地　　学

（解答番号 1 ～ 27 ）

第 1 問　自然界は三次元であるが，教科書などの書籍にある図は紙という媒体の制約上，二次元で表現されている。我々が自然を理解するためには，そのような図から得た二次元情報を三次元に復元する必要がある。この二次元と三次元の情報のやり取り（相互変換）は地学のさまざまな分野に見られる。このようなやり取りに関する次の問い（**問 1** ～ **5** ）に答えよ。（配点　20）

問 1　次の図 1 は，東北地方周辺における三次元的な地震活動を，二次元平面に投影した震源分布である。東北地方では，地震活動の空間分布から，日本列島下に沈み込む太平洋プレートの形状の推定が可能である。図 1 の線分 AB に沿った鉛直断面において，太平洋プレート上面の形状を示した模式図として最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 1

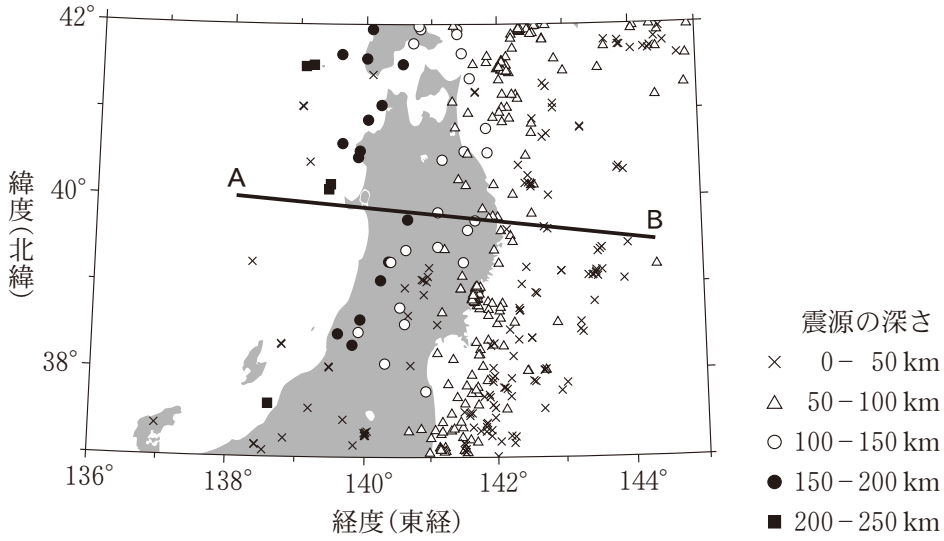
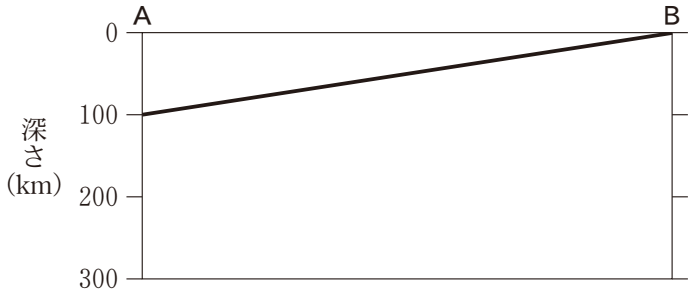
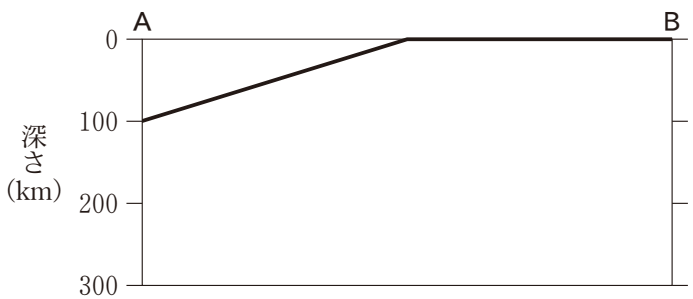


図 1　東北地方周辺の震源分布

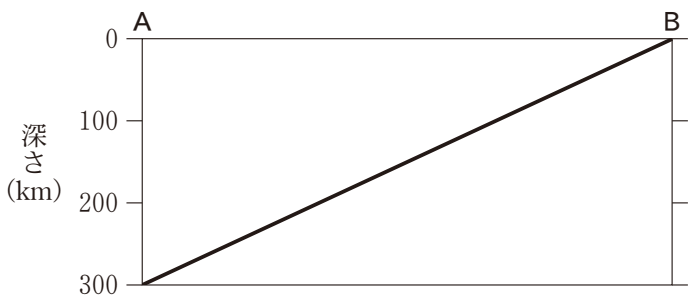
①


A
B
0
100
200
300
深さ
(km)

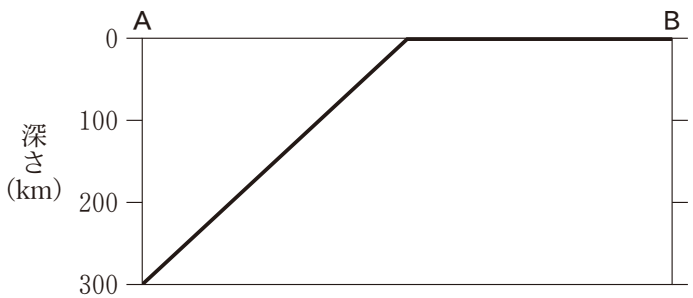
②


A
B
0
100
200
300
深さ
(km)

③


A
B
0
100
200
300
深さ
(km)

④


A
B
0
100
200
300
深さ
(km)

問 2　岩石プレパラート(薄片)の偏光顕微鏡観察では，本来三次元の鉱物を二次元の切断面で観察している。そのため，同じ鉱物であっても，その切断方向によって異なる特徴が見られることがある。ある鉱物 M は，偏光顕微鏡の開放ニコル(平行ニコル)で図 2 の A や B のように観察された。この鉱物の一般的な外形と鉱物名の組合せとして最も適当なものを，後の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

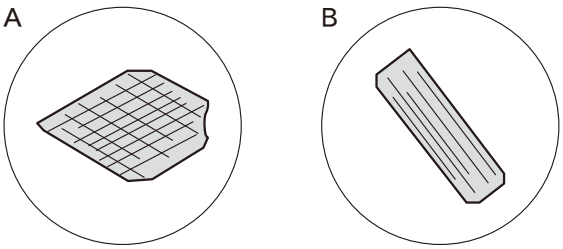
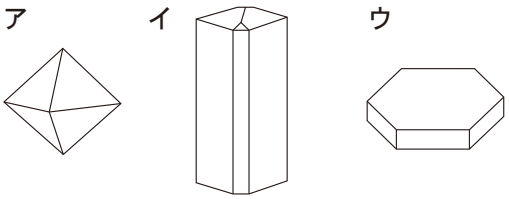


