

第1問 固体地球に関する次の問い(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 地球内部の熱とプレートに関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

誕生時に高温であった地球内部では、金属成分と岩石成分とが **ア** の差によって分離し、**イ** とマントルが形成された。現在も地球内部は高温に保たれていて、地球内部から地表へ熱が運ばれている。この地表へ運ばれる熱は、プレート運動の原動力の一つとなっている。海嶺直下では高温のマントル物質が上昇し、プレートが生まれる。その後、プレートは両側に移動して、海溝で地球内部へ沈み込む。地球内部から地表へ運ばれる平均的な熱量は、地球表面が太陽から受け取る平均的な熱量と比べて **ウ** 。

問1 上の文章中の **ア** ～ **ウ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **1**

	ア	イ	ウ
①	圧力	地殻	大きい
②	圧力	地殻	小さい
③	圧力	核	大きい
④	圧力	核	小さい
⑤	密度	地殻	大きい
⑥	密度	地殻	小さい
⑦	密度	核	大きい
⑧	密度	核	小さい

金属成分と岩石成分が分離する理由⇒重いか軽いか。で、密度とあたりをつける。

金属成分で出来ているものといえば「核」。一番重いので一番中心にある。

地球は内部からの熱があるが、内部からの熱よりも太陽から受ける熱の方が大きい。(地球内部熱<太陽から受ける熱)

以上3つから答えは8.

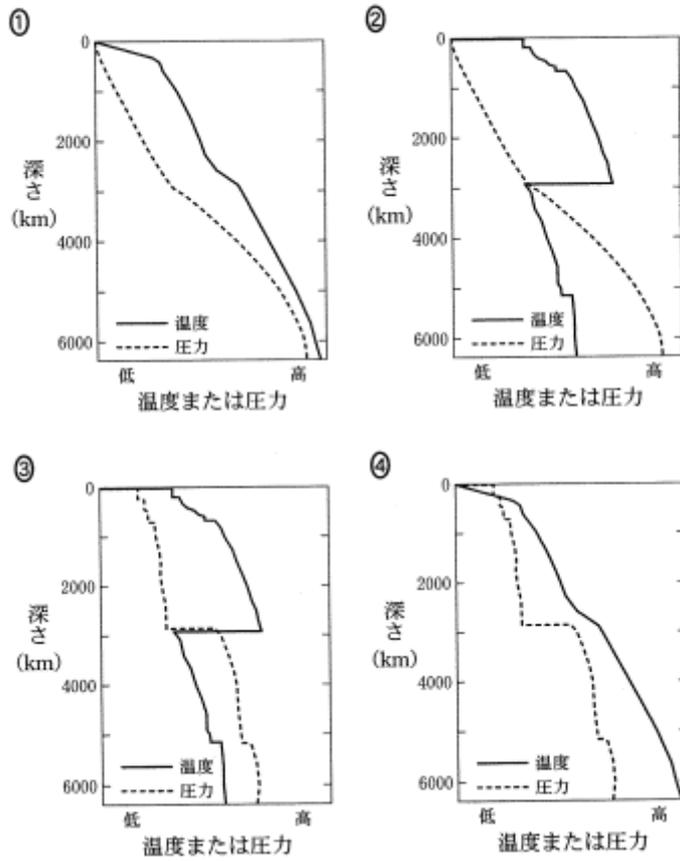
問 2 前ページの文章中の下線部に関連して、プレートについて述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① アセノスフェアを伝わる地震波の速さは、プレートを伝わる地震波の速さより速い。
- ② プレート運動の速さは、GPS(人工衛星による汎地球測位システム)を用いた観測で初めて推定された。
- ③ 海洋プレートは、海嶺から離れるにつれて厚くなる。
- ④ 大陸プレートは、時間とともに冷却が進み密度が大きくなるため、地球内部に降下する。

プレートについて：海洋プレートは海嶺で生じて海溝で沈み込む。移動している間に冷えて厚く重くなって海溝に沈み込む。よって3が○。一方大陸プレートは沈み込まないから、古い岩石がある。4は×。プレート運動の速さはGPSが登場する前から溶岩などの研究によって割り出されていた。2も×。

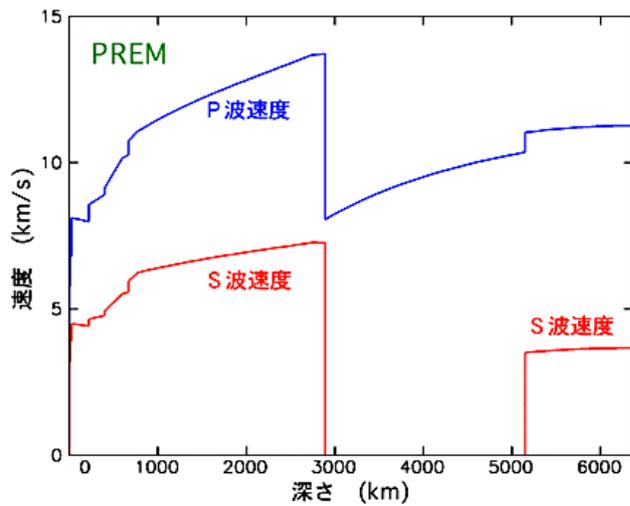
アセノスフェア (asthenosphere) とは、地球のマントルを力学的性質で分類したうち、リソスフェア (プレート) とメソスフェアの間の部分。上部マントル中に位置し、深度 100km～300km の間にある。地震波の低速度域であり、物質が部分熔融し、流動性を有している。低速度域のみがアセノスフェアとされるが、場合によっては下限を 660km の面と考える説もある。よって1も×。

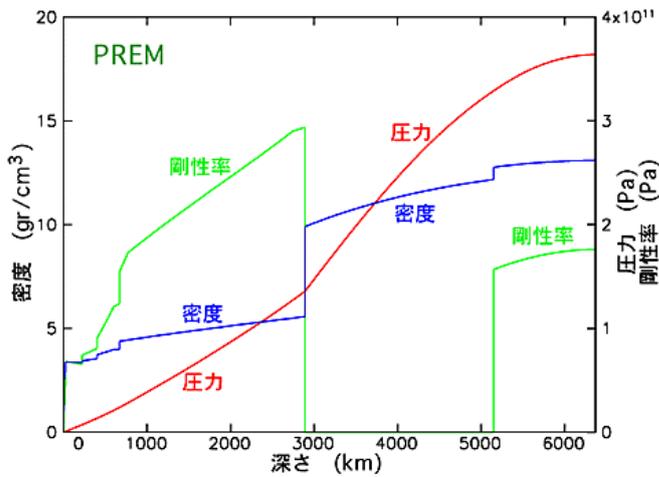
問 3 地球内部の温度・圧力は、岩石を高温高压の状態にした実験の結果や地球内部を伝わる地震波速度などから推定されている。このようにして推定された地球内部の温度・圧力と深さとの関係を示す模式図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3



圧力は中心に向かってだんだん大きくなる⇒1または2.

マントルとコアではコアの方が金属が溶けているのだから熱いはず。よって答えは1.





問 4 地球内部の熱について述べた次の文 a ~ c の正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 4

- a マントルには、ブルームと呼ばれる大規模な熱い上昇流がある。
- b 地球内部の熱源は、地球誕生時にたくわえられた熱と、放射性元素の崩壊により発生する熱である。
- c 地球では多くの火山が活動しているが、このような火山活動は地球以外ではみつかっていない。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

ブルームはマントルとコアの境界から上昇してくる流れであるから a は○。
地球内部の熱源は放射性元素の崩壊によるものと地球誕生時に蓄えられたものであるから b は○。

木星の衛星に火山活動が認められているから c は×。

よって答えは 2。

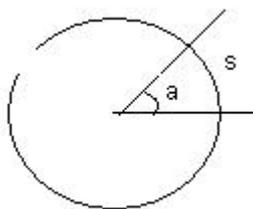
B 地球の大きさと重力に関する次の問い(問 5・問 6)に答えよ。

問 5 次の文章中の **工** ~ **カ** に入れる語句と数式の組合せとして最も
適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **5**

日本国内の観測点を利用し、地球は球形であると近似して、地球の大きさを求めることを考える。ある 2 地点で同日に太陽が真南に来たときの太陽高度を測定したとする。太陽は **工** ので、2 地点に到達する太陽光線は平行になる。したがって、同じ **オ** 上にある 2 地点の太陽高度の差は、その 2 地点間の角距離(中心角)となる。角距離 a (度)と距離 s がわかると、地球の周りの長さが **カ** となるので、これを円周率で割ることにより地球の直径が求まる。

