

令和 6 年度（10 月期入学）及び令和 7 年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験		
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	
問題冊子等枚数	問題用紙 答案用紙 下書き用紙	計 6 枚 計 5 枚 計 3 枚
試験日程	令和 6 年 8 月 20 日（火）実施	

【解答に際しての注意事項】

- ・試験開始直後に、問題用紙等が上記指定の枚数のとおりあるか確認してください。
- ・すべての答案用紙に「志願専攻（コース）」および「受験番号」を記入してください。
なお、自分の氏名はどこにも書いてはいけません（書いた場合は、不正行為とみなします）。
- ・問題冊子には大問Ⅰ～Ⅴの 5 題が印刷されています。大問Ⅰ～Ⅴの 5 題のうち、3 題を選択して解答してください。
- ・選択しなかった、または採点を希望しない 2 題については、当該答案用紙の紙面全体に斜線を引いてください。答案用紙は全て回収します。
- ・問題用紙・下書き用紙は、各自持ち帰っても差し支えありません。

令和6年度（10月期入学）及び令和7年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
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	P. 1 / 6

I

惑星の重力、圧力、強度、形について、以下の問いに導出過程も含めて、答えなさい。

問1 惑星は万有引力に起因した自己重力を持つ。惑星の質量 $M[\text{kg}]$ 、を惑星表面における重力加速度 $g[\text{ms}^{-2}]$ 、惑星の半径 $R[\text{m}]$ 、万有引力定数 $G[\text{m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}]$ 、を使って表しなさい。ここで簡単のため、惑星は球とし、自転の効果は考えなくて良い。

問2 球形で、密度 $\rho[\text{kg m}^{-3}]$ が一定の惑星内部の重力加速度 $g(r)$ は惑星中心からの距離 $r[\text{m}]$ の関数として

$$g(r) = Ar \quad (\text{式1})$$

と表すことが出来る。係数 A を G 、 ρ を使って表しなさい。

問3 球形の惑星内部の圧力 $P(r)[\text{Pa}]$ は静水压平衡を仮定すると、

$$\frac{dP(r)}{dr} = -\rho g(r) \quad (\text{式2})$$

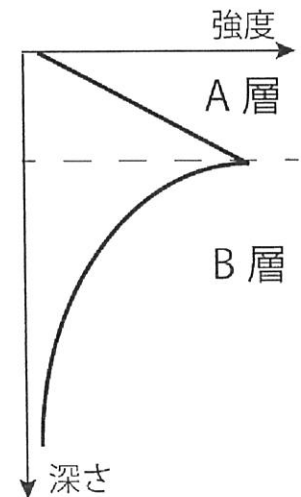
を使って求めることが出来る。密度 ρ が一定の場合、(式1)、(式2)より、 $P(r)$ を解くことが出来る。惑星表面の圧力を 0 Pa とした時、半径 R の惑星中心の圧力 P_c は $P_c = BR^x$ 、と求まる。係数 B を G 、 ρ を使って表しなさい。また、べき指数 x の数値を答えなさい。

問4 固体は臨界値以上の応力は支えられず、この応力値のことを強度と呼ぶ。問3で求めた P_c が封圧 0 Pa における岩石のおおよその強度 200 MPa と等しくなる時の惑星半径 R_c の値を有効数字1桁で求めなさい。ここで $\rho = 3000\text{ kg m}^{-3}$ 、 $G = 7 \times 10^{-11}\text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$ を用いなさい。

問5 問4で求めた R_c は惑星及び小惑星の形を理解する上での基準となる。 $R \gg R_c$ の場合と $R \ll R_c$ の場合で惑星及び小惑星の形がどのように異なると推測されるか、理由をつけて答えなさい。

問6 地球を構成する岩石の強度は深さに依存する。右図は地球の表面から下にかけて岩石の強度が深さとともにどのように変わるかを示した模式図である。強度は深さとともにA層では増大、B層では減少する。A層、B層の強度が深さとともにこのように変化する理由を以下の用語を使って説明しなさい。

用語：温度、圧力



令和 6 年度（10 月期入学）及び令和 7 年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
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	P. 2 / 6

II

問1 閃亜鉛鉱は 2 種類の元素からなる鉱物である。次の問いに答えなさい。

- (1) 閃亜鉛鉱の組成式を書きなさい。
- (2) 閃亜鉛鉱が属する mineral class を答えなさい。
- (3) 閃亜鉛鉱の結晶構造はブラベ格子タイプ cF に属する。また、構成する元素を仮に A, B と呼ぶと、それらの代表位置は分率座標でそれぞれ A: (0, 0, 0), B: (1/4, 1/4, 1/4) と書ける。元素 B に対する A の配位数を答えなさい。

