

2025年9月・2026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

- ◎問題表紙を除いて、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・氏名を必ず記入しなさい。
- ◎解答用紙の裏面は使用できません。
- ◎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。

2025年9月・2026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

次の問い(1)から(4)に答えよ。

- (1) 資源の静態的耐用年数の定義を説明せよ。また、1972年当時、石油の静態的耐用年数は31年と見積られていたが、石油は現時点でも枯渇せず、現在の静態的耐用年数は50年程度と見積られている。1972年当時よりも、現在の石油の静態的耐用年数が増加している理由を述べよ。
- (2) 資源は地球上に万遍なく分布せず、一部の国や地域に偏在している。鉄あるいはマンガンの鉱床を例にして、鉱床が一部の国や地域に偏在する理由を述べよ。
- (3) 流体包有物とは何かを説明し、流体包有物の加熱・冷却を伴う分析から、鉱床学的に読み取れる情報について2つ述べよ。
- (4) 現在の海底鉱物資源は4種類の鉱床タイプに大別されるが、その名前を述べよ。また、銅、鉛、亜鉛を主成分元素として含む代表的な鉱物名を1つずつ挙げ、その化学式も合わせて示せ。

2025年9月・2026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： 資源素材物質科学

問題番号

2

次の問い(1)～(7)に答えよ。

- (1) ダイヤモンド(diamond)は炭素(C)のみからなる物質であり、単位格子中のCの原子座標は、
0, 0, 0 1/2, 0, 1/2 0, 1/2, 1/2 1/2, 1/2, 0
1/4, 1/4, 1/4 3/4, 1/4, 3/4 1/4, 3/4, 3/4 3/4, 3/4, 1/4
の8サイトで、2つの面心立方格子(fcc格子)を(1/4, 1/4, 1/4)の位相差で重ねた結晶構造となっており、常温常圧での格子定数は $a = 0.3567 \text{ nm}$ である。
ダイヤモンドの常温常圧での密度(g/cm^3)を求めよ。計算の過程も示すこと。
ただし、Cの原子量は12.01、アボガドロ定数(Avogadro constant)は $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。
- (2) 天然ダイヤモンドは、放射線照射により青色、緑色、ピンク色などに発色するが、高温高压で処理すると脱色する。この変化の機構を述べよ。
- (3) ダイヤモンドは誘電体だが、多形のグラファイト(石墨, graphite)は導電体である。この電気的性質の違いを結晶構造から説明せよ。
- (4) 等しい半径の球が密に六方最密格子(hcp)格子をつくるとき、その球の空間中に占める体積の割合を計算せよ。計算の過程も示すこと。
- (5) 蛍石(fluorite, CaF_2)は、加熱すると蛍光を発する。また、短波長の紫外線($\lambda = 235 \text{ nm}$)を照射すると、様々な色の蛍光を発する。それぞれの蛍光の発生機構を述べよ。
- (6) 結晶系(crystal system)のうち、三方晶系と六方晶系の違いを説明せよ。また、菱面体晶系との関係を述べよ。図を用いても良い。
- (7) 長石などのアルミノケイ酸塩鉱物の安定な化学組成は、一般に原子比 $\text{Si}/\text{Al} \geq 1$ である(レーベンシュタイン則, Loewenstein rule)。この理由を述べよ。

2025年9月・2026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： 鉱物学 問題番号 3

以下の問いに答えよ。計算が必要な場合は導出過程も示すこと。

1. 一般にケイ酸塩鉱物は SiO_4 四面体によって基本構造が形成され、その結合様式に基づいて 6 種類に分類される。これについて、以下の (1) から (4) に答えよ。
 - (1) 架橋酸素とは何か、説明せよ。
 - (2) ケイ酸塩鉱物の 6 種類の分類名称を答え、それぞれの SiO_4 四面体の結合様式について架橋酸素の数に着目して説明せよ。
 - (3) 以下の鉱物は (2) のどの分類に該当するか答えよ。
 - ① 石英 (quartz)
 - ② 灰長石 (anorthite)
 - ③ 白雲母 (muscovite)
 - ④ 頑火輝石 (enstatite)
 - ⑤ クリソタイル (chrysotile)
 - ⑥ 鉄カンラン石 (fayalite)
 - (4) ポーリングの静電原子価則とは何か、鉄カンラン石を例にして説明せよ。
2. 化学組成が $(\text{Mg}_x\text{Fe}_{1-x})_2\text{SiO}_4$ で表せるカンラン石について考える。ただし、カンラン石は直方晶系に属し、苦土カンラン石 (forsterite) と鉄カンラン石 (fayalite) を端成分とした完全な連続固溶体であるとする。これについて、以下の (1) から (3) に答えよ。ただし、それぞれの端成分の格子定数は以下の値を用いよ。

