

# 地 学

(全問必答)

第1問 地球の多様な事物・現象や内部構造に関する次の問い(A・B)に答えよ。

[解答番号  ~  ](配点 21)

A 次の図1は、ある岩石Xに関連した学習内容をキーワードで示し、それらを線でつないで表現したものの一部である。下の問い(問1～5)に答えよ。

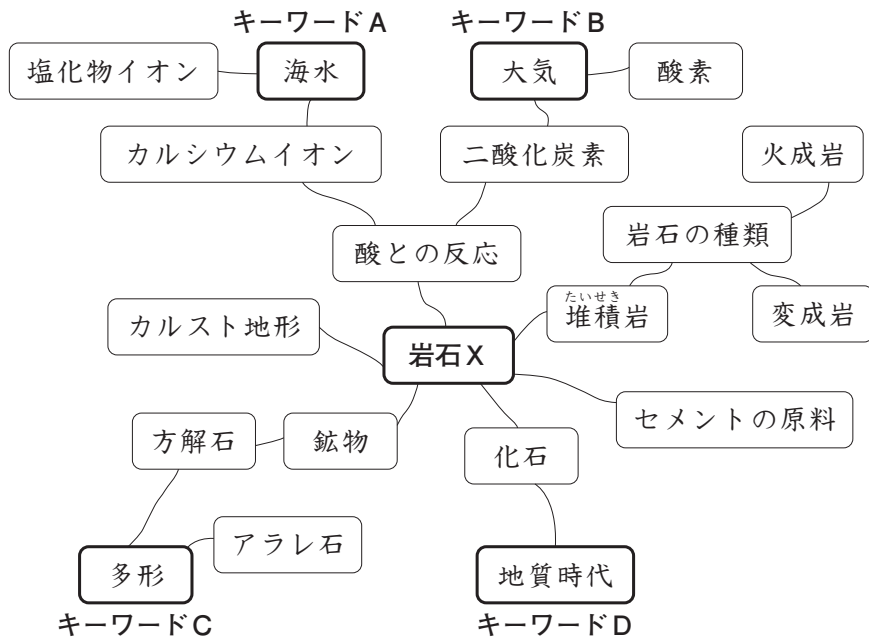


図1 岩石Xに関連した学習内容のつながり

問 1 次の a～d のうち、岩石 X について正しく説明している文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 火山灰が固結してできる。
- b 地下水に溶けやすく特異な地形をつくる。
- c 広域変成作用を受けると、片麻岩になる。
- d フズリナ(紡錘虫<sup>ぼうすい</sup>)の化石が含まれることがある。

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

問 2 前ページの図 1 中のキーワード A に関連して、次の文章中の  に入る語として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

現在の海水には種々の塩類がイオンとして溶けており、それらの組成比は世界の海のどこでもほぼ一定である。溶けているイオンを、海水に含まれる重量の大きい順にあげると、塩化物イオン・ナトリウムイオン・硫酸イオン・イオン・カルシウムイオンなどがある。

- ① カリウム
- ② 臭化物
- ③ マグネシウム
- ④ 炭酸水素

## 地 学

問 3 90 ページの図 1 中のキーワード B 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。

3

- 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行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いがいが大量に堆積たいせきし、大気中の二酸化炭素は地中に固定されて減少した。

問 4 90 ページの図 1 中のキーワード C である「多形」の説明として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

4

- ① 結晶構造は同じであるが、化学組成が異なる。
- ② 化学組成は同じであるが、結晶構造が異なる。
- ③ 化学組成が連続的に変化する。
- ④ 結晶構造と化学組成は同じであるが、結晶の外形が異なる。

問 5 90 ページの図 1 中のキーワード D に関連して，地質時代や地層の対比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 地質時代は，示相化石に基づいて，古生代，中生代，新生代に区分されている。
- ② 生存期間が長い生物の化石は，生存期間が短い生物の化石より地層の対比に有効である。
- ③ 海洋の広い地域に分布していた浮遊性の有孔虫や放散虫の化石は，地層の対比によく使われる。
- ④ 半減期が約 5700 年の放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) は，古生代の岩石の年代を測定するのに適している。

## 地 学

B 地球の内部構造に関する次の問い(問6・問7)に答えよ。

問6 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。

地球の核は、液体と固体の二層構造になっており、外側の液体部分は外核、内側の固体部分は内核と呼ばれている。内核は、デンマークの地震学者インゲ・レーマン(1888～1993)によって、1936年に発見された。核を通過したP波が直接届かない領域は「かげの領域(シャドーズーン)」と呼ばれるが、実際にはそこでも弱いP波が観測されていた。この現象を説明するため、彼女は、核の中にはP波の速度が  領域(内核)が存在し、その表層でP波が  向きに屈折すると考えた。

	イ	ウ
①	速 い	上
②	速 い	下
③	遅 い	上
④	遅 い	下

問 7 アイソスタシーに関する次の文章中の **工** ・ **オ** 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。 **7**

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 **工** の深さは、標高が高い山脈の下では **オ** になっており、このつり合いをアイソスタシーという。

	工	オ
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	和達 <sup>わだち</sup> ーベニオフ帯	浅く
④	和達ーベニオフ帯	深く

## 地 学

### 第 2 問 大陸移動説，海洋底拡大説およびプレートテクトニクスに関する次の問い

(問 1～6)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕(配点 20)

問 1 大陸が分裂と移動をして現在の分布になったという大陸移動説は，20 世紀初めにウエゲナーにより提案された。ウエゲナーが大陸移動説を提案する際に証拠としたことがらとして誤っているものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 大洋をはさんだ両側で大陸の海岸線の形がよく似ていること。
- ② 現在離れている大陸間で類似した動植物の化石が見られること。
- ③ 海洋底に見られる磁気異常の縞模様しまが海嶺かいらいをはさんで対称的であること。
- ④ 大陸を配置しなおすと，氷河の痕跡こんせきを示す地域が一つにまとまること。