文脈から言うと、太陽光線が平行になる理由を聞かれているのだから、「地球からはるかに離れている」が来るはず。

太陽の南中高度の差は緯度の違い。この文脈で行くと同じ〇〇の上にある 2 点で、緯度が違うわけだから同じものは「経度」。



ここで同じ経線上の 2 点間の距離 s は、間の角度が a であることより、円周の $a/360$ となる。よって地球の周りの長さは $360s/a$ 。

ゆえに答えは 4。

	エ	オ	カ
①	地球からはるかに離れている	緯度	$\frac{as}{360}$
②	地球からはるかに離れている	緯度	$\frac{360s}{a}$
③	地球からはるかに離れている	経度	$\frac{as}{360}$
④	地球からはるかに離れている	経度	$\frac{360s}{a}$
⑤	地球よりはるかに大きい	緯度	$\frac{as}{360}$
⑥	地球よりはるかに大きい	緯度	$\frac{360s}{a}$
⑦	地球よりはるかに大きい	経度	$\frac{as}{360}$
⑧	地球よりはるかに大きい	経度	$\frac{360s}{a}$

問 6 地球の大きさと重力について述べた文として誤っているものを、次の①～

④のうちから一つ選べ。 6

- ① 実際の地球は回^{だえん}転楕円体に近い形をしており、その赤道半径は極半径より短い。
- ② 北極での重力は引力に等しい。
- ③ おもりをぶらさげた糸が静止したときに示す方向は重力の方向である。
- ④ 海洋地殻の厚さは地球の半径の 0.5 % 以下である。

地球は極を結んだ線を軸として自転しているので、赤道方向に膨れているはず。よって 1 が×。

第 2 問 岩石・鉱物・マグマに関する次の問い(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 変成岩に関する次の文章を読み、下の問い(問 1～4)に答えよ。

変成岩が再び変成作用を受けて、別の種類の変成岩に変わることがある。次の図1は、そのような例を模式的に示した平面図である。この地域には、変成岩と(a)花こう岩が分布している。変成岩の地域は、特徴的に産する Al_2SiO_5 鉱物の種類により、X帯、Y帯、Z帯に区分される。X帯には紅柱石、Y帯にはらん晶石、Z帯には珪線石^{けいせんせき}が産する。これら3種類の鉱物は、互いに多形(同質異像)の関係にある。X帯は、広域変成岩が花こう岩の貫入によって再結晶して、接触変成岩に変わった部分である。Y帯とZ帯の変成岩は、(b)放射年代(絶対年代)測定によって約1億年前に一連の広域変成作用によって形成されたことが推定された。なお、この地域には断層は存在しない。次の図2は、紅柱石、らん晶石、珪線石が安定になる温度と圧力の領域を示している。

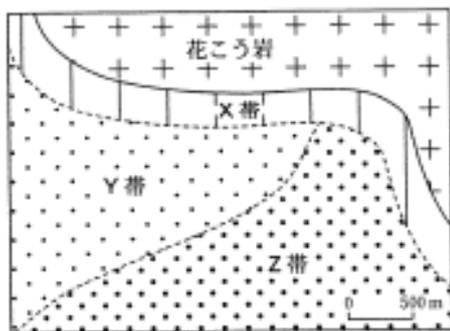


図1 花こう岩と変成岩の分布を模式的に示した平面図

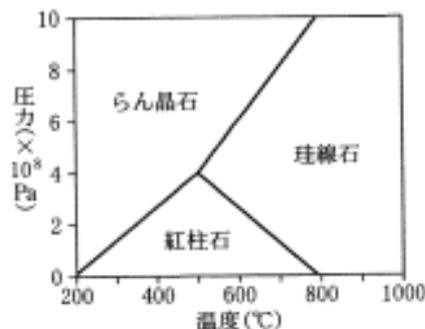


図2 紅柱石、らん晶石、珪線石が安定になる温度と圧力の領域

問1 前ページの文章中の下線部(a)に関連して、花こう岩について述べた次の文

a ~ c の正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

- a 大陸や島弧の地殻をつくる主要な岩石の一つである。
- b かんらん岩や玄武岩よりも密度が小さい。
- c 一般に玄武岩よりも Na_2O や K_2O 、 MgO を多く含む。

花崗岩は陸の地殻を作る主要な岩石で海洋プレートを作っているカンラン岩や玄武岩よりも軽く（だから海洋プレートが大陸プレートの下へ沈む）、白っぽい（白っぽい = SiO_2 が

多い；黒っぽい=MgOが多い)。という知識があれば、aは○、bは○、cが×
よって2.

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 2 ある鉱物が再結晶して別の鉱物に変わる場合、一般にその変化は鉱物の外側から始まる。接触変成作用によって形成されたX帯のうち、花こう岩からはなれた所では、再結晶が完全には起こらずに、広域変成作用によって形成された鉱物が一部残っていることがある。そのような岩石の薄片を偏光顕微鏡で観察した場合、広域変成作用と接触変成作用によってつくられた Al_2SiO_5 鉱物は、次の図3に模式的に示したa～fのうち、どの組織を作るか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

8

文脈と図1から、広域変成のあとに接触変成が起きたとわかる。広域変成によって、Yにはらん晶石、Zには珪線石が見られる。

広域変成作用：高圧

接触変成作用：低圧、高温

低圧高温で新しくできた鉱物は図2から紅柱石と珪線石。そのうち低温は紅柱石。

問題文に再結晶は鉱物の外側から始まるとあるので、外側が紅柱石になっているaとbを選ぶ。よって答えは1.

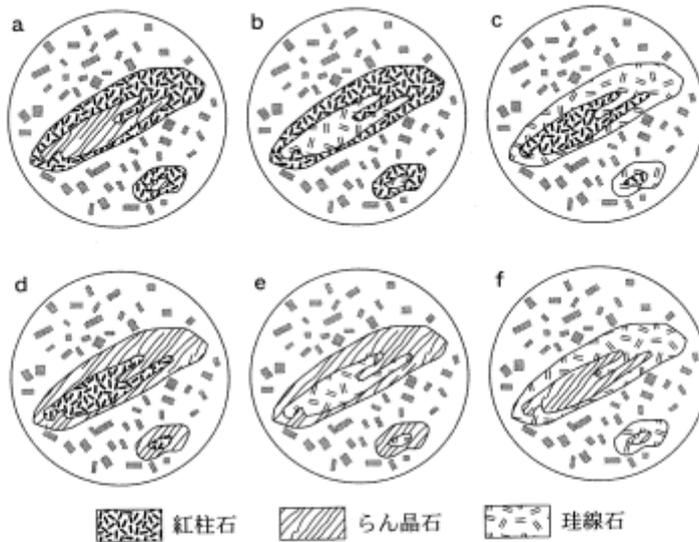


図3 共存する2種類の Al_2SiO_5 鉱物の組織
 Al_2SiO_5 鉱物の周囲は他の鉱物の集合体からなる。
 各スケッチの直径は1mmである。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① aとb | ② aとf | ③ bとe |
| ④ cとd | ⑤ cとf | ⑥ dとe |

問3 142ページの文章中の下線部(b)に関連して、年代(地質年代、絶対年代)やその評価法について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 同一の放射性同位体の半減期は、変成岩と花こう岩のように、形成された温度や圧力が互いに異なる岩石中でも一定である。
- ② この地域の広域変成岩の放射年代は、半減期が約5730年の ^{14}C (放射性炭素)を用いて測定できる。
- ③ この地域の花こう岩は、X帯の接触変成岩に比べると新しい放射年代を示す。
- ④ この地域の広域変成岩中にピカリア(ピカリヤ)の化石が残っていることがある。

放射年代測定の特徴：放射性同位体を使う。これはどこでも元素特有の半減期をもつ（だから物差しに使う）ことだけ知っていれば1が○とわかる。

化石は関係ないので4は×。

放射性年代で一億年と出ているわけだから、半減期の長い同位体を使っているはず。2は

×。

問 4 この地域の岩石を説明した文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① 花こう岩は古生代に貫入した。
- ② 花こう岩が貫入した時、花こう岩に接する広域変成岩の少なくとも一部は、800℃以上に加熱され接触変成岩となった。
- ③ 変成作用の温度が一定であるとした場合、Z帯の広域変成岩はY帯の広域変成岩に比べると、深い所で形成された。
- ④ Y帯とZ帯の広域変成岩は、それが形成された後に、より浅い所へ上昇してから花こう岩の貫入をうけた。

