

地 学 基 礎

(解答番号 ~)

第1問 地球に関する次の問い(A~C)に答えよ。(配点 27)

A 地震と自然災害、プレートの運動に関する次の問い(問1~3)に答えよ。

問1 地震の震度やマグニチュード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。

- ① ある地点の地震による揺れ(地震動)の強さは、震度階級で表される。
- ② 震度階級が一つ大きくなると、地震のエネルギーは約32倍になる。
- ③ 震源からの距離が遠くなるにつれて、マグニチュードは小さくなる。
- ④ マグニチュードが大きいほど初期微動継続時間は長い。

これは基礎知識を問う問題。

マグニチュードは地震の放出するエネルギーの関数、震度は観測地点の揺れの大きさの関数である。マグニチュードは1大きくなるとエネルギーは約32倍になるが、震度は揺れの大きさに対応するので距離が関わる、、、ということが理解できていれば、答えは「1」とすぐにわかる。

地学基礎

問2 日本の沿岸部での自然災害に関する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 海底下での断層運動の開始を事前に予測して、緊急地震速報が発表される。
- ② 沖合で発生した津波が海岸付近に近づいても、津波の高さは変わらない。
- ③ 水を多く含んだ砂層では、地震動により液状化(液状化現象)が起こることがある。
- ④ 台風が近づくと、気圧の上昇によって海面が異常に高くなることがある。

これも基礎知識が問われる。

緊急地震速報は、P波を感知して揺れの大きさを予測する。すなわち、地震（断層運動）が起きてから出るもの。1は×。

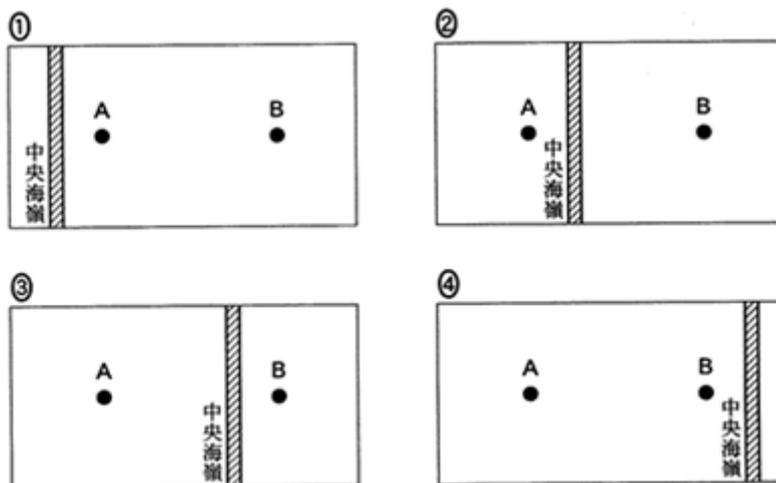
津波は海岸の地形によっては波が集まって非常に高くなる。2は×。

液状化が起きやすいのは埋立地。これは水を含んだ砂の層だから。3は○。

台風の高潮は低気圧だから。気圧は下がる。4は×。

地学基礎

問 3 中央海嶺^{かいりい}付近の海洋プレート上にある地点Aと地点Bを調べたところ、地点Aの溶岩は地点Bの溶岩より古いこと、および地点Aと地点Bの間の距離は時間とともに変化しないことがわかった。2地点と中央海嶺の位置を模式的に示した平面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、この付近のプレートは、中央海嶺の両側に同じ速さで広がっていると、中央海嶺以外での溶岩の噴出はないとする。 3



落ち着いて考えればすぐにわかる。

AがBよりも古い→海嶺に近いのは新しい方のB。

AとBの間の距離は同じ→同じプレートに乗っている。

よって答えは「4」

B 地層と生命の歴史に関する次の問い(問4・問5)に答えよ。

問4 次の図1は、ある崖で観察される地層の断面を模式的に示したものである。この場所での地層や地質構造の形成過程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。なお、この地域では地層の逆転はなく、断層には水平方向のずれ(横ずれ)はない。 4

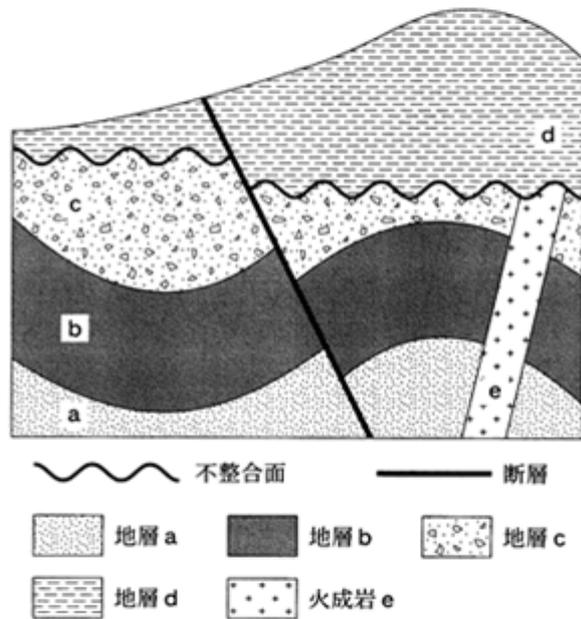


図1 ある崖で観察される地層の模式的な断面図

- ① しゅうきよく 褶曲が形成された時期は、地層dが堆積した時期よりも新しい。
- ② 断層が最後に活動した時期は、火成岩eが貫入した時期よりも新しい。
- ③ 地層aが堆積した時期は、地層bが堆積した時期よりも新しい。
- ④ 断層は逆断層であり、水平方向に圧縮の力が加わったことで形成された。

地層は下が新しい。

変形は堆積してから。

不整合には時間のギャップがある。

この原則をもとに見て行くと古い順に

a→b→c→e→d→断層

となることがわかる。よって「2」が正しい。

地学基礎

問 5 次の図2は、過去約2億7000万年間の海生無脊椎動物の絶滅の変遷を示している。縦軸は、各年代での海生無脊椎動物の絶滅率を示しており、絶滅の規模を読み取ることができる。この図に基づいて海生無脊椎動物の絶滅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。

5

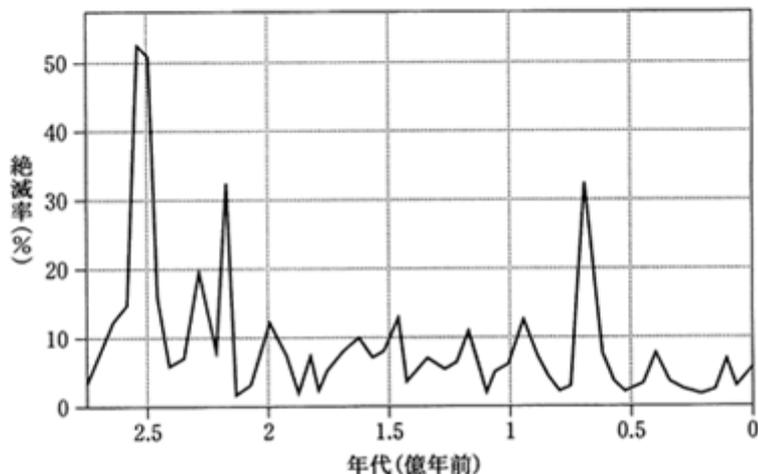


図2 過去約2億7000万年間における海生無脊椎動物の絶滅率
 絶滅率はそれぞれの年代において、 $\text{絶滅率(\%)} = \frac{\text{絶滅した属の数}}{\text{すべての属の数}} \times 100$
 で計算されている。属とは生物分類の単位の一つである。

- ① ビカリアが繁栄していた時期では、絶滅率が10%を超えたことはない。
- ② 最古の人類が出現した時期に、絶滅率が最大の絶滅が起こった。
- ③ 絶滅率が25%を超えた時期では、全球(全地球)凍結が起こったために多くの生物が絶滅した。
- ④ アンモナイトが完全に絶滅した時期と三葉虫が完全に絶滅した時期では、海生無脊椎動物の絶滅率はほぼ同じである。

グラフの読み取りと化石の知識。横軸が億年なので大雑把に。

ビカリア 新生代新第三紀 0.2億年

アンモナイトの絶滅 恐竜と一緒に 0.6から0.7億年

三葉虫の絶滅 古生代の終わり 2億年前

最古の人類の出現 0.1億年前

くらいの知識をもって判断すると正しいのは「1」

地学基礎

C 火山やマグマ、火成岩に関する次の問い(問6～8)に答えよ。

問6 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、下の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

火山噴火ではマグマに溶け込んでいる揮発性成分が発泡し、火山ガスが発生する。火山ガスの主要な成分は **ア** である。粘性が高いマグマ中で揮発性成分が急激に発泡すると、爆発的な噴火となることが多い。このような粘性が高いマグマは、一般的に二酸化ケイ素(SiO₂)の含有量が **イ**。

	ア	イ
①	二酸化硫黄	多い
②	二酸化硫黄	少ない
③	水蒸気	多い
④	水蒸気	少ない

粘性が高いマグマ→二酸化ケイ素が多い→固まると白っぽい流紋岩
粘性が低いマグマ→二酸化ケイ素が少ない→固まると黒っぽい玄武岩
よって、1か3。火山ガスの主要な成分は水蒸気。二酸化硫黄も含まれるが水蒸気の方が多い。ゆえに「3」

地学基礎

問7 火山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。 **7**

- ① 富士山のような成層火山は、粘性の高い溶岩が盛り上がってきた。
- ② 火山のハザードマップには、噴火に関連した災害の予想される地域が示されている。
- ③ 鉄資源である縞状鉄鉱層は、先カンブリア時代の火山活動でできた。
- ④ 火砕流は、噴火によってとけた雪が火砕物(火山砕屑物)と混ざって流れ下る現象である。

- 1) 富士山→玄武岩 ゆえに×
- 2) 火山のハザードマップは災害予測地図。よって○
- 3) 縞状鉄鉱層 シアノバクテリアに関係する よって×

4) 火砕流→ガスと火砕物 よって×

地学基礎

問 8 火成岩は石材として広く利用されている。次の図3は、石材Aと石材Bのプレパラート(薄片)を偏光顕微鏡で観察して描いたスケッチである。石材Aと石材Bの火成岩の分類について述べた文aと、石材Aと石材Bが形成された過程について述べた文bの正誤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。 8

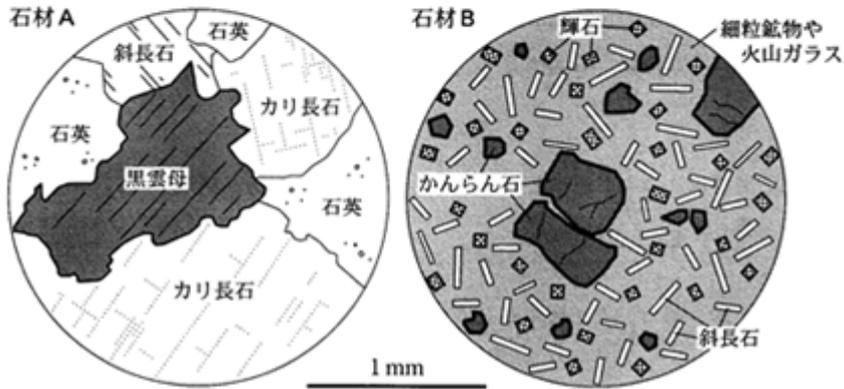


図3 石材Aと石材Bのプレパラート(薄片)を偏光顕微鏡で観察したときのスケッチ

- a 石材Aは酸性(ケイ長質)岩で、石材Bは塩基性(苦鉄質)岩である。
 b 石材Aはマグマが地下深い場所でゆっくり冷えてできたものだが、石材Bはマグマが地表あるいは地表付近で急速に冷えてできたものである。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

酸性→石英や長石が多い
 火山ガラス→急速に冷えた
 aもb正しいので「1」

地学基礎

第2問 地球全体のエネルギー収支(熱収支)に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。(配点 13)