図 2　偏光顕微鏡で観察した鉱物 M のスケッチ
鉱物中の実線は，へき開を示す。

＜一般的な外形＞



	一般的な外形	鉱物名
①	ア	かんらん石
②	ア	角閃石(かくせんせき)
③	イ	かんらん石
④	イ	角閃石
⑤	ウ	かんらん石
⑥	ウ	角閃石

問 3　次の図 3 のAは，平坦な土地に一定の角度の斜面をもった谷が発達し，谷底を河川が流れている様子を模式的に示したものである。図 3 のBは，この場所の地形図上に地層 X の分布を描いたもので，地質図の一種である。地層 X の傾斜の向きは北と南のどちらか。また，地層 X の傾斜と河川の勾配(こうばい)はどちらが大きいか。その組合せとして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 3

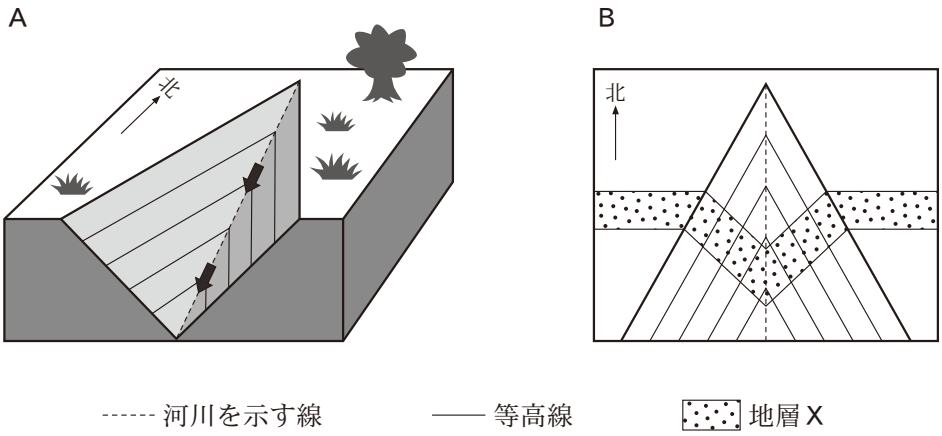


図 3　A：模式的な谷地形，B：地形図上に描かれた地層 X の分布
Aの河川を示す線の上の矢印は，河川の流れる向きを示す。

	地層 X の傾斜の向き	地層 X の傾斜と河川の勾配の大きさ
①	北	地層 X の傾斜の方が大きい
②	北	河川の勾配の方が大きい
③	南	地層 X の傾斜の方が大きい
④	南	河川の勾配の方が大きい

問 4　次の図 4 は，北半球の温帯低気圧を模式的に表した地上天気図である。図の線分 AB に沿った鉛直断面を南側から見たとき，断面の気温の分布として最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。なお，選択肢では前線(面)を厚みのある構造として表している。 4

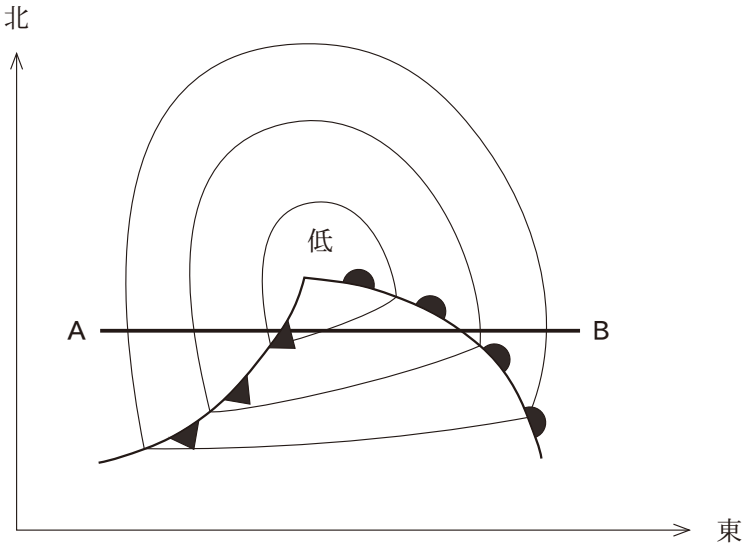
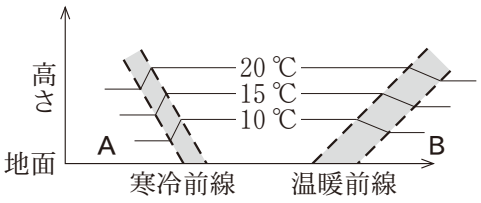
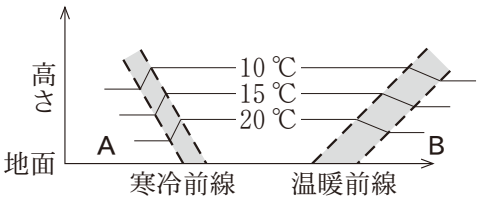


図 4　北半球の温帯低気圧を模式的に表した地上天気図

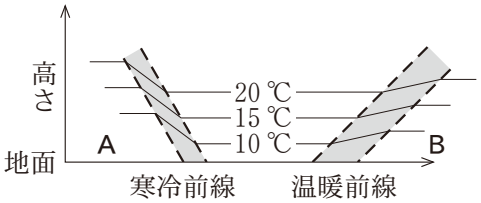
①



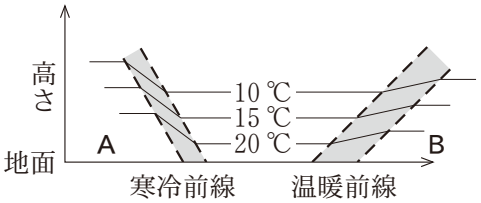
②



③



④



問 5　星座は天球上の星々を線で結んで描かれる。一方で，同じ星座の恒星でも，地球からの距離はさまざまである。次の図 5 はオリオン座を形づくる明るい星々を示している。これらの見かけの等級と絶対等級を，次ページの図 6 に示した。アルニタクとベテルギウス，リゲルを地球からの距離の順に並べたものとして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

