

地 学

(解答番号 ~)

第1問 さまざまな地学現象は機器を用いて調べられている。測定・観測に関する次の問い(問1～5)に答えよ。(配点 20)

問1 光(電磁波)の強度を波長によって分けたスペクトルにより、天体の物理・化学的な性質を詳しく探ることができる。その観測装置は分光器と呼ばれ、基本的なものとしてはプリズムを用いた分光器がある。次の図1のように、恒星の光をスリットとプリズムを通して、スクリーンにスペクトルとして投影する。端A側から端B側へ投影される順序として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。ただし、プリズムを通るときに、光の波長が短いほど屈折する角度は大きい。

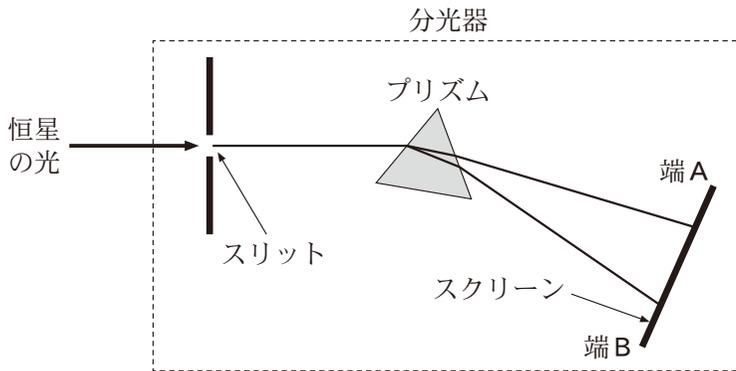
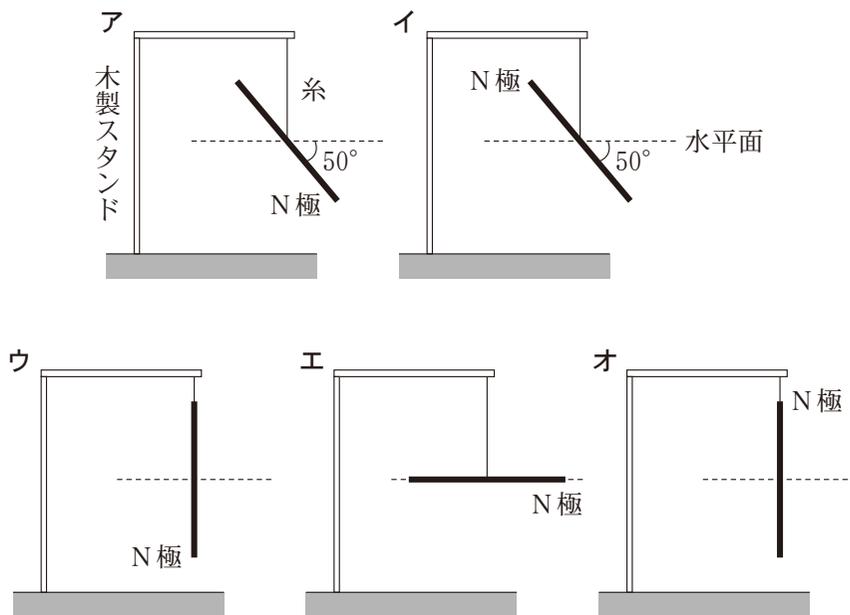


図1 プリズムを用いた分光器の概念図

	端A側	→	端B側
①	可視光線(紫)	→ 可視光線(緑) → 可視光線(赤)	→ 赤外線
②	可視光線(緑)	→ 可視光線(紫) → 可視光線(赤)	→ 赤外線
③	赤外線	→ 可視光線(赤) → 可視光線(緑) → 可視光線(紫)	
④	赤外線	→ 可視光線(赤) → 可視光線(紫) → 可視光線(緑)	

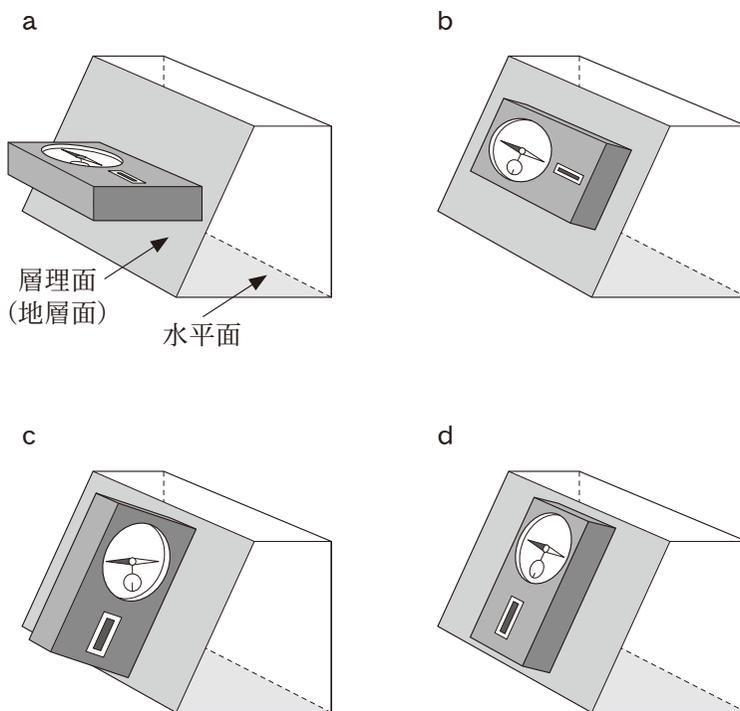
問 2 地磁気の伏角は、磁石の指す向きと水平面のなす角を測定することにより求められる。まず、地磁気の影響が無視できるような実験室の中で、細長い磁石を糸でつるし、水平になった状態に保つ。その後、実験室の外に出し、地磁気の影響を受ける状態にする。この伏角の測定を現在の関東地方と南磁極(地磁気の南極)で行った場合、磁石と水平面のなす角を示した図は、それぞれ次のア～オのうちのどれか。それらの組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 2



