

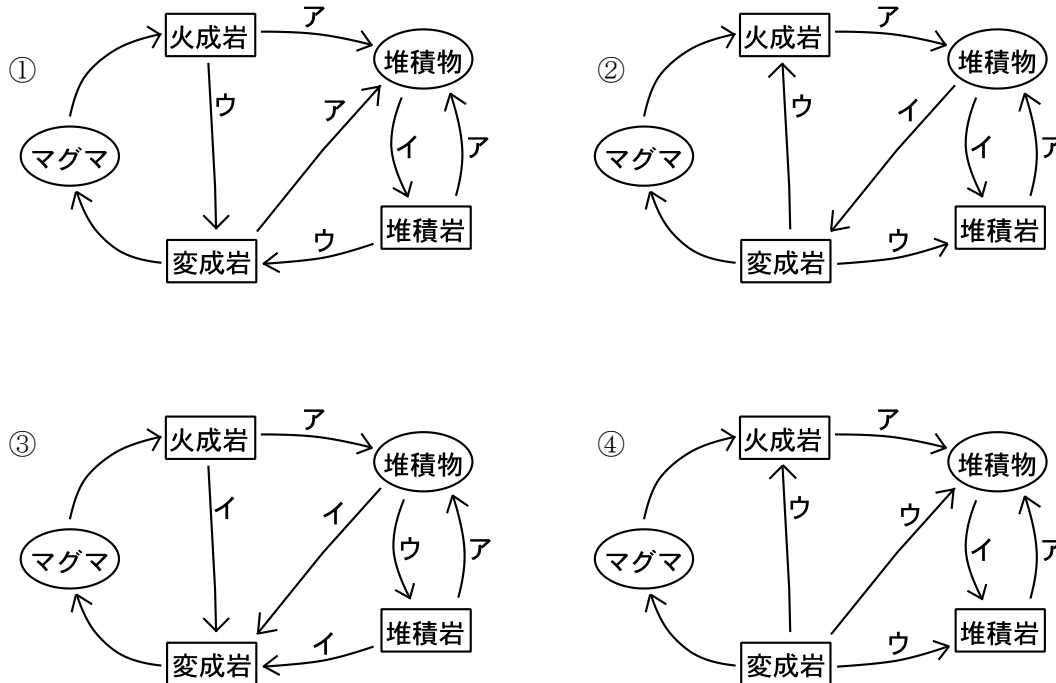
第 8 回日本地学オリンピック予選

(第 10 回国際地学オリンピック 国内一次選抜)

- 試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- 試験開始前に解答用紙に氏名および受験番号を記入し、受験番号についてはマークもしてください。
- 解答は全て解答用紙に記入してください。解答用紙は裏面もあります。
- 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- 解答時間は 2 時間です。
- この問題冊子は持ち帰って構いません。
- 試験終了後、着席のままアンケートに回答してください。
- 試験開始後 60 分以降の途中退出を認めます。その場合にも退出する前にアンケートに回答してください。

第1問

問1 岩石は、様々な作用により、長い時間の間に別の岩石に変化する。これを岩石サイクルと呼ぶ。その作用には、(ア) 風化・侵食・運搬・堆積作用、(イ) 続成作用、(ウ) 変成作用がある。岩石サイクルの図として最も適切なものを①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。



問2 次の(ア)～(エ)はある火山灰に含まれる粒子を椀がけにより洗い出しし、実体顕微鏡で観察した時の特徴を述べたものである。それぞれに当てはまる粒子の種類の組み合わせとして最も適切なものを①～⑩から1つ選び、番号をマークしなさい。

- (ア) 黒っぽく不透明で、金属光沢があり、正八面体をしている。
 (イ) 無色透明で、繊維状や湾曲した薄っぺらな板状の破片である。
 (ウ) 無色または白色で、割れ口が平面状をしている。
 (エ) 透明感のあまりない緑色で、細長い柱状で、断面は六角形である。

- | | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|
| ① (ア) かんらん石 | (イ) 斜長石 | (ウ) 火山ガラス | (エ) 黒雲母 |
| ② (ア) かんらん石 | (イ) 火山ガラス | (ウ) 斜長石 | (エ) 角閃石 |
| ③ (ア) 磁鉄鉱 | (イ) 斜長石 | (ウ) 火山ガラス | (エ) 黒雲母 |
| ④ (ア) 磁鉄鉱 | (イ) 火山ガラス | (ウ) 斜長石 | (エ) 黒雲母 |
| ⑤ (ア) 磁鉄鉱 | (イ) 斜長石 | (ウ) 火山ガラス | (エ) 角閃石 |
| ⑥ (ア) 磁鉄鉱 | (イ) 火山ガラス | (ウ) 斜長石 | (エ) 角閃石 |
| ⑦ (ア) 黒雲母 | (イ) 斜長石 | (ウ) 火山ガラス | (エ) かんらん石 |
| ⑧ (ア) 黒雲母 | (イ) 火山ガラス | (ウ) 斜長石 | (エ) かんらん石 |
| ⑨ (ア) 黒雲母 | (イ) 斜長石 | (ウ) 火山ガラス | (エ) 角閃石 |
| ⑩ (ア) 黒雲母 | (イ) 火山ガラス | (ウ) 斜長石 | (エ) 角閃石 |

問3 図 1.1 は火成岩の分類と化学組成との関係を示したものである。図中のア～ウに当てはまる化学式の組み合わせとして最も適切なものを①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。

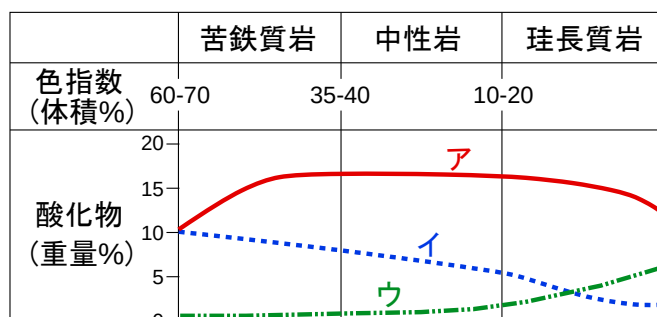


図 1.1

- ① ア K_2O イ Al_2O_3 ウ $FeO+Fe_2O_3$
 ② ア K_2O イ $FeO+Fe_2O_3$ ウ Al_2O_3
 ③ ア Al_2O_3 イ K_2O ウ $FeO+Fe_2O_3$
 ④ ア Al_2O_3 イ $FeO+Fe_2O_3$ ウ K_2O
 ⑤ ア $FeO+Fe_2O_3$ イ K_2O ウ Al_2O_3
 ⑥ ア $FeO+Fe_2O_3$ イ Al_2O_3 ウ K_2O

問4 ある岩石の組織と色指数を調べたところ、等粒状組織が認められ、色指数は体積にして58%であった。この岩石の名称として最も適切なものを①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。

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

問5 次の(ア)～(ウ)は岩石の風化に関する説明文である。文(ア)～(ウ)について、正しいものを○、誤っているものを×とした時の○×の組み合わせとして最も適切なものを①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。

- (ア) 花こう岩を構成する石英、長石、黒雲母のうち、長石が最も風化に強い。
 (イ) 岩石の風化は地表から地下に向かって進行するため、地下深い方が風化の程度が大きくなる。
 (ウ) 岩石の風化に生物の影響は関係しない。

- ① (ア) ○ (イ) ○ (ウ) ○
 ② (ア) ○ (イ) ○ (ウ) ×
 ③ (ア) ○ (イ) × (ウ) ○
 ④ (ア) ○ (イ) × (ウ) ×
 ⑤ (ア) × (イ) ○ (ウ) ○
 ⑥ (ア) × (イ) ○ (ウ) ×
 ⑦ (ア) × (イ) × (ウ) ○
 ⑧ (ア) × (イ) × (ウ) ×

問6 写真 1.1 は風化した花こう岩の写真である。写真のように、花こう岩が風化した時の様子はある野菜に似ていることがある。その風化の様子を表す名称として最も適切なものを①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。



写真 1.1

- ① レタス状風化
- ② キャベツ状風化
- ③ じゃがいも状風化
- ④ たまねぎ状風化

問7 次の(ア)～(エ)は堆積岩に関する説明文である。文(ア)～(エ)について、正しいものを○, 誤っているものを×とした時の○×の組み合わせとして最も適切なものを①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。

- (ア) 碎屑物のうち粒径が $1/16\text{mm}$ 以下のものを泥といい、それらが固まったものを泥岩という。泥岩がより固まって剥離しやすくなったものを頁岩という。
- (イ) 凝灰岩は火山灰が固まったものであり、白っぽいものが多く、希塩酸をかけると発泡する。
- (ウ) 石灰岩は生物の遺骸を多く含む生物岩の一種であるが、化学的に沈殿してできるものもある。
- (エ) 碎屑物が固まる際に、粒子と粒子のすき間に炭酸カルシウムや二酸化ケイ素などの新たな鉱物ができて、より硬い堆積岩になる。

- | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| ① | (ア) ○ | (イ) ○ | (ウ) × | (エ) ○ |
| ② | (ア) ○ | (イ) ○ | (ウ) ○ | (エ) × |
| ③ | (ア) ○ | (イ) × | (ウ) ○ | (エ) ○ |
| ④ | (ア) ○ | (イ) × | (ウ) × | (エ) × |
| ⑤ | (ア) × | (イ) ○ | (ウ) ○ | (エ) ○ |
| ⑥ | (ア) × | (イ) ○ | (ウ) × | (エ) × |
| ⑦ | (ア) × | (イ) × | (ウ) ○ | (エ) ○ |
| ⑧ | (ア) × | (イ) × | (ウ) × | (エ) × |

問8 チャートについて説明した文として不適切なものを①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 海洋底に堆積した軟泥（軟らかい泥）が固まってできることが多い。
- ② 斑状組織を示す。
- ③ 緻密で、硬いものはナイフで傷がつかない。
- ④ 色は茶色、赤色、緑色、白色など、様々なものがある。
- ⑤ 放散虫化石を取り出して時代の決定に使われる。

問9 今、厚さ 30cm の泥岩層がある。この泥岩層の中にはノジュールと呼ばれる団塊が認められる。このノジュールは泥岩層の堆積後に粒子と粒子の間に鉱物が結晶化することによりできたものである。図 1.2 はノジュールの中と周囲の葉理の様子をスケッチしたものである。ノジュールが泥岩層の圧密前に形成され、かつ、圧密によって変形していないと仮定するとき、厚さ 30cm の泥岩層の堆積時の厚さとして最も適切なものを①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。

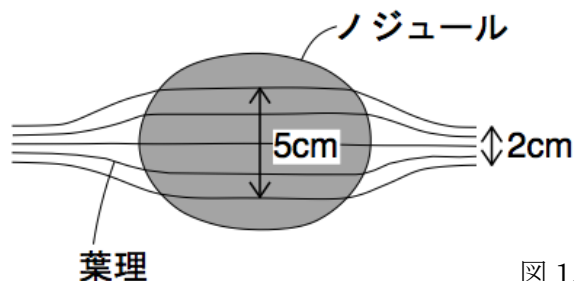


図 1.2

- ① 12cm ② 15cm ③ 45cm ④ 75cm ⑤ 90cm ⑥ 150cm

問10 写真 1.2 はある岩石の写真である。鉱物粒子は肉眼で見えるほどの大きさであり、無色鉱物を主とする部分と有色鉱物を主とする部分が交互に繰り返して縞状になっている。この岩石の名称として最も適切なものを①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。



写真 1.2

1cm

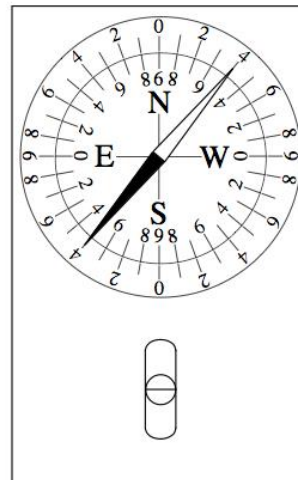
- ① 大理石 ② 結晶片岩 ③ ホルンフェルス ④ 片麻岩

第2問

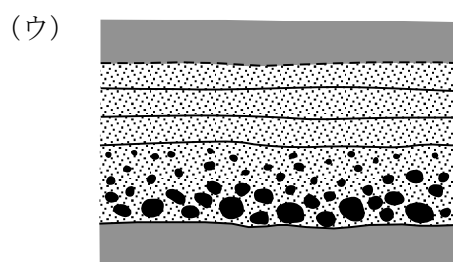
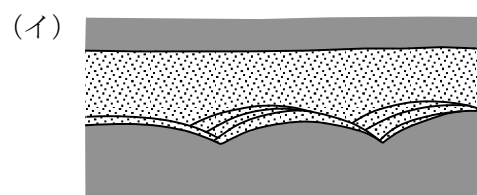
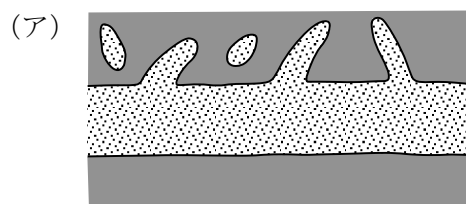
問1 図2.1はある傾斜した地層の層理面の走向をクリノメーターで測定した時の磁針の位置を示したものである。走向の読みとして最も適切なものを①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① N40° E
- ② N40° W
- ③ N40° S
- ④ N50° E
- ⑤ N50° W
- ⑥ N50° S

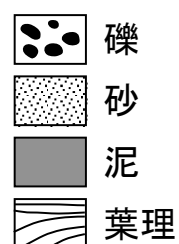
図2.1



問2 次の(ア)～(ウ)の図は、それぞれ地層断面のスケッチである。見かけの上が上位のものを「正」、見かけの下が上位のものを「逆」とした時、「正」と「逆」の組み合わせとして最も適切なものを①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。