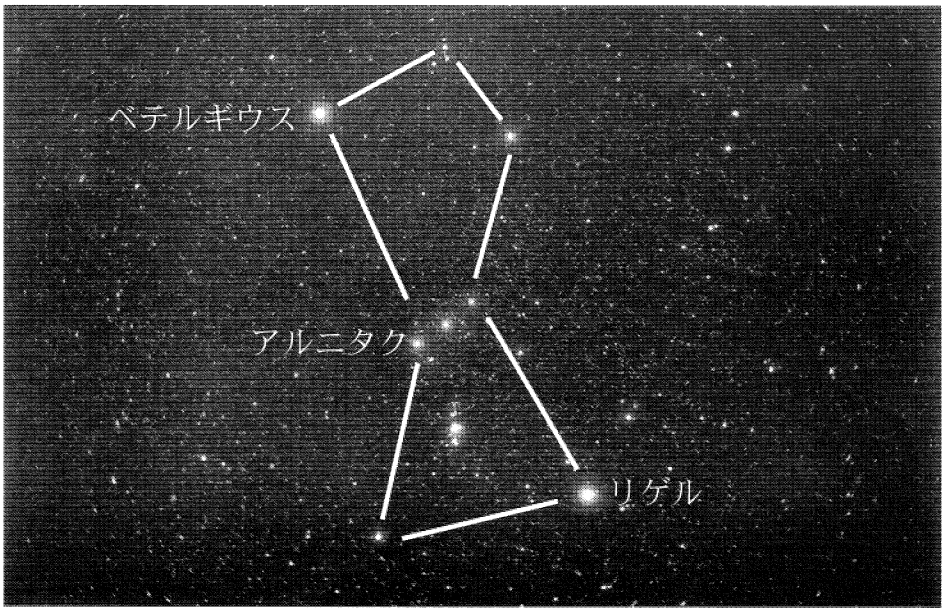


図 5　オリオン座の一部

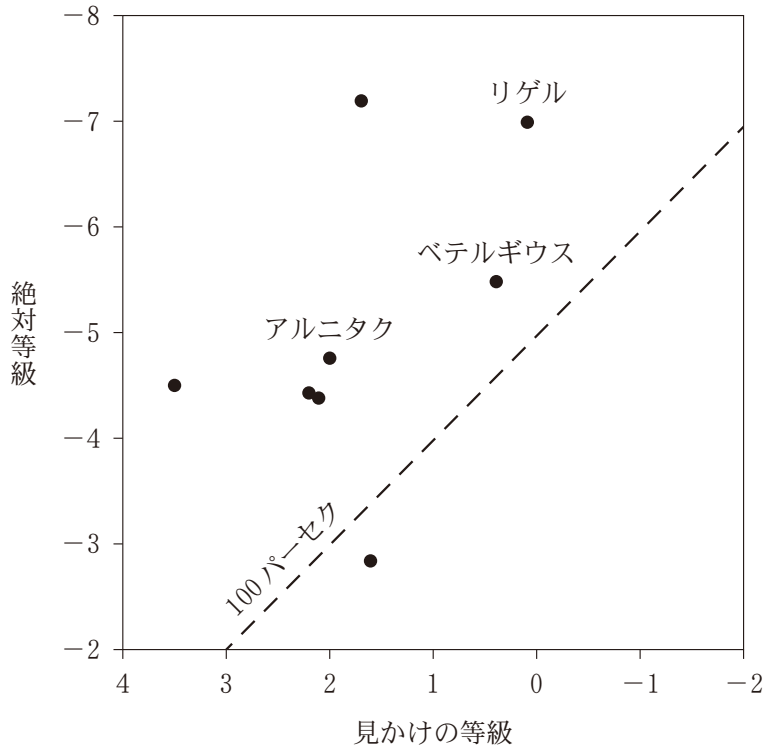


図 6　オリオン座を形づくる明るい星の見かけの等級と絶対等級

破線は距離 100 パーセクを示す。

	近い ← 地球からの距離 → 遠い		
①	アルニタク	ベテルギウス	リゲル
②	ベテルギウス	アルニタク	リゲル
③	リゲル	アルニタク	ベテルギウス
④	リゲル	ベテルギウス	アルニタク

地　学

第 2 問　次の問い(**A**・**B**)に答えよ。(配点　18)

A　固体地球に関する次の問い(**問 1** ・**問 2**)に答えよ。

問 1　次の図 1 は，地球表面の高度分布(陸地の高さ・海底の深さ)を示したものである。この高度分布について述べた次ページの文 a ・ b の正誤の組合せとして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 6

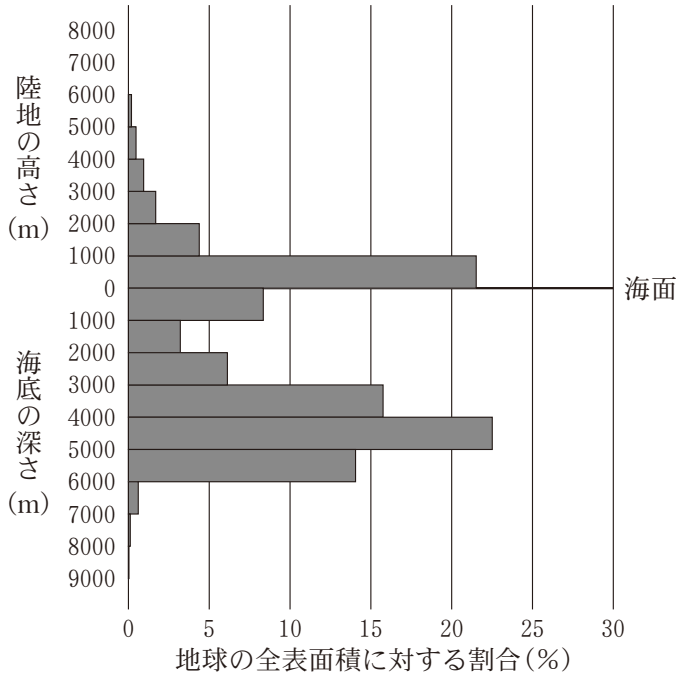


図 1　地球表面の高度分布

地球全体の陸地の高さと海底の深さを 1000 m ごとに区切ったとき，その間にある地域の面積の割合(%)。

a　地球表面の高度分布に二つのピークが現れるのは，地球の地殻が，密度が小さく厚い大陸地殻と，密度が大きく薄い海洋地殻の 2 種類に分かれるためである。

b　地球の表面の約 30 % が陸地，残りの約 70 % は海洋であるが，大陸棚（だな）が大部分を占める 1000 m 以浅の海洋を陸地に含めると，陸地の割合の方が海洋より大きくなる。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問 2　次の図 2 は，異なる 3 地点 A～C で観測されたある地震の波形を示したものである。図の横軸は P 波到達時刻からの経過時間を示し，どの観測点でも S 波の到達が明瞭に記録されている。地点 A～C を震源に近い方から並べた順序として最も適当なものを，後の①～⑥のうちから一つ選べ。

