

## 2022年9月・2023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16ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎14問中4問を選択しなさい。  
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志望を記入した場合には, 第2, 第3志望の科目も選択しなさい。
- ◎解答用紙が5枚綴りが1組あることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎解答用紙には, 受験番号, 氏名, 研究指導名, 問題番号, 科目名を明記しなさい。
- ◎1枚の解答用紙に1問を解答しなさい。  
「問題5 (構造地質学)」を選択した受験生は, 専用の解答用紙 (5/5) を使用しなさい。  
その他の問題については, 共通の解答用紙 (1/5 ~ 4/5) を使用しなさい。  
したがって解答用紙の1枚は不要となることに留意すること。

2022年9月・2023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（5）に答えよ。

- （1）ペグマタイト型鉱床に濃集しやすい元素の特徴を述べよ。
- （2）接触交代鉱床（スカルン型鉱床）について述べよ。
- （3）鉱物中の流体包有物からわかることを述べよ。
- （4）磁鉄鉱系花崗岩類とイルメナイト系花崗岩類それぞれに伴なわれる鉱床の違いを述べよ。
- （5）鉱物資源の安定的供給のための対策としてどのようなことが考えられるかを述べよ。

2022年9月・2023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
---

ホタル石 (fluorite) は、主な化学組成がカルシウム (Ca) とフッ素 (F) からなる鉱物であり、その原子比は 1:2 ( $\text{CaF}_2$ ) である。この鉱物の結晶構造は、複数の fcc 格子を組み合わせた結晶格子をなし、格子定数は  $a=b=c=0.546\text{ nm}$ 、 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$  で、単位格子内の各原子の位置は、分率座標で以下のように記すことができる。

Ca :  $(0,0,0)$  + 面心の並進

F :  $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$  + 面心の並進,  $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$  + 面心の並進

- (1) ホタル石の結晶構造中における、カルシウム (Ca) とフッ素 (F) のそれぞれの配位数 (coordination number) を書け。また、ホタル石の単位格子 (unit lattice) 中のカルシウム (Ca) 原子とフッ素 (F) 原子の数をそれぞれ書け。
- (2) 等しい半径の球が、密に 1 つの fcc 格子をつくる時、その球の空間に占める体積の割合を計算せよ。計算の過程も示すこと。
- (3) ホタル石の常温常圧下での密度を求めよ。計算の過程も示すこと。ただし、 $\text{CaF}_2$  の分子量は 78.07、 $Z=4$ 、アボガドロ定数は  $6.022 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$  とする。
- (4) ホタル石の典型的な晶癖 (habit) は、正八面体である。この結晶外形に現れている、8 つの結晶面の面指数をすべて書け。
- (5) ホタル石は本来、無色透明であるが、不純物が無くても一般に黄、緑、青、紫、灰色、褐色など様々な色を帯びる。この色を帯びる主な原因を述べよ。
- (6) ホタル石は、加熱すると青白色にしばらく発光する。また、不純物として希土類元素を含むものは、紫外線を照射すると青紫色に発光するが照射を止めると消光する。この現象の名前と、発光する理由を述べよ。
- (7) ホタル石の大きな単結晶は、光学レンズ材料として工業利用されている。その理由 (特性) を述べよ。

2022年9月・2023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. (Sketches might help your answer.)

1. The Earth is a differentiated body, with a core, mantle, crust structure. Most asteroids are undifferentiated. How does the chemical composition of the Earth compare with the chemical composition of a typical, undifferentiated asteroid? Do you expect the chemical composition of the Earth to be mostly different from, or mostly similar to an undifferentiated asteroid? Explain your answer.
  
2. How do you expect the oxygen isotopic composition of the Earth to compare with the oxygen isotopic composition of a typical, undifferentiated asteroid? Do you expect the oxygen isotopic compositions of the Earth and an asteroid to be nearly the same, or should there be detectable differences in oxygen isotopic composition? Consider the oxygen isotopic data that have been collected from meteorites for your answer.

