

地 学

(解答番号 ~)

第1問 地学では長大な時間スケールや広大な空間スケールの現象を理解・把握する感覚を身につけることが大切である。次の問い(A・B)に答えよ。(配点 17)

A 長大な時間スケールをもつ地学的な事物・現象に関する次の文章を読み、下の問い(問1・問2)に答えよ。

生物は時代とともに生息空間を拡大し、海から陸、さらには空へと進出していった。次の図1は、その生息空間の拡大過程の模式図である。

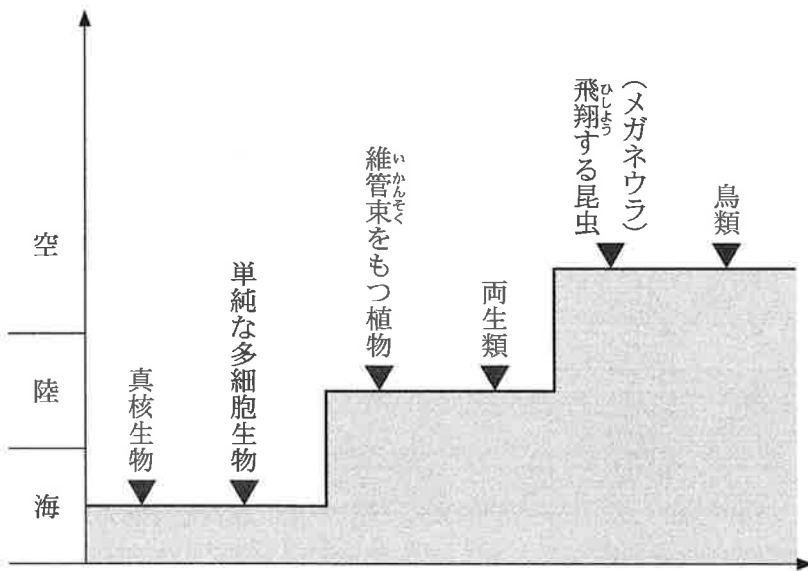
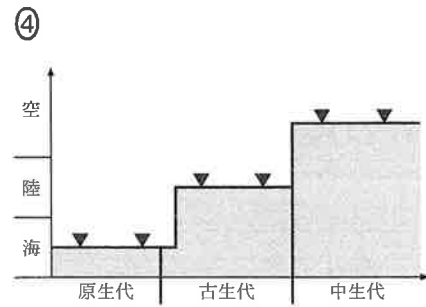
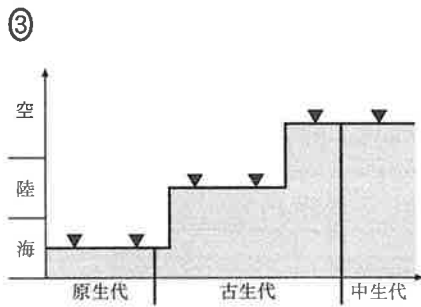
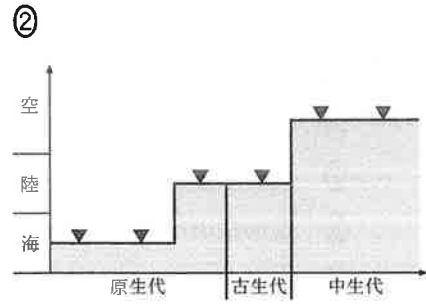
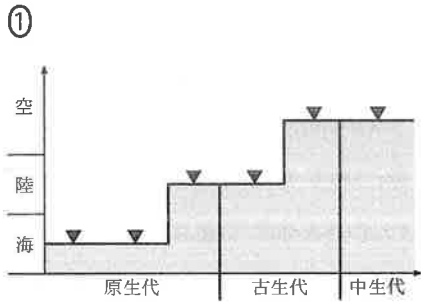


図1 生物の生息空間の拡大過程の模式図

縦軸は生息空間を海、陸、空の3段階で表し、横軸は地質時代を示すが、長さは時間に比例しない。各生物の出現・進出時期を記号(▼)で示す。

問 1 前ページの図 1 に地質時代の区分を加えたものとして最も適当なものを、
次の①～④のうちから一つ選べ。



地 学

問 2 宇宙ではさまざまな時間スケールの現象が起きている。94 ページの図 1 の鳥類の出現に関連して、鳥類出現から現在までのおおよその時間を、宇宙で起きている現象の時間スケールと比較したとき、最も近いものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 海王星が太陽のまわりを一周する時間スケール
- ② 太陽が銀河系の中心のまわりを一周する時間スケール
- ③ 銀河系の中心付近にある天体の光が地球まで届く時間スケール
- ④ 現在観測されている最も遠い天体の光が地球まで届く時間スケール

B 広大な空間スケールをもつ地学的な事物・現象に関する次の問い(問3～5)に答えよ。

問3 地球の自転によってはたらく転向力(コリオリの力)に関する次の文章中の

・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。

北半球のある場所にいる観測者に向けて北極から飛行機が離陸した。次の図2のように飛行機は高度を変えずに経線に沿って一定の速さで飛び続け、やがて観測者の真上を通過した。このとき、転向力によって 側に飛行機がずれていかないように、飛行方向を常に調整する必要がある。また、飛行機にはたらく転向力は、同じ飛行速度であれば緯度が ほど大きい。

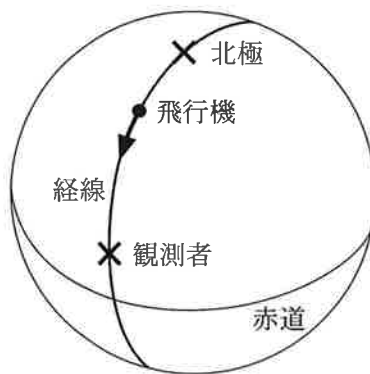


図2 飛行経路の模式図

	ア	イ
①	西	高 い
②	西	低 い
③	東	高 い
④	東	低 い

地 学

問 4 次の図 3 は、メキシコのエルチチョン火山が 1982 年に噴火したときに成層圏へ放出された火山ガス中の二酸化硫黄の広がりを見せている。これにより、この時期の赤道上空の成層圏では、地球を一周する東風が吹いていたことがわかる。図 3 に基づいて、この東風の風速を求めると、何 km/h になるか。最も近い数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 km/h