7

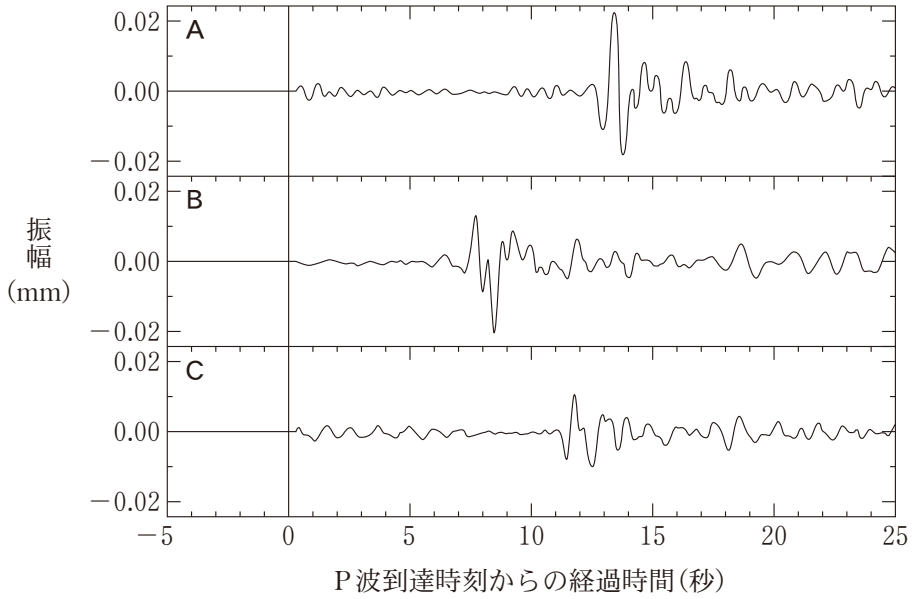


図 2　3 地点 A～C で観測された地震波形

① A → B → C
② A → C → B
③ B → A → C
④ B → C → A
⑤ C → A → B
⑥ C → B → A

地　学

B　プレートテクトニクスとマグマの発生に関する次の文章を読み，後の問い（**問 3** ～ **5**）に答えよ。

図 3 はプレートテクトニクスを模式的に示したものである。A は中央海嶺（かいれい）である。この領域では，火成活動により新しい海洋底が生み出されると同時に，［ ア ］の地震が多く起こる。中央海嶺と中央海嶺をつなぐトランスフォーム断層のうち，B は［ イ ］断層である。中央海嶺で生まれたプレートは，やがて海溝で地球深部に沈み込む。このとき，沈み込まれる側のプレートには，(a)海溝にほぼ平行に火山が分布する火山前線（火山フロント）が形成される。(b)中央海嶺と海溝付近でのマグマ発生メカニズムは大きく異なっている。

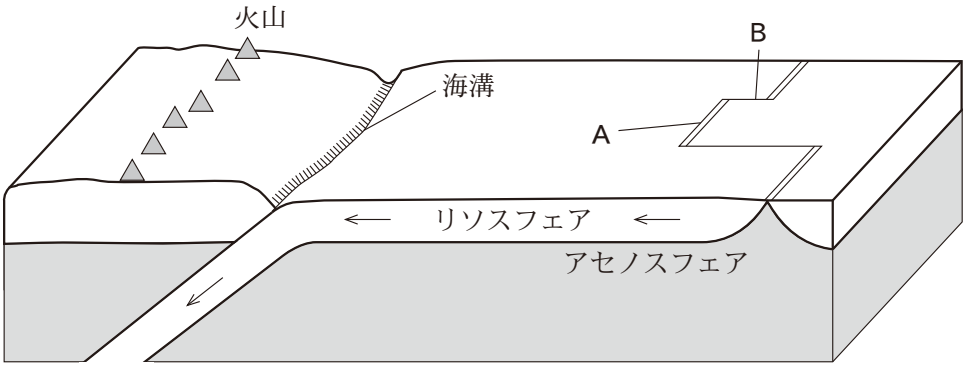


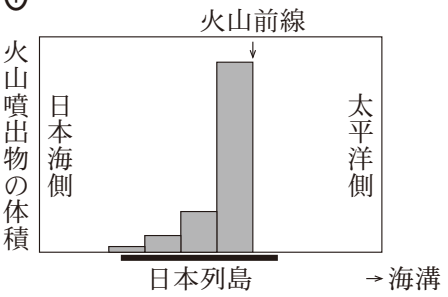
図 3　プレートテクトニクスの模式図

問 3　上の文章中の［ ア ］・［ イ ］に入れる語の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。［ 8 ］

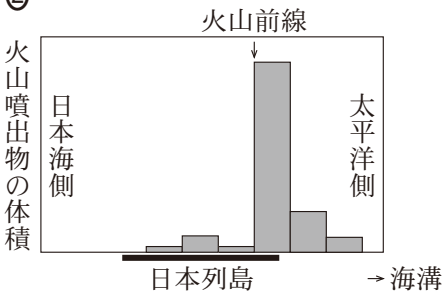
	ア	イ
①	正断層型	右横ずれ
②	正断層型	左横ずれ
③	逆断層型	右横ずれ
④	逆断層型	左横ずれ

問 4　前ページの文章中の下線部(a)に関連して，北海道や東北地方は火山前線が見られる典型的な地域である。それらの地域において，太平洋側から日本海側にかけて存在する第四紀の火山噴出物の体積と火山前線の位置との関係を模式的に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，火山の位置にその噴出物の体積を示すものとし，火山前線から海溝までの距離はすべて同じとする。 9

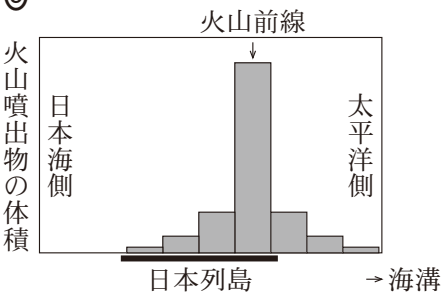
①



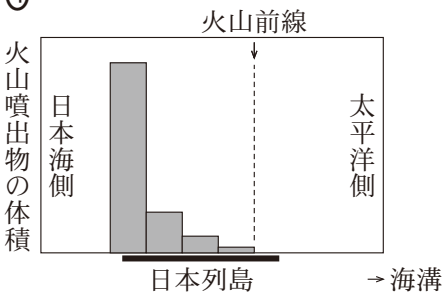
②



③



④



問 5　106 ページの文章中の下線部(b)に関して，中央海嶺および海溝付近では，マントル物質が部分溶融(部分融解)することで玄武岩質マグマが形成される。それぞれの場所におけるマグマのでき方を述べた文の組合せとして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 10

