

センター試験2009年

第1問 地球に関する次の問い(A～C)に答えよ。

A 地球の活動に関して, 次の図1をもとに, 下の問い(問1・問2)に答えよ。

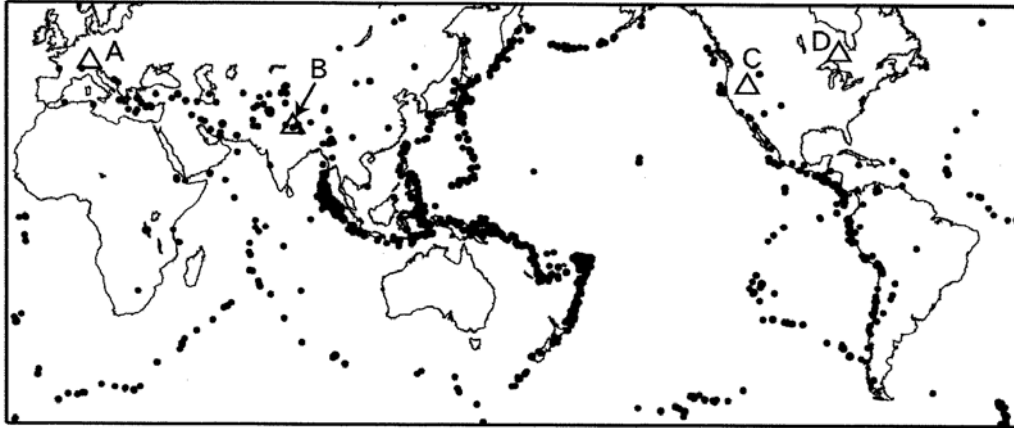


図 1

問 1 図1中の・印は, 地球のある活動の位置を示している。地球のこの活動として最も適当なものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ホットスポットにある活火山
- ② ホットスポット以外にある活火山
- ③ 深さ 100 km より浅い地震
- ④ 深さ 100 km より深い地震

答え : 3

ホットスポットにしては数が多い。

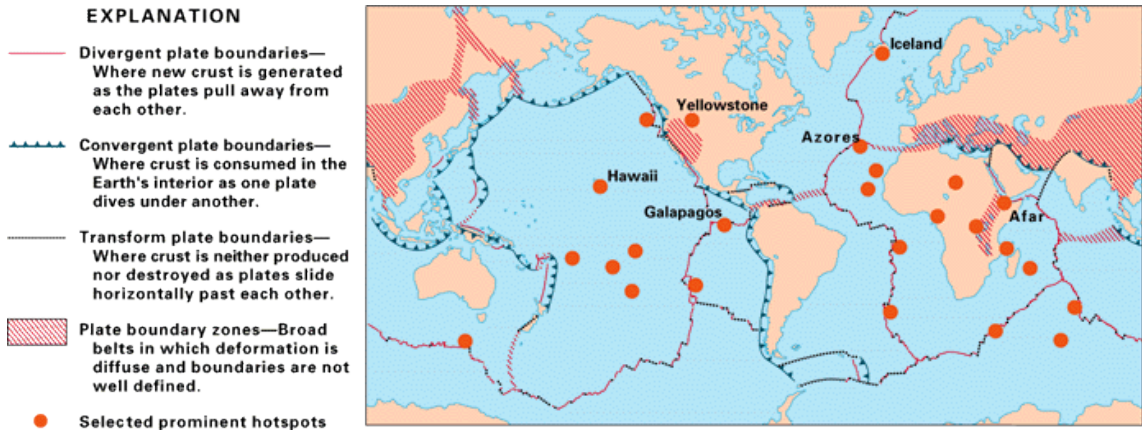
中央海嶺で起きる地震は浅い

深い地震は沈み込み帯で起きる

以上3つより 3の浅い地震の分布が正しい。

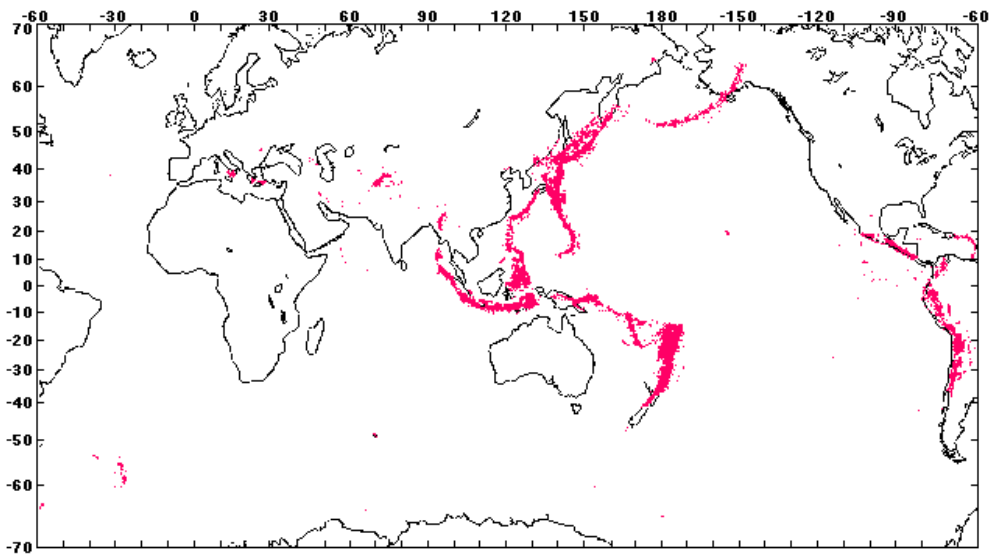
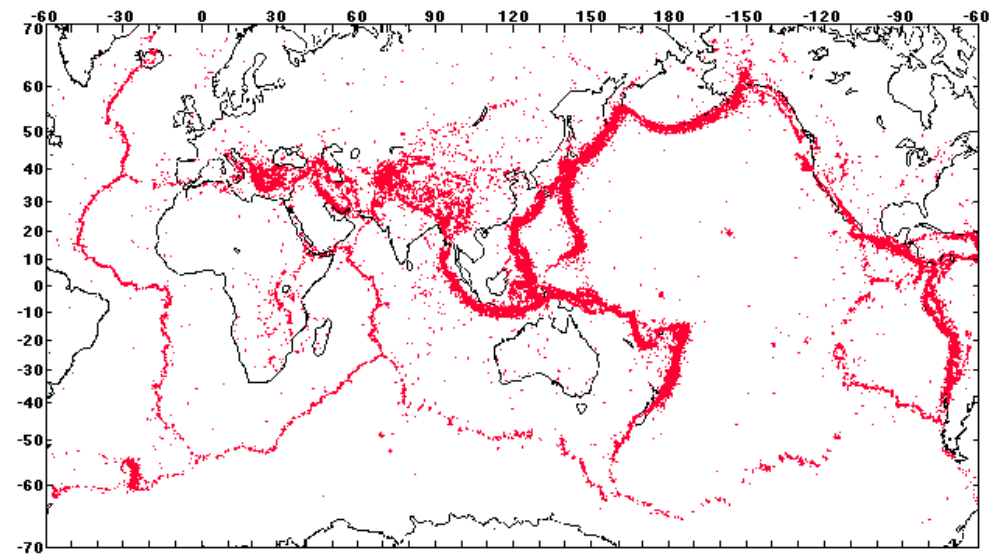
以下の図を参照

ホットスポットの分布 ([http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/world\\_map.html](http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/world_map.html))



世界の 100km 以浅と以深の地震分布

(<http://www.s-yamaga.jp/nanimono/chikyu/jishin-03.htm#世界の地震>)



問 2 前ページの図 1 中の△印で示された地点 A～D 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。 2

- ① 地点 A は、地層や岩体が変形し複雑な地質構造をもつ造山帯にある。
- ② 地点 B は、二つのプレートの衝突によって形成された大山脈にある。
- ③ 地点 C は、新しいプレートが生成されているところにある。
- ④ 地点 D は、現在、造山運動が起こっていないところにある。

答え：3

A：ヨーロッパアルプス→造山帯だから○

B：ヒマラヤ→インドとユーラシアの衝突によって形成された○

C：ロッキー山脈→新しいプレートが生成されているところではない×

D：カナダ→安定地塊だから○

B アイソスタシーに関する次の文章を読み、下の問い(問 3・問 4)に答えよ。

マントルよりも密度の小さい地殻は、水に浮かぶ木片のようにマントルの上に浮かんでいる。地殻とマントルの境界である ア の深さは、標高が高い山脈の下では イ になっている。このつり合いをアイソスタシーという。(a)スカンジナビア半島では氷期の厚い氷(氷床)がとけ、とけた氷の重さだけ軽くなったために、アイソスタシーが成り立つように、地殻が隆起を続けている。

問 3 上の文章中の空欄 ア ・ イ に入れる語の組合せとして最も適なもの、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- | ア                            | イ   |
|------------------------------|-----|
| ① モホロビッチ不連続面(モホ不連続面)         | 浅 く |
| ② モホロビッチ不連続面(モホ不連続面)         | 深 く |
| ③ <sup>わだち</sup> 和達—ベニオフ面(帯) | 浅 く |
| ④ 和達—ベニオフ面(帯)                | 深 く |

答え：2

地殻とマンツルの境界はモホロビチツチの不連続面。氷山が海に浮かんでいるときに大きな氷山は海の中の部分が大きいことを思い浮かべれば、高い山の下でのモホ面が深いことが分かる。

