てはまる語句をえらび、番号をマークしなさい。

問2 下線部 a から考えられる現象を以下の①～④から全て選び番号をマークしなさい。

- ① 地球でみられるオーロラは、月でも同じようにみられる
- ② 地球でみられるオーロラは、月ではまったく見られない
- ③ 地球ではほぼどこでも使える方位磁石は月ではまったく使えない
- ④ 地球ではほぼどこでも使える方位磁石は月でも赤道付近なら使える

問3 下線部 b のような玄武岩は地球と月のどちらでも火山活動で作られたと考えられます。地球と月とでその分布の違いがあることと関連があるのはどのようなことがらでしょうか。以下の①～④から選び番号をマークしなさい。

- ① 地球は月より大きいので早く冷えてしまって、マグマが作られたのは短期間で狭い範囲だった。
- ② 地球は月より大きいので現在でも内部が熱く、長期間広範囲にマグマが作られている。
- ③ 月は地球より小さいので早く冷えてしまって、長期間広範囲にマグマが作られている。
- ④ 月は地球より小さいので現在でも内部が熱く、マグマが作られたのは短期間で狭い範囲だった。

問4 下線部 c の理由としてどのようなことが考えられるでしょうか。表や写真に示された違いに注目し、考えられる理由としてふさわしいものを①～⑤から全て選んで番号をマークしなさい。

- ① クレーターを作った隕石の衝突は地球で一番少なく、月の高地では最も多かった。
- ② 月の海ではあとから火山活動でクレーターが埋められたので高地よりその数が少ない。
- ③ 月の海や地球では、次々に衝突した隕石により古いクレーターが消されてしまった。
- ④ 地球では、侵食によってクレーターが消されてしまった。
- ⑤ 月は自転が遅いので、クレーターが重なってできやすかった。

