

A 地震に関する次の文章を読み、下の問い(問1・問2)に答えよ。

地震による大きな揺れの発生を速報によって事前に少しでも早く周知できれば、震災の軽減に役立てられる。近年、このような速報を提供するシステムが実用化されている。このシステムは、地震が起きた直後に、最も速く伝わる地震波をいくつかの観測点で検知(観測)し、地震波が最初に発生した場所である **ア** と地震の規模を表す **イ** を推定する。さらに、各地の大きな揺れ(主要動)の発生時刻や、その揺れの程度を表す **ウ** を予測し、これらの情報を速やかに伝達する。

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

	ア	イ	ウ
①	震 央	加速度	等 級
②	震 央	加速度	エネルギー
③	震 央	マグニチュード	震 度
④	震 源	加速度	等 級
⑤	震 源	マグニチュード	エネルギー
⑥	震 源	マグニチュード	震 度

答え：6

地震が最初に発生した場所は「震源」。地震の規模を表すものは「マグニチュード」。

ある場所での揺れの程度を示すのは「震度」である。

ちなみに、震央は震源の直上の場所を言う。

問 2 地震波の種類について述べた文 a・b と、地震波の性質について述べた文 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。

地震波の種類

- a 最も速く伝わる地震波は P 波、一般に大きな揺れを起こす地震波は S 波である。
- b 最も速く伝わる地震波は S 波、一般に大きな揺れを起こす地震波は P 波である。

地震波の性質

- c P 波は横波、S 波は縦波である。
- d P 波は縦波、S 波は横波である。

- ① a と c ② a と d ③ b と c ④ b と d

答え：2

P 波と S 波について。P は S より速い。P を縦波、S を横波という。よって a と d が正しい。

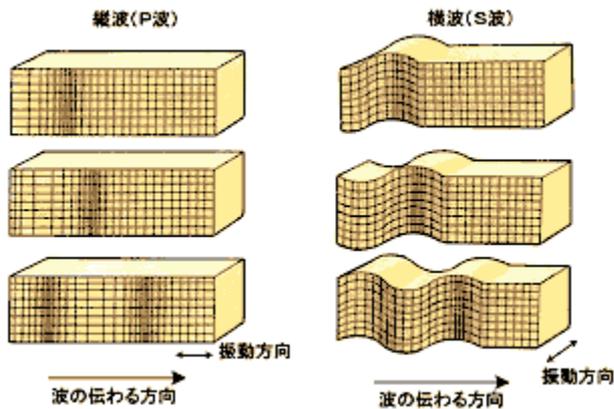
P 波：最初に来る波 (Primary-Wave) を略して P 波。進行方向に平行に振動する。速度は岩盤中で 5～7km/秒。

S 波：次に来る波 (Secondary-Wave) を略して S 波。進行方向と直角に振動する。固体を伝わる。速度は岩盤中で 3～4km/秒、P 波に続いて到達

P 波の揺れの始まりから S 波の揺れの始まりの間の揺れを初期微動といい、S 波による大きな揺れを主要動という。初期微動の時間 (初期微動継続時間) が長いほど、震源までの距離が遠くなる。

P 波・S 波を「縦波」・「横波」と呼ぶことがあるが、あくまでも進行方向に対しての縦横であり、P 波で家が上下に揺れる、あるいは S 波で家が左右に揺れるとは限らない。

地震波の伝わり方



B プレート運動に関する次の文章を読み、下の問い(問3・問4)に答えよ。

次の図1は、プレート上の火山の連なり(火山列)を示したものである。活動中の火山がホットスポット上にあり、その西に、かつては同じホットスポット上で活動していた火山が点々と連なっている。ホットスポットの位置が変わらなかったとすると、地点Xの火山が活動していた時点を境にプレートの移動方向が変化したことになる。下の図2は、火山列に沿って測った活動中の火山からの距離と、火山活動の年代との関係を示す。この関係から、プレートの移動の速さは cm/年でほぼ一定だったと考えられる。実際にホットスポット上の火山活動に関連してできた火山列としては、 がある。

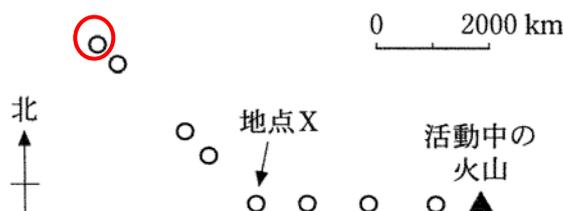


図1 プレート上にある活動中の火山(▲印)と、かつて活動していた火山(○印)

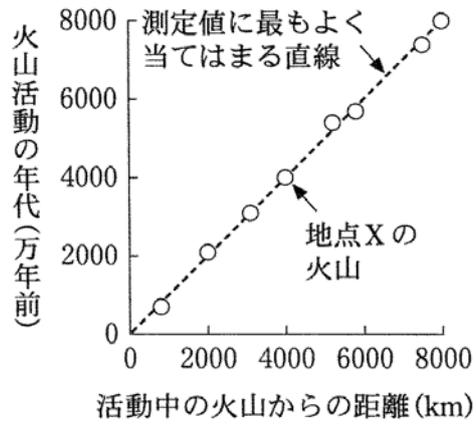


図2 火山列に沿って測った活動中の火山からの距離と火山活動の年代との関係

問3 前ページの文章中の空欄 ・ 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①～④のうちから一つ選べ。

- | | エ | オ |
|---|----|--------|
| ① | 1 | ハワイ諸島 |
| ② | 1 | アンデス山脈 |
| ③ | 10 | ハワイ諸島 |
| ④ | 10 | アンデス山脈 |

答え：3

知識で答えて年間 10cm でも良いが図2から例えば X は 4000km を 4000 万年かけて移動したので、そこから計算してもよい。ホットスポット上の火山で有名なのはハワイ諸島。

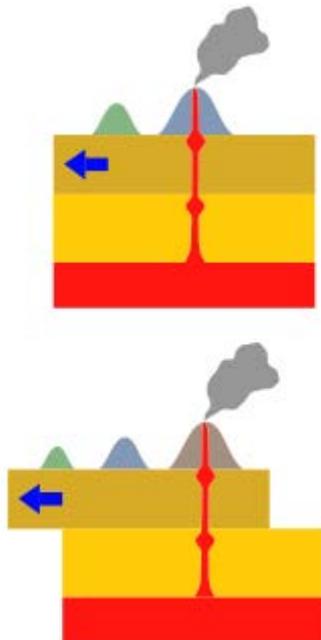
問 4 前ページの文章中の下線部に関連して、プレートの移動方向は地点 X の火山が活動していた時点を境にしてどのように変化したと考えられるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 西向きから北西向きに変化
- ② 北西向きから西向きに変化
- ③ 東向きから南東向きに変化
- ④ 南東向きから東向きに変化

答え：2

図 1 より、赤丸が最も古い火山。解説の図を見てもわかるように、ホットスポットの位置は変わらず、プレートは古い火山の方向へ動いている。この問題では、プレートは地点 X から赤丸の火山の方向に動いていた時期があったことが分かる。よってプレートははじめ北西に動いていた。その後、活動中の火山から X に向かう方向の、西向きになったことが分かる。

ホットスポット



世界の火山は、プレートの境界（海溝沿い、海嶺）とプレート内にホットスポット（下記参照）として分布している。陸のプレートの下に沈み込んだ海のプレートからの水の働きによって上部マントルの一部が融けて上昇していき、マグマが形成される。このような過

程でいったんマグマだまりに蓄えられるなど様々な作用を受けて地表に噴出し、これが海溝沿いの火山となる。したがって、海溝にほぼ平行に火山が分布することとなり、この火山分布の海溝側の境界を画する線を火山フロントという（下図）。一般に火山フロント付近に火山が密集している。海嶺では、上部マントルから直接マグマが湧きだして、プレートが生成されている。一方、プレート内部を貫いて点状のマントルの湧き上がりがあり、ホットスポットと呼ばれるところがある。ハワイに代表される火山はこのホットスポットの例である。