問2 結晶の格子と対称性について、次の問いに答えなさい。ステレオ図における対称操作の記入方法は国際規約に従い、さらに鏡面は別途分かるように注記すること。

- (1) 単斜晶系に属する点群として最もふさわしいものを以下より一つ選び、記号で答えなさい。
(ア) $2/m$ (イ) 222 (ウ) $\bar{1}$ (エ) $mm2$
- (2) 単斜晶系に属する結晶について、結晶格子ベクトル $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ の方向をステレオ図上に投影しなさい。ただし $\mathbf{c}$ を天頂方向に取り、 $\mathbf{b}$ は $\phi = 0^\circ$ 方向とする。
- (3) (2) で答えた結晶の対称要素が (1) で答えた点群に属するとき、その要素をステレオ図上に投影しなさい。ただし結晶は (2) と同じ向きとする。

問3 ラマン活性のある分子振動は、入射光を受けたときにその光と振動数が異なる 2 種類のラマン散乱光を生じる。これらの散乱光の振動数と入射光の振動数との関係について、分子振動の振動数に着目して説明しなさい。

令和6年度（10月期入学）及び令和7年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
専攻名	地球社会基盤専攻（地球惑星科学コース）（一般選抜）	
試験科目名	専門科目 ①地学	P. 3/6

III

次の文章は3種類の岩石（①, ②, ③）について述べたものである。以下の表中のA~Hは、これらの岩石の構成鉱物として予想されたカンラン石、輝石、斜長石、石英の化学組成を簡略化し、酸化物のモルの整数比で示したものである。同じ鉱物名であっても異なる化学組成である鉱物もある。また、複数の岩石の中に同じ鉱物が含まれている場合もある。次の問1～問3に答えなさい。

- 問1 岩石①は鉱物Aを20体積%, Bを30体積%を含む深成岩である。岩石①に含まれているフェルシッ
ク鉱物として最も適切なもの1種を表のA~Hの中から選びなさい。また、岩石①の岩石名を答えな
さい。
- 問2 岩石②はデイサイト質の火山岩で、斑晶としてHおよび量は少ないがAが確認される。Aの周囲を
小さな鉱物を取り囲んでいる。この小さな鉱物として適切なものを表のA~Hの中から選びなさい。
また、その形成過程について簡単に記述しなさい。
- 問3 岩石③は海洋プレートの沈み込みに関連して形成された変成岩で、鉱物F, G, Hが含まれる。この
3種が関連した鉱物反応式を鉱物名を用いて示しなさい。また、これらの鉱物を含む岩石③がプレ
ート沈み込みに関連して形成されたと考えられる条件と理由について簡単に記述しなさい。

鉱物→	A	B	C	D	E	F	G	H
SiO ₂	5	10	10	42	26	6	4	1
Al ₂ O ₃				19	7	1	1	
FeO	2	1	5					
MgO	8	4	5					
CaO		5		18	4			
Na ₂ O				1	3	1	1	

令和 6 年度（10 月期入学）及び令和 7 年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問 題 用 紙		
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	P.4／6

IV

問1 カナダのロッキー山脈に分布するバージェス頁岩は保存の良い化石が多産しており、「保存的化石鉱床（Konservat-Lagerstätte）」の代表例といえる。このことについて、以下の問いに答えなさい。

- (1) バージェス頁岩が形成された時代を、地質年代単元の「紀」の単位で日本語と英語で答えなさい（日英ともに単位も含めて答えること）。
- (2) 一般的な化石と比較して、どのような点で“保存が良い”と言えるか、答えなさい。
- (3) 生物遺骸が、上記で答えた“保存の良い”化石として保存されるために重要なプロセスを説明しなさい。

問2 シルル紀からデボン紀は、多細胞生物が陸上進出を果たした時代である。多細胞生物が陸上進出を果たす上で克服しなければならなかった環境要素として乾燥が挙げられる。植物の陸上進出における乾燥適応の一つとしてクチクラ層の発達が挙げられる。植物がクチクラ層を発達させることによるメリットとデメリットを挙げなさい。これらのメリットとデメリットを踏まえて、陸上植物がどのような機能を構築したか、水輸送とガス交換の観点から述べなさい。

