

2017（平成29）年度
地球惑星科学専攻 修士課程入学試験

試 験 問 題

基 礎 科 目

＜答案作成上の注意＞

- * 問題1～8のうち、問題3を除く7題から1題を選択して解答せよ。
ただし、問題1の[1]の(1)と(2)に解答する必要はない。【2020年6月8日追加】
- * 答案は手書きの日本語で、A4判（枚数自由、片面書き）で作成すること。
- * すべての答案用紙の上部に問題番号、氏名を記すこと。答案用紙が複数枚であれば、ページ番号も記すこと。
- * 黒鉛筆または黒い芯のシャープペンシルを使用すること。
- * 口頭試問で使用するので答案のコピーを手元に残しておくこと。

基礎科目（問題1）

以下の問 [1] ~ [4] に答えよ。ただし、導出過程も示すこと。

[1] 以下の小問 (1) ~ (5) に答えよ。

(1)

(2)

問題1の [1] の (1) と (2) に解答する必要はありません。【2020年6月8日追加】

(3) 次の定積分を求めよ。

$$\int_0^{\infty} x^3 e^{-x^2} dx$$

(4) 領域 $D \equiv \{(x, y, z) \mid x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0, x + y + z \leq 1\}$ において次の3重積分を求めよ。

$$\iiint_D (x + y + z) dx dy dz$$

(5) 直交直線座標系での位置ベクトル $\mathbf{r} = (x, y, z)$ とスカラー関数

$\phi = \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}y^2 + \frac{1}{2}z^2 + xy$ を考える。次の (i) ~ (v) を計算せよ。

ただし、 $r \equiv |\mathbf{r}| \neq 0$ とする。

(i) $\nabla \cdot \mathbf{r}$

(ii) $\nabla \log_e r$

(iii) $\mathbf{r} \cdot \nabla \phi$

(iv) $\mathbf{r} \times \nabla \phi$

(v) $\nabla \times (\phi \mathbf{r})$

(問題1 次ページに続く)

[2] 実2変数関数 $f(x, y) = xye^{-x^2-y^2}$ の極値と, それを与える (x, y) の値を求めよ.

[3] 関数 $f(x)$ を, $2\pi n \leq x < 2\pi(n+1)$ において,

$$f(x) = (x - 2\pi n)^2$$

と定義する. ここで n は整数である ($n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$). 以下の小問 (1) ~ (3) に答えよ.

(1) $-4\pi \leq x \leq 4\pi$ の範囲で $y = f(x)$ の図をかけ.

(2) $f(x)$ のフーリエ級数を求めよ.

(3) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$ を求めよ.

[4] 実変数 t についての次の積分方程式

$$f(t) + \int_0^t e^x \{f(t-x)\}^3 dx = 2e^t$$

について, 以下の小問 (1), (2) に答えよ.

(1) $f(t)$ は次の微分方程式を満たすことを示せ.

$$\frac{df}{dt} = f - f^3$$

(2) $f(t)$ を求めよ.

(問題1 終わり)

基礎科目（問題2）

以下の問 [1] ~ [3] に答えよ.

- [1] 図1のように, 地球表面の2地点 A と B を結ぶ直線状のトンネル内で物体の運動を考える. 地球は半径 R の一様な球とし, 地球の中心を O , トンネルの中点を O' とする. トンネル内の点 P に質量 m の物体があり, PO 間の距離は r とする. 点 P の物体に作用する万有引力は, 点 P を通り O を中心とする球面の内側の全質量が O にある場合と等しく, 球面の外側にある質量は何の寄与もしない. 摩擦や空気抵抗等のエネルギー損失および自転や他の天体の影響は無く, トンネルの断面積は無視できるものとする. また, 地表面における重力加速度は g_0 とする. 以下の小問 (1) ~ (4) に答えよ.

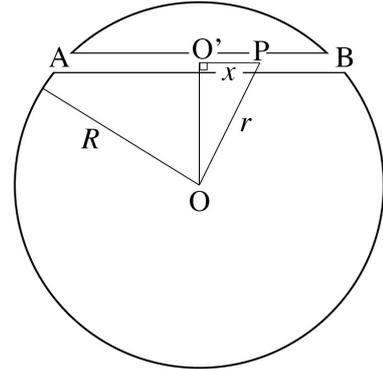


図1

- (1) 点 P にある質量 m の物体に働く万有引力の大きさを, 文中に与えられた変数および定数を用いて表せ.
- (2) 図1のように O' からトンネルに沿った変位を x として, 物体の運動方程式を書け.
- (3) 地表のトンネルの入口 A に静かに物体を置くと, 反対側の出口 B に向けて動き始める. B に到達するまで何秒かかるか, 有効数字2桁で答えよ. ただし, R は 6400 km , g_0 は 9.8 m s^{-2} とする. 必要なら $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$ を用いよ.
- (4) 上の文中の下線部が成り立つことを示せ. 必要に応じ図を用いてもよい.

(問題2 次ページに続く)

[2] 図2に示すように、なめらかな水平面 (xy 平面) 上において、じゅうぶんに遠方から速度 $\boldsymbol{V}_0 = (V_0, 0)$ で x 軸の正の方向に進んできた質量 m_1 、半径 a の一様な円板1が、静止している質量 m_2 、半径 a の一様な円板2に弾性衝突した. 図2のように、円板1と円板2の間の衝突パラメータを b とし、 $b = a$ である場合を考える. 衝突前の円板1は回転していないものとし、衝突後の円板1の速度を \boldsymbol{V}_1 、円板2の速度を \boldsymbol{V}_2 とする. 円板1と円板2の側面はともになめらかであり、円板間に摩擦力は働かないものとする. 以下の小問(1)～(4)に答えよ.

- (1) 衝突前後の系全体の運動量はどのような関係にあるか、その関係を $m_1, m_2, \boldsymbol{V}_0, \boldsymbol{V}_1, \boldsymbol{V}_2, a$ のうち必要なものを用いて数式で表せ.
- (2) 衝突前後の系全体の力学的エネルギーはどのような関係にあるか、その関係を $m_1, m_2, \boldsymbol{V}_0, \boldsymbol{V}_1, \boldsymbol{V}_2, a$ のうち必要なものを用いて数式で表せ.
- (3) 衝突後の円板1と円板2の速度の大きさ V_1, V_2 を m_1, m_2, V_0, a のうち必要なものを用いて表せ. ただし、導出過程も示すこと.
- (4) 円板1と円板2の質量が等しい ($m_1 = m_2$) とき、 \boldsymbol{V}_1 と \boldsymbol{V}_2 のなす角の大きさを求めよ.