第4問 以下の文章を読んで、次の問いに答えなさい。

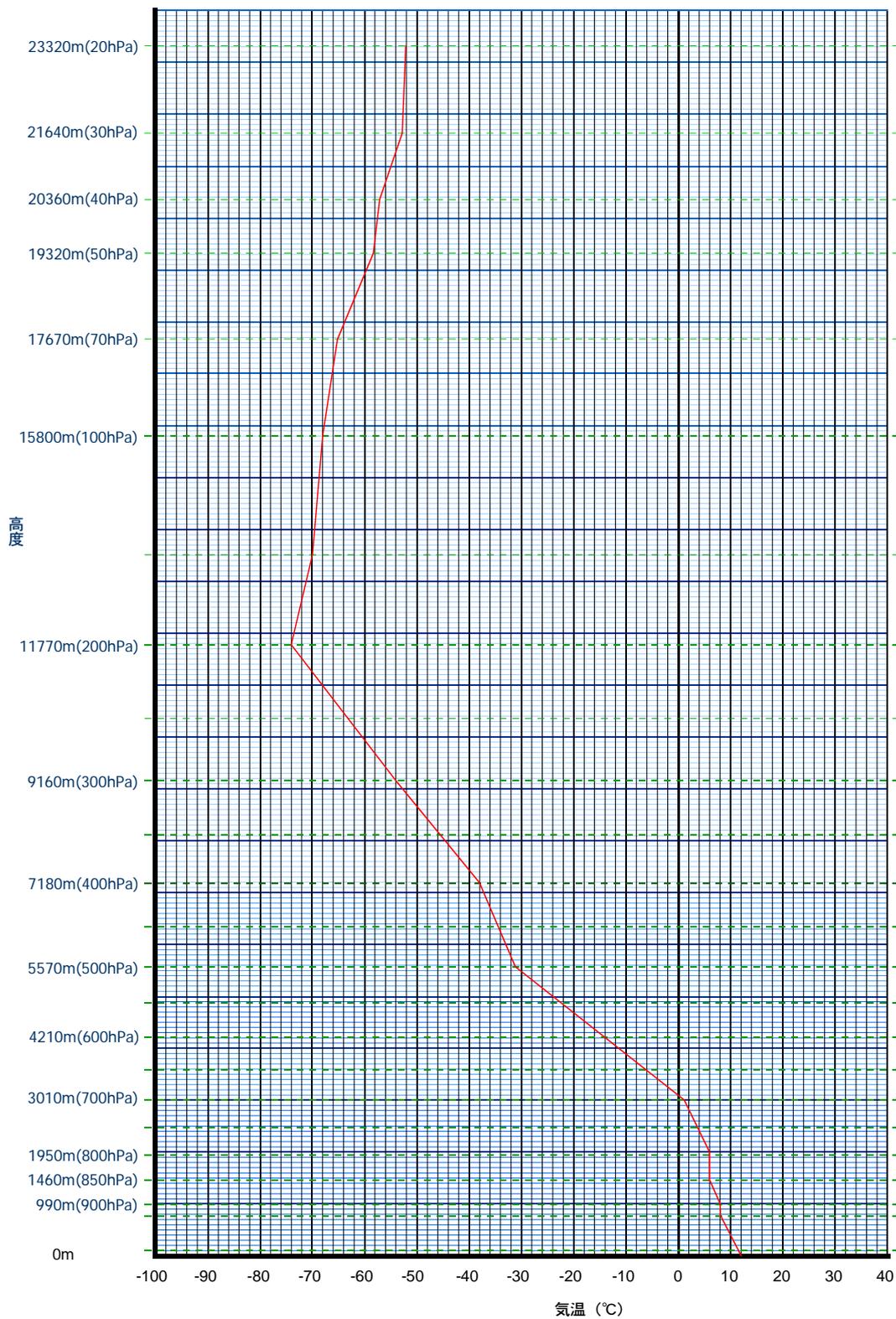


図 4-1

図 4-1 はある地点でのある日の気温の鉛直分布を示したものである。200hPa 面 (11770m) を境に、それより下層では高度とともに気温が下がる傾向があり、これより上層では高度とともに気温が上がっている。このように気温の傾向が変わる高度面を圏界面という。

大気の重さは気温と密接な関係があり、気温の分布がその層の大気の運動を特徴付けている。このため地表から圏界面までは (a) 圏、圏界面から高度 50km までは (b) 圏と呼ばれている。(a) 圏全体では気温の減率(下がり方)は100mにつき約0.65℃とされているが、気象条件によって、その値はさまざまである。図4-1の場合、600hPa面(4210m)から500hPa面(5570m)の間では気温減率が100mにつき(c)℃である。乾燥断熱減率を1.0℃/100m、湿潤断熱減率を0.5℃/100mとすると、600hPa面から500hPa面の気層の安定度は(d)となっている。

(a) 圏では、太陽光線中のおもに(e)線が地表面を暖め、暖まった地表面から(f)線が放射されている。大気中の(i)や水蒸気は地表からの(f)線を吸収する働きがあり、熱エネルギーが地球の外へ逃げるのをさまたげる働きがあるので、これらの気体がない場合よりも大気の下層は高温に保たれている。(b) 圏において上層ほど高温なのは、太陽光線中の(g)線が(h)層に吸収されているからである。

また、大気を構成する気体成分はよく混合されており、高度 80km の (j) 圏上端まで成分比はほぼ一定である。

問 1 a, b, h に当てはまる語句の組合せとして、最も適当なものを次の①～④から一つ選び番号をマークしなさい。

	①	②	③	④
a	対流	成層	対流	成層
b	成層	対流	成層	対流
h	オゾン	オゾン	電離	電離

問 2 e, f, g に当てはまる語句の組合せとして、最も適当なものを次の①～④から一つ選び番号をマークしなさい。

	①	②	③	④
e	赤外	可視光	紫外	可視光
f	可視光	赤外	可視光	紫外
g	紫外	紫外	赤外	赤外

問 3 c, d に当てはまる数値・語句の組合せとして、最も適当なものを次の①～④から一つ選び番号をマークしなさい。

	①	②	③	④
c	0.8	1.3	0.8	1.3
d	条件付不安定	条件付不安定	不安定	不安定

問4 i, j に当てはまる語句の組合せとして、最も適当なものを次の①～④から一つ選び番号をマークしなさい。

	①	②	③	④
i	酸素	二酸化炭素	酸素	二酸化炭素
j	熱	熱	中間	中間

問5 風が山の斜面などにさしかかるなどして、ある大気塊が強制的急激に上昇させられる場合を考える。地上で 10℃の空気塊がこのように上昇させられたところ、高度 1000m で凝結が始まり、その後は上昇とともに凝結が続いた。またこの空気塊の上昇にはある高度までは強制的な力が必要であったが、高度 (k) m に達してからは、そのような強制的な力がなくても空気塊が上昇するようになった。このとき、k に当てはまる値、および、その時の空気塊の温度 (℃) をいずれも整数値で答えなさい。