2022年9月・2023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. マグマ発生プロセスについて、次の問いに答えよ。
  - (1) 中央海嶺と島弧で発生するマグマの化学組成の相違について、その主な原因も含め、説明せよ。
  - (2) 島弧における玄武岩質マグマ発生プロセスを説明せよ。説明には、以下の用語を含めること。また、島弧の断面図も描き用いること。  
(初生マグマ、海溝、ダイアピル、ソリダス、マントルウェッジ、海洋プレート、含水鉱物、海溝側火山列、背弧側火山列、スラブ、部分熔融)
  
2. マグマの多様性発生プロセスについて、次の問いに答えよ。
  - (1) 結晶分化作用のメカニズムを説明せよ。マグマの模式図を描き、説明に用いること。
  - (2) 同化作用に付随して結晶分化作用が起きやすい。その理由について述べよ。
  
3. 溶結現象について、次の問いに答えよ。
  - (1) 溶結現象とは何か。またその起こりやすさを決めている条件は何か。これらについて説明せよ。
  - (2) ユータキシティック構造について説明せよ。図を描いて用いても良い。
  - (3) 降下火砕堆積物において溶結現象が発生する場合、それほどのような場であるか、具体的に述べよ。図を描いて用いても良い。
  
4. 次の語句について、マグマの発生・進化、もしくは、火山活動と関連づけながら説明せよ。
  - (1) ストーピング
  - (2) 弾道放出物
  - (3) 帯水層
  - (4) ラハール

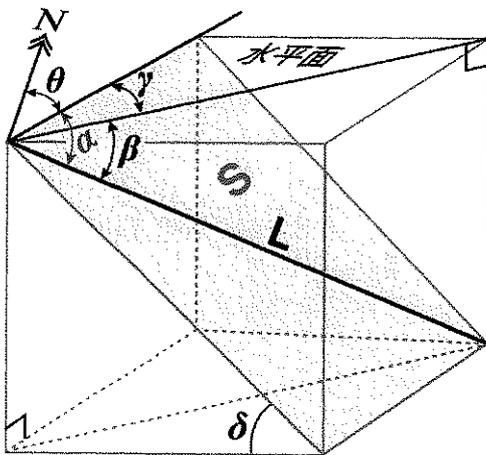
2022年9月・2023年4月入学試験問題  
 大学院創造理工学研究科修士課程地球・環境資源理工学専攻

科目名: \_\_\_\_\_ 構造地質学 \_\_\_\_\_

問題番号 5

1. 面構造・線構造に関する下の問に答えよ。

- (1) 下の図は灰色で示した面構造Sと、その面上に認められる線構造Lを示し、Nは真北の方位を示す。図中に示されている角度 $\theta$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\delta$ はそれぞれ何を示すか。  
 (ただし、 $\theta$ の範囲は $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ とする。)
- (2) 線構造Lの沈下方向を、図の記号を用いて表せ。
- (3) いま、 $\theta$ が $20^\circ$ 、 $\delta$ が $30^\circ$ 、 $\alpha$ が $50^\circ$ である場合、面と線の投影、および線の沈下方向と沈下角を解答用紙のウルフネットに示せ(値を求める必要はない)。



2. 下の用語について説明せよ。

- (1) flexural-slip fold
- (2) klippe
- (3) Butsuzo Tectonic Line
- (4) en échelon vein
- (5) fault gouge

2022年9月・2023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 

6
---

土壌は、地表露出した岩石の風化作用・土壌化作用によって生成される。風化作用・土壌化作用は、気候によって異なるので、土壌はその場の気候に強く依存した特徴的な化学組成に変化する。ここでは、「熱帯雨林気候帯」「乾燥気候帯」「寒冷気候帯」にて発達する土壌の特徴を、アルカリ類・アルカリ土類・有機物の挙動を中心に答えよ。