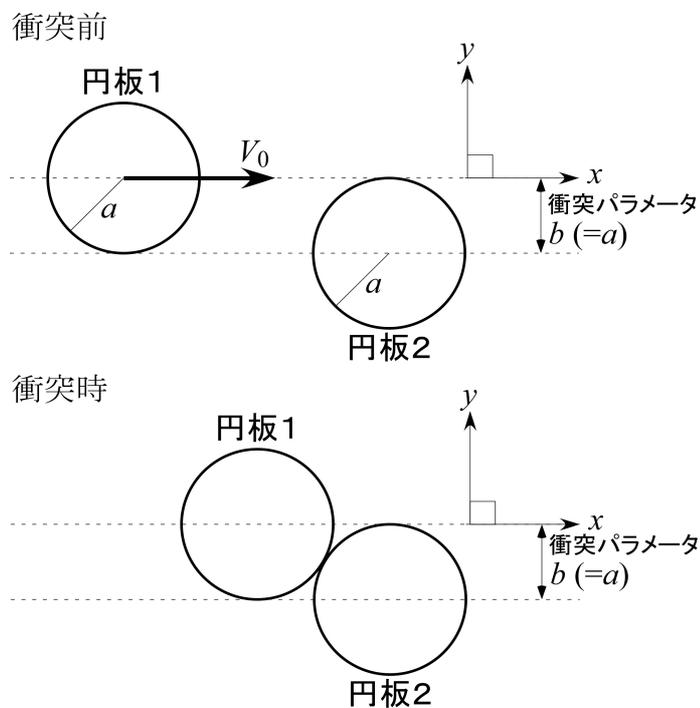


図2

(問題2 次ページに続く)

[3] 図3のように、壁にばね定数 k ($k > 0$) のばねが水平に取り付けられ、ばねの先端につながれた質量 M のブロックが、水平なベルトコンベヤーの上に置かれている。ベルトコンベヤーが停止している状態で、ばねは自然の長さである。時刻 $t = 0$ にベルトコンベヤーを起動し、一定速度 V ($V > 0$) で右向きにベルトを走行させると、ブロックはベルトとともに移動し、ばねがのび始めた。その後、時刻 t_1 にブロックはベルト上を左向きにすべり始めた。

ばねが自然の長さであるときのブロックの位置を原点 O とし、ばねの伸び縮みに伴うブロックの変位を x で表す（ばねが伸びているときを正とする）。ブロックとベルトの間には摩擦係数が働き、その静摩擦係数を μ_0 、動摩擦係数を μ とする（ただし、 μ はブロックとベルトの間の相対速度によらず一定かつ $\mu_0 > \mu > 0$ ）。重力は鉛直下向きに作用し、重力加速度の大きさを g とする。運動はすべて同一鉛直面内（すなわち、図3の紙面内）で起こるものとする。ばねやブロックに作用する空気抵抗、ばねの質量は無視できるものとする。ベルトやばねの長さは十分に長く、ブロックが壁に衝突したり、ベルトから落下したりすることはないものとする。また、ベルトコンベヤーを起動してから、ベルトの速度が V に達するまでに要する時間は無視する。速度および加速度は右向きを正にとる。以下の小問（1）～（4）に答えよ。

- (1) 時刻 t_1 におけるブロックの変位 $x(t_1)$ を力の釣り合いから求めよ。
- (2) 下線部に関し、ベルト上をすべっているブロックの運動方程式を書け。
- (3) (2) で求めた運動方程式を解き、ブロックの変位 $x(t)$ を求めよ。導出過程も示すこと。
- (4) 時刻 t_1 以降、ブロックの運動は時間とともにどのように推移するか、簡潔に説明せよ。

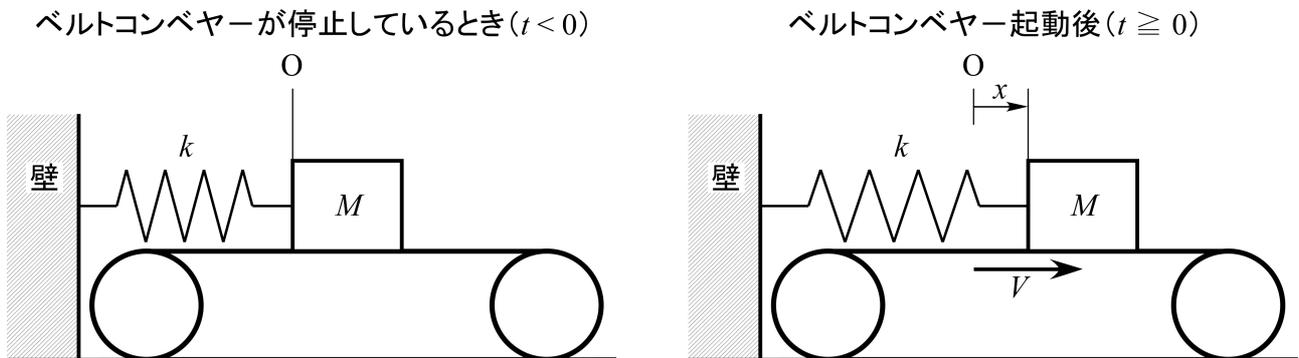


図3

(問題2 終わり)

問題 3 は選択対象ではない

問題 3 は選択対象ではない

問題 3 は選択対象ではない

問題 3 は選択対象ではない

基礎科目（問題4）

以下の問 [1] ~ [4] に答えよ.

[1] 真空中で電荷 $-q$ と q の点電荷が、それぞれ $(x, y, z) = (0, 0, -\frac{d}{2})$ と $(0, 0, \frac{d}{2})$ に置かれている.

真空の誘電率を ϵ_0 として、以下の小問 (1) ~ (3) に答えよ.

- (1) 原点から距離 r , z 軸の正の方向から角度 θ の位置における静電ポテンシャルを求めよ. 導出過程も示すこと. ただし, r は d に比べて十分大きいものとする.
- (2) 静電ポテンシャルを V としたとき, 一般に電場 \mathbf{E} は球座標系 (r, θ, φ) の成分で, どのように表されるか.
- (3) (1) の静電ポテンシャルから電場 \mathbf{E} を求めよ. 球座標成分で表すこと.