C 日本列島付近のプレートと地震に関する次の文章を読み、下の問い(問5・問6)に答えよ。

次の図3は、日本列島付近の海溝とトラフの分布を示した図である。図中の海溝では、**カ** プレートが海溝の西側にあるプレートの下に沈み込んでいる。**カ** プレートの沈み込みに伴って、西に傾斜した面上で深発地震が発生している。この面は **キ** と呼ばれている。

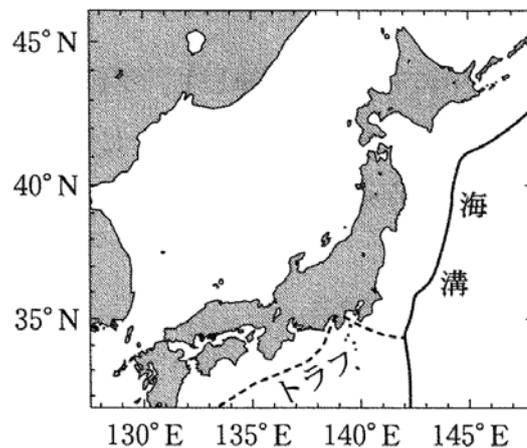


図3 日本列島付近の海溝(実線)とトラフ(破線)の分布

問 5 上の文章中の空欄 **カ** ・ **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。 **5**

- | カ | キ |
|----------|-----------------------------|
| ① 太平洋 | 和達 ^{わだち} —ベニオフ面(帯) |
| ② 太平洋 | モホロビッチ不連続面(モホ不連続面) |
| ③ ユーラシア | 和達—ベニオフ面(帯) |
| ④ ユーラシア | モホロビッチ不連続面(モホ不連続面) |
| ⑤ フィリピン海 | 和達—ベニオフ面(帯) |
| ⑥ フィリピン海 | モホロビッチ不連続面(モホ不連続面) |

答え：1

これは知識の問題。太平洋プレートがユーラシア（または北米）プレートに沈み込んでいる。沈むのは重いほうが沈む。よって海と大陸では、海のプレートが陸のプレートの下に沈む。海と海では古いほう（太平洋）が新しいほう（フィリピン海）の下へ沈む。

沈む方のプレート上面に沿った深発地震面は発見者の名前を取って「和達—ベニオフ面（帯）」という。モホロビッチ不連続面は地殻とマントルの境界面。

問 6 日本列島付近の地震や火山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。 **6**

- ① 大きな地震は、海溝付近では発生するが、トラフ付近では発生しない。
- ② 陸と海のプレートの境界で大きな地震が発生したとき、陸のプレートの先端部は沈降する。
- ③ 深発地震面の等深線(同じ深さを示した線)と火山前線はほぼ平行である。
- ④ 火山前線より海溝側には、過去 100 年間に噴火したことのある火山が多数存在している。

答え：3

この文章については、以下の通り。よって3。

- (1) 大きな地震はプレート境界で発生する。よって海溝でもトラフでも発生する。ちなみに

今警戒されているのは駿河トラフで起きる東海地震、南海トラフで起きる南海地震。

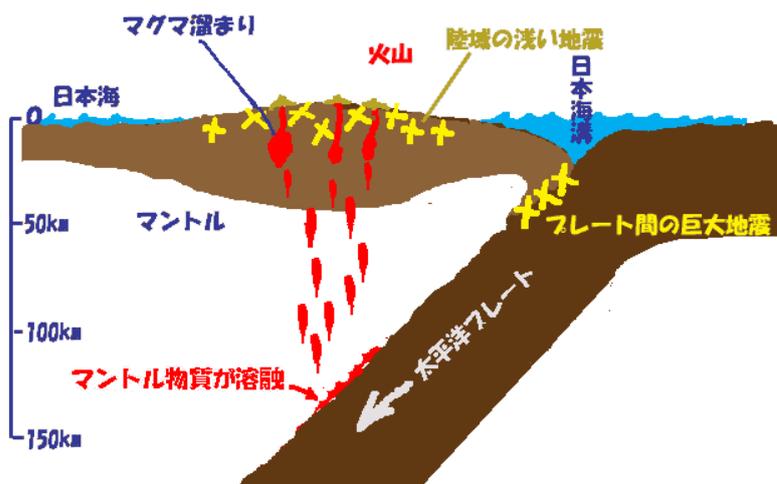
(2) 陸と海の境界で大地震が起きたとき、反発で陸のプレートは跳ね上がる。

(3) 地震も火山もプレートの沈み込みに伴っているのだから、深発地震面（ほぼプレート上面を示す）と火山前線はほぼ平行である。

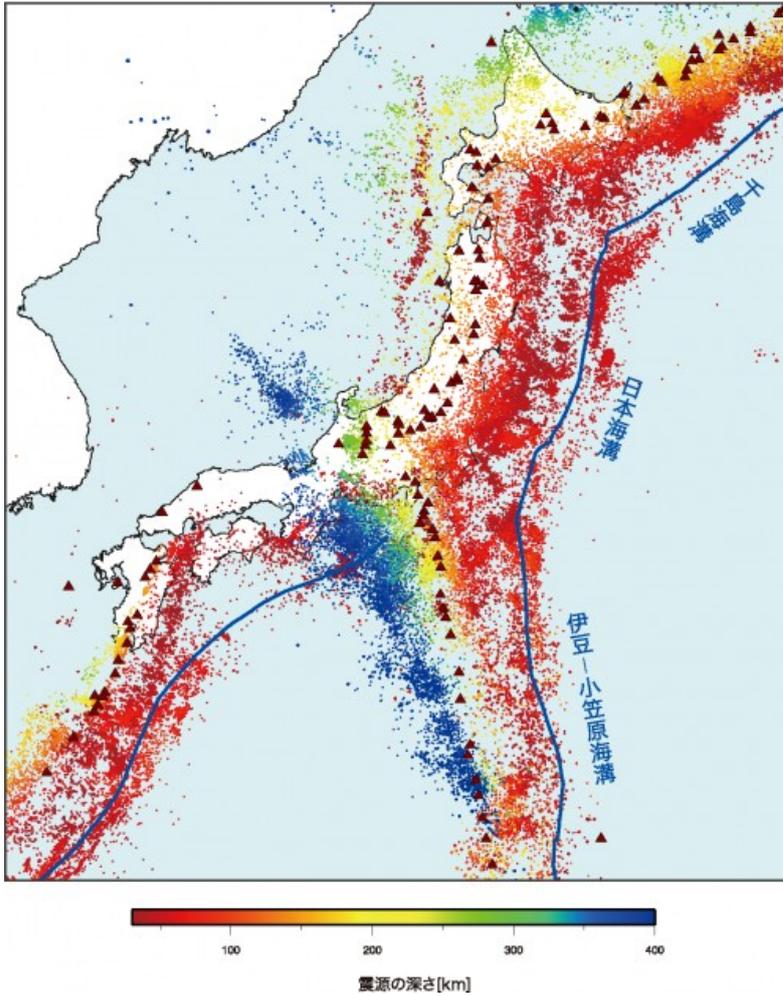
(4) 海溝側が新しいということは無い。

解説：火山フロント

日本のような火山列島では、太平洋側にある海溝から約 100km 以上離れた場所から火山が分布する。火山の分布は太平洋側ほど密で遠ざかるほどまばらになる。このような分布を日本列島の規模で見ると、天気図の前線とよく似ているので太平洋側の分布限界（線状）を火山前線（フロント）と呼んでいる。日本では、北海道から東北日本、伊豆・小笠原列島へと続く東日本火山帯と、西日本の日本海側から九州、南西諸島へと続く西日本火山帯の二つがあり、それぞれ、太平洋プレートとフィリピン海プレートの沈み込みと密接な関係にある。



<http://wwwsoc.nii.ac.jp/kazan/J/QA/topic/topic7.html>



図：活火山の分布（赤三角）。活火山は海溝と並行に並んでいる。点は震源を示し、色は震源の深さをあらわす。（気象庁一元化震源）

<http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/charade/volcano/distribution/>