苦土カンラン石 : $a = 4.76 \text{ (\AA)}, b = 10.2 \text{ (\AA)}, c = 5.98 \text{ (\AA)}$
鉄カンラン石 : $a = 4.82 \text{ (\AA)}, b = 10.5 \text{ (\AA)}, c = 6.09 \text{ (\AA)}$

 - (1) (001)面および(130)面について、苦土カンラン石と鉄カンラン石の格子面間隔をそれぞれ有効数字 3 桁で求めよ。また、(001)面と(130)面の交差によってできる晶帯軸の指数を答えよ。
 - (2) あるカンラン石に対して X 線回折実験を行ったところ、130 反射に対応する回折線がブラッグ角 $\theta = 16.0^\circ$ に現れた。このカンラン石における x の値を有効数字 2 桁で求めよ。なお、実験で用いた X 線は $\text{Cu K}\alpha$ 線であり、その波長は 0.154 nm とする。
必要に応じて $\sin 16.0^\circ = 0.276$ を用いてもよい。
 - (3) 一般に、X 線回折実験ではブラッグ角の測定に誤差が生じることがある。こうした誤差を補正するために、結晶構造が既知の物質を用いる方法がある。この方法の原理と具体的な手順を説明せよ。

2025年9月・2026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. 火山岩の斑晶に見られる組織と、それが示唆する現象に関して、次の問いに答えよ。文章と図を併用すること。
- (1) カンラン石に直方輝石（斜方輝石）の反応縁が生成する過程について、forsterite (Fo)-SiO₂ 系の相平衡図を描いて説明せよ。圧力やマグマの含水量は変化しないものとする。
 - (2) 斜長石は汚濁帯という組織を持つことがある。汚濁帯の内側と外側で斜長石の化学組成には差があり、内側で albite (Ab)成分に富む。汚濁帯は、マグマから晶出する斜長石の化学組成が変化していく過程で、変化前から存在していた斜長石が部分熔融して発生したものである。汚濁帯が生成する過程でマグマに起きた変化を、albite (Ab)-anorthite (An)系の相平衡図を描いて説明せよ。ここでも圧力やマグマの含水量は変化しないものとする。
 - (3) ある火山岩で斑晶の鉱物種を調べたところ、カンラン石と斜長石が含まれていた。カンラン石は(1)の反応縁を、斜長石は(2)の部分熔融組織を、それぞれ持っていた。カンラン石と斜長石がこのマグマで共存することになった現象について2つの可能性を挙げよ。この現象には、マグマ以外も関わって良いものとする。2つの可能性の各々について、カンラン石と斜長石の供給源も述べよ。
2. 珪長質マグマの活動と関連し発生する火砕流について次の問いに答えよ。文章と図を併用すること。
- (1) 「プレー式」「メラピ式」「スフリエール式」の3タイプの火砕流について発生過程を比較せよ。
 - (2) 火砕流堆積物に含まれる本質物質には、(1)の3タイプの火砕流の間で、組織学的な違いが見られる。特に石基部分の組織の違いについて、発泡度と結晶度の観点から比較せよ。発泡度とは単位体積あたりの気泡の比率、結晶度とは単位体積あたりの結晶の比率のことである。ここでは火砕流を引き起こしたマグマについて、マグマ溜まりでの諸条件（バルク組成、温度、圧力、等）の相違はなかったものとする。
3. 次の用語を文章と図を併用して説明せよ。(3)の説明にあたっては数式も用い、数式中の各種のパラメーターが「terminal velocity」にどのような影響を与えるかについても言及せよ。
- (1) agglutinate
 - (2) tholeiitic (TH) and calc-alkaline (CA) rock series
 - (3) terminal velocity of crystal in magma

2025年9月・2026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. 地球化学分野の発展において、同位体比が測定可能になったことは大きな貢献である。太陽系内物質は基本的に同位体組成が一定であるということが明らかになり、また分析技術の向上によりさまざまな同位体異常も見つかってきた。次の問いに答えよ。
 - (1) 天然で起きる同位体比の変動を表す指標として、 δ 表示が用いられる。この δ 値の定義を式で表し、説明せよ。
 - (2) 酸素同位体における δ 値の標準物質を答えよ。
 - (3) 酸素には安定な同位体が3つ存在する。これらを用いた3同位体プロットで表示すると、地球上の試料には強い相関がみられる。この特徴や例外についてプロットを図示しながら簡潔に述べよ。
 - (4) 火星隕石や月試料の酸素の3同位体プロットの特徴について、(3)の地球物質と比較して述べよ。
 - (5) 通常の太陽系物質とは桁違いで異なる同位体比の変動幅をもつ物質が発見された。この物質の名称と同位体異常について述べよ。
 - (6) 同位体比を測定する代表的な手法について、(5)の微小試料を測定するのに用いられる分析法の名称を答え、原理を簡潔に説明せよ。
2. 次の語句を説明せよ。必要に応じて、図を用いてもよい。
 - (1) プルームテクトニクス
 - (2) 地球内部（表層からコアまで）の密度分布
 - (3) Nominally anhydrous minerals
 - (4) Dense hydrous magnesium silicates