問 2 海洋底拡大説を支持する証拠集めの一つとして、1960年代に調査船による海洋底の掘削調査が行われた。次の図1に黒丸で示す掘削点において、海洋底の年代が得られた。これらの地点の経度と得られた年代との関係を表すグラフ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、図1において、太い実線は航路を表し、灰色の領域は海底の水深が4000 mより深いことを表している。

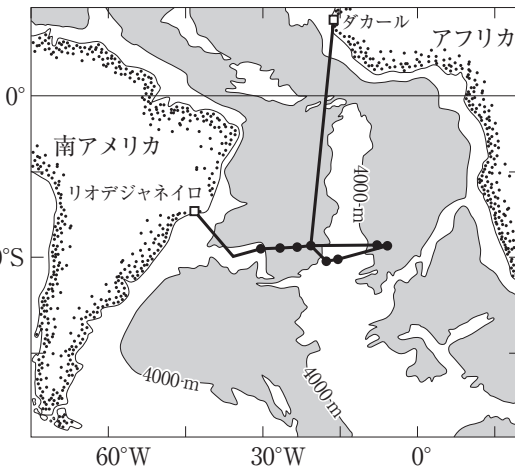
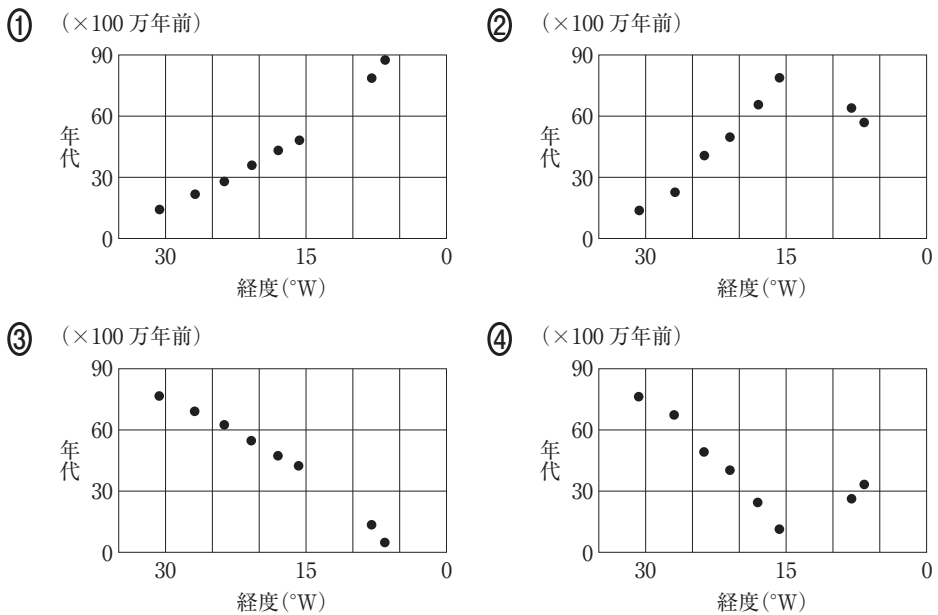


図1 調査船の航路(太い実線)と掘削点(黒丸)の位置





## 地 学

問 3 ある仮説は、それが成り立たないことを示す例(以下、反例)をあげることができれば否定できる。次に示すプレートの境界に関連する仮説Xについて、反例となる地域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、下の図2に示す世界の震央分布の図を参考にしてもよい。 3

仮説X プレートの沈み込み帯は大陸プレートと海洋プレートの境界だけにある。

反例となる地域

- ① 南アメリカ大陸西岸沖
- ② 伊豆・小笠原諸島付近
- ③ ハワイ諸島付近
- ④ オーストラリア大陸内部

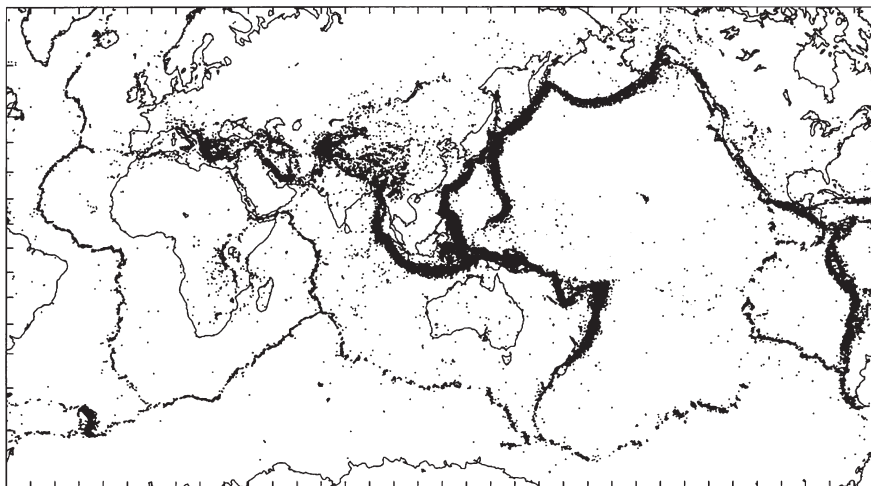


図2 世界の震央分布

図中の点は震源の深さが100 km以下の地震を表す。

問 4 次の図3の模式図に示された、海嶺軸でのA地点とトランスフォーム断層におけるB地点で起きる地震の断層運動の型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