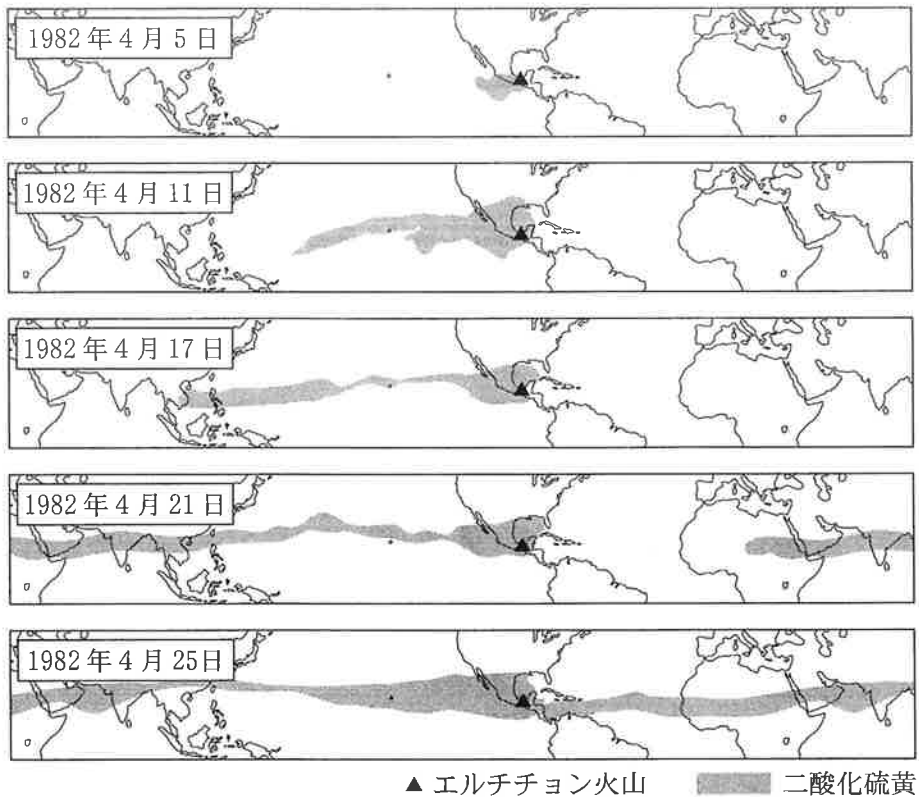
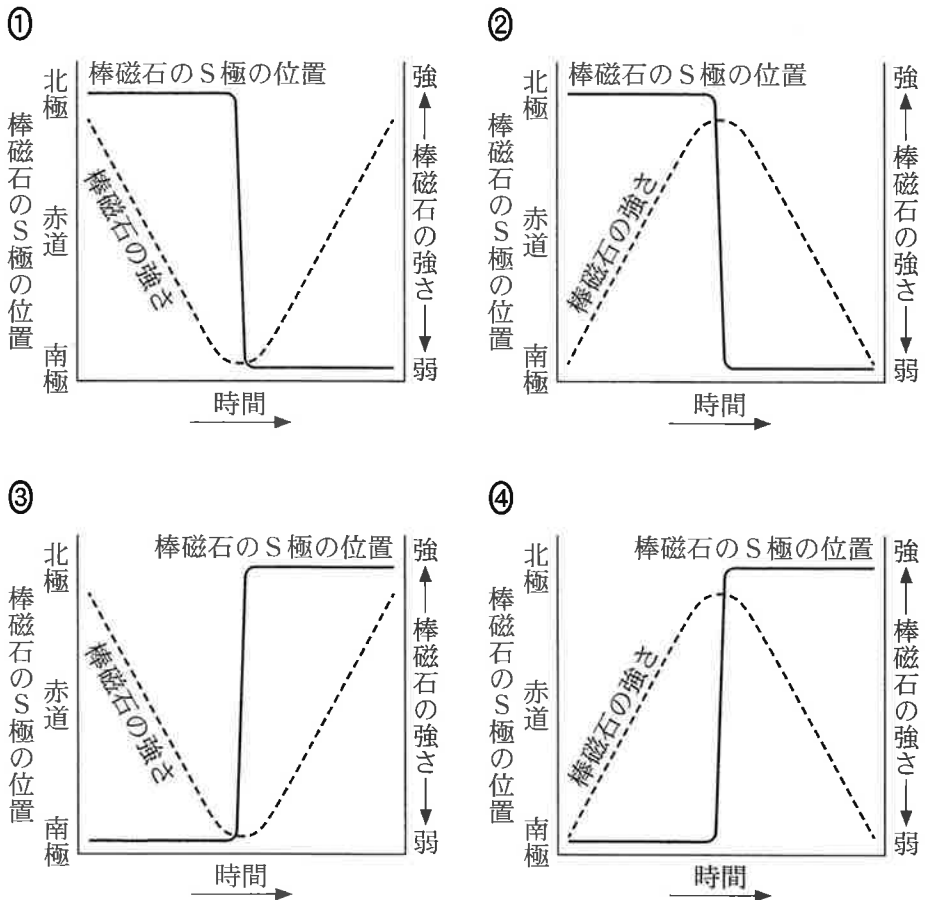


図 3 エルチチョン火山の噴火により成層圏へ放出された二酸化硫黄の広がり

- ① 5 ② 20 ③ 80 ④ 320

問 5 約 77 万年前に起きた直近の地磁気逆転の起こり方について、地球中心に
 いた棒磁石を用いる次の仮説Mを考える。仮説Mを表した模式図として最
 も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

仮説M 棒磁石の強さが徐々に減少して、棒磁石の極の位置が急激に変化す
 ることで逆転が起こった。逆転後に棒磁石の強さは徐々に回復した。
 過程全体の時間スケールは数千年程度であった。ただし、棒磁石の極
 は棒磁石の軸が地表と交わる点とする。