A 岩石・鉱物

A 岩石・鉱物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は泥岩層に貫入したある火成岩体の模式断面図である。この岩体は、玄武岩質マグマが泥岩層の地層面に沿ってほぼ水平に貫入し、結晶分化作用により形成されたものである。この岩体を構成する岩石は主としてかんらん石、輝石、斜長石からなる。岩体のうち、上下の泥岩層との境界付近(周縁部)では結晶が細粒であり、内部では粗粒になっている。また、泥岩層は、この岩体に接するところでは、固く緻密な岩石に変化している。下の図2のaとbは、それぞれ図1の岩体中のA部とB部の岩石の偏光顕微鏡観察によるスケッチである。

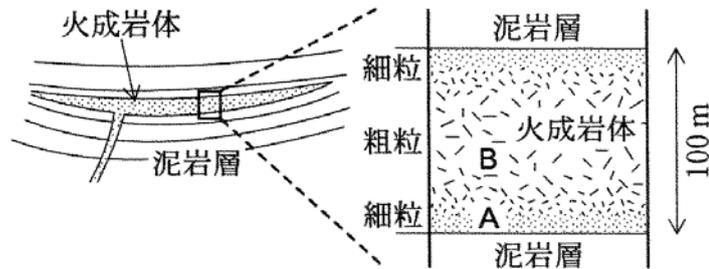


図1 火成岩体の模式断面図

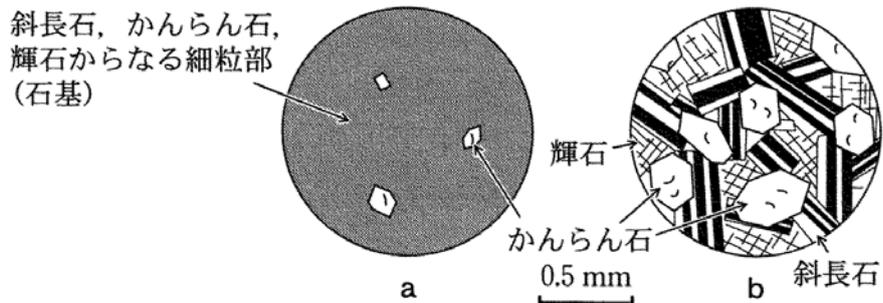


図2 偏光顕微鏡で観察した岩石のスケッチ

問1 この火成岩体の周縁部と内部で、結晶の大きさに違いが生じた原因として

最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

1

- ① マグマの化学組成の違い
- ② 鉱物の硬さの違い
- ③ マグマの冷却速度の違い
- ④ 鉱物の量比の違い

答え：3

結晶の大きさは冷却速度に関係する。ゆっくり冷えると大きい。よって図1を見ると泥岩と接触する方が急に冷やされ、内部はあとからゆっくり冷えた、とわかる。

問2 前ページの図2bのスケッチから、図1のB部の岩石について、鉱物の晶出順序(できた順番)を知ることができる。晶出順序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 かんらん石 → 輝石 → 斜長石
- ② かんらん石 → 斜長石 → 輝石
- ③ 輝石 → かんらん石 → 斜長石
- ④ 輝石 → 斜長石 → かんらん石
- ⑤ 斜長石 → かんらん石 → 輝石
- ⑥ 斜長石 → 輝石 → かんらん石

答え：2

考え方のポイントは、「先にできたものは邪魔をされてない」ということ。よって図2をみると、一番最初のはかんらん石。次は斜長石が輝石の成長を妨げているから、斜長石が先。ゆえにかんらん石→斜長石→輝石、で2。

問3 前ページの文章中の下線部に関連して、泥岩層にこのような変化が起こった原因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 マグマの結晶分化作用が起こったため
- ② マグマによって加熱されたため
- ③ マグマによって圧縮されたため
- ④ マグマが水に富んでいたため

答え：2.

泥岩層は、この岩体に接するところでは、固く緻密な岩石に反化している→火成岩体はマグマが冷えて固まったもの。よって泥岩はマグマに接して加熱された。接触変成作用。

問 4 このマグマの結晶分化作用においては、かんらん石の結晶化と下方への沈積が重要な役割をはたしたと考えられる。このかんらん石には MgO 成分が約 40 % 含まれ、 Al_2O_3 成分は含まれていない。結晶分化作用によりかんらん石結晶が取り除かれた部分のマグマの MgO および Al_2O_3 成分の重量 % はどのように変化したか。変化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

MgO 成分	Al_2O_3 成分
① 増加した	増加した
② 増加した	減少した
③ 減少した	増加した
④ 減少した	減少した

答え：3

この問題に限れば、少し考えるとわかる。すなわち、結晶分化作用で、マグマ液から MgO はかんらん石になって出て行く→減る。 Al_2O_3 はそのまま残る。ただし、マグマ液そのものが減るから Al_2O_3 の占める割合は増える。よって3。

B 火山

問 5 溶岩流と火砕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。 5

- ① 溶岩流による災害の多くは、粘性が大きい(高い)溶岩により起こる。
- ② 溶岩流は偏西風の影響により、火山体の東側に分布する。
- ③ 火砕流の多くは、玄武岩質のマグマ活動により起こる。
- ④ 火砕流が斜面を流れ下る速さは、時速 100 km を超えることがある。

答え：4

溶岩流と火砕流の基本は以下。よって適当なものは4。

- ・溶岩流→融けたマグマが流れる。
- ・火砕流→岩石のかげらが高温の火山ガスと一緒に時には時速 100km の高速で斜面を流れ下る。
 - (1) 粘性が低くても災害は起こる
 - (2) 溶岩流は地表を流れるので偏西風に乗らない

- (3) 粘性の高いマグマは爆発的な噴火をするので、こちらも火砕流を発生させる
- (4) 火砕流はガスと岩石のかけらが流れるので速い

問 6 火山活動に伴う現象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。 6

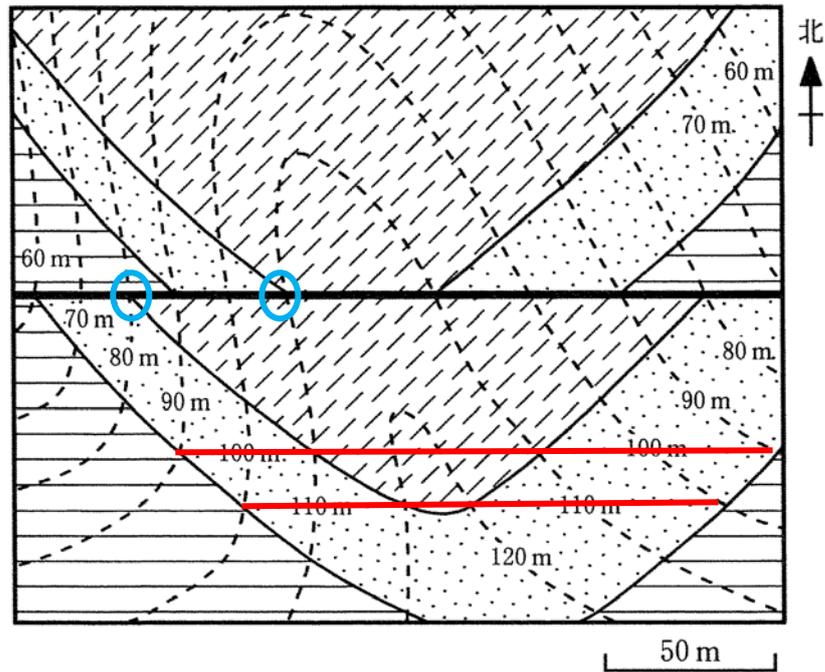
- ① マグマから放出される火山ガスの大部分は、二酸化硫黄や硫化水素である。
- ② マグマに加熱されて高圧になった水蒸気が周囲の岩石を破壊して起こる爆発を、水蒸気爆発という。
- ③ 堆積した多量の火山^{たいせき}砕屑物^{さいせつ}などが、大雨で一気に流されて土石流が発生することがある。
- ④ 火山噴火により山体崩壊が起こると、多量の崩壊物が谷や斜面を流れ下ることがある。

答え：1

マグマから放出される火山ガスの大部分は水蒸気で、そのほかに二酸化炭素、二酸化硫黄や硫化水素が含まれている。よって、正しくないのは(1)。

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。

次の図1はある地域の地質図である。この地域にはA層(泥岩層)、B層(砂岩層)、C層(砂岩・泥岩互層)が分布する。各層の走向・傾斜はそれぞれ一定である。A層からはイノセラムスの化石が産出する。また、東西方向の断層がある。