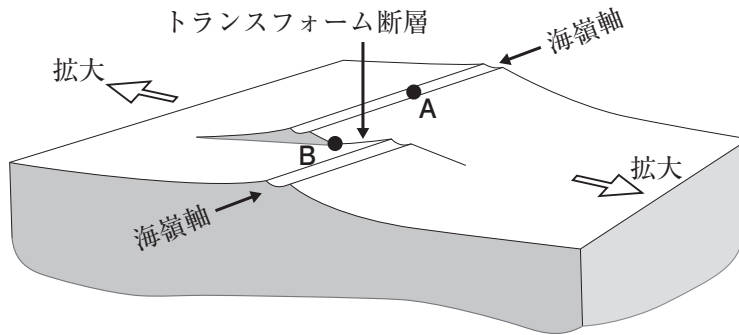


図3 海嶺軸付近の地形の模式図

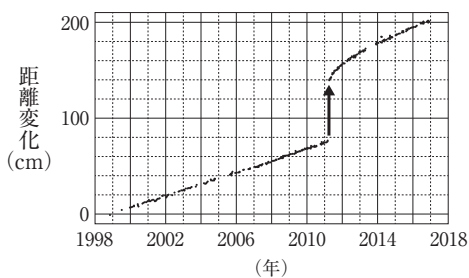
	A 地点	B 地点
①	正断層	右横ずれ断層
②	正断層	左横ずれ断層
③	逆断層	右横ずれ断層
④	逆断層	左横ずれ断層

## 地 学

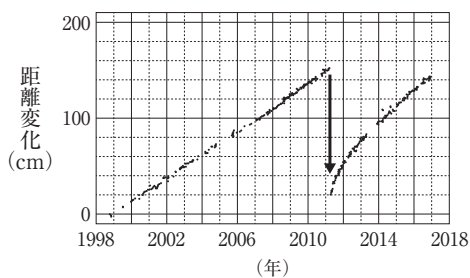
問 5 近年行われているプレート運動の実測方法の一つに、遠方の天体からの電波を使って地表の2地点間の距離を測定する方法(VLBI)がある。この方法で測定した茨城県つくば市とハワイの間の距離変化を示したグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。なお、グラフ中の矢印で示された変化は、プレート境界で起きた2011年東北地方太平洋沖地震に伴う変化である。ただし、2地点が遠ざかる場合を正の距離変化とする。

5

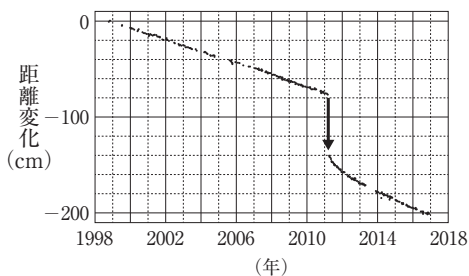
①



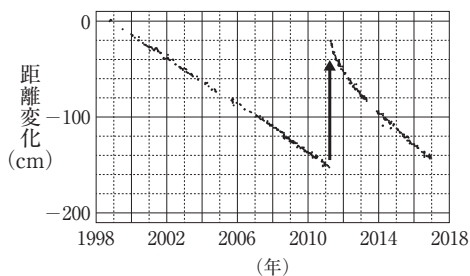
②



③



④



問 6 プレートの沈み込みの角度  $D$ (図 4) は場所によって異なる。海洋プレートが時間とともに冷えて重くなることから、プレートの年齢  $A$  の増加に伴って  $D$  も変わると予想できる。また、プレートの沈み込みの速さ  $V$  も  $D$  に影響する。世界各地で沈み込む地点でのプレートの年齢  $A$  および速さ  $V$  と角度  $D$  の関係を調べたところ、おおよそ下の図 5 に示すような関係が見られた。この図に基づいて、 $D$  を  $A$  と  $V$  で表した式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、式中の  $A$  と  $V$  は正の値をとり、 $p, q, C$  は正の定数とする。

6

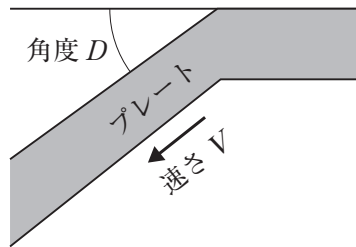


図 4 プレートの沈み込みの模式図

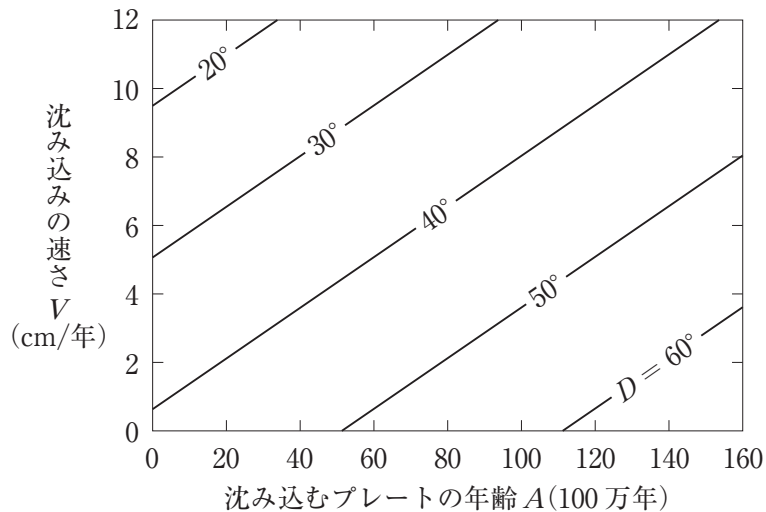


図 5 沈み込むプレートの年齢  $A$  と沈み込みの速さ  $V$ 、角度  $D$  の関係

- ①  $D = pA + qV + C$                       ②  $D = pA - qV + C$   
 ③  $D = -pA + qV + C$                     ④  $D = -pA - qV + C$

# 地 学

**第3問** 高校生のSさんは、夏休みの課題研究として、ある地域の地質の成り立ちについて探究した。そのときの研究記録の一部(7月25日～8月5日)に関する次の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ](配点 19)

問1 次の研究記録の下線部(a)に関連し、この地域の地層の走向・傾斜を読み取ったときのクリノメーターの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。

7月25日(水)：ルートマップの作成

ルートマップ(図1)のA-Bに沿って地層を調べ、(a)地層の走向・傾斜を測定した。この地域には、<sup>れき</sup>礫岩層、砂岩層、火山灰層が整合の関係で分布していることが分かった。

