

2024年9月・2025年4月入学試験

大学院創造理工学研究科修士課程

地球・環境資源理工学専攻

問題表紙

- ◎問題用紙が18ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎4枚綴りの解答用紙が1組あることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎すべての解答用紙の所定欄に受験番号・氏名・問題番号・科目名を必ず記入しなさい。
- ◎選択した科目については、別紙の選択科目届け出用紙の選択科目欄に○を記入しなさい。
- ◎各自が志望する研究指導科目は必ず選択しなさい。また、願書に第2，第3志望を選択した場合には、第2，第3志望の科目も選択しなさい。

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 資源地球科学

問題番号

1

次の問（１）から（５）に答えよ。

- （１）カーボナタイト型鉱床について述べよ。
- （２）斑岩型鉱床について述べよ。
- （３）黒鉱型鉱床と別子型鉱床を比較しながらその違いを述べよ。
- （４）縞状鉄鉱層について述べよ。
- （５）海底鉱物資源の種類とその分布について述べよ。

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 応用鉱物学

問題番号

2

次の問い（１）～（５）に答えよ。

- （１） 自然鉄（金属鉄，Fe）は，20℃，1気圧下で体心立方（bcc）格子構造であり，格子定数は $a = 0.2866 \text{ nm}$ である。この条件下での自然鉄（Fe）の密度を求めよ。計算の過程も示すこと。
ただし，Feの原子量は55.85，アボガドロ定数は $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。
- （２） 自然銀（金属銀 Ag）と自然銅（金属銅 Cu）は常温常圧下で同じ面心立方（fcc）格子構造である。
しかし空気中で，酸化銀（ Ag_2O ）は加熱すると金属銀（Ag）に還元されるが，金属銅（Cu）は加熱すると赤銅鉱（ Cu_2O ），黒銅鉱（CuO）と酸化が進む。
この熱的挙動が異なる理由を説明せよ。
- （３） 酸化鉄鉱物のうち，常温常圧下で赤鉄鉱（ヘマタイト， $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ）は反強磁性であるが，磁鉄鉱（マグネタイト， Fe_3O_4 ）はフェリ磁性である。
これら２種の酸化鉄鉱物の磁性の違いを，結晶構造から説明せよ。図を用いてもよい。
- （４） 褐鉄鉱（リモナイト）を構成する主な鉱物を記せ。
- （５） 仮晶（仮像）の関係をなす鉄化合物の鉱物の例を示せ。

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名: 惑星科学問題番号

3

Please answer in English.

1. There are two main surfaces that can be seen on the Moon: relatively bright highlands and dark maria (also called mare regions). What rock type is characteristic of the highlands? What rock type is characteristic of the maria? Many rock samples from the Moon (from Apollo, Luna, Chang'e 5 missions and lunar meteorites) are breccias consisting of clasts from the maria and from the highlands. What is the main process that results in the formation of breccias on the Moon? Give some description of how this process works.
2. Three isotopes of oxygen are common on the Earth and in extraterrestrial materials: ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O . Oxygen isotopic compositions of rocks, liquids and gases are often expressed as ratios of $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ and $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ and normalized to standard mean ocean water (SMOW) so that $\delta^{17}\text{O}$ represents $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$ and $\delta^{18}\text{O}$ represents $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$. A rock with composition $\delta^{17}\text{O} = 0\text{‰}$ and $\delta^{18}\text{O} = 0\text{‰}$ has the same O isotopic composition as standard mean ocean water (the "‰" symbol indicates parts per thousand; i.e., $10\text{‰} = 1\%$).

On the Earth, the O isotopic compositions of typical rocks and waters (e.g., ocean water and water vapor) vary in a systematic way due to mass dependent fractionation.

 - (1) Draw a graph of $\delta^{17}\text{O}$ vs. $\delta^{18}\text{O}$ with the terrestrial fractionation line (TF), which shows typical variations in O isotopic compositions of terrestrial rocks and waters. Draw the axes from $+20\text{‰}$ to -60‰ for both $\delta^{17}\text{O}$ and $\delta^{18}\text{O}$. Make sure to label the axes.
 - (2) On your graph show the approximate compositions of enstatite chondrites (ECs) and of ordinary chondrites (OCs).
 - (3) Carbonaceous chondrites have a wide range of O isotopic compositions; however, most Ca-Al-rich inclusions (CAIs) have similar O isotopic compositions. On your graph, show the approximate O isotopic compositions associated with typical CAIs.
 - (4) As mentioned above, the O isotopic variations of terrestrial rocks and waters are caused by mass dependent fractionations. Is the O isotopic difference between CAIs and other chondrite components (e.g., chondrules and matrix) caused by mass dependent fractionation? Explain your answer.