	関東地方	南磁極
①	ア	ウ
②	ア	エ
③	ア	オ
④	イ	ウ
⑤	イ	エ
⑥	イ	オ

地 学

問 3 地質調査において層理面(地層面)の走向と傾斜を測定する際には、クリノメーターが用いられる。次のa～dは、測定時のクリノメーターと層理面の位置関係を模式的に示した図である。走向と傾斜を測定する際の、それぞれ正しい位置関係を示した図の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 3



	走 向	傾 斜
①	a	c
②	a	d
③	b	c
④	b	d

問 4 偏光顕微鏡による岩石プレパラート(薄片)の観察は、最先端の分析機器が活躍する現在でも重要な研究手段となっている。たとえば、岩石組織の観察から鉱物の晶出順序を判定し、マグマだまりの冷却に伴う結晶作用の過程を推定できる。

次の図2は、ある斑れい岩の薄片の偏光顕微鏡写真である。写真の3種類の鉱物A~Cの晶出順序として最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。

4

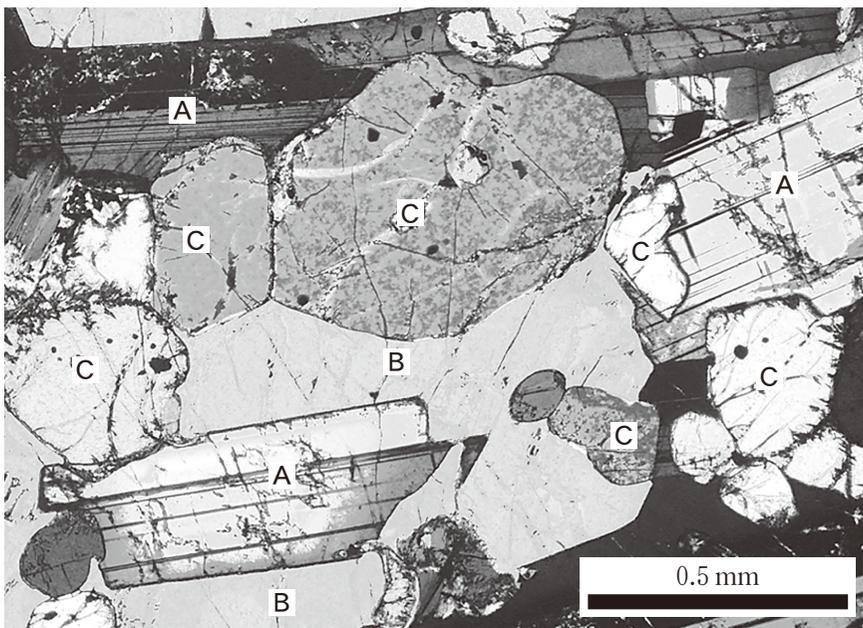


図2 斑れい岩の薄片の偏光顕微鏡写真(直交ニコル)

- ① A → B → C
- ② A → C → B
- ③ B → A → C
- ④ B → C → A
- ⑤ C → A → B
- ⑥ C → B → A

地 学

問 5 日々の大気の鉛直構造は、世界各国の気象機関が同時に飛ばしているラジオゾンデで観測されている。次の図 3 は、気象庁による茨城県館野でのラジオゾンデ観測の様子で、次ページの図 4 はそこで観測された冬と夏のある日の風速の鉛直分布(AもしくはB)と、風速を観測した日の 300 hPa 等圧面の高度分布(CもしくはD)である。夏の風速と等圧面の図の組合せとして最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 5