問6 問5で空気塊が強制的な力がなくても上昇するようになった理由を 30 字程度で述べなさい。

## 第5問

2008年は国連により、地球科学の重要性について国際社会の認識を高めてもらうとの目的で国際惑星地球年(IYPE: International Year of Planet Earth)と宣言され、持続可能な開発にとっての地球の進化と資源の重要性への意識を高めることがうたわれています(国連広報センターウェブサイト <http://www.unic.or.jp/new/pr07-046-J.htm> による)。この目的のため、ユネスコなどが中心となって前後の2007年、2009年を含む3年間に多くの行事が計画されています。国際社会の関心の中心は温暖化現象にあるともいえますが、その理解のためにも、46億年におよぶ地球史の中で、地球環境がどのように変化してきたかを様々な手段で理解することが重要と言えます。このことについて以下の文章を読んで問いに答えなさい。

地球だけでなく、惑星表層環境を理解するうえで大事な条件として、惑星の表面、あるいは、大気の下層へもたらされるエネルギー量が挙げられる。この理解には、太陽からとどくエネルギーと惑星内部からのエネルギーとに大きく分けて考えるとよい。

太陽からの距離に応じて、惑星の表面を照らす太陽光の強さは大きく変わる。たとえば、仮に地球の2倍離れている惑星があったとき、その表面を照らす太陽光量は地球の(ア:①1、② $1/2$ 、③ $1/4$ )倍になる。しかし、惑星にやってくる太陽光の一部は、惑星大気中の雲やa 惑星表面で反射されてしまうので、表層環境へもたらされるエネルギーにならないことがある。このように、反射されてしまう光が入射する光に対してどの程度の割合となるかをb アルベド(反射能)と呼んでいる。

地球内部から供給される熱エネルギーを表すのが地殻熱流量である。これと、地球にもたらされる太陽のエネルギーは、それぞれ $0.1\text{W/m}^2$ 、 $300\text{W/m}^2$ である。このことから、地球表層の温度を決めているのは(イ:①太陽のエネルギー、②地球内部のエネルギー、③太陽と地球内部の両方のエネルギー)であることがわかる。もちろん、地球の夜の側で太陽からのエネルギーが得られないだけでなく、緯度によってもその強さは違うが、地球に存在する大気や海洋は(ウ:①温度の違いを小さくする方向に、②温度の違いとは無関係に、③温度の違いを大きくする方向に)熱を運ぶので、寒暖の差を緩和する役割を果たしている。従って、大気も海洋もない月面では、昼の側と夜の側や緯度による温度差は(エ:①地球よりも大きい、②地球と変わらない、③地球より小さい)。

地球温暖化現象をはじめとした気候変動をよりよく理解するには、過去に遡った長期的な気温の変化を調べる必要がある。南極氷河や海底のたい積物から長期間の温度指標の変化を求めて、c 過去の温度を推定する手法が注目されている。

