

令和3年度(10月期入学)及び令和4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 自然システム学専攻(地球環境学コース)(一般選抜A試験)

試験科目名 専門科目  
①地学

P.(1/6)

I-1 半径 $R$ の球形で均質な物性を持つ小惑星の表面,及び内部の温度について以下の問いに答えなさい。

問1 エネルギー流束(単位時間,単位面積あたりのエネルギー)はエネルギーの流れを示す重要な物理量である。太陽定数,地殻熱流量はエネルギー流束の例である。エネルギー流束の単位を meter, kilogram, second を使って表しなさい。

問2 熱放射のエネルギー流束は絶対温度  $T$  [K] の 4 乗に比例する。小惑星の表面の絶対温度  $T_s$  [K] が太陽からの入射と惑星からの放射のつりあいによって決まっているとするとする。

(1) 太陽から受ける放射エネルギー流束が太陽からの距離  $L$  に依存することに注意して,  $T_s$  が  $L$  の何乗に比例するか導出しなさい。

(2) この小惑星の過去の  $T_s$  が現在の  $T_s$  の 2 倍になっていたことを示す証拠が見つかった。この小惑星の過去の距離  $L$  が現在の何倍であったか求めなさい。ただし太陽からの総放射エネルギーは不変とする。

問3 小惑星内部の温度構造  $T(r)$  について考える。ここで  $r$  は小惑星の中心からの距離である。熱源は放射性熱源のみとし,熱伝導でのみ熱が運ばれ,温度は定常状態にあるとする。このとき,球座標における熱伝導方程式は以下のように表される。

$$k \frac{d}{dr} \left( r^2 \frac{dT(r)}{dr} \right) = -\rho H r^2 \quad \text{①}$$

ここで  $k$  は熱伝導率,  $\rho$  は密度,  $H$  は単位質量, 単位時間あたりの発熱量である。

(1) 式①を  $r$  で 2 回積分して,  $T(r)$  が以下の形で書けることを導出し,  $A$  の式を答えなさい。

$$T(r) = Ar^2 + \frac{B}{r} + C \quad \text{②}$$

(2) 惑星中心  $r = 0$  における温度を  $T_0$  とする。惑星表面  $r = R$  における温度  $T_s$  との差  $\Delta T = T_0 - T_s$  を表す式を導出しなさい。

(3) (1), (2) の結果を使って, 惑星表面  $r = R$  における熱伝導によるエネルギー流束の大きさを表す式を導出しなさい。

令和3年度（10月期入学）及び令和4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	自然システム学専攻（地球環境学コース）（一般選抜A試験）	
試験科目名	専門科目 ①地学	P. (2 / 6)

I-2 多くの物質の小さい変形は弾性変形で近似できる。弾性変形について以下の問いについて、単位に注意して答えなさい。

- 問1 弾性体の力学的性質は弾性定数で表される。弾性定数の例としてヤング率がある。弾性定数の単位を meter, kilogram, second を用いて表しなさい。
- 問2 高さ5500 mの山の下における圧力を静水圧近似のもと、有効数字2桁で求めなさい。ここで重力加速度を $9.8 \text{ m/s}^2$ 、岩石の密度を $2700 \text{ kg/m}^3$ としなさい。
- 問3 1気圧下にあった岩石が問2で求めた圧力下で縮んだとする。この時のひずみを有効数字1桁で求めなさい。ここで岩石の縮みを決める弾性定数の値として $5 \times 10^{10}$  [単位は問1と同じ]を用いなさい。
- 問4 音波は弾性体の中を伝わる波である。水中の音速 ( $1500 \text{ m/s}$ ) を使って、水の音速を決める弾性定数の値を有効数字1桁で求めなさい。その他に必要な物性値は適切な値を用いなさい。
- 問5 地球の深部では温度、圧力が大きくなり、弾性定数の値が変わる。弾性定数の値は、温度、圧力に対してどのように変わるか、それぞれについて説明しなさい。

専攻名	自然システム学専攻(地球環境学コース)(一般選抜A試験)	
試験科目名	専門科目 ①地学	P.(3/6)