太陽からのエネルギーは、電磁波によって地球に運ばれている。地球も電磁波により宇宙空間にエネルギーを放射している。電磁波は、波長によって赤外線、可視光線、紫外線などに分けられる。地球の表面積で平均した大気上端での平均的な太陽放射エネルギーは約0.34 kW/m²であるが、大気中を通過するときに、減衰しながら地球表面に到達する。地球表面でのエネルギー収支には、放射や潜熱などが関わっている。

問1 紫外線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。

- ① 紫外線は、人工衛星から雲の分布や海面水温を観測するときに利用される。
- ② 紫外線は、成層圏界面(成層圏と中間圏の境界)付近で気温が極大になることと関係している。
- ③ 紫外線は、太陽から放射されるエネルギーの主要部分を占める。
- ④ 紫外線は、地球から放射されるエネルギーの主要部分を占める。

紫外線は波長が短い

人工衛星から雲の分布をみるとき使わない

太陽エネルギーの主要部分では無い

よって消去法で答えは「2」とわかる。

問2 地球全体のエネルギー収支に関連して、放射と温室効果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。

- ① 地球表面に到達した太陽放射エネルギーの大半は、地球表面で反射される。
- ② 地球が吸収する太陽放射エネルギーは、地球が宇宙空間に放射するエネルギーよりも多い。
- ③ 地球表面から放射されるエネルギーは、水蒸気や二酸化炭素には吸収されるがメタンには吸収されない。
- ④ 温室効果がなければ、地球表面の平均気温は氷点下まで下がる。

地球のエネルギー収支は合っている

地球から出て行くエネルギーの多くは反射では無い

メタンも温室効果ガス
よって答えは「4」

地学基礎

問 3 前ページの文章中の下線部に関連して、出力 100 万 kW の発電所 1 基に相当するのは、およそ何 km^2 の地球表面に到達する平均的な太陽放射エネルギーか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、大気上端での平均的な太陽放射エネルギーの半分が地球表面に到達するものとする。

km^2

- ① 6 ② 60 ③ 600 ④ 6000

$0.34\text{kW}/\text{m}^2$ の半分が地表に届く $0.17\text{kW}/\text{m}^2 = 17 \text{ 万 kW}/\text{km}^2$

$100 \text{ 万 kW} \div 17 \text{ 万 kW} \approx 6$

答え「1」これは地学と言うより算数！

問 4 潜熱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。

- ① 暑い日に道路に水をまく(打ち水をする)と、地表付近の気温が上がる。
② 潜熱による熱の放出は、温室効果と呼ばれている。
③ 東部赤道太平洋では、西部に比べて海水が活発に蒸発しているため、海面水温が低い。
④ 湿った空気塊が上昇し、水蒸気が凝結するときに潜熱が放出される。

潜熱というと気化熱を思い出せばよい。ゆえに「4」

- 1) 打ち水をするので地表付近の気温が下がる。ゆえに×
2) 温室効果とは潜熱による熱の放出が原因ではない。ゆえに×
3) 海水がより活発に蒸発するのは一般に水温がより高いところ。ゆえに×

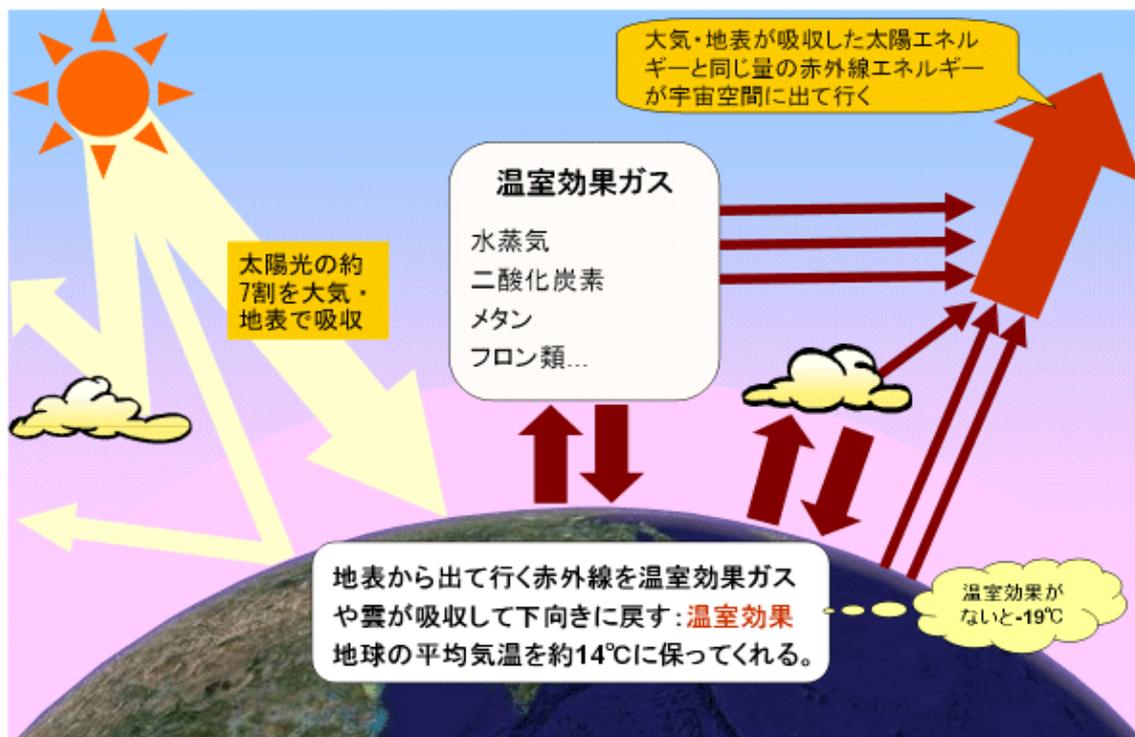
*温室効果とは(気象庁のページより)問 2 と問 4

地球の大気には二酸化炭素などの温室効果ガスと呼ばれる気体がわずかに含まれています。これらの気体は赤外線を吸収し、再び放出する性質があります。この性質のため、太陽からの光で暖められた地球の表面から地球の外に向かう赤外線の多くが、熱として大気に蓄積され、再び地球の表面に戻ってきます。この戻ってきた赤外線が、地球の表面付近の大気を暖めます。これを温室効果と呼びます。

温室効果が無い場合の地球の表面の温度は氷点下 19°C と見積もられていますが、温室効

果のために現在の世界の平均気温はおよそ 14℃ となっています。

大気中の温室効果ガスが増えると温室効果が強まり、地球の表面の気温が高くなります。



地学基礎

第3問 宇宙に関する次の問い(A・B)に答えよ。(配点 10)

A 銀河の分布に関する次の文章を読み、下の問い(問1)に答えよ。

次の図1は、われわれの銀河系を中心とした約7億光年までの銀河の分布を示している。銀河系の観測者から見た方向が 60° 離れた銀河Aと銀河Bは、ともに銀河系から同じ距離にあり、銀河系から遠ざかる方向(図中の矢印の方向)に同じ速さ 10000 km/s で動いている。

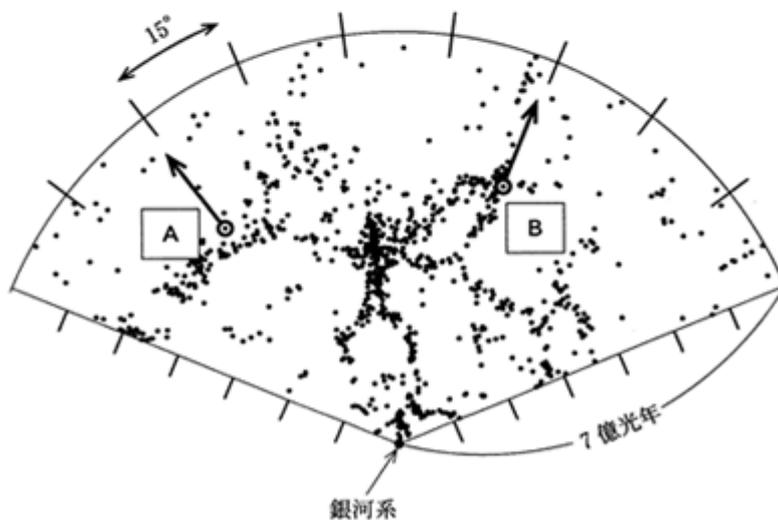


図1 観測された銀河の分布

問1 上の図1に関連して、銀河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。 13

- ① 銀河Aは銀河Bから 5000 km/s の速さで遠ざかっている。
- ② 銀河Aを観測すると、約4.7億年前の情報を得ることができる。
- ③ 銀河が少ない空洞や、銀河が連なる壁のような宇宙の大規模構造が見られる。
- ④ 銀河が遠ざかる速度を調べることにより、宇宙の膨張が見つかった。

1は見ただけでは?だが、他の問いを見ると皆正しいので、解答は「1」
AとBは4.5億光年ほどの距離と読みとれる。光年という単位は光りが1年間にすすむ距離を言う。Aの光は4.5億年前に出発したものということになる。2は○。
銀河は集まっている所とそうでは無いところがある。3は○。
宇宙の膨張は銀河が遠ざかることからわかった。4は○。

地学基礎

B 太陽系の天体に関する次の問い(問2・問3)に答えよ。

問2 太陽系の天体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。 14

- ① 海王星は地球に比べ、半径が大きく、平均密度も大きい。
- ② 月が新月のとき、月から地球を見ると満月のように丸く見える。
- ③ 木星表面には、隕石が衝突して形成されるクレーターは存在しない。
- ④ 彗星は太陽に近づくと、太陽と反対の方向に延びた尾を形成する。

- 1) 海王星は地球の4倍の半径と17倍の質量をもつ。平均密度は、体積は3乗になるので17倍より大きくなる。よって密度は地球より小さくなるから誤っているのは「1」
- 2) 月が新月の時は太陽、月、地球と並ぶ。(満月は太陽、地球、月。)月から見れば地球は夜に光る位置になるので、よって○
- 3) 木星表面にクレーターは無い。よって○
- 4) 彗星の尾は太陽と逆。よって○

問3 太陽と地球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。 15

- ① 太陽の自転方向と地球の公転方向は異なる。
- ② 大気を構成する元素の割合は、太陽と地球でほぼ同じである。
- ③ 太陽と地球の距離が変わることが、季節変化の主な原因である。
- ④ 太陽でフレアが起これば、オーロラの活動が活発になることがある。

- 1) 太陽の自転方向と地球の公転方向は同じ。×
- 2) 大気の構成元素は地球と太陽は異なる。×
- 3) 季節変化は地軸の傾き。×
- 4) 太陽活動が活発になるとオーロラが増える。○

2016年 大学入試センター試験【地学基礎】					
問題番号 (配点)	設問	解答番号	正解	配点	
第1問 (27)	A	1	1	3	
		2	3	3	
		3	4	4	
	B	4	2	3	
		5	1	4	
	C	6	3	4	
		7	2	3	
		8	1	3	
第2問 (13)	1	9	2	3	
	2	10	4	3	
	3	11	1	4	
	4	12	4	3	
第3問 (10)	A	1	13	1	4
	B	2	14	1	3
		3	15	4	3

*地学基礎は、下手をすると中学受験レベルの知識と算数力と常識（消去法を使うなどの解き方）があればいい線いってしまうのではないかと感じた。
このレベルなら文系受験にはお得だと思う。

地 学 (注) この科目には、選択問題があります。(101ページ参照。)

第1問 (必答問題)

地球の内部構造に関する次の問い(A～C)に答えよ。

(解答番号 1 ~ 8) (配点 27)

A 活断層に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

次の図1は、走向が南北の活断層を東西に横切る2地点AB間の断面図である。この活断層で、(a)観測点Rの直下を震源とする逆断層型の地震が発生し、地殻変動が観測された。地下構造を推定するために、AB間で(b)重力異常と(c)地下での地震波の伝わり方が調べられ、図1のように岩石層の上に新しい堆積層が重なる構造になっていることがわかった。なお、岩石層は堆積層に比べて密度が大きく、地震波速度が速い。また、密度と地震波速度は各層内においてそれぞれ一定とする。