問1 (ア)~(エ)に当てはまる数値または語句を( )内から選び番号をマークしなさい。

問2 下線部aについて、このような役割を果たす候補として最もふさわしいものを以下の①~④から選び番号をマークしなさい。

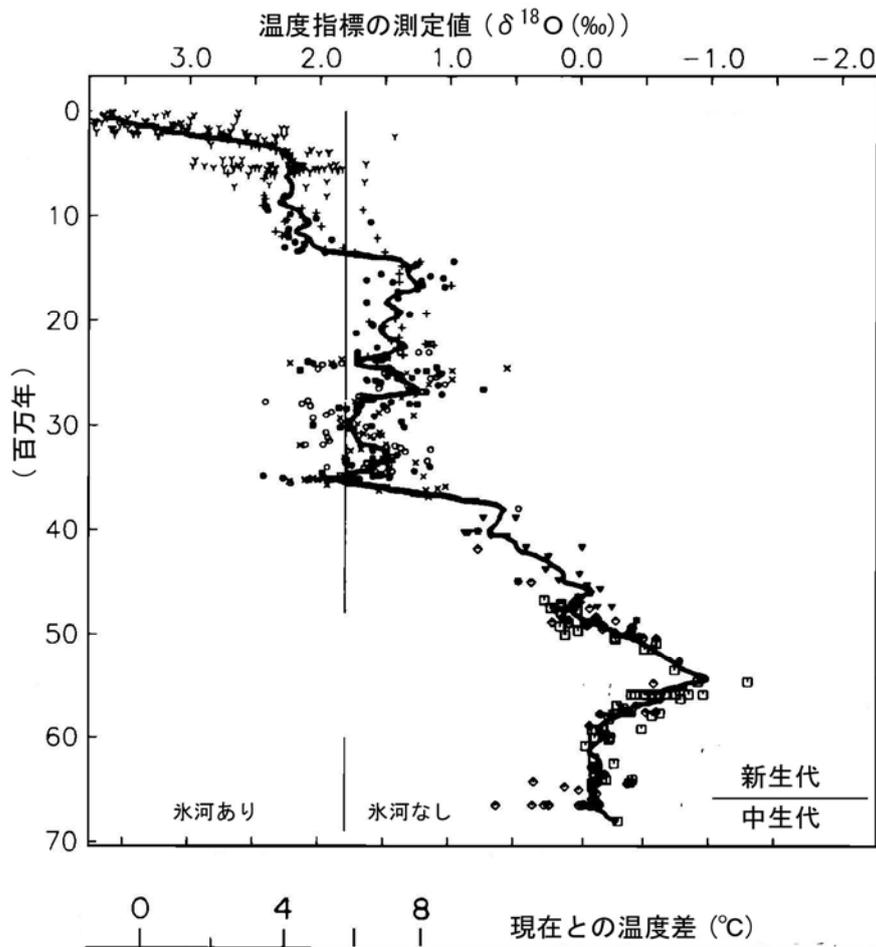
- ① 森林      ② 氷河      ③ 都市      ④ 砂ばく

問3 下線部bについて、地球の距離における太陽光の強さを1として、以下の表の4つの惑星について、惑星表層に入ってくるエネルギー量を計算したとき、その値が最も大きくなる天体はどれになりますか。ア～エの記号で選んで解答用紙にマークしなさい。

	ア：金星	イ：地球	ウ：火星	エ：木星
太陽からの距離	0.7	1.0 (天文単位)	1.5	5.2
アルベド	0.78	0.30	0.16	0.73

問4 下線部cのような温度の指標となるものが酸素の同位体比とよばれるものです。下のグラフは新生代のうち 7000 万年間(※)に  $\delta^{18}\text{O}$  という値がどのように変化してきたかを海底のたい積物から求めた試みです。このグラフからどのようなことが読み取れるでしょうか。以下の語句を用いて40字程度で答えなさい。ただし、 $\delta^{18}\text{O}$  という値を酸素同位体比と表現して良いものとし、現在との温度差が8とは8℃暖かかったことを示します。

語句： 1400 万年前頃、酸素同位体比



(Miller et al., Paleoclimatology, 1987 に加筆)

※ 実施時点では「3000 万年間」という誤植の残った状態でした。採点にてはこの矛盾に影響されたと考える解答について最大限考慮いたします。お詫びして訂正させていただきます(作問委員会)。



一方、現代の観測手段によって、我々の銀河系や系外銀河(天の川銀河の外にある銀河)の中心部の狭い範囲には質量のひじょうに大きな天体が存在することが明らかになって来ましたが、それらは何であると考えられるのでしょうか。①～⑤から選び番号をマークしなさい。解答にあたっては以下の文章を参考にして構いません。

X線や電波、赤外線のような現代の観測手段を用いることで、我々の銀河系や系外銀河の中心部の姿が次第に明らかになってきた。例えば、X線では我々の銀河系の中心付近の狭い範囲で運動する超高温のガスが見つかった。一方ミリ波(電波)の観測では、高速のドップラー偏移を示すガスの運動が系外銀河の中心で見つっている。こういった高速の運動を説明するには、系外銀河や銀河系の中心にひじょうに質量の大きな天体が狭い範囲に存在する必要がある。