A層(泥岩層) B層(砂岩層) C層(砂岩・泥岩互層)

70m 地形等高線 ——— 地層境界線 ——— 断層

図1 ある地域の地質図

問1 A層とB層の境界面の走向, 傾斜の方向として最も適当なものを, それぞれの解答群から一つずつ選べ。

走向

解答群 ① E-W ② N-S ③ N45°E ④ N45°W

傾斜の方向

解答群 ① 東 ② 西 ③ 南 ④ 北
 ⑤ 北東 ⑥ 南西 ⑦ 北西 ⑧ 南東

答え: 1と4

・地質図から地層の走向を求めるには、地層の境界線と各等高線との交点を結んだ(図中の赤線)

方向が走向。よって A と B の境界の走向は E-W。

・傾斜の方向は、高度の異なる 2 本の走向線（図中赤）をひく。ここでは南北に線が来る。北側にあるのが 90m、南側が 100m のラインだから、傾斜の方向は北にむかって落ちていることが分かる。よって傾斜は北。

問 2 前ページの図 1 中の断層について、断層の北側の地層が南側の地層に対して相対的にどの方向に動いたと考えられるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 東 ② 西 ③ 上 ④ 下

答え：3

断層を挟んで北側の B 層は、南側の B 層と、つながる部分（青丸）を考えたとき、北側の方が標高 110m、南側が標高 80m である。B 層の走向は東西、傾斜が北落ちだから、普通なら北側の方が低いはず。よって、上に動いたと考える。

問 3 38 ページの文章中の下線部に関連して、A 層の堆積した時代と、A 層と同じ時代の地層から産出する化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。

	時 代	化 石
①	古生代	カヘイ石
②	古生代	アンモナイト
③	中生代	カヘイ石
④	中生代	アンモナイト
⑤	新生代	カヘイ石
⑥	新生代	アンモナイト

答え：4

A 層から出るイノセラムスは中生代の貝。よって、中生代に堆積した。選択肢のうち、アンモナイトは中生代の化石だが、カヘイ石は新生代の化石。よって選択されるのは 4。

問 4 次の図 2 は、C 層の砂岩・泥岩互層のスケッチである。砂岩層内には、粒径がアからイに向かって徐々に粗くなる堆積構造が見られた。この砂岩層の堆積構造の名称は何か。また、泥岩層 X と泥岩層 Y のうち、先に堆積したのはどちらか。それら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

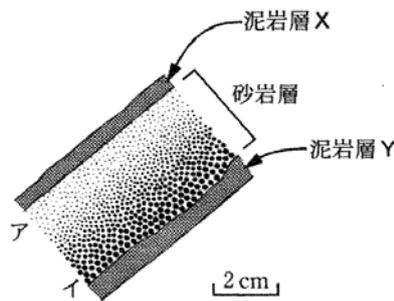


図 2 砂岩・泥岩互層のスケッチ

堆積構造の名称	先に堆積した泥岩層
① 級化層理(級化成層)	X
② 級化層理(級化成層)	Y
③ 斜交葉理(斜交層理)	X
④ 斜交葉理(斜交層理)	Y

答え：2

粒径が徐々に粗くなっていく構造を級化層理といい、粗いものが先に堆積する。よって Y が下。下の層が先に堆積したと考えるのが普通。

B 示準化石と放射年代に関する次の問い(問 5・問 6)に答えよ。

問 5 互いに離れた 3 地域 A～C で試料を採取し、化石 a～d の産出する状況を調べた。次の図 3 はその結果を示したものである。

凝灰岩 I～Ⅲ は火山噴火に伴う降灰により形成されたもので、それぞれが同一の時間面を示す^{かぎ}鍵層として使える。このとき、a～d の化石のうち示準化石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

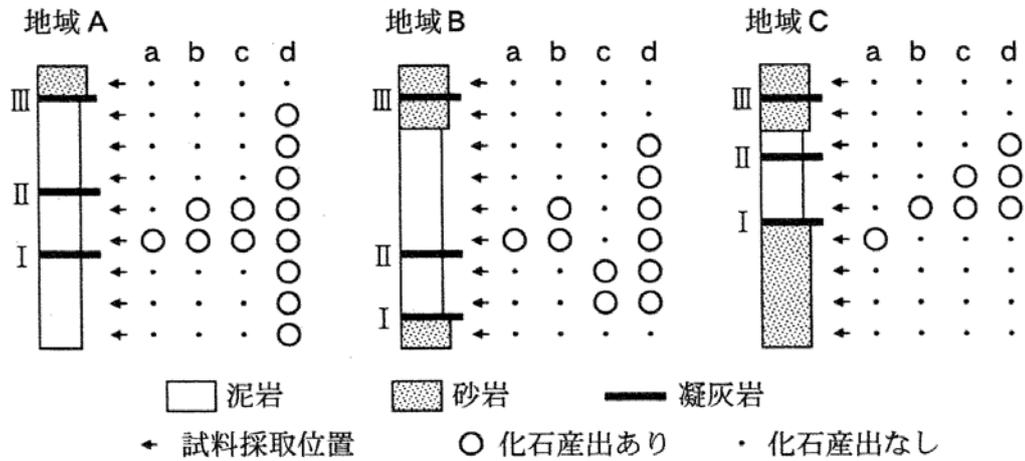


図3 各地域における柱状図と化石a～dの産出状況

- ① a ② b ③ c ④ d

答え：3

示準化石は時代を決めるタイムマーカーのようなものである。ここでは同じく時代を決める鍵層もある。よってこの2つの組み合わせでより狭い時代を示すものを探せばよい。

まず、すべての地域に出ていることが必要。これはすべてOK。次に鍵層の上下両方に出ないこと。まず、aはIの上（地域A）と下（地域C）、IIの上（地域B）、に出ているのでダメ。bはIとIIの間（地域A）とIIの上（地域B）でダメ。dは地域Aにまんべんなく出ているのでダメ。よってc。cはいずれの地域でもIとIIの間でのみ出ている。

問6 炭素の放射性同位体 ^{14}C を用いて、ある堆積物の年代を測定したところ、11400年前の年代値を得た。この場合、 ^{14}C の量はもとの量に比べて何倍になっていたか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、 ^{14}C の半減期は5700年とする。 7 倍

- ① 4 ② 2 ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{1}{4}$ ⑤ 0

答え：4

^{14}C による年代は11400年前。半減期を5700年とすると、11400年は5700年×2である。5700年で ^{14}C の量は半分、また次の5700年でさらにその半分だから合計4分の1。よって4。

A フェーン現象のモデル実験に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

フェーン現象をモデル実験するため、次の図1に示すように、密閉容器に入れたゴム風船を用いた。ただし、風船のゴム膜は熱と空気を通さないものとする。ポンプを用いて容器内の気圧を下げたり上げたりすることにより、空気塊が上昇・下降する様子を表した。容器内のはじめの状態は 20°C 、 1000 hPa で、気圧を下げると、風船内の温度が下がった。 950 hPa になると風船内に水滴ができれば、このときを境にして温度の下がる割合が **ア** になった。さらに気圧を下げると、水滴が風船の底にたまったので、空気の入りがないようにして(a)その水を注射器で取り除いた。(b)このとき風船内の水蒸気圧は、その温度での飽和水蒸気圧に達していた。そののち気圧を 1000 hPa に上げると、風船内の温度は、**イ** になった。

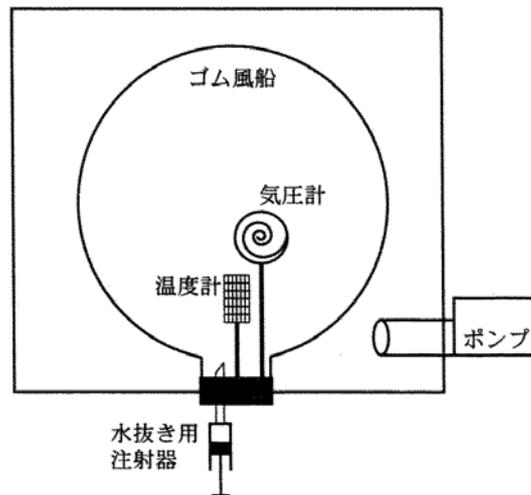


図1 フェーン現象の実験装置

問 1 前ページの文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる語句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**