[2] 図1のように, 真空中の同一平面内に無限に長い直線状導線と半径 a の円状導線がある. 円状導線の中心 O は, 直線状導線から距離 b ($b > a$) だけ離れており, 直線状導線には電流 I_1 , 円状導線には電流 I_2 が流れている. 真空の透磁率を μ_0 として, 以下の小問 (1) ~ (3) に答えよ.

- (1) 中心 O から直線状導線に引いた垂線を基準として, 円状導線に中心角 θ となる点 P をとる. P における微小部分 $ds = a d\theta$ の電流素片に対して電流 I_1 が作用する力の大きさを求めよ. 導出過程も示すこと.
- (2) 電流 I_1, I_2 の間に作用する力の大きさを求めよ. 導出過程も示すこと. なお, $p > q > 0$ の時の以下の積分結果を用いてよい.

$$\int_0^\pi \frac{1}{p - q \cos \theta} d\theta = \frac{\pi}{\sqrt{p^2 - q^2}}$$

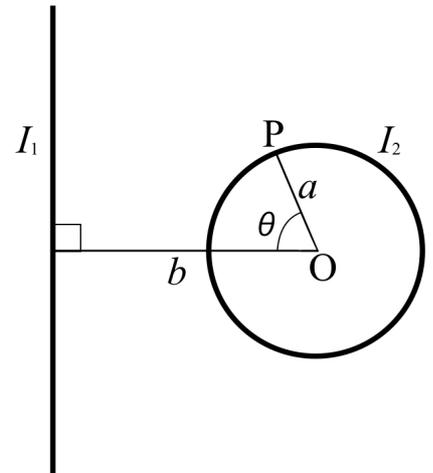


図1

- (3) 電流 I_1, I_2 の流れる向きと電流間に作用する力の向きの関係を述べよ.

[3] xy 平面内に, $(x, y) = (0, 0), (a, 0), (a, a), (0, a)$ を頂点とする一巻きの正方形のコイルが置かれ, xy 平面に垂直な方向に時間 t に依存する磁束密度

$$B(x, y, t) = B_0 \sin(\pi x) \sin(\pi y) \sin \omega t$$

が作用している. a, B_0, ω を定数として, 以下の小問 (1), (2) に答えよ. 導出過程も示すこと.

(1) この正方形コイル内の磁束を求めよ.

(2) この正方形コイルの抵抗を R とするとき, コイル内に発生する誘導電流を求めよ. 誘導電流のつくる磁場による効果は無視してよい.

[4] 真空中に, 一様な電気伝導率 σ をもつ半径 a の無限に長い円柱があり, 円柱内をその軸に平行に電流密度 j の一様な電流が流れている. 真空の透磁率を μ_0 として, 以下の小問 (1) ~ (3) に答えよ.

(1) 電場が円柱の軸に平行に生じている. その大きさ E を求めよ.

(2) 円柱の表面におけるポインティングベクトルの大きさを, 電場の大きさ E および円柱の表面における磁束密度の大きさ B を用いて表せ. またポインティングベクトルの向きについても説明せよ.

(3) この円柱の長さ L の領域に, 単位時間に流れ込むエネルギーを a, j, L, σ を用いて表せ. 導出過程も示すこと.

(問題 4 終わり)

基礎科目（問題5）

以下の問 [1] ~ [3] に答えよ。

[1] 以下の小問 (1) ~ (5) に答えよ。

- (1) 炭酸水素ナトリウムにおける炭素原子の酸化数はいくらか。正負の符号を付して答えよ。
- (2) ナトリウム原子の第二イオン化エネルギーとマグネシウム原子の第二イオン化エネルギーを比べると、どちらが大きいか。理由とともに答えよ。
- (3) NO_2 とその二量体である N_2O_4 とでは、 25°C でどちらが安定か。理由とともに答えよ。ただし、 25°C における標準生成ギブズエネルギーは、 NO_2 が 51.29 kJ mol^{-1} 、 N_2O_4 が 97.82 kJ mol^{-1} である。
- (4) 人工降雪機は、およそ数十気圧に圧縮された空気と水蒸気の混合気体を大気中に吹き出し、人工的な雪を作る。この原理を 30 字程度で説明せよ。
- (5) アゾメタン ($\text{CH}_3\text{N}=\text{NCH}_3$) の熱分解反応により、エタン (C_2H_6) と窒素分子が生成する。アゾメタンの分解速度を測定する実験を行ったところ、表 1 に示す結果を得た。この反応の速度定数の値を求めよ。また、アゾメタンの初期濃度が $2.0 \times 10^{-2}\text{ mol L}^{-1}$ のときの初期分解速度を求めよ。

表 1

実験番号	アゾメタンの初期濃度 (mol L^{-1})	アゾメタンの初期分解速度 ($\text{mol L}^{-1}\text{ s}^{-1}$)
1	2.4×10^{-2}	6.0×10^{-6}
2	8.0×10^{-3}	2.0×10^{-6}

(問題5 次ページに続く)

[2] 次の文章を読み、以下の小問(1)～(4)に答えよ。ただし、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

水銀は亜鉛等とともに第 族元素に属する金属である。生物に対する毒性が強いため取り扱いには注意を払う必要があるが、その①塩化物や硫化物、アマルガムとよばれる他の金属との は、古くから利用されてきた。また、常温・常圧で しない唯一の金属である。この特徴を活かして、例えば、②一端を封じた適当な長さの円柱状のガラス管に水銀を満たし、開放端を水銀浴に付けたまま倒立させると、大気圧を測定できる。これは、気象観測等で使用されている液柱型水銀気圧計の原理と同じであり、大気圧は、水銀の密度と重力加速度および水銀柱の高さの積に等しい。

(1) 空欄 ～ に入る適切な語句を、以下の語群から選べ。

【語群】 4, 12, 気化, 凝固, 合金, イオン液体

(2) 下線部①の一つに Hg_2Cl_2 (塩化水銀(I)) がある。濃度が $7.0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ である Hg_2Cl_2 の飽和水溶液の溶解度積を求めよ。導出過程も示すこと。ただし Hg_2^{2+} の錯形成は無視してよい。

(3) 液柱型水銀気圧計を使って、世界中のさまざまな場所で大気圧を測定したい。正確に測定するために留意すべきことを 100 字程度で説明せよ。

(4) 下線部②で示したものを温度 300 K, 大気圧 100 kPa の環境下に置いたところ、水銀柱の高さ H は 750 mm であった(図1)。ただし、ガラス管の上端は水銀面から 849 mm の位置で固定されている。次に、ピペットを使ってガラス管の中へ液体 A を 0.10 g 注入し、しばらく放置したところ A はすべて気化し、 H は 600 mm になった。A の分子量を有効数字 2 桁で求めよ。なお、ガラス管の断面積は 10 cm^2 であり、ガラス管の厚みは無視する。また、A の蒸気は理想気体とみなしてよい。