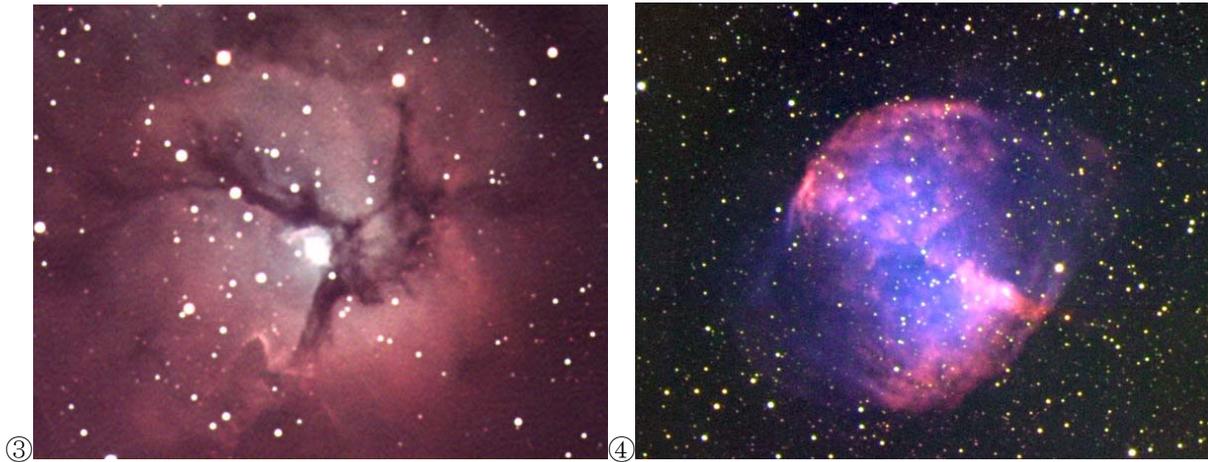
- ① 巨大分子雲                      ② 巨大ブラックホール                      ③ 脈動変光星  
④ 局所銀河群                      ⑤ 暗黒物質(ダークマター)

問4 問3のような中心の天体は、銀河系ではいて座の方向にあります。いて座は黄道星座の一つであり、冬至には太陽は地球から見ていて座の方向にあります。では、いて座が深夜0時に南中するのは何月頃でしょうか。最も適当なものを①～④から選び番号をマークしなさい。

- ①3月                      ②6月                      ③9月                      ④12月

問5 銀河系の円盤部を球状に取り巻くハローの範囲に分布する図の中の(A)○のような天体は、直径100光年ほどの球状の空間に10～100万個の「恒星が密集した集団」であり、ハワイ島のすばる望遠鏡のような世界最大級の観測装置を用いても、個々の星すべてをばらばらに映し出すことはできません。このような星団を何と呼ぶでしょうか。解答欄に記入しなさい。また、その天体の観測画像(可視光観測)は下のいずれでしょうか。①～④から選び番号をマークしなさい。(画像提供:国立天文台)





問6 円盤部の回転軸の延長上から見たときの銀河面の全体の姿を描きなさい。ここではその方向性や向き（例えば腕の伸びる方向）は問わないものとし、作図は現実的な描画ではなく、だ円銀河か、渦巻銀河か、不規則銀河のいずれかであるかがわかるような簡易的な概略図（マンガ絵のような図）にし、また以下の文章を参考にして構いません。

銀河系は数千億個の星の集団で、その構造はおおまかにだ円銀河、渦巻き銀河、不規則銀河などに分類されている。我々の天の川銀河は、太陽系が銀河系の中に位置し、外側から観測することができないことから、かえってその全体像を捉えることが難しい。20世紀の後半になり電波天文学者は中性水素の発する波長 21cm の電波の観測によって銀河系内の大局的な星間ガスの分布を取得した。また銀河系内の恒星のうち、およそ1万光年までのものであれば、そのスペクトル型から分光視差法によって、恒星までの距離を知ることができ、太陽系は「帯状に並ぶ恒星の領域、オリオン—はくちょう腕」の中にあることがわかってきた。これは銀河系全体に広がる「腕」と呼ばれる銀河系の構造の一部であり、名前はその恒星集団の構造が連なる方向の位置する星座名を示している。