問題文から

YとZが一億年前に変成された。→花崗岩が貫入→Xの接触変成帯ができる。

という流れがわかるので、4が可能性あり。

明らかに1は×。(古生代は2億年より古い。)

Xに紅柱石が見られることより、800度より低温で接触変成が起きた。(図2のグラフから800度を超すと紅柱石はない) 2は×。

Yにはらん晶石、Zには珪線石が見られる。ことから、図2のグラフで、この2つができる温度(例えば600度)で、より高圧なのはらん晶石。深いのはY。ゆえに3は×。

のこりは4。

B マグマの発生と火山の分布に関する次の問い(問5・問6)に答えよ。

問 5 マグマが発生する過程を考えるために、次の図4にかんらん岩(無水)の融解曲線および地下の温度と圧力の関係を示した。点Pの状態にあるかんらん岩が上昇した場合に、点Q～Tのうち、どの点でマグマが発生し、それはどのような種類のマグマになるか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 11

今Pに居ると言うのは、温度が約1500度、圧力 4×10^9 Pa。溶融曲線より高温側で岩石は

溶ける。から、Pでは溶けていない。(溶けるのはRかS)
 マグマが上昇すると圧力が下がる。P→Rへ移動する。
 カンラン岩が無水で溶ける温度からにているから、玄武岩質マグマになる。
 よって、答えは3.

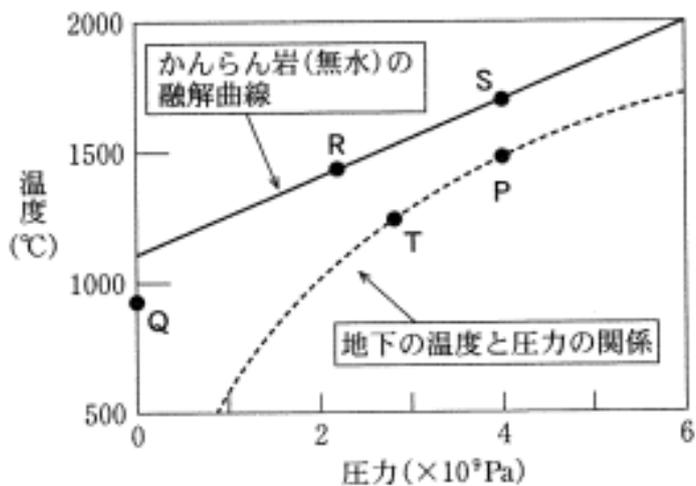
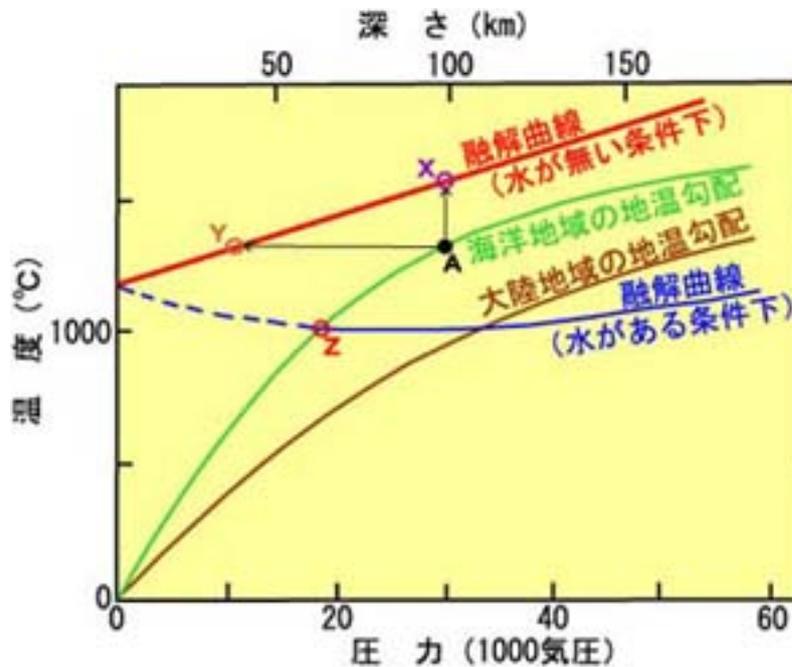


図4 かんらん岩の融解曲線と地下の温度と圧力の関係

	マグマの発生位置	マグマの種類
①	Q	玄武岩質
②	Q	安山岩質
③	R	玄武岩質
④	R	安山岩質
⑤	S	玄武岩質
⑥	S	安山岩質
⑦	T	玄武岩質
⑧	T	安山岩質

<http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/html/kyo/chisitsu/kakougan/rock-magma.html>

による解説。



地球内部における岩石の融解曲線と地温分布 (Kushiro et al., 1968 による)

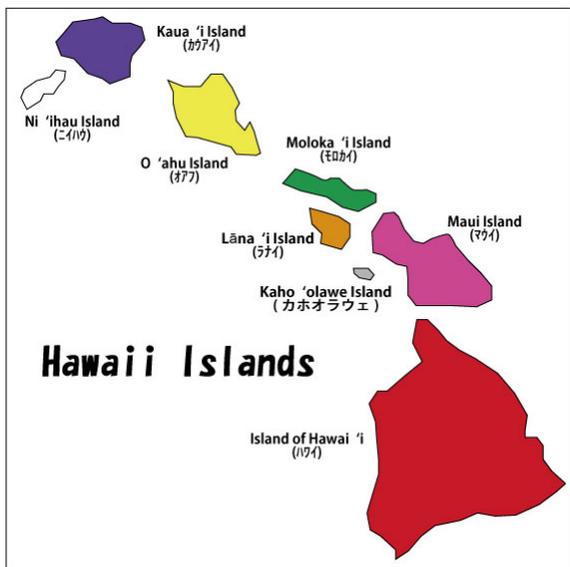
上図は、上部マントルをおもに構成する岩石（カンラン岩）が溶け始める融解曲線と地温分布を示したもので、融解曲線より高温側で岩石は溶けます。

水がない状態では、地温が融解曲線より常に低温側にありますから、岩石は溶けません。局所的に温度が上昇するか(A→X)、圧力が低下して(A→Y)、地温が融解曲線より高温側になると溶けます。ところが、これに水が加わると融解曲線がまったく異なる位置にきます。海洋地域では地温とZ点で交わりますから、これより高温側では溶ける条件になります。大陸地域ではこれよりも深部で溶けることになります。この水はプレートの沈み込みに伴って地表からもたらされ、大陸下の 100~200km ほどの深さでマグマを発生させるとの考えが有力です。

問 6 火山の分布について述べた文として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 12

- ① ハワイ諸島では、ホットスポット上の火山を基点にして、そこから北西に向かうにつれ、火山島の形成年代が新しくなっていく。
- ② 海嶺では、そこで同時期に形成された火山が、海嶺と直交する方向に配列している。
- ③ 日本列島では、海溝にほぼ平行して火山が帯状に配列し、火山前線(火山フロント)に沿って火山の数が多い。
- ④ 環太平洋地域のプレート沈み込み帯では、西太平洋側も東太平洋側も、火山は大陸上には存在しない。
- ⑤ アイスランドの地溝帯に火山は存在するが、東アフリカ地溝帯には火山は存在しない。