2022年9月・2023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 7

以下の (1) および (2) の問いに答えよ。

(1) 以下の図 (A) は、大気中の  $^{14}\text{C}$  の存在量を、図 (B) の実線は放射性炭素法 ( $^{14}\text{C}$  法) による年代推定の例を示している。また、図 (B) の  $^{14}\text{C}$  法による年代推定では、西暦 1950 年を原点 (0 年) として、年代推定を行っていることから、西暦 0 年は 1950 年前に相当する。従って、本来なら、破線で示されるように、紀元前 8000 年は、9950 年前と算出されるはずである。ところが実際は実線で示されるような推定年代となることが知られている。

(問 1-1) 図 (A) の特徴を記述し、その原因を解説せよ。

(問 1-2) 図 (B) において破線と実線のような乖離が生ずる原因を述べよ。

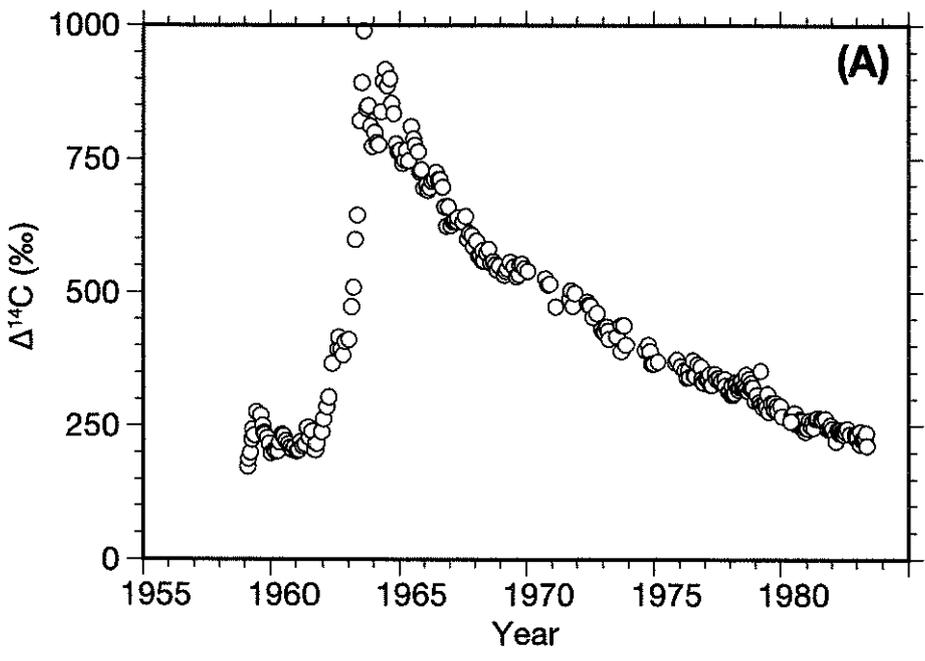


図 (A) Vermunt (オーストリア) における大気中の二酸化炭素の  $\Delta^{14}\text{C}$  値の経年変化。データは Levin, I., B. Kromer, H. Schoch-Fischer, M. Bruns, M. Münnich, D. Berdau, J.C. Vogel, and K.O. Münnich, 1994.  $\delta^{14}\text{CO}_2$  record from Vermunt. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. から引用。



2022年9月・2023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 7

(2)ある種の魚類の外部形態の計測に、図(C)のようなランドマークを設定した。このうち、異なる2個体における1, 3, 4のランドマークの座標は以下のとおりであった。

	ランドマーク 1	ランドマーク 3	ランドマーク 4
個体 A:	(1.0, 1.0)	(5.0, 0.50)	(3.0, 3.0)
個体 B:	(5.0, 5.0)	(6.0, 5.0)	(5.5, 6.5)