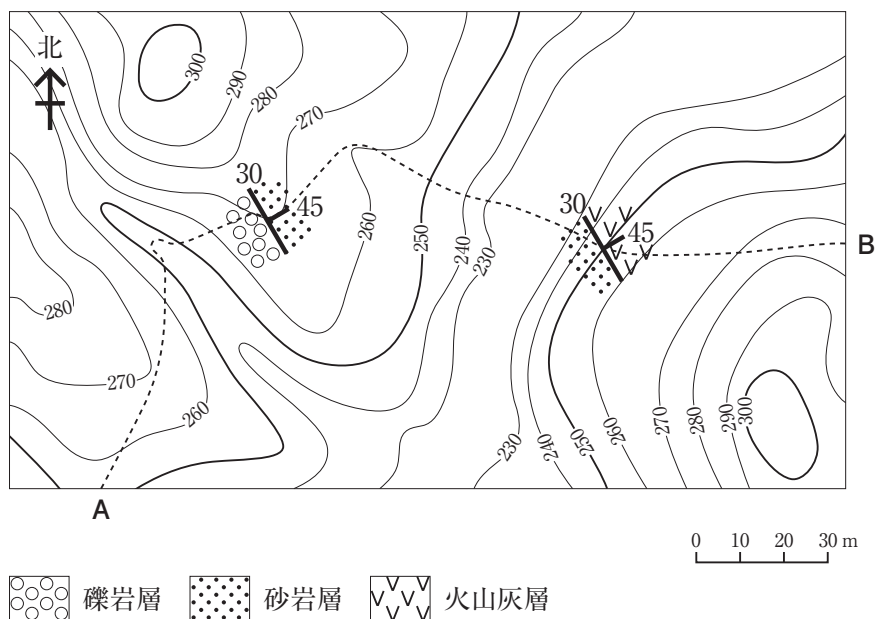
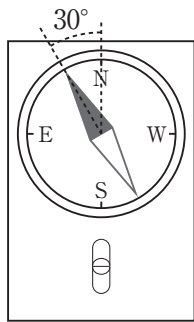
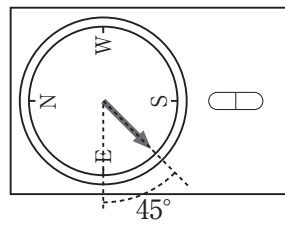
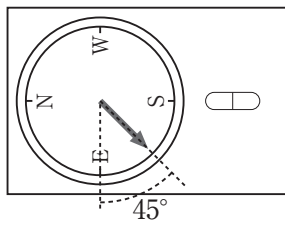
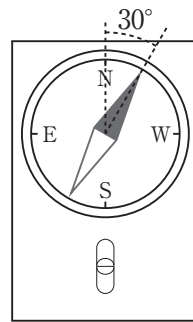


図1 ルートマップ(7月25日)

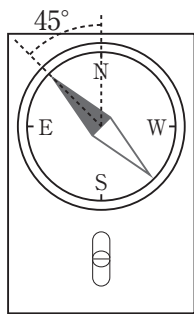
①



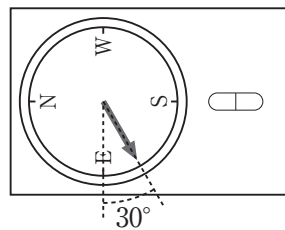
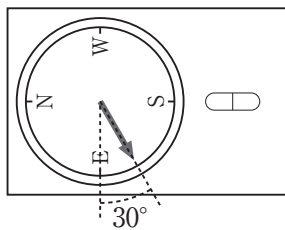
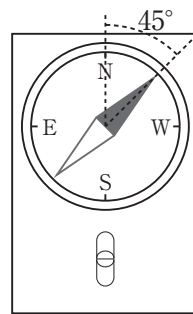
②



③



④



## 地 学

問 2 次の研究記録の  ・  に入れる語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。

7月25日(水)：堆積岩の分類と地質時代の推定

礫岩と砂岩の区別は、構成物の  を調べることで判断した。また、砂岩層は、ビカリアの化石が産出したことから、  に形成されたものと推定した。

	ア	イ
①	粒 径	ペルム紀
②	粒 径	白亜紀
③	粒 径	新第三紀
④	化学組成	ペルム紀
⑤	化学組成	白亜紀
⑥	化学組成	新第三紀

問 3 次の研究記録の  に入れる語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月28日(土)：火山灰層の分析

火山灰の起源となった火山の特徴を推定しようと思い、火山灰に含まれる鉱物を調べたところ、無色鉱物(石英や長石)が多く含まれていた。しかし、これだけの情報では不十分だと考え、大学の先生に火山灰の  $\text{SiO}_2$  の量を調べてもらうことにした。

8月2日(木)：火山の特徴の推定

大学の先生から、火山灰の  $\text{SiO}_2$  の量(質量%)は、70%であったと回答があった。このことから、この火山では  が形成された可能性がある。

- ① 盾状火山
- ② 枕状溶岩
- ③ 溶岩ドーム(溶岩円頂丘)
- ④ 溶岩台地



## 地 学

問 4 次の研究記録の下線部(b)に関連して、露頭 X、Y で観察できると予想される地層の様子を表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、露頭 X、Y はいずれも直立し、それぞれ図 2 中の矢印の向きに見たものである。

4

8月3日(金)：観察できる地層の予想

ルートマップ(図2)のC-Dに沿って地層を調べることにした。これまでに分かったことに基づいて、(b)露頭 X、Y で観察できる地層の様子を予想してから、野外調査をすることにした。