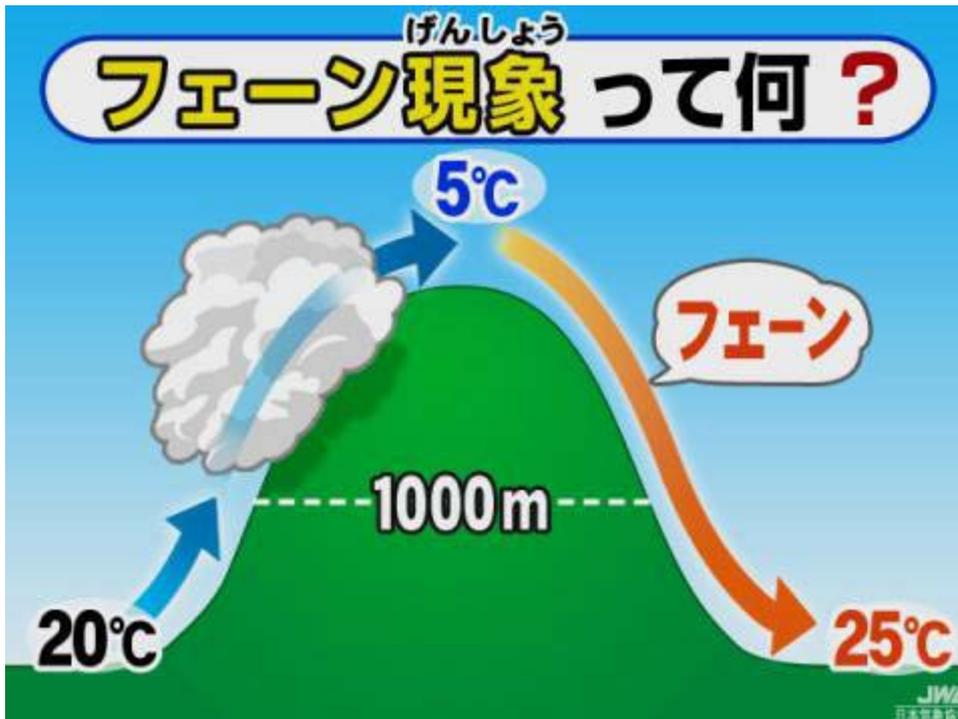
- | | ア | イ |
|---|-----|---------|
| ① | 大きく | 20℃より高く |
| ② | 大きく | 20℃に |
| ③ | 大きく | 20℃より低く |
| ④ | 小さく | 20℃より高く |
| ⑤ | 小さく | 20℃に |
| ⑥ | 小さく | 20℃より低く |

答え：4

この問題では、初めの設定が 20℃、1000hPa。気圧を下げると温度も下がった。空気が乾燥しているときの乾燥断熱減率は 1K/100m。水滴ができると潜熱が放出されるので空気が暖められる。よって湿潤断熱減率は 0.5K/100m。これで温度の下がる割合が小さくなった。

さらに気圧をさげて飽和水蒸気圧に達して水滴がたまった。水滴を取り除いて気圧を 1000hPa に戻すと、今度は乾燥断熱減率で温度が上昇する。湿潤断熱減率で温度が下がった気圧の範囲も乾燥断熱減率で温度が上昇する。ゆえに 1000hPa に戻ったときの温度は、初期設定の 20℃より高くなる。よって、4。

フェーン現象のモデル。 <http://tenki.jp/forecaster/diary/detail-2001.html>



まず、水蒸気をたくさん含んだ湿った空気が山に沿って上昇する。

標高が高くなるにつれて、気温が下がり、水蒸気は水滴となって雲ができる。

この雲が雨を降らせて、その後の空気は乾燥。

この空気が山に沿って下降する。

ここでポイントとなるのは 水蒸気!!

水蒸気が水滴になるとき、たくさんのエネルギーを空気に渡す。

このため気温は下がりにくくなる。

ちなみに、

乾燥空気 1000mにつき 10度

湿潤空気 1000mにつき 5度 下がると計算すると、

上図の温度変化になる。

①20度の湿った空気が 1000m 上昇

(水蒸気を含んでいるが、この時は水滴になっていないので乾燥空気と扱う。)

⇒10度気温が下がり、 $20-10=10$ 度。

②雲ができ始めてから山頂まで 1000m

湿潤空気なので 5度しか下がらない。つまり山頂の気温は $10-5=5$ 度。

③山頂から 2000m 下降。

乾燥空気なので、

⇒20度上がる。 $5+20=25$ 度

問 2 前ページの文章中の下線部(a)は、フェーン現象のどのような状況を表した
ものか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 上昇気流が発生した。
- ② 水蒸気が凝結して雲が発生した。
- ③ 地面に雨が降った。
- ④ 乾燥した風が吹いた。

答え：3

フェーン現象を考える。

溜まった水を注射器で抜くという作業は実際の気象に当てはめると地面に雨が降ったことに等しい。

問 3 前ページの文章中の下線部(b)に関連して、このときの風船内の状態を述べ
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。 3

- ① 風船内の温度は、風船内の露点(露点温度)より高い。
- ② 風船内の水蒸気圧は、はじめの状態での水蒸気圧より高い。
- ③ 風船内の飽和水蒸気圧は、はじめの温度での飽和水蒸気圧より低い。
- ④ 風船内の相対湿度は、100%にはなっていない。

答え：3

フェーンだと思わなくても、飽和水蒸気圧は、ある気温において飽和している水蒸気圧のことである。そして気温が高いほど大きくなる。断熱膨張で気圧が下がった状態は、初期状態よりも気温が低い。よって、風船内の飽和水蒸気圧は初めの温度での飽和水蒸気圧よりも小さい、が正しい。

B 太平洋赤道域における海洋と風に関する次の文章を読み、下の問い(問4～6)に答えよ。

次の図2は、太平洋低緯度域の地図である。赤道域では、海面水温が高い海域ほど相対的に海面気圧が低くなる傾向があり、東西の水温差が大きいほど海上で **ウ** に向かう風が吹きやすい。

図2中の太枠で示した海域の海面水温の分布を下の図3に示す。図3 a, bのうち、 **エ** は貿易風の強さが変化して顕著なエルニーニョ(エル・ニーニョ)現象が発生したときの図、他方は平年(通常年)の図である。どちらの図でも **(c)海面水温は西部より東部の方が低い**が、東西の水温差は異なる。

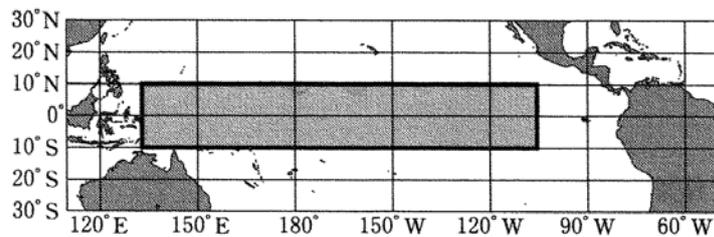


図2 太平洋低緯度域の地図

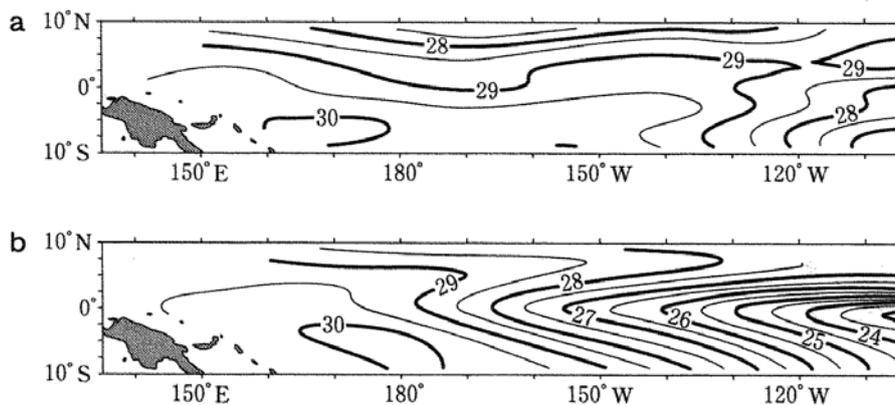


図3 海面水温(°C)の分布

問 4 前ページの文章中の空欄 **ウ** ・ **エ** に入れる語句と記号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**

- | | ウ | エ |
|---|----------|---|
| ① | 低温域から高温域 | a |
| ② | 低温域から高温域 | b |
| ③ | 高温域から低温域 | a |
| ④ | 高温域から低温域 | b |

答え：1

風は空気の流れ。一般に温度が高いと活発な上昇気流が起こるから、下層では低温域から高温域へ空気が流れ込む。つまり温度の低い方から高い方へ風が吹く。エルニーニョの起きているときは、通常年に比べて貿易風が弱くて、暖かい海水がインドネシアに吹き寄せられない。つまり、暖かい海水が表面に残っていてペルー沖の海水温度が高い。だから図3ではaとなる。よって1.