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 火山学

問題番号

4

1. 火山の地下に発達する岩脈と岩床について、次の問いに答えよ。解答には図を併用すること。
 - (1) 岩脈と岩床の違いについて、形成場の違いを含めて説明せよ。説明にあたり、地殻応力場の3つの主応力軸 ($\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$; 互いに直交) や、その水平成分に相当する2つの水平主応力軸 ($\sigma_{Hmax} > \sigma_{Hmin}$) の情報を含めること。また図には地表面も描くこと。
 - (2) 岩脈・岩床を構成する火成岩には、特定の方向に沿って、結晶組織やガラスの量の多様性が観察されることがある。その方向を岩脈・岩床の模式図に示せ。また多様性の発生する原因を述べよ。さらに結晶組織とガラスの量についての岩脈・岩床内での違いを、具体的に説明せよ。ここでは単純化のため、岩脈・岩床の形成場に供給されたマグマは、無斑晶質であったものとする。
 - (3) 岩脈を直接観察できるようになるのは、火山活動が停止し、火山体の侵食が進んだ時である。しかし活動中の火山でも、地表で見ることのできる、ある火山体構成物の空間分布でもって、地下の岩脈の走向の傾向を把握することが可能である。この火山体構成物のもっとも適当な名称と、岩脈形成と火山体構成物形成の関連について、説明せよ。
2. 火砕物、ならびに、火砕物の集合体（火砕岩）の分類法について、次の問いに答えよ。
 - (1) 「block」「lapilli」「ash」の各々について、日本語と定義を述べよ。
 - (2) 構成物の粒径に基づく火砕岩の分類図（三角図）を描け。頂点には「block」「lapilli」「ash」が存在するはずである。三角図の各領域に入る火砕岩の名称も、日本語で記せ。
 - (3) (2)の三角図の「block」の頂点には火山弾も入れることがある。しかし「lapilli」や「ash」の頂点に火山弾が入ることはない。火山弾の定義や形成過程をふまえて、その理由を説明せよ。
 - (4) (2)とは別に、火砕物集合体の火口からの運搬様式に着目して、火砕岩を分類する場合がある。代表的な2つの分類名は、降下火砕堆積物と火砕流堆積物である。この2つが(2)の三角図のどの領域に入るかについて、その一般的傾向と理由を、三角図を併用しながら答えよ。
3. マグマの発生と進化に関わる次の専門用語を100～200文字程度で説明せよ。必要であれば、図を併用しても良い。
 - (1) マントルポテンシャル温度
 - (2) 非調和融解(分解融解)
 - (3) 分配係数

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 地球化学

問題番号

5

1. 元素の存在度や分類について、

(1) 元素の宇宙存在度（太陽系の元素存在度）について、特徴を理由とともに3つ以上述べよ。簡略した図を描いて説明しても良い。

(2) ゴールドシュミットによる元素の地球化学的分類では、コンドライト隕石が互いに溶け合わない3つの相から構成されるのと同様に、地球も誕生直後の熔融状態から相分離して分化したと考え、これらの3つの相と大気への親和度を元に元素を分類した。この下線部の3つの相をなす元素の名称とそれぞれの特徴（化学結合と化合物）を説明せよ。

(3) 固体地球で見られる固相液相分配における元素の挙動からも、元素を分類できる。

① 不適合元素(incompatible element)とは何か。説明せよ。

② ①に当てはまる2つのタイプについて、具体的な元素名を挙げながらそれぞれ説明せよ。

2. 同位体を用いた年代測定について、

(1) K-Ar 法について、

① この年代測定法に用いられる K から Ar への壊変形式を答えよ。

② K, Ar それぞれの測定手法を説明せよ。

③ 正しく年代が求まるための条件と、適用される試料について簡潔に述べよ。

④ K-Ar 法で対象となる K 核種は Ar だけでなく Ca にも分岐壊変するが、K-Ca の壊変は年代測定にはあまり用いられない。その理由を述べよ。

(2) Rb-Sr 法について、

この壊変の半減期は 4.88×10^{10} 年である。測定した火山岩の $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ が 10.0, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の値が 0.726 であった。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初生比が 0.706 とするとき、この岩石がマグマから結晶化して固結した年代を計算し、 $a \times 10^b$ の形（有効数字 3 桁）で答えよ。必要があれば、 $\ln 2 = 0.693$, $e^{\lambda t} = \lambda t + 1$ ($\lambda t \ll 1$ とき)の近似式を用いてよい。

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 変成岩岩石学

問題番号

6

1. 変成岩および鉱物に関する以下の問いに答えよ。必要に応じて、図を用いて解答してもよい。
 - (1) 苦鉄質組成の岩石がグラニュライト相の変成作用を経験した場合、この変成岩を構成する主要鉱物3種類の名称と、それら鉱物を偏光顕微鏡で識別する際の光学的特徴について述べよ。なお、偏光顕微鏡観察を行う際に用いる岩石薄片の厚さは30 μm とする。
 - (2) 蛇紋岩の主要構成鉱物である蛇紋石には、アンチゴライト、リザーダイト、クリソタイルと呼ばれる多形が存在する。これら3種類の蛇紋石多形について、それぞれの結晶構造の特徴を述べよ。
 - (3) 変成作用解析で用いられる組成共生図としてACF図がある。ACF図の原理と特徴を述べよ。
 - (4) 変成岩の成因を明確にするためには、Prograde metamorphismとProgressive metamorphismを区別する必要がある。Prograde metamorphismとProgressive metamorphismについて、具体例を挙げつつ両者の特徴の違いを述べよ。
2. 以下の用語について説明せよ。必要に応じて、図を用いて解答してもよい。
 - (1) Contact aureole
 - (2) Paired metamorphic belts
 - (3) Blueschist facies