問 4 前ページの文章中の下線部(a)に関連して、ある大陸の氷床がとけた場合の地殻の隆起量を推定してみよう。次の図 2 に示すように、この大陸の地殻の厚さを 40 km、氷期における氷床の厚さを 3.3 km とする。間氷期に大陸の氷床がすべてとけて地殻が隆起し、再びアイソスタシーが成り立ったとする。アイソスタシーが成り立っている場合、破線の深さでの圧力が等しいので、底面積が等しい太棒で囲まれた二つの柱 X と Y の質量は等しい。このときの地殻の隆起量  $H$  は何 km となるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、マンツルの密度を  $3.3 \text{ g/cm}^3$ 、地殻の密度を  $2.7 \text{ g/cm}^3$ 、氷床の密度を  $0.93 \text{ g/cm}^3$  とする。  km

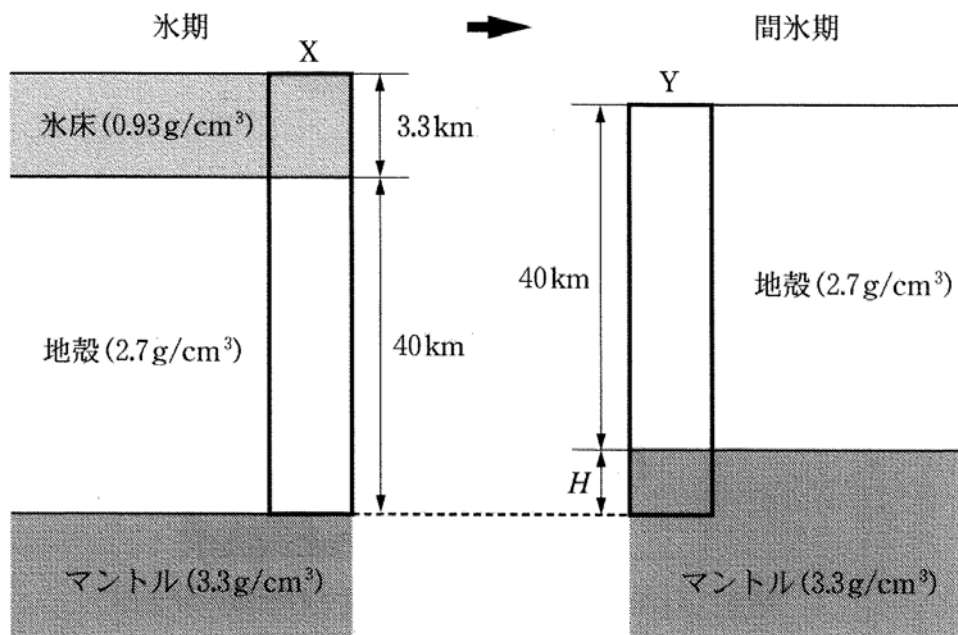


図 2 ある大陸の氷期および間氷期の模式断面図

- ① 0.33                      ② 0.93                      ③ 1.08                      ④ 2.78

答え：2

アイソスタシーが成り立つとは密度の小さい地殻が、密度の大きいマンツルの浮力で支えられている状態。

問題では、マンツルの密度が  $3.3\text{g/cm}^3$ 、地殻の密度が  $2.7\text{g/cm}^3$ 、氷床の密度が  $0.93\text{g/cm}^3$  である。地殻の厚さが  $40\text{km}$ 、氷床の厚さが  $3.3\text{km}$  であるとき、氷がすべて溶け、再びアイソスタシーがなりたつとき、地殻の隆起量は  $H\text{km}$  となる、というのだから、要はつり合いである。図のとおり当てはめて

$$3.3 \times H + 2.7 \times 40 = 0.93 \times 3.3 + 2.7 \times 40 \quad \text{これを解けば、} H = 0.93\text{km}$$

C 大地の変形に関する次の文章を読み、下の問い(問5・問6)に答えよ。

地層や岩石は、大きな力を受けると、さまざまな変形を示す。おもに水平方向の圧縮の力で生じる変形には **ウ** や **エ** などがあり、引っぱりの力で生じる変形には **オ** などがある。

日本列島中央部の主要な横ずれ断層の走向(断層面と水平面との交線)の方向)には、次の図3に示すように、おもに北東—南西方向と北西—南東方向の2種類がある。(b) これらの断層のずれの方向から、この地域には、東西方向の圧縮の力がはたらいていることがわかっている。

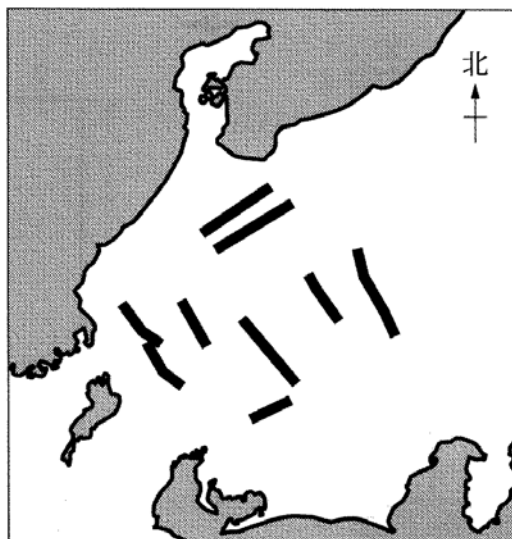


図3 日本列島中央部の主要な横ずれ断層の分布図

問 5 前ページの文章中の空欄 **ウ** ~ **オ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **5**

	ウ	エ	オ
①	<small>しゅう きよく</small> 褶 曲	正断層	逆断層
②	褶 曲	逆断層	正断層
③	侵 食	正断層	逆断層
④	侵 食	逆断層	正断層

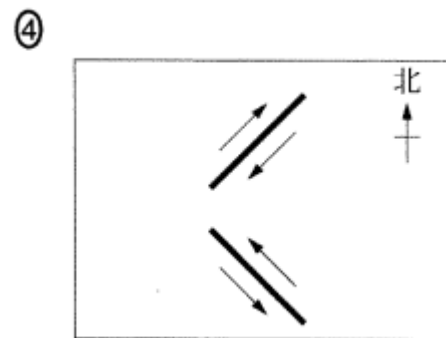
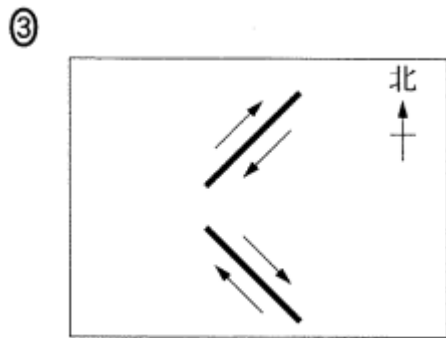
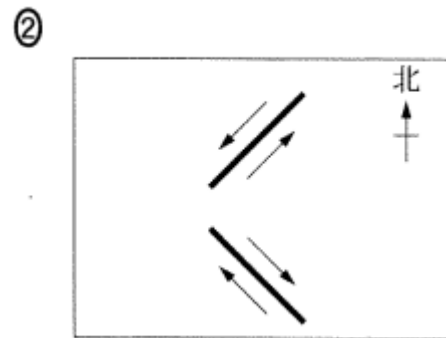
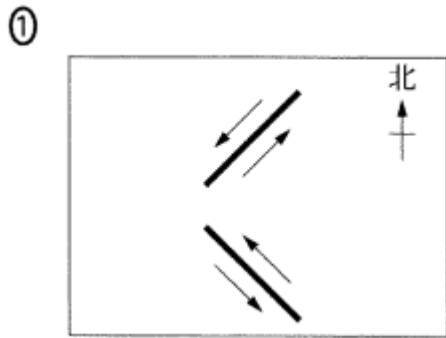
答え： 2

水平方向の圧縮力で生じる変形は褶曲や逆断層があり、引っ張りの力で生じる変形には正断層などがある。

侵食は水の力などで削られる変形。正断層は引っ張られて落ちる、逆断層は押されて乗りあがる、と覚えておく。

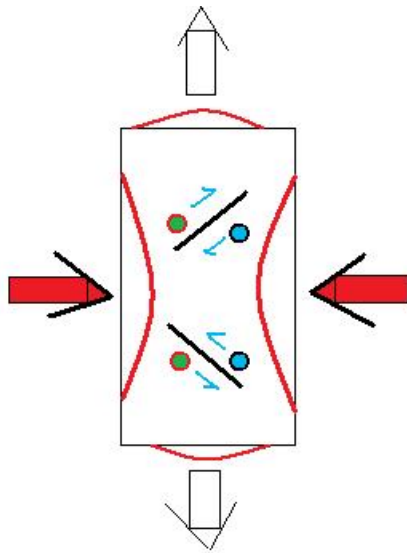
問 6 前ページの文章中の下線部(b)に関連して、これらの2種類の断層のずれの向きを示す図として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