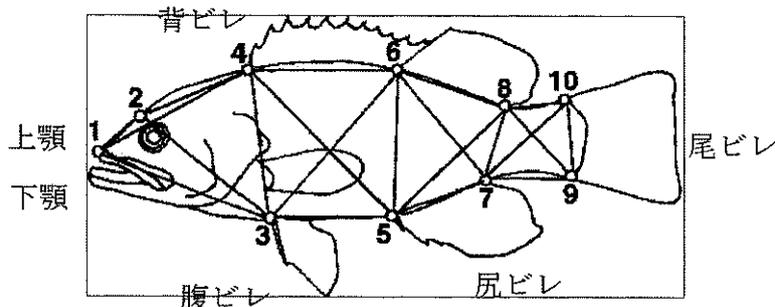
これらの2個体について以下の間に答えよ。ただし、有効数字は2桁とする。

(問 2-1) 各標本の重心の座標と重心サイズを求めよ。

(問 2-2) 問 2-1 で求めた重心を原点 (0.0, 0.0) に移動した時に、各々のランドマークの移動先の座標を求めよ。

(問 2-3) 重心サイズによるスケーリングを行った際に問 2-2 で求めた座標の移動先の座標を求めよ。

(問 2-4) 計測に使用した2個体は、幼体(個体B)と成体(個体A)であったとすると、この種の頭部の形態は成長に伴ってどのように変化するかを述べよ。



図(C) 魚類の形態計測のために設定したランドマーク。Cavalcanti et al., 1999. Landmark-based Morphometric Analysis in Selected Species of Serranid Fishes (Perciformes: Teleostei). *Zoological Studies*, 38 (3), p. 28-294. より引用

2022年9月・2023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 

8
---

- (1) 地下構造の未知パラメータ (変数) として  $n$  個の要素からなるベクトル  $\mathbf{x}$  を考える。一方、そこで取得した探査 (観測) データとして  $m$  個のデータ (ベクトル)  $\mathbf{d}$  があるとす。今、この観測データ  $\mathbf{d}$  と地下構造の未知パラメータ  $\mathbf{x}$  が線形関係で表され、

$$\mathbf{Ax}=\mathbf{d}$$

が成立している。ここで、 $\mathbf{A}$  は未知パラメータ  $\mathbf{x}$  と観測データ  $\mathbf{d}$  を関係づける  $m$  行  $n$  列の行列である。なお、 $m > n$  である。

観測データ  $\mathbf{d}$  から、地下構造  $\mathbf{x}$  を推定するため、この問題を最小二乗法で解くことを考える。すなわち、 $\mathbf{A}^T\mathbf{A}$  は正則とし、 $\|\mathbf{Ax}-\mathbf{d}\|$  を最小にする  $\mathbf{x}$  が存在するとして、 $\mathbf{x}$  を求めたい。

(以下の小問では、ベクトル・行列表記を用い、また、必要に応じて新たに変数 (行列、ベクトルなど) を設定したり、転置行列、対角行列などを利用して良い)

- (a) この線形問題における正規方程式を示せ。  
(b) 正規方程式を経由し、LU 分解を用いて  $\mathbf{x}$  を求める過程を示せ (上三角行列を  $\mathbf{U}$ 、下三角行列を  $\mathbf{L}$  として LU 分解できるものとする)。  
(c) 正規方程式を経由しつつ、 $\mathbf{A}$  の特異値分解を用いた  $\mathbf{x}$  の求解過程を示せ (ただし、特異値分解は  $\mathbf{A}=\mathbf{U}\mathbf{Q}\mathbf{V}^T$  で行われるとし、 $\mathbf{U}$ 、 $\mathbf{V}$  は直交行列、上添字  $T$  は行列の転置、 $\mathbf{Q}$  は対角行列とする)。

- (2) 直流 (あるいは低周波の矩形波) を用いる電気探査法 (比抵抗法)、また、人工信号源を用いる周波数領域、あるいは時間領域の電磁探査法において、「探査深度」をどのように制御するか (探査深度の深い、浅いはどのような要因で決まるか) 簡潔に説明せよ。具体的には、以下の用語を必ず含めて説明すること。

説明に含める用語 (下線で示した部分) : 電極間隔 (電気探査法)、送信周波数 (周波数領域電磁探査法)、応答受信時間 (時間領域電磁探査法)