＜中央海嶺＞

s　マントル物質の上昇に伴って，マントル物質の温度が上がり，部分溶融が起こる。

t　マントル物質の上昇に伴って，マントル物質の圧力が下がり，部分溶融が起こる。

＜海溝付近＞

x　マントル物質に水が加わることによって，マントル物質の融点が下がり，部分溶融が起こる。

y　プレートの沈み込みによって，マントル物質の圧力が上がり，部分溶融が起こる。

	中央海嶺	海溝付近
①	s	x
②	s	y
③	t	x
④	t	y

地　学

第 3 問　次の問い（**A** ～ **C**）に答えよ。（配点　22）

A　マグマの化学組成に関する次の文章を読み，後の問い（**問 1** ・**問 2**）に答えよ。

地学部所属の高校生のＳさんは，マグマの特徴がさまざまに変化することに興味をもち，簡単な**思考実験**を行ってレポートを作成した。

＜マグマの化学組成についてのレポート＞

＜目的＞

マグマの化学組成が変化する過程について理解する。

＜方法＞

次の図 1 のように，**思考実験**でマグマ A とマグマ B が混合してマグマ C ができる場合を考える。図 1 では鉱物以外は液体とする。

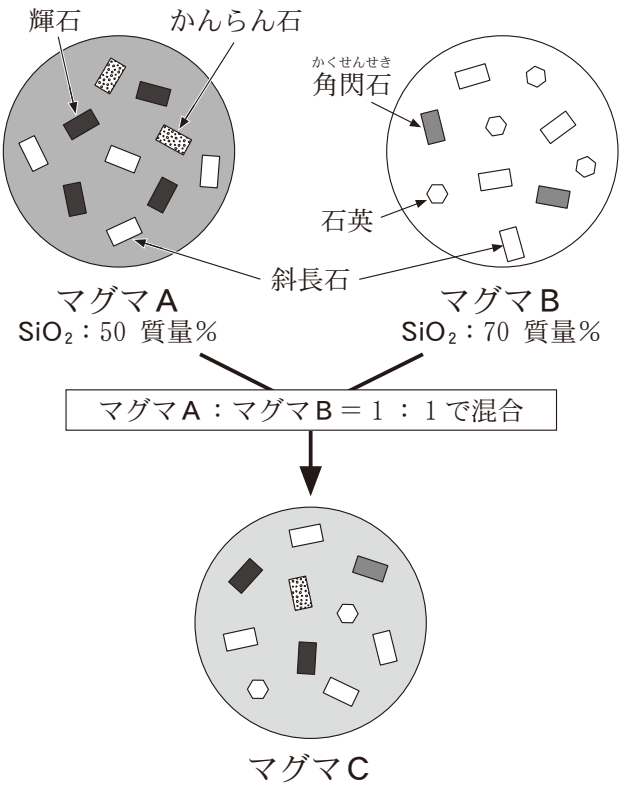


図 1　マグマ混合の思考実験

＜結果と考察＞

マグマAとマグマBが混合してできたマグマCのSiO_2の量は，60質量％である。これが固結してできた火山岩は安山岩である。また，この安山岩の中には，(a)マグマAとマグマBの鉱物が，両方含まれるようになると考えられる。

以下省略

問 1　レポート中の下線部(a)の考察をもとにすると，安山岩質マグマCが固結した場合，普通は安山岩に含まれないとされる鉱物が見られるようになる。この鉱物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 かんらん石　　② 輝　石　　③ 角閃石　　④ 斜長石

問 2　次の文章を読み，［ア］・［イ］に入れる語の組合せとして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 12

Sさんはレポートでマグマ混合を考えたが，これ以外にもマグマの化学組成が変化する現象がある。たとえば，玄武岩質マグマから有色鉱物や［ア］に富む斜長石などが取り去られることで安山岩質マグマができることもあり，これを［イ］という。

	ア	イ
①	Ca	同化作用
②	Ca	結晶分化作用
③	Na	同化作用
④	Na	結晶分化作用

地　学

B　地質と古生物に関する次の文章を読み，後の問い(**問 3 ・問 4**)に答えよ。

ジオさんは，デスモスチルスの歯の化石がかつて産出した露頭を調査した。この露頭では，図 2 のスケッチで示すように，A～E の 5 種類の地層が見られた。砂岩層 A と礫岩(れきがん)層 B の層理面は水平で，砂岩層 A は礫岩層 B を整合に覆い，礫岩層 B はそれより下位の地層を不整合に覆っている。泥岩層 C と凝灰岩層 D，石灰岩層 E は互いに整合に重なり，褶曲(しゅうきょく)と断層 F が認められる。露頭全体を調べたところ，砂岩層 A からはビカリアの化石，泥岩層 C からはイノセラムスの化石を発見した。地層の逆転はなかった。

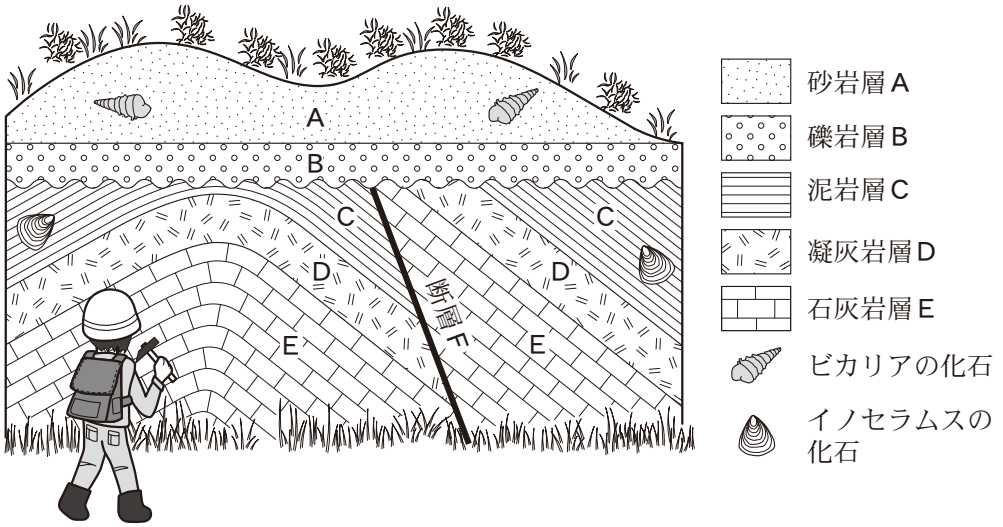


図 2　露頭のスケッチ

問 3　デスモスチルスの歯の化石が産出した地層の候補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 砂岩層 A と礫岩層 B
② 礫岩層 B と泥岩層 C
③ 泥岩層 C と凝灰岩層 D
④ 凝灰岩層 D と石灰岩層 E

問 4　泥岩層 C と凝灰岩層 D，石灰岩層 E に認められた褶曲の構造，および断層 F の種類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。 14

	褶　曲	断層 F
①	向　斜	正断層
②	向　斜	逆断層
③	背　斜	正断層
④	背　斜	逆断層

地　学

C　人類の進化に関する次の文章を読み，後の問い(**問 5 ・問 6**)に答えよ。

高校生のＳさんは，授業で生物進化と地球環境について学習するなかで，人類の出現から現在までの歴史を 1 年(365 日)とする，人類進化カレンダーを作成している(図 3)。最古の人類とされるサヘラントロプス・チャデンシスが出現した 700 万年前を 1 月 1 日とすると，完全二足歩行をした猿人とされるアウストラロピテクス・アファレンシス(アファール猿人)は 6 月下旬に出現し，やがてアウストラロピテクス・アフリカヌスが現れた。また，ホモ属の最初の種とされるホモ・ハビリスは 8 月下旬に出現した。