**6**



答え：4

東西方向に圧縮の力がかかっているときは東西方向は中心へ、南北方向は上下へ移動するはずなので図のようなずれ方になる。



A 岩石・鉱物に関する次の文章を読み、下の問い(問1・問2)に答えよ。

変成岩は、そのでき方により(a)接触変成岩と広域変成岩に大別される。変成岩では、鉱物の組合せなどから、岩石ができた温度や圧力を知ることができる。次の図1(A)に示すように、そう長石(Naに富んだ斜長石)は高圧でひすい輝石と石英に分解するので、(b)ひすい輝石と石英を含んだ岩石は高い圧力のもとでできたことがわかる。 $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ の化学組成をもつ鉱物には、らん晶石・珪線石<sup>けいせん</sup>・紅柱石という結晶構造の異なる3種類のものがある。これらの鉱物の安定な温度・圧力領域を図1(B)に示す。

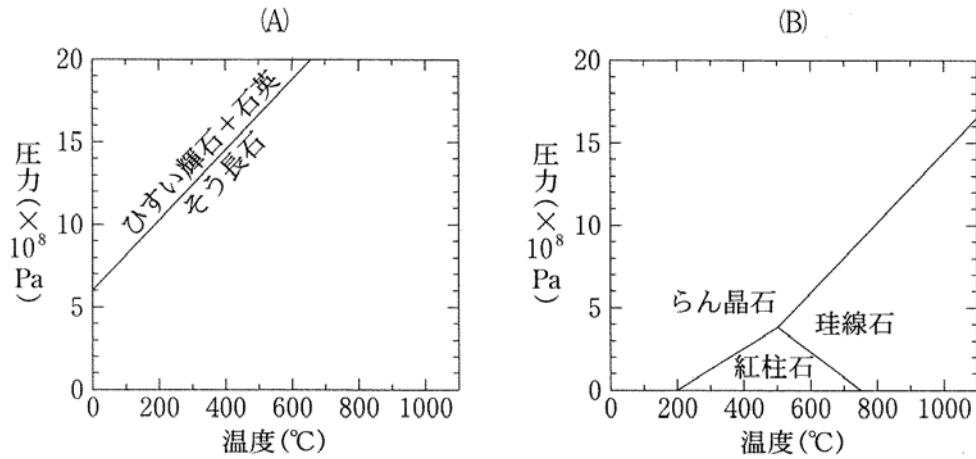


図1 変成岩にみられる鉱物の安定な温度・圧力領域

(A)：そう長石，ひすい輝石+石英

(B)：三つの  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  鉱物



問 1 前ページの下線部(a)に関連して、接触変成岩と広域変成岩の岩石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。 1

接触変成岩	広域変成岩
① 花こう岩	ホルンフェルス
② 片麻岩	玄武岩
③ 大理石	結晶片岩
④ 花こう岩	結晶片岩
⑤ 片麻岩	ホルンフェルス
⑥ 大理石	玄武岩

答え： 3

変成岩の成り方は接触変成岩（砂岩、泥岩→ホルンフェルス、石灰岩→大理石など）と広域変成岩（結晶片岩、片麻岩など）に大別できる。接触変成作用はマグマの貫入などによって高温になる。広域変成作用は地殻変動によって高温、高圧になる。

ここで接触変成は大理石だから3または6。玄武岩は変成岩ではないから3が正しい。

問 2 前ページの下線部(b)に関連して、ひすい輝石と石英を含む可能性のある変成岩は接触変成岩と広域変成岩のうちどちらか。また、ひすい輝石と石英を含む変成岩に見いだされる  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  鉱物はどれか。変成岩と  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  鉱物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。 2

変成岩	$\text{Al}_2\text{SiO}_5$ 鉱物
① 接触変成岩	紅柱石
② 接触変成岩	珪線石
③ 接触変成岩	らん晶石
④ 広域変成岩	紅柱石
⑤ 広域変成岩	珪線石
⑥ 広域変成岩	らん晶石

答え： 6

変成作用と温度圧力条件のグラフを見る。ヒスイ輝石のできるラインは高圧域。ということは、広域変成岩と思う。それからヒスイ輝石のできる温度・圧力条件に合うものを探すと、らん晶石がふさわしい。

**B** 深成岩とその構成鉱物に関する次の文章を読み、下の問い(問3・問4)に答えよ。

ある地域で採取した色調が異なる二つの深成岩AとBについて薄片を作成し、偏光顕微鏡で観察した。薄片を1ミリメートル間隔で動かして、接眼レンズの十字線の交点の真下に見える鉱物の種類を決定し、そのカウント数の合計が500点になるまで数えた。その結果は、次の表1のようになった。

表1 十字線の交点の真下に見えた鉱物の種類とカウント数

深成岩A		深成岩B	
カリ長石	175	斜長石	275
斜長石	150	輝石	150
石英	150	かんらん石	75
黒雲母 <sup>うんも</sup>	25	合計	500(点)
合計	500(点)		

問3 前ページの表1に示されたデータに基づいて、深成岩AとBの岩石名と色指数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。ただし、各鉱物のカウント数の割合は各鉱物の体積比に等しいと仮定する。

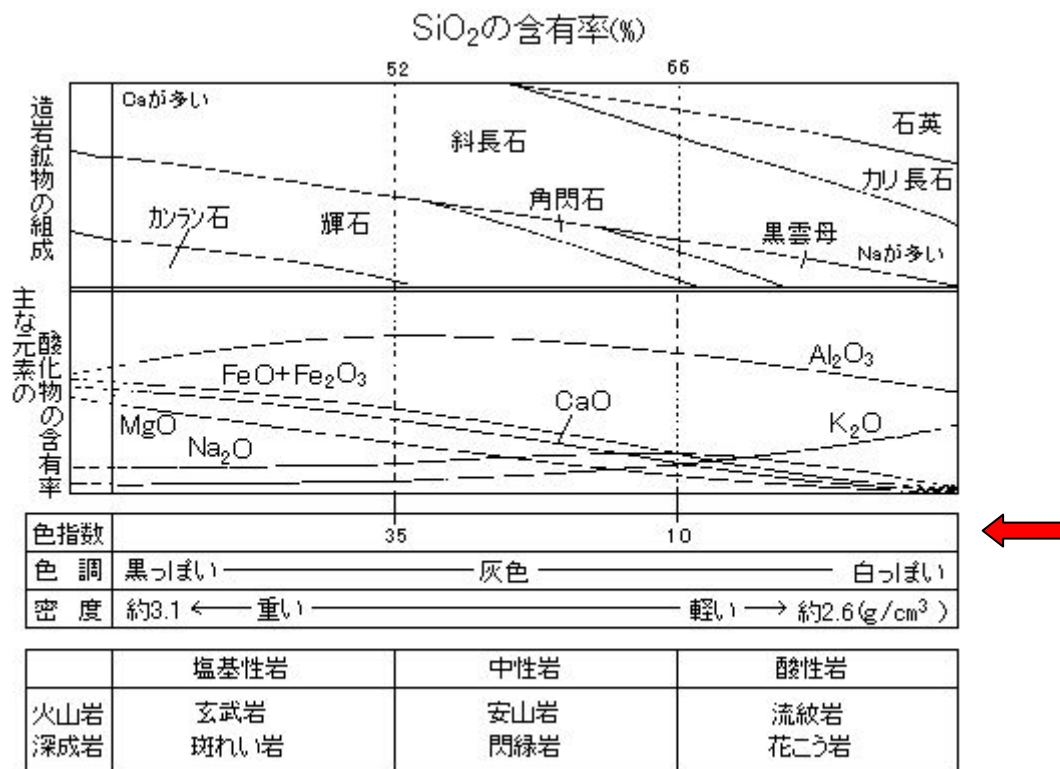
3

答え： 6

色指数（火成岩）とは、火成岩の中の有色鉱物の占める体積パーセントを言う。

問題では有色鉱物は黒雲母、輝石、かんらん石である。深成岩Aの色指数は全体の中に黒雲母の占める割合なので、 $(25/500) \times 100 = 5$ 。深成岩Bの色指数は全体の中の輝石とかんらん石の占める割合だから、 $\{(150+75)/500\} \times 100 = 45$ 。この色指数から判断すると5は花崗岩、45は斑レイ岩となる。かんらん岩はおよそ70以上となる。

	深成岩A		深成岩B	
	岩石名	色指数	岩石名	色指数
①	せんりよく 閃緑岩	5	かんらん岩	45
②	閃緑岩	5	はん 斑れい岩	45
③	閃緑岩	25	かんらん岩	45
④	閃緑岩	25	斑れい岩	75
⑤	花こう岩	5	かんらん岩	75
⑥	花こう岩	5	斑れい岩	45
⑦	花こう岩	25	かんらん岩	75
⑧	花こう岩	25	斑れい岩	75



問 4 前ページの表 1 中の深成岩 A と B には構成鉱物として斜長石が含まれている。これらの岩石が一連の結晶分化作用でできたとすると、深成岩 A に含まれる斜長石の化学組成と晶出温度は、深成岩 B に含まれる斜長石と比較してどのような特徴をもつと考えられるか。化学組成と晶出温度の特徴の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

	化学組成	晶出温度
①	Na に富む	高 い
②	Na に富む	低 い
③	Ca に富む	高 い
④	Ca に富む	低 い

答え： 2

色指数が小さい→酸性岩の斜長石は Na に富む。色指数が大きい→塩基性になるにつれて Ca に富む。

マグマの結晶分化作用は、正しく言おうとするととても複雑である。しかし、センター試験レベルで言えば、玄武岩質マグマの温度がだんだん下がるにつれて、塩基性のマグマの結晶分化作用(鉱物の晶出順序)は以下のようになると思ってよい。