地 学

第2問 次の問い(A・B)に答えよ。(配点 17)

A 地球内部の構成と運動，地震活動に関する次の問い(問1～4)に答えよ。

問1 地球の内部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 南太平洋の下のマンツルの最下部には，大規模な地震波の高速度領域がある。
- ② アセノスフェアは，リソスフェアよりやわらかく流動しやすい。
- ③ 内核は，時間とともに徐々にとけて小さくなっている。
- ④ 地震波がマンツルから外核に入ると，P波の速度が急激に大きくなる。

問 2 カリウムやウラン，トリウムなどの放射性同位体の崩壊による発熱は，地球内部のおもな熱源の一つであり，発熱量は放射性同位体の量に比例する。放射性同位体 A の半減期を 7 億年とする。ある岩石 1 kg に含まれる A の発熱量を 35 億年前と現在でくらべると，35 億年前の発熱量は現在の発熱量の何倍か。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，放射性同位体 A は 35 億年前にはこの岩石中に存在し，その後，放射性同位体 A の出入りはなかったものとする。 倍

① $\frac{1}{32}$

② $\frac{1}{10}$

③ 10

④ 32

地 学

問 3 次の図 1 は、ある海洋プレート上の火山列と、その火山活動の年代を示している。活動中の火山がホットスポット上にあり、その北東側に、かつて同じホットスポットで活動していた火山が連なっている。ホットスポットの位置は変化しなかったとすると、地点 X の火山が活動していた時期を境にプレートの移動がどのように変化したと考えられるか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 8

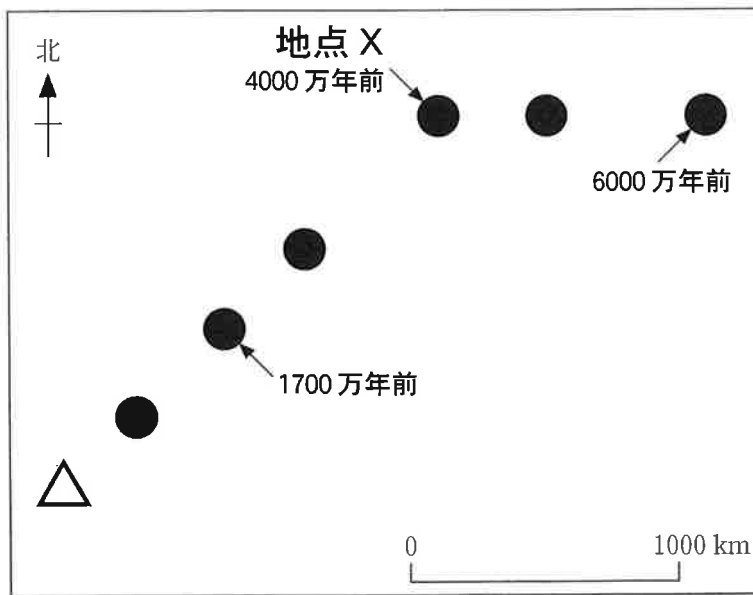


図 1 ある海洋プレート上の火山列とその火山活動の年代
△印は活動中の火山の位置を、●印はかつて活動していた火山の位置を表す。

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

問 4 次の文章中の **ア** ・ **イ** に入れる数値と語句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。 **9**

地震のマグニチュードと断層の長さとの間には次の図 2 に示した関係がある。
 この関係から、マグニチュードが 2.0 大きくなると断層の長さは約 **ア** 倍になることがわかる。また、本震を起こした断層の範囲は、
イ から推定することができる。

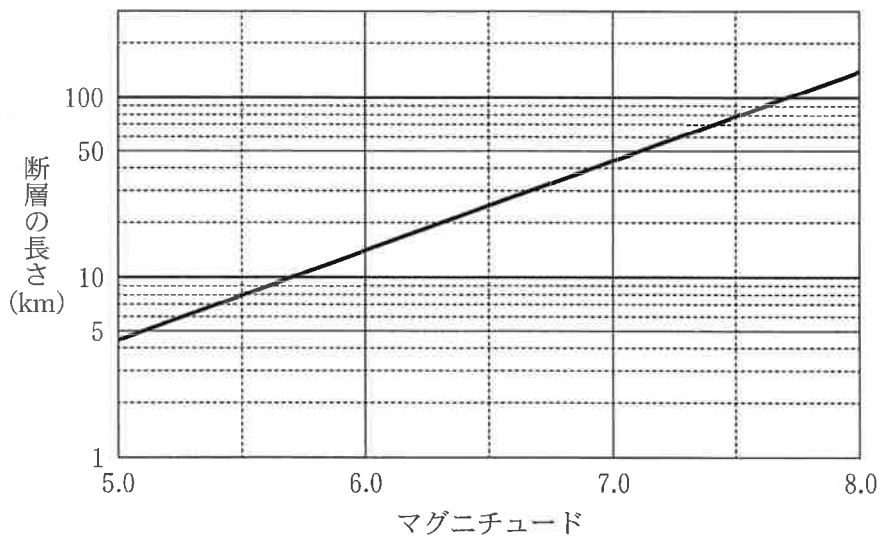


図 2 マグニチュードと断層の長さとの関係

	ア	イ
①	10	余震の震源分布
②	10	本震の PS 時間(初期微動継続時間)
③	100	余震の震源分布
④	100	本震の PS 時間(初期微動継続時間)

地 学

B 鉱物と鉱床に関する次の問い(問5)に答えよ。

問5 日本には世界的にも有名な黒^{くろ}鉱^{こう}鉱床が存在する。黒^{くろ}鉱^{こう}鉱床の成因と黒^{くろ}鉱^{こう}に含まれるおもな鉱物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。 10