2022年9月・2023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 9

- (1) 地下流体の生産ともなう貯留層圧密 (reservoir compaction) 及び地盤沈下 (subsidence) のメカニズムについて、有効応力 (effective stress) の変化と関連づけながら説明せよ。
- (2) 岩石に適用される降伏条件式 (yield criterion) を一つあげ、その特徴を簡潔に説明せよ。
- (3) 孔隙圧 (pore pressure) の影響を無視した場合、応力とひずみの関係式 (stress-strain relations) をテンソル表記すると以下のように与えられる。

$$\epsilon_{ij} = \left(\frac{1+\nu}{E}\right)\sigma_{ij} - \left(\frac{\nu}{E}\right)\sigma_{kk}\delta_{ij}$$

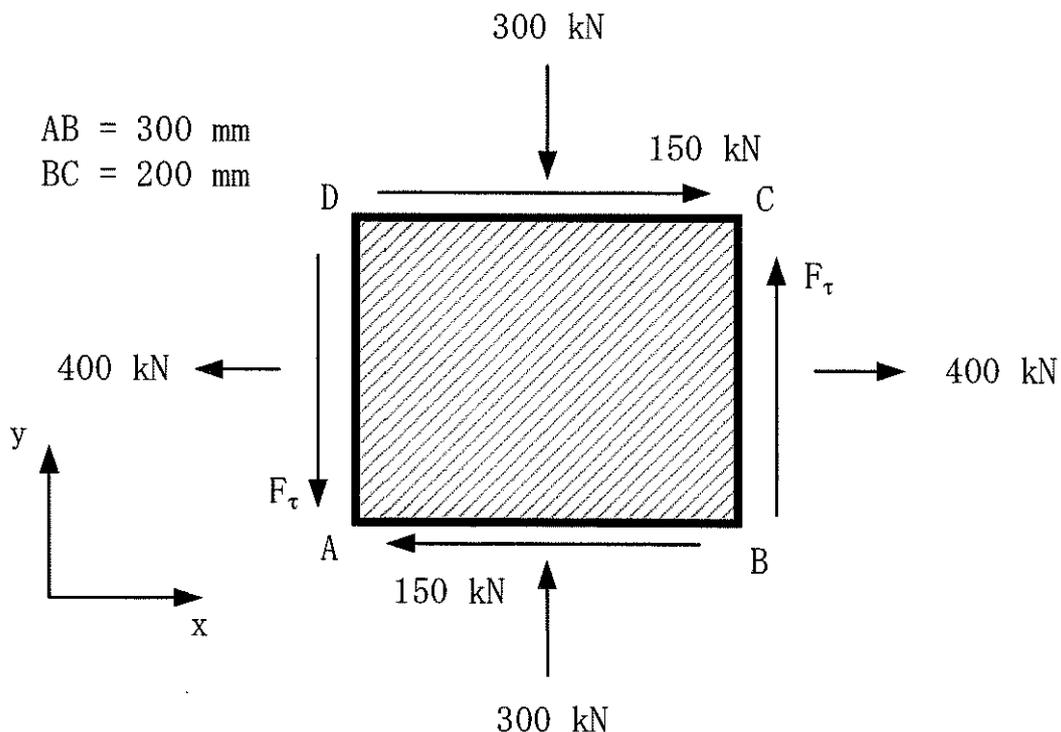
ここで、 $\epsilon_{ij}$ はひずみテンソル、 $\sigma_{ij}$ は応力テンソル、 $\delta_{ij}$ はクロネッカーのデルタ、 $E$ はヤング率、 $\nu$ はポアソン比を表す。このとき以下の間に答えよ。

- a) 上式で  $i, j = 1, 2, 3$  とおくことにより、3次元弾性問題の6つの独立した方程式を導け。
- b)  $\sigma_{kk}$ と $\epsilon_{kk}$ の関係式を示せ。
- c) 応力—ひずみの関係式を

$$\sigma_{ij} = f(\epsilon_{ij})$$

のかたちに変換せよ。

- (4) 図に示すような厚み 10mm の長方形板のそれぞれの面に均一な荷重が付加されている。AB の長さは 300mm、BC の長さは 200mm とする。このとき以下の間に答えよ。
- a) 今、板が静止状態にあるとすると、面 BC、DA にかかるせん断力  $F_\tau$  を求めよ。
- b) 長方形板内の応力  $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ 、 $\tau_{xy}$  を求めよ。