温度 K	有色鉱物	無色鉱物
1500	かんらん石	Ca に富む斜長石
↓	輝石	
↓	角閃石	
↓		Na に富む斜長石
↓	黒雲母	
1100		カリ長石・石英

よって、A のほうが Na に富む斜長石が出るから温度も低い。

マグマは、地下深所でゆっくり冷えて固まると深成岩になり、地表に噴出あるいは地表近くに貫入して急冷されると火山岩になる。これらの火成岩は、含まれている  $\text{SiO}_2$  (二酸化ケイ素) 量の多いものから順に、酸性岩 ( $\text{SiO}_2$  量は約 70 %) ・中性岩 ( $\text{SiO}_2$  量は約 60 %) ・塩基性岩 ( $\text{SiO}_2$  量は約 50 %) に区分されている。

問 5 火山岩について述べた文として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 大きな結晶と小さな結晶からできていることが多い。
- ② マグマ溜り<sup>だま</sup>の中ですでに晶出していた鉱物を含むことがある。
- ③ 大きな岩体である底盤(バソリス)をつくることがある。
- ④ マグマが急冷されてできたガラス質の物質を含むことがある。

答え： 3

火山岩はマグマが地表に噴出、または地表近くで急冷されてできる。だから、

- 1. 細かい結晶やガラス質(非結晶質)の物質からなる石基の中に大粒の結晶(斑晶)が見られる。これを斑状組織という。
- 2. マグマだまりの中で既に晶出していた鉱物を含むことがある。
- 3. 大規模な貫入岩体を底盤(バソリス)といい、これは花崗岩に見られることがある。

以上のことより適当でないのは3.

問 6 上の文章中の中性岩に関連し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。

- ① 中性の火山岩は盾状火山をつくっている。
- ② 中性の深成岩は塩基性の深成岩より有色鉱物を多く含んでいる。
- ③ 中性の深成岩は酸性の深成岩よりカリ長石を多く含んでいる。
- ④ 中性の火山岩は島弧(弧状列島)や大陸縁に特徴的な岩石である。

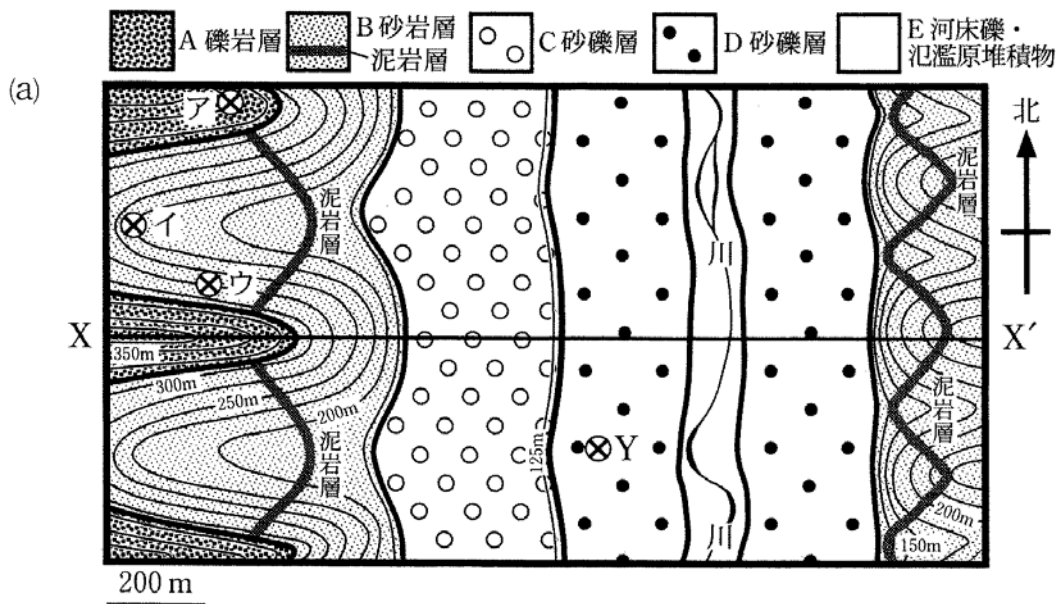
答え： 4

中性の火山岩（安山岩など）は島弧や大陸縁に特徴的な岩石である。これはプレートの沈み込みによる地下への水の持込でマグマが発生することによる。

よって楯状火山は作らない。塩基性の深成岩の方が有色鉱物が多い。酸性の深成岩の方がカリ長石が多い。ゆえに4.

A 地質図に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

次ページの図1はある地域における地質図と地形断面図である。この地域では、西から順にA礫岩層、B砂岩層、C砂礫層、D砂礫層、E河床礫・氾濫原堆積物、D砂礫層、B砂岩層が分布している。B砂岩層には泥岩層がはさまり、川の西側と東側に分布する泥岩層は同じものである。また、地点Yでボーリングを行い、深度300 m付近にB砂岩層にはさまる泥岩層があることを確認した。C砂礫層とD砂礫層の上面はほぼ平坦であり、それぞれが河岸段丘を構成している。図1の地点アではメタセコイアの立木の化石が、地点イではカヘイ石(ヌムリテス)が見つかった。



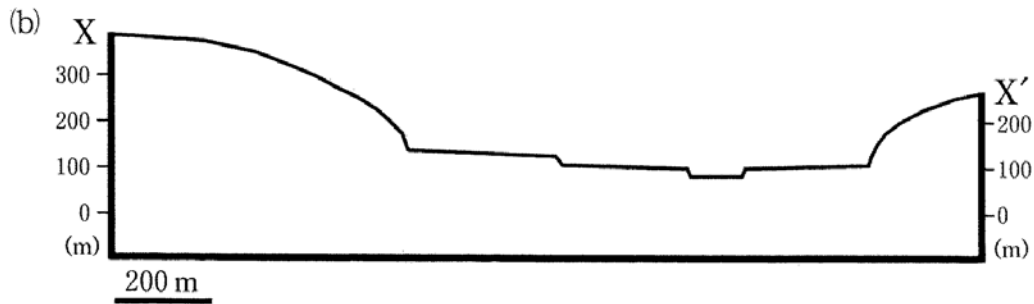


図1 ある地域の地質図(a)と地形断面図(b)

(a) : 太実線は地層境界を, 細実線は等高線を表す。

(b) : (a)の X—X' 線に沿った地形断面。

問 1 D砂礫層の地質時代を示す化石として最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① デスモスチルス・ビカリヤ(ビカリヤ)
- ② マンモス・オオツノジカ
- ③ リンボク・フウインボク
- ④ クックソニア・プシロフィトン

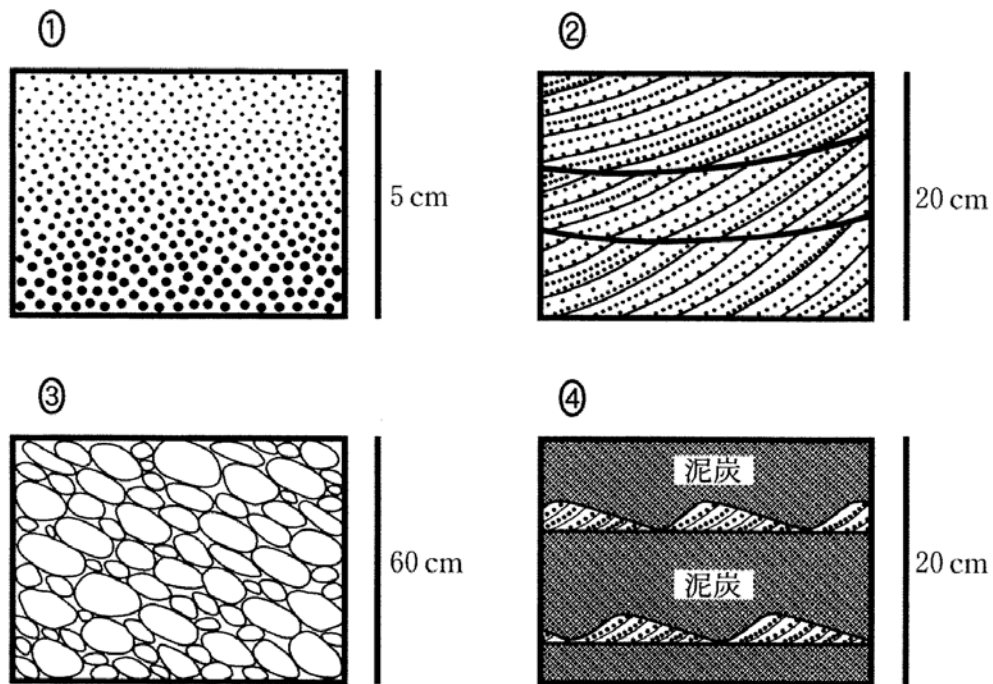
答え : 2

ここで古い順に並べ替えると、

- 1. クックソニア・プシロフィトン→デボン紀
- 2. リンボク・フウインボク→石炭紀
- 3. カヘイ石 (ヌンムリテス) →古第三紀
- 4. デスモスチルス→中新世中期から後期、ビカリヤ→中新世
- 5. マンモス、オオツノジカ→第四紀

河岸段丘は上の段丘の方が古い。D層はカヘイ石の出たB層より新しいから答えは2。

問 2 地点ウの露頭断面では級化層理(級化成層)が観察された。級化層理の堆積構造を示す模式的なスケッチとして最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。