問 5 前ページの文章中の下線部(c)について、太平洋赤道域東部の海面水温が西部より低いのはなぜか。その理由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 厚い雲によって太陽光が遮断されやすいから
- ② 急峻な山岳地帯から冷たい河川水が流入するから
- ③ 下層から冷たい海水がわき上がるから
- ④ 海水が蒸発する際に気化熱を奪うから

答え：3

太平洋赤道域東部では下層から冷たい海水が湧きあがるので海面温度が西部よりも低い。

問 6 エルニーニョ(エル・ニーニョ)現象が発生しているときには、貿易風の強さと太平洋赤道域西部の表層の暖かい水の厚さが平年より変化している。この変化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。

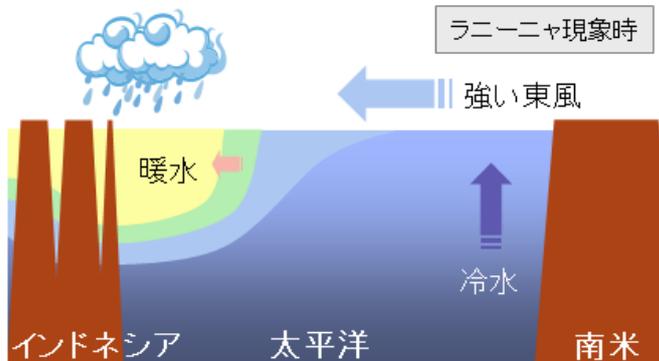
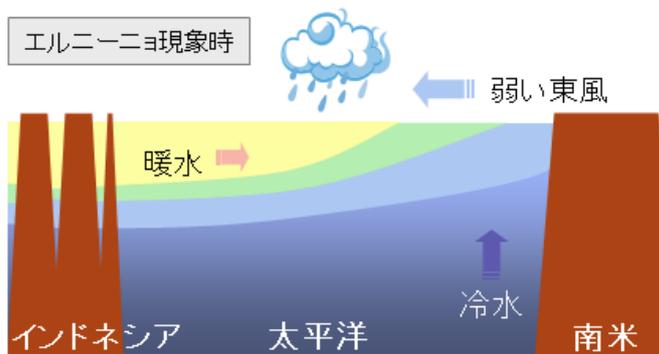
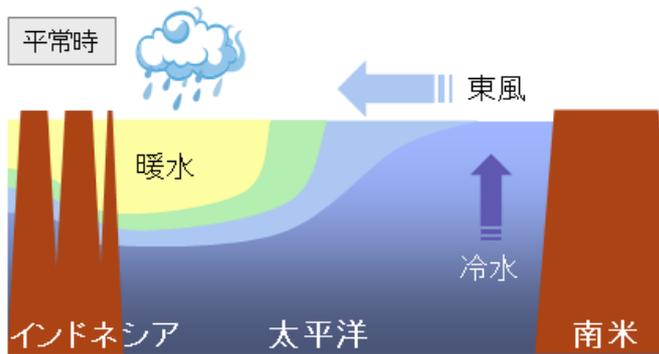
6

- ① 貿易風は強く、暖かい水の厚さは薄くなっている。
- ② 貿易風は強く、暖かい水の厚さは厚くなっている。
- ③ 貿易風は弱く、暖かい水の厚さは薄くなっている。
- ④ 貿易風は弱く、暖かい水の厚さは厚くなっている。

答え：3

問 4 で説明したとおり。エルニーニョの起きているときは、通常年に比べて貿易風が弱くて暖かい海水がインドネシアに吹き寄せられない。つまり、暖かい海水が表面に残っていてペルー沖の海水温度が高い。ただ、海水の量は同じだから暖かい海水は、薄く広く広がっている。

解説：エルニーニョとラニーニャの問題



エルニーニョ

- 平常時：北半球の熱帯の海では貿易風が東から西へ海水を引きずっていくのでインドネシア沖はペルー沖より海水温が高い。インドネシア沖は雨が多い。
- 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。
- ラニーニャ：貿易風が強すぎてインドネシア沖が異常に海水温が高い。雨も例年より多い。

A 銀河系と地球の公転・自転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、銀河系における太陽系の位置と、地球の公転軌道の模式図である。(a) 太陽系は銀河中心から約8000パーセク離れた位置にある。地球から見たとき、銀河中心の方向は黄道面より約6°南になる。

地球は太陽のまわりを公転しながら自転している。**ア**の証拠としてフーコーの振り子の実験があげられる。北極点で振り子を振ると、地球上に立つ人が上からみて振動面は**イ**。

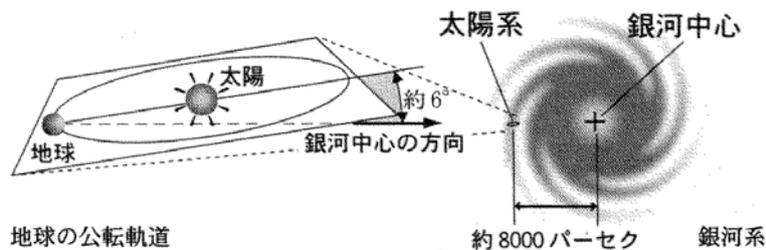


図1 銀河系における太陽系の位置と、地球の公転軌道の模式図

問1 上の文章中の**ア**・**イ**に入れる語句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**

- | ア | イ |
|-------|------------|
| ① 自 転 | 動かない |
| ② 自 転 | 時計回りに回転する |
| ③ 自 転 | 反時計回りに回転する |
| ④ 公 転 | 動かない |
| ⑤ 公 転 | 時計回りに回転する |
| ⑥ 公 転 | 反時計回りに回転する |

答え：2

フーコーの振り子の実験は自転の証拠。振動面は北半球では上から見て時計回り、南半球では反時計回り。よって、北極点で振り子を見ると地球上に立つ人が上から見て振動面は時計回りに回転する。よって2

問 2 地球の公転と自転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。

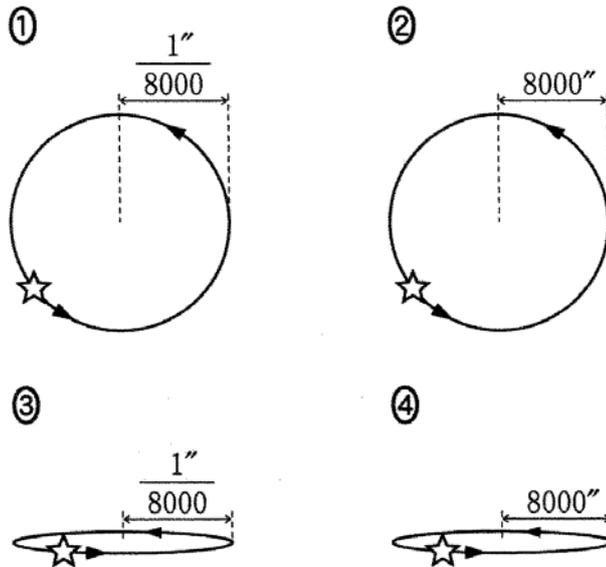
2

- ① 黄道面は赤道面に対して約 23.4° 傾いている。
- ② 春分点は、黄道上の太陽が天の赤道を南から北へ横切る点である。
- ③ 天の北極の高度は、観測する場所の緯度によって変わる。
- ④ 地球の自転周期(恒星の日周運動の周期)は、太陽の日周運動の周期よりも約 4 分長い。