2022年9月・2023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： 石油工学 (Petroleum Engineering)

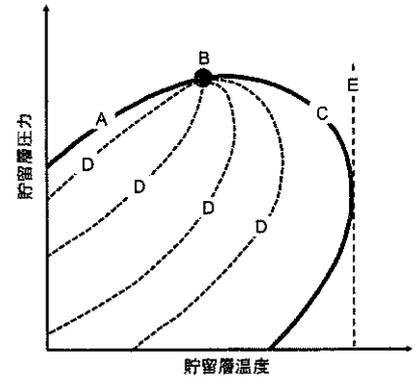
問題番号 10

(1) 右図は、石油・天然ガスの相挙動を貯留層温度と圧力の関数として示したものである。この図に関して、以下の問いに答えよ。

a) 線 A, 点 B, 線 C, 破線 D, 破線 E は、それぞれ何を示しているか、例に倣って説明せよ。

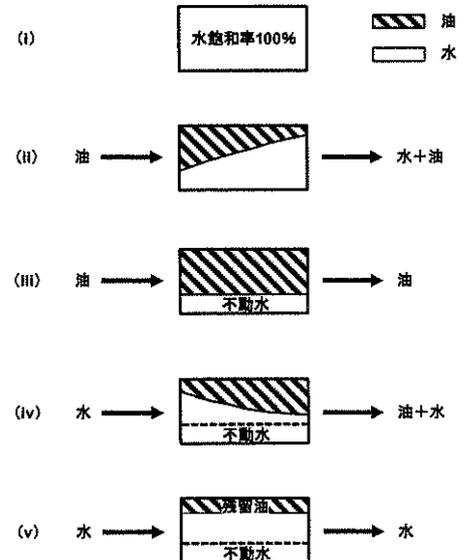
「解答例：絶対浸透率を示し、この値が大きくなると流体が流動しやすくなるため、貯留層流体の生産しやすさの指標の1つとなる。」

b) 右図を参照して、油層、ガス層、ガス・コンデンセート層がどのような特徴を持っているか説明せよ。



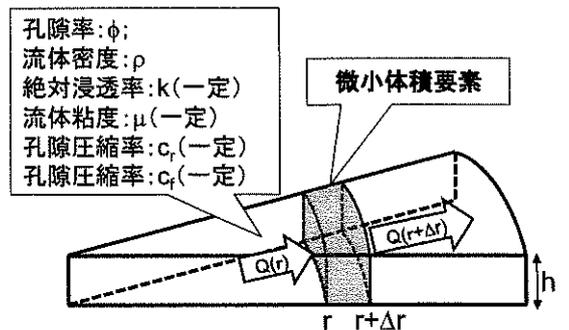
(2) 右図は、非定常状態のコア流動試験の過程を示したものである。この実験では、まず (i) でコアを水で飽和し (水飽和率 100%)、その後、(ii) で水を油で置換して、(iii) に示すように水飽和率を不動水飽和率まで下げる。この状態のコア内の油を (iv) でさらに水で置換し、最終的には (v) のように水のみが流動する状態となった時点で実験を終了する。この実験において、コア出入口の圧力およびコア出口における油と水の流量を測定することによって、油 - 水の相対浸透率や毛細管圧力を水飽和率の関数として推定することができる。

(i) ~ (iii), (iii) ~ (v) のそれぞれの過程で予想される油 - 水の相対浸透率と毛細管圧力を、水飽和率の関数として簡単な図に示せ。また、(iii) の段階で油で置換できない水 (不動水) が、(v) の段階で水で置換できない油 (残留油) が生じる理由を説明せよ。