答え：1

級化層理とは、1枚の地層の中で下部から上部へ順次粒径が変化していくこと。通常は下が粗く上が細かい。よってそういう図は1。

問 3 この地域の地質について述べた文として**適当でないもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 川の両側に分布する泥岩層の傾斜の方向から、B砂岩層は向斜構造をなしている。
- ② 含まれる化石の種類から、A礫岩層は陸域で、B砂岩層は海底で堆積した地層である。
- ③ C砂礫層とD砂礫層は段丘を構成する堆積物であり、それらはB砂岩層の上に重なる。
- ④ A礫岩層とB砂岩層の関係は、両者の境界が等高線と平行であることから、整合である。

答え：4

整合とは、時間的にも連続する必要がある。平行不整合もある。よって4は適当でない。



問 4 C砂礫層とD砂礫層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。

4

- ① C砂礫層はD砂礫層より標高の高いところに分布しているので、C砂礫層がD砂礫層の上に重なる。
- ② C砂礫層とD砂礫層の形成時期に差はなく、河川の水位が高いときにC砂礫層が、河川の水位が低いときにD砂礫層が堆積した。
- ③ 河川の侵食する力が増したため、C砂礫層を削り込んで河床が低くなり、そこにD砂礫層が堆積した。
- ④ D砂礫層は川の両側に分布しているので、向斜構造をなしている。

答え： 3

河岸段丘のできかた。古い地層が上。Cを削り込んでDが堆積した。よって3が適当。

B 地質断面図に関する次の文章を読み、下の問い(問5・問6)に答えよ。

地球の歴史を知るうえで、地質学的なできごとの新旧関係を明らかにすることはきわめて重要である。地層や鉱物の境界に着目して観察することは、接する両者の形成順序を決めるのに有用である。

次の図2は、ある地域の地質断面を示したものである。露頭で、巣穴の化石A、不整合面B、および深成岩と石灰岩の境界Dを観察した。またCでは岩石を採取し、薄片を偏光顕微鏡で観察した。

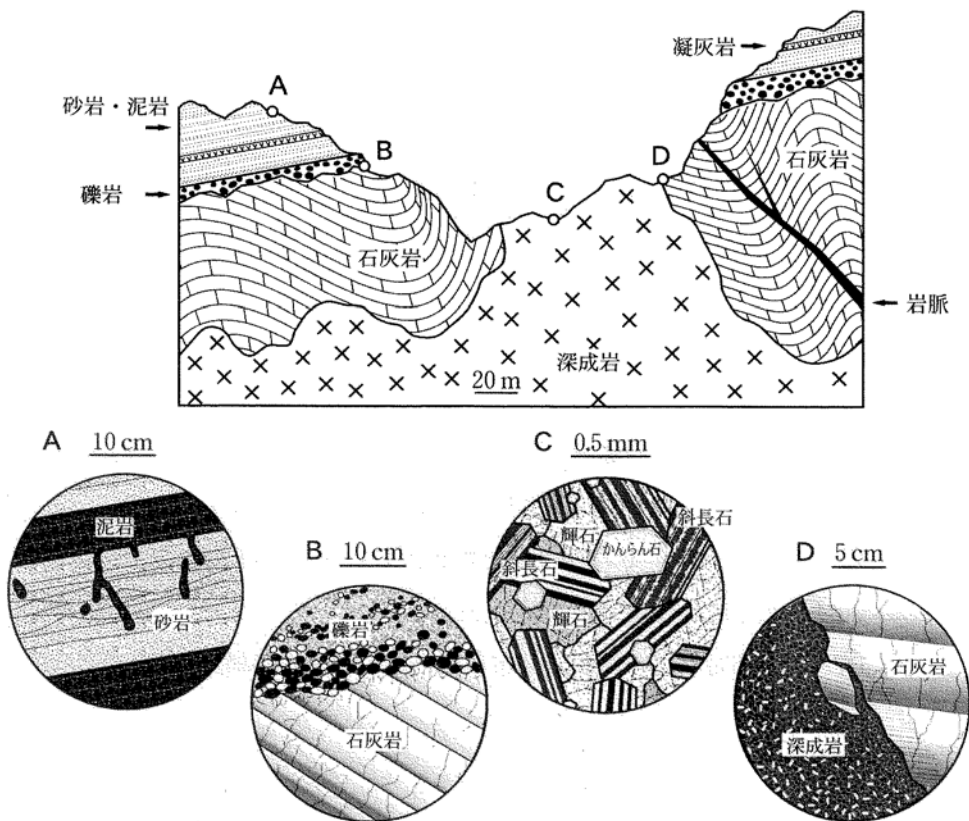


図2 ある地域の地質断面図

下段の円内にはそれぞれの地点で観察された構造・組織を模式的に示している。

問5 前ページの文章中の下線部に関連して、地層や鉱物の形成順序について述べた文として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① Aでは、泥岩層側から掘られた巣穴が砂岩層の堆積構造を切っているように見えるので、この泥岩層は砂岩層より後に堆積したと考えられる。
- ② Bでは、凹凸のある不整合面が石灰岩の層理を切って形成されたように見えるので、礫岩は石灰岩が侵食された後で堆積したと考えられる。
- ③ Cでは、かんらん石が斜長石や輝石の結晶を切って成長したように見えるので、かんらん石は斜長石や輝石より後に晶出したと考えられる。
- ④ Dでは、深成岩が石灰岩の構造を切って入りこんできたように見えるので、この深成岩は石灰岩が堆積した後に貫入したと考えられる。

答え： 3

マグマの結晶分化作用を思い出すと、かんらん石は輝石より先に晶出する。堆積構造とは違って、先に晶出したものは邪魔をされない、と思い出せばよい。

温度 K	有色鉱物	無色鉱物
1500	かんらん石	Ca に富む斜長石
↓	輝石	
↓	角閃石	
↓		Na に富む斜長石
↓	黒雲母	
1100		カリ長石・石英

問 6 前ページの図 2 で示した深成岩と岩脈の年代を測定した結果、それぞれ、約 2 億 5000 万年前、約 6500 万年前に形成されたことがわかった。このとき石灰岩層が堆積した可能性のある地質時代として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 石炭紀      ② ジュラ紀      ③ 白亜紀      ④ 第三紀

答え： 1

深成岩が 2 億 5000 万年前、岩脈が 6500 万年前。D を見ると石灰岩は深成岩より古い。よって 2 億 5000 万年前より古いのは石炭紀（古生代）。

大体の目安として、新生代／中生代が約 6500 万年前、中生代／古生代が約 2.5 億年前、古生代／先カンブリア代が 5.4 億年前、くらは覚えておいてもいいかもしれない。

A 海面付近の水温の年変化に関する次の文章を読み、下の問い(問1・問2)に答えよ。

次の図1は、北半球の中緯度域において、(a)海面を通して海洋に出入りする熱エネルギーの年変化を示している。この図より、4月から8月の期間は、海洋に入る太陽放射エネルギーは海洋から出る熱エネルギーより多いが、10月から2月の期間は、その逆であることがわかる。このような熱エネルギーの出入りによって、海面付近では、加熱期に形成された暖水の層が、冷却期に対流により上下にかき混ぜられる。その結果、中緯度域の海面付近では、次ページの図2に示すような水温の年変化が起こる。

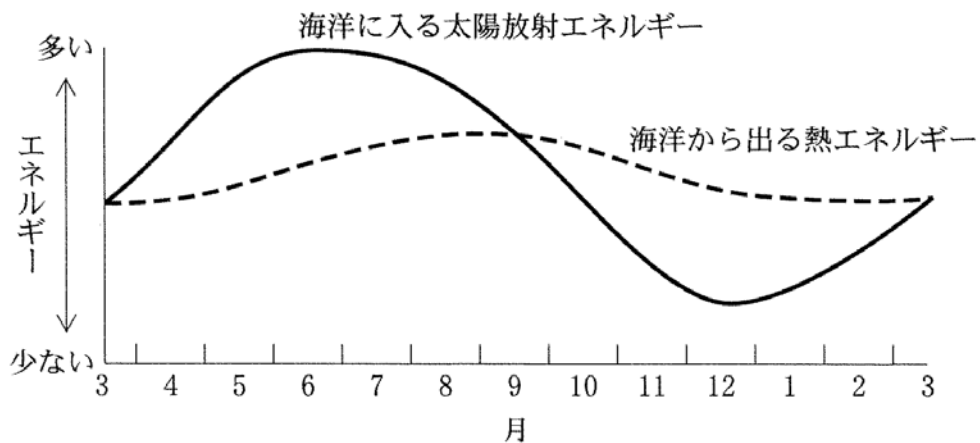


図1 北半球の中緯度域で海面を通して海洋に出入りする熱エネルギーの年変化(模式図)