<黒^{くろ}鉱^{こう}鉱床の成因>

- a 高温多雨の環境で、岩石の化学的風化によってできた鉱床である。
- b 海底での火成活動に伴った熱水の噴出によってできた鉱床である。

<黒^{くろ}鉱^{こう}に含まれるおもな鉱物>

- c アルミニウムを主成分とする鉱物
- d 鉛・亜鉛を主成分とする鉱物

	黒 ^{くろ} 鉱 ^{こう} 鉱床の成因	黒 ^{くろ} 鉱 ^{こう} に含まれるおもな鉱物
①	a	c
②	a	d
③	b	c
④	b	d

(下書き用紙)

地学の試験問題は次に続く。



地 学

第 3 問 次の問い(A・B)に答えよ。(配点 23)

A 火成岩と偏光顕微鏡に関する次の問い(問1～3)に答えよ。

問 1 ある火山で採取した溶岩 V から薄片(プレパラート)を作成し、偏光顕微鏡を用いて鉱物や組織を観察した。その結果、斑晶^{はんしょう}として斜長石、輝石、角閃石^{かくせんせき}、石英が認められた。開放ニコル(平行ニコル)で観察したときに、これらの鉱物が示す特徴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。

11

- ① 斜長石には鮮やかな干渉色が見られた。
- ② 輝石には鮮やかな干渉色が見られた。
- ③ 角閃石には強い多色性が見られた。
- ④ 石英には強い多色性が見られた。

問 2 溶岩 V の薄片の一部を直交ニコルで観察したときの組織の模式図を次の図 1 に示す。ステージ(載物台)^{さいぶつ}を 90° 回転したときに観察できる像の模式図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、図 1 および選択肢の模式図において、鉱物や石基(火山ガラス)の黒色部は暗黒を表し、白色の破線は鉱物の外形を示す。

12

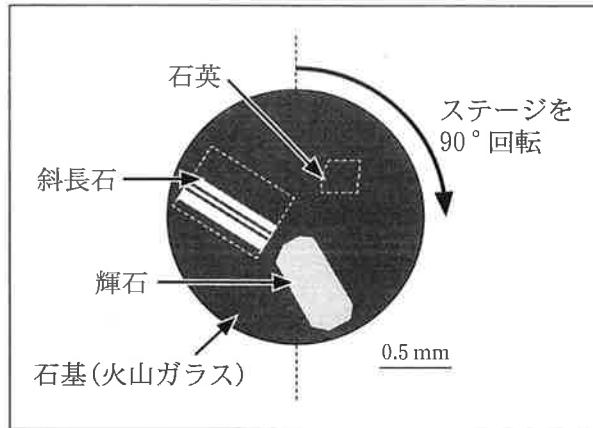
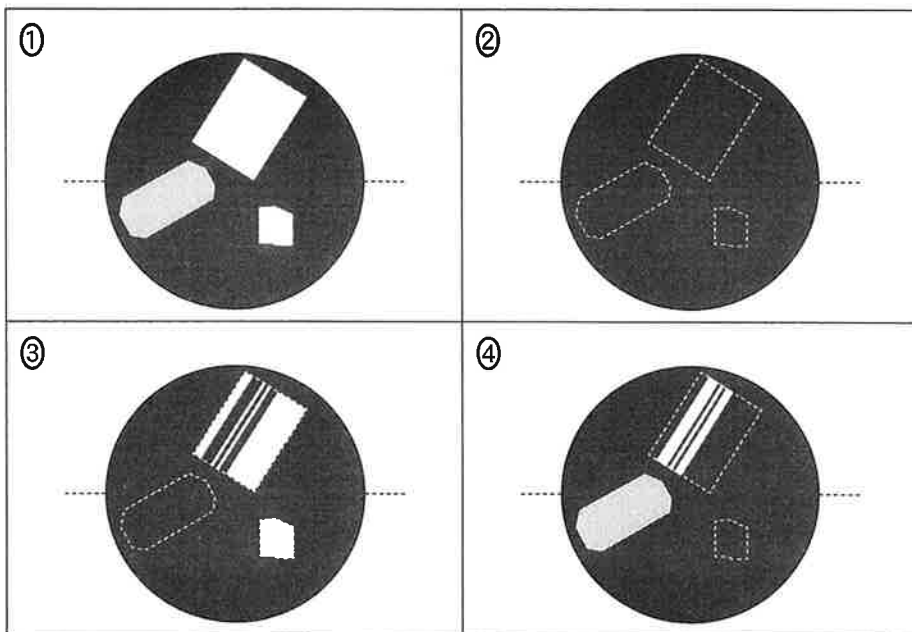


図 1 溶岩 V から作成した薄片を直交ニコルで観察したときの組織の模式図

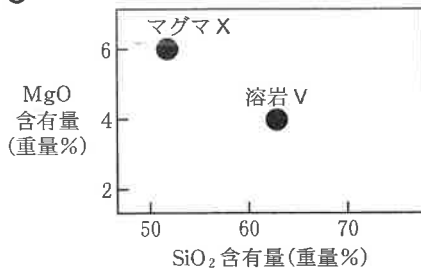


地 学

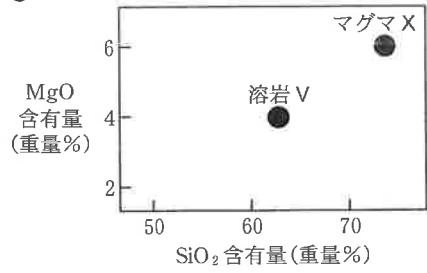
問 3 さらに詳しく調べた結果、溶岩 V は、玄武岩質マグマ X から結晶分化作用によって形成されたマグマが噴出し、地表で固結した安山岩であることがわかった。溶岩 V および玄武岩質マグマ X の化学組成を表す図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