2025年9月・2026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) 玄武岩質岩石が緑色片岩相の変成作用を経験した場合、この変成岩の主要な構成鉱物を4つ挙げ、それらを偏光顕微鏡（開放ニコルおよび直交ニコル）で観察した際の鏡下の特徴を説明せよ。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) AKF 図は、変成岩岩石学分野で用いられる組成共生図の一つである。AKF 図の特徴について説明せよ。
 - (3) ギブスの相律とゴールドシュミットの鉱物学的相律について、両者の違いがわかるように、それぞれ説明せよ。
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) Ultra-high-pressure metamorphism
 - (2) Isograd
 - (3) P-T-t path
 - (4) Morey-Schreinemakers rule

2025年9月・2026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

1. 下の用語で表される構造は、剪断センスの決定にどのように利用できるかを図示しながら説明せよ。

- (1) 雲母フィッシュ (mica fish)
- (2) Cタイプシアバンド劈開 (C-type shear band cleavage)
- (3) 斜方面構造 (oblique foliation)

2. 下の用語について説明せよ。図を描きながら説明してもよい。

- (1) lithostatic pressure
- (2) ultramylonite
- (3) pressure solution
- (4) dynamic recrystallisation

2025年9月・2026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

(A) 文章中の空欄を、下の用語集の中から選んで埋めよ。

岩石の風化作用によって堆積物は生成される。そして、岩石の風化作用の最終産物として土壌が形成される。土壌はその場の気候に強く依存して特徴的な組織・組成に変化していく。

寒冷気候帯の土壌は、風化作用が ア ために、アルカリ類・アルカリ土類は母岩と比べて イ 濃度になる。また、土壌中の微生物の活動は ウ ために、土壌中には有機物が エ される。

熱帯気候の土壌は、風化作用が オ ために、アルカリ類・アルカリ土類は母岩と比べて カ 濃度となる。また、土壌中の微生物の活動は キ ために、土壌中には有機物が ク する。

乾燥気候の土壌は、風化作用が ケ である。さらに、地下水の上方移動に伴って元素も上方移動し、一部のアルカリ類・アルカリ土類は母岩と比べて コ 濃度になる。土壌中の微生物の活動は不活発だが、植生も貧弱なために、土壌中には有機物が サ する。

【用語集】

不活発 活発

高い 同程度の 低い

蓄積 枯渇

(B) 上記文章で述べられている土壌は成帯性土壌と呼ばれている。これに対して、成帯内性土壌とはどのようなものか答えよ。

2025年9月・2026年4月入学試験問題

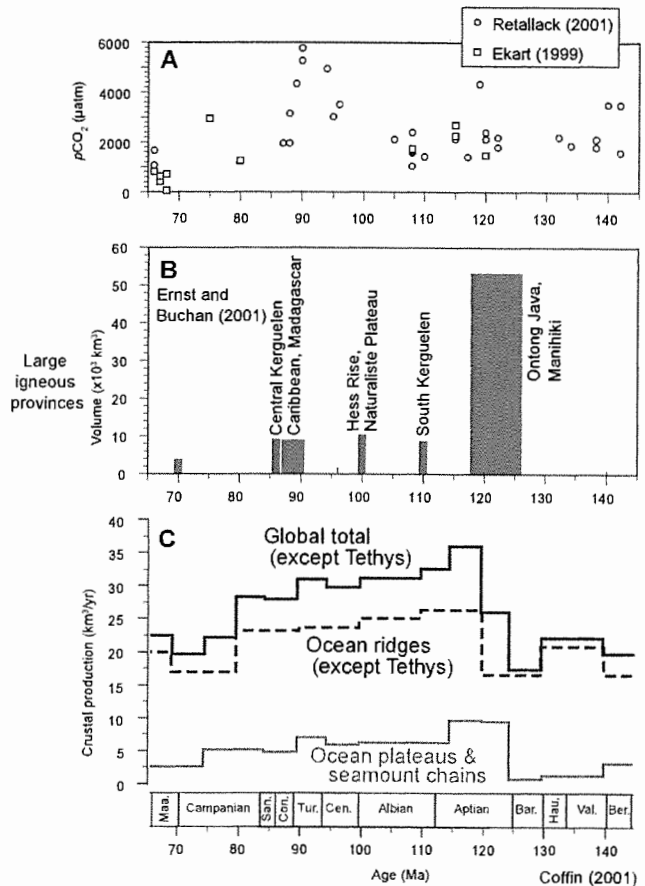
大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 進化古生物学