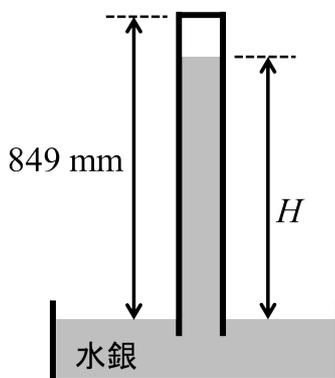


図 1

(問題 5 次ページに続く)

[3] 次の文章を読み、以下の小問（1）～（4）に答えよ。

図2は、①太陽光球のスペクトルから求められた元素存在度を、水素の原子数を 10^{12} 個として相対的に示している。太陽系の元素存在度は、太陽の質量が約 99.87% を占めているため、太陽光球の元素存在度から見積もられる。太陽においては水素、 に次いで3番目に大きな元素存在度を示す。②酸素は、地球では最も大きな存在度を示す。この存在度の違いは、元素の化学的性質に起因している。水素や は、固体地球の形成過程で脱ガスにより失われたが、酸素は が大きいので、ケイ酸塩や、多くの元素との酸化物を形成し、地殻やマントルに残った。

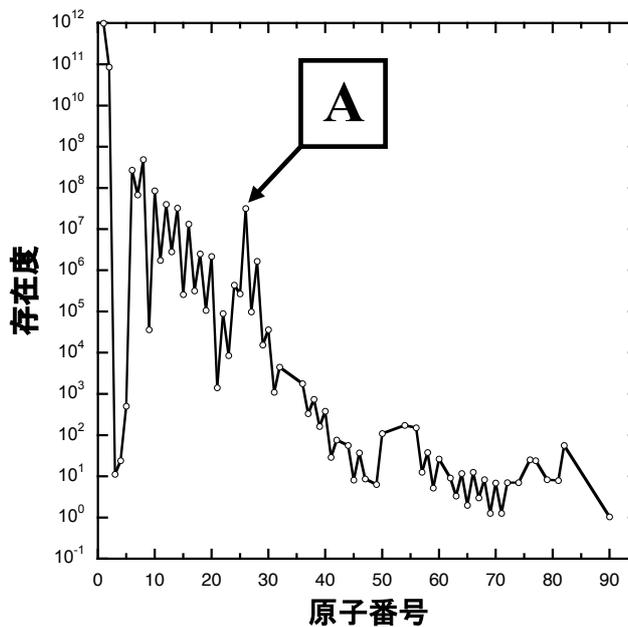


図2 (Asplund et al. (2009) のデータより作成)

(1) 空欄 , に入る適切な語句を、下記の語群から選べ。

【語群】窒素、ホウ素、ネオン、ヘリウム、イオン化エネルギー、電気陰性度、仕事関数

(2) 下線部①について、太陽光球のスペクトルから元素存在度を見積もる方法を、下記の語群の術語をすべて用いて 60 字程度で説明せよ。

【語群】波長、吸収、フラウンホーファー線

(3) 下線部②について、酸素の同素体を 2 つ挙げよ。

(4) 図2に示した元素 A の元素名を答えよ。また、元素 A の存在度が、同程度の原子番号の元素の存在度と比較して高くなる理由を 60 字程度で説明せよ。

(問題5 終わり)

基礎科目（問題6）

以下の問〔1〕～〔4〕に答えよ。

〔1〕 図1は海洋プレートとその周辺の模式断面図である。ただし、形状は誇張されている。図中の付加体はプレート運動に伴って成長しているとする。また、太枠内の岩相を調べたところ、右下の囲みの柱状図が得られた。以下の小問（1）～（3）に答えよ。

（1） X～Zの各部分には正断層と逆断層のどちらが形成されやすいか、それぞれ答えよ。

（2） a, bの岩石の名称として適切なものを、それぞれ次の語群から選んで答えよ。ただし、a, bは異なるとする。

【語群】 安山岩、花こう岩、花こう閃緑岩、玄武岩、砂岩、閃緑岩、チャート、泥岩、デイサイト、斑れい岩、流紋岩、礫岩

（3） 図1の石灰質堆積物を構成する主要な物質として適切なものを、次の語句群から選んで答えよ。

【語句群】 火山灰、岩塩、風成塵、放散虫の遺骸、有孔虫の遺骸、陸上植物の遺骸

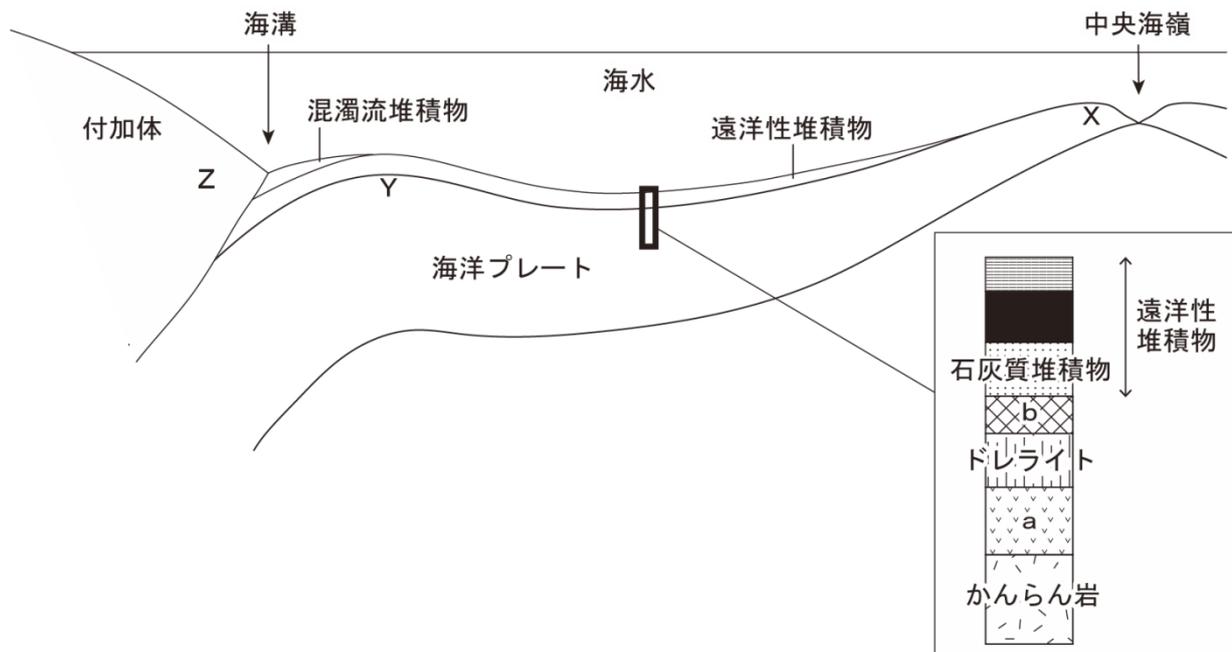


図1

(問題6 次ページに続く)