図 3 ラジオゾンデの気球を飛ばす様子

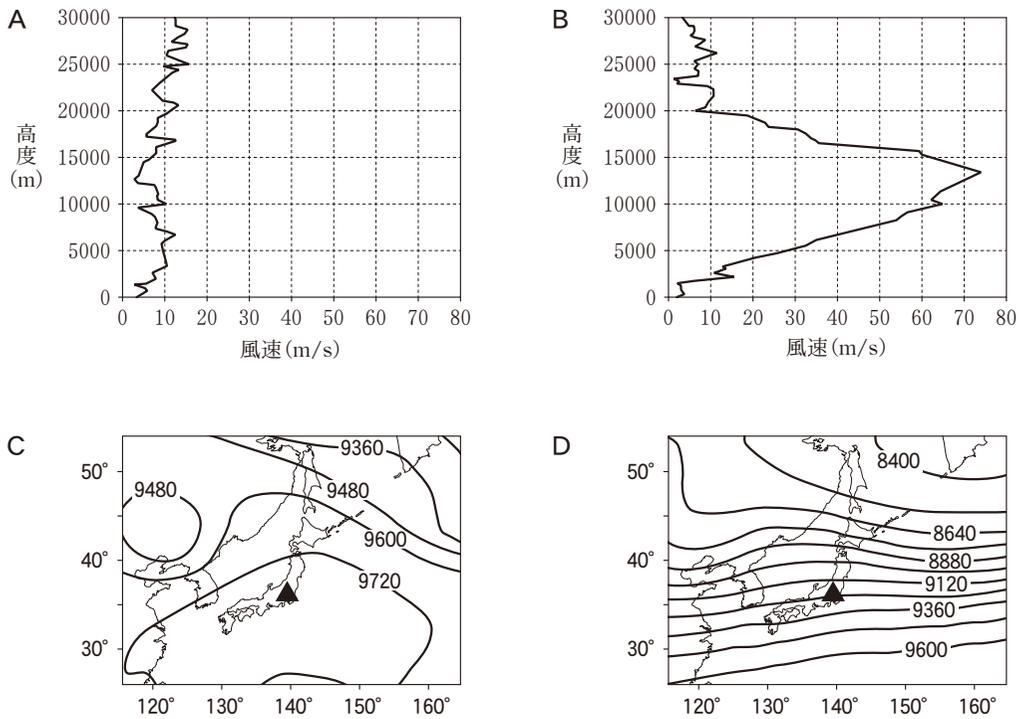


図4 館野で冬と夏のある日に観測された風速の鉛直分布(AもしくはB)と、風速を観測した日の300 hPa等圧面の高度分布(CもしくはD, 単位はm)

C・D内の▲印は館野の位置を示す。

	夏の風速	夏の等圧面
①	A	C
②	A	D
③	B	C
④	B	D

地 学

第 2 問 固体地球に関する次の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 15)

問 1 地磁気はさまざまな時間スケールで変化している。それぞれの変化の原因として考えられる現象について述べた文として、下線部に誤りを含むものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 6

- ① 磁気嵐^{あらし}が発生していないときの、1日ごとの規則的な変化のおもな原因は、地上付近の気温の変化である。
- ② 27日周期の変化のおもな原因は、太陽の自転運動である。
- ③ 11年周期の変化のおもな原因は、黒点数にみられる太陽活動の変化である。
- ④ 数十年~数万年の時間スケールの変化のおもな原因は、地球の外核での対流がつくる電流の変化である。

問 2 うるう秒に関する次の文章中の **ア** ・ **イ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 **7**

太陽暦(グレゴリオ暦)は、天の赤道を一定速度で移動する仮想の太陽を基準としている。仮想の太陽の南中から次の南中までを1日として定めた時刻を、**ア** という。一方で、セシウム原子から出る電波の振動回数をもとに、1秒の長さが1967年に定義され、現在はこの原子時が時刻の基準として使われている。地球の**イ** 周期が一定でないことから、**ア** は厳密な原子時に対してずれを生じる。このずれを補うため、うるう秒が1972年から使用されている。

	ア	イ
①	平均太陽時	公 転
②	平均太陽時	自 転
③	視太陽時	公 転
④	視太陽時	自 転

地 学

問 3 次の図1は、ある深さで発生した地震のP波の伝わり方とその走時曲線である。走時曲線から推定される、この地域のP波の速度(km/秒)と震源の深さ(km)の組合せとして最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。ただし、この地域は平坦で、P波の速度は一定である。また、計算に必要であれば $\sqrt{2} = 1.4$ を用いよ。 8

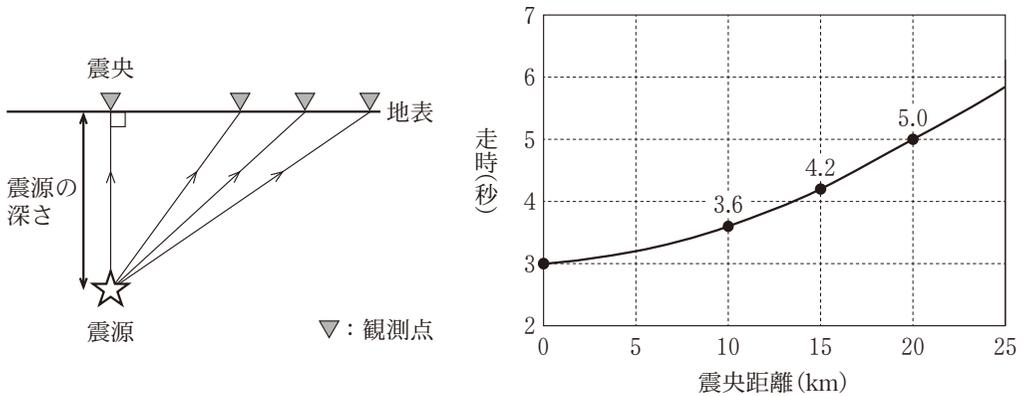


図1 ある深さで発生した地震のP波の伝わり方(左)とその走時曲線(右)

左図は波の伝わり方を模式的に示しており、縦横比は正確ではない。右図中の数字は、それぞれの震央距離でのP波の走時(秒)を表す。

	P波の速度 (km/秒)	震源の深さ (km)
①	4	12
②	5	15
③	7	21
④	10	30

問 4 地震波トモグラフィーで得られたマンツルの様子に関する次の文章中の
 □ウ・□エに入れる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④
 のうちから一つ選べ。 □ 9

次の図2はマンツル最下部(深さ約2800 km)でのP波の地震波速度分布を示している。図中のA付近のマンツルの底には、沈み込んだ海洋プレートの残骸ざんがいがたまっていて、地震波速度は、この深さの地震波速度の平均値よりも□ウ。一方、BやC付近のマンツル内では、□エと呼ばれる大規模な流れが存在すると考えられている。