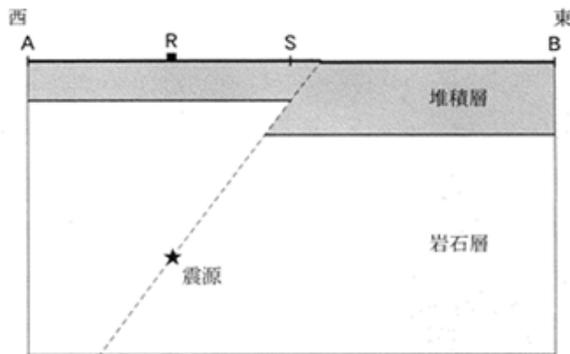


図1 活断層を横切る断面図

破線は断層を表す。観測点Rと地点SはAB間にある。

地学

問1 前ページの文章中の下線部(a)に関連して、次の文章中の ・ に入れる語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。

この地震のときの観測点RにおけるP波初動は であった。また、地殻変動の結果、観測点Rは地点Bに対して 。

ただし、断層運動は横ずれを伴っておらず、図中の断層上におけるずれの量は場所によらず一定とする。また、P波初動の押し引きは震源付近での断層運動で決まるとする。

	ア	イ
①	押し	近づいた
②	押し	遠ざかった
③	引き	近づいた
④	引き	遠ざかった

右と左で堆積層の厚さが違う。ということは、過去の断層運動の後、隆起した部分が削られた可能性が高い。よって西側が隆起する逆断層と考える。西側が断層面に沿ってずり上

がるのだから R は B に近づく。地面が盛り上がるのだから「押し」。よって「1」

*地震のタイプ（断層の動き方）と発震機構解（気象庁の解説ページ）

<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/mech/kaisetu/mechkaisetu2.html>

地震は、断層の動き方によって、大きく三つ（横ずれを二つに分ければ四つ）の型に分けられます。

正断層

断層面を境にして、上盤（上側の岩盤）が下盤（下側の岩盤）に対して、ずり下がる。

逆断層

断層面を境にして、上盤が下盤に対して、のし上がる。

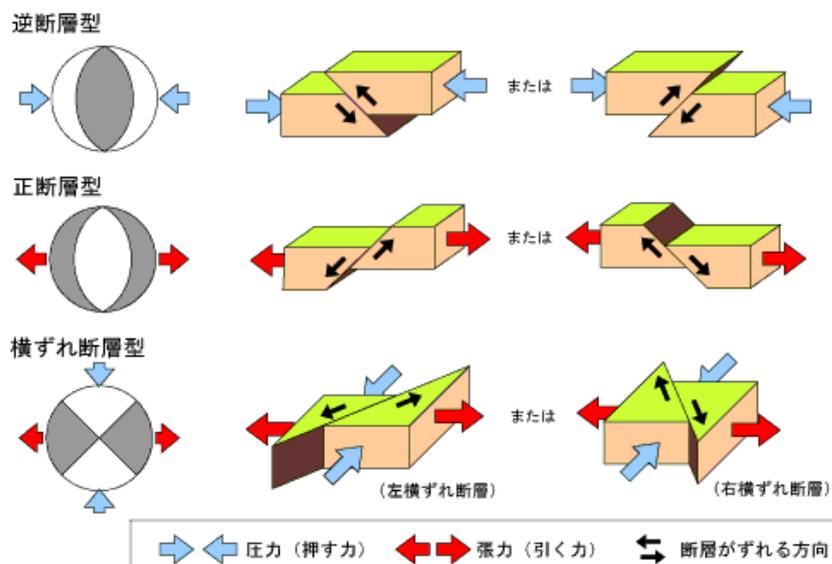
横ずれ断層

断層面を境にして、水平方向にずれる。

「右横ずれ断層」＝断層に向かって相手側のブロックが右に動いた場合

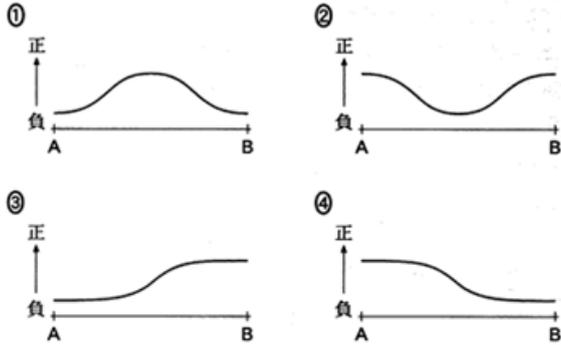
「左横ずれ断層」＝断層に向かって相手側のブロックが左に動いた場合

それぞれのタイプにおける発震機構解の形と働く力の向きの典型的な例を以下に示します。



地 学

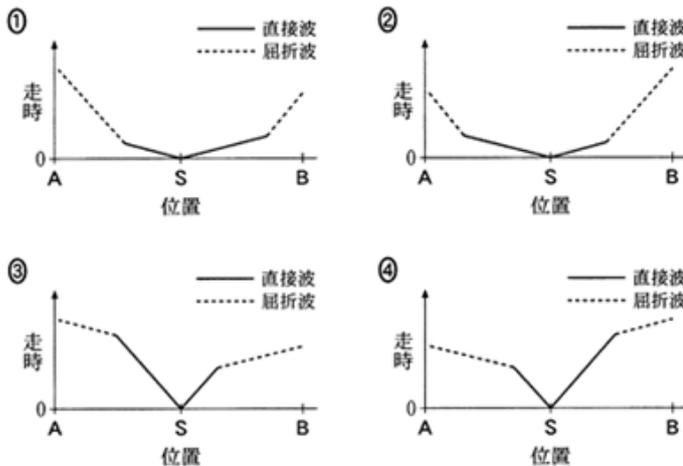
問 2 102 ページの文章中の下線部(b)に関連して、AB 間における重力のブーゲー異常を表した模式図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。



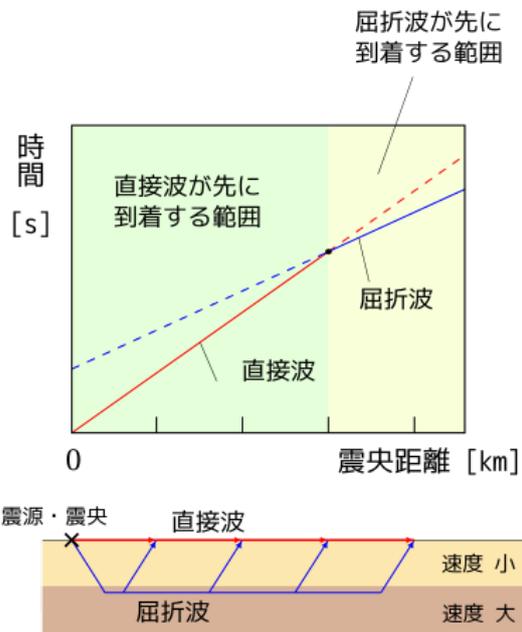
ブーゲー異常：下に重いものがあると大きくなる。重いものが浅いところにあっても大きくなる。堆積層と岩石層は岩石層が重い。よって断層を境に岩石層が左が浅いから「4」

地 学

問 3 102 ページの文章中の下線部(c)に関連して、102 ページの図 1 中の地点 S において火薬を爆発させ P 波を発生させた。P 波を AB 間に配置した多数の地震計で観測し、走時のデータを得た。このときの AB 間の位置と P 波の走時との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。



走時曲線：縦軸が時間、横軸が距離。傾きが大きい方が伝搬速度が遅い。よって、屈折波の方が速いはずなので、3か4になる。直接波と屈折波が同時につく地点は、速度が遅い堆積層が薄いのは A 側だから A 側の方が近いはず。よって、「4」



原点走時の一致

同一発破点から発射された両方向の屈折走時曲線は、下層の境界が多少湾曲していても直線的であればすべて原点で会する。起振点の左右で層厚が著しく異なっている場合は原点走時は一致しないので注意。

→ここでは断層によって左右の層厚が大きく異なるので、原点走時は一致しない。

地学

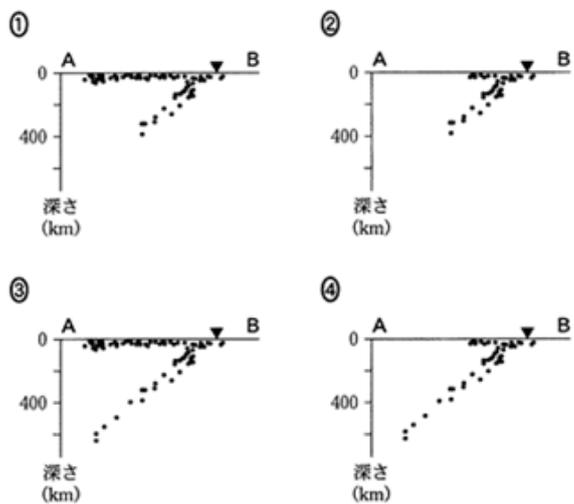
B 沈み込み境界とホットスポットに関する次の問い(問4～6)に答えよ。

問4 次の図2に示すAとBを両端とする領域の地震活動を考える。この領域の鉛直断面における地震の震源分布の模式図として最も適当なものを、次ページの①～④のうちから一つ選べ。なお、次ページの図中の▼は日本海溝の位置を示す。

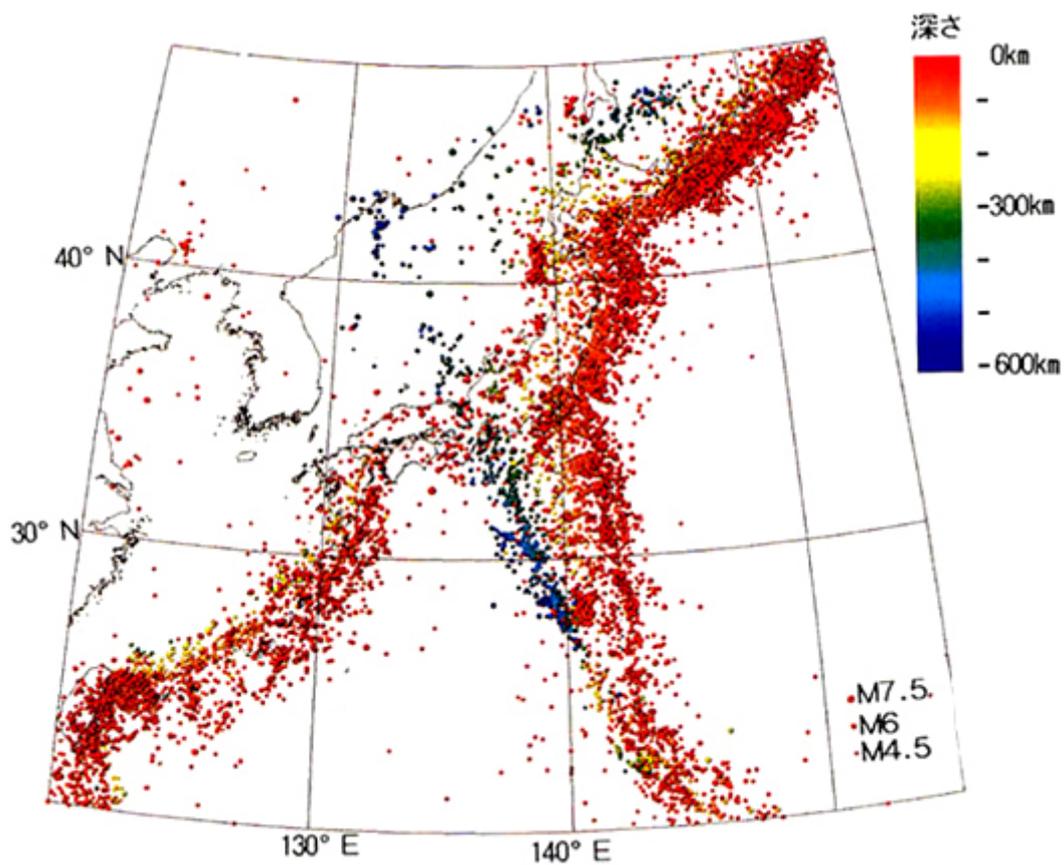
4



図2 日本列島付近の図
破線は海溝やトラフの位置を表す。



地震の震源分布をみると、浅い地震（赤）と 600km 位の深い地震（青）の分布から「4」とわかる。



地 学

問 5 次の文章中の **ウ** ・ **エ** に入れる語と記号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。 **5**