ハワイ諸島の並びを思い出す。今、火山が噴いているのがハワイ島。ここが一番新しい。よって1は×。

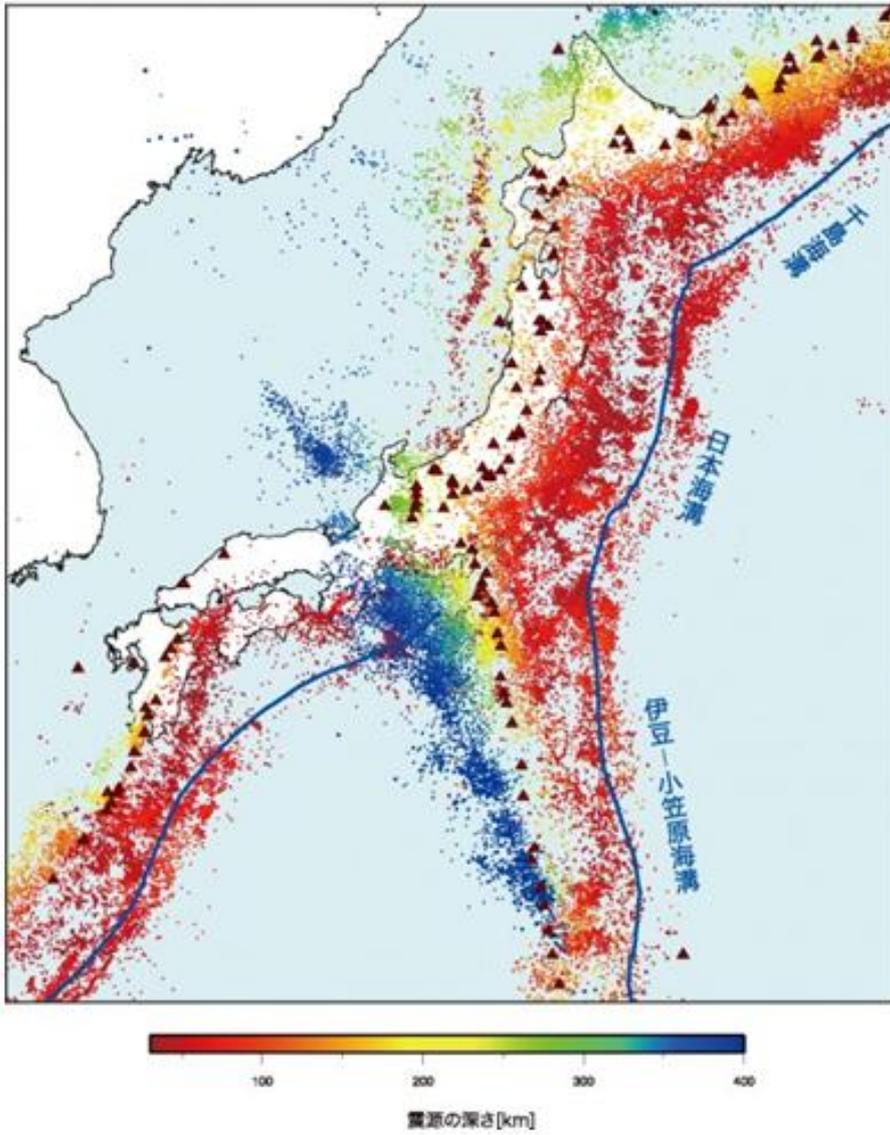


海嶺は火山が帯状に連なっている。よって2は×。

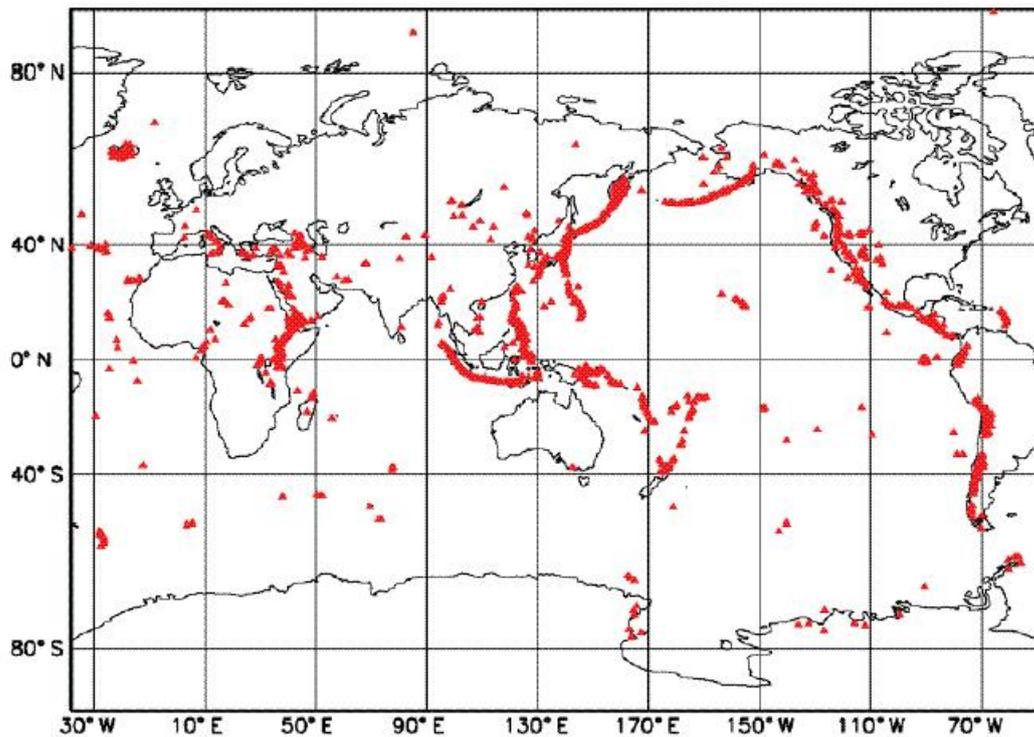
日本列島は海溝に平行に火山列(下図の▲)がある。よって3は○。

火山は大陸上にもある。よって4は×。

東アフリカ地溝帯に火山はある。よって5は×。



日本の火山分布と地震の震源分布



世界の主な火山分布

第3問 地質に関する次の問い(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 地層に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

次の図1は、ある地点Pでの工事中の道路の壁面と道路面に見られる固結した地層のスケッチである。この場所では、岩盤を切り通したために、道路と両側の崖に地層が露出している。道路は水平で一定の幅を持ち、南北方向に伸びている。道路の両側の崖は鉛直に切り立っている。西側の崖には、**級化層理**が見られる地層が露出している。なお、この地点Pを含む周辺地域では、**断層も褶曲も**不整合もなく、地層の厚さも一定である。

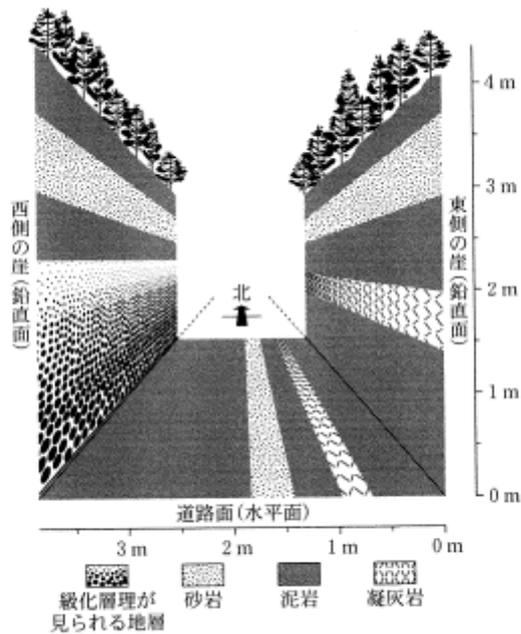


図1 地点Pでの工事中の道路の壁面と道路面に見られる地層のスケッチ
 級化層理が見られる地層の黒丸の大きさの違いは、粒径の変化を表している。

問1 前ページの図1に示した地点Pで見られる地層について、その重なり
 の順序(層序)と地層の厚さの比率を表した柱状図として最も適当なものを、次の
 ①～⑥のうちから一つ選べ。 13

不整合がないのだから、地層が全て同じ向きに積み重なっている。
 凝灰岩は道路面と東側の崖に出ている。これは一枚の地層だから、ここを結ぶと西へ地層
 が傾いていることがわかる。そうすると、下の絵で、下位から赤(凝灰岩)、青(泥岩)、
 緑(砂岩)、ピンク(泥岩)となる。このピンク(泥岩)の上に級化層、泥岩、砂岩、泥岩
 となる。よって柱状図は3となる。

