

令和5年度（10月期入学）及び令和6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	計 6枚
	答案用紙	計 5枚
	下書き用紙	計 3枚
試験日程	令和5年 8月22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5年度(10月期入学)及び令和6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

問1 次の微分方程式に関する各設問に答えなさい。

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0 \quad (1)$$

ここで、 γ および ω_0 は正の実数とする。

(1) この方程式の解を

$$x(t) = e^{\lambda t}$$

とおいて、式(1)に代入し、 λ が満たすべき式を書きなさい。

- (2) (a) λ が実数であるための条件を求めなさい。
 (b) λ が実数の場合、式(1)の一般解を書きなさい。積分定数を C_1, C_2 としなさい。
 (c) この場合の $x(t)$ のグラフについて、その概形を図に描きなさい。
- (3) (a) λ が2つの虚数解をもつ場合、式(1)の一般解を書きなさい。ただし、式(1)の解は実数でなければならないとする。オイラーの公式 $e^{iy} = \cos y + i \sin y$ (i は虚数単位)を使って式を書き換え、積分定数を $c_1 = k + i l, c_2 = k - i l$ (k, l は任意の実数)とおくなどし、 $x(t)$ に虚数単位が表れない表現で回答しなさい。積分定数の記号は何でもよい。
 (b) この場合の $x(t)$ のグラフについて、その概形を図に描きなさい。
- (4) (a) λ が重解をもつ場合、式(1)の一般解を書きなさい。積分定数の記号は何でもよい。
 (b) この場合の $x(t)$ のグラフについて、その概形を描きなさい。

問2 地震の規模を表すマグニチュードの一つに地震モーメントから求められるモーメントマグニチュードがある。地震モーメントおよびモーメントマグニチュードに関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 地震モーメントを断層面積(S)、平均すべり量(D)、剛性率(μ)を用いて表しなさい。
 (2) 地震モーメントの単位を記しなさい。
 (3) 観測史上、世界最大の地震である1960年チリ地震のモーメントマグニチュードを答えなさい。

問3 地震の規模別頻度分布を表すものとして、グーテンベルク・リヒター則(Gutenberg-Richter law)がある。ある地域における20年間の地震データを調べたところ、グーテンベルク・リヒター則の b 値は1であり、マグニチュード4の地震が10回発生していることが分かった。このとき、この地域ではマグニチュード7の地震は何年に1回発生するか求めなさい。ただし、この地域における b 値は時間変化せず、グーテンベルク・リヒター則はこの地域で発生する全ての地震について成り立つものとする。

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	P. 2 / 6

II

問1 格子定数間の関係性 $a=b=c$, $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ は, その結晶が立方晶系に属することの証拠としては不十分である。その理由を述べなさい。

問2 方解石(CaCO_3)と菱苦土石(MgCO_3)との中間の組成を持つ苦灰石が独立した鉱物種として認定されている。苦灰石の構造組成式を書き, 方解石と苦灰石が連続した固溶体を作らない理由を説明しなさい。

問3 立方晶系($a=1.0 \text{ \AA}$)の結晶があったとする。これを粉末にし, 波長 1.0 \AA の X 線を照射したところ, 回折角 $2\theta=60^\circ$ で回折線が観測された。この回折線を与える格子面のミラー指数を導出方法とともに述べなさい*。

* $1 \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm} = 100 \text{ pm}$.

問題用紙

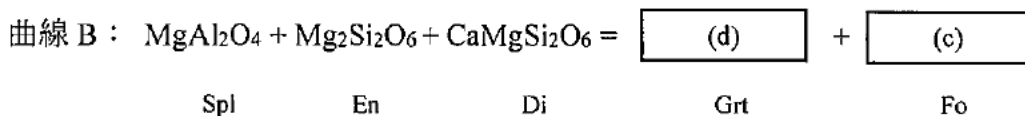
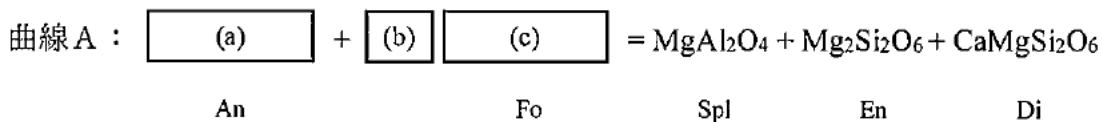
専攻名	地球社会基盤学専攻（地球惑星科学コース）（一般選抜 A 試験）	
試験科目名	専門科目 ①地学	P. 3 / 6

III

図は大陸下の上部マントルを構成するかんらん岩を近似した CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ (CMAS)系の相図である。曲線Aと曲線Bは主要な Al 含有相を変化させる鉱物増減反応の温度圧力条件を示している。I, II, III は鉱物共生で特徴づけられる双変領域を指す。双変領域 III 中の破線は直方輝石(Opx) (O=6)の M1 席に入る Al の等量線であり、温度と圧力により Opx 中の Al 量が増減することを示す。図を見て、下の問いに答えなさい。