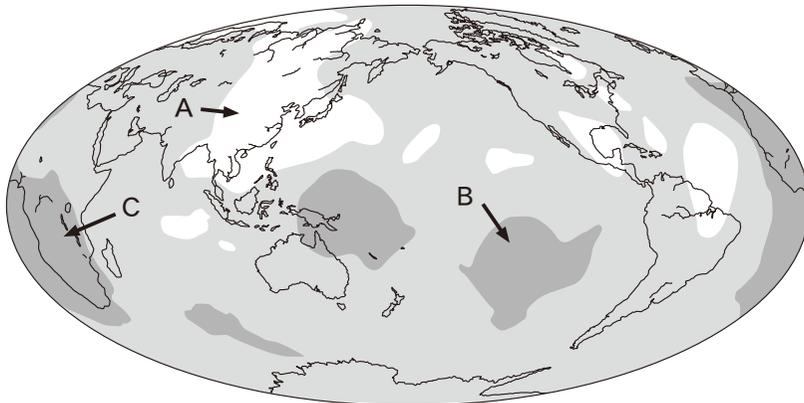


図2 マンツル最下部(深さ約2800 km)でのP波の地震波速度分布
 図中の白色と濃い灰色の領域はそれぞれP波の地震波速度がこの深さの平均値よりも遅い領域、速い領域のどちらかを表す。

	ウ	エ
①	速 い	プルーム
②	速 い	スラブ
③	遅 い	プルーム
④	遅 い	スラブ

地 学

第 3 問 次の問い(A～C)に答えよ。(配点 25)

A 変成作用とマグマに関する次の問い(問1・問2)に答えよ。

問 1 次の文章中の **ア** ～ **ウ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 **10**

変成岩が形成されたときの温度・圧力を推定するのに、鉱物の多形(同質異像)を利用する方法がある。たとえば、 Al_2O_3 に富むケイ酸塩鉱物を主成分とする岩石が変成作用を受けると Al_2SiO_5 の組成をもつ **ア** ・珪線石・ **イ** のいずれかが出現する。このうち、 **ア** は低温高圧型の変成帯に、珪線石は高温低圧型の変成帯に出現する。また、 **イ** は、浅所に貫入した火成岩体の周囲に形成される **ウ** 中に出現することが多い。

	ア	イ	ウ
①	らん晶石	<small>こうちゆうせき</small> 紅柱石	ホルンフェルス
②	らん晶石	紅柱石	<small>だいらせき</small> 大理石
③	らん晶石	かんらん石	ホルンフェルス
④	ひすい輝石	紅柱石	大理石
⑤	ひすい輝石	かんらん石	ホルンフェルス
⑥	ひすい輝石	かんらん石	大理石

問 2 地学部所属の高校生 S さんはマグマに興味をもち、顧問の T 先生に質問した。次の会話文中の **エ**・**オ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 **11**

S さん：授業でマントル上部や地殻下部でマグマが発生することはわかったのですが、なぜそのマグマが上昇してくるのがわかりません。

T 先生：地下深部ではマグマの密度が周囲の岩石の密度より小さいので、浮力で上昇します。マグマが地殻浅部まで上昇し、周囲の岩石と密度がほぼ同じになると上昇は止まり、地下約 10 km で **エ** をつくります。

S さん：わかりました。ところで、マグマは高温なのですよね？ 周囲の岩石はマグマの熱でとけないのですか？

T 先生：大陸や島弧の地殻を構成する岩石の多くは、高温の玄武岩質マグマと接すると部分的にとけることがあり、このときに起こるおもな作用を **オ** といいます。

	エ	オ
①	溶岩ドーム	結晶分化作用
②	溶岩ドーム	同化作用
③	マグマだまり	結晶分化作用
④	マグマだまり	同化作用

地 学

B 次の文章を読み、地質図に関する後の問い(問3～5)に答えよ。

次の図1は、ある地域の地質図である。この地域に分布する地層A～Dの走向・傾斜は同じで一定である。また、地層BとCの厚さもそれぞれ一定である。地層Dの泥岩層からは**れき**の化石が産出し、地層Eの礫岩層の最下部に、300万年前の放射性年代(数値年代)を示す凝灰岩層が挟まれる。また、この地域には、断層Fと火成岩の岩脈Gが認められるが、地層の逆転や褶曲しゅうきよくはない。

