

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  
解答例

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(1/6)

I-1

問1  $\text{J s}^{-1}\text{m}^{-2} = \text{m}^0 \text{kg s}^{-3} = \text{kg s}^{-3}$

問2

(1) 小惑星に入射するエネルギーと小惑星から放射されるエネルギーのつりあいは,

$$S\pi R^2 = 4\pi R^2\sigma T_s^4$$

と表される。ここで $S$ は太陽から受ける放射エネルギー流束, $\sigma$ はステファン・ボルツマン定数である。よって, $T_s \propto S^{1/4}$ を得る。 $S$ は太陽からの距離 $L$ に対して, $S \propto L^{-2}$ と依存する。以上より, $T_s \propto L^{-1/2}$ を得る。即ち, $L$ の $-1/2$ 乗に比例する。

(2)  $L \propto T_s^{-2}$ より $T_s$ が2倍となるのは, $L$ が現在の $1/4$ 倍のときである。

問3

(1)

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

を $r$ で2回積分して

$$T(r) = -\frac{\rho H}{6k}r^2 + \frac{B}{r} + C$$

の形の解を得る。従って

$$A = -\frac{\rho H}{6k}$$

と求められる。

(2)  $r=0$ で有限の値となるので, $B=0$ である。 $r=0$ で $T=T_0$ より、

$$T(r) = -\frac{\rho H}{6k}r^2 + T_0$$

を得る。よって

$$\Delta T = T_0 - T_s = \frac{\rho HR^2}{6k}$$

と求められる。

(3) 熱伝導によるエネルギー流束 $q$ はフーリエの法則より、

$$q = -k \frac{dT(r)}{dr}$$

で表されるので, $q$ の大きさは、

$$q = \frac{\rho HR}{3}$$

と求められる。

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  
解 答 例

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(2/6)

I-2

問1  $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-2}$

問2 高さ5500 m の山の下での静水圧  $P$  は

$$P = 2700 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 5500 \text{ m} \approx 1.5 \times 10^8 \text{ [Pa]}$$

と求められる。

問3 ひずみは

$$(1.5 \times 10^8 \text{ Pa}) / (5 \times 10^{10} \text{ Pa}) = 3 \times 10^{-3}$$

と求められる。

問4 水中の音速は体積弾性率  $K$ , 密度  $\rho$  を使って,  $V = (K/\rho)^{1/2}$  と表される。従って  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  を使って  $K$  は,

$$K = \rho V^2 = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 2.25 \times 10^6 \text{ (m/s)}^2 \approx 2 \times 10^9 \text{ [Pa]}$$

と求められる。

問5 温度が高くなると弾性定数は小さくなる。圧力が高くなると弾性定数は大きくなる。

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  
解 答 例

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(3/6)

II-1

- 問1 (A) 紅柱石/andalusite  
(B) 藍晶石/kyanite  
(C) 珪線石/sillimanite  
(D) コース石/coesite  
(E) 石墨またはグラファイト/graphite  
(F) ダイヤモンド/diamond

問2

- (1) ある一定の組成を持つ岩石は、温度と圧力に応じた安定な鉱物組み合わせを示す。マフィック岩(塩基性岩)に特徴的な鉱物組み合わせに基づいて定義される、変成作用が起きた温度圧力範囲を変成相と呼ぶ。  
(2) 変成相 GR は、グラニュライト相  
特徴的な鉱物は、単斜輝石と直方輝石

問3

- (1) ザクロ石やジルコン(のような、超高压から低圧の幅広い条件で安定かつ壊れにくい鉱物)の内部に、包有物として、高压で安定な鉱物が残存する可能性がある。  
(2) 大陸同士の衝突によって、厚い大陸地殻の下に別の大陸地殻が沈み込むようなテクトニックセッティングが考えられる。  
(3) 部分溶融が起こり、片麻岩中の白雲母、斜長石、石英が減少して優黒質となる(+カリ長石が増加する)。メルトからは縞状もしくはレンズ状の優白質部分が生じ、明暗の縞状構造ができる。

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  
解 答 例

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| 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(4/6)                |

II-2

問1

- (1) Mineral class は陰イオン種の違いに基づく分類である。 $(\text{SiO}_4)^{4-}$  の内部では Si と O が軌道を大きく共有して強く結合しており、 $(\text{SiO}_4)^{4-}$  は分解することなく一体の錯陰イオンとして振る舞うから。
- (2) どちらの構造も  $\text{SiO}_4$  四面体が総ての頂点を共有して連結する構造である。Si の配列はどちらも二重螺旋になっているが、結晶学的な c 方向から配列を見通した時には高温型石英では正六角形配列に見えるのに対し、低温型石英では頂点を切り落とした三角形の配列に見える。このため後者のほうが全体の対称性が低い。