問1 下に示した化学反応式の空欄(a)～(d)に入る化学式と係数を答えなさい。



問2 温度圧力条件①と②でかんらん岩の構成鉱物の量はどのように異なるか。Opx 中の Al の等量線に基づいて推定しなさい。ただし、かんらん岩の全岩化学組成は同一とする。

問3 温度圧力条件①から③へ移行した時の岩石組織の変化を、答案用紙の条件①の岩石組織図に上書きして示しなさい。

問4 沈み込み帯のマントルウェッジにはスラブから H₂O が付加される。H₂O 存在下のかんらん岩の相図は上図とどのように異なるか、定性的に説明しなさい。図を用いてもよい。

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 次の文章を読んで以下の(1)から(6)の問いに答えなさい。

地質時代を俯瞰すると、地球表層環境は酸素と二酸化炭素の分圧に大きく支配されていたといえる。始生代に誕生したシアノバクテリアは光合成を行う細菌類である。この生物の働きにより、^(ア)地球表層の酸素分圧が上昇していった。顕生累代に入って陸上植物が誕生すると、その大規模な繁茂により^(イ)酸素分圧が短期間に上昇し、二酸化炭素分圧は急速に減少する時代が到来した。このことにも関連して地球は寒冷化が進行して南半球の(ウ)大陸には大規模な氷床が発達した。時代が進行し、^(エ)約100Maには地球は表層に氷床が全く存在しない温室地球と呼ばれる状態になっていた。この時代の南極大陸縁辺の南緯60°から産出した浮遊性有孔虫殻の(オ)を分析したところ、その海域の表層水温が20℃以上であったことが推定された。このような温室地球は新生代古第三紀の(カ)まで続く。古第三紀の約34Maに南極氷床が成立したのち、第四紀になると北半球にも氷床が顕著に発達し、その規模は^(キ)周期的に拡大・縮小を繰り返すことになる。

- (1) 始生代末から原生代初頭にかけて生じた下線部(ア)の現象を裏付ける地質学的証拠を一つ挙げなさい。
- (2) 下線部(イ)および下線部(エ)に相当する地質時代を、年代区分単位「紀」で答えなさい。
- (3) (ウ)にあてはまる大陸の名称を答えなさい。
- (4) (オ)にあてはまる古水温推定指標を答えなさい。
- (5) (カ)にあてはまる地質時代を年代区分単位「世」で答えなさい。
- (6) 下線部(キ)について、約1.2Maに卓越していた周期性はどのような軌道要素の周期変化に駆動されたものか、簡潔に答えなさい。

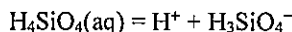
問2 海洋無酸素事変は地質時代のある短期間に、広域に、かつ高濃度で有機炭素を海底に埋没させた現象である。白亜紀の海洋無酸素事変の引き金の一つとして大規模火成活動に伴う大気二酸化炭素分圧の上昇が指摘されている。海洋無酸素事変が大気二酸化炭素分圧上昇に対する負のフィードバックであるとの観点から、「海洋無酸素事変」と「大気二酸化炭素分圧の上昇」との因果関係について説明しなさい。

令和5年度(10月期入学)及び令和6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 ある湖水のケイ素(Si)濃度を誘導結合プラズマ発光分光分析装置で測定したところ 5.6172 ppm (mg/kg) であり, 得られた測定値の相対誤差は 10%であった。湖水の水温は 25℃であり, pH は 6.0 であった。以下の問いに答えなさい。なお水素(H), 酸素(O)およびケイ素(Si)の原子量はそれぞれ 1.00794, 15.9994 および 28.0850 である。

- (1) 湖水に溶存するケイ素の ppm 単位で与えられる濃度を, 「最良推定値 ± 絶対誤差」の形式で適切な有効数字を用いて記述しなさい。
- (2) 溶液中に溶存するケイ素の体積モル濃度を計算し, 「最良推定値 ± 絶対誤差」の形式で科学的表記法を用いて記述しなさい。なお, 溶液の密度は 1.000 g/mL を仮定してよい。
- (3) 水溶液中で希薄に溶存するケイ素は $\text{H}_4\text{SiO}_4(\text{aq})$ もしくは H_3SiO_4^- で表現されるオルトケイ酸の化学形態をとると考えられている。次の反応の平衡定数が $K = 10^{-9.8}$ である場合, 湖水中のオルトケイ酸は $\text{H}_4\text{SiO}_4(\text{aq})$ あるいは H_3SiO_4^- のどちらの化学形態で主に存在するか答えなさい。またその理由も述べなさい。



- (4) 湖水に溶存するオルトケイ酸の濃度を ppm 単位で計算し, 「最良推定値 ± 絶対誤差」の形式で適切な有効数字を用いて記述しなさい。

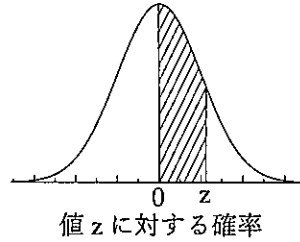
問2 ある地域で 2000 箇所の井戸の水に含まれるヒ素(As)濃度は平均 75 ppb, 標準偏差 25 ppb で正規分布に近い分布をとるとする。以下の問いに答えなさい。次ページに示す標準正規分布表を利用してもよい。