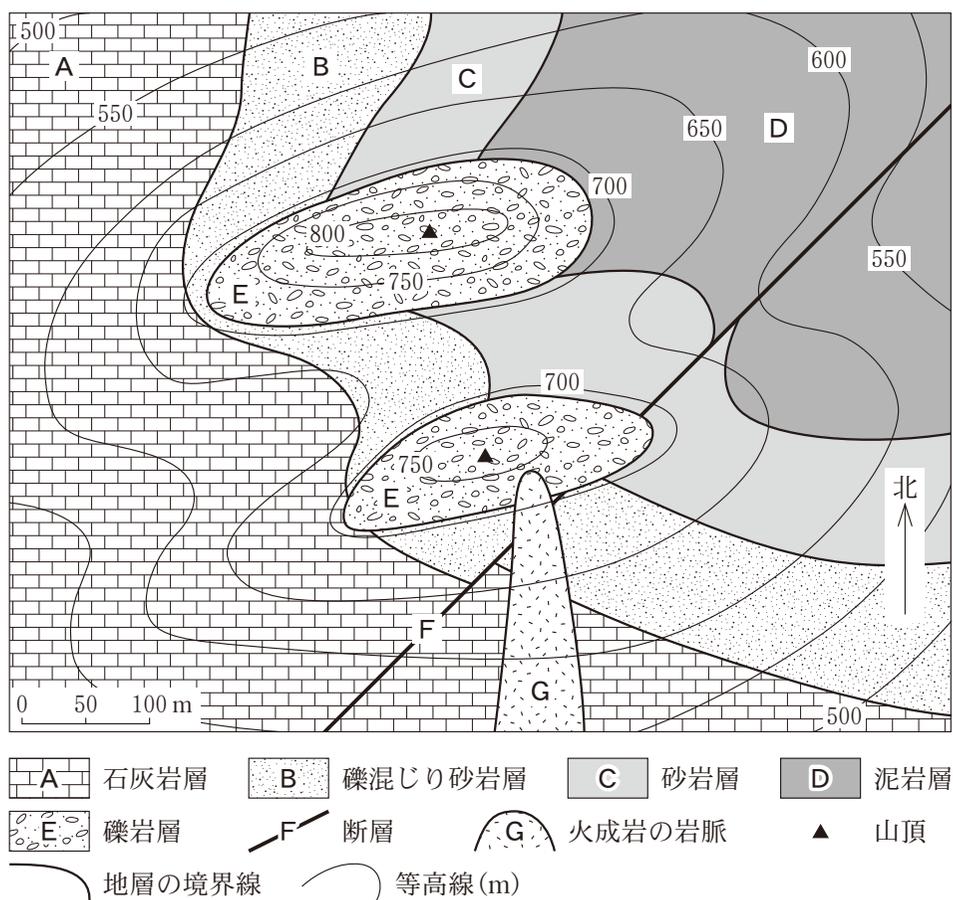


図1 ある地域の地質図

問 3 前ページの図 1 の地層 A ~ D の走向, 断層 F の断層面の傾斜, および断層 F の活動時期の組合せとして最も適当なものを, 次の①~⑧のうちから一つ選べ。 12

	地層の走向	断層面の傾斜	断層の活動時期
①	N 40° E	90°	新第三紀
②	N 40° E	90°	第四紀
③	N 40° E	60°	新第三紀
④	N 40° E	60°	第四紀
⑤	N 40° W	90°	新第三紀
⑥	N 40° W	90°	第四紀
⑦	N 40° W	60°	新第三紀
⑧	N 40° W	60°	第四紀

問 4 前ページの図 1 の地質図から読み取れる, この地域で起こった地質現象のうち, 地層 B と D の堆積, 断層 F の活動, 岩脈 G の貫入の順序として最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。 13

	古い	→	新しい
①	地層 B	→	地層 D → 断層 F → 岩脈 G
②	地層 B	→	地層 D → 岩脈 G → 断層 F
③	地層 D	→	地層 B → 断層 F → 岩脈 G
④	地層 D	→	地層 B → 岩脈 G → 断層 F

地 学

問 5 192 ページの図 1 に示されている地層 E の礫岩層の最下部に挟まれる凝灰岩層には、300 万年前の放射性年代(数値年代)を得るのに用いられた鉱物のほかに、火山ガラス、石英、斜長石が含まれている。放射性年代測定に用いられた鉱物と年代測定法の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 14

	鉱 物	年代測定法
①	かんらん石	U, Th-Pb 法 (ウラン, トリウム - 鉛法)
②	かんらん石	K-Ar 法 (カリウム - アルゴン法)
③	かんらん石	^{14}C 法 (炭素 14 法)
④	<small>くろらんも</small> 黒雲母	U, Th-Pb 法 (ウラン, トリウム - 鉛法)
⑤	黒雲母	K-Ar 法 (カリウム - アルゴン法)
⑥	黒雲母	^{14}C 法 (炭素 14 法)

地 学

- C 地球の生命と環境変動に関する次の文章を読み、後の問い(問6・問7)に答えよ。

地球の誕生以来、(a)地球環境の変化は生命に影響を与えてきた。気候は、温暖化と寒冷化をくり返し、特に第四紀には、(b)氷期と間氷期が周期的に訪れたことが知られている。

- 問6 上の文章中の下線部(a)に関連して、生命や地球環境について述べた文として、選択肢の下線部に誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

15

- ① 地球上に最初に出現した生物は、酸素が少ない環境で生息する嫌気性の生物であった。
- ② 原生代末期の全球が凍結したと考えられている寒冷化の後に、気候が温暖化し、新しいタイプの生物群が登場した。
- ③ 石炭紀後半からペルム紀前半にかけては、大気中の二酸化炭素濃度が低く、温暖な気候下で超大陸の氷床が消失した。
- ④ 南極大陸の周囲を回る海流(南極周極流)が形成されたため、古第三紀の後期に、南極大陸は寒冷化した。

問 7 前ページの文章中の下線部(b)に関連して、第四紀の気候変動について述べた次の文 a・b の正誤の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 16

a 最近の約 70 万年間は、氷期・間氷期のくり返しが約 1 万年の周期で起こっている。

b 氷床の氷や地層中の有孔虫の殻^{から}の酸素同位体比の変化から、過去の氷床量や気温・水温の変化を推定することができる。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

地 学

第 4 問 次の問い(A・B)に答えよ。(配点 21)

A 気象に関する次の問い(問1～3)に答えよ。

問 1 高校生のメテオさんは、ゴールデンウィークに新幹線に乗って旅行した。

出発時にアメダスの観測データを見たところ、出発地の風向は南南西、気温は20℃で、到着地では北北西、14℃だった。次の図1は出発時の地上天気図であり、地点A～Fは新幹線の駅を示す。メテオさんの出発地と到着地として最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 17