[2] 中央海嶺で生成された海洋プレートは、中央海嶺から遠ざかるとともに①冷やされ厚くなっていく。ところが、②年齢が数千万年を超えると海洋プレートの厚さはほぼ頭打ちになることが、海洋底の水深から推測されている。海洋プレートの厚さは温度のみで定まるとして、以下の小問(1)～(3)に答えよ。

(1) 下線部①の海洋プレートの冷却が、初期温度が一様な半無限媒質の鉛直方向の熱伝導によって近似でき、1次元熱拡散方程式

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

によって表されたとする。 T は温度、 t は時間(海洋プレートの年齢)、 z は海底面からの深さ、 κ は熱拡散係数である。中央海嶺を除いて海底面の温度は一定とする。このとき、海洋プレートの厚さ H はどんな変数に比例すると予測されるか。上記の方程式の次元解析によって(各変数の単位の関係に注目して)答えよ。

(2) 下線部②に関連して、一般的に海洋底の水深が海洋プレートの厚さを反映すると考えられる理由を簡単に説明せよ。

(3) 下線部②において、実際の海洋プレートが(1)の予測に従って厚くならないのは、どのような理由によると考えられるか簡単に説明せよ。

[3] 地震は、プレート境界や内陸の活断層など様々な場所で発生する。しかし、マグニチュード9を超える超巨大地震は、近代的観測が開始されて以降、すべて海洋プレートが沈み込むプレート境界で発生している。なぜ、これまで観測されているように、超巨大地震はプレート沈み込み境界で発生し易いのか考察し、300字から600字程度を目安として説明せよ。なお、以下の語群の用語は必ず用いること。

【語群】 面積, 温度, 蓄積速度

[4] 以下の小問(1)～(3)に答えよ.

- (1) ある地点の地下には平均密度 2700 kg m^{-3} , 厚さ 30 km の地殻がマントル上にあり, 別の地点の地下には平均密度 3000 kg m^{-3} , 厚さ 15 km の地殻がマントル上にあるとする. 両地点でアイソスタシーが成立しているとすれば, 両地点の高度差はいくらか. ただし, 両地点とも陸上にあり, マントルの密度は一様で 3400 kg m^{-3} とする. 導出過程も示すこと.
- (2) 地表で測った重力加速度の測定値に, フリーエア補正さらにはブーゲー補正を加えることにより, フリーエア重力異常およびブーゲー重力異常が求められる. フリーエア補正およびブーゲー補正は, それぞれどのような効果を補正するために加えられるのか, 以下の語群の用語をすべて使って, 合わせて 100 字程度で説明せよ.

【語群】 ジオイド, 標高, 引力

- (3) リソスフェアの厚さに比べ, 空間スケールが十分に小さい山と十分に大きな山があるとす. 山体の荷重以外にテクトニックな力がかかっていないとき, それぞれの山の中央部において, フリーエア重力異常およびブーゲー重力異常の値はそれぞれどのような期待されるか, 簡単に理由を添えて答えよ.

基礎科目（問題 7）

以下の問 [1] ~ [5] に答えよ.

- [1] ネソケイ酸塩に属するある鉱物を分析したところ、表 1 の結果を得た. 以下の小問 (1) ~ (4) に答えよ.

表 1

	重量%	分子量	分子比	陽イオン比	酸素数	酸素数の合計を 4 としたときの陽イオン数
SiO ₂	40.8	60.1	あ	あ	え	く
MgO	48.9	40.3	い	い	お	け
FeO	10.3	71.9	う	う	か	こ
合計	100.0				き	さ

- (1) 表中の ~ を, 小数点第 2 位まで答えよ.
- (2) この鉱物名を答えよ.
- (3) ネソケイ酸塩に属する (2) 以外の鉱物を 1 つ答えよ.
- (4) ネソケイ酸塩の構造の特徴を, SiO₄四面体の結合様式に着目して答えよ.

(問題 7 次ページに続く)

[2] 図1は、岩塩の結晶構造である。岩塩の化学式は NaCl であり、立方晶系に属する。岩塩について、以下の小問(1)～(6)に答えよ。ただし、格子定数を 0.564 nm 、 Na と Cl の原子量をそれぞれ 23.0 , 35.5 、アボガドロ数を 6.02×10^{23} とする。必要なら、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\sin 13.3^\circ = 0.230$, $\sin 15.4^\circ = 0.266$, $\sin 22.1^\circ = 0.376$, $\sin 26.6^\circ = 0.448$, $\sin 30.8^\circ = 0.512$, $\sin 44.2^\circ = 0.697$ を用いよ。