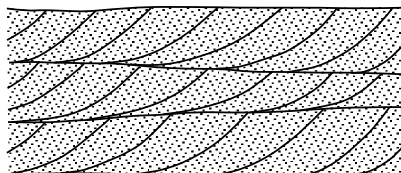
凡例



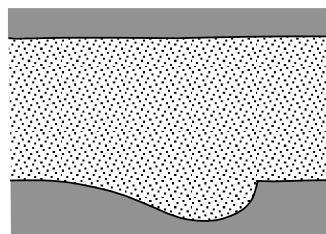
- | | | | |
|---|-------|-------|-------|
| ① | (ア) 正 | (イ) 正 | (ウ) 正 |
| ② | (ア) 正 | (イ) 正 | (ウ) 逆 |
| ③ | (ア) 正 | (イ) 逆 | (ウ) 正 |
| ④ | (ア) 正 | (イ) 逆 | (ウ) 逆 |
| ⑤ | (ア) 逆 | (イ) 正 | (ウ) 正 |
| ⑥ | (ア) 逆 | (イ) 正 | (ウ) 逆 |
| ⑦ | (ア) 逆 | (イ) 逆 | (ウ) 正 |
| ⑧ | (ア) 逆 | (イ) 逆 | (ウ) 逆 |

問3 次の(ア)～(ウ)の図は、それぞれ地層断面のスケッチである。それぞれの地層を堆積させた水の流れる方向(古流向)の組み合わせとして最も適切なものを①～⑧から1つ選び、番号を1つマークしなさい。

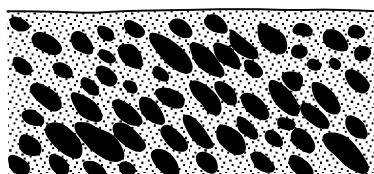
(ア)



(イ)



(ウ)



凡例



礫



砂



泥



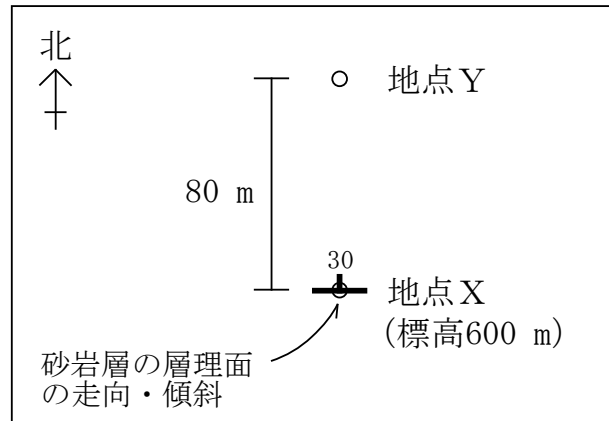
葉理

- | | | | |
|---|---------|---------|---------|
| ① | (ア) 左→右 | (イ) 左→右 | (ウ) 左→右 |
| ② | (ア) 左→右 | (イ) 左→右 | (ウ) 右→左 |
| ③ | (ア) 左→右 | (イ) 右→左 | (ウ) 左→右 |
| ④ | (ア) 左→右 | (イ) 右→左 | (ウ) 右→左 |
| ⑤ | (ア) 右→左 | (イ) 左→右 | (ウ) 左→右 |
| ⑥ | (ア) 右→左 | (イ) 左→右 | (ウ) 右→左 |
| ⑦ | (ア) 右→左 | (イ) 右→左 | (ウ) 左→右 |
| ⑧ | (ア) 右→左 | (イ) 右→左 | (ウ) 右→左 |

問4 今、標高 600m の地点 X において厚さ 10cm の砂岩層が認められた（図 2.2）。砂岩層の層理面の走向は東・西で、傾斜は北に 30° であった。この地点から真北に 80m の地点 Y における砂岩層の標高として一番近いものを①～⑥から 1 つ選び、番号をマークしなさい。
ただし、砂岩層の層理面は平面で、断層や褶曲はないものとし、 $\sqrt{3} = 1.7$ とする。

- ① 464m
- ② 506m
- ③ 553m
- ④ 647m
- ⑤ 694m
- ⑥ 736m

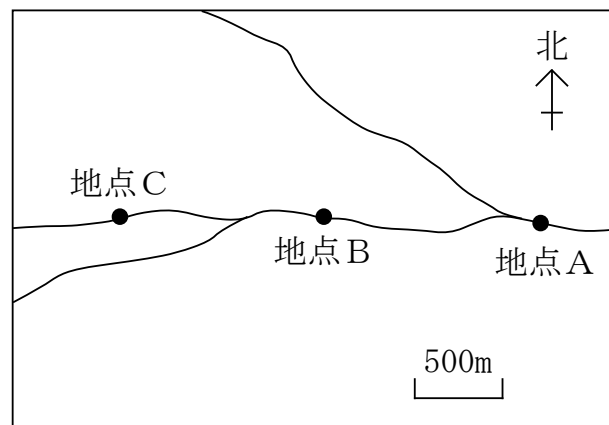
図 2.2



問5 ある地域を西から東に直線的に流れる川で地質調査を行った（図 2.3）。この地域は砂岩と泥岩の互層からなり、川下にある地点 A とその上流の地点 B、さらに上流の地点 C の 3 箇所において地層の層理面の走向・傾斜を測定したところ、下のようなであった。この地域の地質構造を述べた文として最も適切なものを下の選択肢①～④から 1 つ選び、番号をマークしなさい。

- 地点 A : N45° E 15° SE
 地点 B : 水平
 地点 C : N45° E 15° NW

図 2.3



- ① 地層は褶曲しており、地点 B において向斜軸が北東-南西方向に走る。
- ② 地層は褶曲しており、地点 B において向斜軸が北西-南東方向に走る。
- ③ 地層は褶曲しており、地点 B において背斜軸が北東-南西方向に走る。
- ④ 地層は褶曲しており、地点 B において背斜軸が北西-南東方向に走る。

問6 次の(ア)～(エ)は化石に関する説明文である。文(ア)～(エ)について、正しいものを○, 誤っているものを×とした時の○×の組み合わせとして最も適切なものを①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。

(ア) アンモナイトの殻は巻き貝のように巻いているが、巻き貝(腹足類)とは異なり、腕足類の仲間である。

(イ) アンモナイトの殻の中には壁があり、区切られている。

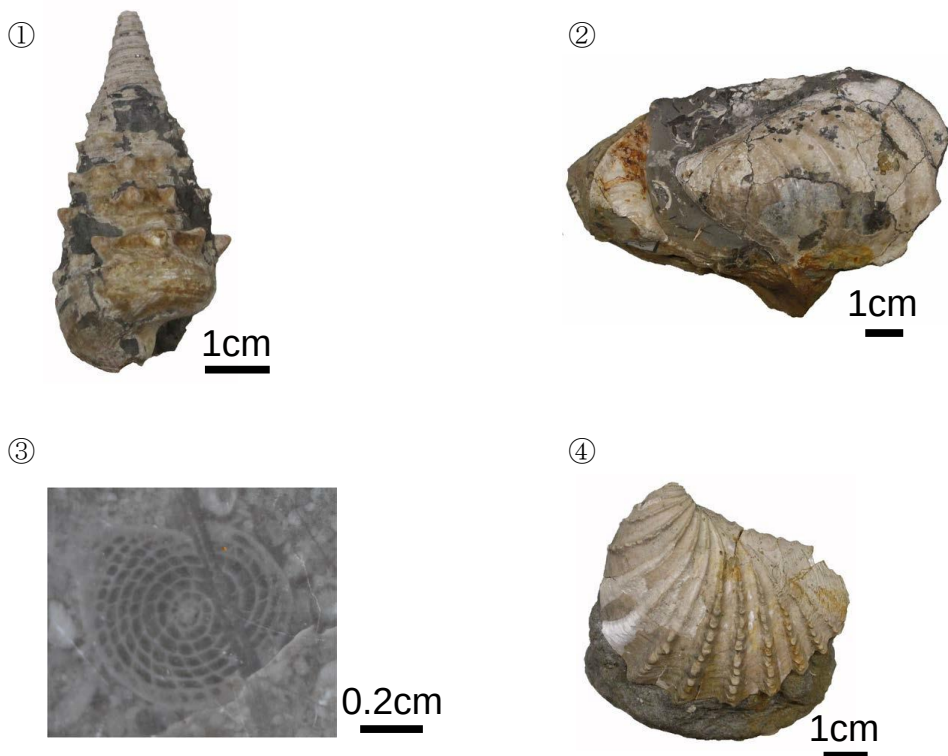
(ウ) イノセラムスは殻が三角形をしているので、三角貝とも呼ばれる。

(エ) フズリナをある断面で見ると渦巻きのようになっており、また、細かく分かれた部屋のようにになっている。

- | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|
| ① | (ア) ○ | (イ) ○ | (ウ) ○ | (エ) ○ |
| ② | (ア) ○ | (イ) ○ | (ウ) ○ | (エ) × |
| ③ | (ア) ○ | (イ) × | (ウ) ○ | (エ) × |
| ④ | (ア) ○ | (イ) × | (ウ) × | (エ) × |
| ⑤ | (ア) × | (イ) ○ | (ウ) ○ | (エ) ○ |
| ⑥ | (ア) × | (イ) ○ | (ウ) × | (エ) ○ |
| ⑦ | (ア) × | (イ) × | (ウ) × | (エ) ○ |
| ⑧ | (ア) × | (イ) × | (ウ) × | (エ) × |

問7 次の文はある化石についての説明である。この化石の写真として最も適切なものを①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

「原生動物の化石で、希塩酸をかけると反応する。古生代末で絶滅した。」



問 8 古生代は6つの地質時代区分（紀）に分けられている（図 2.4）。古生代の地質時代区分のうち古い方から2番目の名称としても最も適切なものを次の選択肢①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 石炭紀
- ② オルドビス紀
- ③ シルル紀
- ④ ペルム紀（二畳紀）

新しい 古 生 代 古い	6 番目
	5 番目
	4 番目
	3 番目
	2 番目
	1 番目

図 2.4

問 9 次の（ア）～（ウ）は地史と古生物に関する説明文である。文（ア）～（ウ）について、正しいものを○，誤っているものを×とした時の○×の組み合わせとして最も適切なものを①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。

- （ア）ストロマトライトと呼ばれる層状の構造体は，海洋の珪藻プランクトンが季節に応じて繁殖することで形成されたものであり，地球環境変動解析に使われる。
- （イ）バージェス頁岩は約5億年前のカンブリア紀に堆積した地層で，硬い殻をもつ動物化石が含まれる。
- （ウ）約9900万年前の白亜紀末に起きた生物の大量絶滅の原因は，フロリダ半島沖に隕石が衝突したことが原因であると考えられている。

- ① （ア）○ （イ）○ （ウ）○
- ② （ア）○ （イ）○ （ウ）×
- ③ （ア）○ （イ）×
- ④ （ア）○ （イ）×
- ⑤ （ア）×
- ⑥ （ア）×
- ⑦ （ア）×
- ⑧ （ア）×

問 10 放射性元素 ^{238}U は半減期 4.5×10^9 年でもって ^{206}Pb になる。今から45億年前にできた岩石について，その岩石ができた時には鉛は全くなかったとして，現在その岩石に含まれる ^{238}U と ^{206}Pb の質量の比（ $^{238}\text{U} : ^{206}\text{Pb}$ ）として最も適切なものを①～⑤から1つ選び，番号をマークしなさい。

- ① 119:103
- ② 119:206
- ③ 119:52
- ④ 1190:103
- ⑤ 119:1030

第3問

地球の形と地球内部構造に関して、次の問1～問3の各問いに答えなさい。

問1 地球は完全な球形ではない。このため、緯度1度あたりの子午線の長さは場所によって少しずつ異なっている。表3.1は、過去2回（2008年北京（中国）、2012年ロンドン（イギリス））及び次回（2016年リオデジャネイロ（ブラジル））の夏季オリンピック開催都市（図3.1）付近における、緯度差1度あたりの子午線の長さを示したものである。これに関して、（1）～（2）の間に答えなさい。