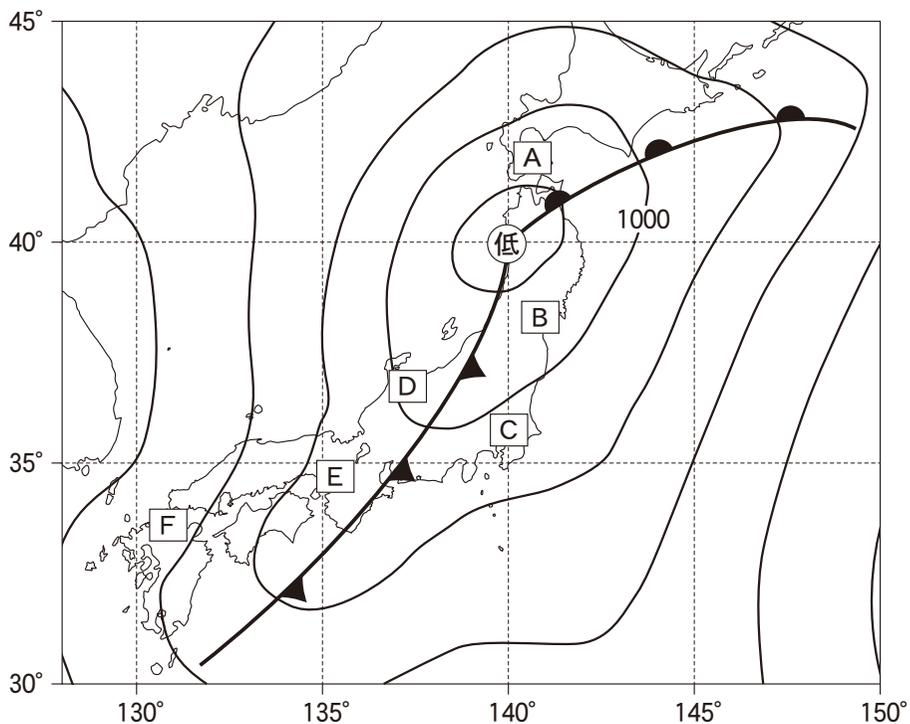


図1 出発時の地上天気図

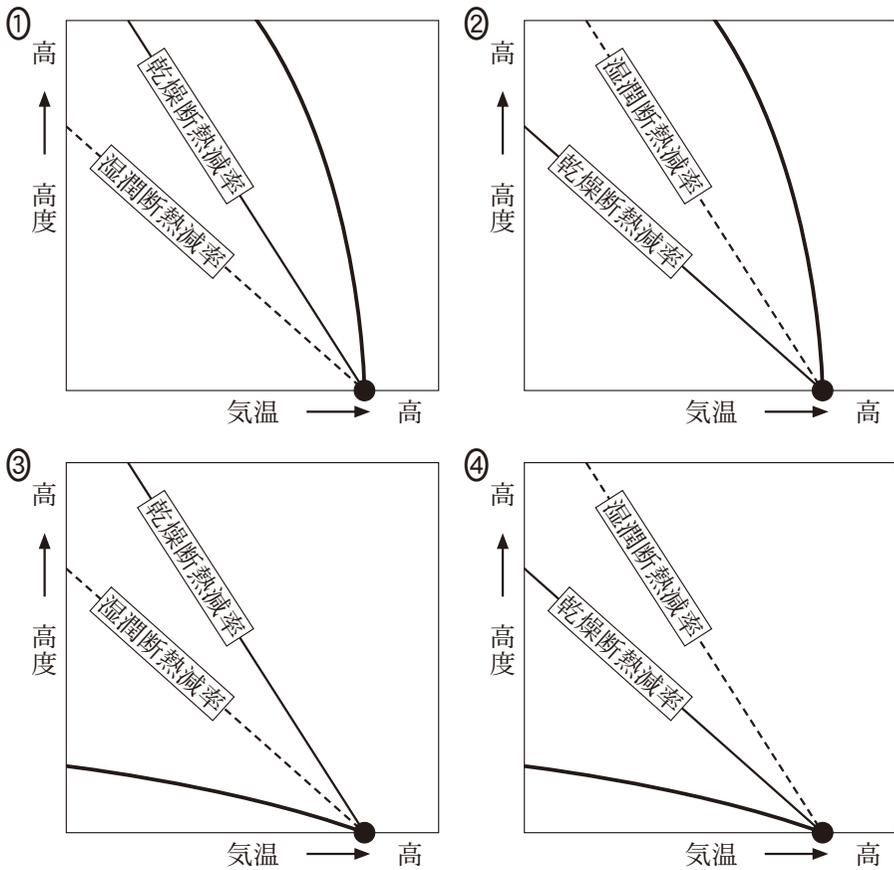
等圧線の間隔は4 hPa。

	出発地	到着地
①	A	B
②	B	A
③	C	D
④	D	C
⑤	E	F
⑥	F	E

地 学

問 2 メテオさんは宿泊先のホテルのテレビで、翌日の天気予報をチェックした。気象予報士が「大気が安定で晴れ」と話しているのを聞いて、大気の気温減率と安定性の関係を思い出した。今、地表の空気塊を断熱的に上昇させる場合に、絶対安定となる周囲の大気の気温減率と、乾燥断熱減率・湿潤断熱減率の関係を表す模式図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