答え：4

- (1) 黄道面は赤道面に対して約 23.4° 傾いている○
- (2) 春分点は黄道上の太陽が天の赤道を南から北へ横切る点○
- (3) 天の北極は地球上の緯度の高さに来る。北緯 35 度で観測する人は地表から 35 度の高さに天の北極が来る。ゆえに、天の北極の高度は観測する場所の緯度によって変わる○。
- (4) 地球の自転周期：23 時間 56 分 4.09 秒、公転周期：365 日 6 時間。太陽の日周運動は 1 太陽日（南中してから次に南中するまでの時間）。これは、恒星の日周周期より 4 分長い。地球の自転周期ではない。×

問 3 前ページの文章中の下線部(a)に関連して、銀河中心にある天体「いて座 A」の年周視差による天球上の動きを示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。 3



答え：3

図より地球と太陽を結ぶラインと地球から銀河が見える方向の角度は6度。解説の図Dを見て、恒星Cの位置関係に近い。よって年周視差は直線に近いつぶれた形になる。また、問題の図の中で、年周視差は、半径に相当する。年周視差と恒星までの距離は反比例するので、年周視差が $P (")$ であるような恒星までの距離は $r (pc) = 1/P (")$ 銀河までの距離が8000パーセクということは、 $P=1/8000$ (秒) が正しい。

解説

地球の公転

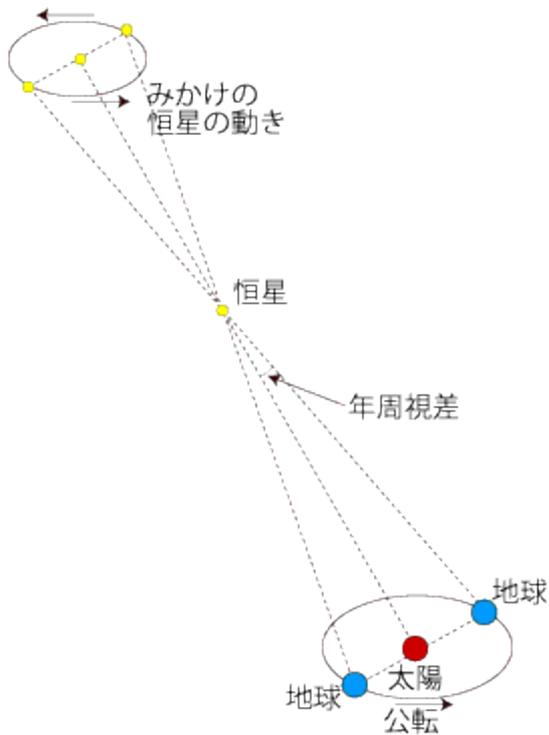
地球は（太陽）のまわりを（1年）かけて1周する。

年周視差

地球が公転することによって近くの恒星がより遠くの恒星に対して位置を変えるように見える現象で、地球－恒星－太陽のなす角。実際には太陽から見た視差は測れないから、まず恒星の位置を正確に測定し、地球の位置が半回転ずれる半年後にもう一度観測することによって年周視差を決める。

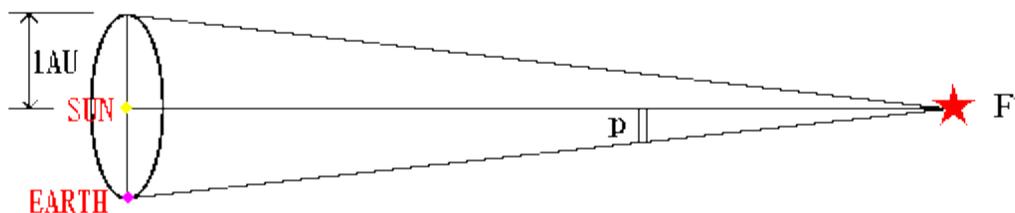
年周視差が $1 (")$ ($1 (")$ は角度の 1° の 3600 分の 1) になるような距離を1パーセク (parsec=

pc) という。1 pc=3.26 (光年)。

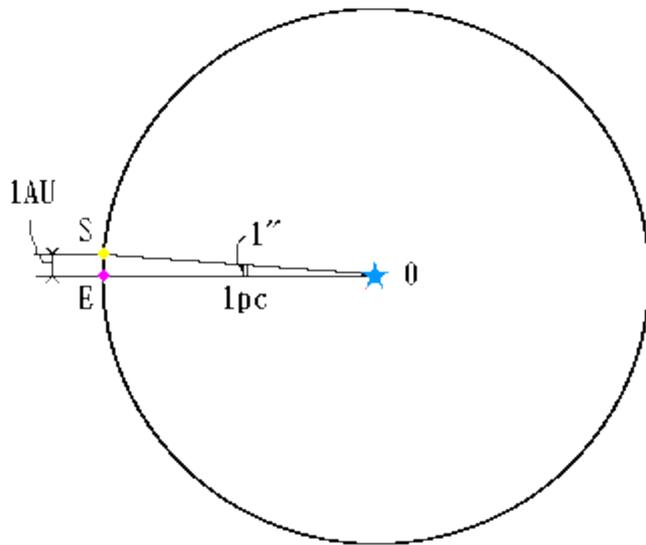


地球の公転運動により、恒星は天球上の位置を変化させる。この見かけの位置変化量(年周視差)と地球・太陽間の距離を使うと、三角測量と同じように恒星までの距離を調べることができる。年周視差があることは、地球が太陽の周りを公転している証拠になる。しかし、年周視差は最も近いケンタウルス座 α 星でも 0.7 秒角程度と小さく、実際に 16 世紀の天文学者ティコ・ブラーエは視差が観測できないことから天動説が正しいと考えたほど。

<http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/faq/stars.html>

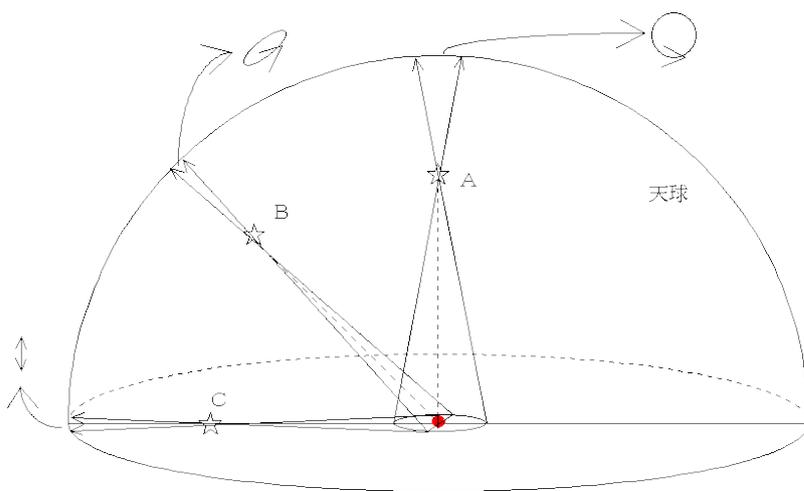


求め方は次のように行う。



<http://www.geocities.jp/planetnekonta2/hanasi/distance/distance.html>

今、半径 1 pc の円を考える。中心から 1'' 角の円周が 1 AU になるようにする。
 円周 = 360×3600 AU だから 半径は $360 \times 3600 / 2\pi = 206264$ AU となる。約 20 万天文単位とする。図では地球-太陽は円周の一部とされているが、正確には O-S-E の直角三角形のはず。しかし 1 pc は 1 AU に比べて非常に大きいので、O を頂点とする二等辺三角形と考えるてもよいし、O を中心とする円周の一部と考えるても問題ない。20 万天文単位は約 30 兆 km。光が 1 年間に進む距離のこと。1 秒間に約 30 万 km 進む光は 1 年で約 9.4 兆 km 進む。そこで $1 \text{ pc} = 3.26$ 光年。太陽に最も近い α ケンタウリ星の年周視差は $0.76''$ なので距離は $1.32 \text{ pc} = 4.3$ 光年。