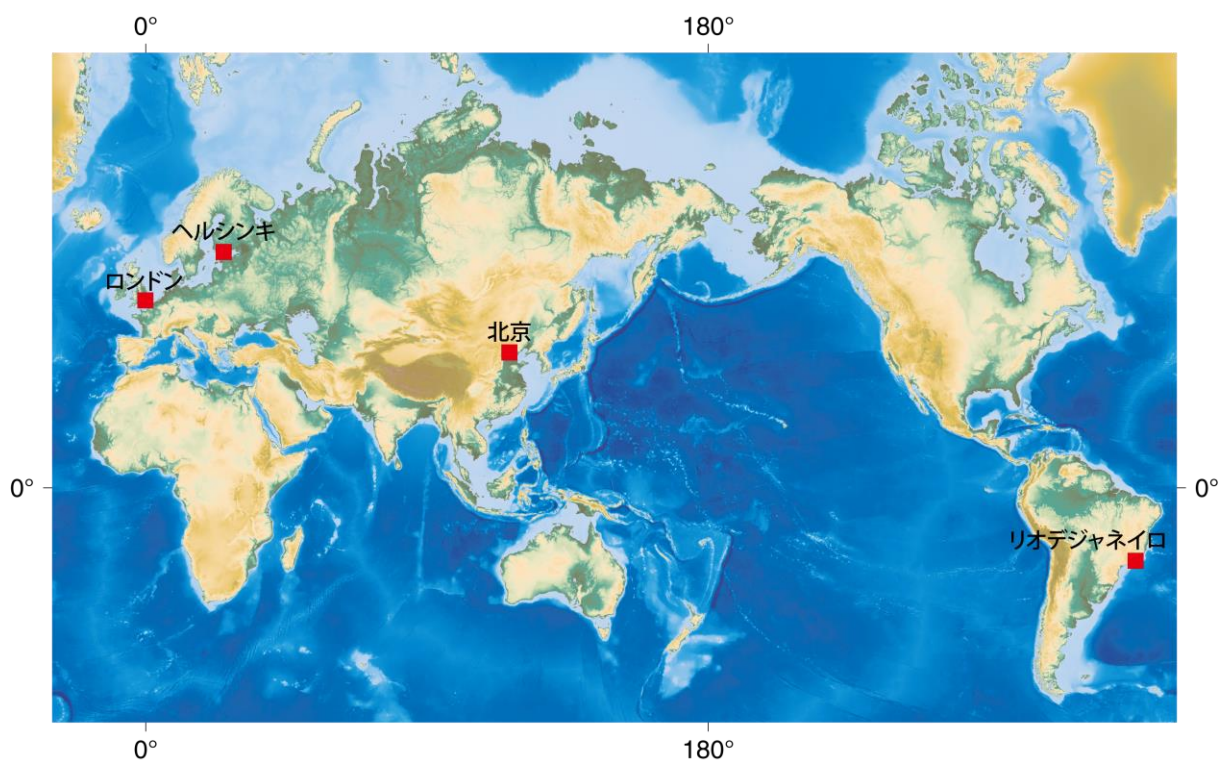


図 3.1 夏季オリンピック開催都市

表 3.1 夏季オリンピック開催都市における緯度差1度あたりの子午線の長さ

都市名	緯度差1度あたりの子午線の長さ
都市A	111.25 km
都市B	111.03 km
都市C	110.74 km

(1) 3つの都市の組み合わせとして最も適切な組み合わせとして最も適切なものを①～⑥から1つ選び番号をマークしなさい。

- | | | |
|---------------|-------------|------------|
| ① A：北京, | B：ロンドン, | C：リオデジャネイロ |
| ② A：北京, | B：リオデジャネイロ, | C：ロンドン |
| ③ A：ロンドン, | B：北京, | C：リオデジャネイロ |
| ④ A：ロンドン, | B：リオデジャネイロ, | C：北京 |
| ⑤ A：リオデジャネイロ, | B：北京, | C：ロンドン |
| ⑥ A：リオデジャネイロ, | B：ロンドン, | C：北京 |

(2) リオデジャネイロにおいて、太陽が最も真上に近づく日が含まれる月として最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 3月 ② 6月 ③ 9月 ④ 12月

問2 過去の夏季オリンピック開催都市で、最も緯度が高いのはヘルシンキ（フィンランド、1952年、北緯60度；図3.1）である。これに関連して、(1)～(5)の問いに答えなさい。

(1) 北極点とヘルシンキの間のおよその距離として最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 533 km ② 1,067 km ③ 3,333 km ④ 6,667 km

(2) ヘルシンキにおける遠心力の大きさは赤道上における遠心力のおよそ何倍か。

最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 0.50 倍 ② 0.87 倍 ③ 1.00 倍 ④ 2.00 倍

(3) 図3.2は各緯度における標準重力値のグラフである。ヘルシンキでの引力の大きさはおよそどれくらいか、最も適切なものを①～⑥から1つ選び番号をマークしなさい。

ただし、赤道上での遠心力の大きさは引力の300分の1であるとする。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① 9.791 N | ② 9.803 N | ③ 9.835 N |
| ④ 9.847 N | ⑤ 9.852 N | ⑥ 9.884 N |

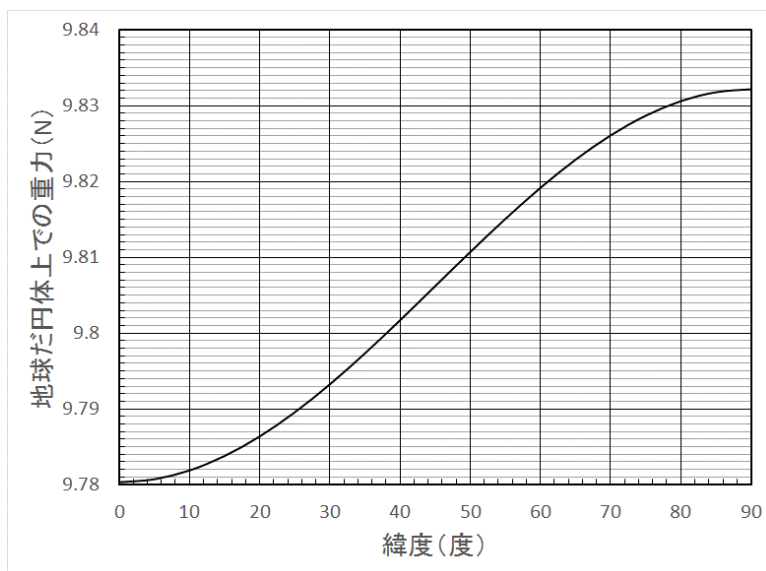


図 3.2 地球だ円体上での標準重力値

- (4) 次の文章はスカンジナビア地方で現在も進行している地殻変動について説明したものである。空欄(ア)～(イ)に当てはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

地殻はマントルよりも密度が(ア)ため、地殻の厚さや重みに応じてマントルの上を浮き沈みしている。このとき、地殻に働く重力と浮力が釣り合っている状態をアイソスタシーという。スカンジナビア地方では、氷期が終わったことにより地表の氷による荷重が減少したため、釣り合いを回復するように年間約1 cm(イ)している。

- ① ア：大きい イ：沈降
- ② ア：大きい イ：隆起
- ③ ア：小さい イ：沈降
- ④ ア：小さい イ：隆起

問3 地球の内部構造に関して、(1)～(3)の問いに答えなさい。

- (1) リソスフェアとアセノスフェアの関係について述べたものとして、最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 大陸地域のリソスフェアの厚さは海洋地域のリソスフェアの厚さよりも薄い。
- ② リソスフェアとアセノスフェアの境界がモホロビッチ不連続面である。
- ③ リソスフェアとアセノスフェアとは境界をはさんで、岩石の種類が異なる。
- ④ アセノスフェアの地震波速度はリソスフェアよりも少し遅い。

- (2) 図3.3は地殻と核における元素の平均的な組成を示したグラフである。グラフ中の**元素A**として最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① ニッケル (Ni) ② 鉄 (Fe) ③ ケイ素 (Si)
- ④ アルミニウム (Al) ⑤ マグネシウム (Mg)

- (3) 図3.3のグラフ中の**元素B**、**元素C**、**元素D**の組み合わせとして最も適切なものを①～⑥から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① B：ケイ素 (Si) C：アルミニウム (Al) D：マグネシウム (Mg)
- ② B：ケイ素 (Si) C：酸素 (O) D：アルミニウム (Al)
- ③ B：マグネシウム (Mg) C：酸素 (O) D：アルミニウム (Al)
- ④ B：マグネシウム (Mg) C：アルミニウム (Al) D：ケイ素 (Si)
- ⑤ B：酸素 (O) C：ケイ素 (Si) D：アルミニウム (Al)
- ⑥ B：酸素 (O) C：ケイ素 (Si) D：マグネシウム (Mg)

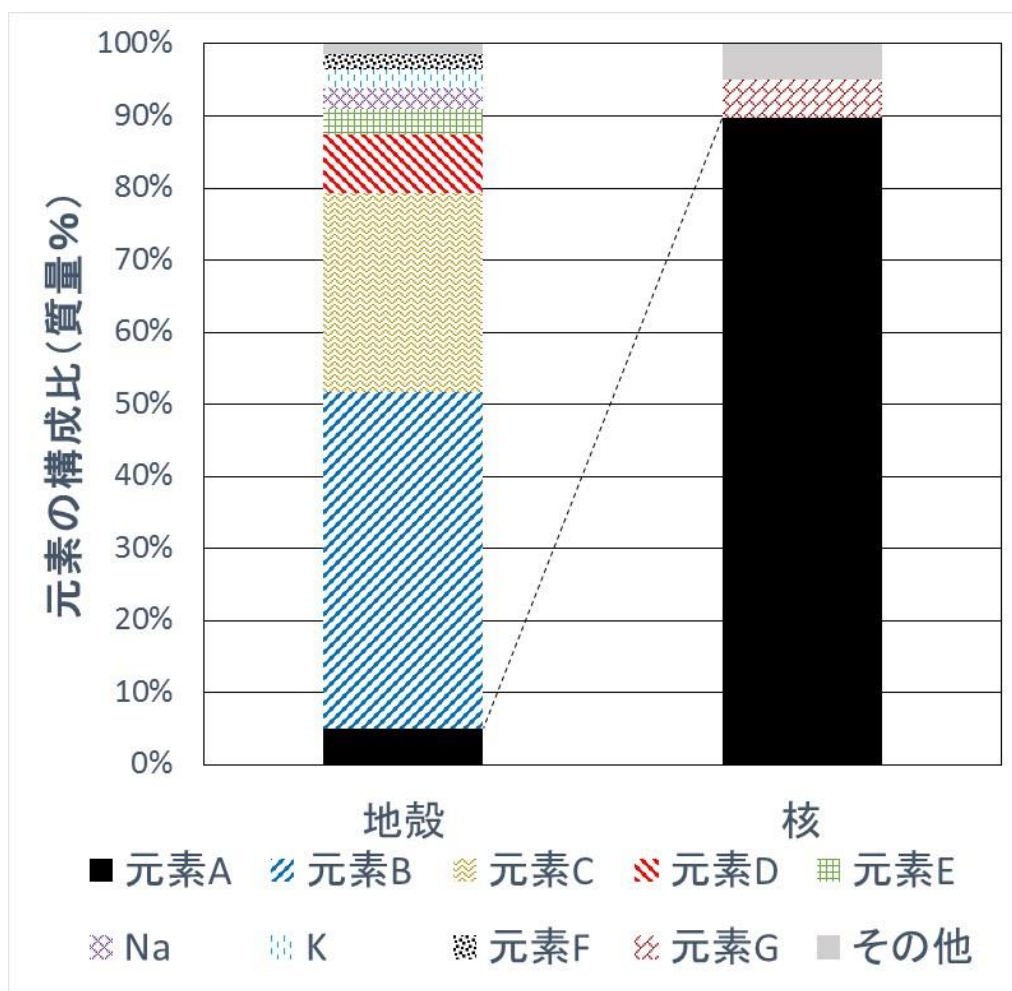


図 3.3 地殻と核における平均的な元素組成 (重量%)

第4問

プレートテクトニクスと地震に関して、次の問1～問2の各問いに答えなさい。

問1 写真 4.1 はアメリカ合衆国カリフォルニア州のある地点で見られる断層運動によって生じた道路のずれ（破線で示した付近）の写真である。これに関連して、(1)～(4)の間に答えなさい。



写真 4.1 アメリカ合衆国カリフォルニア州ホリスター市内にみられる道路のずれ

(1) 写真 4.1 で観察されているずれの情報から、この断層運動どのような種類の断層であると判断できるか。最も適切なもの①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 逆断層 ② 正断層 ③ 右横ずれ断層 ④ 左横ずれ断層

(2) カリフォルニア州のサンアンドレアス断層はトランスフォーム断層の1つである。トランスフォーム断層についての記述として、最も適切なもの①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 中央海嶺が陸上に姿を現したものである。
② 移動する2つのプレートどうしがすれ違うプレート境界に形成される。
③ 軽い大陸プレートどうしが沈み込むことなく衝突することによって形成される。
④ トランスフォーム断層にはひずみが蓄積されない。

(3) 地震と活断層についての記述として最も適切なもの①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 活断層は陸上にのみ存在し、海域には見られない。
② 最後に地震を起こしたのが2万年前以上であれば、今後は地震を起こす可能性はない。
③ 地形の調査から活断層が見つからない地域では大きな地震は起きない。
④ 地震の大きさによっては、震源断層のずれが地表に現れないこともある。

(4) 活断層の調査についての記述として、適切でないものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 噴出年代の分かっている火山灰などによる鍵層を含む地層を参考にして、断層のずれの量を計測する。
- ② 現地調査や地形図、空中写真をもとに谷筋や山の尾根のずれなどの変動地形を探す。
- ③ 活断層で発生する地震の活動間隔はとても長いことを考慮して、できるだけ古い地層だけを重点的に調査する。
- ④ 活断層の周辺で三角測量や GPS による測量を繰り返し、蓄積されているひずみの量を調べる。