13

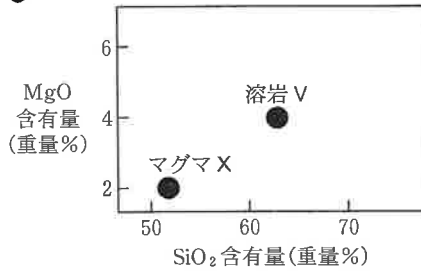
①



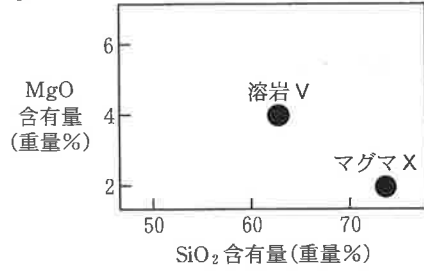
②



③



④



B 次の文章を読み、地質と古生物に関する下の問い(問4～7)に答えよ。

ジオさんは次の図2のような、未完成のルートマップを見つけた。この地域は平坦で、斜交葉理(クロスラミナ)のみられる砂岩層と石灰岩層が分布する。A～Eの5地点の地表面の地層がすべてN45°Wの走向を示すことがわかっているが、傾斜の角度と向きはわかっていない。この地域には不整合、断層および地層の逆転はない。

ジオさんはこの地域の地質構造が、^{しゅうきよく}褶曲構造か同斜構造(一連の地層が同じ向きに等しい角度で傾いてできた構造)のいずれかであろうと推定し、この地域の地質を自分で調査した。

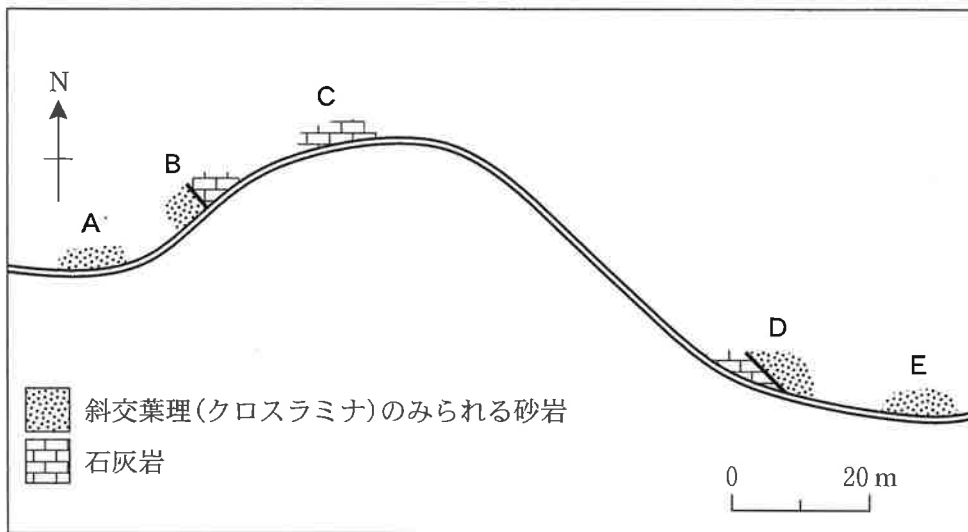


図2 ある地域のルートマップ

地 学

問 4 地層の走向・傾斜について述べた次の文中の **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。

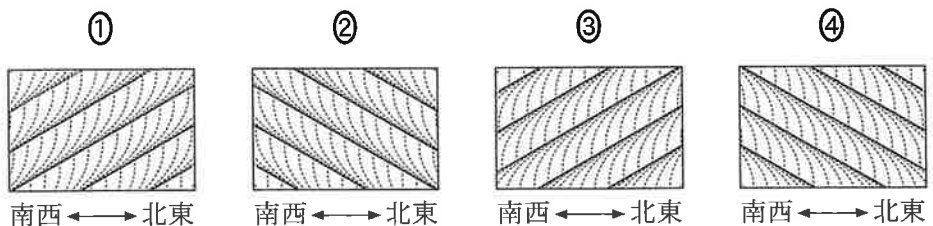
14

走向とは、層理面と **ア** との交線の方であり、傾斜の角度は、層理面と **イ** とのなす角である。

	ア	イ
①	水平面	水平面
②	水平面	鉛直面
③	鉛直面	水平面
④	鉛直面	鉛直面

問 5 ジオさんの調査で、地点Dの地層の傾斜が30°NEであることがわかった。この地域の地質構造が同斜構造であると仮定すると、地点Bの砂岩に北東—南西方向に延びる溝を掘ったときに現れる、垂直な地層断面にはどのような堆積構造がみられると予想されるか。その模式的なスケッチとして最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。なお、スケッチの実線は層理面、点線は斜交葉理(クロスラミナ)の構造を示す。

15



問 6 ジオさんはさらに調査を進め、地点 A の砂岩から新第三紀の浮遊性有孔虫化石、地点 C の石灰岩からカヘイ石、地点 E の砂岩からデスモスチルスの化石を発見した。このことから同斜構造の仮定は否定された。これらの化石とルートマップから推定されるこの地域の地質構造として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 16

- ① 北東—南西方向の褶曲軸をもつ単一の向斜構造
- ② 北東—南西方向の褶曲軸をもつ単一の背斜構造
- ③ 北西—南東方向の褶曲軸をもつ単一の向斜構造
- ④ 北西—南東方向の褶曲軸をもつ単一の背斜構造

問 7 地点 A の砂岩が堆積した新第三紀のできごととして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 17

- ① 日本海が急速に拡大し、日本列島が弧状列島となった。
- ② 美濃—^{みの たんば}丹波帯の付加体が形成された。
- ③ ^{ちくほう}筑豊炭田、^{ゆうぼり}夕張炭田など石炭を含む地層が形成された。
- ④ ^{あきよし}秋吉帯や^{ちようたんば}超丹波帯の付加体が形成された。

地 学

第 4 問 次の問い(A～C)に答えよ。(配点 20)

A 大気に関する次の問い(問 1～3)に答えよ。

問 1 次の図 1 は、日本の標高 5 m 以下の複数の地点について、各地点で観測された年平均気温の平年値と、ある基準点から各地点まで北向きに測った距離(緯度差を距離に換算したもの)との関係を表したものである。この図の直線の傾きから、北向きの移動に対する気温低下の割合を読み取ることができる。標高が高くなることに対する気温低下の割合を $6.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ と仮定すると、標高 0 m の地点から標高 2000 m の地点に行くことによる気温低下と同程度の気温低下を得るためには、北へ何 km 移動すればよいか。その移動距離として最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。 18 km