<http://www.s-yamaga.jp/nanimono/uchu/tentaitoshitenochikyuu.htm>

B 恒星と元素の起源に関する次の文章を読み、下の問い(問4～6)に答えよ。

宇宙で最初に恒星が形成された時に存在していた元素は、水素や **ウ** などの質量数の小さい元素だけであった。一方で地球には、 **ウ** より質量数の大きい元素(重元素)が多量に存在する。重元素は、恒星の内部で起こる **エ** で合成され、その後、星の外層の流出や **オ** によって星間空間へ放出される。多くの恒星から重元素が放出されることにより、星間物質に含まれる重元素の量が増えてゆく。(b) このような星間物質から太陽や地球が誕生した。

問4 上の文章中の空欄 **ウ** ～ **オ** に入れる語句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。 **4**

	ウ	エ	オ
①	ケイ素	重力による収縮	超新星爆発
②	ケイ素	重力による収縮	ビッグバン
③	ケイ素	核融合反応	超新星爆発
④	ケイ素	核融合反応	ビッグバン
⑤	ヘリウム	重力による収縮	超新星爆発
⑥	ヘリウム	重力による収縮	ビッグバン
⑦	ヘリウム	核融合反応	超新星爆発
⑧	ヘリウム	核融合反応	ビッグバン

答え：7

宇宙で最初に恒星が形成されたときに存在していた元素は水素やヘリウムなどの質量数の小さい元素。重元素は恒星の内部で起こる核融合で合成。超新星爆発によって星間空間へ放出。

ウは質量数が小さいのはヘリウム。エは恒星の内部で重元素を合成するのだから核融合。

オでビッグバンというのは宇宙の始まりのことなので×。よって7。

問 5 前ページの文章中の下線部(b)に関連して、地球の地殻を構成する主要な元素と太陽を構成する主要な元素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

地球の地殻

- a 窒素とケイ素
- b 酸素とケイ素

太陽

- c 炭素と酸素
- d 水素

- ① aとc ② aとd ③ bとc ④ bとd

答え：4

地球の地殻は酸素と珪素、太陽は水素で主にできている。よってbとdで4.

問 6 主系列星の質量と明るさ、および寿命との関係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。 6

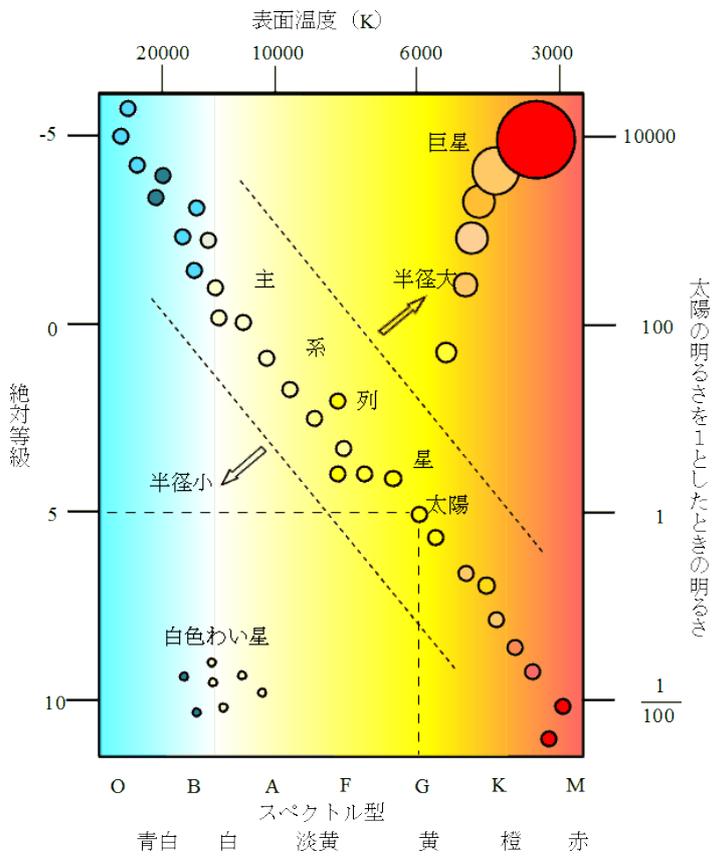
- ① 質量が大きいほど明るく、寿命が長い。
- ② 質量が大きいほど明るく、寿命が短い。
- ③ 質量が大きいほど暗く、寿命が長い。
- ④ 質量が大きいほど暗く、寿命が短い。

答え：2

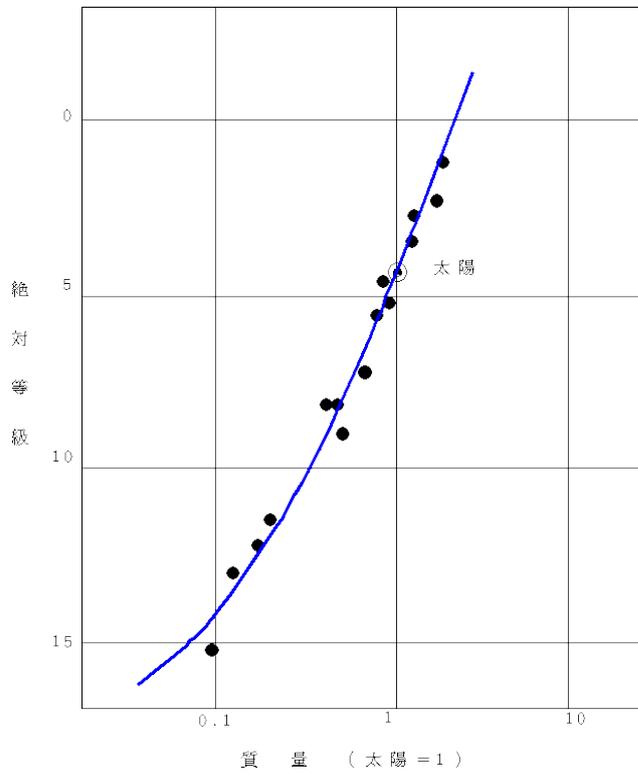
- *主系列星の質量と寿命は、質量が大きいほど寿命が短い。
- *主系列星の質量と明るさの関係は、質量の大きいものほど明るい
- *主系列星の光度は質量の3乗～5乗に比例する
- *HR図を見れば、主系列星は表面温度が高いほど明るい

恒星のHR図

<http://www.s-yamaga.jp/nanimono/uchu/kousei-4.htm> より



HR-zu2.gif



shitsuryo-kodo.gif

恒星の質量は、その恒星が持っている“燃料”の量である。だから、恒星の寿命は質量に比例する。また、光度はその燃料の消費の割合である。つまり恒星の寿命は光度に反比例する。つまり、恒星の寿命は質量の2乗～3乗に反比例することになる。いま、恒星の寿命が質量の3乗に反比例するとすると、太陽の2倍の質量の恒星は太陽の $1/2^3=1/8$ の寿命しかないことになる。太陽の寿命は100億年程度と考えられているので、この恒星は12億年～13億年の寿命ということになる。太陽の10倍の質量の恒星は太陽の $1/10^3=1/1000$ 、つまり1000万年の寿命しかないことになる。逆に太陽の $1/2$ の質量の恒星は、太陽の8倍の800億年の寿命ということになる。

2011年 大学入試センター試験【地学Ⅰ】

100点満点

問題番号 (配点)	設問	解答番号	正解	配点	
第1問 (20)	A	1	1	6	3
		2	2	2	4
	B	3	3	3	3
		4	4	2	3
	C	5	5	1	4
		6	6	3	3
第2問 (20)	A	1	1	3	4
		2	2	2	3
		3	3	2	3
		4	4	3	3
	B	5	5	4	4
		6	6	1	3
第3問 (20)	A	1	1	1	2
			2	4	2
		2	3	3	3
		3	4	4	3
	B	4	5	2	3
		5	6	3	3
第4問 (20)	A	1	1	4	4
		2	2	3	3
		3	3	3	3
	B	4	4	1	4
		5	5	3	3
		6	6	3	3
第5問 (20)	A	1	1	2	4
		2	2	4	3
		3	3	3	3
	B	4	4	7	3
		5	5	4	3
		6	6	2	4