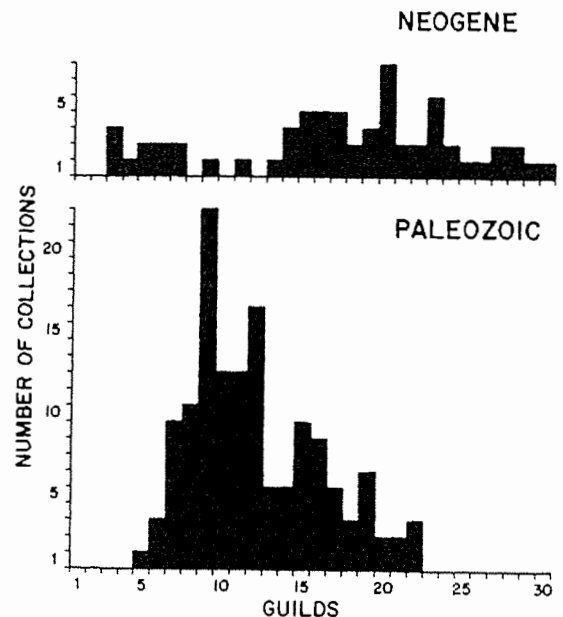
問題番号 9

以下の (1) および (2) の間に答えよ。

(1) 右の図は、白亜紀における大気中の二酸化炭素濃度 (A), 巨大火成岩区 (Large igneous provinces) の形成 (B), および海洋底の拡大速度 (C) の推定値を示している。この図を参照して、白亜紀の海洋環境について述べよ。



(2) 右の図は、古生代と新生代の群集におけるギルドの分布を示している。生態学におけるギルドとはなにか説明せよ。また、以下の図からわかることを述べよ。図は, Bambach, R.K., 1983, *in* Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities (Tevesz, M.J.S. and Mcall, P.L. eds), pp.719-749, Plenum Press, New York から引用。



2025年9月・2026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) 物理探査では、あらかじめ仮定・設定した地下構造（物性値）や測定仕様に対して、実際に探査を行った場合に観測・測定されると考えられる（予測される）応答（データ）を数値計算等により求めることを順問題（順解析）と呼ぶ。これは、探査対象である地下物性値を m 、応答（データ）を d とし、 d と m を $d=A(m)$ として表すことが多い。磁気探査を例に、 $d=A(m)$ についてそれぞれの変数について具体的に記し、磁気探査の順問題（順解析）をわかりやすく説明せよ。図を用いても良い。
- (2) 物理探査はさまざまな物理現象を用いて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) 電気探査および (B) 重力探査について、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。
- (3) 電磁探査は、(A) 地下浅部のインフラ・防災探査から、(B) 地下深部の資源探査まで幅広く用いられる。(A)、(B) それぞれについて適用例を具体的に挙げ、電磁探査を行う目的や概要、長所・短所（課題点）をわかりやすく説明せよ。図を用いても良い。
- (4) 物理探査においては、各探査方法において探査深度（可探深度）を理解し、探査対象・目的に応じて正しい手法を選択し、探査仕様（設定）を決定することが重要である。ここでは地中レーダ (GPR) 探査を例に、代表的な探査対象とその深度の目安、また、探査深度を決定する要素・要因について具体的にわかりやすく説明せよ。図を用いても良い。

2025年9月・2026年4月入学試験問題

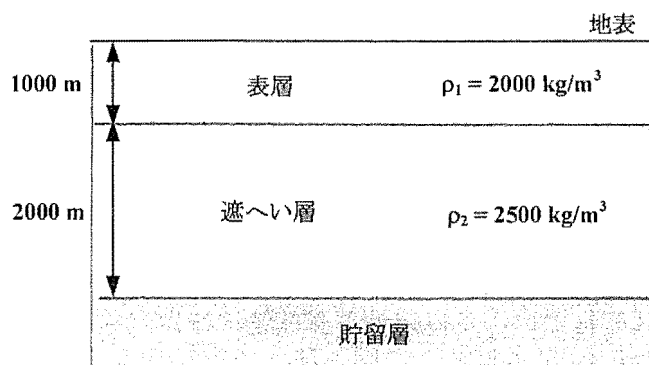
大学院創造理工学研究科修士課程 地球・環境資源理工学専攻

科目名： 岩盤・石油生産工学

問題番号

11

- (1) 有効応力の概念を説明せよ。また、油ガス田の開発に関連して有効応力の変化により生じるジオメカニクス（岩盤力学）問題を一つ挙げ、簡潔に説明せよ。
- (2) クーロンの破壊基準の式を記述し、その物理的意味を説明せよ。
- (3) 図に示す貯留層上部（深度 3000 m）の鉛直方向の地圧 σ_v を求めよ。ただし、表層（層厚 1000 m）の岩石密度は 2000 kg/m^3 、遮へい層（層厚 2000 m）の岩石密度は 2500 kg/m^3 とする。