18



●：地表の空気塊，太い実線：周囲の大気の気温減率，
 細い実線：乾燥断熱減率，破線：湿潤断熱減率

問 3 ゴールデンウィークの旅行から帰ったメテオさんは、新たな旅行の計画を始めた。ある候補地について調べたところ、今の気温は 20℃、相対湿度は 50% であり、夏と冬の平均気温はそれぞれ 30℃ と 10℃ であった。夏と冬の水蒸気量が今と変わらない場合、平均気温に対する相対湿度はそれぞれ約何%になるか。次の表 1 を参照し、夏と冬の相対湿度の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 19

表 1 気温と飽和水蒸気量の関係

気温(℃)	飽和水蒸気量(g/m ³)
10	9.4
20	17.3
30	30.4

	夏の相対湿度(%)	冬の相対湿度(%)
①	15	60
②	15	90
③	30	60
④	30	90

地 学

B 海洋に関する次の文章を読み、後の問い(問4～6)に答えよ。

関東地方に住む高校生のカイさんは、春休みにフェリーを乗り継ぎながら友人が住む韓国まで旅行した。次の図2はフェリーの航路と海流を示したものである。乗船中、カイさんはフェリーから(a)黒潮、(b)瀬戸内海、(c)対馬海流と、さまざまな特徴をもった海流と海域を見ることができた。

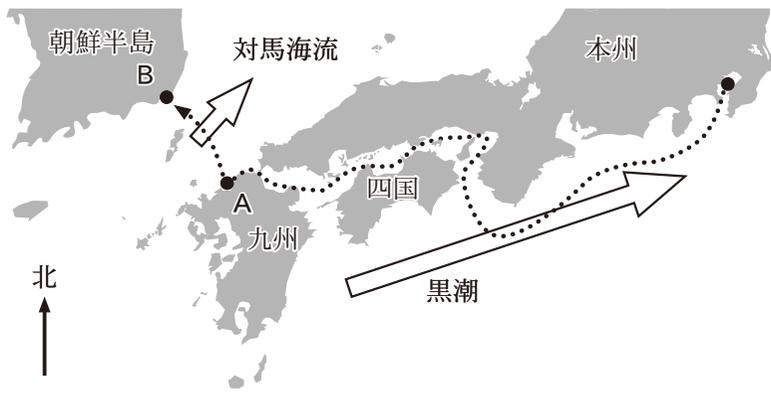


図2 フェリーの航路(点線)と海流(白矢印)

問4 上の文章中の下線部(a)に関連して、カイさんは、フェリーの現在位置を示すモニターを見て、フェリーが黒潮の流れる海域に入ったことを知った。黒潮に関して述べた次の文a・bの正誤の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

20

- a 黒潮は栄養塩類が豊富で、透明度が低く緑色に見える。
- b 西岸強化が生じることで、北太平洋の亜熱帯循環(亜熱帯環流)のなかでも黒潮は特に流れが強い。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

地 学

- 問 5 202 ページの文章中の下線部(b)に関連して、次の文章中の **ア**・**イ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 **21**

瀬戸内海で、カイさんはフェリーから数多くの島と海峡を見た。小舟しかなかった昔は、なる と鳴門海峡やくるしま来島海峡、はやとも早鞆の瀬戸などは海の難所であった。狭い海峡では **ア** が強くなり、強い渦を伴うことも多いためである。

また、瀬戸内海の沿岸近くを台風が通過すると、 **イ** の低下による海面の上昇や、強い風による海水の吹き寄せにより、高潮が発生することがあり、沿岸で浸水の被害がくり返し生じている。

	ア	イ
①	起潮力	気 温
②	起潮力	気 圧
③	潮 流	気 温
④	潮 流	気 圧

問 6 202 ページの文章中の下線部(c)に関連して、次の文章中の **ウ**・**エ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 **22**

九州(図2の地点A)から朝鮮半島(図2の地点B)へ移動するフェリーの航路は、北東向きに流れる対馬海流を横切る。対馬海流は地衡流ちこうりゅうとみなせるので、流れにはたらく **ウ** 向きのコリオリの力(転向力)と、それと反対向きにはたらく圧力傾度力がつり合う。このとき、地点Aの海水面の高さは地点Bにくらべて **エ** なる。

	ウ	エ
①	南 東	高 く
②	南 東	低 く
③	北 西	高 く
④	北 西	低 く

地 学

第 5 問 宇宙に関する次の問い(A・B)に答えよ。(配点 19)

A 次の図 1 は、赤外線天文衛星「あかり」の波長 $9\mu\text{m}$ 赤外線カメラによって観測された、いて座方向に存在する三裂星雲 M 20 の赤外画像である。M 20 は活発な星形成と濃い星間物質を伴うことが知られている。これに関する後の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

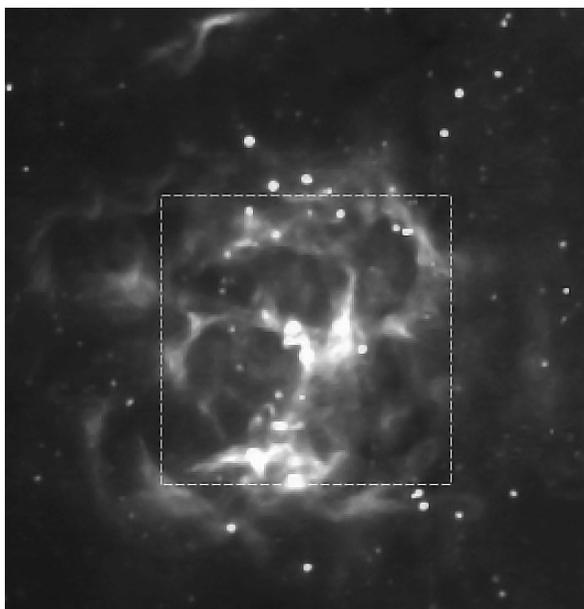


図 1 三裂星雲 M 20 の赤外画像(赤外線波長 $9\mu\text{m}$)
赤外線の放射が強い部分を白色で、弱い部分を黒色で示す。

問 1 前ページの図 1 の赤外画像に写っている星の多くは原始星である。原始星が進化していく段階を、可視光線で観測するとどのように写るか。次の文 a・b の正誤の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 23