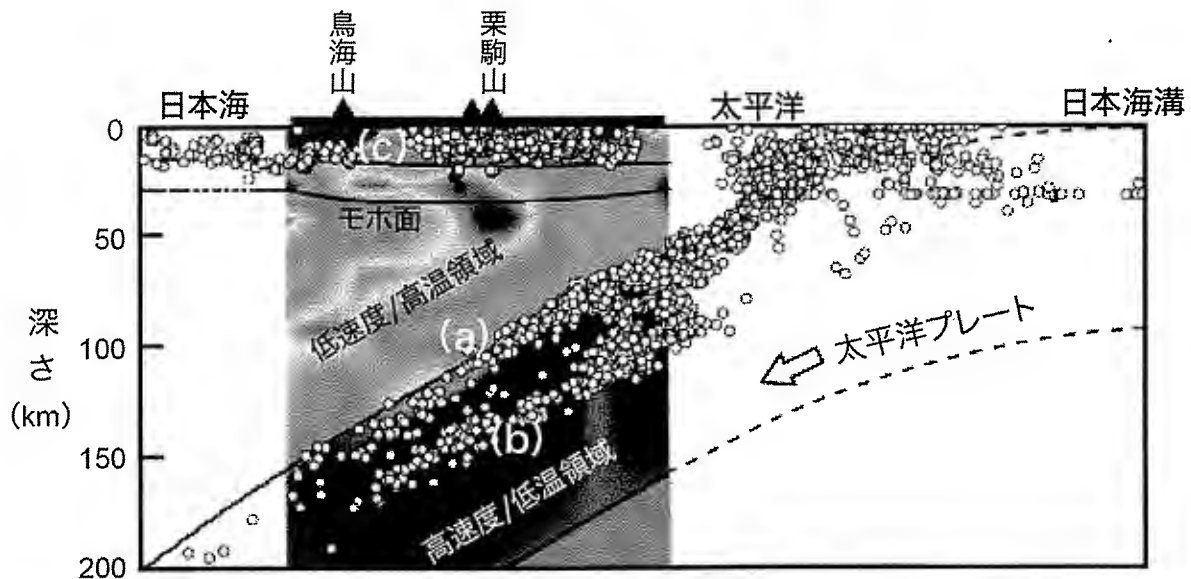
2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 構造地質学

問題番号

7



出典：Hasegawa et al. (2009) Gondwana Research v.16, p.370-400, Fig. 20 を一部改変・加筆

※ページ下部に出典を追記しております。

1. 上の図は東北地方中部における地震波トモグラフィーによるプレート沈み込み帯の東西断面図である。地震波の高速度・低温領域は、沈み込む太平洋プレートを示す。この図の白点は、地震の震源の位置を示す。震源の分布として、(a) 沈み込むプレート上面沿い、(b) 沈み込むプレート内部、(c) 大陸地殻の20～15 kmより浅い領域に集中していることがわかる。この図に関する下の問いに答えよ。

- (1) (a) と (b) の領域で発生する地震の原因となる断層運動の様式の違いについて述べよ。また、その違いの理由について、プレートが沈み込む原因をふまえて説明せよ。
- (2) (c) の領域で発生する地震は内陸地震と呼ばれている。内陸地震はモホ面の深度の約半分(20～15 km)より浅い部分に限られて発生している。その理由を説明せよ。
- (3) 栗駒山や鳥海山などを含む東北地方の火山帯の東端部(海溝寄り)を南北に連ねた線を何と呼ぶか。また、その線の東側で火山が存在しない理由を説明せよ。

2. 下の用語について、図示しながら説明せよ。

- a. pitch (rake)
- b. klippe
- c. flexural-slip fold
- d. mylonite texture

※WEB掲載に際し、以下のとおり出典を追記しております。

Used with permission of Elsevier Science & Technology Journals, from "Plate subduction, and generation of earthquakes and magmas in Japan as inferred from seismic observations: An overview" in Gondwana research : international geoscience journal, Akira Hasegawa, Junichi Nakajima, Naoki Uchida, Tomomi Okada, Dapeng Zhao, Toru Matsuzawa, and Norihito Umino, 16, 1997, p.387 Fig.20; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