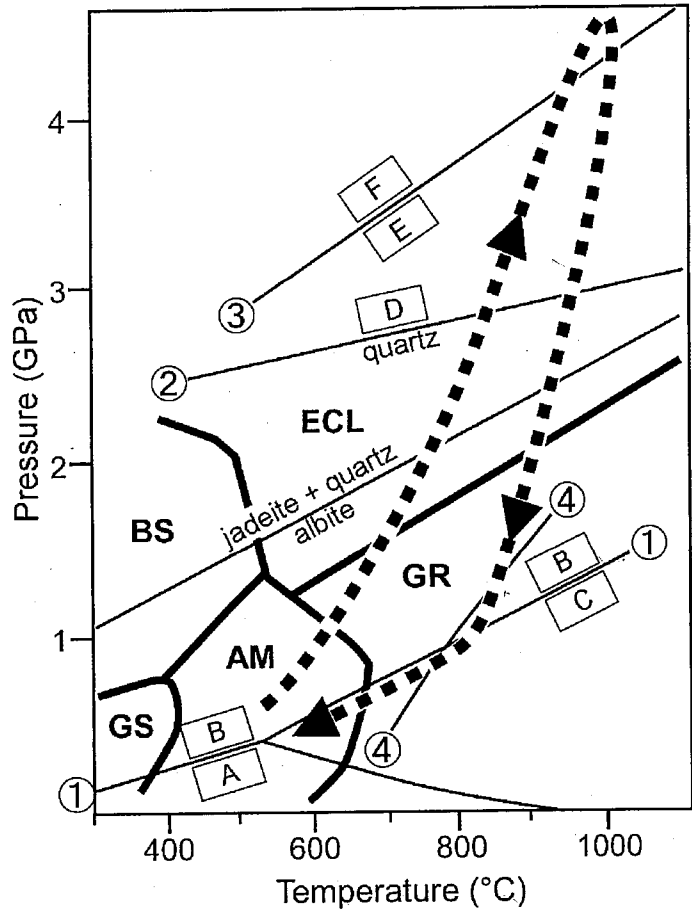
II-1 変成岩に関する温度-圧力図を見て、以下の問いに答えなさい。

問1 実線①, ②, ③はそれぞれアルミノ珪酸塩, シリカ鉱物, 炭素鉱物の相転移の反応曲線である。図中の空欄A~Fに入る鉱物名を答えなさい。

問2 GS, BS, AM, GR, ECLはマフィック岩に基づく変成相を示す。

- (1) 変成相の概念を説明しなさい。
- (2) 変成相GRの名称と特徴的な鉱物2種類を答えなさい。

問3 破線は、ある広域変成帯の岩石から推定された温度-圧力経路である。この地質帯には花こう岩起源や堆積岩起源の変成岩も含まれる。この地質帯に一般的な、灰色の片麻岩を採取したところ、主な構成鉱物は、ザクロ石, 角閃石, 黒雲母, 白雲母, 長石, 石英であった。また微量のジルコンを含んでいた。



- (1) この片麻岩が圧力2.5 GPa以上を経験した証拠はどのような産状で見つかりと予想されるか、岩石組織の観点から説明しなさい。
- (2) 地殻を構成する物質がこのような高圧条件に到達するにはどのようなテクトニックプロセスが考えられるか、説明しなさい。
- (3) 変成帯の地表への上昇過程で、温度-圧力経路が反応曲線④(白雲母+斜長石+石英→アルミノ珪酸塩+カリ長石+メルト)を高温低圧側へ横切っている。上記の片麻岩にこの反応が起こったとすると、岩石構造にどのような変化が生じるか、説明しなさい。

令和3年度(10月期入学)及び令和4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	自然システム学専攻(地球環境学コース)(一般選抜A試験)	
試験科目名	専門科目 ①地学	P.(4/6)

II-2

問1 (SiO<sub>4</sub>)<sup>4-</sup> 4配位四面体を構造中に含む鉱物について以下の問いに答えなさい。

- (1) 上記四面体を含む鉱物が mineral class "oxides" ではなく "silicates" に分類される理由を説明しなさい。
- (2) 高温型石英と低温型石英の構造の違いを説明しなさい。

問2 以下の用語の内容を、その実例を一つ挙げて説明しなさい。

- (1) 同質異像
- (2) 固溶体系列

令和3年度(10月期入学)及び令和4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	自然システム学専攻(地球環境学コース)(一般選抜A試験)	
試験科目名	専門科目 ①地学	P.(5/6)

III-1

問1 古生物に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

約600万年前に出現し、主に東北地方や北海道の寒冷な地域に生息したが、約200万年前に絶滅したため現在は生体を見ることのできないタカハシホタテというイタヤガイ科の二枚貝がある。この二枚貝は捕食者に対し「砂泥底にゴロツと横になり、食えるものなら食ってみろ」という生活様式をとったと考えられている。このような生活様式を持つホタテガイ類は現在世界中のどこを見渡してもいない。では、古生物学者はどうやってこの絶滅した二枚貝の生活様式の推定にたどり着いたのだろうか。

- (1) 現在のホタテガイの生活様式を述べなさい。
- (2) ホタテガイとタカハシホタテの個体発生にともなう殻の形態変化の違いに言及し、機能形態の観点からタカハシホタテの生活様式が推定された理由を説明しなさい。

問2 地質に関する次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

地質構造には一見すると同じような特徴を持つが、その成因や意義は全く異なり、その見極めは地質学において重要である組み合わせがある。以下にそのような例を2つ挙げる。各例について、双方の成因に言及しながら、露頭における観察を通してこれらの見分け方を説明しなさい。説明には図を用いてもかまわない。

- (1) 相対的に軟らかい基質中(母岩中)に含まれる硬い球状の岩塊が、「礫岩中の礫」であるか、「ノジュール」であるか。ただし、ここでは火山性でない碎屑岩を考える。
- (2) 通常平行に重なる地層が曲がりくねっている構造が、「褶曲で形成されたもの」であるか、「海底地滑りに起因するスランプで形成されたもの」であるか。

令和3年度(10月期入学)及び令和4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	自然システム学専攻(地球環境学コース)(一般選抜A試験)	
試験科目名	専門科目 ①地学	P.(6/6)

III-2

- 問1 平年値で比較すると、地表で観測されたシンガポール(北緯1.37度, 東経103.98度)における最高月平均気温が28.6℃, 最低月平均気温が26.8℃であるのに対し, ヤクーツク(北緯62.02度, 東経129.72度)ではそれぞれ19.8℃とマイナス36.9℃であった。なぜ二地点の年較差にこのような違いが生まれるのか説明しなさい。
- 問2 太陽と地球が黒体であると仮定し, それぞれの表面温度が5780K, 288Kのとき, 太陽放射と地球放射の電磁波強度が最大となる波長を有効数字一桁で求めなさい。
- 問3 以下の年代における, 地球大気中のおおよその二酸化炭素濃度を答えなさい。
- (1) 約2万年前
  - (2) 約250年前
  - (3) 現在
  - (4) (1), (2)で答えたような, 過去の地球における大気組成はどのように調べられているか, 答えなさい。
- 問4 地球大気において, 温室効果を持つ二酸化炭素以外の気体を3つ答えなさい。