問3 ある時代、場所における 1 年間の海水温変化を、化石を用いて推定したいと思ったとき、適切な分析対象と手法を答えなさい。また、そう考えた理由を述べなさい。

令和 6 年度（10 月期入学）及び令和 7 年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
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	P. 5 / 6

V

問 1 表は、あるモンゴルの塩湖で測定した水質データである。以下の問いに答えなさい。各元素の原子量は下の周期律表（抜粋）に与えられたものを用いなさい。

水温	24.7 °C
pH	9.08
アルカリ度	18.6 meq/L
ナトリウム濃度	920 mg/L
カリウム濃度	31.4 mg/L
マグネシウム濃度	102 mg/L
カルシウム濃度	13.4 mg/L
塩素濃度	659 mg/L
硫酸濃度	576 mg/L

1 H Hydrogen 1.01	原子番号 ← 1 H Hydrogen 1.01 ← 元素 ← 原子量																2 He Helium 4.00				
3 Li Lithium 6.94	4 Be Beryllium 9.01															5 B Boron 10.8	6 C Carbon 12.0	7 N Nitrogen 14.0	8 O Oxygen 16.0	9 F Fluorine 19.0	10 Ne Neon 20.2
11 Na Sodium 23.0	12 Mg Magnesium 24.3															13 Al Aluminum 27.0	14 Si Silicon 28.1	15 P Phosphorus 31.0	16 S Sulfur 32.1	17 Cl Chlorine 35.4	18 Ar Argon 39.9
19 K Potassium 39.1	20 Ca Calcium 40.1	21 Sc Scandium 45.0	22 Ti Titanium 47.9	23 V Vanadium 50.9	24 Cr Chromium 52.0	25 Mn Manganese 54.9	26 Fe Iron 55.9	27 Co Cobalt 58.9	28 Ni Nickel 58.7	29 Cu Copper 63.5	30 Zn Zinc 63.4	31 Ga Gallium 69.7	32 Ge Germanium 72.6	33 As Arsenic 74.9	34 Se Selenium 78.1	35 Br Bromine 79.9	36 Kr Krypton 84.8				

- (1) 硫酸ナトリウム（芒硝）の溶解反応式とその質量作用式および平衡定数は以下に与えられる。この塩湖では芒硝が沈殿することはあり得るかを述べなさい。ただし、溶液中のナトリウムと硫酸はそれぞれ Na^+ および SO_4^{2-} の化学形をとると仮定してよい。また溶存種の活量係数は 1 を仮定してよい。



質量作用式：
$$K = \frac{a_{\text{Na}^+}^2 a_{\text{SO}_4^{2-}}}{a_{\text{Na}_2\text{SO}_4}} = 0.08$$

- (2) 溶液の電荷バランス式を記述しなさい。ただし、アルカリ度 $= [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}]$ であり、ここで $[i]$ は化学種 i の体積モル濃度を示す。
- (3) 溶液の電荷バランス式は水質データの妥当性を評価するために利用できる。なぜ利用出来るのかその理由を述べなさい。

令和6年度（10月期入学）及び令和7年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
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	P. 6 / 6

問2 以下の問いに答えなさい。

- (1) 人間の体内にはある一定の割合でカリウム(K)が含まれており、そのうちの ^{40}K は放射性同位体である。以下の数値を使って体内にあるKによる放射能を求めなさい（1年にいくつの ^{40}K が放射線を出して壊変するか計算し、それをベクレル単位に換算しなさい）。体重は78 kg、人体中のK濃度は0.20 wt%，Kの原子量は39，Kに占める ^{40}K 量を0.010 原子数%， ^{40}K の壊変定数を $5.5 \times 10^{-10}/\text{y}$ ，アボガドロ数は 6.0×10^{23} 。
- (2) 酸素の同位体比は過去の気候変動のプロキシとして利用され、試料の同位体比を表す際に標準試料との差分により示すことが一般的で $\delta^{18}\text{O}$ と表される。 $\delta^{18}\text{O}$ の式を示しなさい。またその際に利用される国際標準試料は何か、例を示しなさい。
- (3) 以下の4つの放射年代測定法を閉鎖温度の低い順に並べなさい。なお括弧（ ）内には測定に利用される鉱物名が入っている。
K-Ar法（黒雲母），U-Pb法（ジルコン），光励起ルミネッセンス[OSL]法（石英），フィッシュントラック[FT]法（アパタイト）