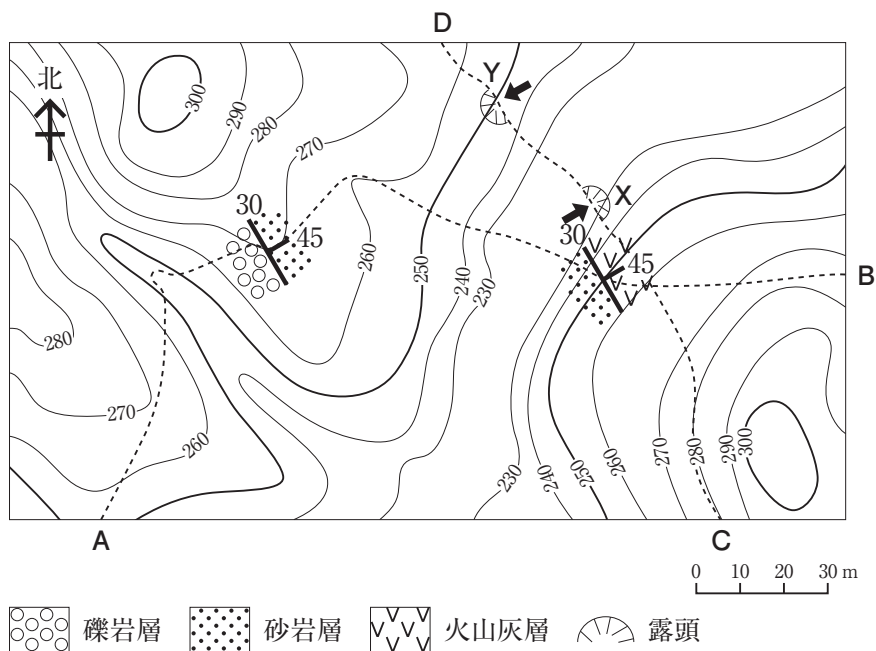
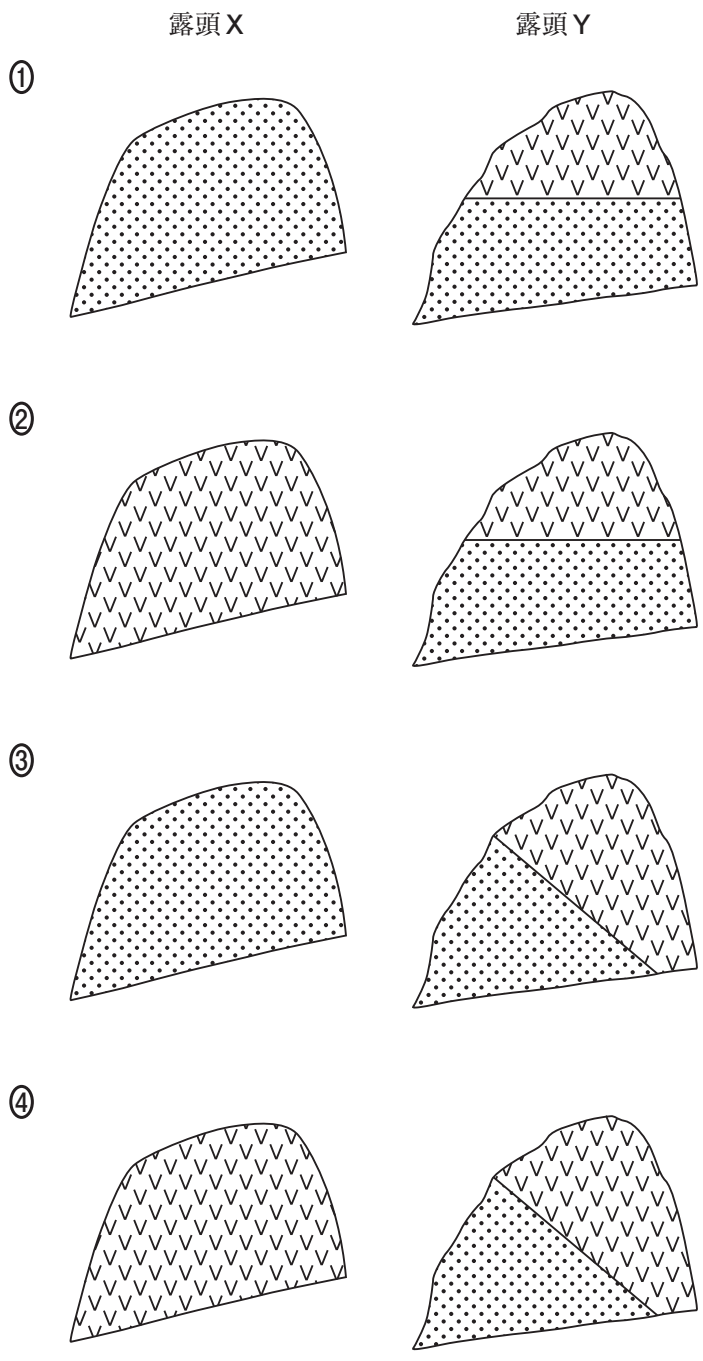


図2 ルートマップ(8月3日)



## 地 学

問 5 次の研究記録の  ・  に入れる文として最も適当なものを、それぞれ下の①～④のうちから一つずつ選べ。エ  ・ オ

8月5日(日)：花こう岩と地層との関係の推定

ルートマップ(図2)のC-Dに沿って調べたところ、露頭Yでは、予想どおりの地層が観察できたが、露頭Xでは予想とは異なり、花こう岩が観察された。この地域で観察された花こう岩と地層との関係について、次の三つの仮説を立て、検証しようと考えた。

仮説Ⅰ：離れた場所の花こう岩が断層運動により移動した。

検証方法：花こう岩と地層の境界面にずれた跡がないか調べる。

仮説Ⅱ：地層に花こう岩が貫入した。

検証方法：

仮説Ⅲ：花こう岩の上に礫や砂が堆積して地層が形成された。

検証方法：

これらを踏まえて、野外調査を再度行い、仮説を検証したい。

- ① 地層に花こう岩の礫が含まれていないか調べる。
- ② 地層の上下が逆転していないか調べる。
- ③ 調査地域を広げ、地層が褶曲しゅうきよくしていないか調べる。
- ④ 地層が接触変成作用を受けていないか調べる。

