

専攻名 地球社会基盤学専攻(地球惑星科学コース)(一般選抜A試験)

試験科目名 専門科目 ①地学

I

問1

(1) 式(2)を式(1)に代入して、 ρ を消去すると、

$$\frac{dp(z)}{dz} = -ABp(z)$$

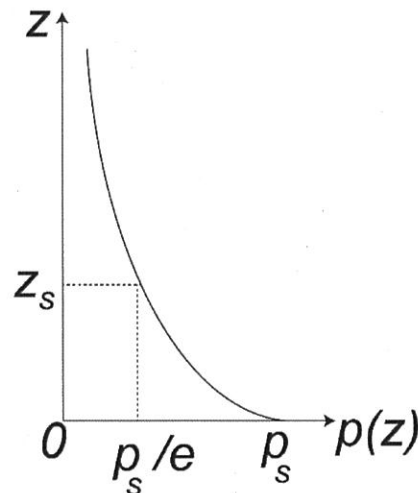
を得る。 $z=0$ から z まで、 $p=p_s$ から p まで積分して、式変形すると

$$p(z) = p_s \exp(-(AB)z)$$

を得る。

(2) 特徴的な厚みを指す高さ z_s (スケールハイト)は、 p が p_s/e となる高さとして定義される。したがって、

$z_s = \frac{1}{AB}$ と表され、これをグラフに示した。ここで $e \sim 2.7$ は自然対数の底である。



(3) 式(1)は、

$$\frac{dp(z)}{dz} = -\rho(z)g$$

となる。理想気体の状態方程式から、式(2)は、

$$\rho(z) = \left(\frac{M}{RT}\right)p(z)$$

となる。したがって、 $A = g$ 、 $B = \frac{M}{RT}$ である。ここで g は重力加速度、 M は大気を構成する気体の分子量、

R は気体定数、 T は絶対温度である。

解答例

専攻名 地球社会基盤学専攻(地球惑星科学コース)(一般選抜A試験)

試験科目名 専門科目 ①地学

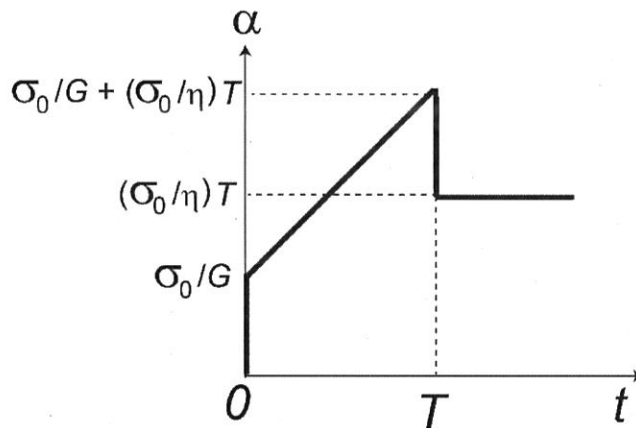
I

問2

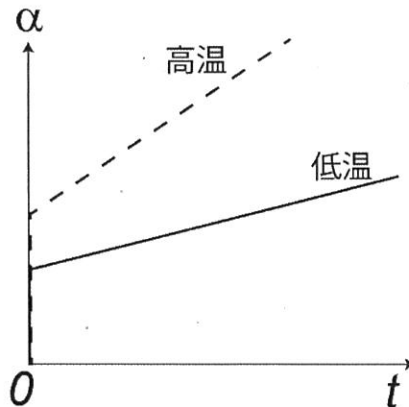
(1) 物理量 α の名称はひずみである。 G の単位はPaなので、 $\frac{\text{kg}}{\text{m s}^2}$ となる。

(2) 物理量 β の名称はひずみ速度である。 η の単位はPa sなので、 $\frac{\text{kg}}{\text{m s}}$ となる。

(3) $0 < t < T$ の間は、 $\alpha(t) = \frac{\sigma_0}{G} + \frac{\sigma_0}{\eta}t$ 、 $t \geq T$ の間は、 $\alpha(t) = \frac{\sigma_0}{\eta}T$ となる。従って、グラフは下図のようになる。



(4) 高温下では、 G と η はともに低温下の値と比較して小さくなる。従って、低温下、高温下におけるグラフは下図のようになる。



(5) 氷期には大陸氷床の荷重が増え、マントルは沈降する。後氷期には大陸氷床の荷重が減り、マントルは上昇する。このような長いタイムスケールではマントルは粘性流体として振る舞う。マントルの上昇を駆動する応力の大きさは上昇域の凹みから求まる。上昇に伴うひずみ速度は、上昇速度と上昇域の幅から求まる。応力とひずみ速度の間にニュートンの粘性法則が成り立つと仮定すると、マントルの粘性率が推定できる。