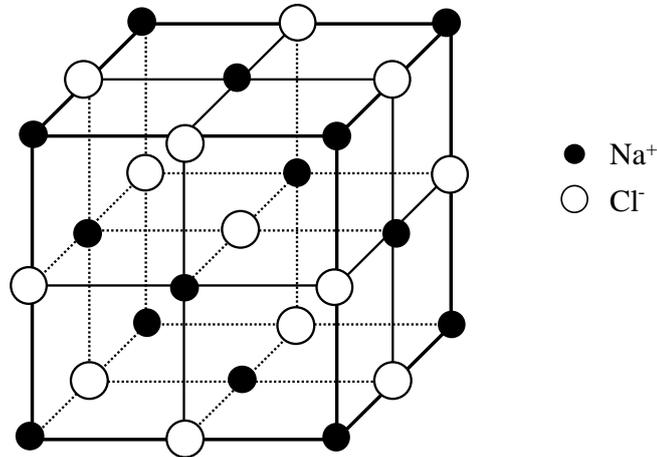


図1

- (1) Na イオンおよび Cl イオンの単位格子中の数はいくつか、それぞれ答えよ。
- (2) 岩塩の密度を、有効数字2桁で求めよ。途中の計算過程も示すこと。
- (3) 岩塩のブラベー格子の格子タイプを答えよ。
- (4) ミラー指数(100), (110), (111)の面間隔, d_{100} , d_{110} , d_{111} を、有効数字2桁でそれぞれ求めよ。途中の計算過程も示すこと。
- (5) ある産地の岩塩の粉末 X 線回折パターンを測定したところ、結晶面{200}, {220}, {111}による回折線が得られた。そのときの $2\theta_{111}$, $2\theta_{200}$, $2\theta_{220}$ は、それぞれ 26.6° , 30.8° , 44.2° であった。このとき、結晶面(111), (200), (220)の面間隔の比 $d_{111} : d_{200} : d_{220}$ を、有効数字2桁で求めよ。ただし θ は X 線の入射角とする。途中の計算過程も示すこと。
- (6) (5) の X 線回折パターンにおいて、結晶面{100}, {110}, {210}, {211}, {221}, {300}, {310} による回折線の強度はゼロであった。この理由を簡潔に答えよ。

(問題7 次ページに続く)

[3] 下の図2に示される、A-B 2成分系に鉱物 α , β , γ , δ が存在する場合の圧力一定の相図について、以下の小問 (1) ~ (3) に答えよ. $T_0 \sim T_6$ は温度 ($T_0 < T_1 < T_2 < T_3 < T_4 < T_5 < T_6$) を表す.

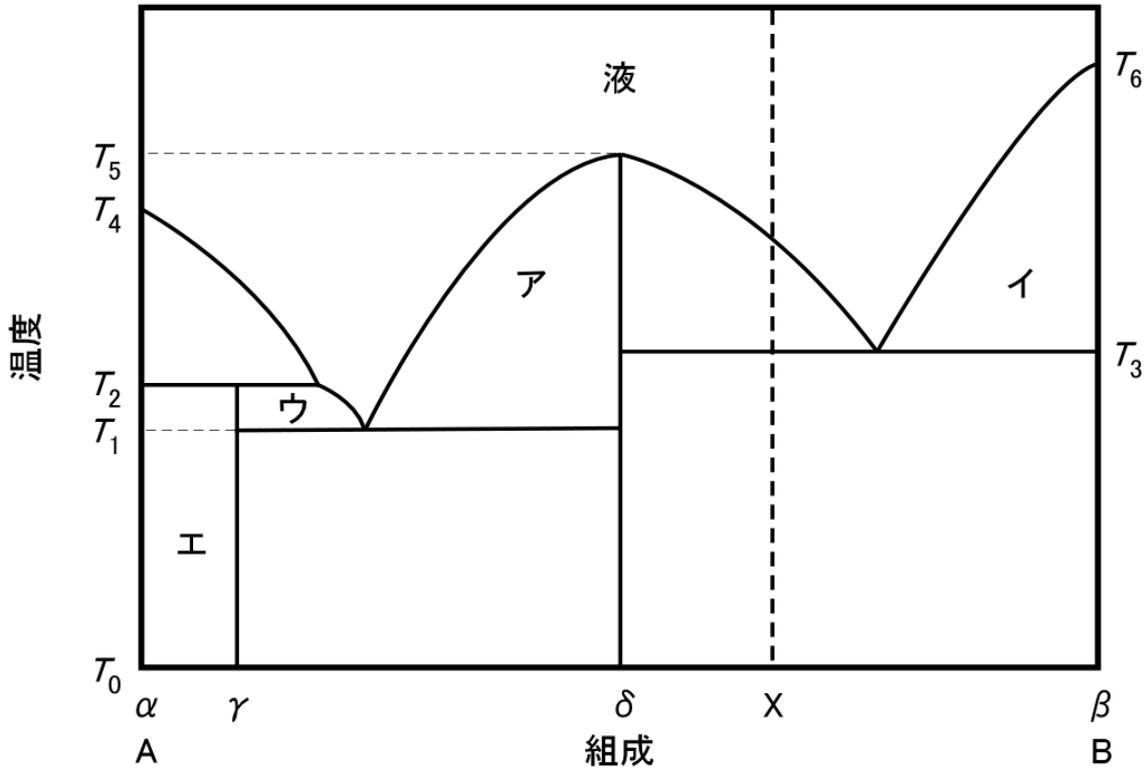


図2

- (1) **ア**~**エ**の領域で安定な相の組み合わせをそれぞれ答えよ.
- (2) **X**の組成をもつ物質(初期温度は T_0)を加熱し、平衡溶融するプロセスを考える. 以下の問 (i) ~ (iii) に答えよ.
- (i) 温度 T_3 で起こる反応の反応式を書け.
- (ii) (i) の反応がはじまってから終了するまでの間、温度はどうなるか答えよ. またその理由を、自由度の観点から説明せよ.
- (iii) (i) の反応が終わったときの液と結晶の量比の求め方を、図2の必要箇所を解答用紙に写し、それを用いて説明せよ.

(問題7 次ページに続く)

(3) β , γ , δ を、温度を十分に上げ全溶解後、冷却する。晶出した結晶はただちに系から取り去られるとする。以下の問 (i), (ii) に答えよ。

(i) 温度 T_0 において、単相の結晶集合体を得られないのは β , γ , δ のうちどれか答えよ。

(ii) 単相の結晶集合体を得られないものについて、結晶化が完了するまでの過程を説明せよ。図 2 の必要箇所を解答用紙に写し、説明に用いること。

[4] (a) 高温低圧型変成帯, (b) 中圧型変成帯, (c) 低温高圧型変成帯について、含まれる典型的な変成鉱物、変成帯が形成される地質学的セッティング、変成帯の具体例、の 3 つの項目を含めて、それぞれ 80 字程度で説明せよ。

[5] 以下の用語 (1) ~ (4) の中から 2 つを選び簡潔に説明せよ。必要なら式、図を用いても良い。

(1) クラウジウスークラペイロンの式 (Clausius - Clapeyron equation)

(クラペイロンークラウジウスの式)

(2) 刃状転位

(3) パーサイト

(4) 複屈折

(問題 7 終わり)

基礎科目（問題8）

以下の問 [1] ~ [4] に答えよ.

[1] 次の文章を読み, 以下の小問 (1) ~ (4) に答えよ.