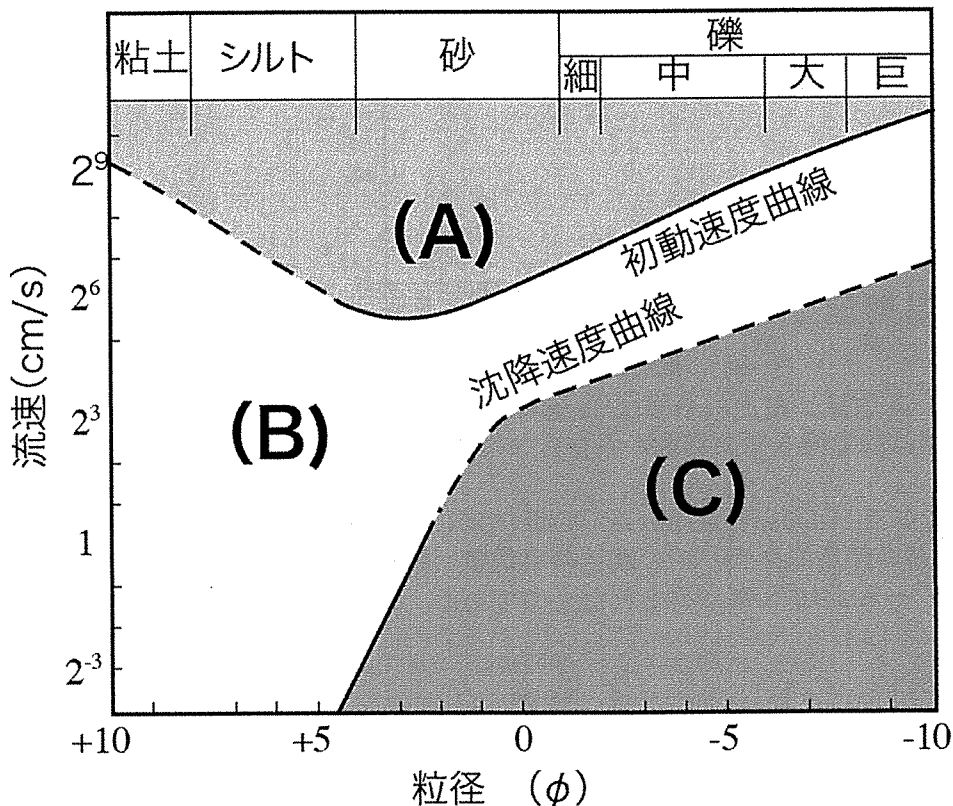
科目名： 堆積学

問題番号

8

下の図は、粘土・シルト・砂・礫の初動速度と沈降速度をグラフ化したものである。初動速度とは、粒子が動き始める最低の速度を示しており、図の沈降速度は石英粒子が水中を沈降する速度を示している。この図を参考に、以下の問いに答えよ。

- (1) 初動速度曲線と沈降速度曲線で区分される領域 (A), (B), (C) ではどのような堆積学的現象が起こるのか説明して答えよ。
- (2) 図を参考にして、粘土・砂・礫の水理学的挙動を答えよ。



(注) 粒径の ϕ スケールは、粒子の直径を d mm とした場合、 $\phi = -\log_2 d$ で表される単位である。

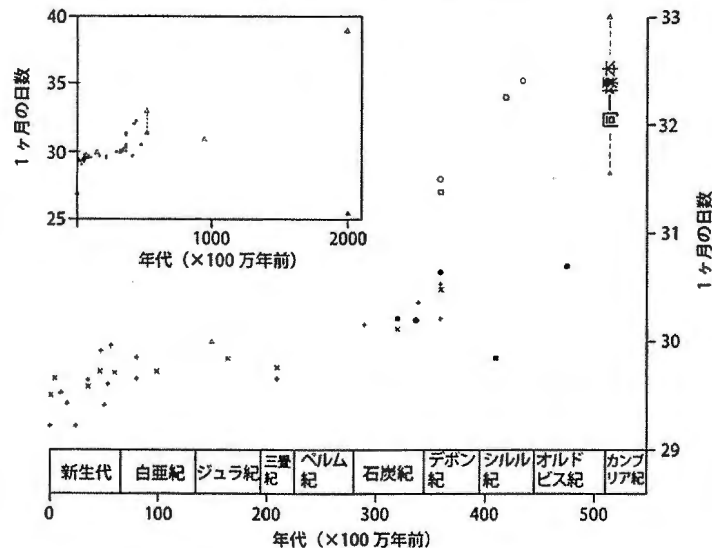
2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 進化古生物学問題番号 9

以下の (1) および (2) の間に答えよ。

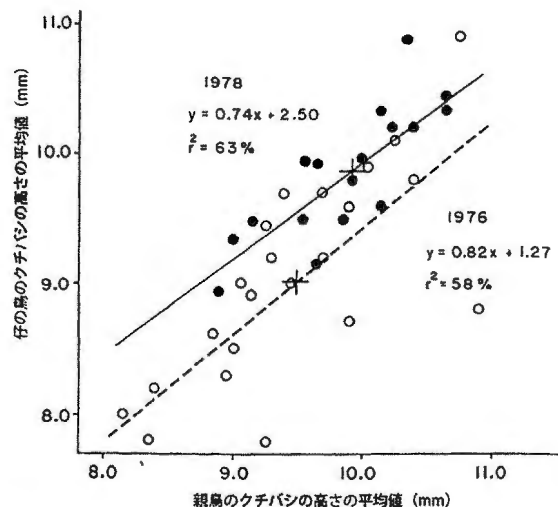
(1) 下の図は、顕生代、および 20 億年前から現在までにおける 1 ヶ月の日数の変化を示している。縦軸が 1 ヶ月の日数、横軸が年代を示している。この図からどのようなことがわかるか述べよ。また、地質時代における 1 ヶ月の日数を算出する手法には何があるか述べよ。



図は、Scrutton (1978) を改変。左上の小図は 20 億年前から現在までを示しており、右下の大图は約 5 億 5 千万年前から現在までを示している。

※1. ※ページ下部に出典を追記しております。

(2) 下の図は、ガラパゴスフィンチ (*Geospiza fortis*) の番(つがい)である雄鳥と雌鳥のクチバシの高さの平均値 (横軸) と、それらの仔鳥のクチバシの高さの平均値 (縦軸) を示したものである。白丸のデータは 1976 年に、黒丸のデータは 1978 年に得られたものである。この図から読み取れることを述べよ。



図は、Boag (1983) を改変。 *Geospiza fortis* の仔鳥の嘴の高さの平均値と親鳥のクチバシの高さの平均値。

※WEB掲載に際し、以下のとおり出典を追記しております。

※1. Used with permission of Springer Nature BV, from 'Periodic growth features in fossil organisms and the length of the day and month' by C.T. Scrutton in Tidal Friction and the Earth's Rotation, Peter Brosche and Jürgen Sündermann, 1978, p.185; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.