(下書き用紙)

地学の試験問題は次に続く。

## 地 学

### 第 4 問 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 20)

A 地球のエネルギー収支に関する次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

地球が受け取る太陽放射と地球から出ていく地球放射は地球全体では釣り合っているが、次の図 1 に示すように緯度ごとでは釣り合っていない。地球の大気と海洋は低緯度から高緯度に向けた極向き熱輸送を担い、太陽放射の緯度変化の大きさに比べて、地球放射の緯度変化の大きさを小さくしている。

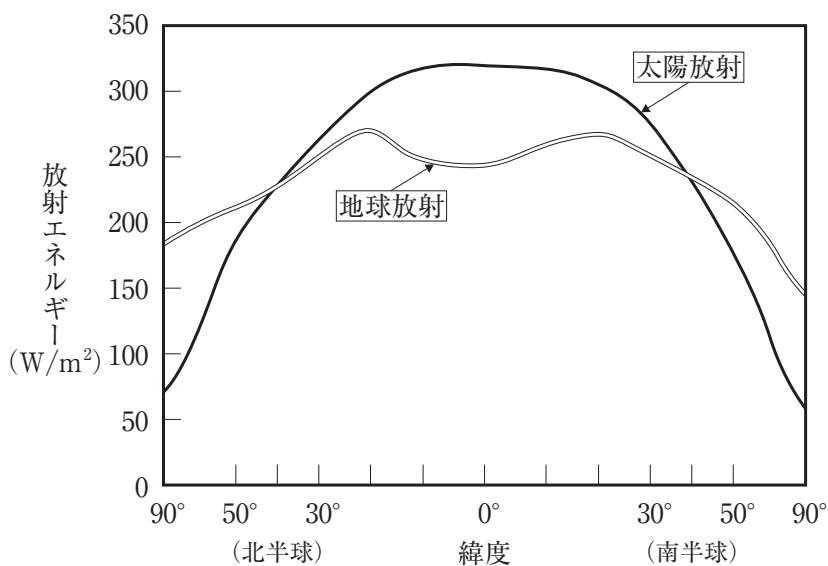


図 1 太陽放射と地球放射の緯度分布

問 1 次の文章では、大気の特徴と極向き熱輸送との関係が述べられている。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。 **1**

大気中の水蒸気量は窒素や酸素の量に比べてかなり少ないが、水蒸気は大きな **ア** をもつため、極向きの水蒸気輸送は極向きの熱輸送を担っている。また、中緯度における南北方向の風は主に低気圧と高気圧の間で強くなる傾向があり、中緯度の偏西風の **イ** は極向き熱輸送を担っている。

	ア	イ
①	顕 熱	加 速
②	顕 熱	蛇 行
③	潜 熱	加 速
④	潜 熱	蛇 行

## 地 学

問 2 次の文章では、海洋の特徴と極向き熱輸送との関係が述べられている。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。

上空から見たとき、北半球の亜熱帯循環系(亜熱帯環流)の流れは , 南半球の亜熱帯循環系の流れは  で、循環系の流れは逆であるが、どちらも極向き熱輸送を担っている。

北太平洋、北大西洋の西側には、それぞれ、黒潮、メキシコ湾流と呼ばれる高緯度へ向かう幅の狭い強い海流がある。南半球の亜熱帯循環系において高緯度へ向かう幅の狭い強い海流は、南太平洋、インド洋、南大西洋の  に見られる。

	ウ	エ	オ
①	時計回り	反時計回り	東側
②	時計回り	反時計回り	西側
③	反時計回り	時計回り	東側
④	反時計回り	時計回り	西側

問 3 次の図2のように、横軸を北緯10°における極向き熱輸送量、縦軸を赤道と極の温度差とすると、現在の状態は図中の点Pとして表される。

地球に大気と海洋が存在しないと仮想的に考えた場合、大気と海洋による極向き熱輸送もない。極向き熱輸送がなければ、太陽放射と地球放射がそれぞれの緯度でつり合うことで、地球全体の放射がつり合わなければならない。この状態を表す図中の位置として最も適当なものを、次の図2中の①～⑧のうちから一つ選べ。 3

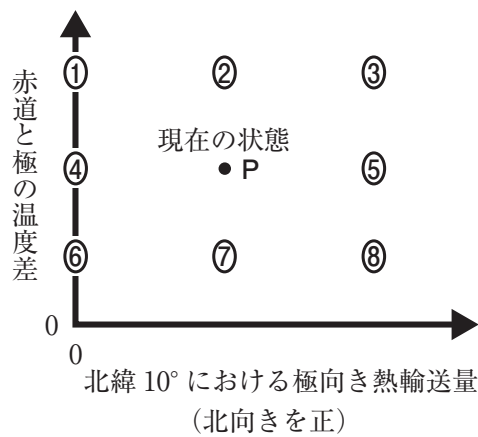


図2 「極向き熱輸送量」と「赤道と極の温度差」との関係



## 地 学

B 大気と海洋を合わせた極向き熱輸送量の見積もりに関する次の文章を読み，下の問い(問4・問5)に答えよ。

赤道を横切る熱輸送は無視して，次の図3のように北半球だけを考える。まず，緯度帯Aに着目して，この緯度帯全体での太陽放射と地球放射との差を  $R_A$  とする。この  $R_A$  が緯度帯Aの大気と海洋に入るエネルギーとなる。緯度帯Aから流出する北向き熱輸送量を **力** とすれば，緯度帯Aでエネルギー収支が釣り合う。