問2

- (1) 組成が同じだが異なる原子配列を取るもの、あるいはその現象。多形とも言う。例として方解石と霰石(どちらも  $\text{CaCO}_3$ )がある。
- (2) 同一の原子配列について、特定の原子位置を占める原子(特に陽イオン)が一種に限られず複数種可能であり、その位置を占める割合が任意(中間の組成が総て可能)であり、その位置およびその等価位置の間で原子種毎の配列に秩序が生じていない場合にその組成範囲全体を指す。例としてフォルステライト-ファヤライト系列が挙げられ、その組成式は  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$  で表される。

|  |                              |
|--|------------------------------|
| 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 |                              |
| 解 答 例  |                              |
| 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（5／6）                |

### III-1

#### 問1

- (1) 現在のホタテガイは右殻を下にして海底表面に生息し、捕食者に襲われた場合は殻を素早く開閉してジェット水流を噴射して泳いで逃げる。
- (2) ホタテガイの個体発生における殻の形態変化は、殻重量の増加率は成長するにつれ小さくなり、頂角は水流を効率よく推進力に換えるため大きくなる特徴を有する。一方、タカハシホタテの個体発生における殻の形態変化は、殻は成長するにつれより厚くなり、重量の増加率は大きくなり、頂角は小さくなる。また、海底に鎮座する右殻の膨らみ方も大きくなる。これらの特徴は、タカハシホタテが遊泳能力を放棄し、常時海底に安定的に横たわり、殻を厚くし鎧のようにすることで捕食者に対抗した適応形態であると推定される。

#### 問2

- (1) 相対的に柔らかい基質中（母岩中）に硬い球状の岩塊が含まれる構造

##### 「礫岩中の礫の成因と見分け方」

礫岩中の礫は一般的に外来であり、基質と礫は起源が異なる原岩で構成される。礫も異なる複数の礫種から構成されることが多い。したがって露頭で観察した場合、基質と礫の原岩の種類が異なり、礫種も多様であれば、礫岩中の礫と判断できる。

##### 「ノジュールの成因と見分け方」

ノジュールは、堆積岩層の一部が炭酸塩や珪酸塩で固化し球状になったものである。したがって、ノジュールの部分と周りの母岩が境界を挟んで、砕屑物の粒度や堆積構造、化石の産状などが連続的であれば、ノジュールと判断できる。

- (2) 通常平行に重なる地層が曲がりくねっている構造

##### 「褶曲で形成された構造の成因と見分け方」

褶曲は、固化した地層が主として水平方向の圧力により変形したものである。したがって、その変形は上下の地層に広くみられる。また、曲がりくねった部分の地層の厚さや単層の境界の特徴が他の場所と類似していれば、褶曲と判断できる。

##### 「海底地滑りに起因するスランプで形成された構造の成因と見分け方」

海底地滑りに起因するスランプは、海底斜面にたまった未固結の堆積物が、重力により滑り落ちて形成される。したがって、地滑りの影響を受けない上下の地層は平行である一方、滑った周辺の地層は境界面が乱れたり、厚さが変わったりした曲がりくねりが見られる。このような観察に基づき、スランプで形成されたと判断できる。

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  
解 答 例

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(6/6)

III-2

問1

地球の地軸が約23.5度傾いていることにより、年間を通じて単位面積当たりの地表が受ける日射量の変動は高緯度地域ほど大きくなる。また、海洋と大陸における地表面の熱的性質が大きく異なる(大陸のほうが暖まりやすく、冷めやすい)。よって特に年較差が大きくなる季節変化が明瞭な地域は高緯度地域の大陸上(ヤクーツク)、不明瞭なのは赤道付近の沿岸(海洋)域(シンガポール)となる。

問2

ウィーンの変位則により

太陽放射 約0.5  $\mu\text{m}$

地球放射 約10  $\mu\text{m}$

問3

(1) 約180~200 ppm

(2) 約280 ppm

(3) 約400 ppm

(4) 南極における氷床をボーリングしてアイスコアを採取し、閉じ込められた気泡を分析することによって調べられる。

問4

メタン ( $\text{CH}_4$ )

一酸化二窒素または亜酸化窒素 ( $\text{N}_2\text{O}$ )

水蒸気 ( $\text{H}_2\text{O}$ )