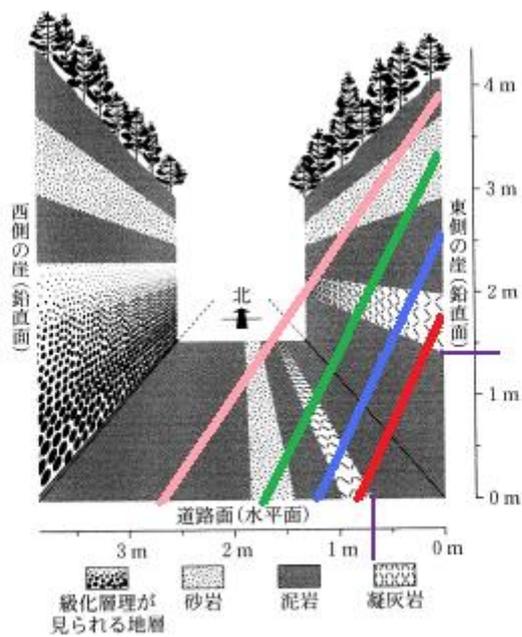
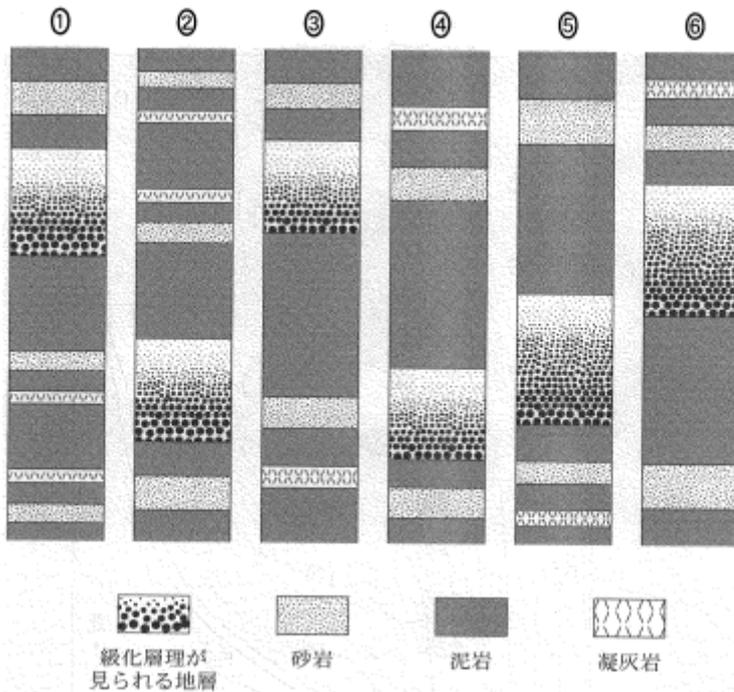


図1 地点Pでの工事中の道路の壁面と道路面に見られる地層のスケッチ
 緩化層理が見られる地層の黒丸の大きさの違いは、粒径の変化を表している。



問 2 次の図 2 は、148 ページの図 1 に示した地点 P を含む周辺地域の地形図である。この地域には、西向きの崖 (A ~ F) がある。これらの崖のうち、地点 P と同じ級化層理が見られると予想されるものとして最も適当なものを、下の① ~ ⑥のうちから一つ選べ。 14

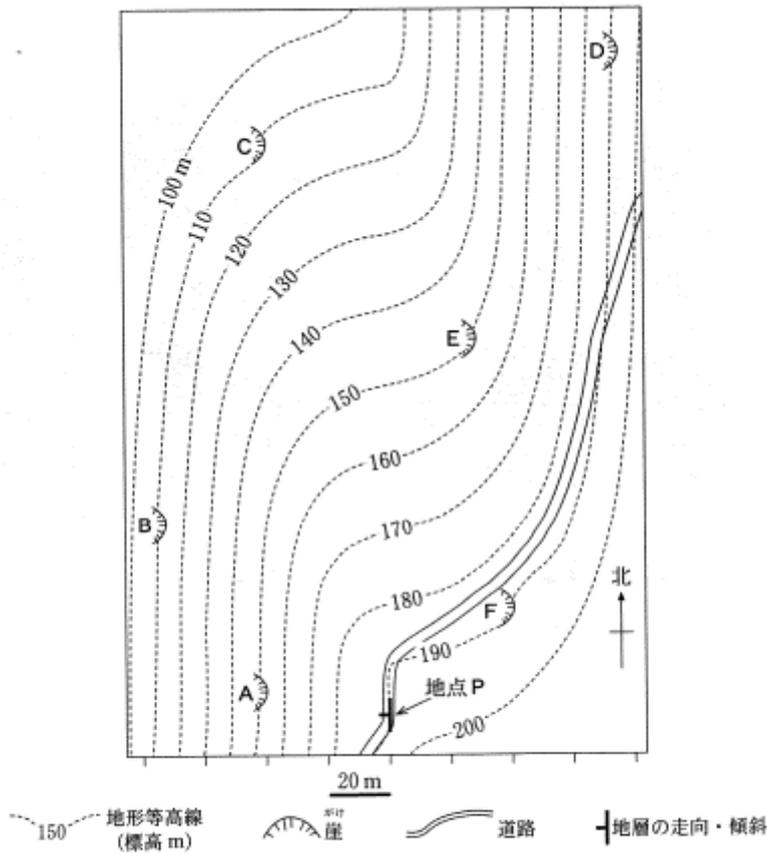


図 2 地点 P を含む周辺地域の地形図

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E ⑥ F

地点 P は西に傾斜している。P より西で、標高 190m より低い場所でないと級化層は現れない。A、B、C のいずれかになる。

図 1 の凝灰岩と泥岩の境界に着目する (茶色のラインを読み取る) と約 0.7m 西へ行くと 1.4m 落ちていることがわかる。で、あれば A は水平距離が 40m、B は 80m、C は 40m なので、それぞれ A なら $190 - 80 = 110\text{m}$ 、B なら $190 - 160 = 30\text{m}$ 、C なら 110m のところになる。層が出る高さと同層の崖の標高に近いのは C。よって C が該当するから答えは 3。

問 3 148 ページの図 1 に示した地点 P で見られる地層は、海底で形成されたことがわかっている。この地層が堆積した場所の環境について、より詳しく探究したい。ここでの地層の観察から、「これらの地層の一部は、水の流れの影響下で堆積した」という仮説を立てた。どのような証拠が見つければ、この仮説が正しいことを確かめられるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 15

- ① 凝灰岩に軽石が含まれていれば確かめられる。
- ② 地層表面が風化されていれば確かめられる。
- ③ 砂岩中に無色鉱物が含まれていれば確かめられる。
- ④ 泥岩にカヘイ石(ヌムリテス)が含まれていれば確かめられる。
- ⑤ 級化層理が見られる地層に斜交葉理(斜交層理)があれば確かめられる。

軽石は水中だけでなく地上にも落下するので 1 は×。

風化されるのは陸上に隆起した時。2 は×。

水の流れの影響と砂岩中の鉱物の種類は関係ない。3 は×。

カヘイ石は海の有孔虫であるが水流とは関係ない。4 は×。

斜交層理は水流の影響で出来る地層。5 が○。

問 4 148 ページの図 1 に示した地点 P で観察される地層のうち、凝灰岩と級化層理が見られる地層のでき方の共通点について述べた文は、次の a ~ e のうちどれとどれか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 16

- a 長い年月の間に粒子同士が密着したり、新たな鉱物が形成されたりして固くなった。
- b 貫入したマグマの高熱で堆積物がとけた後、冷えて固まった。
- c 観察された地層と同じ厚さのチャートに比べて、ごく短期間で堆積した。
- d 海水中に溶けている物質の沈殿によってできる場合がある。
- e 河川によって侵食された砂岩や泥岩の岩片が集合してできた。

- ① a と c ② a と d ③ a と e ④ b と c ⑤ b と d
- ⑥ b と e ⑦ c と d ⑧ c と e ⑨ d と e

凝灰岩は火山灰が積もって固まった堆積岩。

a は堆積岩のでき方を言っている。

b は接触変成岩

c は凝灰岩と級化層にあてはまる。

d は凝灰岩には当てはまらない。

e は凝灰岩ではない。

以上の事から答えは1.