- (4) 長さ d 、高さ d の正方形領域において、2次元座標 x, y を用いて変位場 (u, v) が以下のように与えられている。

$$u = \left(\frac{\alpha}{d^3}\right)xy^2 \text{ and } v = \left(\frac{\alpha}{d^3}\right)yx^2$$

ここで、 d は 100 mm、定数 α は 0.1 mm とする。

- (i) ひずみ成分 $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_{xy}$ を求めよ。
- (ii) (i)で求めたひずみ成分が、以下の適合条件を満たすかどうかを述べよ。

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_{xy}}{\partial x \partial y} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} \right)$$

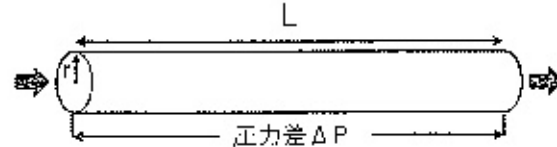
2025年9月・2026年4月入学試験問題

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: 貯留層工学

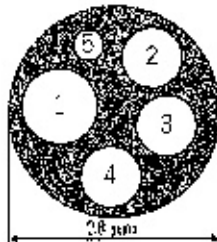
問題番号 12

- (1) 半径 r のパイプの中を流れる粘度 μ の流体の流量 Q は以下の式①で与えられる。ここで、 r はパイプの半径、 L はパイプの長さ、 ΔP はパイプの入口と出口の間の圧力差を表す。

$$\text{式①: } Q = \frac{\pi r^4}{8\mu} \frac{\Delta P}{L}$$


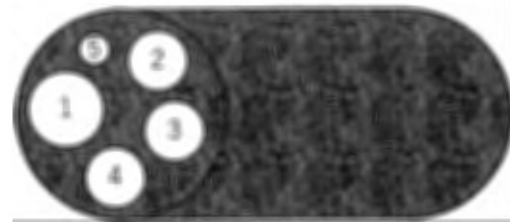
今、浸透性の無い固体の内部を半径の異なる5本の毛細管 (=直線状のパイプ) (番号1: 直径 $10\ \mu\text{m}$, 番号2: 直径 $8\ \mu\text{m}$, 番号3: 直径 $8\ \mu\text{m}$, 番号4: 直径 $8\ \mu\text{m}$, 番号5: 直径 $4\ \mu\text{m}$) が通過する円筒形多孔質媒体 (直径 $28\ \mu\text{m}$) について、以下の問いに答えよ。

円筒形多孔質媒体の断面図



毛細管1の直径: $10\ \mu\text{m}$
 毛細管2の直径: $8\ \mu\text{m}$
 毛細管3の直径: $8\ \mu\text{m}$
 毛細管4の直径: $8\ \mu\text{m}$
 毛細管5の直径: $4\ \mu\text{m}$
 $1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\ \text{m}$

円筒形多孔質媒体



- a) 円筒形多孔質媒体の孔隙率を求めよ。
 b) 円筒形多孔質媒体の浸透率を求めよ (各毛細管の流量は、上記の式①に従うものとする)。

- (2) 今、右図に示す様に、孔隙中が水 (密度 ρ , 粘度 μ) で満たされた1次元多孔質媒体 (初期圧力 P_0 , 孔隙率 ϕ , 絶対浸透率 k , 断面積 A , 長さ L) の左右の境界がそれぞれ圧力 P_1 (左端), P_2 (右端) で開放された場合に、多孔質媒体内の圧力が時間とともにどのように変化するのかを解く事を考える。



- a) 単相流動に対する連続の式 $\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x}(\rho u_x)$ と Darcy の式 $u_x = -\frac{k}{\mu} \frac{\partial P}{\partial x}$ を組み合わせて、上記の問題を解くための偏微分方程式 (1次元多孔質媒体の単相流動を表す流動方程式) を記述せよ (ここで、 t は時間、 u_x は x 方向の流体フラックス、 ρ は水の密度を示す)。
 b) 水の粘度 μ , 水の圧縮率 c_f , および岩石圧縮率 c_r がそれぞれ一定であると仮定して、a) で記述した (非線形の) 偏微分方程式から、(解析的に解ける) 以下の偏微分方程式を導出せよ (導出過程を示せ)。

$$\frac{\phi\mu(c_f + c_r)}{k} \frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2}$$