問2 図 4.1 は本州周辺のプレート境界を図示した地図である。これに関連して、(1)～(5)の問いに答えなさい。

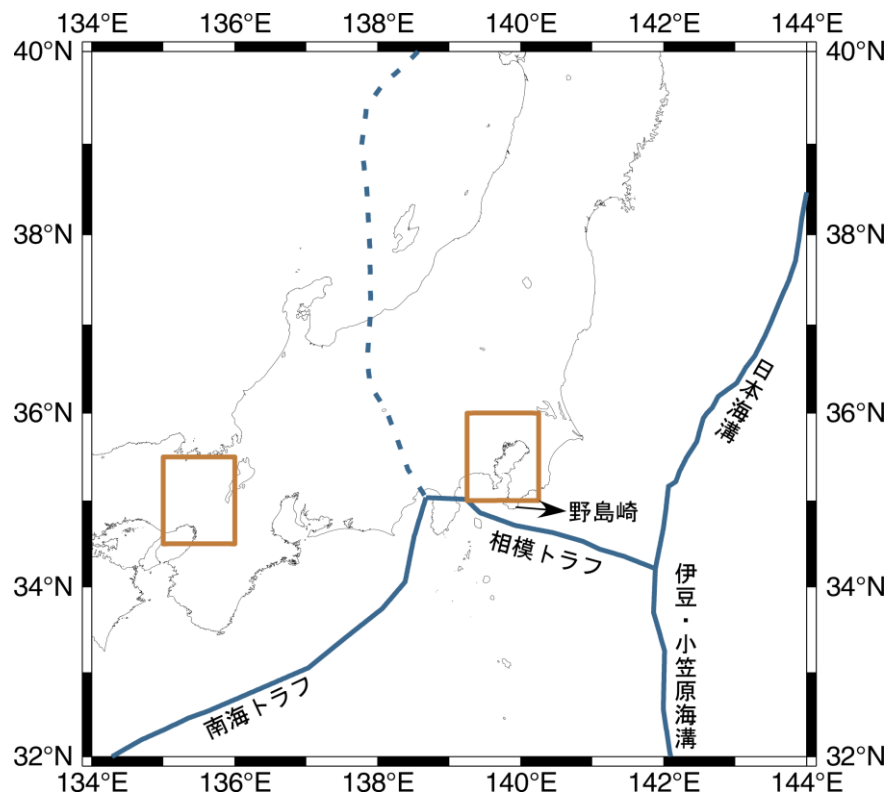


図 4.1 本州周辺のプレート境界 (青色線)

(1) 図 4.1 の範囲におけるプレートテクトニクスに関して述べたものとして、適切でないものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 相模トラフで巨大な海溝型地震(プレート境界地震)が発生すると、房総半島の先端(野島崎)は地震前に比べて隆起する。
- ② ハワイ島は年間約 10 cm の速さで日本列島から遠ざかっている。
- ③ 火山フロント(火山前線)は海溝から 100～300 km 離れたところに、海溝にほぼ平行に分布している。
- ④ 沈み込み境界の地下では、結晶片岩などの変成岩(広域変成岩)がつくられる。

- (2) 津波に関して述べた以下の文章の空欄（ア）～（イ）に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適切な組み合わせを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

海溝付近で巨大地震が起こると津波が発生することがある。水深が深いほど津波の伝わる速度は（ ア ），海岸に近づき水深が浅くなると津波の高さは（ イ ）なる。

- ① ア：速く イ：高く
- ② ア：速く イ：低く
- ③ ア：遅く イ：高く
- ④ ア：遅く イ：低く

- (3) 図 4.2 は図 4.1 中に長方形で示されている2つの領域(東京周辺, 京都周辺)において 2005 年1月1日から2014年12月31日までの10年間に発生したマグニチュード2以上の地震について、震源の深さ別に地震の個数を示したグラフである。領域 a 及び領域 b がそれぞれいずれかの領域に対応している。領域 a の地震は深さ 0～150 km の広い範囲で発生しているのに対し、領域 b の地震は深さ 0～20 km の範囲に集中している。このことを説明した記述として、最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 領域 a の下には、2つの海洋プレートが重なり合うように沈み込んでいるため。
- ② 領域 a は領域 b よりも海溝軸から遠く、大陸地殻の厚さが厚いため。
- ③ 領域 a 周辺には大都市が発達しているために人間・社会活動によるノイズが多く、震源決定の誤差が非常に大きいため。
- ④ 領域 a は火山フロントに近く、地下深部のマグマの動きによって地震が発生しているため。
- ⑤ 領域 a では1995年兵庫県南部地震の余震活動が活発なため。

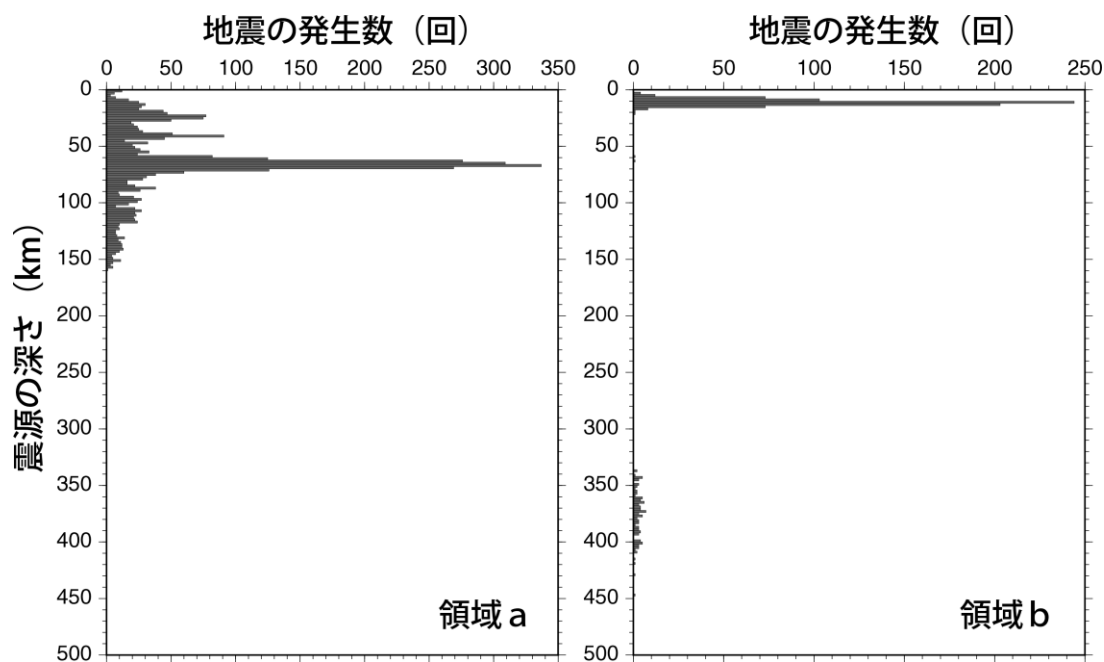


図 4.2 図 4.1 の領域 a 及び領域 b における深さ毎の地震の発生数 (2005～2014 年)

- (4) (3) の領域 **b** では深さ約 350～400 km 付近にも地震が数多く発生しているが、(3) の領域 **a** ではそのような地震は見られない。これについて述べた以下の文の空欄 (ア) ～ (イ) に当てはまる語句として最も適切なものをそれぞれの選択肢①～④から 1 つずつ選び番号をマークしなさい。

(3) の領域 **b** の深さ約 350～400 km で発生している地震は (ア) プレーートの内部で発生した地震である。このような地震を (イ) 地震という。

空欄 (ア) の選択肢

- ① ユーラシア ② 北アメリカ ③ 太平洋 ④ フィリピン海

空欄 (イ) の選択肢

- ① 直下型 ② 深発 ③ 内陸地殻内 ④ プレート境界

- (5) 図 4.3 は (3) の領域 **b** で発生した地震のうち深さが 20 km 以浅の地震について、マグニチュード毎に 0.1 刻みで頻度分布を示したグラフである。マグニチュードの小さい地震ほどたくさん発生していることが分かる。10 年間に発生したマグニチュード 3.0 の全地震で解放されるエネルギーの総和は、同期間のマグニチュード 1.0 の全地震で解放されるエネルギーの総和のおよそ何倍であるか計算で求め、最も適切なものを選択肢から 1 つ選び、その番号をマークしなさい。

- ① 0.03 倍 ② 0.4 倍 ③ 2 倍 ④ 13 倍 ⑤ 1000 倍

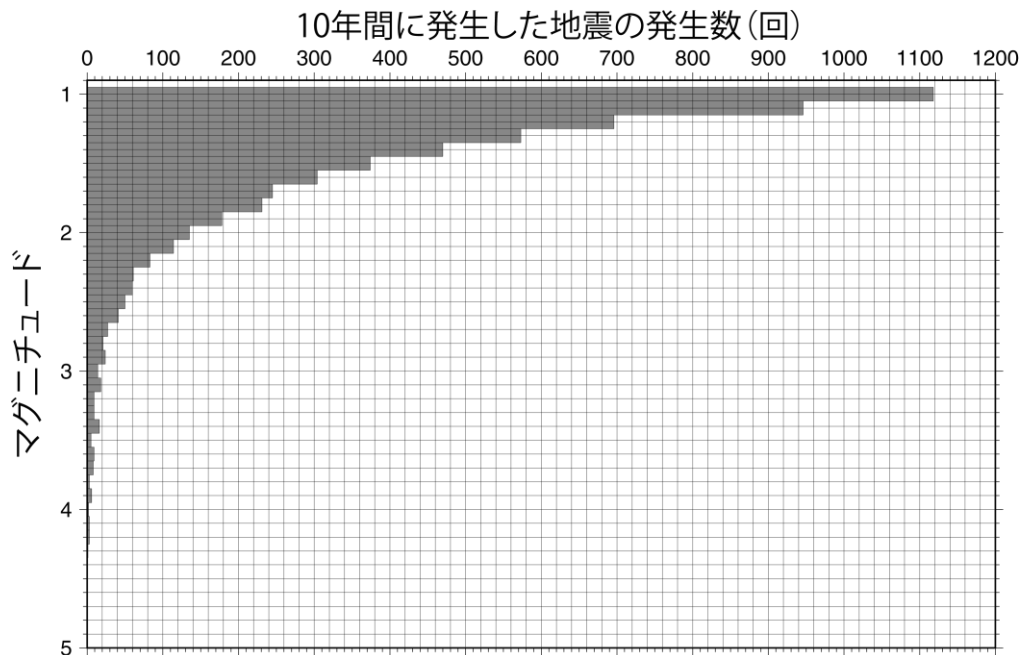


図 4.3 領域 **b** におけるマグニチュード毎の地震の発生数 (2005～2014 年、深さ 20 km 以浅)

第 5 問

次の図は、各季節を代表する4つの時期において日本南方の海域で観測された、海面から深度1500m（図5.1）と250m（図5.2）までの水温の鉛直方向の変化を示している。また、図5.3は太平洋における海面から深さ4000mまでの水温の南北方向の断面図を示している。これらの図を参考にして、次の問1～問5の各問いに答えなさい。

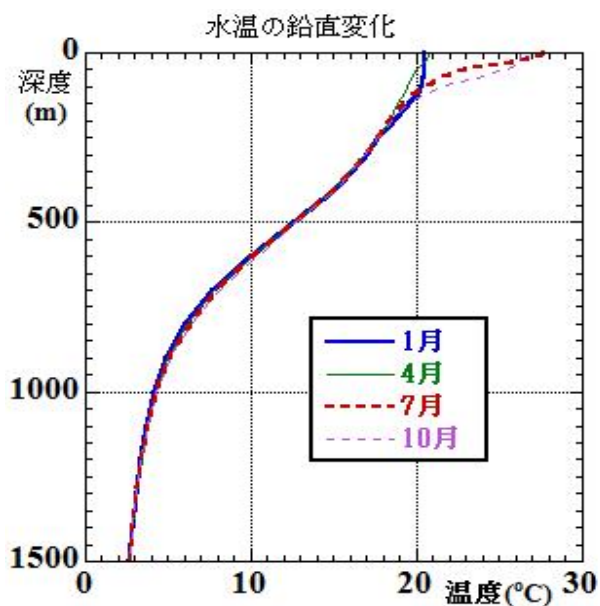


图 5.1

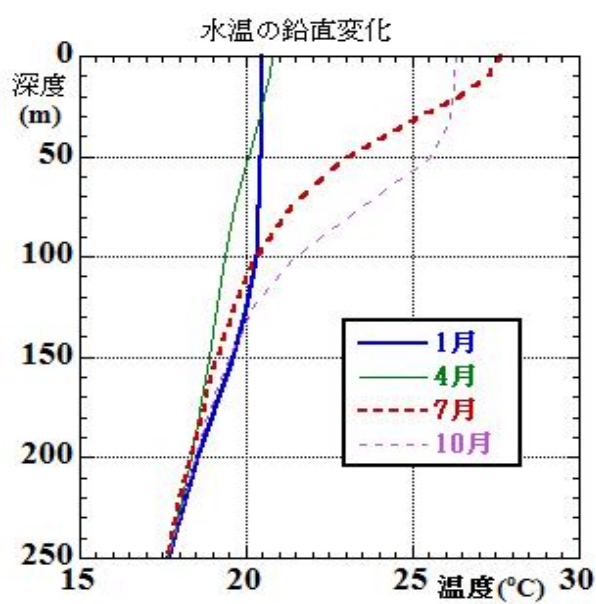


图 5.2

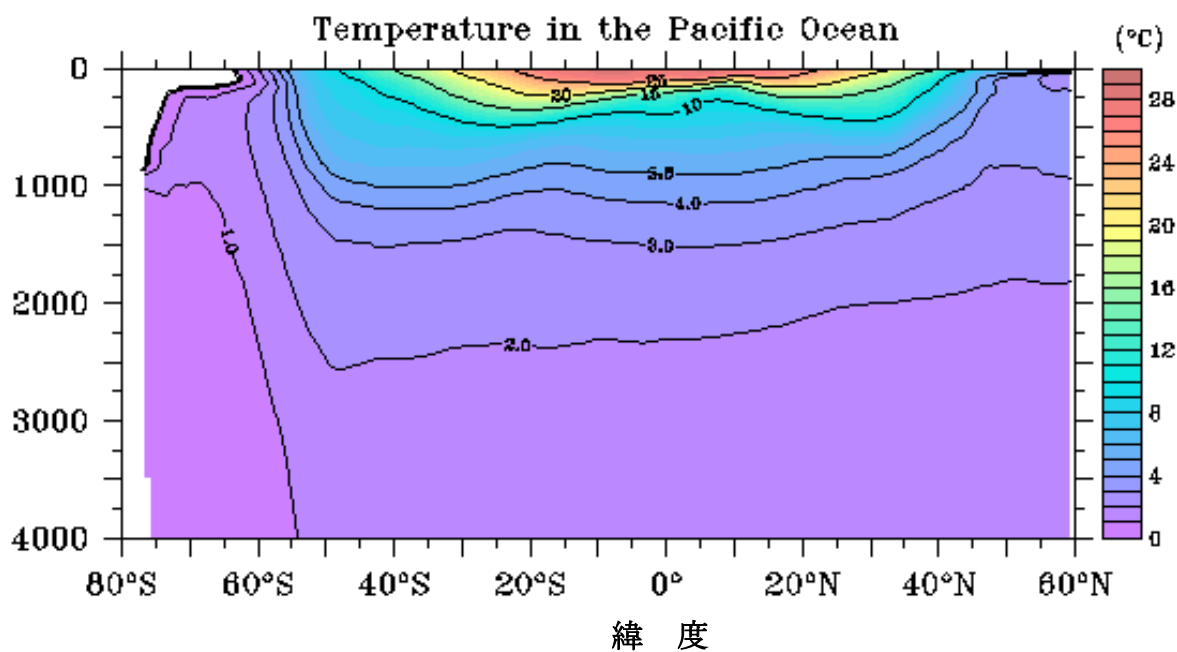


図 5.3

問1 次の文章中の空欄において、() に対してはA群の選択肢①～⑧より、[] に対してはB群の選択肢①～⑧より最も適切なものを1つ選び番号をマークしなさい。(ただし、同じ番号が入ることもあります)。