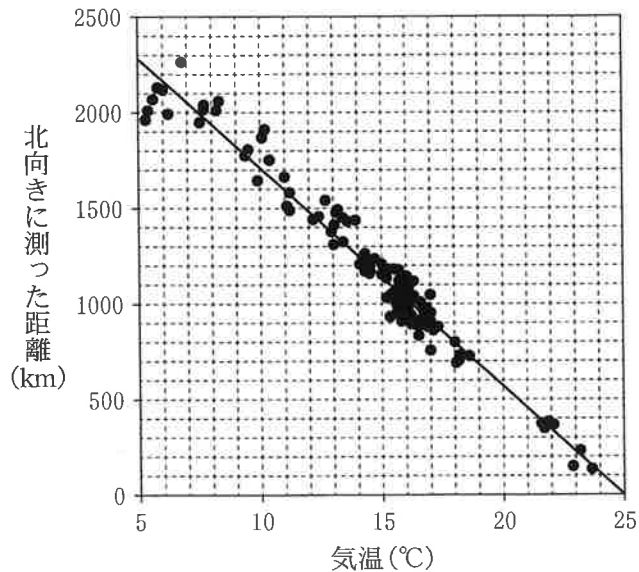


図 1 日本の標高 5 m 以下の各地点で観測された年平均気温の平年値とある基準点から各地点まで北向きに測った距離との関係
黒丸は各地点の値を表し、実線はその分布の近似直線を表す。

① 75

② 150

③ 750

④ 1500

問 2 次の図2のように、温度21℃、相対湿度100%の海上の空気が標高1400mの山を越えて標高0mの平野部に吹き下りるときに起こるフェーン現象について考える。山の斜面を上るときは雲が生じて雨が降り、下りるとき雲は消えているものとする。下の図3に湿潤断熱減率に従う高度に対する温度の変化を示す。また、乾燥断熱減率を10℃/kmとする。平野部に吹き下りた空気の温度として最も適当な数値を、下の①~④のうちから一つ選べ。 19 °C

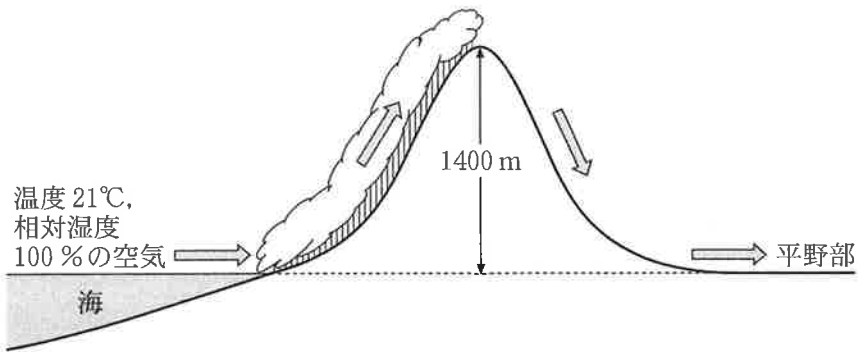


図2 フェーン現象の模式図

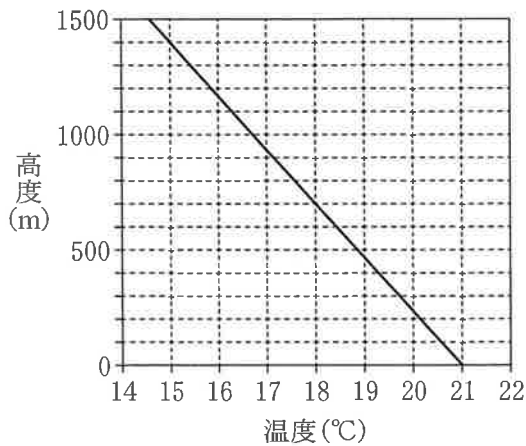


図3 湿潤断熱減率に従う高度に対する温度の変化

① 21

② 29

③ 35

④ 41

地 学

問 3 冬季の成層圏の極渦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。 20

- ① 極渦は、極を中心とした巨大な高気圧である。
- ② 極渦を取り囲むように強い風が吹いている。
- ③ 極渦の内側で、極成層圏雲が発生する。
- ④ 極渦が一時的に崩壊し、極域の成層圏の気温が急激に上昇することがある。

B ^{ちようせき} 潮汐に関する次の文章を読み、下の問い(問4・問5)に答えよ。

地球全体が海水で覆われていると仮定したときに、起潮力(潮汐力)によって、月に面した側とその反対側に海面の高いところ(満潮)ができる。次の図4は、その様子を模式的に示したものである。地球は、紙面に垂直な自転軸のまわりを約1日で1回自転し、月は、赤道面上を公転しているとする。この図に基づいて潮汐を考えると、地球の自転に伴い、約1日に **ア** 回の干潮・満潮が起こる。干潮・満潮の潮位差は、 **イ** で最大となる。

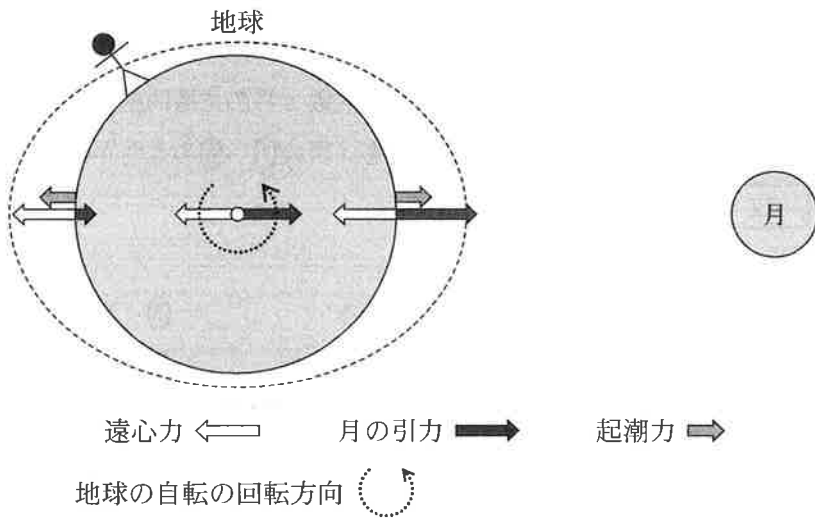


図4 起潮力によってできる海面の高低の模式図

地球のまわりの破線は、地球の全体を海水で覆ったと仮定したときの、起潮力につり合った海面の形を表す。

地 学

問 4 前ページの文章中の **ア** ・ **イ** に入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。 **21**