問7 図中の(A)の位置で観測されること座 RR 型変光星の周期は1日以下で、絶対等級はどれもおよそ0等級でした。このうちある変光星を観測すると視等級が15等でした。この変光星までの距離は何パーセクでしょうか。解答用紙には計算過程も記して答えなさい。解答にあたっては以下の文章を参考にして構いません。

銀河系内に存在する、太陽系から比較的近傍の他の恒星までの距離はその恒星の「年周視差の大きさ」から三角測量の原理を用いて測定することができる。しかし、この方法も年周視差が0.001"より小さくなる1,000パーセクよりも遠い天体ではその距離の測定には適さない。銀河系の構造の全体を知るためには問6のように、「分光視差」を用いる方法・星間ガスの構造から推察する方法がある。一方、このような大局的な構造を知る方法のほかに、(A)○のような特定の天体の距離を求めて、距離を測る方法があり、ケフェウス座δ型変光星（セファイド）やこと座 RR 型変光星といった明るい標準光源を用いる。

(第6問Aはここまで)

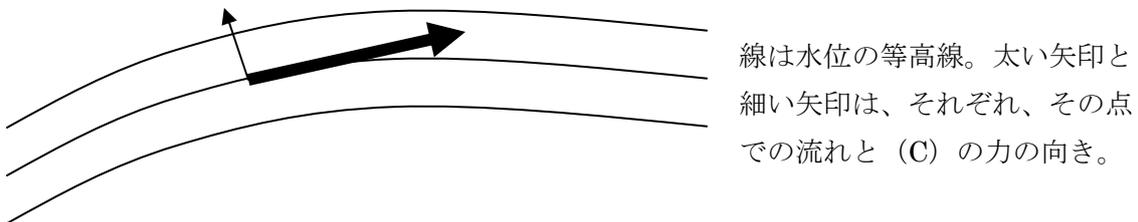
## B

海洋や大気において摩擦が無視できる程度に陸や地表から離れている場所では、海水や大気の流れは地衡流（または地衡風）や傾度流（または傾度風）と呼ばれる流れに近いものとなっています。以下では地衡流および傾度流の基本的な性質について考察します。

問1 以下の文章を読んで問いに答えなさい。

海面の水位に凹凸が生じている時、水位の高いところから低いところに向かう力が海水に働く。これを (A) と呼ぶ。ここで「水位」とは平均海水面（ジオイド）からの高さを指す。また地球の自転のため、海水が流れる場合、北半球では流れを背にして (D) 側に (B) が働く。(A) と (B) が釣り合っており、時間が経っても変化しない大規模な流れは地衡流と呼ばれる。このとき、海水は水位の等高線に沿って水位の高い側を (E) に見て流れることになり、この関係は大気での地衡風の場合と同じである。

また、流れが図のように曲がっている場合には流れに対して直角に (C) が働くが、大気中の高・低気圧や海洋中の円形の流れにおいて (C) が無視できないほど大きい場合には、(A)、(B)、(C) の三つの力が釣り合った流れを考える必要がある。この流れは地衡流ではなく傾度流と呼ばれる。



(1) (A) ~ (C) に当てはまる言葉としてふさわしい組合せを下から選び番号をマークしなさい。

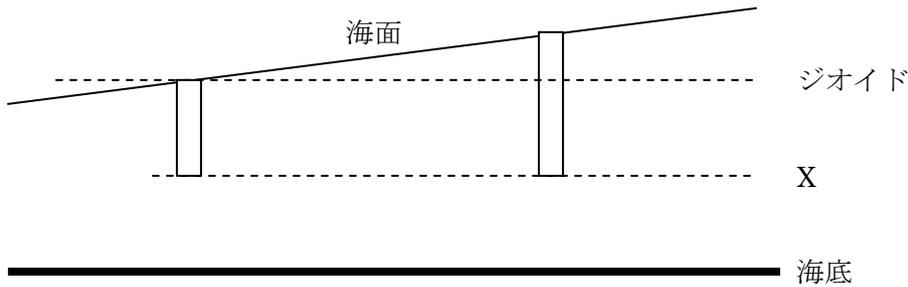
- ① A : 遠心力、 B : 圧力傾度力、 C : 転向力 (コリオリ力)
- ② A : 遠心力、 B : 転向力 (コリオリ力)、 C : 圧力傾度力
- ③ A : 圧力傾度力、 B : 転向力 (コリオリ力)、 C : 遠心力
- ④ A : 圧力傾度力、 B : 遠心力、 C : 転向力 (コリオリ力)