地震波トモグラフィーから、マントルには地震波の高速度領域と低速度領域があることがわかった。太平洋の下にはマントルの底までつながる地震波の **ウ** 領域がみられ、高温のマントル物質の大規模な上昇流があると考えられている。このような上昇流の上には多くのホットスポットがある。ホットスポットの地下ではマグマが生成される。これは次の図3において、固体のマントル物質が点 A から **エ** の経路を通して融点に到達することで起こる。

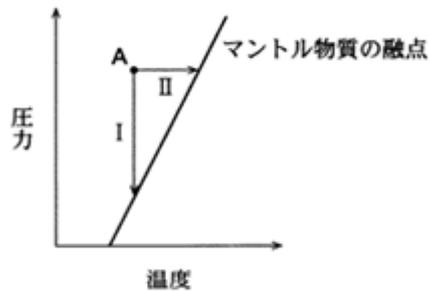


図3 マントル物質の融点とマグマの生成過程

	ウ	エ
①	高速度	I
②	高速度	II
③	低速度	I
④	低速度	II

高温のマントルの上昇域→溶融している→速度が遅い

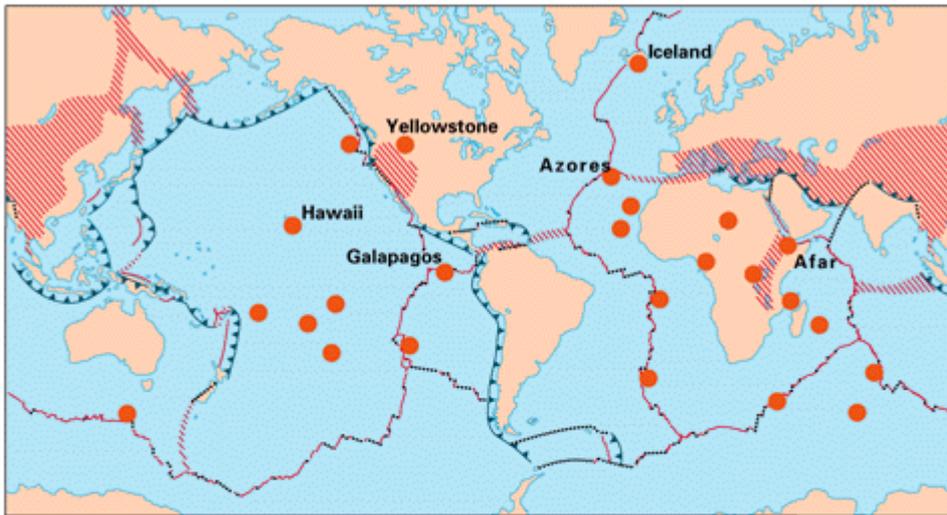
A では融けない。温度が上がるか圧力が下がるかの選択で、浅いところに来れば圧力が下がる。よって「3」

地 学

問 6 プルームとホットスポット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 アフリカの下にはマンツルの底から上昇するブルームがある。
- ② 海嶺に沿ってマンツルの底からブルームが上昇している。
- ③ ホツトスポットでは玄武岩質マグマが噴出する。
- ④ 太平洋プレート上にはホツトスポットを起点とする火山島の列がある。

マンツルは、対流していて、一部はマグマとなって地表に上昇する。この上昇するマグマの流れを、ホツトブルームと言う。ホツトブルームが、プレート突き抜けて、地表まで上昇してくる場所が、ホツトスポット。よつてホツトスポットと海嶺の分布は一致しないから間違ひは「2」



EXPLANATION

— Divergent plate boundaries—
Where new crust is generated
as the plates pull away from
each other.

— Convergent plate boundaries—
Where crust is consumed in the
Earth's interior as one plate
dives under another.

— Transform plate boundaries—
Where crust is neither produced
nor destroyed as plates slide
horizontally past each other.

— Plate boundary zones—Broad
belts in which deformation is
diffuse and boundaries are not
well defined.

● Selected prominent hotspots

地 学

C 残留磁気とプレート運動に関する次の問い(問7・問8)に答えよ。

問7 残留磁気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。

- ① 堆積岩の残留磁気は、その堆積岩を構成する鉱物粒子が水中を沈降する間に磁化されることによる。
- ② 海嶺付近で見られる磁気異常の縞模様しまの原因は、海洋底の火成岩の残留磁気である。
- ③ 地層中に記録された残留磁気から、新生代の地磁気は平均して約一千万年ごとに逆転したことが推定される。
- ④ 地層中に記録された地磁気逆転のパターンを、地層の形成年代の推定に用いることはできない。

地磁気の縞模様は正帯磁と逆帯磁による。これは海洋底の火成岩の残留磁気による。よって適当なものは「2」

地 学

問8 ある島の岩石の残留磁気を調べたところ、伏角は 0° 、偏角は東向きに 30° であった。岩石が形成された時のこの島の位置と現在までの向きの変化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。ただし、残留磁気の方位は、岩石が形成された時の地球磁場とこの島を含むプレートとその後の水平運動のみによって決まるとする。また、地球磁場は、地球中心に置いた自転軸方向の双極子による磁場(仮想的な棒磁石による磁場)で表され、岩石の形成時と現在で同じであるとする。

	位 置	向きの変化 (上から見た回転)
①	北緯 30°	変化なし
②	北緯 30°	時計回りに 30°
③	北緯 30°	反時計回りに 30°
④	赤道上	変化なし
⑤	赤道上	時計回りに 30°
⑥	赤道上	反時計回りに 30°

残留磁気はマグマが固まった時の磁場を記録すると考える。伏角が 0 度は赤道上。偏角が

東へ30度ということは北を上にして時計回りに30度回転したことになる。よって「5」

第2問 (必答問題)

地質と岩石に関する次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

(解答番号 ～) (配点 17)

次の図1はある地域の地質図である。この地域には礫層、石灰岩層、砂岩層、泥岩層、および玄武岩の岩脈がみられる。礫層に含まれる礫の一つを観察したところ、(a)その礫は等粒状の火成岩であり、(b)主として3種類の鉱物(鉱物A、かくせきん 鉱物B、角閃石)から構成されていた。礫層は(c)第四紀に堆積した地層で、石灰岩層、砂岩層、泥岩層は(d)ジュラ紀から新第三紀に形成された地層である。

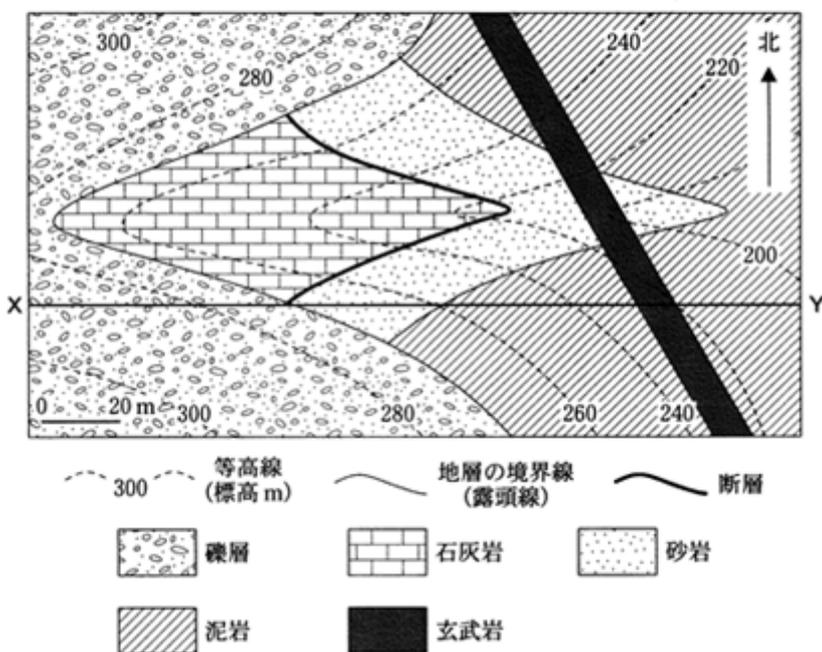


図1 ある地域の地質図

チェックポイント：

礫層が等高線に沿って分布→水平に堆積

砂岩はYの方へ下がっている

玄武岩は泥岩も砂岩も貫入している

よって「1」

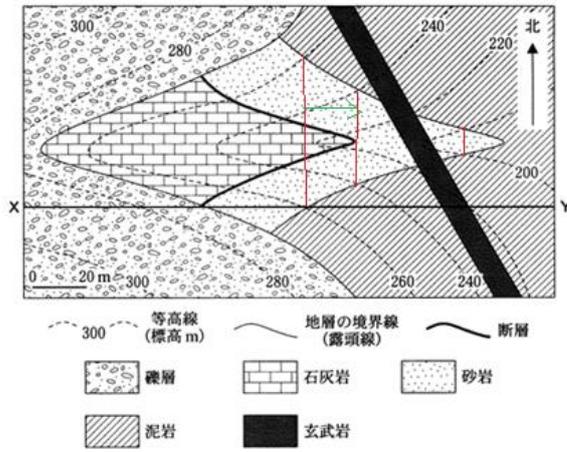
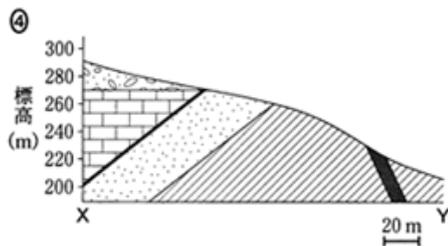
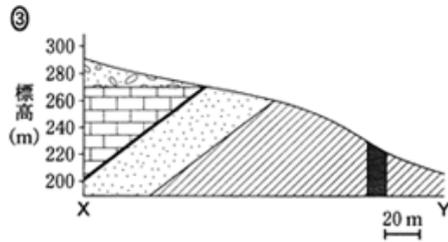
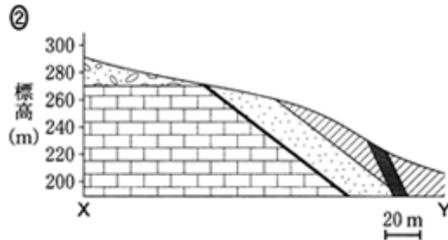
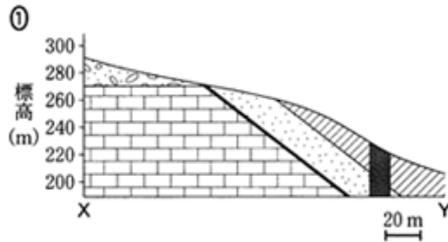


図1 ある地域の地質図

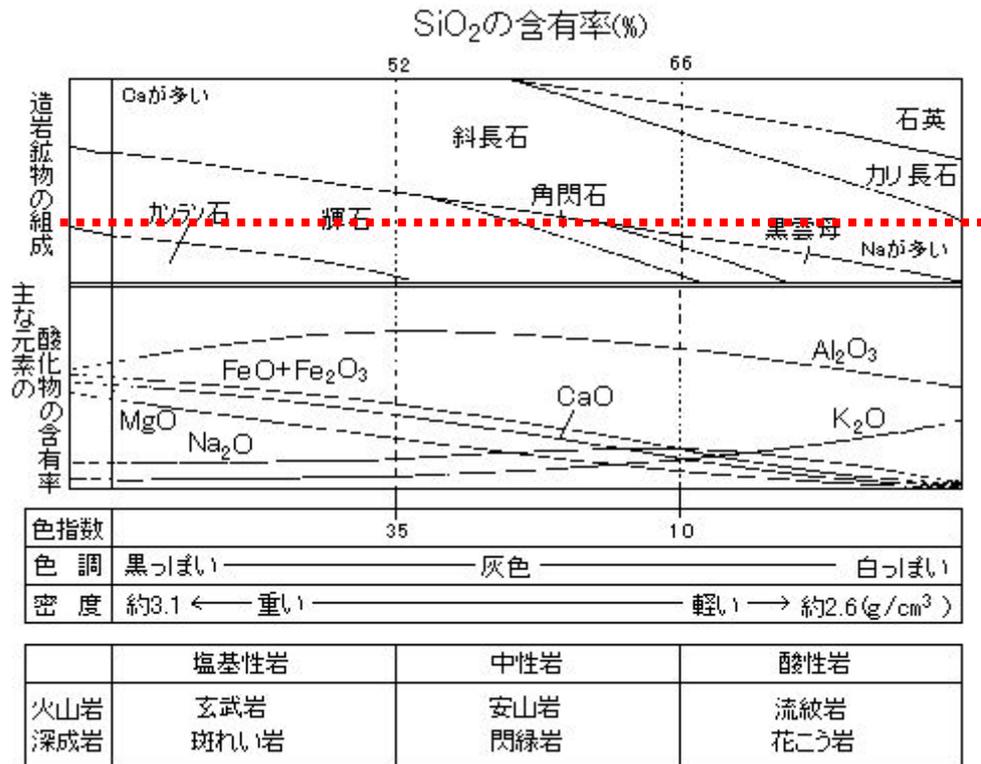
問1 前ページの図1のX-Yに沿った地質断面図として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 1