※WEB掲載に際し、以下のとおり出典を追記しております。

Used with permission of Oxford University Press, from 'The heritability of external morphology in Darwin's ground finches (*Geospiza*) on Isla Daphne Major, Galapagos' in 'Evolution', Peter T. Børg, Vol.37, Issue 5, 1983, p.883; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 物理探査工学

問題番号

10

- (1) 物理探査は物理的方法で地下の物性値を推定する技術であり，探査手法ごとに対象とする地下物性値や測定原理は様々である。(A) 電磁探査および (B) 地中レーダ探査について，それぞれが探査対象とする物性値，測定原理，また，それぞれの主な探査対象についてわかりやすく説明せよ。図を用いても良い。
- (2) 物理探査における順問題（順解析）について，具体的な例を（適当な探査手法を1つ以上選び）用いながらわかりやすく説明せよ。図を用いても良い。
- (3) 磁気探査は(A)地下浅部の物体検知から(B)広域のマッピングまで幅広く用いられる。(A)，(B)それぞれについて適用例を挙げて磁気探査の目的や概要をわかりやすく説明せよ。図を用いても良い。
- (4) 物理探査における逆問題（逆解析）に関して，特に最小二乗法を用いた逆解析について，わかりやすく説明せよ。図を用いても良い。

2024年9月・2025年4月入学試験問題

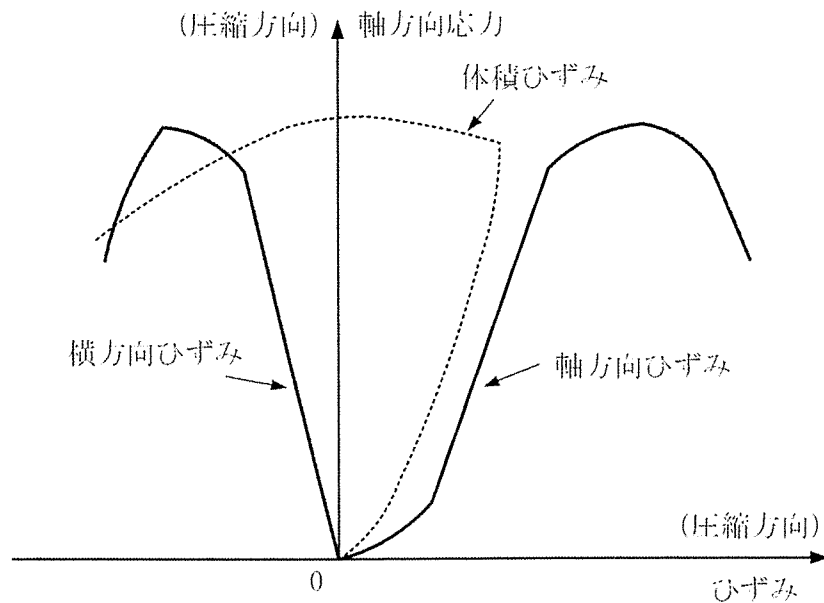
大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 岩盤・石油生産工学

問題番号

11

- (1) 下図は、岩石の一軸圧縮試験で得られる典型的な応力ひずみ曲線の例である。
- (i) 岩石の初期非線形性、降伏応力、一軸圧縮強度、ダイラタンシーについて説明せよ。
- (ii) 周圧を加え圧縮試験を行った場合、応力ひずみ曲線がどのように変化するか述べてよ。

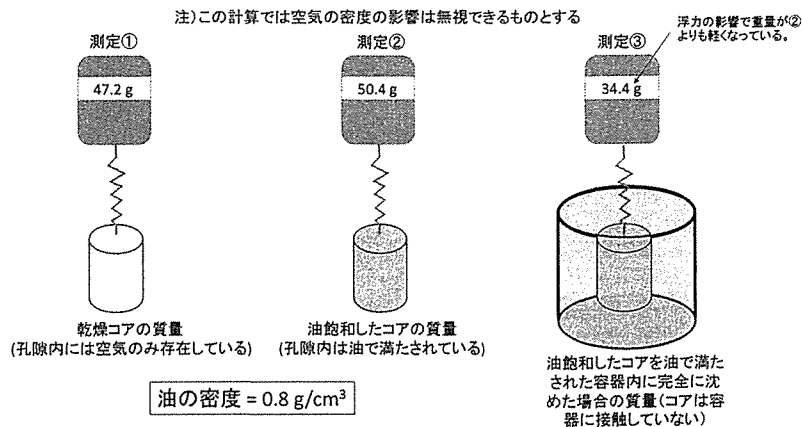


- (2) 水圧破碎技術の適用例を一つ上げ、その特徴を述べよ。
- (3) 岩石の応力ひずみ関係式は以下のように与えられる。
- $$\varepsilon_{ij} = \left(\frac{1+\nu}{E}\right)\sigma_{ij}^e - \frac{\nu}{E}\sigma_{kk}^e\delta_{ij} - \left(\frac{1-2\nu_m}{E_m}\right)p\delta_{ij}$$
- ここで、 ε_{ij} はひずみテンソル、 σ_{ij}^e は有効応力テンソル、 δ_{ij} はクロネッカーのデルタ、 E は岩石のヤング率、 ν はポアソン比、 E_m と ν_m はマトリックスのヤング率とポアソン比、 p は孔隙圧を示す。
- (i) 上式を展開し、 ε_x 、 ε_y 、 ε_z を示せ。
- (ii) 岩石の孔隙圧が Δp 変化したとする。 x, y 方向を水平方向とした時、一軸圧密状態 ($\Delta\varepsilon_x = \Delta\varepsilon_y = 0$) を仮定し、鉛直方向のひずみ変化量 $\Delta\varepsilon_z$ を求めよ。
- (iii) 鉛直方向の応力が一定 ($\Delta\sigma_z = 0$) とした場合の水平方向の応力変化 $\Delta\sigma_x$ を求めよ。