(3) 円筒座標系における単相流動について、以下の問いに答えよ。

a) 右図に示す微小体積要素における質量保存と Darcy の式を組み合わせ、円筒座標系における単相流動を表す偏微分方程式を導出せよ。なお、絶対浸透率、流体粘度、孔隙圧縮率、流体圧縮率は一定と考えてよい。



b) 有限差分法を用いて、a)で導出した偏微分方程式を陰解法で離散化せよ。

c) b)で離散化した式を数値計算でどのように解くか、概要を説明せよ。

2022年9月・2023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： 資源循環工学

問題番号 

11
----

1. 人工（廃棄物）資源, Artificial resources, および天然（鉱石）資源, Natural resources, を効率的に（再）利用するには, 各種の固体分離技術, Physical separation technology, の適用が必要である。以下, 個々の選別に関する問いに対してそれぞれ300字程度で簡潔に述べよ。図表を使用してもよいが字数には換算されない。
  - 1.1 単体分離, Liberation, の重要性を述べよ。
  - 1.2 ジグ選別, Jigging, における選別原理を述べよ。
  - 1.3 磁選, Magnetic separation, に関する選別原理を述べよ。
  - 1.4 静電選別, Electrostatic separation, と渦電流選別, Eddy current separation, それぞれの特徴を述べよ。
  - 1.5 センサー選別, Sensor based sorting, の特徴を述べよ。
  
2. 浮選, Flotation, に関する次の用語, Technical term, を日本語訳し, その概要, Brief explanation, をそれぞれ100字程度で簡潔に述べよ。
  - (1) Collector:
  - (2) Activator:
  - (3) PZC:
  - (4) Flotation circuit:
  - (5) Separation efficiency:

2022年9月・2023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 

12
----

1. カーボンニュートラルなど環境負荷を低減しながら資源循環型社会を構築するためには、省エネルギー型の単体分離技術が不可欠である。

- (1) 単体分離とはどのような概念か。知るところを述べよ。
- (2) 資源循環に適した単体分離技術に対する要件について、知るところを述べよ。
- (3) 資源循環のための単体分離技術の実例または開発例について、知るところを述べよ。

2. 下記の組成の鉱山廃水が流出しているとき、どのような処理フローを構築すべきか、可能な限り定量的な根拠や目的を示しながら述べよ。必要に応じて、以下の原子・分子量[g/mol]を使いなさい。  
 $\text{SO}_4=96.06$ ,  $\text{Fe}=55.85$ ,  $\text{Al}=26.98$ ,  $\text{As}=74.92$ 。

表 鉱山廃水の組成

pH	$\text{SO}_4$ [mg/L]	Fe(II) [mg/L]	Al(III) [mg/L]	As(V) [mg/L]
2.0	2500	100	100	10



2022年9月・2023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 

14
----

問1 プラスチックゴミ問題に関する以下の問いに答えよ。

- 1) 汎用プラスチックと呼ばれるポリマー材質を一つ挙げ、用途を説明せよ。
- 2) プラスチックの材質判別に用いられる測定法を挙げ、装置構成、測定原理について説明せよ。
- 3) プラスチックによる環境汚染について説明せよ。
- 4) プラスチックゴミ対策について論じよ。

問2 以下のうち二つを選択して説明せよ。

- ① PM2.5 (ピーエム2.5)
- ② 成層圏オゾン層破壊
- ③ 酸性雨問題
- ④ 気候変動
- ⑤ 放射性物質

受験番号					
氏名					
研究指導名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙  
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	/	5
---	---	---

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					
研究指導名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙  
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. 

2	/	5
---	---	---

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					
研究指導名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙  
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	/	5
---	---	---

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					
研究指導名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙  
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	/	5
---	---	---

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					
研究指導名					

No. 

5	/	5
---	---	---

採点欄
-----

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙  
 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	<b>5</b>	科目名	構造地質学
-----------	---------	----------	-----	-------

1.

(1)  $\theta$  :                       $\alpha$  :                       $\beta$  :                       $\delta$  :

2.

3.