問 2 112 ページの文章中の下線部(a)の礫は、有色鉱物の占める体積比がおよそ 30 % であった。この礫の岩石名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

- | | | |
|-------|--------|--------|
| ① 流紋岩 | ② 花こう岩 | ③ 安山岩 |
| ④ 閃緑岩 | ⑤ 玄武岩 | ⑥ 斑れい岩 |

等粒状の火成岩ということは深成岩を考える。有色鉱物（輝石、角閃石など）が 1/3 位（下図の赤い破線）になるのは閃緑岩。よって「4」



問 3 112 ページの文章中の下線部(b)について、鉱物Aと鉱物Bを肉眼で観察したところ、鉱物Aは白色で透明感がない柱状の鉱物であり、鉱物Bは暗緑色で短柱状の鉱物であった。鉱物Aと鉱物B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。

	鉱物A	鉱物B
①	斜長石	輝石
②	斜長石	黒雲母
③	石英	輝石
④	石英	黒雲母

閃緑岩は、斜長石、輝石、角閃石が含まれる。Aは白色、Bは暗緑色、ということはAは斜長石、Bは輝石となる。よって「1」。

問 4 112 ページの文章中の下線部(c)の第四紀に関する次の文章を読み、・に入れる語と数値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。

有孔虫化石などの酸素の同位体の分析から第四紀の気候変動の様子が詳しくわかってきた。およそ2万年前には日本の年平均気温は今より約5～7℃低く、海面は現在より約m低かった。

	ア	イ
①	放射性	120
②	放射性	3
③	安定	120
④	安定	3

これは知識の問題。酸素の同位体は「安定」同位体という。2万年前の氷期は海面が現在より約「120m」低かった。よって「3」

参考:放射性同位体と安定同位体

さて、原子核には、質量数が 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126 になると、安定になる性質がある事が知られている。¹H はこれ以上変化できないが、三重水素³H は、不安定で、放射線の一種、β線を出して、同じ質量数のヘリウム3、³He に変わってしまう(崩壊。1つの中性子が陽子と電子になった勘定)。これら β線などの放射線を出す能力を放射

能とよび、全体の半分が変わるのに要する時間を半減期と呼ぶ。これら、放射能をもち、不安定なものを放射性同位体、ラジオアイソトープと呼ぶ。これに対して、安定同位体は、崩壊を起こさず、存在量がほとんど変わらない。放射能もない。

元素の同位体、アイソトープは約 1700 種あるとされているが、そのうち、安定なものは約 260 (15%) なので、その意味では、同位体といえば、放射性同位体ということになる。安定なものは陽子と中性子の数がほぼ等しく、中でも、陽子と中性子の数がともに偶数であるものが最も多く、260種のうち157種ある。

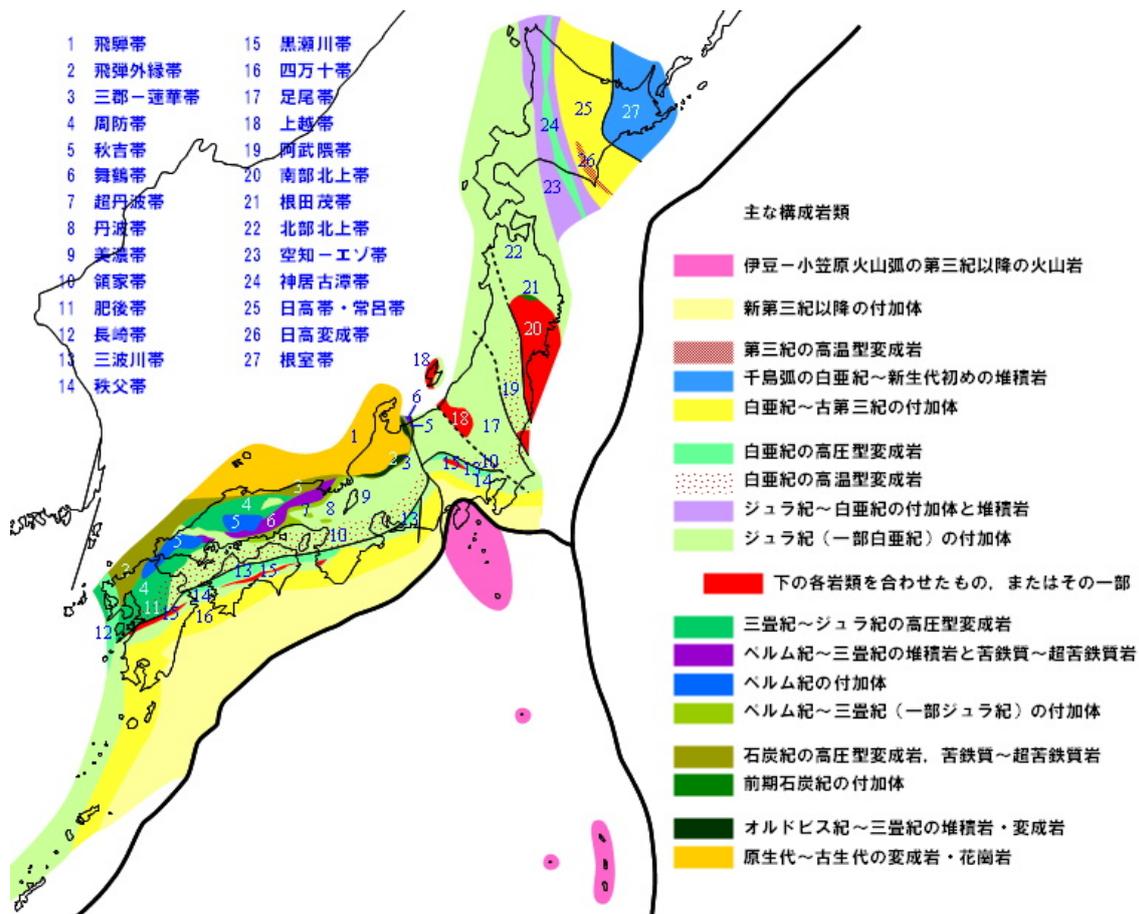
問 5 112 ページの文章中の下線部(d)に関連して、次の文 a ~ c はジュラ紀から新第三紀の日本列島に生じたことがらについて述べたものである。文 a ~ c を古い順に並べたものとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。

5

- a 南西諸島から関東山地まで太平洋側に分布する四万十帯^{しばんと}の形成が始まった。
- b 伊豆・小笠原弧が衝突した結果、本州中部の付加体が北に向かって凸状に湾曲した。
- c 中部地方から近畿地方にかけて分布する美濃^{みの}・丹波^{たんぱ}帯が形成された。

- ① a → b → c
- ② a → c → b
- ③ b → a → c
- ④ b → c → a
- ⑤ c → a → b
- ⑥ c → b → a

日本の地質構造（下図）を見ると、美濃帯（9）と四万十帯（16）は美濃帯（9）が古い。伊豆小笠原が衝突して四万十が湾曲している。よって、「5」



第3問 (必答問題)

大気と海洋に関する次の問い(A・B)に答えよ。

(解答番号 ~) (配点 27)

A 大気と海洋による熱輸送に関する次の文章を読み、下の問い(問1~5)に答えよ。

地球表面が受ける太陽放射も、地球から宇宙に向かう地球放射も、単位面積あたりでは、赤道付近で大きく高緯度で小さい。しかし、地球放射の南北差は太陽放射の南北差よりも 。これは、次の図1のように大気や海洋の大循環によって熱エネルギーが南北方向に輸送されるためである。低緯度では^(a)ハドレー循環が、中高緯度では^(b)偏西風波動に伴う低気圧や高気圧などが、熱エネルギーを輸送している。また、おもに により引き起こされる^(c)海流も熱輸送に貢献している。

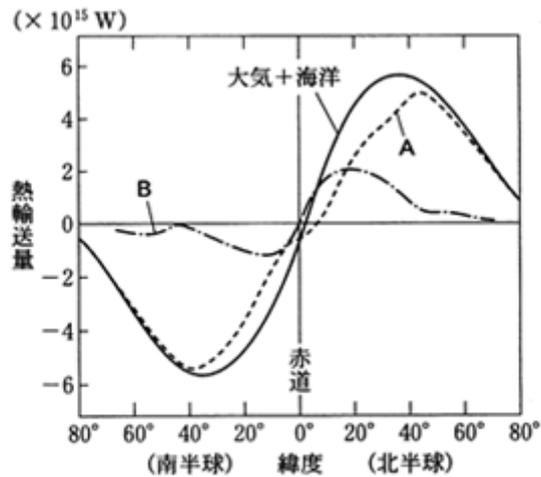
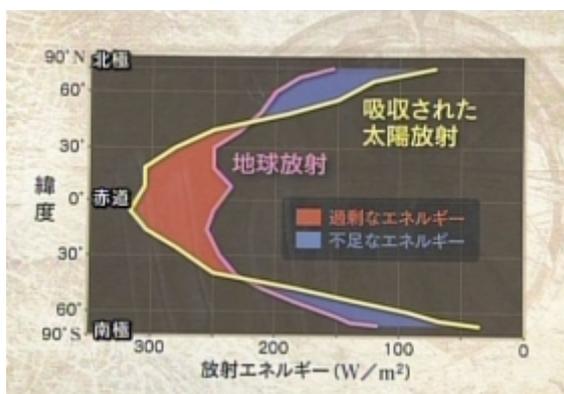


図1 大気と海洋による南北方向の熱輸送の緯度分布
ただし、北向きを正とする。

問1 前ページの文章中の ・ 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。

	ア	イ
①	大きい	日射
②	大きい	風
③	小さい	日射
④	小さい	風

NHK 高校講座地学基礎にあった図(↓)を参照すると、太陽放射の南北差 > 地球放射の南北差であることがわかる。また、海流は風によって引き起こされる。よって「4」



<http://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/chigakukiso/archive/resume031.html>

問 2 前ページの図 1 に関連して、低緯度から高緯度への熱輸送の特徴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 A は海洋による熱輸送、B は大気による熱輸送の緯度分布を示す。
- ② 北緯 35° 付近では、太陽放射による加熱と地球放射による冷却の大きさが等しい。
- ③ 大気と海洋による熱輸送がなければ、高緯度地域は現在よりも高温になる。
- ④ 南半球における大気と海洋による全熱輸送は、どの緯度でも北向きである。

エネルギーの図から見ると、北緯 35 度付近で太陽放射と地球放射のグラフが交わっている。ゆえに「2」は正しい。(でも図 1 からどう読み取るのかよくわからない。)

問 3 118 ページの文章中の下線部(a)のハドレー循環や亜熱帯高圧帯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。 3

- ① 亜熱帯高圧帯は乾燥しているため、海上では蒸発が少ない。
- ② 亜熱帯高圧帯の上空には、亜熱帯ジェット気流が形成される。
- ③ ハドレー循環は対流圏下層において、西よりの風となって赤道付近に向かう。
- ④ ハドレー循環に伴う対流圏下層の風は、オホーツク海高気圧を形成する。