専攻名	地球社会基盤学専攻(地球惑星科学コース)(一般選抜A試験)
試験科目名	専門科目 ①地学

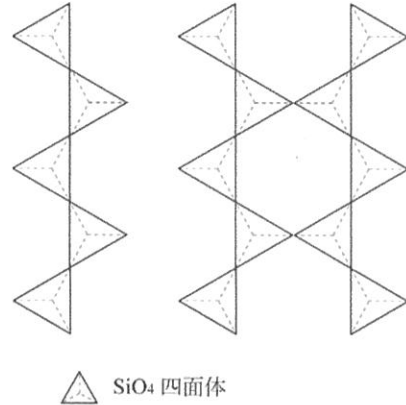
II

問1

(1) 右図の通り。

左が単鎖状, 右が二重鎖状

(2) 輝石(単斜輝石, 直方輝石), 角閃石など



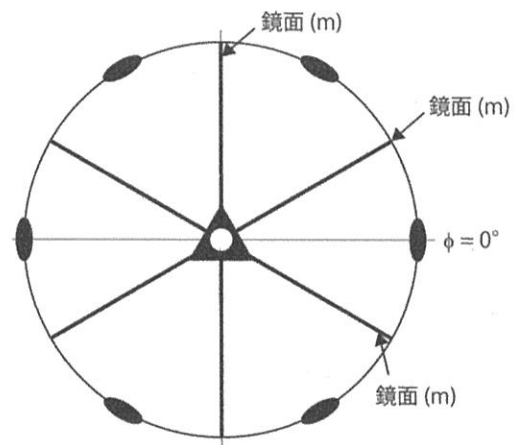
問2

(1) CaCO₃, 炭酸塩鉱物

(2) 同じ化学組成であるが, 異なる結晶構造を持つ。

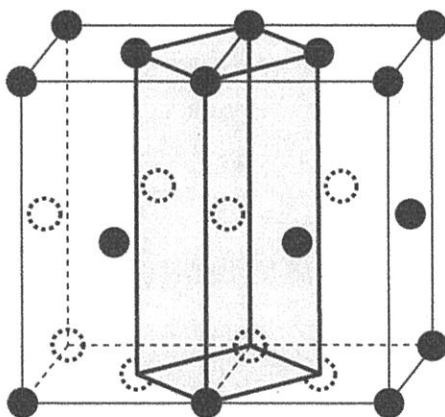
(3) 三方晶系

(4) 右図の通り。



問3

F 格子を複数並べると格子の隅と底面中心にある原子群の間に, より短い基底ベクトルを設定することができる。その基底ベクトルを用いて新たに格子を作ると tF 格子になり, こちらの方が単位胞体積が小さいため tF はブラベ格子型に含まれない。



解答例

専攻名 地球社会基盤学専攻(地球惑星科学コース)(一般選抜A試験)

試験科目名 専門科目 ①地学

III

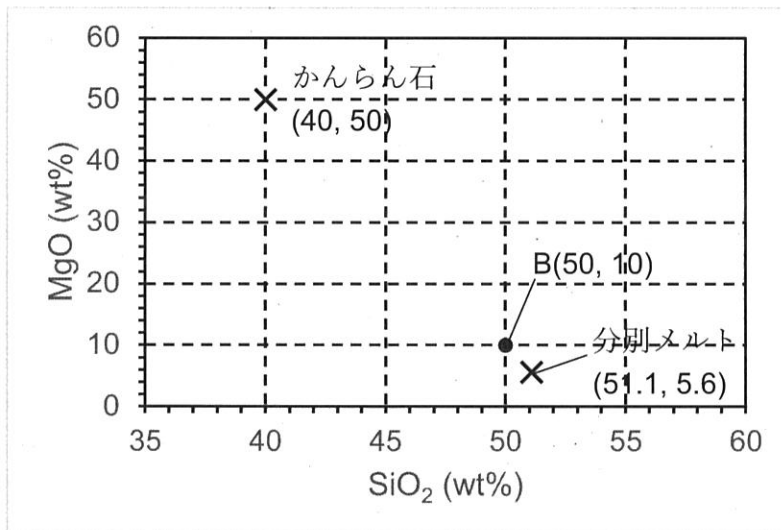
問1

(1) 10 wt%を分別するため、かんらん石組成に0.1を掛ける。

$$[SiO_2]_{\text{分別メルト}} = ([SiO_2]_B - 0.1 \times [SiO_2]_{\text{かんらん石}}) \div 0.9 = (50 - 0.1 \times 40) \div 0.9 \approx 51.1 \text{ (wt\%)}$$

$$[MgO]_{\text{分別メルト}} = ([MgO]_B - 0.1 \times [MgO]_{\text{かんらん石}}) \div 0.9 = (10 - 0.1 \times 50) \div 0.9 \approx 5.6 \text{ (wt\%)}$$

(2)



問2

マフィック鉱物やCaに富む斜長石の分別によってマグマ中のSiO₂が増加して組成変化系列をなすとき、K₂Oはこれらの鉱物にほとんど入らない液相濃集の性質を示すため、初生的なマグマ組成から単調増加の傾向を描く。そのためマグマ系列を識別する指標として有用である。