図1はある地域の地質図である. A層, B層からはアンモナイト (アンモノイド) と三葉虫の化石が, C層からはフデイシ (筆石) の化石が, D層からはフズリナ (紡錘虫) とサンゴの化石が, F層からは恐竜 (ただし鳥類ではない) の化石がそれぞれ産出した. 100万年間に対応する層厚は, B層に対してA層では1.6倍の厚さである. E層は沖積層である. この地域には断層も地層の逆転もなく, A~D層の走向と傾斜はこの地域内ではどこでも同じである.

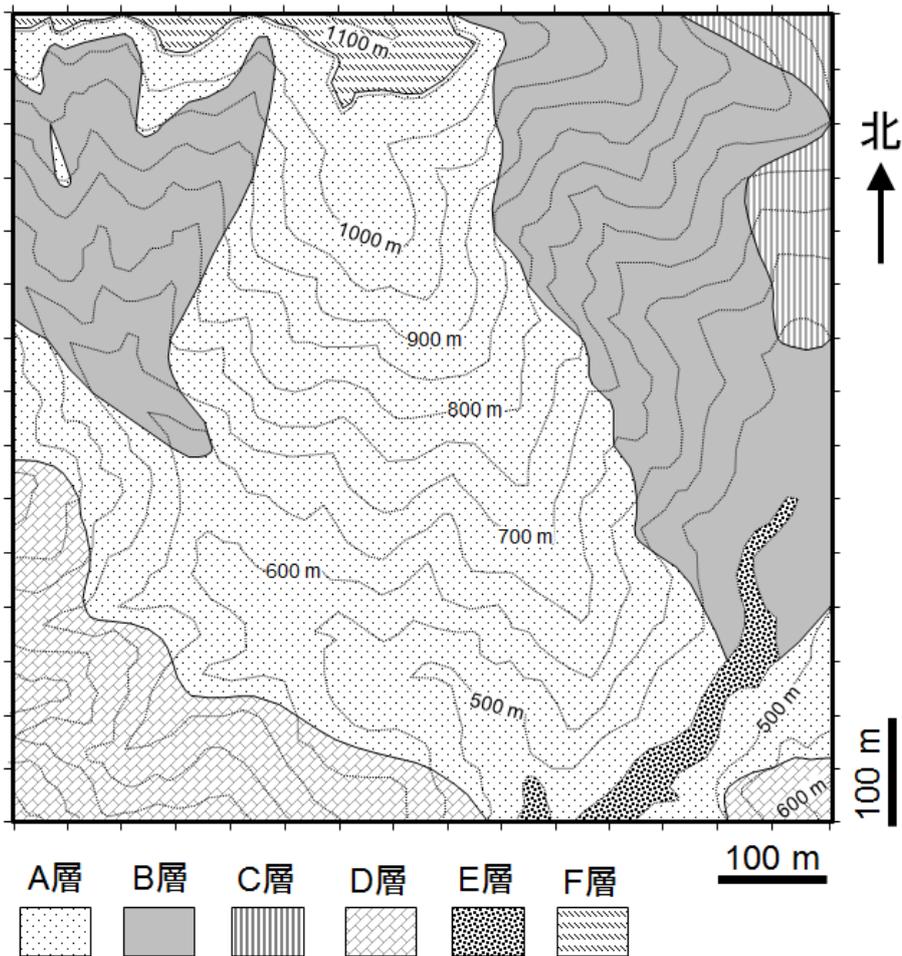


図1

(問題8 次ページに続く)

(1) この地域の層序と地層の姿勢に関する以下の問 (i), (ii) に答えよ.

(i) A~F 層を古い方から順に並べよ.

(ii) A~D 層の走向と傾斜として適切なものを, 以下の選択肢から 1 つずつ選べ.

【走向】 N45°E, N45°W, N60°E, N60°W, EW

【傾斜】 30°N, 30°S, 45°N, 45°S, 60°N, 60°S

(2) アンモナイト, 三葉虫, フデイシ, フズリナ, サンゴについて, それぞれの生息年代範囲を図 2 に, それらの系統関係を表した分岐図を図 3 に示す. (あ)~(お)に入る生物名として適当なものを, 上記 5 つの生物の中から 1 つずつ選べ. ただし, 図 2, 3 は, 現在最も広く支持されている分類体系と系統仮説に基づく.

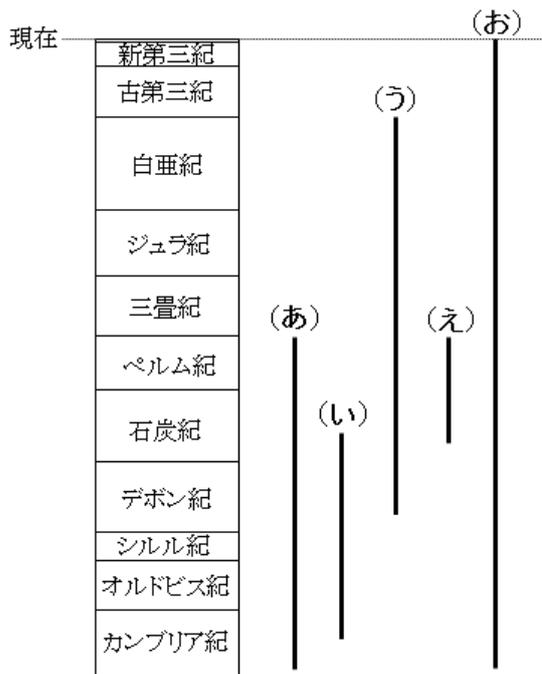


図 2

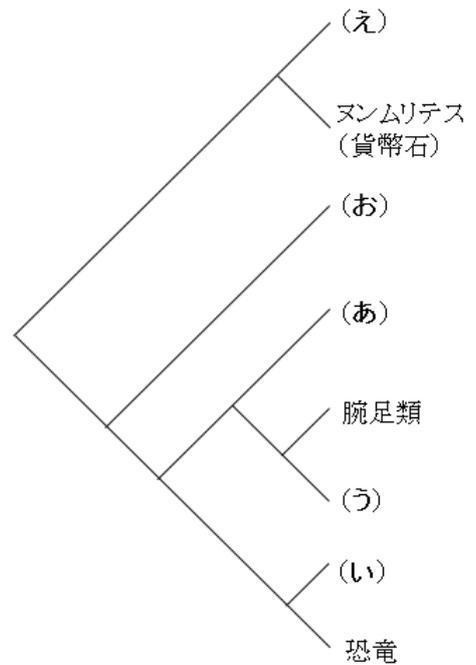


図 3

(問題 8 次ページに続く)