大気の大循環のうち、赤道付近から亜熱帯にかけての大気の循環をハドレー循環という。この大気の循環によって、赤道付近であたためられた大気が中緯度地方に流れていくときに、熱を運んでいく。赤道付近の熱帯収束帯で上昇した空気は極側に向かって流れだすが、風の流れに向かって北半球では右向きに、南半球では左向きにコリオリ力が働くため、緯度 30 度付近に向かって次第に西よりの風となる。ハドレー循環の極側の上空（北半球では北緯 30 度付近）にはこの風が集まって「亜熱帯ジェット気流」（図 1 の●）と呼ばれる強い西よりの風が形成される。
よって答えは「2」

問 4 118 ページの文章中の下線部(b)の偏西風波動や偏西風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。

- ① 偏西風波動は、低緯度と高緯度の温度差を大きくするはたらきがある。
- ② 日本付近の偏西風は、一年の中で冬季に最も弱くなる。
- ③ 日本上空での偏西風は、梅雨期には南北 2 本の流れに分かれる。
- ④ 偏西風は、低緯度側の寒気と高緯度側の暖気の境界で卓越する。

偏西風は冷たい空気と暖かい空気の境目を吹いている。その温度差を解消しようとして蛇行する。偏西風が蛇行することで、暖かい空気が寒い地方に、冷たい空気が暖かい地方に運ばれていく。こうして、地球全体に熱を運んでいる。蛇行する偏西風は、気象の変化も作り出す。暖かい空気が、ある時は北に上がって暑くなったり、ある時は冷たい空気が南に下がって寒くなったりする。

以上の知識を踏まえて 1 は×。高緯度の寒気と低緯度の暖気の間を流れるのだから 4 も×。日本付近の偏西風は冬には強くなるから 2 も×。よって「3」

問 5 118 ページの文章中の下線部(c)に関連して、海流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。

- ① 熱帯域で沈降した高温の水が、深層循環を形成する。
- ② 南極周極流(南極海流)は、西向きの流れである。
- ③ 深層循環に伴って、海水は世界の大洋を約 50 年で循環する。
- ④ 亜熱帯循環の西部には、メキシコ湾流のような極向きの強い流れがある。

海流について。

高温の水は軽くなるので 1 は×。また、深層循環は 1 周約 2000 年なので 3 は×。

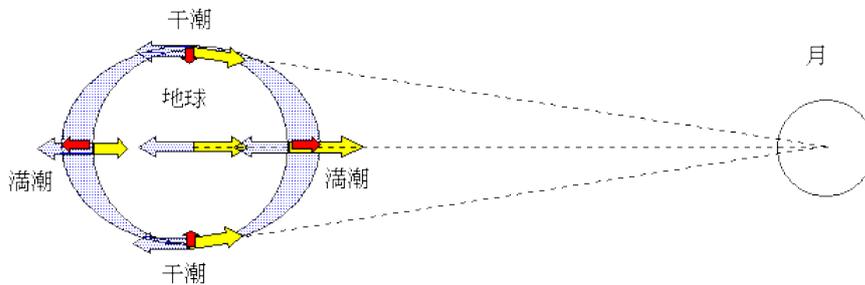
南極周極流(南極海流)は、南極大陸の周辺を西から東へ向けて還流している環流のこと。西向きではない。2 は×。メキシコ湾流は、北大西洋の亜熱帯循環の西端に形成される狭く強い海流で、黒潮と並ぶ世界最大の海流である。よって 4 が○。

B ちようせき 潮汐に関する次の文章を読み、下の問い(問6～8)に答えよ。

月による地球上の潮汐は、地球のある地点における月からの引力と、共通重心周りの公転による遠心力との合力(起潮力)によって、海面が昇降する現象である。地球表面における月に近い側と遠い側を比べると、その公転による遠心力は **ウ**、月の引力は月に近い側で **エ**。同様のことは、^(d)地球と太陽との関係によっても生じる。潮汐は、水深に比べて非常に長い波長を持った水の波と考えることができ、^(e)その波の伝わる速さは水深に依存する。

問6 上の文章中の **ウ**・**エ** に入れる語句の組合せとして最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

	ウ	エ
①	両側で等しく	小さい
②	両側で等しく	大きい
③	月から遠い側で大きく	小さい
④	月から遠い側で大きく	大きい



→ 月の引力 (月の中心に向かう力。月に面した側で最大、反対側で最小、中心で遠心力とつり合う)

← 遠心力 (各部の回転の大きさ・速さは同じなので、どこでも同じ向きと大きさ)

→ 月の引力と遠心力の差 (起潮力)

(<http://www.s-yamaga.jp/nanimono/taikitoumi/choseki.htm> より)

この図のような知識をもとにすると、ウは遠心力は「両側で等しく」、エは月の引力は月に近い側で「大きい」。よって「2」

問 7 前ページの文章中の下線部(d)に関連して、月と太陽の両方に関わる潮汐の一般的な特徴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、下の①～④のうちから一つ選べ。 7

- a 満月の時は、地球から見て月と太陽が反対の方向にあり、それぞれの起潮力が打ち消し合って潮差は小さくなる。
- b 上弦の月の時は、地球から見て月と太陽が直角の方向にあり、それぞれの起潮力が合わさって、1日1回満潮が起こる。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

満月は大潮、半月は小潮、と覚えていれば a は×とわかる。満潮と干潮の周期はおよそ 12 時間である。これは大潮も小潮も同じ。よって b も×。こたえは「4」

問 8 前ページの文章中の下線部(e)に関連して、水深 10 m 程度の浅い沿岸域における潮汐の波の伝わる速さは、水深 4000 m 程度の外洋域を伝わる速さのおよそ何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

8 倍

- ① 400 ② 20 ③ $\frac{1}{20}$ ④ $\frac{1}{400}$

津波の伝わる速さと同様に考える。津波の伝わる速さは海の深さの平方根に比例する。深い方が速い。よって「3」

水深の比 10 m : 4000 m = 1:400 これの平方根だから 1 : 20 となる。

具体的には、津波の伝わる速さ v (ms⁻¹) は、海の深さ (m)、重力加速度 g (ms⁻²、9.8 ms⁻²) とすると下表のようになる。

<p>津波の速さ(m/秒) = $\sqrt{9.8 \times \text{海底の深さ}}$</p> <p>深さ4,000m : 約200m/秒 (時速約720km)</p> <p>1,000m : 約100m/秒 (時速約360km)</p> <p>100m : 約 30m/秒 (時速約110km)</p> <p>10m : 約 10m/秒 (時速約 36km)</p>
--

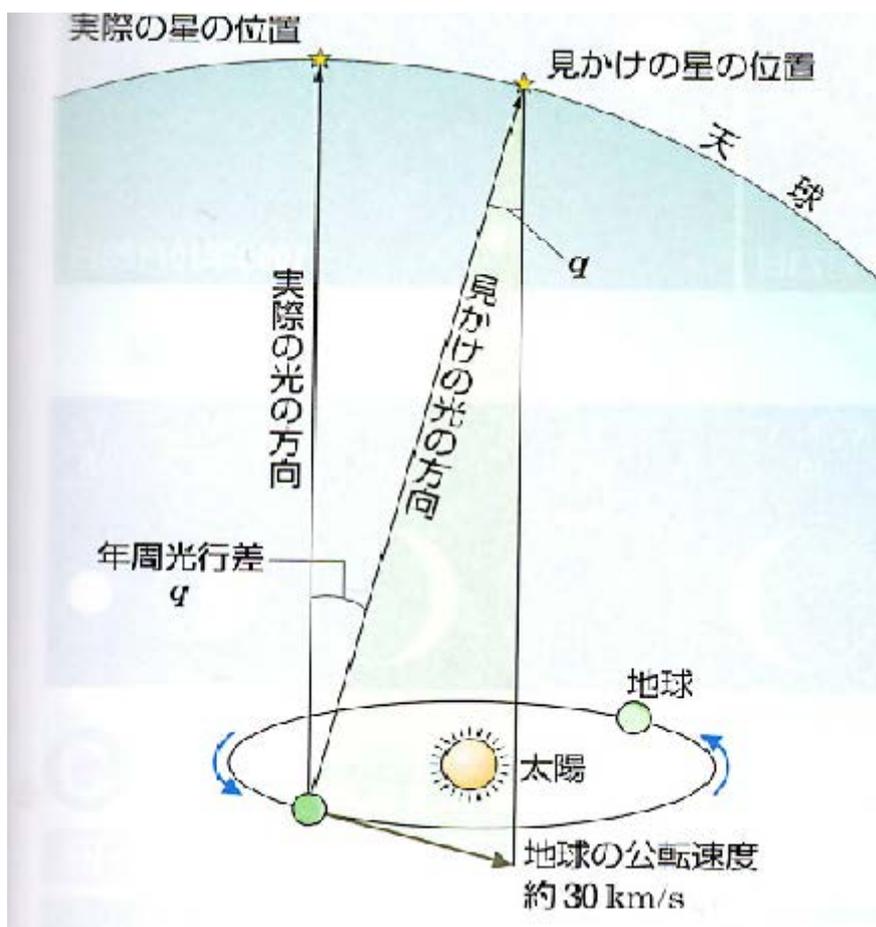
第4問 (必答問題)

地球と恒星に関する次の問い(A・B)に答えよ。

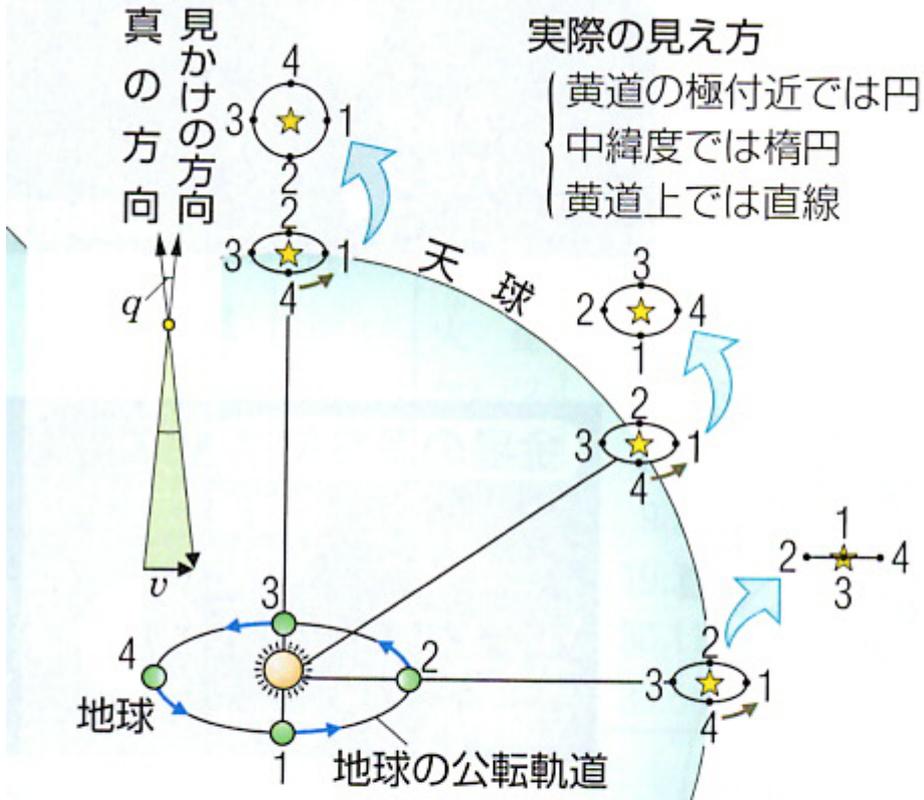
(解答番号 ~) (配点 17)

A 地球の運動に関する次の問い(問1~3)に答えよ。

問1 地球の公転面に垂直な方向に観測される恒星の、年周光行差による天球上での見かけの動きの軌跡と、その視線速度の時間変化を示した図の組合せとして最も適当なものを、次ページの①~④のうちから一つ選べ。ただし、太陽に対する恒星の視線速度を0 km/s、地球の公転速度を約30 km/sとし、年周光行差による軌跡については、変化の最も大きい方向を横軸方向にとる。