- a 進化の初期段階で、厚い星間物質がまわりを取り巻いている原始星は、可視光線では写らない。
- b 進化が進むと、原始星を取り巻いていた星間物質が薄く円盤状になり、多くは可視光線でも写るようになる。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問 2 次の文章中の ア ・ イ に入れる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 24

前ページの図 1 の赤外画像の破線枠内で放射状に広がって白く写る部分は、M 20 に存在する濃い分子雲である。分子雲の背後の星雲や星からの光は散乱・吸収されるため、この分子雲は可視光線では ア として観測される。分子雲中の星間物質が収縮すると内部の温度が イ，原始星が生まれる。原始星が生まれているのは、このように赤外線放射の強い領域である。

	ア	イ
①	散光星雲	上がり
②	散光星雲	下がり
③	暗黒星雲	上がり
④	暗黒星雲	下がり

地 学

問 3 206 ページの図 1 で用いた赤外線(波長 $9\ \mu\text{m}$)で放射エネルギー強度が最大になる天体の表面温度として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、この天体からの放射ではウィーンの変位則が成り立つとする。なお、太陽と同程度の表面温度をもつ天体は、可視光線の波長約 $0.5\ \mu\text{m}$ で放射エネルギー強度が最大となる。

25

- ① 約 100 K ② 約 300 K ③ 約 1000 K ④ 約 3000 K

地 学

B 連星と系外惑星に関する次の文章を読み、後の問い(問4・問5)に答えよ。

恒星Xと天体Y(恒星や惑星など)が共通重心のまわりを互いに公転している場合、公転運動に伴う暗線の波長の変化や、一方が他方を隠すことで生じる見かけの明るさの変化(食)が生じる。これらの現象を観測することで、(a)連星をなす恒星の性質を調べることや、(b)太陽系外惑星を探索することができる。次の図2は、恒星Xと天体Yの公転に伴う位置関係の変化を示したものである。ただし、恒星Xと天体Yの公転面上に観測者がいるとし、観測者から見て共通重心は静止しているとする。

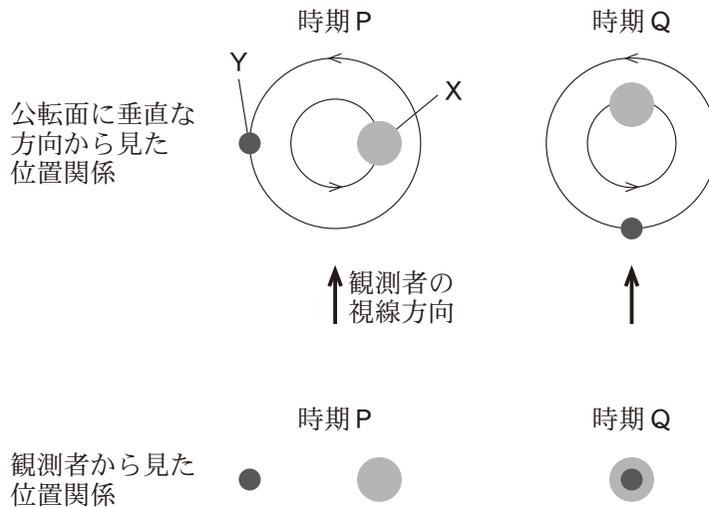


図2 恒星Xと天体Yの公転に伴う位置関係の変化の模式図

公転方向は図上で反時計回りである。

問 4 前ページの文章中の下線部(a)に関連して、次の文章中の **ウ** ~ **オ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 **26**

天体Yが恒星である場合を考える。前ページの図2の時期Pに分光観測すると、恒星Xの示す暗線の波長は、本来の波長よりも **ウ** ほうに、恒星Yの暗線の波長は **エ** ほうに変化する。このように、観測者に対して相対的に運動している物体からの光の波長が変化する現象は **オ** と呼ばれる。

	ウ	エ	オ
①	長 い	短 い	年周視差
②	長 い	短 い	ドップラー効果
③	短 い	長 い	年周視差
④	短 い	長 い	ドップラー効果

地 学

- 問 5 210 ページの文章中の下線部(b)に関連して、次の文章中の **カ**・**キ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 **27**

天体 Y が次のいずれかの惑星である場合を考える。

A : 質量と半径が木星と同じ惑星である場合

B : 質量と半径が地球と同じ惑星である場合

このとき、210 ページの図 2 の恒星 X の観測値の変化量の大小は、それぞれ以下ようになる。

時期 P における暗線の波長の変化量：A のほうが B よりも **カ**

時期 Q における見かけの明るさの変化量：A のほうが B よりも **キ**

ただし、恒星 X は太陽程度の質量をもつ主系列星である。また、恒星 X のまわりを公転する惑星は一つであり、恒星 X と惑星(天体 Y)の平均距離は 1 天文単位とする。

	カ	キ
①	小さい	小さい
②	小さい	大きい
③	大きい	小さい
④	大きい	大きい