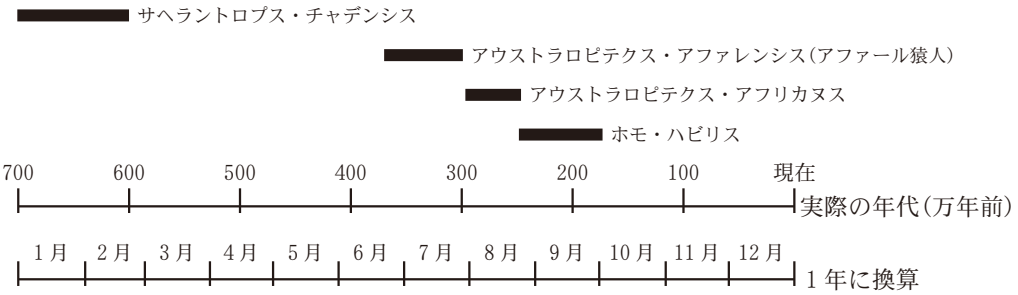


図 3　作成中の人類進化カレンダー

一部の人類種は省略されている。太線はそれぞれの人類種のおおよその生存期間を表している。

問 5　ホモ・ハビリス以降，ホモ属は進化を続けた。このカレンダーにホモ・サピエンス(現生のヒト)を入れると，その出現はいつ頃になるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 **15**

① 9 月下旬
② 10 月下旬
③ 11 月下旬
④ 12 月下旬

問 6　Ｓさんは，人類進化の背景を調べるため，このカレンダーに地球史上のできごとを付け加えることにした。このカレンダーに入る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。 16

① 氷期と間氷期のくり返し
② 全球凍結（スノーボール・アース）
③ ゴンドワナ大陸の形成
④ 隕石衝突による生物の大量絶滅

地　学

第 4 問　次の問い(**A**・**B**)に答えよ。(配点　18)

A　地球大気に関する次の文章を読み，後の問い(**問 1** ・**問 2**)に答えよ。

地球大気において，高度約 10～50 km の範囲を［ ア ］と呼ぶ。北極域の［ ア ］ではほとんど雲は見られないが，－ 78 ℃ より低温になると雲が発生する。人為起源のフロンガスがあると，この雲の表面では紫外線によってオゾン分子の分解が促進される。

次の図 1 に，2018 年から 2020 年にかけて，北極域の［ ア ］の下部で観測された気温の季節変化を示す。(a)2018 年 12 月～2019 年 3 月(期間 1)と 2019 年 12 月～2020 年 3 月(期間 2)の気温の変化を比較すると，その様子は大きく異なっている。

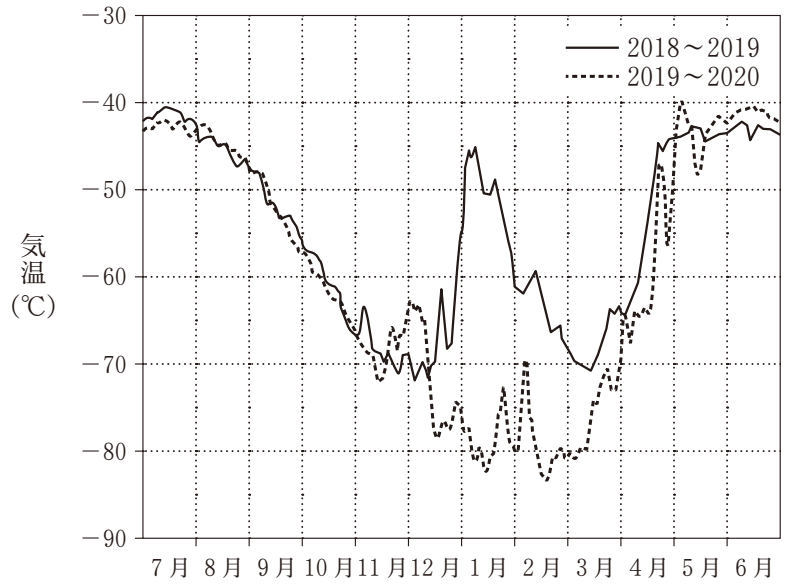


図 1　北極域で平均した高度約 20 km 付近の気温の季節変化

2018～2019 年(実線)と 2019～2020 年(破線)の，それぞれ 7 月から翌年 6 月にかけての変化を示す。

問 1　前ページの文章中の［ ア ］に入れる語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 対流圏　② 成層圏　③ 中間圏　④ 熱　圏

問 2　前ページの文章中の下線部(a)に関連して，期間 1 および期間 2 の北極域上空のオゾン層の破壊について，図 1 から考察できる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。［ 18 ］

① どちらの期間でも，オゾン層が破壊され，その程度はほぼ同じであった。
② 期間 1 では，期間 2 よりもオゾン層の破壊が促進された。
③ 期間 2 では，期間 1 よりもオゾン層の破壊が促進された。
④ どちらの期間でも，オゾン層は破壊されなかった。

B　海洋表層の大規模な循環に関する次の文章を読み，後の問い(**問 3** ～ **5**)に答えよ。

北太平洋の亜熱帯域を次の図 2 のような長方形の海洋に見立てて，北側では西風が，南側では東風が常に吹いている状況を考える。ここでは，海水の密度は深さ方向に増大しており，また，コリオリの力(転向力)の強さは流速のみに依存し，(a)緯度には依存しないと仮定する。このとき，海水面は海洋の中央部において最も高く，海洋表層では地衡流としての循環が生じ，コリオリの力と［ イ ］がつり合っている。