- c) b) で導出した偏微分方程式に対し、長さ L が $1\ \text{m}$, 初期圧力 P_0 が $10\ \text{MPa}$, 左端境界圧力 P_1 が $8\ \text{MPa}$, 右端境界圧力 P_2 が $5\ \text{MPa}$ で与えられる場合に、十分時間が経過して ($t \rightarrow \infty$) 圧力分布が定常に達した際に、1次元媒体内の圧力分布がどのような式になるかを示せ。
 d) b) で導出した偏微分方程式を n 個 ($n > 3$) のグリッドセルに離散化 (左端から順に $1 \sim n$ のグリッドセル番号を付与) して、陰解法 (Implicit method) で解く場合、第1グリッドセル, 第 i グリッドセル ($1 < j < n$), および第 n グリッドセルの離散化式を記述せよ。

2025年9月・2026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. 地球は「水の惑星」といわれるが、地球上にあるさまざまな天然水のなかで、地下水は地球上の生態系にも人間活動にも欠かせない水源となっている。たとえば、世界中の飲料水の約半分は地下水でまかなわれているといわれている。その根拠となる地下水の特徴を三つ述べよ。

2. 約46億年の地球の歴史において、地球に生命が誕生したことの大きな要因として、地表に海洋が形成されたことが挙げられる。水を分子レベルでみたときの特徴を考え、水分子のどんな特性が生命の誕生や存続に必要であったと考えられるか説明せよ。

3. 地球上の極限環境に生息する微生物を工学的に活用して、環境浄化、あるいは金属資源やエネルギー資源の採取するプロセスを作り上げることができる。その具体例について知るところを述べよ。実用化レベルでも試験研究レベルでもよい。

2025年9月・2026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、再生可能エネルギー利用促進のため導入が加速されている太陽光パネルの資源循環について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 現在、最も広く導入されているシリコン系太陽光パネルについて、物理選別法、機械的解体法、加熱法のそれぞれのプロセスの概要を説明しなさい。またそれぞれの長所と短所を述べなさい。
- (2) 現行のリサイクルプロセスでは、シリコン系太陽光パネル内のシリコンのリサイクルは大変困難である。その理由を述べるとともに、どのような解決策があるか、考えるところを述べなさい。
- (3) 次世代型の太陽光パネルとして導入が期待されるペロブスカイト型太陽光パネルについて、(1)に述べたシリコン系太陽光パネルに対するリサイクルプロセスは有効と考えられるか。ペロブスカイト型太陽光パネル特有の構造や含有元素を示しながら、考えるところを述べなさい。

2. 離散要素法 (DEM, Discrete Element Method) は粒子状物質の挙動を解析するために開発された数値計算手法であり、資源循環の分野では粉碎機や物理選別機などの理解に有効である。離散要素法に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 離散要素法で粒子 1 個が地面に衝突した時、バネとダッシュポットから成るフォークトモデルに基づく跳ね返りが生じると仮定した場合の垂直方向の運動方程式を書きなさい。ただし、粒子重量を m 、粒子位置を x 、時間を t 、バネ定数を k 、粘性係数を η 、重力加速度を g とする。
- (2) 離散要素法の短所の 1 つは、計算負荷が高いことである。離散要素法の計算負荷を下げるための工夫について、知るところを述べなさい。

2025年9月・2026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. FeS と Cu₂S が共存するとき、硫化物の酸化反応の難易は次式の反応により評価できる。



- (1) 反応式(i)の平衡定数 K を、活量を用いて表せ。
- (2) 反応式(i)の平衡定数 K が $K=3.0 \times 10^4$ である。 K の値から FeS と Cu₂S のどちらが優先酸化されるか述べよ。
- (3) 今、FeS-Cu₂S 系マットの FeS(l) と Cu₂S(l) の活量がそれぞれ $a_{\text{FeS}} = 0.4$, $a_{\text{Cu}_2\text{S}} = 0.5$, スラグ中の FeO(l) の活量は $a_{\text{FeO}} = 0.4$ とした場合、Cu₂O(l) と Cu₂O_{0.5}(l) の活量を有効数字 2 ケタで求めよ。
- (4) スラグ中の Cu₂O(l) の活量係数 γ を、 $\gamma_{\text{Cu}_2\text{O}} = 0.8$ とした場合、設問 (3) で得られた Cu₂O(l) の活量から、スラグ中の Cu₂O(l) のモル分率 $X_{\text{Cu}_2\text{O}}$ を有効数字 2 ケタで求めよ。
- (5) マットの酸化反応が進み、FeS-Cu₂S 系マット中の FeS 濃度が減少し、Cu₂S 濃度が増加する場合、酸化銅としてのスラグへの Cu₂O の溶解度はどのように変化するか述べよ。但し、スラグ中の FeO(l) の活量は FeS-Cu₂S 系マットの組成に依存せず、 $a_{\text{FeO}} = 0.4$ の一定値を示すとする。
2. 次の (1) から (7) の用語を用いて、酸化物の標準自由エネルギー・温度図 (Ellingham 図) について説明せよ。
 (1) 直線の勾配, (2) 酸素 1 モルの消費, (3) 反応の標準エンタルピー変化, (4) 反応の標準エントロピー変化, (5) 融点や沸点などの相変化, (6) 屈折, (7) 負の絶対値
3. A-B 二元系の状態図を図 1 に示す。次の問いに答えよ。