B 地層と化石に関する次の問い(問5・問6)に答えよ。

問5 次の図3は地質時代I～Vにおける生物1～4の生存期間を示している。
また、下の図4はある地域の2地点(A・イ)に分布する地層の柱状図と生物1～4の化石の産出状況を示している。この2地点には同じ凝灰岩(t層)が堆積している。地層間の関係や堆積した時代について述べた文として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 17

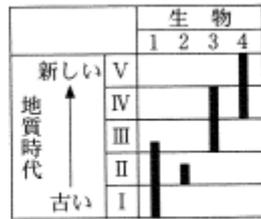


図3 地質時代I～Vにおける生物1～4の生存期間

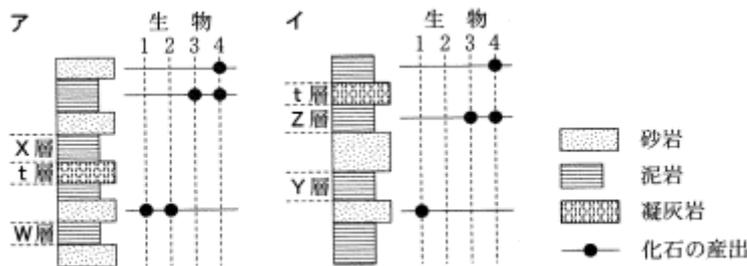


図4 2地点A・イに分布する地層の柱状図と生物1～4の化石の産出状況

- ① X層は、生物1の生存期間中に堆積した可能性がある。
- ② Y層は、地質時代IIに堆積した可能性がある。
- ③ W層とZ層は、同時に堆積した可能性がある。
- ④ t層は、地質時代IIIに堆積した可能性がある。

この手の問題は落ち着いて順番に考えていけばよい。

- ・ 同じ凝灰岩 t層があるということは、XはZより新しい。
- ・ 生物4は時代IVとV

- ・生物 3 は時代ⅢとⅣ
 - ・生物 3 と 4 が共存している Z 層は時代Ⅳで t 層より古い。
- まずここから 1 と 4 は×。
- ・生物 2 は時代Ⅱのみ。W 層は生物 2 の出る層より古い。
- ので 3 は×。
- よって答えは 2。

問 6 地層とそれから推定される環境について述べた次の文 a ~ c の正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 18

- a 25~20 億年前ごろに縞状鉄鉱層しまじょうが大量に形成されていることから、この期間に火山活動が活発であったことがわかる。
- b 造礁ぞうしょう(性)サンゴは温暖な浅い海に生息するので、その化石からその地域の気候が推定できる。
- c 傾斜した泥岩層とその上の水平な礫岩層りゅうの関係が不整合である場合、泥岩層の堆積後、礫岩層が堆積するまでの期間に、隆起や侵食が起こったことがわかる。

a の縞状鉄鉱層 (B I F) は先カンブリア紀の海底に堆積した酸化鉄を主体とする堆積鉄床で、火山活動ではない。よって×。

b の造礁サンゴは温暖な浅い海に生息するから○。

c の不整合は堆積した時間に不連続があることをいう。下の堆積のあと陸化して浸食をうけ再び沈降して上の層が堆積したなど。よって○。

以上の事より、答えは 5。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

第4問 大気と海洋に関する次の問い(A・B)に答えよ。(配点 20)

A 山を越える気流と雲に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

(a) 気流が山を越えるとき、山の規模や地表から上空にかけての風や気温の分布などによって、さまざまな現象が引き起こされる。

次の図1はこのような現象の一例で、山頂付近と風下の離れたところに特徴的な雲(それぞれ笠雲、レンズ雲と呼ばれる)が発生している状況の模式図である。

(b) 雲をつくっている個々の粒子(雲粒)の典型的な大きさは直径 **ア** mm 程度である。 図1中の矢印つき曲線に沿って動く空気塊は、笠雲の風下側(区間AB)では、高度が下がるとともに **イ** に従って温度が **ウ** 。

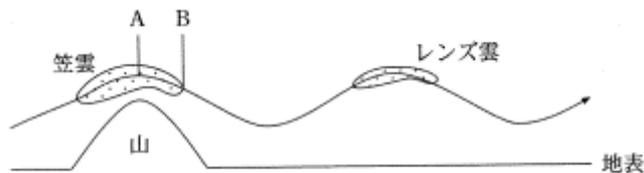


図1 笠雲とレンズ雲が発生している状況の模式図

問1 前ページの文章中の **ア** ~ **ウ** に入れる数値と語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。 **19**

	ア	イ	ウ
①	0.01	乾燥断熱減率	上がる
②	0.01	乾燥断熱減率	下がる
③	0.01	湿潤断熱減率	上がる
④	0.01	湿潤断熱減率	下がる
⑤	1	乾燥断熱減率	上がる
⑥	1	乾燥断熱減率	下がる
⑦	1	湿潤断熱減率	上がる
⑧	1	湿潤断熱減率	下がる

雲を作っている粒子の大きさが 0.01mm か 1mm かと問われれば、0.01mm が正しいと察しがつく。(1, 2, 3, 4のどれか)

区間 AB で空気が下がるので温度が上がる。(1か3)

雲の中であるから、湿潤。答えは3。

問 2 前ページの図 1 中の矢印つき曲線に沿って動く空気塊のふるまいと大気の安定・不安定との関係について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 20

- ① 空気塊が飽和に達する前から上昇しているので、大気は不安定(絶対不安定)である。
- ② 空気塊が上昇中に飽和に達したあと山頂上空まで上昇しているので、大気は条件つき不安定である。
- ③ 空気塊が上昇中に飽和に達しても山頂上空を通過したあと下降するので、大気は安定(絶対安定)である。
- ④ 空気塊が山頂上空を通過して下降したあと再び上昇するので、大気は条件つき不安定である。

空気の安定・不安定とは、周りの空気よりも温度が高くてさらに上昇する場合は不安定（雲ができる）、温度が低くて下降する場合は安定（雲ができない）。この問題では山頂に達した後で下降しているので安定だと判断される。

具体的な解説：

安定



地上の気温が 20°C、上空 100mの気温が 19.8°Cだったとする。

このとき、地上にある空気塊が上昇したとすると、上空 100mでは先ほどと同じ 19°Cになる。

このように、持ち上がった空気の塊が周りの空気よりも温度が低い場合、持ち上がった空気の塊の方が重いので、上昇せず下降する。

空気が下降するという事は、上空に雲ができない。そのため、大気が安定し、雨が降らない。

不安定



地上の気温が 20°C で、上空 100m の気温が 18°C だったとする。

このとき、風が海から山の方に吹くなどして、地上にある 20°C の空気が持ち上がったとする。

上昇した空気は、 100m 上昇するごとに約 1°C 下がるから、上空 100m では 19°C になる。

このとき、持ち上がった空気の塊は周りの空気よりも気温が高くなっている。

そのため、持ち上がった空気の塊の方が軽いので、空気の塊は浮力を受けて、どんどん上昇する。つまり、持ち上がった空気の温度が周りの空気の温度より高いと上昇気流が起こる。

上昇気流が続くと、いずれ雲が発達して、雨が降る。

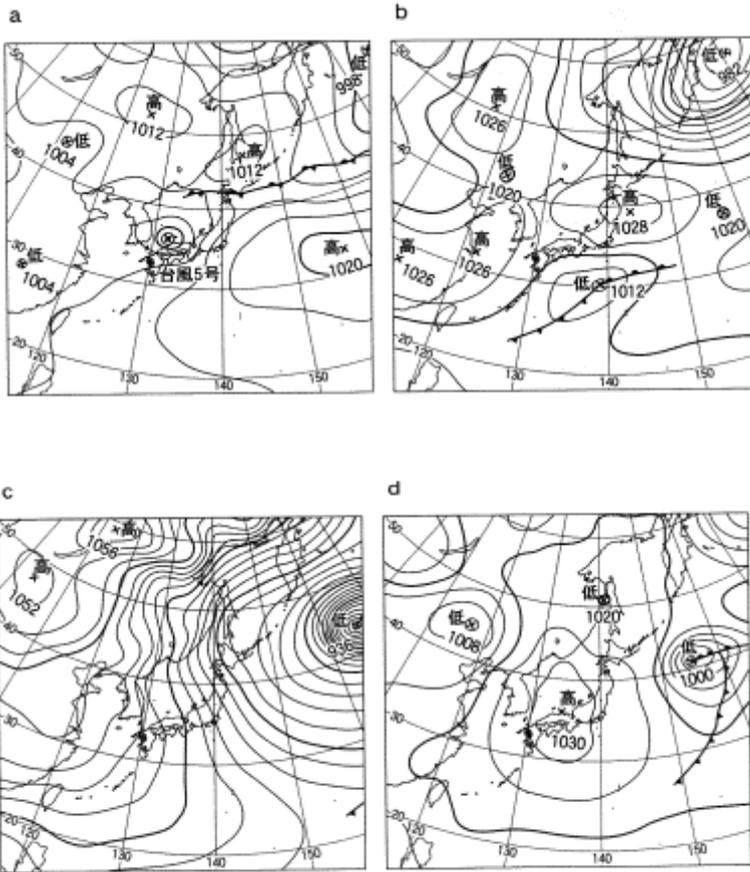
問 3 154 ページの文章中の下線部(a)に関連して、次の天気図 a ~ d のうち、一つは日本列島の中央部の山脈を越えて太平洋側に冷たく乾いた風が吹き下りるときの例、別の一つはフェーン現象により日本海側のある地域で高温になるときの例である。その組合せとして最も適当なものを、次ページの①~⑧のうちから一つ選べ。

太平洋側に冷たく乾いた風が吹き降りるのは、冬型の天気。フェーン現象が起きやすいのは日本海に低気圧があって南寄りの風が吹き込む天気。

まず、大陸に高気圧、太平洋に低気圧の冬型の天気を探す。→ c

フェーン現象は a か d ということになる。日本海に台風（低気圧）があるのは a。

よって 5.