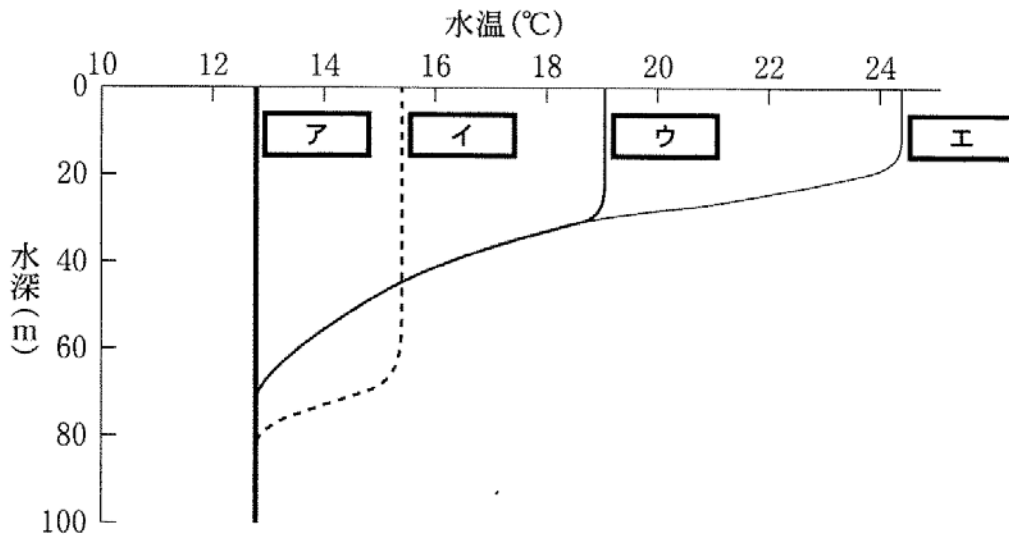


図2 北半球の中緯度域の海面付近における水温の年変化(模式図)

問1 上の図2の空欄 **ア** ~ **エ** に入れる月の組合せとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 **1**

	ア	イ	ウ	エ
①	12月	3月	9月	6月
②	12月	9月	3月	6月
③	3月	6月	12月	9月
④	3月	12月	6月	9月

答え：4

まず、図1を見て、**海洋から出る熱エネルギーは表面温度が高いほど大きい**ことから、9月の温度が一番高いと解る。よってエは9月。逆に最も温度が低いのは3月。よってアは3月。12月と6月の海水の温度は6月が高いと容易に想像できる。

問 2 前ページの文章中の下線部(a)に関連して、海面での熱エネルギーの出入りに関し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 海洋から放射される電磁波の波長は、太陽放射の波長より短い。
- ② 1年間を通してみると、低緯度域では、海洋に入る太陽放射エネルギーは海洋から出る熱エネルギーよりも少ない。
- ③ 海水が蒸発することにより、海洋から大気へ熱の輸送が起こる。
- ④ 放射によって海洋から出る熱エネルギーは、海水の塩分に依存する。

答え：3

海洋から放射される電磁波は赤外線。

海水の温度がほぼ一定なのは熱のエネルギー収支が合っているから。

海水が蒸発することにより気化熱が大気中に放出される。

放射される熱エネルギーは熱に依存。

B 大気に関する次の文章を読み、下の問い(問3・問4)に答えよ。

関東地方に住んでいる美樹さんは、冬休みに飛行機に乗って、九州で理科の先生をしている叔父さんを訪ねた。飛行機は、東京の羽田空港を飛び立って次の図3のようにほぼ西に向かった。福岡空港に着いたときには、叔父さんが空港まで迎えに来ていた。

叔父さん：飛行機の到着が遅れたね。

美樹さん：定刻に出発したけれど、窓から<sup>(b)</sup>雲をながめていたら、機長さんが「当機は<sup>(c)</sup>高度約 9800 m を福岡空港に向けて飛行していますが、本日は強い向かい風の中を航行するため、定刻より 20 分遅れの到着を予定しています。」とアナウンスしていたわ。

叔父さん：(d) この風は冬にはかなり強く吹くこともあるからね。この高度ではほぼ地衡風とみなせるから  側の気圧が高いことになるよ。この風や飛行機にはたらいていたコリオリの力(転向力)の向きがわかるかな？

美樹さん：風にはたらくコリオリの力は  向きで、飛行機にはたらいていたコリオリの力は  向きね。

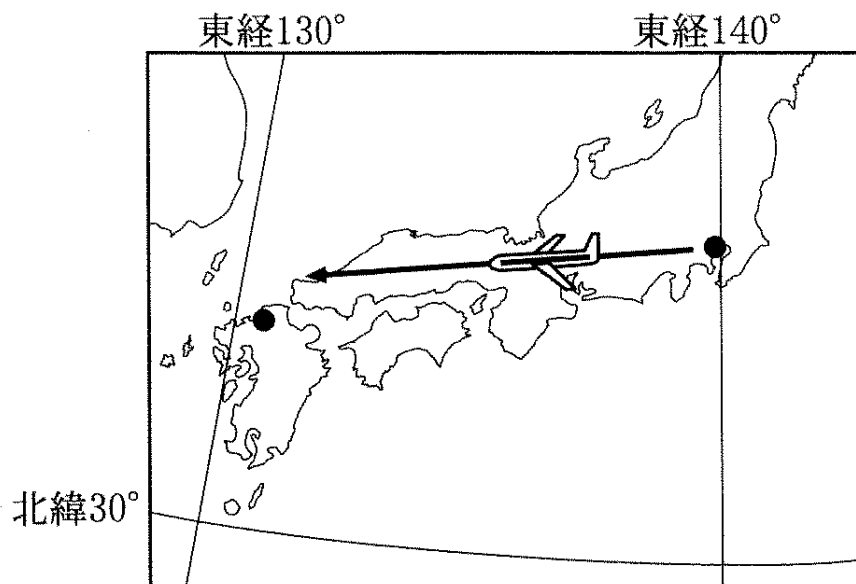


図3 美樹さんの乗った飛行機の飛んだ向き

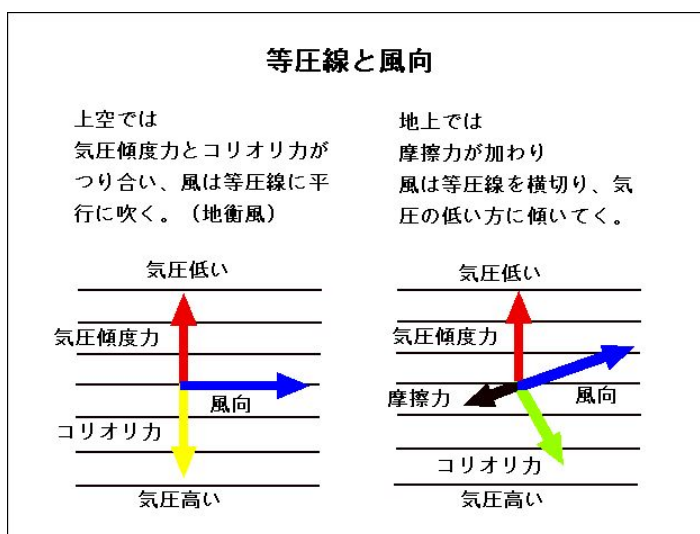
問 3 前ページの文章中の空欄 **オ** ~ **キ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **3**

	オ	カ	キ
①	西	北	南
②	西	北	北
③	南	北	南
④	西	南	北
⑤	西	南	南
⑥	南	南	北

答え：6

飛行機が西へ向かって、地衡風が逆風となる。南が高気圧、北が低気圧とわかる。よってオは南。3または6が正しいことになる。気圧傾度力が高気圧から低気圧に働くのだから、風に働くコリオリ力は気圧傾度力の逆。ゆえにカも南。飛行機は風と逆向きに進むから、キは北。ここで正解は6とわかる。

地衡風は北半球では等圧線に平行に低圧部を左側に見て吹くのである。ただしこれは地上1 kmより上空の摩擦を無視できる上層天気図の話で地上天気図ではこれに摩擦力がかかる。





問 4 前ページの文章中の下線部(b)・(c)に関連して、飛行機が航行した高度とそこから見える雲の様子について述べた文 A・B と、下線部(d)の風について述べた文 C・D との組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 

4
---

- A この高度は対流圏上層から圏界面(対流圏界面)付近にあたり、雲はおもに下方に見えて、上空は晴れ渡っていることが多い。
- B この高度は対流圏下層から中層にあたり、雲は通常は上空に見えるが、飛行機が雲の中に入ると、霧のように見えることもある。
- C 冬季に特に強くなることがあるこの風は、ジェット気流と呼ばれる。
- D 冬季に大陸からときおり強く吹き出すこの風は、季節風と呼ばれる。

- ① AとC      ② AとD      ③ BとC      ④ BとD

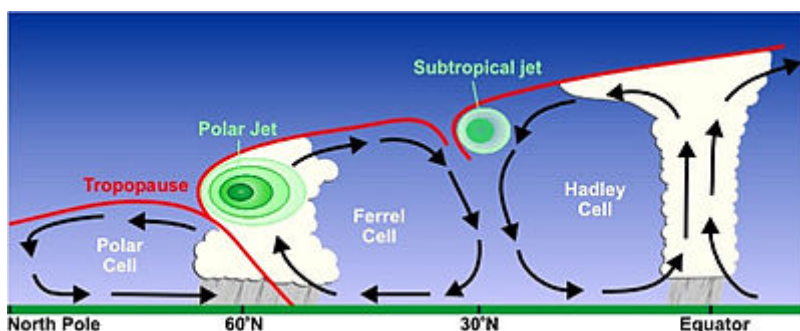
答え：1

高度 9800m であるから、対流圏上層にあたる。雲は対流圏にしかできないので、ここでは A があたる。地衡風は気圧傾度力が強い、すなわち気圧の高低差が大きくなると強くなる。これはジェット気流。よって C。