天球の方位による違い



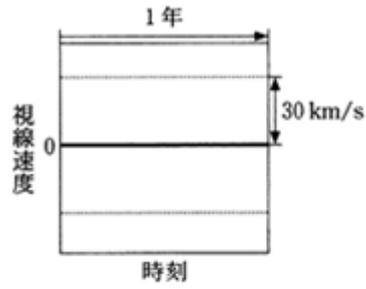
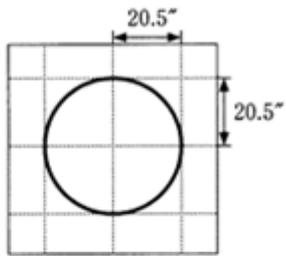
$$c \cdot q = v \text{ よって } q = \frac{v}{c} (20.5'') \text{ となる。}$$

恒星が公転面に垂直だから、黄道の極付近で円に見える。太陽に対する恒星の視線速度（天体が観測者に近づき、または遠ざかる動きのときの速度）が 0km/s ということは、グラフは直線になる。よって「1」

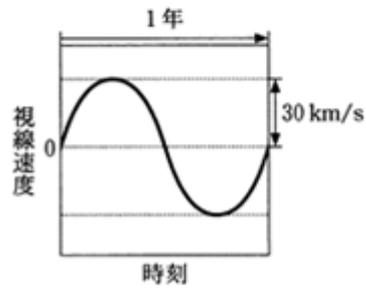
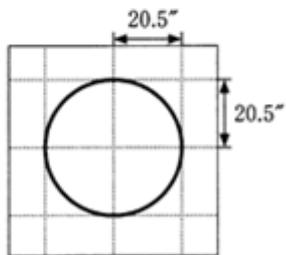
年周光行差による軌跡

恒星の視線速度

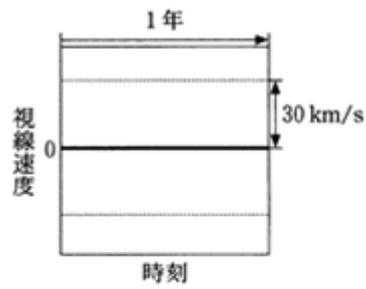
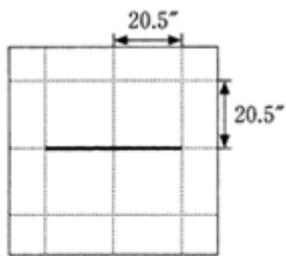
①



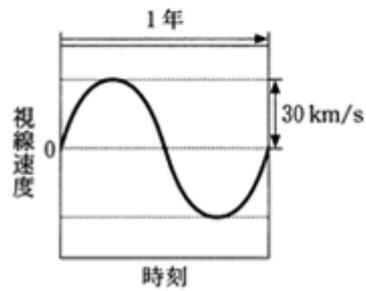
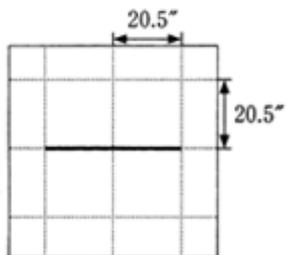
②



③



④



問 2 太陽が天球上の春分点を通過してから次に春分点を通過するまでの時間は、365.2422 日である。現在われわれが使用している暦(グレゴリオ暦)では、うるう年を設けることにより季節と暦のずれを小さくしている。うるう年の設け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。

- ① 西暦年数が4で割り切れるすべての年をうるう年とする。
- ② 西暦年数が4で割り切れる年をうるう年とし、そのうち400で割り切れる年はうるう年としない。
- ③ 西暦年数が4で割り切れる年をうるう年とし、そのうち100で割り切れ、400で割り切れない年はうるう年としない。
- ④ 西暦年数が4で割り切れる年をうるう年とし、地球の自転を正確に観測することにより、必要に応じてうるう年を追加する。

うるう年の定義：3が正しい。

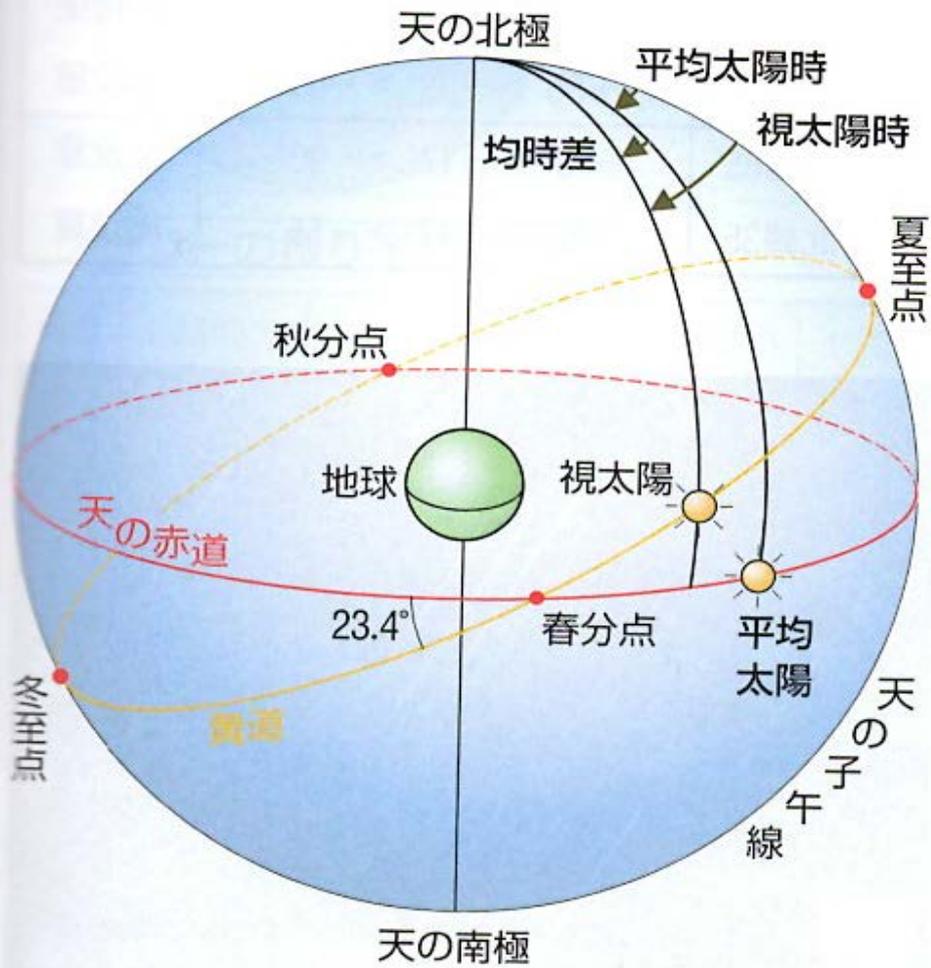
問 3 1日の長さは、平均太陽の運動をもとに決められており、視太陽時と平均太陽時の差を均時差とよぶ。次の文a~dのうち、均時差が1年を周期として変化する要因の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。

- a 地球が歳差運動をしているため。
- b 天の赤道と黄道が一致していないため。
- c 地球の公転軌道が楕円であるため。
- d 地球の自転速度が一定ではないため。

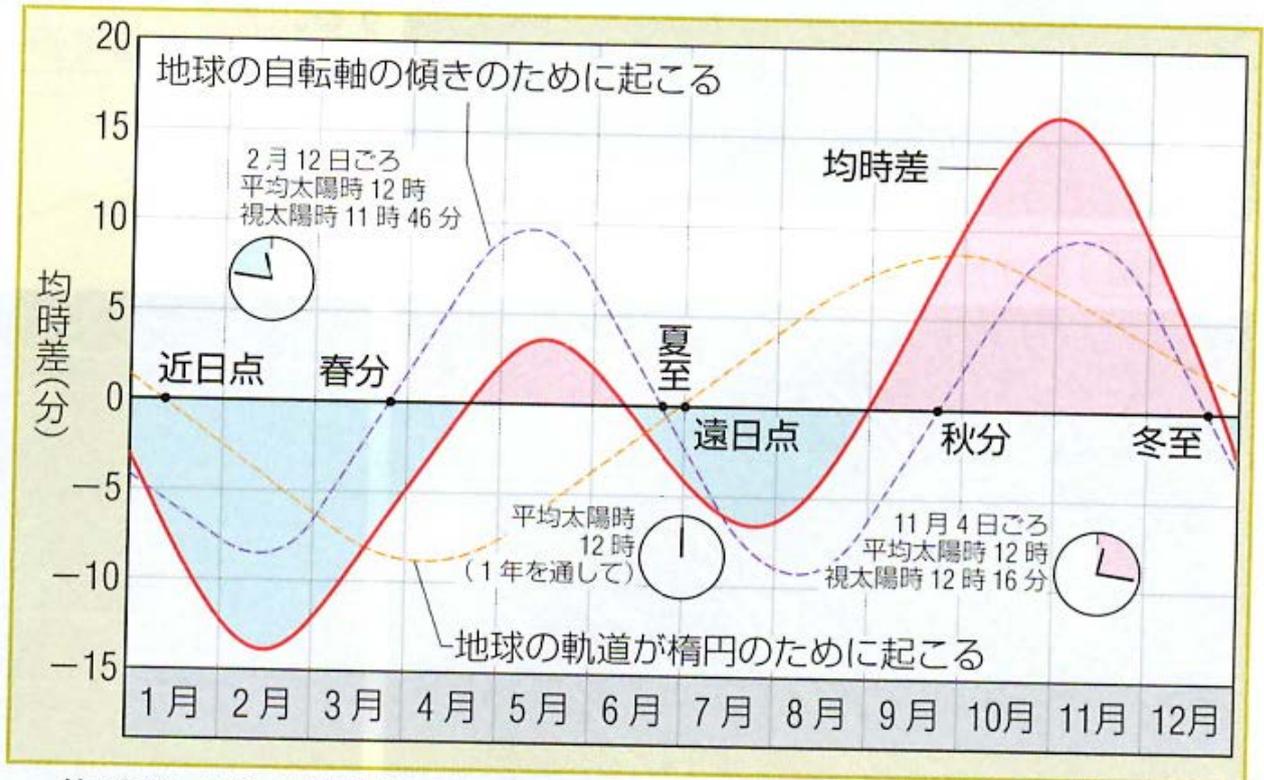
- ① aとb ② aとc ③ aとd
- ④ bとc ⑤ bとd ⑥ cとd

実際の太陽の位置の時角に12時を加えたものを視太陽時という。これは主に2つの理由によって一様にならない。(1)黄道が天の赤道と23.4度傾いている。(2)地球の公転軌道は楕円でケプラーの法則(面積速度が一定)により、公転速度は変化する。よって上記のbとcが正しい。こたえは「4」

④ 視太陽時と平均太陽時



均時差



均時差は視太陽時と平均太陽時の差である。

均時差 = 視太陽時 - 平均太陽時 = 平均太陽の赤経 - 視太陽の赤経

B 恒星に関する次の問い(問4・問5)に答えよ。

問4 恒星の性質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切なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

- a 恒星のスペクトルにみられる暗線(吸収線)の現れ方によって、表面温度を推定することができる。
- b 恒星の質量が大きいほど核融合反応の原料が多いため、恒星の寿命は長い。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

恒星の質量と寿命：質量が大きいほど明るく表面温度も高いが、水素の消費量が多く寿命が短い

恒星のスペクトル：どの色が最も強く輝くかと吸収線の現れ方によって表面温度、大気成分、性質、圧力が推定できる。よってaは○、bは×。「2」

問5 恒星の半径は、その明るさと表面温度をもとに、シュテファン・ボルツマンの法則を用いて推定できる。絶対等級が0等で表面温度5000Kの恒星の半径は、太陽半径の何倍か。最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、太陽の絶対等級は5等、表面温度は6000Kであるとする。