(3) この地域を調査した結果、A 層の堆積が始まった時点で生きていた 20 種のアンモナイトのうち、半分の種が A 層の堆積期間に絶滅したことがわかった。この地域から産出するアンモナイトに関して、A 層、B 層の堆積期間を通じて以下の a~d の仮定がすべて成り立つとして、以下の問(i), (ii)に答えよ。

- a. 単位期間あたりに絶滅する種の数一定である。
- b. ある種が絶滅すると同時に新たな種が現れて、どの時点でも同じ数の種が生息していた。
- c. すべての種が化石として残されかつ調査で発見される。
- d. 生物擾乱や運搬・再堆積の影響は無視できる。

(i) A 層の堆積期間中に生きていたと予想されるアンモナイトの種数として適切なものを、以下の(あ)~(え)から 1 つ選べ。また、それを選んだ理由を 100 字程度で記せ。

- (あ)20 種 (い)25 種 (う)30 種 (え)30 種より多い

(ii) B 層の堆積開始時に生きていた 20 種のアンモナイトのうち、何種が B 層堆積期間中に絶滅したと予想されるか。理由とともに 200 字程度で答えよ。

(4) F 層からは、同種の恐竜の様々な成長段階の全身骨格が見つかった。各個体について、大腿骨の断面積 ($S \text{ cm}^2$) と全身骨格から推定される体重 ($W \text{ kg}$) を見積もり、それぞれ自然対数を取った値をプロットしたものを図 4 に示す。大腿骨の支持強度がその断面積に比例すると仮定した場合、図 4 のような相対成長を示す種では、推定体重に対する大腿骨の支持強度の比 (大腿骨の支持強度 / 推定体重) は成長とともに増加するか、減少するか、あるいは一定に保たれるか、理由とともに 100 字以内で答えよ。

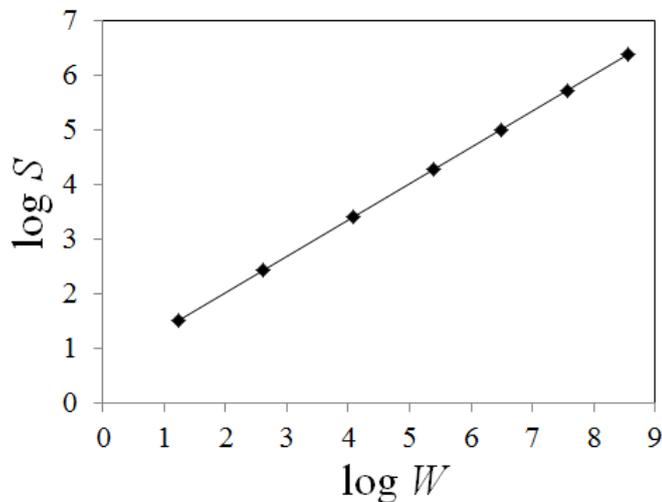


図 4

(問題 8 次ページに続く)

[2] 以下の小問(1)～(5)に答えよ。

(1) 地球史の中で最も若い時代は第四紀と呼ばれており、氷期-間氷期が繰り返す気候変動の激しい時代であったことがわかっている。第四紀は2つの時代に区分されている。それぞれの名称と始まりの絶対年代を記せ。

(2) 第四紀は、海生生物の石灰質の殻の酸素同位体比 $\delta^{18}\text{O}$ を使って、ステージ番号を付けて細分されている。そのステージ区分は何と呼ばれているか答えよ。またステージ番号2の時代の $\delta^{18}\text{O}$ の値と全球的気候の特徴について、適切なものを下記の語句群から選べ。

【語句群】 数%の正の値, 数‰の正の値, 数%の負の値, 数‰の負の値,
温暖湿潤, 寒冷湿潤, 温暖乾燥, 寒冷乾燥

(3) 5万年より若い堆積物の年代決定のために、炭素の同位体である ^{14}C が利用されている。湖成堆積物中の木の葉の化石の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ を測定したところ、現在の木の葉の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ の $1/32$ に減少していた。大気中の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ が時代に関らず一定だと仮定して、この木の葉の堆積年代を求めよ。ただし ^{14}C の半減期は5700年とする。

(4) 地磁気極性層序は、第四紀の地層に年代の目盛りを入れる有効な手段である。第四紀の古地磁気層序区分について、磁極期、亜磁極期という用語を用いて70字程度で説明せよ。

(5) 氷河期に形成された(a)レスと(b)氷礫岩について、形成過程と堆積物としての特徴をそれぞれ70字程度で記せ。

[3] ジュラ紀後期から白亜紀にかけて、大西洋岸や中東地域では岩塩が堆積し、その上に石油の根源岩が形成され、現在の油田となっている。この時代の岩塩や石油の形成過程について、下記の用語をすべて使って120字程度で記述せよ。

【語群】 還元的環境, 蒸発岩, 地熱, 大陸分裂, リフト帯

(問題8 次ページに続く)

[4] 以下の文章を読み、小問(1)～(3)に答えよ。

日本列島は複数の島弧から構成されている。東北日本弧の中軸部には 弧が存在し、非火山性外弧との間には弧間盆地が、非火山性外弧の沖合には、 海盆が分布している。一方、 弧と大陸の間には背弧海盆が広がっている。

西南日本弧の大部分は5億年前以降の付加帯と変成帯、および白亜紀の花崗岩類と火山岩類から構成されている。西南日本弧は横ずれ断層の中央構造線によって外帯と内帯に二分されている。外帯には秩父帯と四万十帯と呼ばれる付加帯が分布しており、秩父帯の北帯と南帯の間には、5～4億年前の古期岩類と蛇紋岩から成る が分布している。

九州では西南日本弧と琉球弧が会合しており、阿蘇山や桜島を含む 弧が分布している。琉球弧では沖縄西方の沖縄 でリフティングが始まっている。

- (1) 文章中の ～ に適切な用語を入れ、文章を完成させよ。
- (2) 横ずれ断層が雁行している部分には堆積盆地が形成されることがある。このような盆地は何と呼ばれているか。またこのような盆地形成のプロセスを、図を描いて説明せよ。
- (3) 以前、秩父帯は石灰岩から産出した化石の研究から、古生代の地層を主体とすると考えられていた。しかし、現在では微化石層序の研究に基づき、ジュラ紀の付加体が主体を成すと考えられている。微化石層序に基づき、どのようにして付加体であることが立証されたのか、図を描いて説明せよ。

(問題8 終わり)