2024年9月・2025年4月入学試験問題
 大学院創造理工学研究科修士課程地球・環境資源理工学専攻
 科目名： 地圏流体工学

問題番号 12

- (1) 下図に示すように、①乾燥された岩石コアの質量、②油飽和したコアの質量、および③油飽和したコアを油で満たされた容器に完全に沈めた状態の質量（コアは容器に接触していない）をそれぞれ測定した。この時、以下の問いに答えよ。



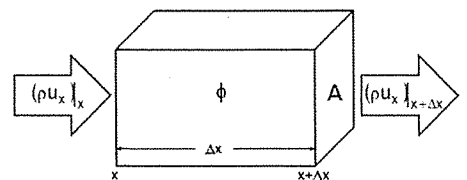
Mineral	Density (g/cc)
Calcite	2.71
Quartz	2.65
Chlorite	2.74
Dolomite	2.85
Anhydrite	2.95
Limestone	2.69
Pyrite	5.06

- a) コアの孔隙容積を計算せよ。
 - b) コアの嵩体積を計算せよ。
 - c) コアの孔隙率を計算せよ。
 - d) 上記の実験結果および上表を参照して、コアの岩石の種類を推定せよ。
- (2) 多孔質媒体中の単相流動に対する連続の式は、流体の生産・圧入がない場合には、次式で表される。

$$\frac{\partial}{\partial t}(\phi \rho) = -\nabla \cdot (\rho \bar{u}) \quad (1)$$

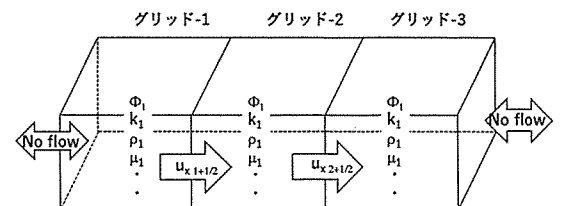
ただし、 ϕ 、 ρ 、 t 、 $\bar{u}$ は、それぞれ、孔隙率、流体密度、時間、流体フラックスベクトルを表す。

- i) 式(1)と右図の微小要素を参考に、流体の生産・圧入がない場合の1次元の多孔質媒体中の単相流動に対する連続の式を導け。



- ii) i)で求めた連続の式に、Darcyの式 ($\bar{u}_x = -\frac{k}{\mu} \frac{\partial \Phi}{\partial x}$) (ただし $\bar{u}$ 、 Φ 、 k 、 μ 、 x は、それぞれ、流体フラックスベクトル、深度の影響を加味した圧力ポテンシャル、絶対浸透率、流体粘度、 x 方向の位置を示す)を代入し、1次元の単相流動の流動方程式を導け。

- iii) ii)で求めた偏微分方程式を右図に示す1×3のグリッドシステムについて、陰解法で離散化せよ。なお、各グリッドブロックに対する式を“ $f_1 = \dots$ ”のように、全て記載すること。また、境界は閉境界 ($\frac{\partial \Phi}{\partial x} = 0$)として扱い、グリッド-1と-2の中間を表す添え字として“1+1/2”、グリッド-2と-3の添え字として“2+1/2”を用いること。



- iv) i)で導いた式は、非線形の連立方程式であるが、この非線形連立方程式を数値的にどのように解くか、できるだけ具体的に説明せよ。

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

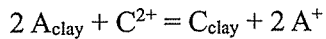
科目名: 環境資源修復工学

問題番号

13

1. 粘土鉱物は土壌の化学特性を決める重要な要素となっている。以下の問いに答えよ。

(1) 粘土鉱物の重要な特性として、陽イオン交換能をもつことが挙げられる。いま、水溶液中で1価陽イオン A^+ で飽和されている粘土鉱物の表面で、2価陽イオン C^{2+} とのイオン交換を考えると、イオン交換反応式は以下のように書ける。ただし、これ以外の陽イオンは無いことを仮定する。



平衡状態において、 m_{i+} を溶液中での i の平衡モル濃度、 $X_{i-\text{clay}}$ をイオン交換サイトでの i の平衡モル分率とあらわせば、平衡定数 K'_{AC} はどのように書き表すことができるか。いま、 $K'_{AC} = 1, m_{C^{2+}} = 1 \text{ M}, m_{A^+} = 1 \text{ M}$ とすれば、 X_A および X_C はどちらが大きい。ただし、 $X_A + X_C = 1$ とする。

(2) (1) の結果に基づいて、いったん淡水環境中に人為的に重金属イオンが排出されてしまうと、土壌の重金属汚染が起きやすく回復しにくいことを説明せよ。

2. 金属酸化物に対する無機イオンの吸着とその分析法に関する以下の問いに答えよ。

(1) 陽イオンと陰イオンの金属酸化物への吸着挙動の pH 依存性を定性的に述べよ。

(2) ヘマタイト($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$)のゼロ電荷点 pH_{zpc} はおよそ 7.0 である。ヘマタイト粉末のけんだく液に、以下の溶質をそれぞれ少量加えたとき、 pH_{zpc} はどうかわるか。正しいものを全て挙げよ。

- | | |
|---|-------|
| (a) NaF | 変わらない |
| (b) CH_3COOK | 変わらない |
| (c) CuCl_2 | 小さくなる |
| (d) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (シュウ酸ナトリウム) | 大きくなる |
| (e) Humic acid (フミン酸) | 変わらない |

(3) ガラス製ビーカーの壁は表面に $\equiv\text{Si-OH}$ 基を多く含む。金属イオン(M^{2+})の希薄溶液 ($\text{pH} > 7$) はガラス容器の中に保存できないのはなぜか。ただし、 SiO_2 の pH_{zpc} はおよそ 2.0 である。