- (1) 井戸水 1 kg あたりに平均何 g のヒ素が溶存しているか答えなさい。
- (2) ヒ素の原子量は 74.92 である。水溶液中に溶存する体積モル濃度を計算し, 科学的表記法を用いて記述しなさい。なお, 溶液の密度は 1.000 g/mL を仮定してよい。
- (3) 当該地域におけるヒ素の環境基準値である 50 ppb を超える井戸は全体の何%程度を占めるか推定しなさい。
- (4) 全井戸中でヒ素濃度が高い方からおよそ 800 番目の井戸のヒ素濃度を推定しなさい。

令和5年度(10月期入学)及び令和6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

標準正規分布表



z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.00000	0.00399	0.00798	0.01197	0.01595	0.01994	0.02392	0.02790	0.03188	0.03586
0.1	0.03983	0.04380	0.04776	0.05172	0.05567	0.05962	0.06356	0.06749	0.07142	0.07535
0.2	0.07926	0.08317	0.08706	0.09095	0.09483	0.09871	0.10257	0.10642	0.11026	0.11409
0.3	0.11791	0.12172	0.12552	0.12930	0.13307	0.13683	0.14058	0.14431	0.14803	0.15173
0.4	0.15542	0.15910	0.16276	0.16640	0.17003	0.17364	0.17724	0.18082	0.18439	0.18793
0.5	0.19146	0.19497	0.19847	0.20194	0.20540	0.20884	0.21226	0.21566	0.21904	0.22240
0.6	0.22575	0.22907	0.23237	0.23565	0.23891	0.24215	0.24537	0.24857	0.25175	0.25490
0.7	0.25804	0.26115	0.26424	0.26730	0.27035	0.27337	0.27637	0.27935	0.28230	0.28524
0.8	0.28814	0.29103	0.29389	0.29673	0.29955	0.30234	0.30511	0.30785	0.31057	0.31327
0.9	0.31594	0.31859	0.32121	0.32381	0.32639	0.32894	0.33147	0.33398	0.33646	0.33891
1	0.34134	0.34375	0.34614	0.34849	0.35083	0.35314	0.35543	0.35769	0.35993	0.36214
1.1	0.36433	0.36650	0.36864	0.37076	0.37286	0.37493	0.37698	0.37900	0.38100	0.38298
1.2	0.38493	0.38686	0.38877	0.39065	0.39251	0.39435	0.39617	0.39796	0.39973	0.40147
1.3	0.40320	0.40490	0.40658	0.40824	0.40988	0.41149	0.41309	0.41466	0.41621	0.41774
1.4	0.41924	0.42073	0.42220	0.42364	0.42507	0.42647	0.42785	0.42922	0.43056	0.43189
1.5	0.43319	0.43448	0.43574	0.43699	0.43822	0.43943	0.44062	0.44179	0.44295	0.44408
1.6	0.44520	0.44630	0.44738	0.44845	0.44950	0.45053	0.45154	0.45254	0.45352	0.45449
1.7	0.45543	0.45637	0.45728	0.45818	0.45907	0.45994	0.46080	0.46164	0.46246	0.46327
1.8	0.46407	0.46485	0.46562	0.46638	0.46712	0.46784	0.46856	0.46926	0.46995	0.47062
1.9	0.47128	0.47193	0.47257	0.47320	0.47381	0.47441	0.47500	0.47558	0.47615	0.47670
2	0.47725	0.47778	0.47831	0.47882	0.47932	0.47982	0.48030	0.48077	0.48124	0.48169
2.1	0.48214	0.48257	0.48300	0.48341	0.48382	0.48422	0.48461	0.48500	0.48537	0.48574
2.2	0.48610	0.48645	0.48679	0.48713	0.48745	0.48778	0.48809	0.48840	0.48870	0.48899
2.3	0.48928	0.48956	0.48983	0.49010	0.49036	0.49061	0.49086	0.49111	0.49134	0.49158
2.4	0.49180	0.49202	0.49224	0.49245	0.49266	0.49286	0.49305	0.49324	0.49343	0.49361
2.5	0.49379	0.49396	0.49413	0.49430	0.49446	0.49461	0.49477	0.49492	0.49506	0.49520
2.6	0.49534	0.49547	0.49560	0.49573	0.49585	0.49598	0.49609	0.49621	0.49632	0.49643
2.7	0.49653	0.49664	0.49674	0.49683	0.49693	0.49702	0.49711	0.49720	0.49728	0.49736
2.8	0.49744	0.49752	0.49760	0.49767	0.49774	0.49781	0.49788	0.49795	0.49801	0.49807
2.9	0.49813	0.49819	0.49825	0.49831	0.49836	0.49841	0.49846	0.49851	0.49856	0.49861