日本南方の海域における海水中の温度は、深さと共に(a)くなる傾向にある。海水の重さ(密度)は、水温と[b]によって変化するが、1000mより浅い海水に対する[b]の影響は小さく、水温が(a)いほど海水は(c)くなる。この結果、海洋中では大気中に比べて鉛直方向の海水の動きが(d)い。図7.1において、水温の季節による違いは約250mより浅い深度に限られ、ここから1000mまでの深度では水温が(e)度以上も低下する。_A 250mより浅い深度における水温は季節による相違が大きく、[f]には鉛直方向にほぼ一定の水温になる。_B。これはこの時期に[g]が非常に大きくなるという気象条件によって海水が鉛直方向によく混合される結果と考えられる。夏季から秋季の時期は、海面を通して海水が[h]されるため、表層付近の水温が(i)くなる。その結果、表層付近より深い層との間で水温の鉛直方向の変化が(j)い層が形成される。

(A群) ; (a), (c), (d), (e), (i), (j)の選択肢

- | | | | |
|-----|-----|------|------|
| ① 小 | ② 大 | ③ 高 | ④ 低 |
| ⑤ 重 | ⑥ 軽 | ⑦ 15 | ⑧ 30 |

[B群] ; [b], [f], [g], [h]の選択肢

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 夏季 | ② 冬季 | ③ 加熱 | ④ 冷却 |
| ⑤ 塩分 | ⑥ 密度 | ⑦ 風速 | ⑧ 湿度 |

問2 海水温の鉛直構造に関する次の記述より、最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 海水中の密度の変化は大気と同様に温度の変化と関係が深く、密度の鉛直構造はどの海域でも水温構造と同様な特性をもつ。
- ② 海洋は水温が深度と共に一様に減少することにより安定であり、水温が深度と共に上昇する特性が観測されることはない。
- ③ 海洋表層の水温は海面から蒸発することにより低温化するため、蒸発の活発な日本南方の海域における表層水温は周囲の海域より低くなる。
- ④ 海洋中の水温変化は海域によって顕著な違いがあるが、水深が約2000mより深くなると海域による水温の違いは数度以内に限られる。

問3 問1の説明文章中の下線部AおよびBにおける層の名称として最も適切なものを①～④からそれぞれ1つ選び番号をマークしなさい。

- | | | | |
|-------|--------|------|------|
| ① 混合層 | ② 水温躍層 | ③ 中層 | ④ 深層 |
|-------|--------|------|------|

問4 問1の説明文章中の下線部Aの層に関する次の記述より、最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 水温の鉛直変化が大きい層は、熱帯から極域のどの海域でもほぼ同じ深度にみられる。
- ② 水温の鉛直変化が大きい層は、海域によって深度は異なるがどの海域でもみられる。
- ③ 水温の鉛直変化が大きい層は、海域によってはみられない海域も存在する。
- ④ 水温の鉛直変化が大きい層は、季節によってはみられない時期もあるが、必ずどの海域でもみられる。

問5. 問1の説明文章中の二重下線部に関するつぎの記述より、最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 海洋中における鉛直方向の海水の動きはどの海域においてもほとんどみられない。
- ② 海洋中における鉛直方向の海水の動きは海域によっては水平方向の運動に比べて大きくなる海域が存在する。
- ③ 海洋中での鉛直方向の海水の動きは海面付近での加熱・冷却が原因となる表層付近だけに限られる。
- ④ 海洋中の鉛直方向の海水の動きは、海面から海底まで達する深度で起きており、地球規模の循環の要因となっている。

第6問

問1 雲について述べた次の文章の空欄（ア）と（イ）に入る語句として、最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

『地球の対流圏で発生する雲は10種類に分類することができる。このうち、降水をもたらす雲は、おもに（ア）と（イ）である。（ア）は持続的な降水を、（イ）は一時的な強い降水をもたらすことが多い。』

- ① 積乱雲
- ② 層積雲
- ③ 高積雲
- ④ 乱層雲
- ⑤ 巻層雲

問2 積乱雲の発生、発達のおくみについて述べた次の文章の空欄（ア）～（ウ）に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適切なものを①～④から選び番号をマークしなさい。

『水蒸気を含んでいるが飽和には達していない空気塊が持ち上げられたときの温度変化を考えよう。持ち上げられた空気塊の温度は（ア）に従って低下していき、やがて飽和に達する。さらに上昇を続けると、（イ）に従って温度が下がっていく。まわりの空気の温度減率が湿潤断熱減率よりも（ウ）場合、持ち上げられた空気塊の温度は、やがてまわりの空気の温度よりも高くなって、外力がなくても浮力によって上昇を続けられるようになる。』

- | | ア | イ | ウ |
|---|--------|--------|-----|
| ① | 乾燥断熱減率 | 湿潤断熱減率 | 大きい |
| ② | 乾燥断熱減率 | 湿潤断熱減率 | 小さい |
| ③ | 湿潤断熱減率 | 乾燥断熱減率 | 大きい |
| ④ | 湿潤断熱減率 | 乾燥断熱減率 | 小さい |

問3 雲中での氷晶の成長について述べた次の文章の空欄（ア）～（ウ）に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適切なものを①～④から選び番号をマークしなさい。

『0℃以下の比較的低温な雲の中では、氷晶と過冷却水滴が共存することが多い。一般に水に対する飽和水蒸気圧よりも、氷に対する飽和水蒸気圧のほうが（ア）。このため、空気中の水蒸気は、水に対しては（イ）であっても氷に対しては（ウ）となることがある。このような条件下では、過冷却水滴が蒸発する一方で、氷晶のまわりで水蒸気が昇華して氷晶が効率的に成長する。』

- | | ア | イ | ウ |
|---|----|-----|-----|
| ① | 高い | 飽和 | 未飽和 |
| ② | 高い | 未飽和 | 飽和 |
| ③ | 低い | 飽和 | 未飽和 |
| ④ | 低い | 未飽和 | 飽和 |

問4 気象衛星について述べた次の文章の空欄（ア）と（イ）に入る最も適切な語句を、それぞれの選択肢①～④から1つずつ選び番号をマークしなさい。

『気象衛星による雲画像としては、可視画像と（ア）画像が広く使われている。可視画像は、人間の目で見える波長帯で撮影していて、通常の写真と同様に、厚い雲が白く表現される。一方、（ア）画像では宇宙から見て温度の低い場所が白く表現される。このため、（イ）雲ほど白く見える。』

（ア）に入る語句の選択肢

- ① X線
- ② 紫外
- ③ 赤外
- ④ マイクロ波

（イ）に入る語句の選択肢

- ① 雲頂高度が低い
- ② 雲頂高度が高い
- ③ 雲底高度が低い
- ④ 雲底高度が高い

問5 図6.1は、気温と飽和水蒸気圧との関係を示している。この図を用いて、下に挙げるア～エの4種類の空気のうち、露点が最も高い空気と低い空気の組み合わせとして最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

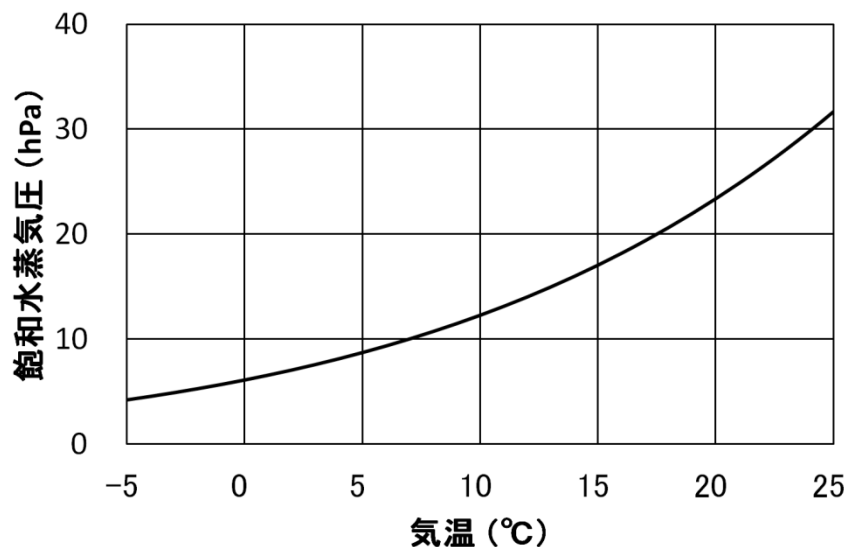


図6.1

ア. 気温10℃, 相対湿度80%

イ. 気温10℃, 相対湿度30%

ウ. 気温15℃, 相対湿度80%

エ. 気温20℃, 相対湿度30%

露点が最も高い 露点が最も低い

- | | | |
|---|---|---|
| ① | ウ | ア |
| ② | ウ | イ |
| ③ | エ | ア |
| ④ | エ | イ |

問6 精密な気圧計を用いて、地上と同じ場所の地上10mの2か所で気圧を測定した。その結果、地上では1013.25 hPa、地上10mでは1012.04 hPaという結果が得られた。気圧はその場所よりも上にある大気の重さに等しいと仮定して、地上から地上10mの間にある空気の密度を求め、最も適切なものを①～⑥から1つ選び番号をマークしなさい。

ただし、質量1 kgの物体にはたらく重力は9.8Nで、1 hPa=100N/m²とする。

- ① 0.0123 kg/m³ ② 0.121 kg/m³ ③ 1.19 kg/m³
④ 1.23 kg/m³ ⑤ 12.1 kg/m³ ⑥ 119 kg/m³

問7 地球の大気について述べた次の文章を読み、次の(1)から(2)の設問に答えなさい。

気圧はその場所よりも上にある大気の重さにほぼ等しいと考えられる。一般に上空に行くほど気圧は低くなる。たとえば、気圧が500hPaになる高度のことを500hPa面高度と呼ぶ。500hPa面高度は平均的には約5500mであるが、気圧配置によって変動する。気温が変化しない場合、地上(海拔0m)での気圧が高くなると、(ア)。一方、地上(海拔0m)での気圧が変化しない場合であっても、気温が上昇すると、空気の密度が(イ)なるので、500hPa面高度は(ウ)する。このため、北半球中緯度においては、地上天気図上で南北方向に気圧の変化がない場合であっても、500hPa面高度は通常、北に行くほど(エ)なっている。

(1) 空欄(ア)に入る文として最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ①500hPa面高度は赤道付近でも高緯度でも上昇する。
②500hPa面高度は赤道付近でも高緯度でも下降する。
③500hPa面高度は、赤道付近では上昇するが高緯度ではほとんど変化しない。
④500hPa面高度は、赤道付近では下降するが高緯度ではほとんど変化しない。

(2) 空欄(イ)～(エ)に入る語句として最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- | | イ | ウ | エ |
|---|----|----|----|
| ① | 高く | 上昇 | 低く |
| ② | 高く | 下降 | 高く |
| ③ | 低く | 上昇 | 低く |
| ④ | 低く | 下降 | 高く |

問8 地球温暖化によって、地球上でさまざまな変化が起こると予想されている。そのような変化の過程のうち、地表面気温をさらに上昇させる効果を持つ過程を「正のフィードバック」という。正のフィードバックではないものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

なお、この問題は、そのような過程が実際に生じるかどうかを問うものではなく、そのような過程が生じた場合に正のフィードバックとして働くかどうかを問うものである。

- ① 気温が上昇して水蒸気が増え、その分だけ大気が赤外線を吸収しやすくなる。
② 高緯度域の積雪や海水が融け、太陽放射に対する反射率が低下する。
③ 高緯度域で永久凍土が融け、地中のメタンが大気に放出される。
④ 地表の温度が上昇し、地表からの赤外線の放射が増える。
⑤ 海水温が上昇し、二酸化炭素が海水に溶けにくくなる

第7問

図7.1は、地球表面における水の分布と循環の経路を、図7.2は地球が受け取る太陽放射エネルギー（点線）と地表面からの地表放射エネルギー（実線）の緯度方向に対する変化を示している。これらの図を参考にし、次の問1～問8の各問いに答えなさい。