	ア	イ
①	1	赤道
②	1	両極
③	2	赤道
④	2	両極

問 5 月による起潮力に加え、太陽によっても起潮力が生じる。干潮・満潮の潮位差が最大となるのは、地球から見た太陽と月の位置関係(月の満ち欠け)がどのような場合か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

22

- ① 満月のみ ② 新月のみ ③ 満月と新月
④ 上弦の月のみ ⑤ 下弦の月のみ ⑥ 上弦と下弦の月

C 海面の波に関する次の問い(問6)に答えよ。

問6 次の図5は、波浪や津波といった、海面に生じた波が伝わる速さ(m/s)と波長・水深との関係を表したものである。図から読み取った波の伝わる速さについて述べた下の文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。 23

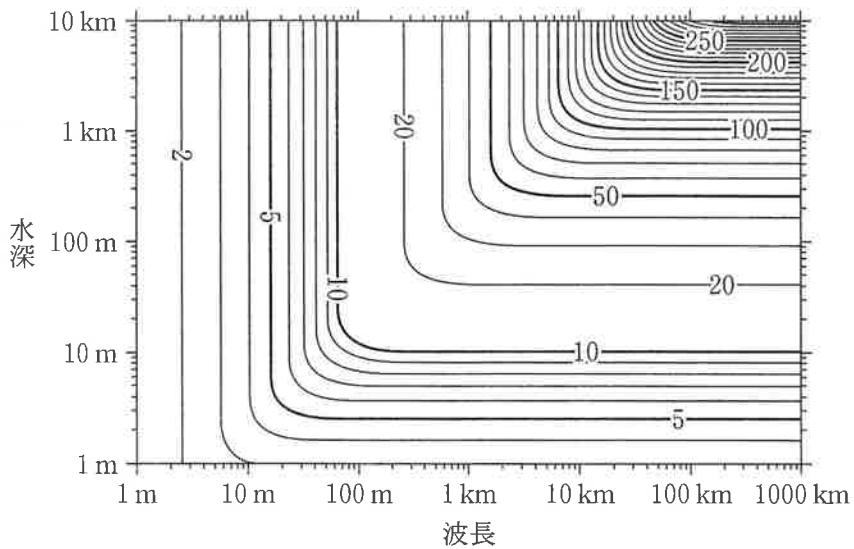


図5 理論式から計算した波の伝わる速さと波長・水深との関係
等値線の数値は、波の伝わる速さ(m/s)を示す。

- a 水深1 kmの海域で、波長10 km以上の津波の伝わる速さは、波長にかかわらず約10 m/sである。
- b 水深100 m以上の海域で、波長10 mの波浪の伝わる速さは、水深にかかわらず約4 m/sである。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

地 学

第5問 次の問い(A～C)に答えよ。(配点 23)

A 恒星に関連した次の問い(問1～4)に答えよ。

問1 連星に関する次の文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。

24

a ドップラー効果による波長のずれを用いると、連星の視線方向の運動を知ることができる。

b 連星の公転面が視線方向に垂直の場合、一方の星が他方を隠す食現象が起こる。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問 2 次の図1は、表面温度の異なる三つの恒星のスペクトルである。このうち一つの恒星は、太陽と同じG型星である。これらを表面温度の高い順に左から右へ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。

25

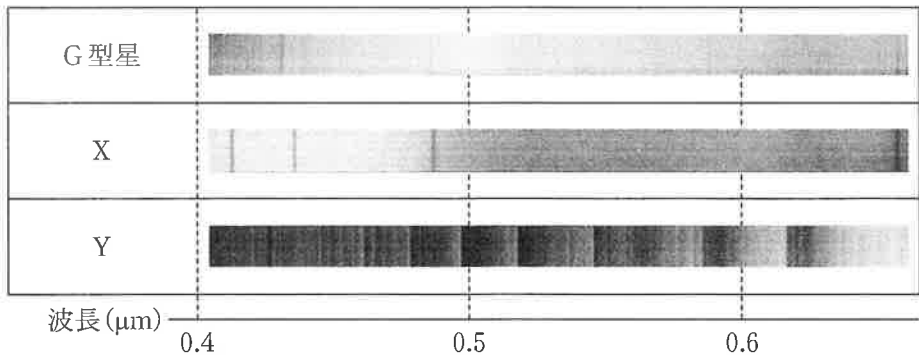


図1 表面温度の異なる三つの恒星のスペクトル
白黒は明るさを表し、白い部分が明るい。

	表面温度が高い ←	→	表面温度が低い
①	G型星	X	Y
②	G型星	Y	X
③	X	G型星	Y
④	X	Y	G型星
⑤	Y	G型星	X
⑥	Y	X	G型星

地 学

問 3 恒星の進化と恒星内部の核融合反応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。 26

- ① 原始星が収縮し中心部がある温度以上になると、水素の核融合反応が始まり主系列星となる。
- ② 恒星の中心部にヘリウム中心核が形成された後でも、ヘリウム中心核の外側で水素の核融合反応が続く。
- ③ 太陽質量程度の恒星では、ヘリウムの核融合反応によってケイ素が合成される。
- ④ 太陽質量の 10 倍以上の恒星では、核融合反応によってやがて鉄が合成される。

問 4 シュテファン・ボルツマンの法則と、恒星の半径と表面積の関係をを用いると、恒星の光度 L と表面温度 T 、恒星の半径 R の間に次の関係が得られる。

$$L = 4 \pi \sigma R^2 T^4$$

ここで、 σ はシュテファン・ボルツマン定数である。表面温度と光度の関係を表す次の図 2 (HR 図) 上の恒星 A の半径として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