倍

- ① 1.2 ② 4.2 ③ 6.0
- ④ 14 ⑤ 83 ⑥ 120

恒星が放射するエネルギーの総量は、恒星の表面積に比例する。1m² から 1秒間に放出するエネルギーは $E = \sigma T^4$ ($\sigma = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)

半径 R の恒星の表面積は $4\pi R^2$ だから、星が 1秒間に放出するエネルギー $E_b = 4\pi R^2 E = 4\pi R^2 \sigma T^4$

5等級の差があると明るさは 100倍違う。太陽の半径を 1 とすると

$$E_b / E_{\text{sun}} = 4\pi R_b^2 \sigma T_b^4 / 4\pi R_{\text{sun}}^2 \sigma T_{\text{sun}}^4 = R_b^2 (5000\text{K})^4 / (6000\text{K})^4 = 100$$

これを整理して

$$R^2=100 \times (6/5)^4$$

$$R=10 \times (6/5)^2$$

$$R=14.4$$

「4」

第5問 (選択問題)

地球の大気と鉱物に関する次の問い(A・B)に答えよ。

(解答番号 ~) (配点 12)

A 地球とその大気に関する次の文章を読み、下の問い(問1・問2)に答えよ。

誕生した頃の地球は、で生じる熱や大気の温室効果によって高温となり、マグマオーシャンに覆われていた。マグマオーシャンの中では成分が沈み、その後、地球の中心部に集まって核を形成した。地表の温度が低下すると、原始地殻や原始海洋が形成された。また、^(a)大気の組成は時代とともに変化し、現在の地球組成となった。

問1 上の文章中の・に入れる語句の組合せとして最も適切なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

	ア	イ
①	放射性同位体の崩壊	岩石
②	放射性同位体の崩壊	金属
③	微惑星の衝突	岩石
④	微惑星の衝突	金属

誕生したころの地球の熱源は、微惑星の衝突で生じる熱。

マグマオーシャンで沈むのは重いもの。いま地球の核は金属。

よって「4」

問 2 前ページの文章中の下線部(a)に関連して、地球の大気組成の変化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 原始海洋が形成されると、大気中の二酸化炭素は海水に溶け込んで減少した。
- ② 原生代前期に光合成をおこなう生物が陸上に進出したため、大気中の酸素は急激に増加した。
- ③ 大気中の酸素が増加したため、オゾン層が安定して存在するようになった。
- ④ 石炭紀には植物の遺骸が大量に堆積し、大気中の二酸化炭素は地中に固定されて減少した。

地球の大気組成の変化

原始大気：二酸化炭素、窒素、水蒸気

地球が冷えてくると雲を生じ雨を降らせ原始海洋を作った。←二酸化炭素は水に溶ける

シアノバクテリアが 27-20 億年前に大繁殖し酸素を大量に放出→2は×

大気中の酸素 (O₂) が増加すればオゾン層 (O₃) も安定する。

石炭紀は植物が繁栄し大森林を形成した。

よって誤っているのは「2」

B 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。

岩石を構成する鉱物(造岩鉱物)の多くは、一つのケイ素原子を四つの酸素原子が取り囲んでいる四面体(SiO₄四面体)のつながりからなる骨組みをもっている。輝石や **ウ** では、SiO₄四面体はくさり状につながっている。SiO₄四面体の骨組みの間にはおもに **エ** が配置されている。これらの鉱物は、しばしば多様な化学組成をとる **(b)** 固溶体となる。

造岩鉱物の中ではケイ酸塩鉱物が圧倒的に多い。珪素は地球表層に存在する元素の中で酸素に次いで多量であり、このため珪酸塩鉱物は地球上で見かける鉱物としてとびぬけて豊富である。珪酸塩鉱物の構造の基本は、1個の珪素を4個の酸素が正四面体形に囲む陰イオン SiO₄⁴⁻ (以下、SiO₄四面体とする)。SiO₄四面体はしばしば重合して、複雑な構造の陰イオングループとなり、それが金属イオン(陽イオン)と結びつくことで、多様な珪酸塩鉱物が形作られている。このため珪酸塩鉱物は、SiO₄四面体の重合の様式によってさらに細分されている(ネソ珪酸塩鉱物、ソロ珪酸塩鉱物、サイクロ珪酸塩鉱物、イノ珪酸塩鉱物、フィロ珪酸塩鉱物、テクト珪酸塩鉱物)。「かんらん石」「輝石」「雲母」などは、みな珪酸

塩鉱物である。珪酸塩鉱物は色ガラスのような見かけと質感で、透明なものも多く、また、そこそこ硬い鉱物となる。

ウに該当する選択肢の角閃石と黒雲母はどちらもケイ酸塩鉱物であるが、なんとなく高校の教科書で輝石とセットで来るのは黒雲母ではなく角閃石。

エに該当する選択肢は陽イオン。固溶体を作るのだから、かんらん石を考えると、 $(\text{Mg} \cdot \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ となって Mg と Fe が入れ替わったものが混じる。これは陽イオン。

問 3 上の文章中の **ウ** ・ **エ** に入れる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

	ウ	エ
①	<small>かくせん</small> 角閃石	陽イオン
②	角閃石	陰イオン
③	<small>くろうんも</small> 黒雲母	陽イオン
④	黒雲母	陰イオン

以上のことから答えは「1」

問 4 上の文章中の下線部(b)の固溶体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 こうちゅう 紅柱石は、温度の上昇に伴い、Siに富むものからAlに富むものへと変化する。
- ② 斜長石は、マグマの結晶分化作用により、Naに富むものからCaに富むものへと変化する。
- ③ 石英は、SiとOをいろいろな割合で含む固溶体である。
- ④ かんらん石は、FeとMgをいろいろな割合で含む固溶体である。

かんらん石は、 $(\text{Mg} \cdot \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ となって、陽イオンが入るべき場所に、ほぼ同じ大きさの Mg と Fe が入る。これらは、大きさが同じなので、入れ替わったもの (Mg_2SiO_4 と Fe_2SiO_4) が混じる。ゆえに「4」

第6問 (選択問題)

宇宙膨張に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

(解答番号 ～) (配点 12)

(a) 3 K 宇宙背景放射(宇宙背景放射)の観測などにより、宇宙膨張の様子がわかってきた。観測される光の波長は放射されたときの値 λ から $\Delta\lambda$ だけ宇宙膨張によって長くなるので、(b) 赤方偏移 $z = \Delta\lambda/\lambda$ の光は宇宙が現在の大きさの $(1+z)$ 分の1であった時期に放射されたことになる。星の進化の最終段階の一つであるには最大光度がほぼ一定の種類があるので、から距離を決めることができる。また、(c) 遠方天体の距離がわかれば、その天体の光が放射された時期がわかる。このような観測から、過去には減速していた宇宙膨張が現在では加速していることがわかってきた。

問1 上の文章中の・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。

	ア	イ
①	超新星	見かけの等級
②	超新星	年周視差
③	脈動(型)変光星	見かけの等級
④	脈動(型)変光星	年周視差

星の進化の最終段階は超新星爆発または白色矮星。次に最大光度がほぼ一定とあるので変光星ではないと予測できる。年周視差で距離がわかるのは近い恒星。よって以上のことから答えは「1」

問 2 前ページの文章中の下線部(a)・(b)に関連して、波長 1 mm 付近で最も強い 3 K 宇宙背景放射は宇宙の大きさが現在の 1000 分の 1 であった時期のなごりといえる。この時期の宇宙を満たしていた放射のエネルギーが最大となる波長とその時期の宇宙の温度と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。

	波 長	温 度
①	1000 mm	3000 K
②	1000 mm	100 K
③	0.001 mm	3000 K
④	0.001 mm	100 K

3K 宇宙背景放射とは、宇宙のあらゆる方向に電波が広がっていて、この電波は温度約 3K の物質からの放射に相当する、ことをいう。この電波の観測から現在の宇宙の年齢が 137 (±2) 億年と推定されている。

ビッグバンから数十億年後に宇宙の膨張によって温度が 3000K まで下がった。この時期に水素原子が作られ、光が自由に飛び回るようになり宇宙は透明になった（宇宙の晴れ上がり）。このころの光が 3K 宇宙背景放射として現在観測されていると考えられている。

問題文を見ると「観測された光の波長は、放射された時の波長 λ から膨張分の $\Delta \lambda$ だけ長くなる。赤方偏移 $z = \Delta \lambda / \lambda$ の光は宇宙の大きさが現在の $1/(1+z)$ であった時に放射された。」とあるので、まず $1+z=1000$ であることはわかる。 z がほぼ 1000 ということは $\Delta \lambda$ は λ の 1000 倍ということになる。現在の波長 ($\lambda + \Delta \lambda$) が 1mm だから、 λ は 0.001mm。よって「3」

問 3 前ページの文章中の下線部(a)・(b)に関連して、宇宙の大きさが現在の 1000 分の 1 であった時期(宇宙の晴れ上がり)に起こったこと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。

- ① 陽子や電子が形成された。
- ② 陽子と電子が結合して、中性の水素原子が形成された。
- ③ ヘリウムよりも重い元素を含む分子雲が形成された。
- ④ 密度ゆらぎが成長して、銀河や銀河団が形成された。

宇宙の晴れ上がりに起きたことは、水素ができたこと。よって「2」

問 4 134 ページの文章中の下線部(b)・(c)に関連して、宇宙の大きさと現在からの時間との関係が図1の曲線(実線)のようになることがわかってきた。ある遠方天体の赤方偏移 z とその光が放射された時期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

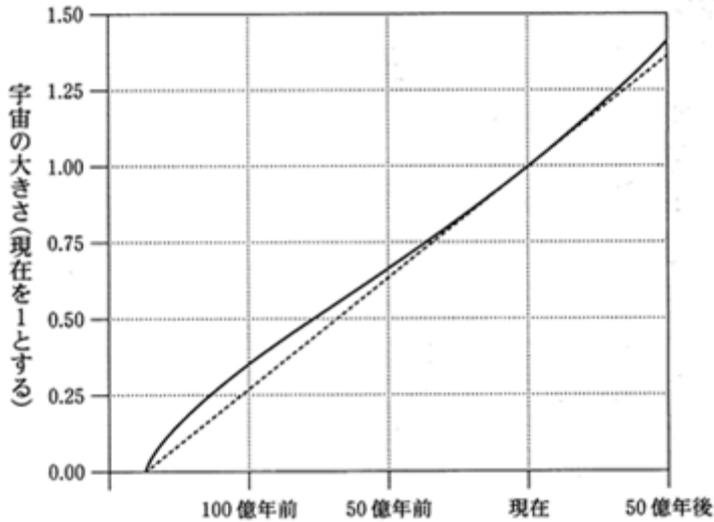


図1 宇宙膨張の様子

破線は現在の宇宙の膨張率を保ったままの場合を表す。

	赤方偏移 z	光が放射された時期
①	3	約100億年前
②	3	約80億年前
③	1	約100億年前
④	1	約80億年前

赤方偏移 $z = \Delta \lambda / \lambda$ の光は宇宙の大きさが現在の $1/(1+z)$ であった時に放射された。
 75億年前に宇宙の大きさが0.5であったから、 $1+z=2$ より $z=1$
 ゆえに答えは「4」

2016年 大学入試センター試験【地学】				
問題番号 (配点)	設問	解答番号	正解	配点
第1問 (27)	A	1	1	3
		2	4	3
		3	4	4
	B	4	4	3
		5	3	4
		6	2	3
	C	7	2	4
		8	5	3
第2問 (17)	1	1	4	
	2	4	3	
	3	1	3	
	4	3	4	
	5	5	3	
第3問 (27)	A	1	4	4
		2	2	4
		3	2	3
		4	3	3
		5	4	3
	B	6	2	4
		7	4	3
		8	3	3
第4問 (17)	A	1	1	3
		2	3	3
		3	4	4
	B	4	2	4
		5	4	3
第5問 (12)	A	1	4	3
		2	2	3
	B	3	1	3
		4	4	3
第6問 (12)	1	1	3	
	2	3	3	
	3	2	3	
	4	4	3	

(注) 第1問～第4問は必答。第5問, 第6問のうちから1問選択。計5問を解答。