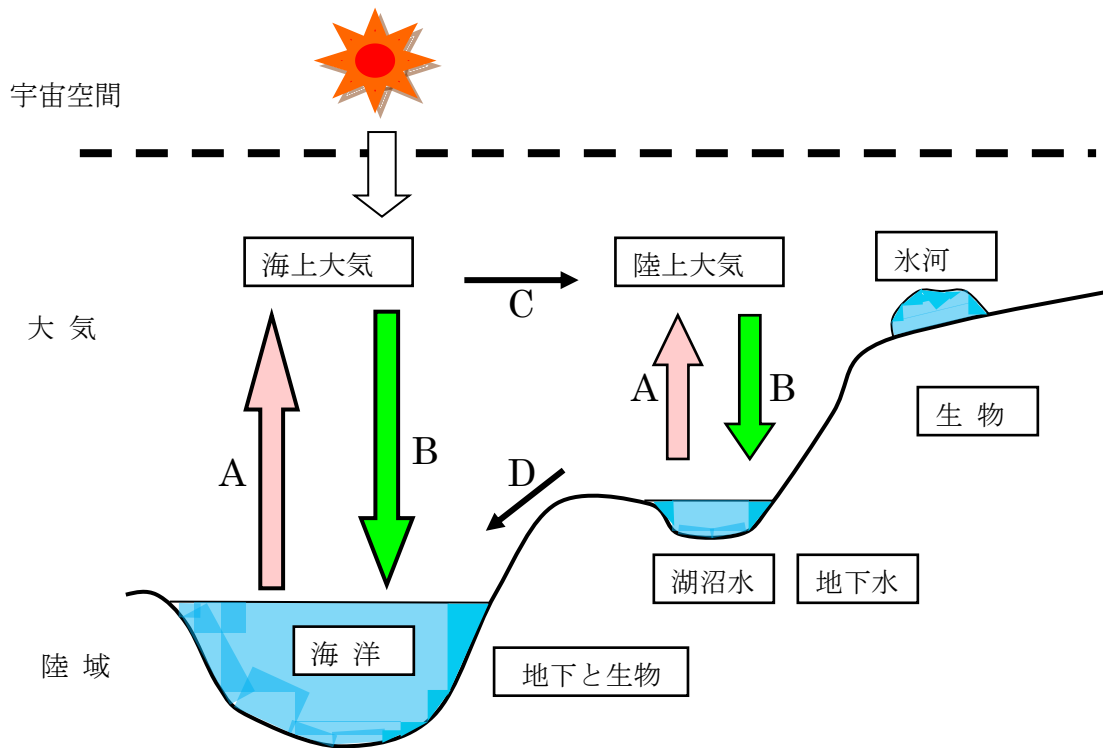


図 7.1

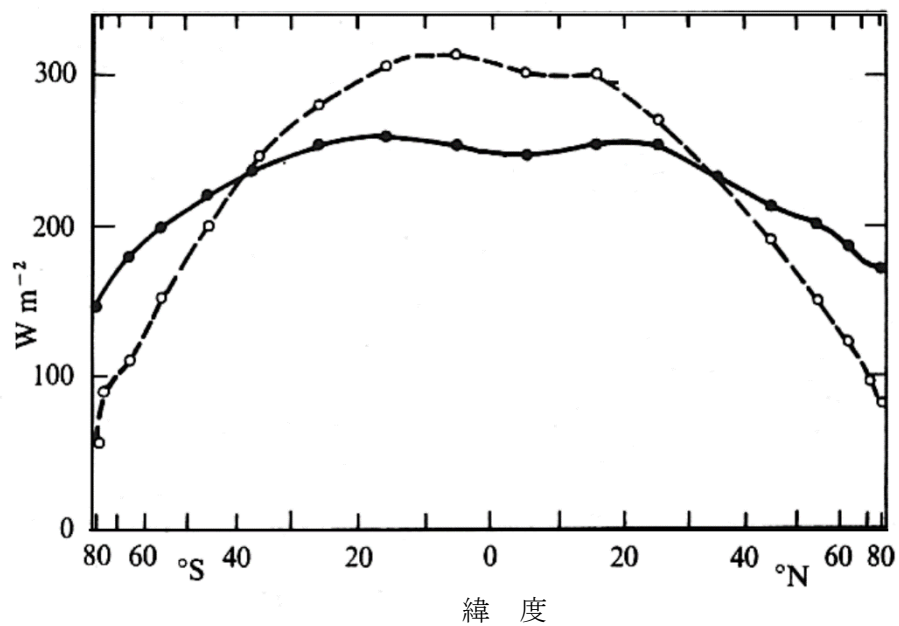


図 7.2 Vonder Harr and Suomi (1971)より

問1 太陽放射と地球放射エネルギーおよび水循環に関する次の文章中の空欄において、
() に対してはA群の選択肢①～⑩より、[] に対してはB群の選択肢①～⑩より
最も適切なものを1つ選び番号をマークしなさい。

太陽放射の約半分は地表面に到達し、一部は大気中で吸収され、残りが地表面や大気中の雲などに反射される。この反射されるエネルギーの入射する太陽放射に対する割合を (a) と
言う。太陽放射は、様々な波長をもつ電磁波から成り立っているが、その中で最も高いエネルギーをもって地表面に達するのは『P』と言われ、約 $0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$ ^(注)の波長をもつ電磁波である。これより短い波長をもつ『Q』と言われる電磁波も太陽放射に含まれているが、この大部分は主として大気上層の (b) に存在する (c) や (d) などによって吸収される。

一方、地球表面からもエネルギーが放射されており、これは波長が『P』よりも長い『R』と言われる電磁波である。この地球放射は、大気中に存在する (e) や (f) によってその大部分が吸収されて大気をほとんど通過することができない x。このように、地球表面は太陽放射によって入射するエネルギーと地球放射が放出するエネルギーとがほぼ釣り合って現在の温度を維持している y と考えられる。

地球表層にある水の総量の約 97% は、海水中にたくわえられており、残りの大部分は [g] として陸に存在する。[g] の約 70% は [h] であり、残りの大部分は [i] などとして存在し、これらは『D』として海水中にもたらされる。大気中にも [j] として水が存在しているが、これは海水が『A』したものである。この大気中の水分は『B』となって地表面へもたらされる。また、海上大気中と陸上大気中の間でも絶えず『C』として水の移動がもたらされ、地球表層全体の水循環が維持されている。

大気上端における太陽放射 (点線) と地表面からの地球放射 (実線) の緯度方向の変化を見ると (図 7.2) 、共に赤道域で高く、極域に向かって減少する傾向をもつが、その減り方は [k] の方が大きい。この結果、 $30 \sim 40^\circ$ より [l] 側の緯度帯の地方では地球が受け取るエネルギーの方が放出するエネルギーより多くなり温度が上昇し、それ以外の緯度帯では反対の傾向をもち温度が下がらなければならないことを意味するが、実際はそうにはなっていない z。

注) $1\mu\text{m}=1/1000 \text{ mm}$

(A 群) ; (a), (b), (c), (d), (e), (f) の選択肢

- | | | | | |
|-----------|--------|-------|---------|-------|
| ① マグニチュード | ② アルベド | ③ 成層圏 | ④ 対流圏 | ⑤ オゾン |
| ⑥ 二酸化炭素 | ⑦ 窒素 | ⑧ 酸素 | ⑨ エアロゾル | ⑩ 水蒸気 |

[B 群] ; [g], [h], [i], [j], [k], [l] の選択肢

- | | | | | |
|-------|--------|--------|------|-------|
| ① 海水 | ② 淡水 | ③ 氷河 | ④ 氷晶 | ⑤ 水蒸気 |
| ⑥ 地下水 | ⑦ 太陽放射 | ⑧ 地球放射 | ⑨ 極 | ⑩ 赤道 |

問2 問1の文章中の二重下線部分に関する次の記述より、最も適切なものを①～④から1つ
選び番号をマークしなさい。

- ① 大気と地表面を合わせた割合は約 30% であり、地表面でほぼ一定の値をもつ。
- ② 大気と地表面を合わせた割合は約 10% であり、地表面でほぼ一定の値をもつ。
- ③ 大気と地表面を合わせた割合は約 30% であるが、地表面における値は状態によって変化する。
- ④ 大気と地表面を合わせた割合は約 10% であるが、地表面における値は状態によって変化する。

問3 地球に入射する太陽エネルギーとして、太陽光線に垂直な平面において単位面積あたり、単位時間あたりに通過する量は（ α ）と呼ばれ、その数値はおよそ（ β ）kW/m²である。（ α ）および（ β ）に入る語句および数値の組み合わせとして最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

	α	β
①	太陽定数	1.4
②	放射定数	1.4
③	太陽定数	14
④	放射定数	14

問4 問1の文章中の『P』、『Q』および『R』に入る適切な語句の組み合わせとして最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

	P	Q	R
①	可視光線	赤外線	紫外線
②	赤外線	可視光線	紫外線
③	紫外線	可視光線	赤外線
④	可視光線	紫外線	赤外線

問5 問1の文章中の下線部Xについて、大気果たす役割を何というか。最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① ドップラー効果 ② 日傘効果 ③ 温室効果 ④ 遮蔽効果

問6 問1の文章中の下線部Yが示す関係を何というか。最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 相平衡 ② 放射平衡 ③ 熱平衡 ④ 分子平衡

問7 図7.1の中の『A』～『D』にはいる語句の組み合わせとして最も適切なものを、問1の文章内容を参考にして、①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

	A	B	C	D
①	蒸散	堆積	対流	土壌水としての流出
②	蒸発	降水	気流	河川水による流出
③	蒸散	堆積	気流	河川水による流出
④	蒸発	降水	対流	土壌水としての流出

問8 問1の文章中の下線部Zが示す実際には起きていない理由として最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 大気中だけで低緯度域から高緯度域への熱が輸送されるため。
 ② 海洋中だけで低緯度域から高緯度域への熱が輸送されるため。
 ③ 大気中および海洋中で低緯度域から高緯度域へ熱が輸送されるため。
 ④ 大気中では低緯度域から高緯度域へ、海洋中では高緯度域から低緯度域へ熱が輸送される。
 ⑤ 海洋中では低緯度域から高緯度域へ、大気中では高緯度域から低緯度域へ熱が輸送される。

第8問

問1 熱帯低気圧や台風について述べた次の文章の空欄に入る適切な語句として最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

『熱帯低気圧は海面水温の高い熱帯の海洋上で発生する。西部北太平洋に存在し、最大風速が17.2 m/s 以上である熱帯低気圧を台風とよんでいる。日本の南海上で発生した台風は、()のへりをまわるようなコースをとって日本に接近、上陸するものが多い。夏と秋で比べると、日本付近での移動速度は秋のほうが速くなりやすい。』

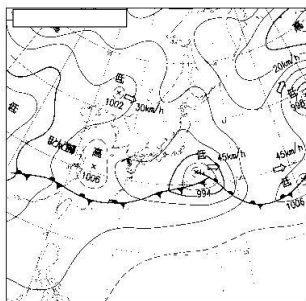
- ① オホーツク海高気圧
- ② シベリア高気圧
- ③ 移動性高気圧
- ④ 太平洋高気圧
- ⑤ 帯状高気圧

問2 問1の文章において、日本付近では秋のほうが台風の移動速度が速くなる原因として最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

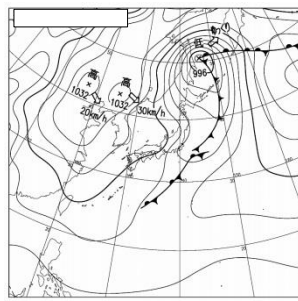
- ① 秋分に近くなり、地球の自転の影響で渦が強くなるから。
- ② 海面水温が低下し、大気と海面との摩擦が弱まるから。
- ③ 冬型になり、北西の季節風が強くなるから。
- ④ 日本の上空の偏西風が強くなるから。
- ⑤ 日本付近で貿易風が強くなるから。

問3 秋から冬へ移り変わる時期に、初めて吹く北よりの強い風を「木枯らし一号」という。東京地方で木枯らし一号が観測された日の天気図として最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。(天気図は気象庁のウェブサイトより入手)

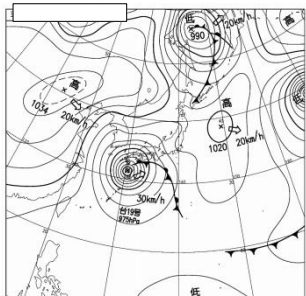
①



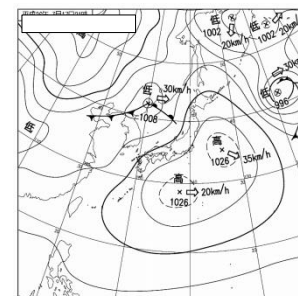
②



③



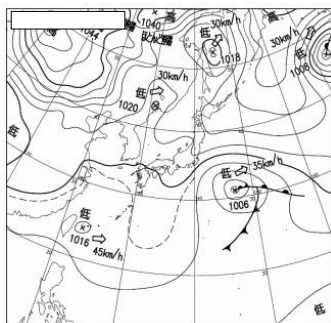
④



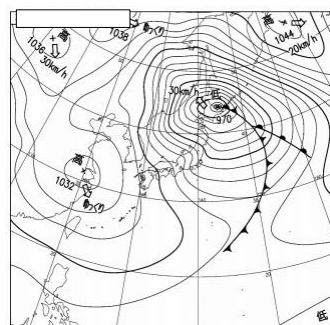
問4 次の天気図は、ある年の3月の連続する4日間のものである。時間の順に正しく並べかえたときの順序として最も適切なものを①～⑥から1つ選び番号をマークしなさい。

(天気図は気象庁のウェブサイトより入手)