27

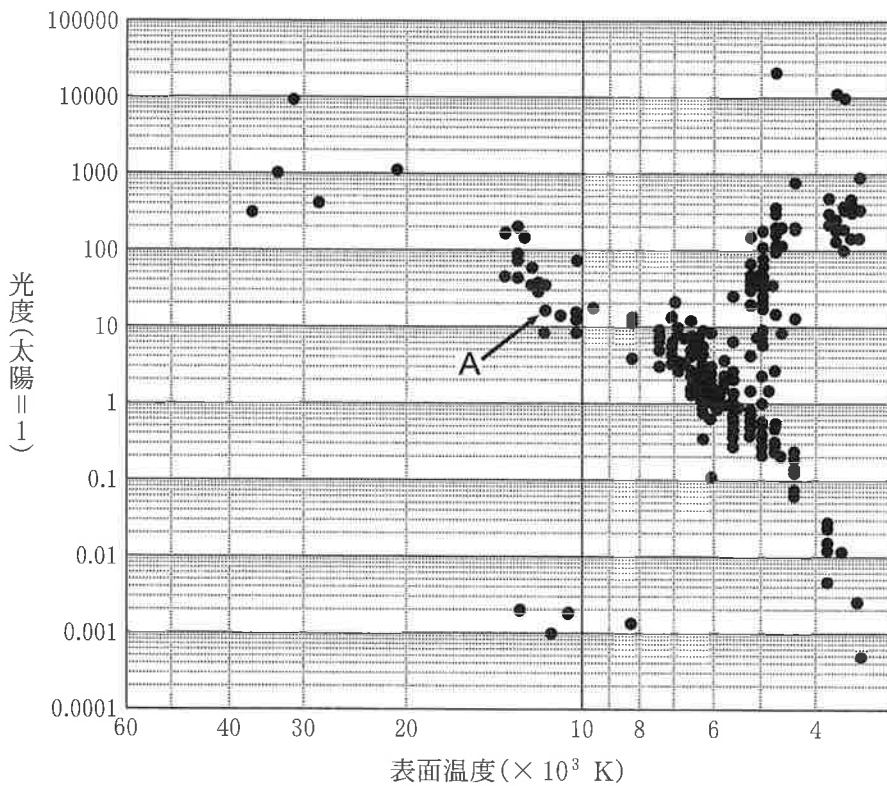


図 2 恒星の表面温度と光度の関係を表す図 (HR 図)

- ① 太陽半径の 100 倍程度
- ② 太陽半径の 10 倍程度
- ③ 太陽半径程度
- ④ 太陽半径の 10 分の 1 程度

地 学

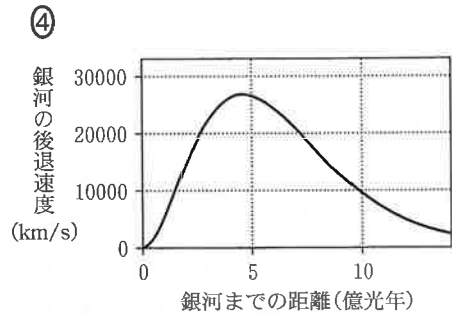
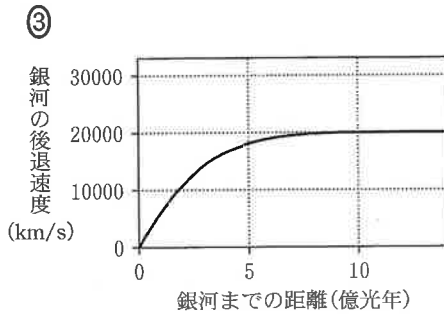
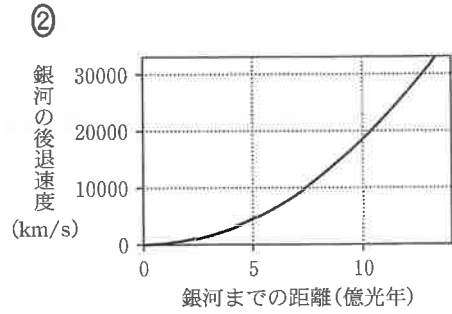
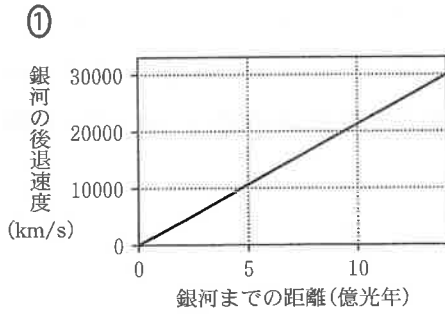
B 天体の距離に関する次の問い(問5・問6)に答えよ。

問5 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。 **28**

地球の **ア** 運動によって、天体が天球上で描くみかけの動きの大きさを示す角度の半分のことを年周視差という。その値の **イ** が天体の距離に比例する。

	ア	イ
①	公 転	逆 数
②	公 転	対 数
③	歳 差	逆 数
④	歳 差	対 数

問 6 ハッブルの法則を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 29



地 学

C 惑星に関する次の文章を読み、下の問い(問7)に答えよ。

太陽系の外にも、恒星のまわりを公転する惑星が数多く見つかっている。その中から、三つの異なる恒星それぞれのまわりで発見された惑星A~Cの性質をまとめると、次の表1のようになった。それぞれの惑星と恒星について、惑星と恒星の平均距離 a 、惑星の公転周期 P 、恒星の質量 M の間に、ケプラーの第3法則

$$\frac{a^3}{P^2 M} = K$$

が近似的に成り立っていた。上の式で、 K は定数である。

表1 惑星A~Cの性質

	惑星 A	惑星 B	惑星 C
惑星と恒星の平均距離 a (地球と太陽の平均距離を1とする)	0.5	4	x
惑星の公転周期 P (太陽に対する地球の公転周期を1とする)	0.5	8	2
恒星の質量 M (太陽の質量を1とする)	0.5	1	2

問7 表1中の x の値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 1

② 2

③ 4

④ 8