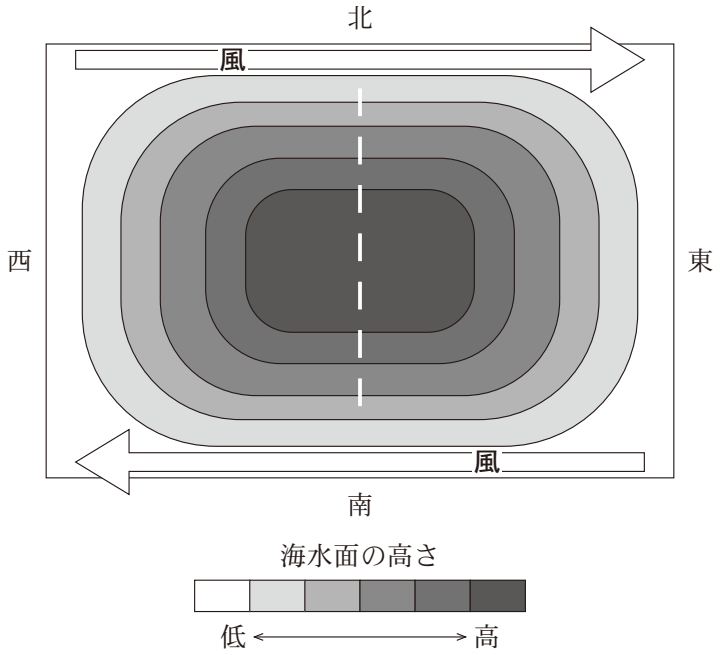
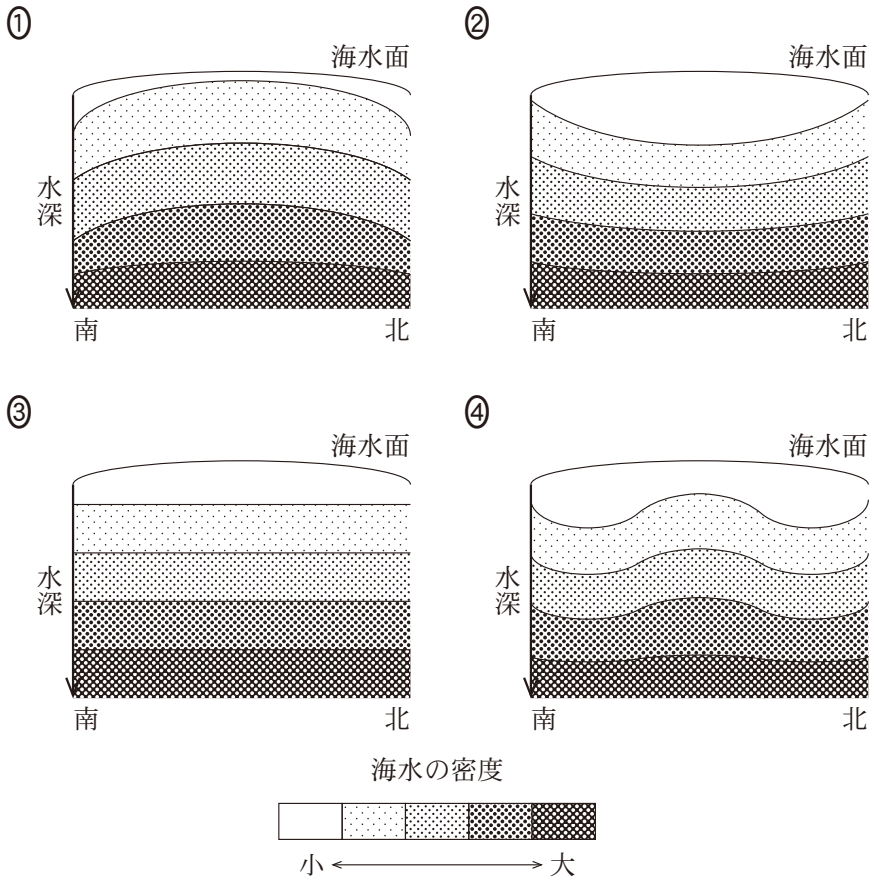


図 2　北太平洋の亜熱帯域に見立てた海洋の模式図

問 3　上の文章中の［ イ ］に入れる語として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。［ 19 ］

① 遠心力　　② 起潮力　　③ 重　力　　④ 圧力傾度力

問 4　前ページの図 2 の白い破線に沿った南北鉛直断面における海水の密度の構造を，海水面の高さの南北分布から推定した。海洋全体ではアイソスタシーが成立しており，最下層の水平面に加わる圧力が一様になっている。このとき，南北鉛直断面における海水の密度分布の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。なお，選択肢では海水面の高さの変化が強調されている。 20



問 5　118 ページの下線部(a)に関する次の文章中の［ ウ ］・［ エ ］に入れる語の組合せとして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。

［ 21 ］

118 ページの図 2 は，流速が同じ場合にコリオリの力が緯度には依存しない，という仮定のもとでの模式図である。実際には，流速が同じでもコリオリの力は高緯度ほど強い。そのため，現実の北太平洋の海水面は図 2 とは異なり，海洋の中央部の［ ウ ］側で最も高く，表層循環の流速は海洋の西側の方が東側よりも［ エ ］。

	ウ	エ
①	東	速　い
②	東	遅　い
③	西	速　い
④	西	遅　い

地　学

第 5 問　次の問い(**A**・**B**)に答えよ。(配点　22)

A　将来，人類が火星で天体観測を行う時代が来るかもしれない。次の図 1 を参照し，火星での天体観測に関する後の問い(**問 1** ～ **3**)に答えよ。なお，ここでは各惑星の軌道を太陽を中心とする円で近似して考える。