(4) (3) の理由は、金属イオンの濃度を誘導結合プラズマ発光分析(ICP-AES)で測定することにより確認することができる。ICP-AES によって特定の元素を定量できる機構を説明せよ。

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程地球・環境資源理工学専攻
科目名： 環境資源処理工学

問題番号

14

1. 昨今、カーボンニュートラル促進により需要拡大が見込まれるリチウムイオン電池に対し、その資源循環プロセスについて知るところを述べなさい。

2. 以下のような陽イオンを含む坑廃水が流出しているとき、どのような処理あるいは回収フローを構築するのが良いか。可能な限り定量的な根拠や機構、目的を示しながら述べなさい。ただし、当該坑廃水は、主として硫酸イオン ($\text{SO}_4^{2-}=96.06$) が共存しているために酸性を示しているものとする。

項目	pH	Fe^{2+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	Zn^{2+}	Cd^{2+}	Pb^{2+}
原子量	—	55.85	54.94	26.98	65.39	112.4	207.2
排水基準値 [mg/L]	5.8-8.6	10	10	—	2	0.03	0.1
坑廃水濃度 [mg/L]	2.5	700	700	80	400	0.3	0.2

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 素材プロセス工学

問題番号

15

1. 次の銀の酸化に関する問いに答えよ。

- (1) 銀の酸化の反応式を示せ。なお、酸化銀は Ag_2O とする。
- (2) 上記の酸化反応の平衡定数 K を、活量 a と酸素分圧 p_{O_2} を用いて表わせ。
- (3) 反応の自由エネルギー変化 ΔG を、反応の標準自由エネルギー変化 ΔG° 、気体定数 R 、絶対温度 T および平衡定数 K を用いて表せ。
- (4) 高温において、純酸素の雰囲気において銀は酸化しない。高温において ΔG はどのような値を示すか、問(1)の反応式に基づき答えよ。
- (5) 銀より酸化しにくい元素 M と銀を合金化し、 Ag-M 二元系合金を作製した。 Ag-M 二元系は図1に示すように、固溶幅が存在しない単純共晶系を示す。共晶温度より低い温度において、 Ag-M 二元系合金と酸化銀の平衡酸素分圧は、純粋な銀と酸化銀の平衡酸素分圧に比べてどのような値を示すか、理由とともに述べよ。なお、酸化銀は純粋であり、 $a_{\text{Ag}_2\text{O}} = 1$ である。

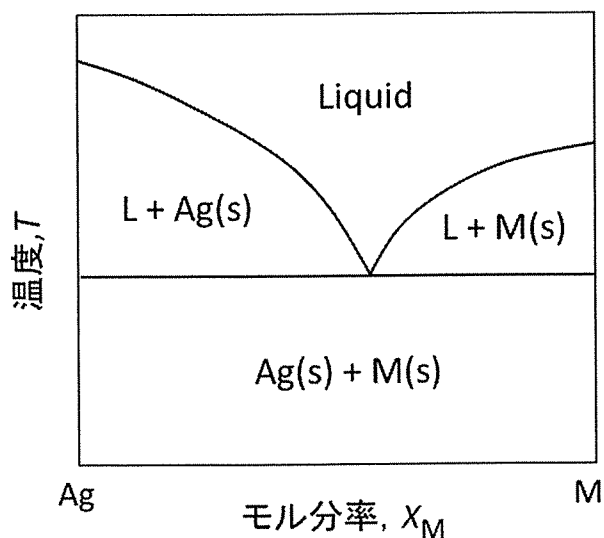


図1 Ag-M 二元系の状態図

2. 次の事項から2つ選択し、簡潔に説明せよ。必要があれば事例を示せ。

- (a) 帯融精製
- (b) パークス法
- (c) 活量係数
- (d) 不動態
- (e) 不溶性アノード

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 大気水圏環境化学

問題番号

16

問1 森林から放出される生物起源揮発性有機化合物の主要化学種はイソプレンである。いま、イソプレンが森林から一定速度 E (kg/s) で大気中へ排出されたとする。時刻 $t=0$ に放出が始まるとし、イソプレンの大気中分解速度は大気中イソプレンの存在量(質量)に比例するものとする。以下の問いに答えよ。ただし、他地域へのイソプレンの移流およびイソプレンの乾性および湿性沈着は無視するものとする。

- 1) 生物起源揮発性有機化合物を英語で書け。
- 2) イソプレンの IUPAC 命名法は 2-メチル-1, 3-ブタジエンである。構造式を示せ。
- 3) 大気中での分解速度定数を k (s^{-1}) として、大気中イソプレンの質量 $m(t)$ に関する式を立てよ。また、定常状態における大気中イソプレンの質量 m_{∞} を E と k で表せ。
- 4) イソプレンの大気中の寿命は $\tau = 1/k$ で表される。 $m(\tau)/m_{\infty}$ 比を求めよ。
- 5) 森林を伐採した場合、大気中イソプレンの質量 $m(t)$ が m_{∞} からその 5% にまで減少するにはどれくらいの時間がかかるか。