- (1) 共晶反応の反応式を示せ。
- (2) 温度 T1 における組成 x と y の金属組織をそれぞれ模式的に描き、その違いを述べよ。なお、組成 y は共晶点組成とする。

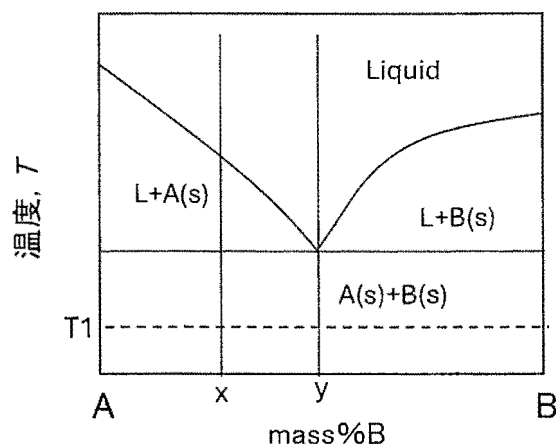


図 1 A-B 二元系状態図

2025年9月・2026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 以下の問いに答えよ。①～⑤に適切な用語を書け。また、計算問題に答えよ。

- 1) 代表的な有機大気汚染物質には(①), (②), (③), (④)がある。(①)は常温常圧で揮発性を示す有機化合物の総称であり, (②)は炭化水素の五員環または六員環からなる有機化合物であり, 不完全燃焼によって生成する。(③)は(⑤)性有機汚染物質(英語の略名: POPs)の代表的な物質群であり, 主な発生源は廃棄物の焼却燃焼であったが, 排出量はかなり削減された。(④)の正式名称は外因性内分泌攪乱化学物質であり, 生殖機能阻害や悪性腫瘍を引き起こす。
- 2) ①, ②, ⑤の英語名称を書け。
- 3) 有機リン殺虫剤であるパラチオンのオクタノール-水分配係数 K_{ow} ($=C_o/C_w$) は $10^{3.81}$ であり, 無次元ヘンリー定数 H' ($=C_a/C_w$) は $10^{-4.8}$ である。水 10 L, オクタノール 250 mL, 空気 50 L が入った密閉容器にパラチオンを入れると水相, 有機相, 気相に存在する割合をそれぞれ求めよ。ただし, 水相濃度を C_w , オクタノール相濃度を C_o , 空気相濃度を C_a とする。

問2 以下の問いに答えよ。①～④には適切な用語を書け。

- 1) 生産量と使用量が多いプラスチックは(①)プラスチックと呼ばれており, 主に5つある。5つのプラスチックの日本語名称, 英語名称を挙げ, 構造式を示せ。
- 2) マイクロプラスチックは最初に海洋で存在が確認されたが, 最近では河川, 土壌, 大気, 人体からも検出されており, 重大な社会問題となっている。一般に, 環境汚染物質の体内摂取経路として, 飲食物を摂取することによる(②)暴露, 皮膚との接触による(③)暴露, 呼吸などによる(④)暴露があるが, モデル研究によると, マイクロプラスチックの体内摂取量が最も多いのは(④)とされている。その理由として考えられることを述べよ。
- 3) マイクロプラスチックの定義を述べよ。また, 水圏および土壌圏で確認されているマイクロプラスチックと, 大気圏で確認されているマイクロプラスチックの違いを説明せよ。さらに, マイクロプラスチックの想定される環境および健康リスクについて説明せよ。
- 4) プラスチックゴミ対策の現状と課題を説明せよ。

2025年9月・2026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

- 問1 土壌はどのように生成されるか、土壌の生成に必要な5要素を挙げて説明せよ。
- 問2 土壌中には独立栄養細菌であるアンモニア酸化細菌が存在しているが、その役割について説明せよ。また、独立栄養細菌の特徴について述べよ。
- 問3 以下は地下水について述べたものである。(ア)～(オ)に適切な語句を記入せよ。
地下水は一般的に(ア)層で区切られており、圧力が大気と同じ(イ)地下水と加圧層と呼ばれる(ア)層の下にある(ウ)地下水に分類される。また、部分的に存在する(ア)の上に(エ)と呼ばれる地下水がある。(ウ)地下水は加圧されているため、井戸のストレーナが(ウ)帯水層にあると、地下水位が地表より高くなり、(オ)する。
- 問4 以下の図は、ある金属Mの酸化還元ダイアグラム(pe-pHダイアグラム)を示したものである。図中の H_2MO_4^- と H_3MO_3 の境界線についてpeとpHの関係式を示せ。ただし、金属Mに関する各反応式と平衡定数は下表を使用すること。