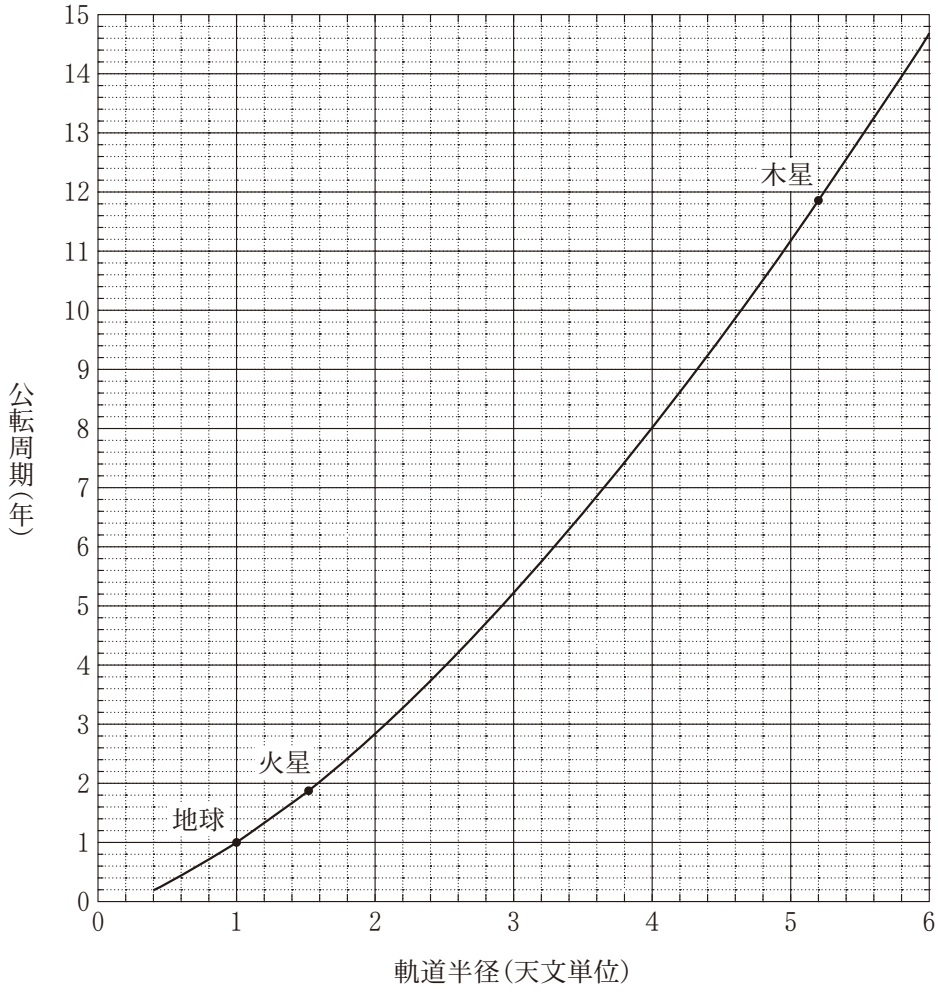


図 1　惑星の軌道半径と公転周期の関係

図中の曲線はケプラーの第 3 法則に基づく曲線である。

問 1　火星の公転周期を M，木星の公転周期を J とする。また，火星から木星を見たときの会合周期を S とする。このとき，M と J，S の間に成り立つ関係式と会合周期 S の値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。 22

	関係式	会合周期 S
①	$\frac{1}{S}=\frac{1}{M}+\frac{1}{J}$	約 1.2 年
②	$\frac{1}{S}=\frac{1}{M}+\frac{1}{J}$	約 1.6 年
③	$\frac{1}{S}=\frac{1}{M}-\frac{1}{J}$	約 2.2 年
④	$\frac{1}{S}=\frac{1}{M}-\frac{1}{J}$	約 3.4 年

問 2　火星から見たとき，地球は太陽からある角度以上離れて見えることはない。122 ページの図 1 および次の図 2，表 1 を参照し，火星から見たときの地球の最大離角の値として最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 23

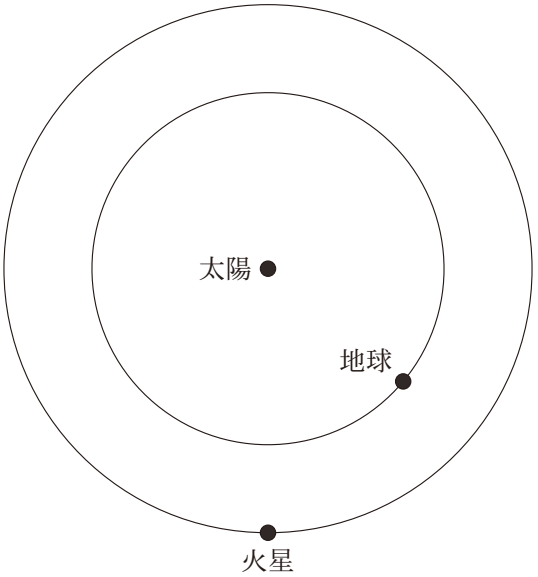


図 2　地球と火星の軌道の幾何学的関係

表 1　角度と正弦の関係

角度 θ	正弦($\sin\theta$)
30°	0.500
40°	0.643
50°	0.766
60°	0.866

① 約 30°　② 約 40°　③ 約 50°　④ 約 60°

問 3　122 ページの図 1 を参照し，次の文章中の［ ア ］～［ ウ ］に入れる語の組合せとして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。

［ 24 ］

ある恒星 A を火星から観測した場合の年周視差(火星の公転に伴う視差)は，地球から観測した場合とくらべて［ ア ］。また，惑星の公転速度 V は $V = \dfrac{2\pi a}{T}$(ここで a は軌道半径，T は公転周期)で求められるから，火星の公転速度は地球の公転速度にくらべて［ イ ］。よって，恒星 A を火星から観測したときの年周光行差(火星の公転に伴う光行差)は，地球から観測した場合とくらべて［ ウ ］。

	ア	イ	ウ
①	大きい	遅　い	小さい
②	大きい	速　い	大きい
③	小さい	遅　い	小さい
④	小さい	速　い	大きい

B　太陽系と恒星に関する次の問い(**問 4** ～ **6**)に答えよ。

問 4　太陽の活動について述べた次の文中の［ エ ］に入れる語として最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。［ 25 ］

太陽で突然発生する［ エ ］によって，地球ではデリンジャー現象や磁気嵐が起こり，私たちの生活にも影響を与えることがある。

① フレア
② オーロラ
③ 粒状斑
④ プロミネンス

問 5　地球や天体の運動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 太陽以外の恒星の南中時刻(子午線を通過する時刻)は，毎日約 4 分ずつ早くなる。
② 地球の自転軸が歳差運動することによって，天の北極は移動する。
③ 赤道面に対する黄道面の傾き角は，観測地点の緯度に依存する。
④ 南半球では，恒星は天の南極のまわりを回転するように見える。

問 6　高校生のSさんは大学の天文台で開催されている研究体験会に参加し，星団の観測データからHR図を作成する方法を教わった。Sさんは天文台の望遠鏡を使って散開星団プレアデスと球状星団M3を観測し，二つの星団のHR図を作成した。次の図3はそのうちの一つである。Sさんは，この星団に属する恒星のうち，最も明るいものから順に10個の恒星については等級とスペクトル型を測定できたが，それより暗い恒星については測定できなかった。図3の星団名と測定された恒星の種類の組合せとして最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 27

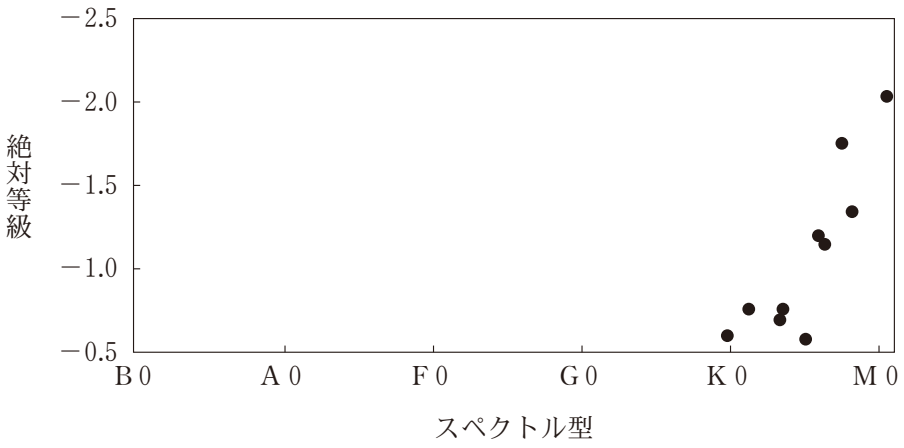


図3　Sさんが作成したHR図の一つ

	星団名	恒星の種類
①	散開星団プレアデス	主系列星
②	散開星団プレアデス	巨　星
③	球状星団M3	主系列星
④	球状星団M3	巨　星