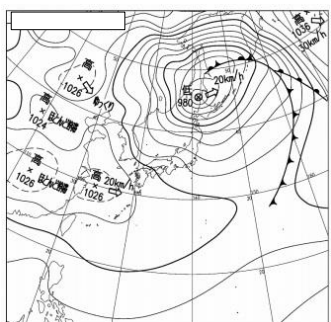
ア



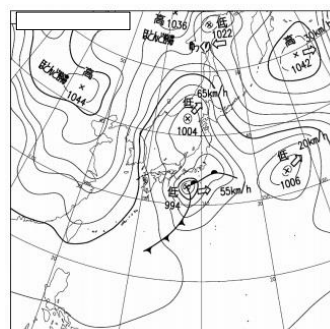
イ



ウ



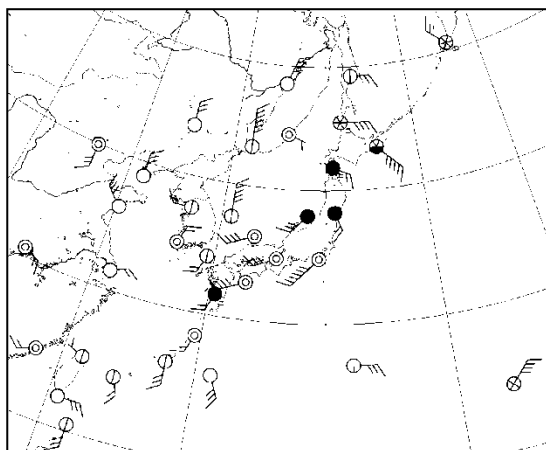
エ



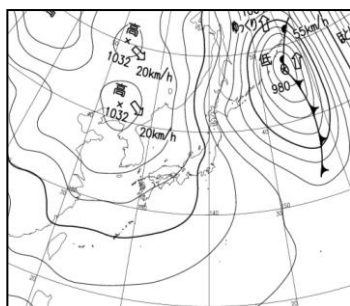
- ① ア→イ→ウ→エ
- ② ア→イ→エ→ウ
- ③ ア→ウ→イ→エ
- ④ ア→ウ→エ→イ
- ⑤ ア→エ→イ→ウ
- ⑥ ア→エ→ウ→イ

問5 図8.1は、ある時刻における天気と風の観測結果を天気記号で記入したものである。
このときの天気図として最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

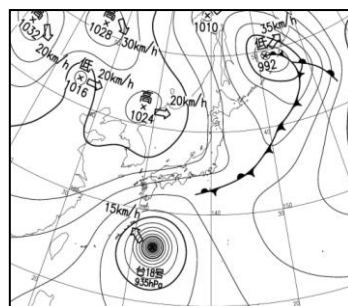
図 8.1



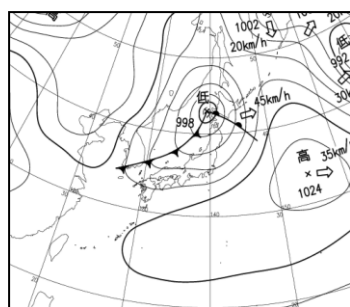
①



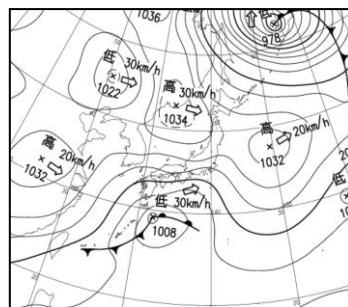
②



③



④



(天気図は気象庁のウェブサイトより入手)

問6 大気の平均的な流れについて述べた次の文章の空欄に入る適切な語句として最も適切なものを①～④から1つ選び番号をマークしなさい。

『大気の平均的な流れをみると、赤道付近で大気は加熱されて上昇し、亜熱帯で下降していることがわかる。これに伴い、地表付近では亜熱帯から赤道へ向かう風が吹くが、このような風は地球の自転の影響を受けて、()の風になっている。』

- ① 北半球では西より、南半球では東より
- ② 北半球では東より、南半球では西より
- ③ 南北両半球とも西より
- ④ 南北両半球とも東より

問7 北半球の温帯低気圧のまわりにおける気温と風の分布の特徴として最も適切なものを①～⑥から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 気温の高い場所で南よりの風、気温の低い場所で北よりの風が吹いていて、正味で熱を低緯度から高緯度へ運んでいる。
- ② 気温の高い場所で南よりの風、気温の低い場所で北よりの風が吹いていて、正味で熱を高緯度から低緯度へ運んでいる。
- ③ 気温の高い場所で南よりの風、気温の低い場所で北よりの風が吹いていて、それぞれの効果を相殺するので正味の南北熱輸送はほぼゼロである。
- ④ 気温の高い場所で北よりの風、気温の低い場所で南よりの風が吹いていて、正味で熱を低緯度から高緯度へ運んでいる。
- ⑤ 気温の高い場所で北よりの風、気温の低い場所で南よりの風が吹いていて、正味で熱を高緯度から低緯度へ運んでいる。
- ⑥ 気温の高い場所で北よりの風、気温の低い場所で南よりの風が吹いていて、それぞれの効果を相殺するので正味の南北熱輸送はほぼゼロである。

問8 図8.2は、北半球中緯度において、空気塊に対してはたらく気圧傾度力、コリオリの力、摩擦力を示している。これら3つの力はつりあっている。ア、イ、ウはそれぞれどの力に対応するか。最も適切な組み合わせを①～⑥から1つ選び番号をマークしなさい。

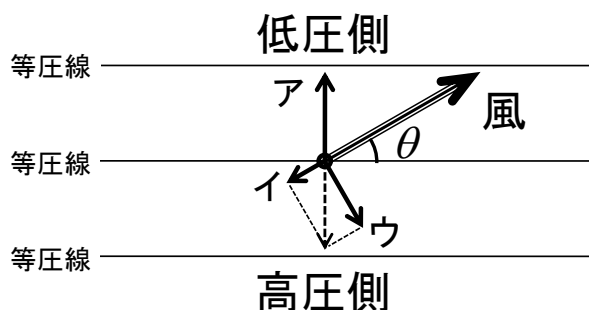


図 8.2

- | | ア | イ | ウ |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 気圧傾度力 | コリオリの力 | 摩擦力 |
| ② | 気圧傾度力 | 摩擦力 | コリオリの力 |
| ③ | コリオリの力 | 気圧傾度力 | 摩擦力 |
| ④ | コリオリの力 | 摩擦力 | 気圧傾度力 |
| ⑤ | 摩擦力 | 気圧傾度力 | コリオリの力 |
| ⑥ | 摩擦力 | コリオリの力 | 気圧傾度力 |

問9 問8の図8.2において、気圧の分布を変化させず一定に保ったまま、摩擦の効果を大きくする。つまり、風速に対する摩擦力の大きさの比率を増加させると、風向と風速はどのように変化するか。最も適切な組み合わせを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 角度 θ は大きくなるが、風速は変わらない。
- ② 角度 θ は大きくなり、風速は小さくなる。
- ③ 角度 θ は変わらず、風速は小さくなる。
- ④ 角度 θ は小さくなるが、風速は変わらない。
- ⑤ 角度 θ は小さくなり、風速も小さくなる。

問 10 図 8.3 は、地球大気の温度の鉛直分布である。金星や火星も地球型惑星であり大気を持つが、成層圏は存在しない。地球にだけ成層圏が存在する原因として最も適切なものを①～⑤から 1 つ選び番号をマークしなさい。

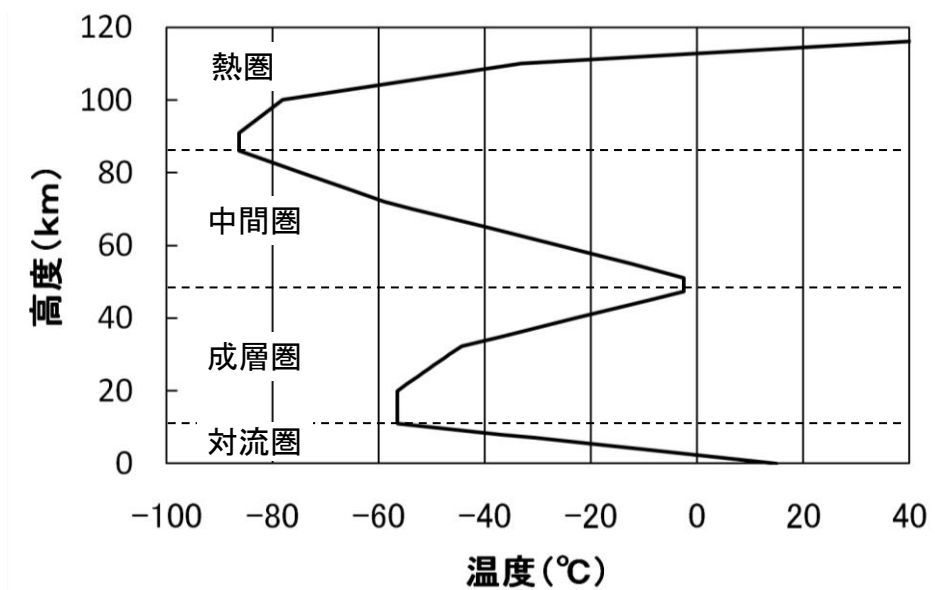


図 8.3

- ① 火山活動の影響で二酸化硫黄や硫化水素が大気に放出されたから。
- ② 人間活動の影響で二酸化炭素が大気に放出されているから。
- ③ 窒素や酸素が太陽からの非常に短波長の電磁波を吸収するから。
- ④ 生物活動の影響で酸素が大気に放出されたから。
- ⑤ 積乱雲の影響で雷放電が生じているから。

問 11 問 10 の図 8.3 で、中間圏より上の大気は熱圏とよばれ、温度が高くなっている。このように高温な熱圏が生じる原因として考えられるものを、問 10 の①～⑤から 1 つ選び番号をマークしなさい。

第9問

宇宙の誕生に関する次の文章を読み、次の問1～問8の各問いに答えなさい。

宇宙は非常に小さく、高温・高密度の状態である「ビッグバン」から始まったと考えられている。誕生直後の宇宙はあまりに高温だったため、原子核と電子はバラバラになって動いていた。高密度に存在する電子は光の進路をさえぎるため、光は直進することができず、この頃の宇宙は不透明であった。やがて宇宙は急速に膨張するとともに温度が下がっていき、40万年ほど経つと宇宙は光に対して透明となった。この出来事を「(A)」と呼ぶ。このときに宇宙を通り抜けられるようになった光は、現在でも宇宙に満ちあふれており、これを宇宙背景放射と呼ぶ。

問1 ビッグバンが起きたのはおよそ何年前か。最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 50 億年前 ②80 億年前 ③100 億年前 ④140 億年前 ⑤200 億年前

問2 ビッグバン時の高温・高密度状態から宇宙が少しずつ冷えていく過程で、バラバラだった素粒子が結合し、いくつかの元素が作られたと考えられている。このときに作られた元素の組み合わせとして、最も適切な組み合わせを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 水素とヘリウム ②水素と炭素 ③水素と窒素 ④水素と酸素 ⑤水素と鉄

問3 宇宙が膨張していることは、ある観測事実から推察される。宇宙膨張を示唆する観測事実として最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ①銀河団はグレートウォールと呼ばれる網目状の構造（宇宙大規模構造）を構成している
②銀河団の中心付近には、X線でしか見えない高温ガスが大量に集まっている
③銀河の中心付近には、太陽の100万倍以上の質量を持つ巨大ブラックホールが位置している
④銀河を観測すると、近傍のものを除き、全ての銀河が地球から遠ざかっているように見える
⑤銀河には渦巻銀河や楕円銀河など、いくつかの構造のパターンがある

問4 前問の観測を実際に行い、宇宙膨張を最初に発見した研究グループを率いたのは誰か。最も適切な人物を①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ①エディントン ②アインシュタイン ③ツヴィッキー ④ガモフ ⑤ハッブル

問5 文章中の空欄(A)に入る最も適切な語句を①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ①宇宙の再電離 ②宇宙の晴れ上がり ③宇宙の再合成
- ④宇宙の透明化 ⑤宇宙の構造形成

問6 宇宙誕生から約40万年後に、文章中の空欄(A)の出来事により宇宙が光に対して透明となった理由として、最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ①宇宙が大きくなったために、電子の密度が十分薄くなった
- ②温度が低くなったため、電子自体が光に対して透明になった
- ③水素などの原子核に電子が取り込まれたため、電離した電子の数が少なくなった
- ④光が電子を避けるように曲がって進むことができるようになった
- ⑤光の量が増えたため、電子にさえぎられても光を止められなくなった

問7 宇宙背景放射は現在では宇宙膨張とともに引き伸ばされ、ある温度を示す電磁波として宇宙のすべての方向から地球に到来する。現在の宇宙背景放射の温度として、最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。なお、温度の単位 K (ケルビン) は $0\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$ であり、温度の差 1°C はちょうど 1K と等しいものとする。

- ① 約 3K ②約 30K ③約 300K ④約 3000K ⑤約 30000K

問8 ビッグバンにより誕生した宇宙では、その後、温度と密度が下がるにつれ、ガスの分布に濃淡ができる。そして、ガスの密度の濃いところで、宇宙最初の星が誕生する。この際、広がったガスを収縮させ、密度を高める役割を果たす力として、最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ①電気力 ②磁気力 ③重力 ④遠心力 ⑤分子間力