ジェット気流とは対流圏上層に位置する強い偏西風の流れを言う。

参考：寒帯ジェット気流 (Jp)

寒帯ジェット気流 (左) と亜熱帯ジェット気流 (右) の断面図。緑色の濃い部分ほど風速が大きい。大気循環との位置関係を示す。中緯度付近に発生するジェット気流で、寒帯前線面に形成される場合、寒帯前線ジェット気流と呼ばれる。傾圧不安定波に対応し、250 から 300hPa 付近の上層で明瞭に見られ、冬に強く、夏には弱まる。冬は傾圧不安定波に伴う温帯低気圧の移動や発達などに強く関連している。軸の南側の地上に前線ができることが多い。Jp 単独での平均流速は、夏 20 - 30m/s くらい、冬 50m/s くらいである。夏の北アメリカ大陸上空、冬の北アメリカ東方沖上空、冬の日本上空では亜熱帯ジェット気流と合流して流速が増す。



C 大気の大安定性に関する次の文章を読み、下の問い(問5・問6)に答えよ。

(e) 大気の状態が大安定なとき、しばしば積雲・積乱雲や激しい降雨が生じる。 大気の大安定性は、空気塊(気塊)を断熱的に上昇させたときの空気塊の温度とその周囲の気温によって判定でき、空気塊に含まれる水蒸気の大量とも深く関係する。空気塊を断熱的に上昇させたとき、空気塊が大水蒸気で大飽和しているか否かによって、空気塊の温度は大湿潤断熱減率もしくは乾燥断熱減率に従って低下する。湿潤断熱減率の値は、水蒸気の大  に伴う熱が大放出されるために、乾燥断熱減率の値よりも小さい。空気塊の温度が大周囲の気温よりも高い場合には、空気塊は大浮力を得て上昇できる。気温減率が大乾燥断熱減率よりも大きい場合を  な大気、湿潤断熱減率よりも小さい場合を  な大気という。

問5 上の文章中の空欄  ~  に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

	ク	ケ	コ
①	凝 結	絶対大安定 (大安定)	絶対大安定 (大安定)
②	凝 結	絶対大安定 (大安定)	絶対大不安定 (大不安定)
③	昇 華	絶対大不安定 (大不安定)	絶対大安定 (大安定)
④	昇 華	絶対大安定 (大安定)	絶対大不安定 (大不安定)

答え：1

凝結：気体が大冷却または圧縮されて液体に変わる現象。

昇華：固体が大、液体を経ないで大直接気体になること。

クについて水蒸気が雨になるのだから凝結。よって、1または2.

ケとコについては、気温の下がり方が断熱減率よりも大きいと、どうなるか考える。雨になれば熱が放出されるので、湿潤断熱減率は乾燥断熱減率よりも小さくなる。つまり、理論上の値（断熱減率）よりゆっくりと気温が下がれば、その空気は安定と言える。理論上の値よりも気温の下がり方が大きいと不安定と言える。よってケは不安定、コは安定だから1.

問 6 前ページの文章中の下線部(e)に関連して、次の図4の実線で示されているような気温の高度分布をもつ大気において、雲が生じる高度について考えよう。高度Aにある温度Tの飽和していない空気塊を、Cをわずかに超えた高度まで断熱的に上昇させ、その後、自由に上下運動ができるようにしたとき、どの高度の範囲に雲が生じると考えられるか。雲底の高度と雲頂のおおよその高度の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、空気塊の温度は高度BではS、高度CではRとする。

6

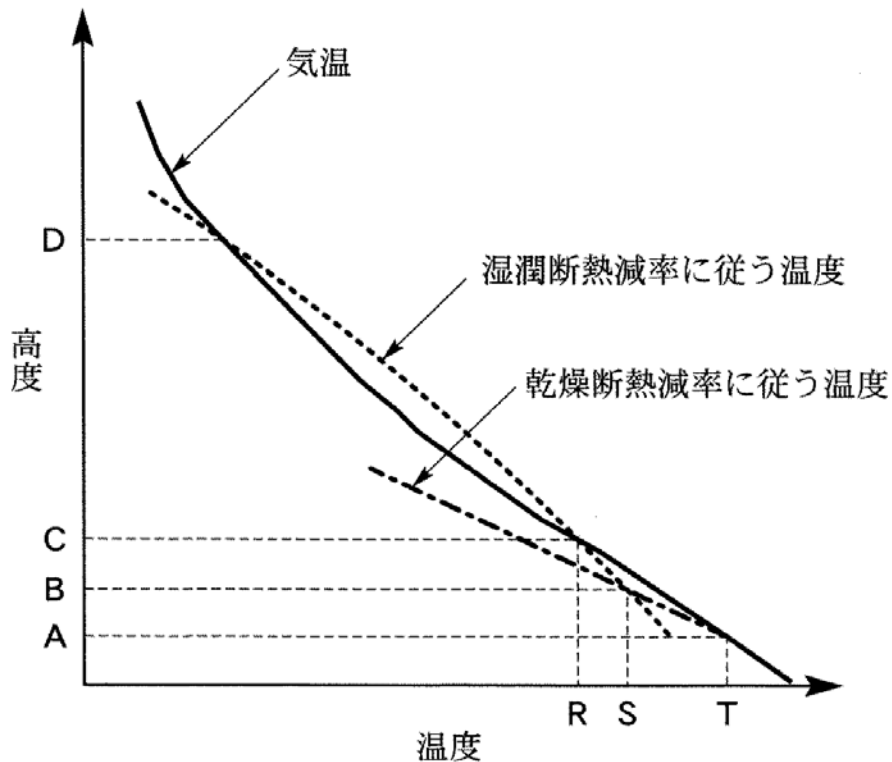


図4 温度の高度分布

	雲底	雲頂
①	A	C
②	B	C
③	B	D
④	C	D

答え：3

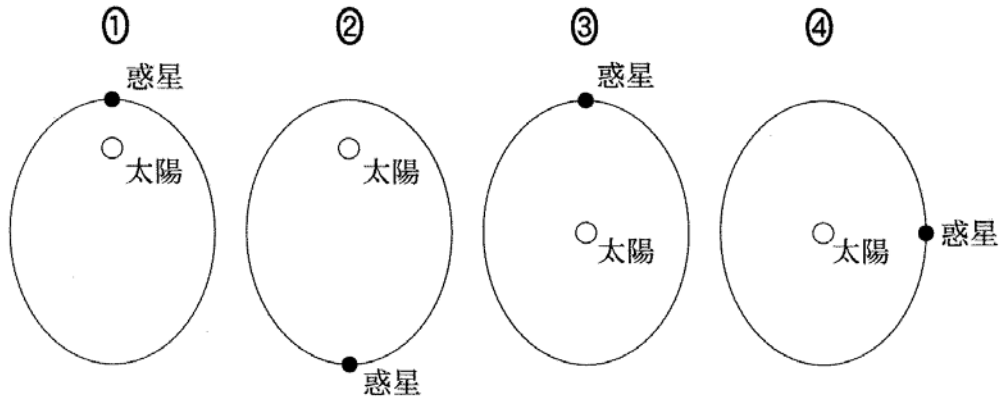
雲のでき初めは、空気が飽和して水蒸気が凝結する。この図で言えば乾燥断熱のラインと湿潤断熱の交点。よってB。雲の頂点は、周囲の気温と空気の温度が合ったところ、すなわち湿潤断熱と気温の交点。よってD。

A ケプラーの法則に関する次の文章を読み、下の問い(問1・問2)に答えよ。

ケプラーは、師であったティコ・ブラーエ(チコ・ブラーエ)の残した観測データを詳しく解析し、惑星が一般に<sup>だえん</sup>(a)楕円軌道を描いて運動していることなど、惑星の運動に関する三つの基本的な法則を発見した。ケプラーの法則は、太陽のまわりを運動する惑星だけでなく、(b)惑星のまわりを運動する衛星にも適用できる。

問 1 上の文章中の下線部(a)に関連して、惑星の楕円軌道を公転面と垂直な方向から見たとき、公転速度が最大となるときの惑星と太陽の位置関係を表している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。

1



答え：1

ケプラーの第2法則は「面積速度一定の法則」と呼ばれる。すなわち、「太陽と惑星を結ぶ直線は等しい時間に等しい面積を描く。」よって太陽にもっとも近い点で惑星は最も速く動き、遠い点で最も遅く動く。このことから、太陽にもっとも近いのは1。

問 2 前ページの文章中の下線部(b)に関連して、土星の衛星の運動を考えよう。

土星の衛星「パン」と「レア」の土星中心からの平均距離(軌道長半径)は、それぞれ土星半径の2.2倍と8.8倍である。「レア」の公転周期は「パン」の公転周期の何倍か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