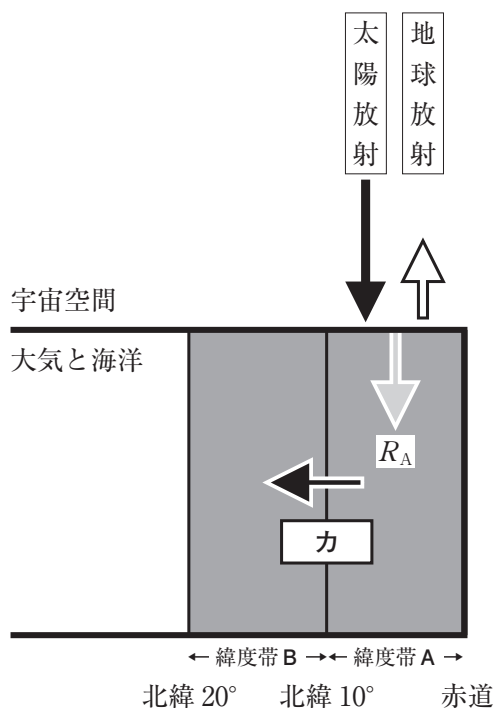


図3 放射収支と極向き熱輸送量の模式図(その1)

さらに、次の図4のように緯度帯Bでの太陽放射と地球放射との差を  $R_B$  とする。緯度帯Bでのエネルギー収支がつり合うためには、緯度帯Bから北向きに流出する熱輸送量は、 と見積もられる。

このように、110ページの図1のような放射エネルギーの緯度分布が与えられれば、エネルギー収支のつり合いから、それぞれの緯度帯の極向き熱輸送量が算出できる。

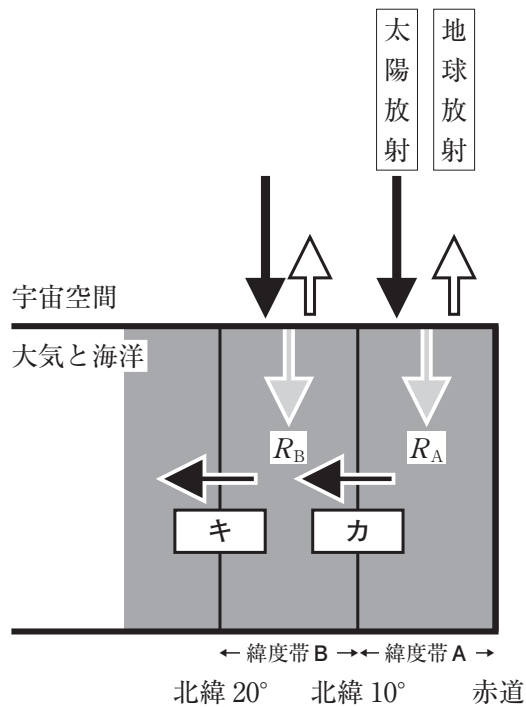


図4 放射収支と極向き熱輸送量の模式図(その2)

問4 前ページおよび上の文章中の  ・  に入れる式として最も適当なものを、それぞれ次の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

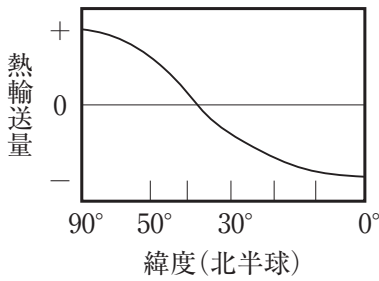
カ  ・ キ

- |               |               |         |
|---------------|---------------|---------|
| ① 0           | ② $R_A$       | ③ $R_B$ |
| ④ $R_A + R_B$ | ⑤ $R_A - R_B$ |         |

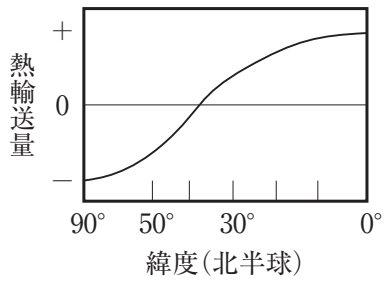
# 地 学

問 5 前ページの文章中の下線部に関連して、大気と海洋による極向き熱輸送量の緯度分布を表した図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、北向きを正とする。 6

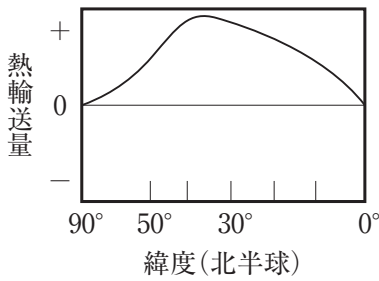
①



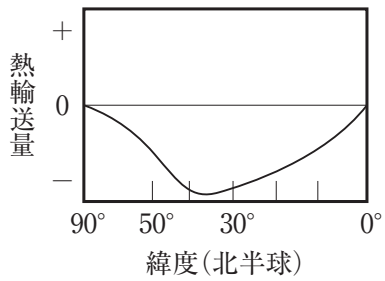
②



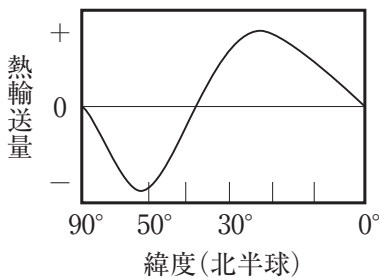
③



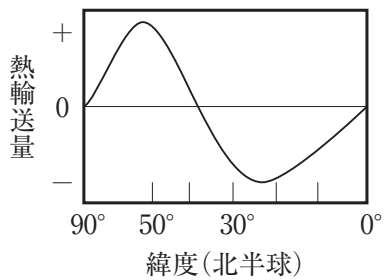
④



⑤



⑥



(下書き用紙)

地学の試験問題は次に続く。

## 地 学

### 第5問 金星に関する次の問い(A・B)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 20)

A 金星の見え方に関する次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

愛美さんは冬の日の夕方、西の空に明るい星を見つけた。調べてみると、その星は(a)金星だということが分かった。愛美さんは、しばらくの間、毎日日没時に西の空を観察してみたが、(b)太陽と金星の離角は次第に大きくなり、その後小さくなっていった。