第 10 問

星の一生に関する次の文章を読み、次の問 1 ～問 9 の各問いに答えなさい。

宇宙空間に散らばったガスや固体微粒子からなる星間物質が集まると、星間雲（写真 1）ができる。星間雲の密度が高くなると、その中心で原始星（写真 2）が誕生する。原始星はゆっくりと収縮し、その中心部で核融合反応^(A)が始まると、主系列星（写真 3）となって光り始める。また、その周囲では、材料となった残りの星間物質が集まり、恒星の周囲をまわる惑星^(B)が作られることもある。やがて、主系列星の中心付近で燃料となる水素が少なくなると、星は膨張して表面温度の低い赤色巨星^(C)となる。太陽程度の質量の星であれば、その後、周囲の外層が吹き飛ばされ、白色わい星^(D)が残される。恒星の質量が太陽の約（E）倍以上である場合には、恒星は赤色巨星となった後に超新星爆発^(F)を起こし、外層を激しく吹き飛ばす。超新星爆発の後には、星の核が収縮してできた中性子星かブラックホールが残される。



写真 1：ハッブル宇宙望遠鏡の撮影したオリオン星雲
©NASA, ESA

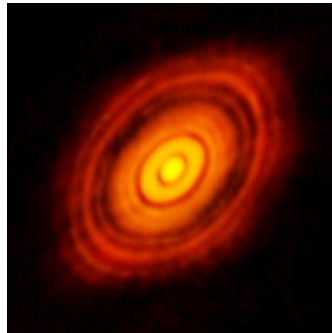


写真 2：アルマ望遠鏡の捉えた原始星 HL Tauri と周囲の円盤
©ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)



写真 3：プレアデス星団中の若い主系列星
©NASA, ESA, AURA/Caltech

問 1 太陽程度の質量を持つ星の誕生から進化の各段階（星間雲、原始星、主系列星、赤色巨星、白色わい星）を、半径の大きな順に並べたとき、4 番目にくるものはどれか。最も適切なものを①～⑤から 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① 星間雲 ②原始星 ③主系列星 ④赤色巨星 ⑤白色わい星

問2 文章中の下線部(A)に関して、星の中心で水素の核融合反応が始まると、収縮が止まって安定な状態となるのはなぜか。その理由として最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ①中心密度が十分高くなり、固くなるためにそれ以上つぶれることがなくなるから
- ②中心での核融合によりエネルギーが供給され、収縮を止めるほど圧力が高くなるから
- ③中心にヘリウムがたまっていき、その外側に水素が追いやられるようになるから
- ④中心に多くの星間物質を集めたので、外側から落ちてくる物質が少なくなから
- ⑤中心に多くの物質が押し込められたことにより、外側に向かって反発するため

問3 文章中の下線部(B)に関して、太陽系には8つの惑星があるが、これらが作られた過程を述べた文として、最も適切なものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ①直径数 km ほどの微惑星が大量にでき、これらが衝突・合体を繰り返して惑星となった
- ②ガスが主体の超巨大惑星がはじめに作られ、これが分裂していくつかの惑星ができた
- ③回転する原始太陽が遠心力により分裂し、惑星が生まれた
- ④よごれた雪玉のような氷と塵からなる天体が作られ、その氷だけが融けて固体が残り、惑星となった
- ⑤太陽風により吹き飛ばされた物質がカイパーベルト付近で固まった後、再び太陽系の中心に向けて移動して惑星となった

問4 太陽のまわりの8つの惑星は「地球型惑星」と「木星型惑星」に大別される。地球型惑星と木星型惑星の特徴を表す組合せとして、間違っているものを①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

	特徴	地球型惑星	木星型惑星
①	大きさ	小さい	大きい
②	太陽からの距離	比較的近い	比較的遠い
③	密度	金属と岩石が主成分であるため、大きい	ガスと氷が主成分であるため、小さい
④	衛星の数	比較的少ない(0～2個)	多い(10個以上)
⑤	表面状態	岩石に覆われ、クレーターが見られることもある	氷に覆われ、火山活動の痕跡が見られることもある

問 5 図 10.1 は横軸に恒星の表面温度、縦軸に明るさを表した図で、ヘルツシュプルング＝ラッセル図（HR 図）と呼ばれるものである。主系列星はこの図の灰色の線上に分布することがわかっている。

下線部(C)で示された赤色巨星は、図中①から⑤のどの領域に位置するか。最も適切なものを①～⑤から 1 つ選び番号をマークしなさい。

問 6 文章中の下線部(D)で示された白色わい星は、図 10.1 の中で①から⑤のどの領域に位置するか。最も適切なものを①～⑤から 1 つ選び番号をマークしなさい。

問 7 文章中の下線部(D)に関して、吹き飛ばされた星の外層が白色わい星の周囲でつくる天体として、最も適切なものを①～⑤から 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① 惑星状星雲 ② 超新星残骸 ③ 散開星団 ④ 球状星団 ⑤ 暗黒星雲

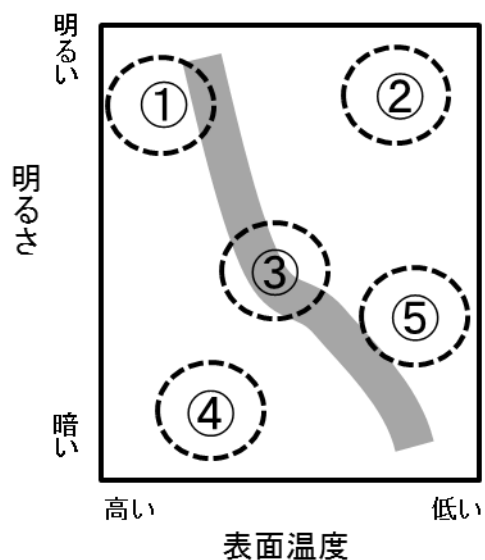
問 8 文章中の空欄(E)に入れるのに最も適切なものを①～⑤から 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① 0.08 ② 1.4 ③ 8 ④ 30 ⑤ 200

問 9 文章中の下線部(F)に関して、どんなに質量の大きな星であっても、恒星内部での核融合反応ではある元素 X よりも重い元素は作ることができない。そこで、この元素 X よりも重い元素は超新星爆発の際に作られると考えられている。この元素 X として最も適切なものを①～⑤から 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① ヘリウム ② 炭素 ③ ケイ素 ④ 鉄 ⑤ 鉛

図 10.1



計算余白

(38ページへ続く)

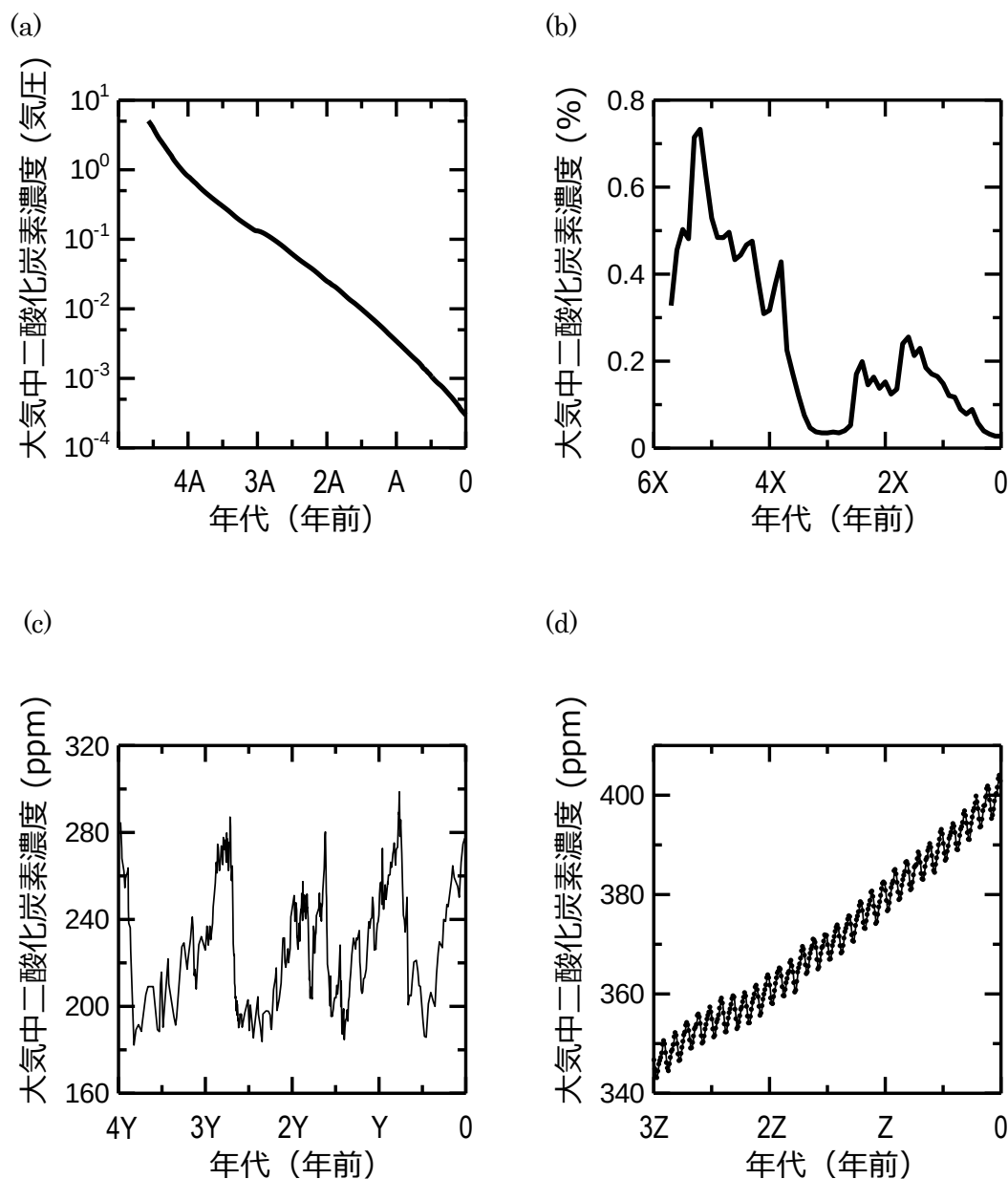
第 11 問

問 1 地球の大気組成はその形成以降常に一定であったわけではなく、変化してきた。

次の(a)～(d)の図は二酸化炭素濃度の変遷を推定もしくは測定して得られた結果である。

次の (1) から (5) の設問に答えなさい。

なお, ppm は体積比率を表し, 1%=10,000ppm である。



- (1) (a)～(d)の図のそれぞれのグラフの横軸は現在から遡った時間を示している。これらの図ではすべて現在が0 (ゼロ) としてある。A, X, Y, Z に相当する時間として最も適切なものをそれぞれ①～⑩から1つ選んで番号をマークしなさい。

① 10 億年 ② 1 億年 ③ 1000 万年 ④ 100 万年 ⑤ 10 万年

- ⑥ 1 万年 ⑦ 1000 年 ⑧ 100 年 ⑨ 10 年 ⑩ 1 年

(2) 図(b)では 3X 付近において大気中 CO_2 濃度が低い時期がある。このときにも大気への CO_2 の供給は続いていた。このときに大気に供給された CO_2 の炭素は現在では資源としても利用されているある物質に含まれている。その物質は何か。最も適切なものを①～⑤から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 石炭 ② 石油 ③ 天然ガス ④ マンガン鉱石 ⑤ 鉄鉱石

(3) 図(c)の Y 程度の間隔の変動は何に呼応しているのか。最も適切なものを①～⑤から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 地球磁場の反転 ② 氷期―間氷期サイクル
③ 太陽黒点周期 ④ 地球公転周期 ⑤ 地球自転周期

(4) 図(d)のジグザグの変動何に起因しているのか。最も適切なものを①～⑤から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 氷期―間氷期サイクル ② 有機物の生産・分解
③ 太陽黒点周期 ④ 人類による化石燃料の消費
⑤ エルニーニョ・ラニーニャサイクル

(5) 図(d)の二酸化炭素濃度が全体として増加している主な原因は何か。最も適切なものを①～⑤から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 太陽光度上昇 ② 火山活動増加 ③ 人類による化石燃料の消費
④ オゾン層破壊 ⑤ エルニーニョ・ラニーニャサイクル

問2 下の表 11.1 は太陽系内の天体の大気に含まれる主要成分を多いものから順に示したものである。次の (1) から (3) に答えなさい。

(1) , , , にはそれぞれ同じ成分が入る。どの成分があてはまるのか最も適切なものを①~⑥からそれぞれ 1 つずつ選んで番号をマークしなさい。

① H₂ ② He ③ N₂ ④ Ar ⑤ Kr ⑥ O₃

表 11.1 惑星大気組成 [Lodders and Fegley (1998)をもとに作成]

存在度順位	1	2	3	4	5	6
金星	CO ₂	1	SO ₂ (*)	2	H ₂ O (*)	CO (*)
地球	1	O ₂	H ₂ O (*)	2	CO ₂	Ne
火星	CO ₂	1	2	O ₂	CO	H ₂ O (*)
木星	3	4	CH ₄	NH ₃	H ₂ O	H ₂ S
土星	3	4	CH ₄	NH ₃	C ₂ H ₆	PH ₃

(*) 天体内での変動が大きいので順位が変わることもある。

(2) 表 11.1 で示したように金星大気には SO₂ の存在が確認されている。地球大気にも微量の SO₂ が含まれているが、その存在度は金星に比べると低い。現在の地球における SO₂ の主な発生源として適当なものを①~⑥から二つ選び番号をマークしなさい。

① 化石燃料の燃焼 ② 火山ガス ③ 黄砂 ④ 酸性雨
⑤ 隕石衝突 ⑥ 太陽風

(3) 木星と土星の大気組成は , が主成分である、これらの成分の起源として最も適切なものをそれぞれ 1 つずつ選び番号をマークしなさい。

① 太陽風を捕獲した成分
② 太陽系近くで起きた超新星爆発により生成された成分
③ ウランやトリウムなどの放射性元素の壊変により生成された成分
④ 原始太陽系星雲を構成していたガス成分
⑤ 惑星のもととなった微惑星に含まれていたガス成分