2

 倍

① 64

② 16

③ 8

④ 2.5

答え：3

ケプラーの第3法則は、「惑星と太陽の平均距離  $\alpha$  の3乗は、惑星の公転周期  $P$  の2乗に比例する。」式で書けば

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

よって、パンの公転周期を  $p$ 、平均距離を  $r$  とすると、レアの公転周期を  $q$  とおき、平均距

離は  $4r$ 、となって

$$\frac{r^3}{p^2} = \frac{(4r)^3}{q^2}$$

$$64p^2 = q^2$$

$$8p = q$$

となるのでレアはバンの8倍。

**B** 恒星と連星に関する次の問い(問3・問4)に答えよ。

連星を公転面に沿った方向から見ると、一方の星が他方を隠す食現象が起き、次の図1のA～Dのように明るさが周期的に変化する食連星(食変光星)として観測される。

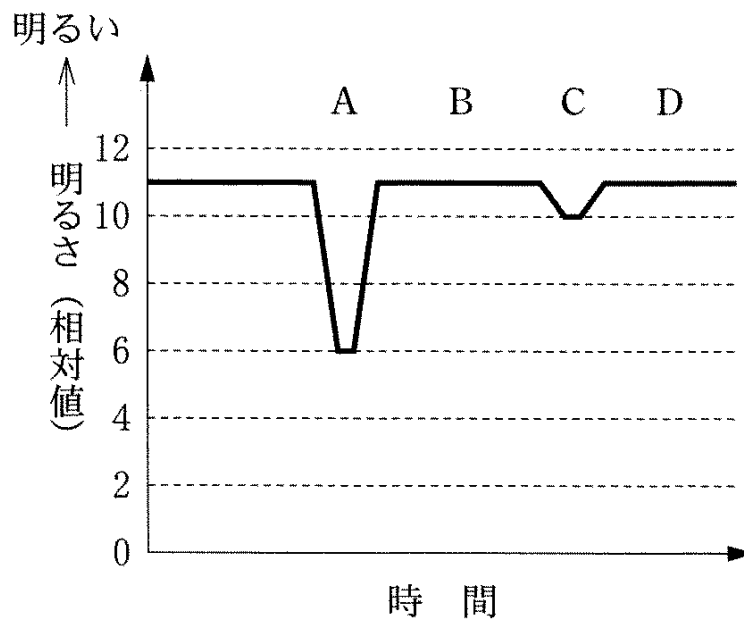
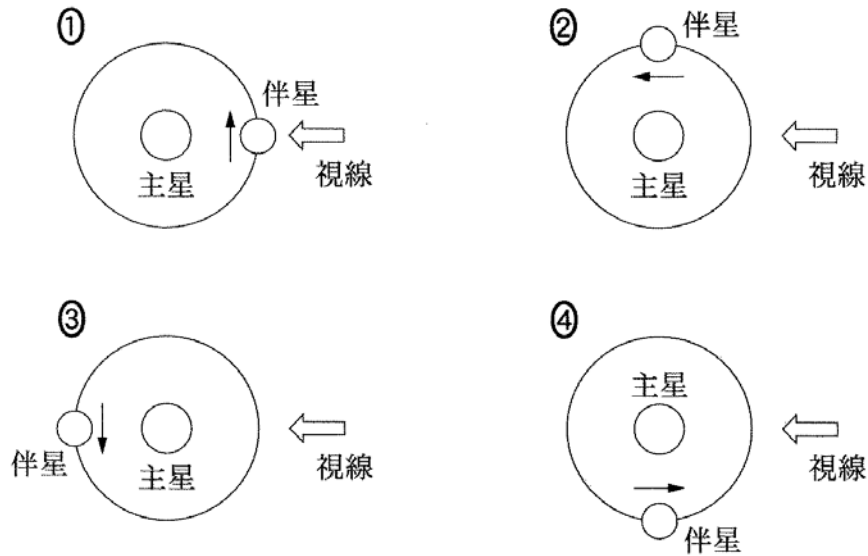


図1 食連星の変光曲線(明るさの時間変化)の模式図

問 3 相対的に高温で明るい主星と低温で暗い伴星が、下の①～④の順序で公転するとしたとき、図 1 中の A のように一番暗く見える配置はどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3



答え：1

暗いということは明るい主星と視線の間に暗い伴星が入って、光を遮ればよい。

問 4 この食連星で、主星が伴星を完全に隠したときに、次の図 2 に星印(☆)で示したような主星のスペクトル型と絶対等級が観測された。このスペクトルを、伴星が見えているときのスペクトルから差し引くことで、伴星のスペクトル型が F 型であることがわかった。このとき、図 1 のような変光を引き起こす伴星は、図 2 の HR 図中に示したどの領域にある星と考えられるか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 4

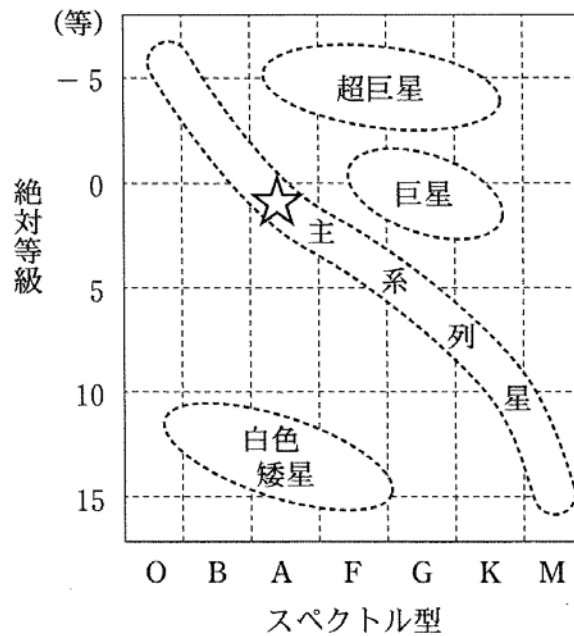


図2 HR図と星の種類

- ① 超巨星      ② 巨星      ③ 主系列星      ④ 白色矮星<sup>わいせい</sup>

答え：3

主星が伴星を隠したら図1のCになる。この時の明るさが10で主系列星にある。逆はAで明るさは6。二つ並ぶと11。よって伴星の方が暗い。ゆえに1と2は無い。スペクトルF型で白色矮星の場合、15等級となり暗すぎる。よって主系列星が妥当。

C 銀河系の構造に関する次の文章を読み、下の問い(問5・問6)に答えよ。

太陽系は、銀河系と呼ばれる恒星の大集団の中にある。18世紀の終わりに、ハーシェルは、いろいろな方向にある恒星の数を見かけの等級ごとに数え、銀河系は太陽を中心とする凸レンズ状の構造をしている、とした。けれども、(c)ハーシェルが見ることができたのは太陽に近い恒星だけであった。20世紀になって、シャプレーが球状星団の距離を測定して、その分布範囲から銀河系の大きさを見積もった。このとき初めて太陽系が銀河系中心から遠くに位置することがわかった。



問 5 上の文章中の下線部(c)に関連して、ハーシェルが銀河系の遠くの恒星を見ることができなかった理由を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。 5

- ① 遠い恒星からの可視光線が、銀河系円盤部に集中する恒星によって遮断されるため。
- ② 遠い恒星からの可視光線が、太陽系をつつむ厚い分子雲に吸収されるため。
- ③ 遠い恒星からの可視光線が、固体微粒子(宇宙塵・星間塵)でさえぎられるため。
- ④ 遠い恒星からの可視光線が、赤方偏移して赤外線になるため。

答え：3

星と星の間は完全な真空ではなく、星間ガスや星間塵が存在している。銀河系には星間物質があり、光を吸収するため遠方の光は弱められたり地球まで届かなかつたりする。

問 6 上の文章中の球状星団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。 6

- ① 数千個の星が不規則に集まった星の集団である。
- ② 銀河系形成の初期につくられた老齢な星の集まりである。
- ③ 重元素の多い星間雲から生まれた星の集まりである。
- ④ 天の川に沿って分布し、濃い星間物質を伴う星団である。

答え：2

星団の種類には散開星団と球状星団がある。散開星団は数百個ほどの星がまばらに不規則に集まっている星団で、代表的なものはおうし座のプレアデス。球状星団は、直径 100 光年ほどの空間内に、数十万から数百万個の恒星が球状に密集した星団。球状星団の年齢は、散開星団と同じように、星団を構成している星の色や明るさの分布を調べることによって求めることができる。観測してみると、質量が大きく寿命の短い青い星は見あたらず、質量が太陽程度かそれ以下の軽くて寿命の長い赤い星や進化の進んだ巨星、超巨星から成り立っている。このことは、球状星団の年齢が 100 億年以上であることを示す。球状星団

は銀河系形成の初期に生まれた古い天体である。また、このことから宇宙の年齢が少なくとも 100 億年以上であることもわかる。

ヘルクレス座の球状星団 M13



提供：国立天文台天文情報公開センター

(国立科学博物館宇宙の質問箱より)

問題番号	設問	解答番号	正解	配点	
第1問 (20)	A	1	1	3	4
		2	2	3	3
	B	3	3	2	4
		4	4	2	3
	C	5	5	2	3
		6	6	4	3
第2問 (20)	A	1	1	3	4
		2	2	6	3
	B	3	3	6	3
		4	4	2	4
	C	5	5	3	3
		6	6	4	3
第3問 (20)	A	1	1	2	4
		2	2	1	3
		3	3	4	3
		4	4	3	3
	B	5	5	3	4
		6	6	1	3
第4問 (20)	A	1	1	4	3
		2	2	3	3
	B	3	3	6	3
		4	4	1	4
	C	5	5	1	4
		6	6	3	3
第5問 (20)	A	1	1	1	4
		2	2	3	3
	B	3	3	1	4
		4	4	3	3
	C	5	5	3	3
		6	6	2	3