問2 マイクロプラスチックについて以下の問いに答えよ。なお、マイクロプラスチックの定義の説明には以下の用語および数字を用いてよい。

用語：フェレ径，空気動力学径

数字：100, 50, 25, 10, 5, 2.5, 1, 0.3

- 1) 海洋マイクロプラスチックの定義を説明せよ。海洋で検出されている代表的なポリマーを3つ挙げ、それらの主な用途を説明せよ。さらに、海洋生態系に対する影響を説明せよ。
- 2) 大気中マイクロプラスチックの定義を説明せよ。大気で検出されている代表的なポリマーを3つ挙げ、それらの主な用途を説明せよ。さらに、大気中マイクロプラスチックの健康および環境リスクを説明せよ。
- 3) マイクロプラスチックを同定する分析方法を2つ挙げ、それぞれの利点と限界を説明せよ。
- 4) マイクロプラスチック問題への対応として、どのような法規制や政策が提案されているかを説明し、それらが実際に効果を上げるためにはどのような要素が重要かを論じよ。

2024年9月・2025年4月入学試験問題

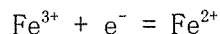
大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名: 地圏環境科学問題番号 17

1. グライ低地土の特徴について 200 字以内で説明せよ。
2. 土壌有機物である腐植物質について、以下の用語を必ず含めて説明せよ。
【ヒューミン・腐植酸・フルボ酸】
3. 直径 6 cm, 高さ 5 cm の円柱形の容器に庭の土をそのままの状態で詰め、すぐに重量を測ったところ 256 g であった。また、その状態で熱をかけてすべての水分を揮発させた後に重量を測ったところ 204 g となっていた。以下の問いに答えよ。
 - (1) 液相率を求めよ。ただし、水の密度を 1 g/cm^3 とする。
 - (2) この土粒子の真比重を測定したところ 2.7 となっていた。水分飽和度および間隙比を求めよ。
 - (3) 孔隙率（間隙率） n および間隙比 e とした場合、以下の式が成り立つことを証明せよ。

$$n = e / (1+e)$$

4. 三価鉄 (Fe^{3+}) と二価鉄 (Fe^{2+}) が共存する地下水の p_e が 3.4 であった。この地下水中における Fe^{3+} と Fe^{2+} の濃度比率 ($[\text{Fe}^{3+}]/[\text{Fe}^{2+}]$) を求めなさい。ただし、以下の還元反応における平衡定数は $\log K = 3.53$ である。



5. ある地域における一般環境中の無機鉛濃度を以下の表に示す。以下の問いに答えよ。

表 ある地域における一般環境中の無機鉛濃度			
環境媒体	大気	土壌	地下水
濃度	20 ng/m ³	120 mg/kg	0.15 g/m ³

- (1) 住民の体重を 50 kg, 1 日当たりの呼吸量を $15 \text{ m}^3/\text{日}$, 土壌摂取量を $100 \text{ mg}/\text{日}$, 地下水摂取量を $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{日}$ とした場合, 経気道ばく露量および経口ばく露量を算出せよ。
- (2) 無機鉛の経口ばく露による暫定的耐容週間摂取量 (PTWI) は $25 [\mu\text{g}/\text{kg-体重}/\text{週}]$ である。この地域における無機鉛によるばく露リスクについて述べよ。

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： ライフサイクル環境評価学

問題番号 18

第1問

以下の質問に答えなさい。

- (1) LCA(ライフサイクルアセスメント)を構成する4段階をすべて挙げて、それぞれの実施内容について説明しなさい。
- (2) 以下に示す用語から2つを選んで、それぞれの内容について説明しなさい。
- ・地球温暖化指数 (GWP)
 - ・ライフサイクル影響評価における必須要素と任意要素
 - ・比較主張の外部公表
 - ・機能単位と基準フロー

第2問

養殖業を対象にしたカーボンフットプリントについてマトリックス法を用いて算定したい。以下の問題に答えなさい。

- (1) 外洋漁業、養殖業の入出力データとして表1、表2を得た。表3にCO₂排出原単位を示す。これらの情報と原単位法を用いて外洋漁業製品1kg、養殖製品1kgの生産に対する重油、電力の消費に伴うCO₂排出量($d_{\text{外洋}}$, $d_{\text{養殖}}$)をそれぞれ算定しなさい。(ただし製品の入力に関わる負荷は考慮しないこと)
- (2) 外洋漁業と養殖業の2部門で構成される2行2列の投入係数行列(A), レオンチェフ逆行列(L)を求めなさい。
- (3) 養殖製品1kgを生産するまでのCO₂排出総量(d_L)を算定しなさい。さらに、外洋漁業の間接排出量、養殖業の直接排出量、養殖業の間接排出量の構成について示して、養殖製品の環境負荷を効果的に削減するため対策について述べなさい。

表1 外洋漁業の入出力データ

外洋漁業	数値	単位
出力：製品 _{外洋}	1.0	kg
入力：製品 _{外洋}	0	L
入力：製品 _{養殖}	0.2	L
入力：重油	0.4	L

表2 養殖業の入出力データ

養殖業	数値	単位
出力：製品 _{養殖}	1.0	kg
入力：製品 _{外洋}	1.5	kg
入力：製品 _{養殖}	0.2	kg
入力：電力	0.2	kWh
入力：重油	0.1	L

表3 重油、電力のCO₂排出量原単位

CO ₂ 排出原単位	数値	単位
重油	3.0	kgCO ₂ /L
電力	0.5	kgCO ₂ /kWh

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

1	/	4
採点欄		

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

※裏面の使用は不可

選択 問題番号		科目名	
---------	--	-----	--

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

2	/	4
採点欄		

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	
---------	--

科目名	
-----	--

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

No.

3	/	4
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号		科目名	
---------	--	-----	--

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

4	/	4
---	---	---

採点欄

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

※裏面の使用は不可

選択 問題番号		科目名	
---------	--	-----	--