問3

- (1) コマチアイトはMORBの組成に比べて、Mgに富み、SiO₂とAl₂O₃に乏しい。これらの値を含めてコマチアイトの組成はMORBに比べて上部マントルの値に近い。また、MORBはコマチアイトよりもTiO₂とNa₂Oの液相濃集成分が上部マントルに比べて高く、CaOの含有量が高い特徴がある。
- (2) 部分溶融度の違い。コマチアイトのようなマントルに近い化学組成のマグマが生じるためには、MORBに比べて非常に高い部分溶融度のメルティングが必要である。上部マントルかんらん岩のソリダスから大きく離れた高温の生成条件が考えられる。CaOに富むMORBマグマは、比較的ソリダスに近い条件で単斜輝石と共存する範囲の部分溶融度が考えられる。

解 答 例

専攻名	地球社会基盤学専攻(地球惑星科学コース)(一般選抜A試験)
試験科目名	専門科目 ①地学

IV

問1

- ① : 第四紀
- ② : 新第三紀
- ③ : 白亜紀
- ④ : 石炭紀
- ⑤ : オルドビス紀
- ⑥ : エディアカラ紀
- ⑦ : 顕生累代(顕生代でも可)
- ⑧ : 始生代(太古代も可)

問2

- (ア) : 66 (65でも可)
- (イ) : 252 (251, 250でも可)
- (ウ) : 539 (538, 542, 541, 540でも可)
- (エ) : 2500 (2500以外は不可. 数値年代によって定義されている時代境界であるため)

* (ア)～(ウ)で数値年代に幅を持たせている理由は、数値年代が定義そのものではなく、模式地における示準化石の産出状況が定義であり、数値年代はそこで定義された化石の産出層準に対する放射年代として与えられているためである。放射年代の精度向上およびデータ数の増加により国際層序学委員会が数値年代を変更してきた背景を反映して、過去に用いられていた年代でも正答として取り扱うためである。

問3 石炭紀には光合成によりCO₂を吸収した陸上植物由来有機物が大量に分解を免れて埋没したため。

問4 大規模氷床が両極に存在し、周期的な氷期/間氷期変動が生じた。

問5 スノーボールアースの証拠として当時の赤道付近にもダイアミクタイトが確認されることが挙げられる。同現象が生じるとアルベドが高くなり、地球表層で太陽放射を吸収できなくなり、その状態が長期間安定する。しかし火山由来のCO₂の放出は続いており、それによって生じる温室効果により、やがて同現象は終結する。大気に残存する高濃度のCO₂は海洋表層で過飽和となりキャップカーボネートとして沈殿する(191字)。

解答例

専攻名	地球社会基盤学専攻(地球惑星科学コース)(一般選抜A試験)
試験科目名	専門科目 ①地学

V

問1

- (1) (ア) 250-260 K

計算過程:

$$\pi r^2 S - \pi r^2 SA = \sigma T^4 \times 4\pi r^2$$
 を T について整理すると

$$T = \sqrt[4]{S(1-A)/4\sigma}$$
 と導かれる。

 $S = 1366 \text{ W m}^{-2}$, $A = 0.3$, $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ を代入すると

$$T = \sqrt[4]{42.16 \times 10^8} = \sqrt[4]{42.16} \times 10^2$$
 $2.5^4 = 39.06$, $2.6^4 = 45.70$ なので, $250 \text{ K} < T < 260 \text{ K}$

- (2) 二酸化炭素 (
- CO_2
-), 水蒸気 (
- H_2O
-), メタン (
- CH_4
-), 亜酸化窒素(一酸化二窒素) (
- N_2O
-), オゾン (
- O_3
-), フロン (HCFC) の中から3種類

- (3) コリオリ力 (またはコリオリ効果)

北半球・南半球とも東に曲がる (北半球では右, 南半球では左に曲がる)

問2

- (1) 【ア】 光化学スモッグ (光化学オキシダントでも可)

【イ】 NO_x (窒素酸化物)

【ウ】 VOCs (揮発性有機化合物, メタンでも可とする)

【エ】 10 (10~15の範囲であれば可とする)

【オ】 紫外線

【カ】 フロンガス (フロンでも可とする)

- (2) 南極の春季に最も成層圏オゾンが減少しやすい。

理由: 南極の成層圏では冬に -80°C を下回る低温となり, 水蒸気と硝酸が凝固した極域成層圏雲が形成される。この雲粒が反応場となり, 硝酸塩素 (ClONO_2) や塩化水素 (HCl) から安定な塩素分子 (Cl_2) が生成され, 冬季の間に蓄積する。春季に太陽光が戻ると, 紫外線により Cl_2 が分解され, 活性塩素原子 (Cl) が生成される。この Cl が触媒として作用して, オゾンの破壊を促進する。