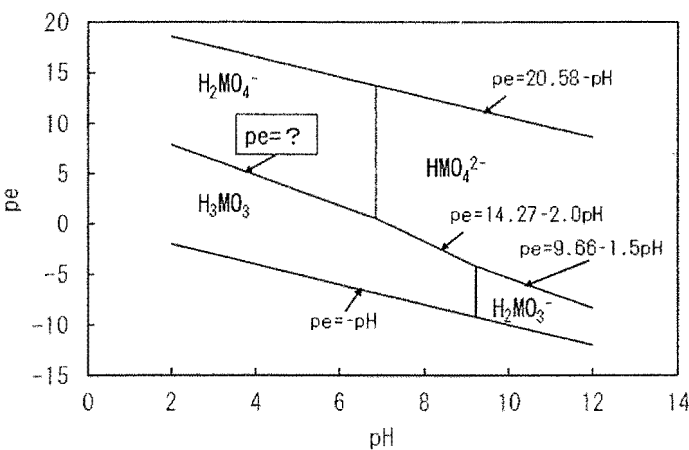


図 金属Mの酸化還元ダイアグラム(pe-pHダイアグラム)

表 金属Mに関する各反応式ならびに平衡定数		
反応式		平衡定数
$\frac{1}{2}\text{H}_3\text{MO}_4 + \text{H}^+ + \text{e}^- = \frac{1}{2}\text{H}_3\text{MO}_3 + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$		+9.72
$\text{H}_2\text{MO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_3\text{MO}_3$		+9.23
$\text{HMO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{MO}_3^-$		+12.10
$\text{H}_2\text{MO}_4^- + \text{H}^+ = \text{H}_3\text{MO}_4$		+2.24
$\text{HMO}_4^{2-} + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{MO}_4^-$		+6.86

2025年9月・2026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

以下の内容について答えなさい。

(1) ISO14040 において、LCA の報告時に評価目的として説明が要求される事項は何か、4 つまで挙げなさい。

(2) アルミ缶(10g/本、500ml/本)とスチール缶(20g/本、250ml/本)について CFP を計算した結果アルミ缶は $100\text{gCO}_2/\text{本}$ 、スチール缶は $60\text{gCO}_2/\text{本}$ であった。機能単位を 1kg、1L としたときの基準フローについてそれぞれ求めて、異なる機能単位を設定した時の CFP 結果の感度について述べなさい。

(3) 影響評価における特性化と統合化について、それぞれの特徴について説明しなさい。また、統合化を実施する際に、実務者が注意すべき事項について説明しなさい。

(4) 以下の用語に関する内容について簡単に説明しなさい。

- ・ DALY (Disability Adjusted Life Year)
- ・ 原単位法

第2問

イネを対象とした CFP を実施しようと思う。以下に肥料(表 1)、イネ(表 2)の生産プロセスに関する入出力データを示した。軽油燃焼までの CO_2 原単位を $3.0\text{kgCO}_2\text{eq/L}$ 、メタンの GWP(地球温暖化指数)は 30 として、以下の問題について答えなさい。

(1) 肥料、イネの生産プロセスにおいてメタンが発生する。メタンの GWP はなぜ大きいのか、その理由について簡単に説明しなさい。

(2) 肥料およびイネ 1kg の生産工程における直接環境影響量($d_{\text{肥料}}$, $d_{\text{イネ}}$)を CO_2 排出換算量で示しなさい。圃場からの直接負荷と燃料消費による環境負荷の関係についても確認しなさい。

(3) 肥料 1kg、イネ 1kg 生産をそれぞれ列とした 2 行 2 列の行列(A)を作成して、逆行列(L)を求めた後、 dL を算定して、イネ 1kg 生産するまでの CO_2 排出換算総量を計算しなさい。

表 1 肥料の生産工程

出力/入力	項目	値	単位
出力	肥料	1.0	kg
出力	メタン	0.01	kg
入力	イネ	1.0	kg

表 2 イネの生産工程

出力/入力	項目	値	単位
出力	イネ	1.0	kg
出力	メタン	0.01	kg
入力	肥料	0.5	kg
入力	イネ	0.1	kg
入力	軽油	0.2	L

受験番号					
氏 名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2025年9月・2026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.

1	/	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.

2	/	4
---	---	---

採点欄

2025年9月・2026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

2025年9月・2026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

2025年9月・2026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.

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

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号		科目名	
---------	--	-----	--