問1 上の文章中の下線部(a)に関して、金星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。

- ① 衛星を二つ持っている。
- ② 半径は地球の半径の半分程度である。
- ③ 自転周期は公転周期より短い。
- ④ 公転の向きと自転の向きが逆である。

問2 金星の大気の主成分と地表面の大気圧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。

	大気の主成分	地表面の大気圧〔気圧〕
①	水 素	0.006
②	水 素	90
③	窒 素	0.006
④	窒 素	90
⑤	二酸化炭素	0.006
⑥	二酸化炭素	90

問 3 次の図1は地球の北極側から見た太陽，金星，地球の位置関係を示した模式図である。前ページの文章中の下線部(b)において最も離角が大きくなったのは，金星が地球と太陽に対して，図1のX・Yのどちらの位置にあったときか。また，このような惑星現象の名称は何か。位置と名称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。 3

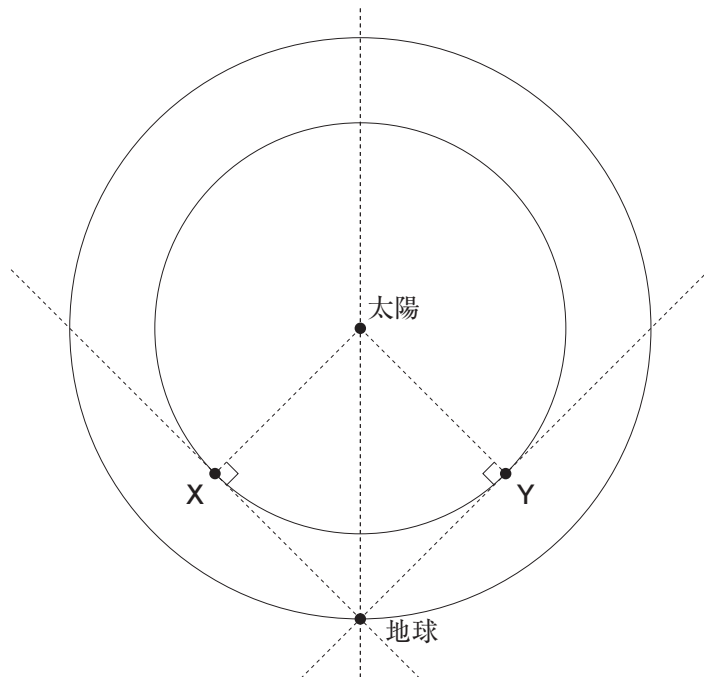


図1 地球の北極側から見た太陽，金星，地球の位置関係

	位 置	名 称
①	X	東方最大離角
②	X	西方最大離角
③	Y	東方最大離角
④	Y	西方最大離角

## 地 学

B 金星探査に関する次の文章を読み、下の問い(問4・問5)に答えよ。

2010年に打ち上げられた金星探査機「あかつき」には赤外線カメラが搭載されており、(c)これまでに様々な高度の金星大気の手ータが取得された。これによりスーパーローテーションと呼ばれる上空に吹く高速の風の原因を解明することが目指されている。

問4 「あかつき」は地球よりも太陽に近い金星を周回しているために、熱への対策が必要である。「あかつき」が金星の公転軌道上にいるときに1秒間に太陽から受ける単位面積当たりの熱量は、地球の公転軌道上にいるときの何倍になるか。その数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。ただし、太陽と金星の距離は0.72天文単位とする。 

4
---

 倍

① 0.72

② 1.4

③ 1.9

④ 2.7

問 5 前ページの文章中の下線部(c)に関して、次の図2に金星の二つの雲領域(雲頂と中・下層雲領域)の東西方向の風速を示す。この図から分かることについて述べた文 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。

5

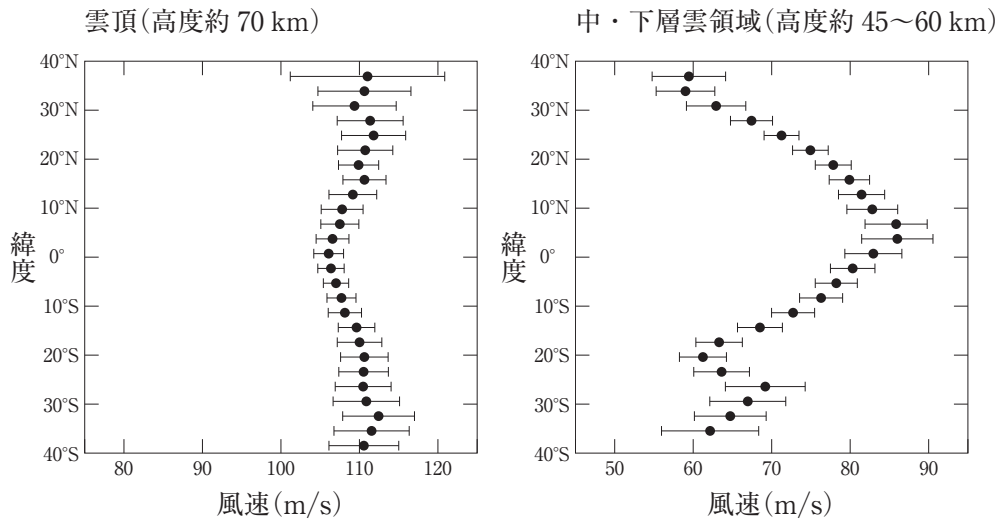


図2 2016年7月11～12日に測定された東西方向の風速  
 黒丸(●)は各緯度で東西約3000kmの範囲の平均値をとったもの。  
 横棒(—)は誤差範囲を示す。

- a 図に示された緯度の範囲では、中・下層雲領域よりも雲頂の方が風速が大きい。
- b 雲頂では、緯度10°よりも緯度30°の大気の方が、短い時間で金星を東西方向に一周する。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