	太平洋側に冷たく乾いた風	フェーン現象
①	a	b
②	a	c
③	b	c
④	b	d
⑤	c	a
⑥	c	d
⑦	d	a
⑧	d	b

問 4 154 ページの文章中の下線部(b)に関連して、雲粒とそれに関連する事柄について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

22

- ① 空気が冷やされて露点(露点温度)以下になっても水蒸気が凝結しないとき、その状態を過冷却と呼ぶ。
- ② 0℃以下の水滴と氷晶が共存している雲では、水滴から蒸発した水蒸気が昇華して、氷晶が成長する。
- ③ 大きな雲粒は小さな雲粒より空気抵抗が大きいため、落下速度が遅い。
- ④ 気象衛星の赤外面像は、雲粒や地表で反射された太陽からの赤外線を観測したものである。

雲粒について：

1は過冷却ではなく過飽和。ゆえに×。

2は○。

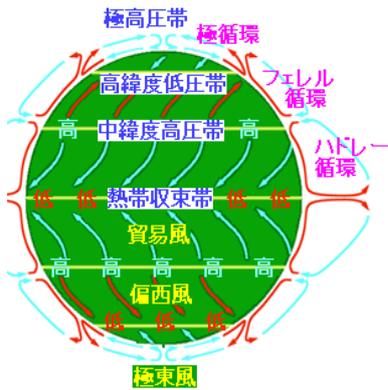
3は大きな雲粒の方が重いので落下速度が速い。ゆえに×。

4は気象衛星で見ている赤外線は雲や地表から放射されたもの。ゆえに×。

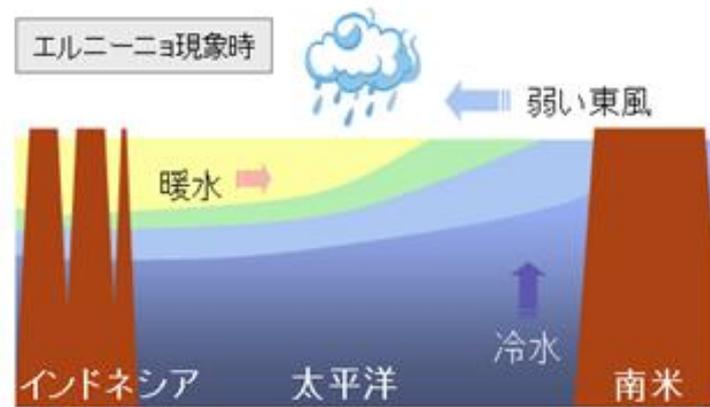
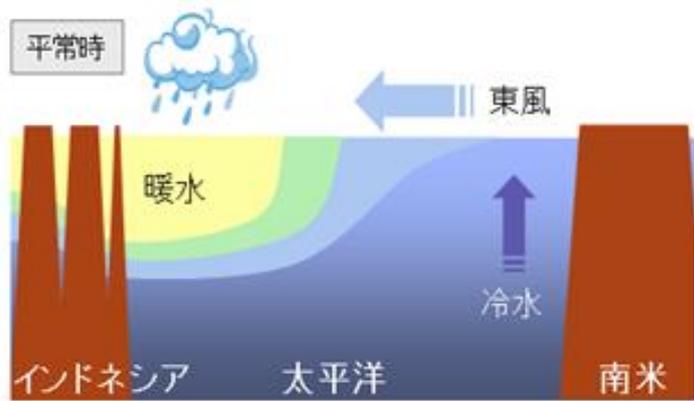
B 太平洋赤道域の海洋と大気に関する次の文章を読み、下の問い(問5・問6)に答えよ。

通常、太平洋赤道域では亜熱帯域よりも海面気圧が **エ**、貿易風が卓越する。貿易風の影響を受け、主水温躍層(水温躍層)の深さは、通常、太平洋赤道域の西部より東部のほうが浅い。貿易風が弱まると、太平洋赤道域の西部と東部の間の主水温躍層の深さの差は **オ** なり、太平洋赤道域東部の海面水温が広範囲にわたって通常より2～5℃程度高くなる。この現象はエルニーニョ現象と呼ばれ、**カ** に一度発生する。これらの海洋表層の変化は水温分布の変化を通して、さらに大気の循環に影響を与える。このように太平洋赤道域の(c)大気と海洋は相互に関わり合っている。

貿易風：赤道付近は常に上昇気流が発生している低圧帯であり、上昇気流は上空で北上し、北緯30°付近で下降し、コリオリの力を受けながら偏東風(北東貿易風)として赤道付近に戻る。



エルニーニョ：貿易風が弱いと海水がインドネシア沖まで移動せずペルー沖の温度が高くなる。雨の位置が東へずれる。



問 5 上の文章中の **エ** ~ **カ** に入れる語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。 **23**

	エ	オ	カ
①	高く	大きく	数年
②	高く	大きく	数十年
③	高く	小さく	数年
④	高く	小さく	数十年
⑤	低く	大きく	数年
⑥	低く	大きく	数十年
⑦	低く	小さく	数年
⑧	低く	小さく	数十年

エ：赤道は海面気圧が低い→5, 6, 7, 8のいずれか。

オ：エルニーニョは暖かい海水が薄く広がるので、深さの差は小さくなる→7か8

カ：エルニーニョ現象は天気予報でよく報道されているのを思い出せば数年おきの現象。よって7。

問 6 前ページの文章中の下線部(c)に関連して、大気と海洋の関わりについて述べた次の文 a ~ c の正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **24**

- a 熱帯低気圧の多くは、海面水温が最も高く、コリオリの力(転向力)が最も大きい赤道上で発生する。
- b 海上を吹く風を原動力とする亜熱帯の環流は、南半球で反時計回りに循環している。
- c 海面から蒸発した水蒸気は、凝結による大気の加熱や温室効果を通して、地球全体のエネルギー収支に関わる。

a はコリオリ力は高緯度の方が大きいから×。

b は南半球の貿易風は南東からふくので海流が反時計回り。よって○。

c は○。

ゆえに答えは5。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

コリオリ力：

地球は東向きに自転している。そのため、低緯度の地点から高緯度の地点に向かって運動している物体には東向き、逆に高緯度の地点から低緯度の地点に向かって運動している物体には西向きの力が働く。コリオリの力の大きさは式で表すと「 $2v\Omega \sin \theta$ 」となる。2 は定数、 v は速度、 Ω は地球の回転角速度でこれも定数、 θ はその地点の緯度となる。赤道では $\theta = 0^\circ$ で $\sin \theta = 0$ 、極では $\theta = 90^\circ$ で $\sin \theta = 1$ 。高緯度ほど大きい。

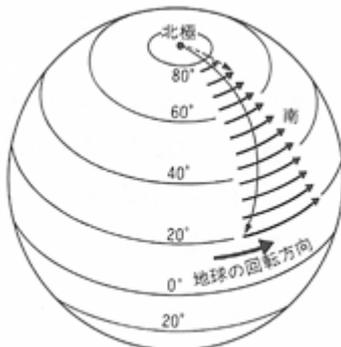


図1 南北方向に動く物体に働くコリオリ力

第5問 宇宙に関する次の問い(A・B)に答えよ。(配点 20)

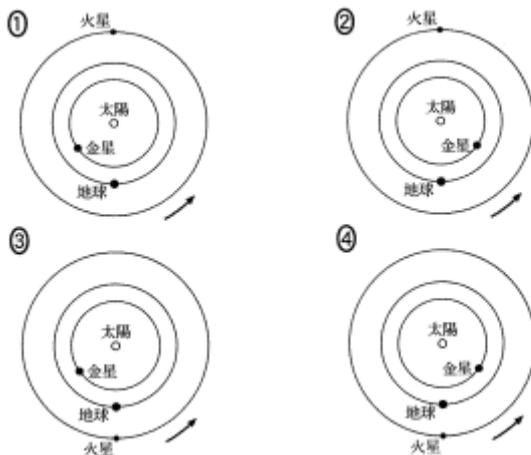
A 太陽系に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