(2) (D)、(E) に当てはまる言葉としてふさわしい組合せを下から選び番号をマークしなさい。

- ① D : 右、 E : 左
- ② D : 左、 E : 右
- ③ D : 左、 E : 左
- ④ D : 右、 E : 右

問2 地衡流の性質について考察します。以下の文章を読んで問いに答えなさい。

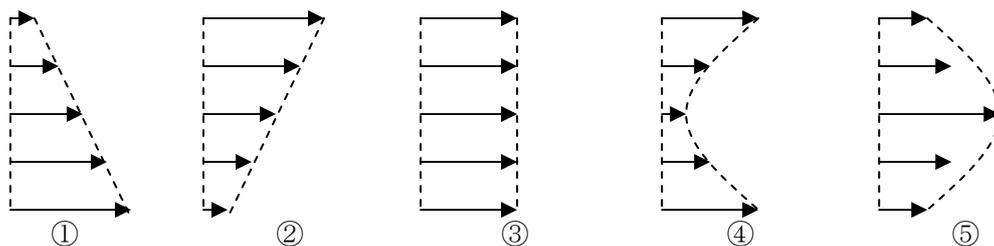
ある深さにおける圧力がその真上にある海水と空気の総量にかかる重力と等しいとする。このとき海面での大気圧が一定で、また、海水の密度がどこでもほとんど変わらないとすれば、(i) ジオイドを基準としたある深さ X における圧力の水平方向の差はその上にある海水の体積の差で決まる。



(1) 下線部(i)からどのようなことが言えるでしょうか。以下の①～③から適切なものを選びなさい。

- ① 深くなるほど水平方向の圧力の差は大きくなる
- ② 深くなるほど水平方向の圧力の差は小さくなる
- ③ 水平方向の圧力の差はどの深さでも同じである

(2) 下線部(i)の条件が成立している場合、地衡流の速さは深さ方向でどうなっているでしょうか。下の図①～⑤から最も適切なものを選びなさい（ただし海底及び海面の近くは含まない）。

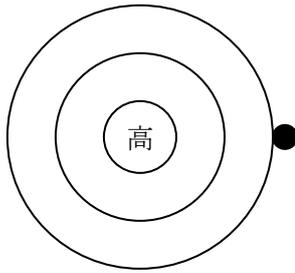


問3 傾度流の性質について考察します。以下の文章を読んで問いに答えなさい。

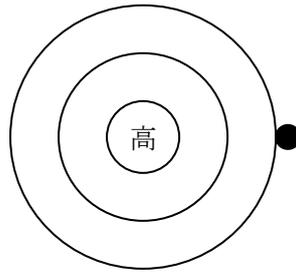
傾度流は圧力傾度力が大きいほど速くなる。遠心力は流速の二乗に比例し、転向力は流速に比例するため、中心で水位（大気の場合は大気圧）が高くなっている時計回りの流れ（これを高気圧性の循環と呼ぶ）がある場合、流れがある程度以上速くなると三つの力の釣り合いが取れなくなって傾度流として成り立たなくなる。大気中で高

気圧の周りの風が低気圧の周りほど強くないのはこのためである。

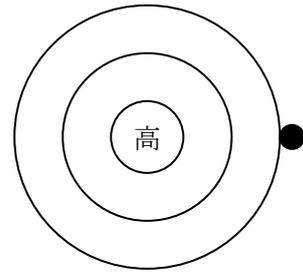
- (1) 海洋中もしくは大気中に高気圧性の循環がある場合、(A)～(C)の三つの力はそれぞれどの方向を向いているか。図の黒丸を起点に方向を矢印で書き込みなさい。なお、図の線は海水面の等高線（または大気中の等圧線）を表します。



(A)



(B)



(C)

- (2) 中心で水位（もしくは大気圧）が低くなっている反時計回りの循環流（低気圧性循環）では傾度流をつくる3つの力の釣り合いが成り立たなくなることはなく、流速が非常に速くなることが可能である。3つの力の向きを考え、また転向力と遠心力の強さの違いに着目しながら、速い流れが実現し得る理由を簡単に述べなさい。

(第6問Bはここまで)

<以下余白>