太陽系の惑星はケプラーの法則に従って太陽のまわりを公転している。地球から見ると、惑星は時間とともに天球上を移動していく。惑星が天球上を西から東へ動くことを順行、その逆向きに動くことを(a)逆行と呼ぶ。また、(b)内惑星の見える方向は、太陽からある角度以上離れることはない。

(c)小惑星もケプラーの法則に従って太陽のまわりを公転している。小惑星の多くは火星と木星の軌道の間にあるが、公転軌道が地球軌道の内側にまで入り込むものもある。

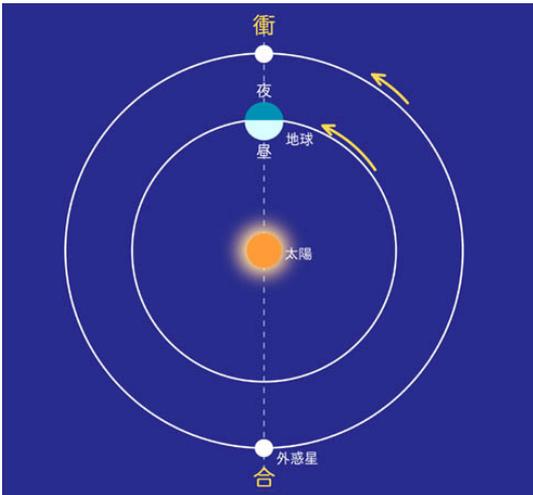
問 1 上の文章中の下線部(a)と(b)に関連して、地球から見たとき、火星が逆行し、金星が太陽の西側に最も離れていたとする。そのときの位置関係を表した図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、惑星の軌道は太陽を中心とする円で近似的に表してある。また、図中の矢印は惑星が公転する向きである。

25



外惑星の運動：火星が逆行する期間の中間で衝（惑星—地球—太陽という並び）。よって3か4になる。

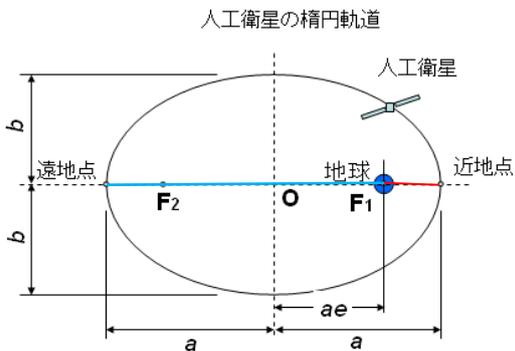
公転方向から、この図は北から見ているものとわかる。地球が夜の時、金星が西側に来るのは4.



問 2 前ページの文章中の下線部(C)に関連して、ある小惑星が、近日点での太陽からの距離が1.0天文単位、遠日点での太陽からの距離が3.0天文単位の軌道をもつとすると、公転周期は何年か。また、公転速度が最も速くなるのは近日点と遠日点のどちらか。そ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。 26

	公転周期	公転速度が最も速くなる点
①	2.0 年	近日点
②	2.0 年	遠日点
③	2.8 年	近日点
④	2.8 年	遠日点
⑤	4.2 年	近日点
⑥	4.2 年	遠日点
⑦	6.0 年	近日点
⑧	6.0 年	遠日点

近日点と遠日点（この図の地球が太陽で、人工衛星が小惑星と読み替える）



赤いラインが 1.0 天文単位、青いラインが 3.0 天文単位であるから楕円の長径は 4.0 天文単位となる。

公転周期を求めるには、ケプラーの第 3 法則を使う。

惑星の公転周期 P の 2 乗は、軌道の長半径 a の 3 乗に比例する。

のであるから、軌道の長半径 $a=4 \div 2=2$ より

$2^3/P^2=1$ で $P^2=8$. で $P=2\sqrt{2} \doteq 2.8$ 公転周期は 2.8 年

ケプラーの第 2 法則より速度が速いのは近日点とわかるから、答えは 3.

ケプラーの法則

第 1 法則 (楕円軌道の法則)

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 (面積速度一定の法則)

惑星と太陽とを結ぶ線分が単位時間に描く面積は、一定である (面積速度一定)。

第 3 法則 (調和の法則)

惑星の公転周期 P の 2 乗は、軌道の長半径 a の 3 乗に比例する。

$$\frac{a^3}{P^2} = \text{const.}$$

問 3 地球から見た天体の見え方について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 27

- ① 太陽が天球上を年周運動するため、季節により同時刻に見える星座は移り変わる。
- ② 地球の赤道面が地球の公転面に対して傾いているため、惑星や小惑星は天の赤道付近を動く。
- ③ 恒星の日周運動(天球の日周運動)は、地球が太陽のまわりを公転しているため起こる。
- ④ 年周光行差は、地球が自転しているため起こる。

季節によって見える星座が変わるのは地球が公転しているため。1は○。

惑星は別に天の赤道付近を動くわけではない。2は×。

日周運動は自転。3は×。

年周とくれば公転に関わることに気づけば4は×。

B 宇宙と銀河に関する次の文章を読み、下の問い(問4～6)に答えよ。

ハッブルは、さまざまな銀河のスペクトルの観測を行い、ほとんどの銀河のスペクトル線は波長が **ア** ほうにずれ、波長のずれは距離が遠い銀河ほど大きいことに気づいた。ハッブルは、この波長のずれから銀河の後退速度を求め、
 (d) 後退速度が銀河までの距離に比例して速くなることを発見した。これはハッブルの法則と呼ばれ、宇宙が膨張していることを示している。現在観測されている値を用いて宇宙の膨張を過去にさかのぼっていくと、宇宙はおよそ **イ** 億年前に1点に集まってしまう。このことから、宇宙は、およそ **イ** 億年前に **ウ** と呼ばれる大爆発によって生まれたと考えられている。

銀河は遠ざかっている→

スペクトルを見ると赤方偏移といって、波長の長いほうへずれている。すなわち遠ざかっていることが分かる。ハッブルの法則から「遠くの銀河ほど後退速度が大きい」といえる。ここからアは「長い」。1, 2, 3, 4のいずれか。

ビッグバン：140億年前。(46億年前は地球の誕生) よって答えは4.

問4 上の文章中の **ア** ~ **ウ** に入れる語と数値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。 **28**

	ア	イ	ウ
①	長い	46	超新星爆発
②	長い	46	ビッグバン
③	長い	140	超新星爆発
④	長い	140	ビッグバン
⑤	短い	46	超新星爆発
⑥	短い	46	ビッグバン
⑦	短い	140	超新星爆発
⑧	短い	140	ビッグバン

問5 前ページの文章中の下線部(d)に関連して、二つの銀河A、Bの後退速度を測定したところ、銀河Aの後退速度は4000 km/s、銀河Bの後退速度は12000 km/sであった。また、銀河Aの見かけの明るさは銀河Bの見かけの明るさの3倍であった。このとき、仮に銀河Aと銀河Bを同じ距離から見た場合、銀河Aの明るさは銀河Bの明るさの何倍になるか。その数値として最も適当なものを、次の①~⑦のうちから一つ選べ。 **29** 倍

- ① $\frac{1}{27}$ ② $\frac{1}{9}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ 1 ⑤ 3 ⑥ 9 ⑦ 27

恒星の明るさと距離。

遠方の天体までの距離とその遠ざかる速度（後退速度）は比例関係にある。よってAとBの距離の比は $4000:12000=1:3$

みかけの明るさと距離：星からの光は距離が 2 倍、3 倍になると届く広さが 2^2 倍、 3^2 倍となるから、単位面積当たりの明るさは $1/4$ 、 $1/9$ となる。よって B の明るさを a としたときに、いまの A の明るさは $3a$ 。A の距離を 3 倍にするとみかけの明るさは $1/9$ になる。よって $3a \times (1/9) = a/3$ 。答えは 3。

問 6 宇宙の進化や構造について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 30

- ① 地球に存在する大部分の元素は、宇宙が生まれたときの大爆発によってつくられた。
- ② 宇宙が生まれた直後の急激な宇宙膨張によって、宇宙の温度は上昇し、宇宙の密度は低下した。
- ③ 大部分の銀河は集団をつくらず、単独で存在している。
- ④ 光の速さが有限なので、遠くの天体を観測すると、宇宙の過去の情報を得ることができる。

1 はビッグバンの時に作られたとは限らないから×。

2 は？

3 は銀河は集団を作るから×。

4 は光の速さは有限だから遠くの天体は、過去の姿を見ていることになる→○。

よって 4。