

地学 解答例

問題 I

問 1

ア

問 2

チャート

これらの岩石は、海洋地殻及びその直下のマントルであると考えられる。したがって、マントルであるかんらん岩が最下位であり、その反対側に位置するチャートが最上位である。(81字)

問 3

かんらん岩

問 4

(1) Y → Z → X

(2) 石英はマグマが固化するとき後の方で晶出する。したがって、すでに晶出した他の鉱物の隙間を埋めるように他形で産出するから。(59字)

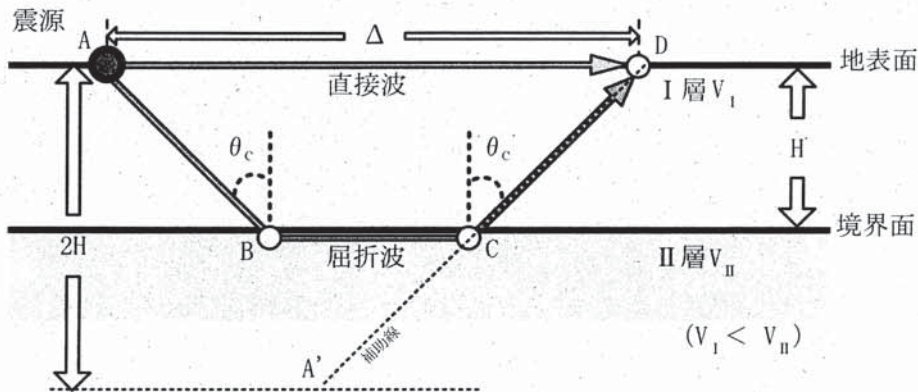
問題II

問1

ア 走時 イ モホロビッチ ウ マントル

問2

- (1) 直接波の走時を T_D とする。 T_D は伝搬距離 Δ を地震波速度 V_I で割ると求まることから $T_D = \Delta/V_I$ である。
- (2) 屈折波が到達する最小の震源距離を Δ_I とする。 Δ_I は経路 BC の距離が 0 の場合であるので、図 3 の経路 AB と CD の地震波の伝搬距離は下図の A'D と等しくなる。よって、 Δ_I は経路 A'D を地表面に投影した距離に相当するため $2H \tan \theta_c$ である。



- (3) 屈折波の伝搬経路を経路 AB・CD と経路 BC の 2 つに分けて考える。I 層内を伝搬する屈折波の伝搬経路は経路 AB・CD であり、上図の A'D に相当するため、

$$\frac{2H}{\cos \theta_c}$$

である。この伝搬経路での地震波速度は V_I なので、伝搬時間は

$$\frac{2H}{V_I \cos \theta_c}$$

である。一方、伝搬経路 BC の伝搬距離は $\Delta - 2H \tan \theta_c$ である。この伝搬経路での地震波速度は V_{II} であるので、伝搬時間は

$$\frac{\Delta - 2H \tan \theta_c}{V_{II}}$$

である。よって、伝搬経路 ABCD の地震波の伝搬時間 T_H は

$$\frac{2H}{V_I \cos \theta_c} + \frac{\Delta - 2H \tan \theta_c}{V_{II}}$$

である。ただし、屈折波は $\Delta \geq 2H \tan \theta_c$ のみ存在する。

- (4) 直接波と屈折波が同時に到達することからそれぞれの地震波の伝搬時間の T_D と T_H を等しく、その

記の式に値を代入すると、

$$H = \frac{\Delta c}{2} \sqrt{\frac{v_{II} - v_I}{v_{II} + v_I}} = \frac{120}{2} \sqrt{\frac{8-6}{8+6}} = \frac{60}{\sqrt{7}} = \frac{60}{2.7} = 22.2$$

よって、 H は 22km

問題 III

問 1 :

ア：対流圏界面 (または「圏界面」でもよい)

イ：成層圏

ウ：中間圏

エ：熱圏

問 2 :

(1):

(a) 条件つき不安定、 (b) 絶対安定、 (c) 絶対不安定

(2):

湿潤断熱減率

水蒸気が凝結して雲を形成するとき潜熱を放出し加熱することで断熱冷却を緩和するため。(41 文字)

(3):

冷たい雨:

雲の一部または全部が気温 0°C より低い気温の高さにあって、氷晶の粒子が形成され、それが大きくなって落下して、 0°C より高い気温の高度で融けて雨となるもの。(75 文字)

暖かい雨:

雲の全部が 0°C より高い気温の高さにあって、氷晶などの固体の粒子を含まず、雲粒どうしが衝突し雨粒となり、さらに雨粒が衝突を繰り返して、大きな雨粒に成長して降る雨。(79 文字)

問 3 :

オゾンが紫外線を吸収し、その層の空気を加熱するから。(26 文字)

問題 IV

問1 (ア) 星間物質, または星間雲 (イ) 原始太陽系星雲

問2 $x = 1400 \text{ (W/m}^2\text{)} \times 1/0.39^2 = 9.204\dots \times 10^3 \approx 9.2 \times 10^3 \text{ (W/m}^2\text{)}$

問3 (1) 水星, 金星, 地球, 火星

(2) 惑星形成時の初期に惑星内部から脱ガスした水蒸気や二酸化炭素などの原始大気の温室効果。(42 字)

(3) 地殻やマントルの岩石に含まれるカリウムやウランなどの放射性同位体の崩壊で発生する熱エネルギー。(47 字)

問4 (1) 土星 $x = 5.5 \text{ (g/cm}^3\text{)} \times 6400^3/58000^3 \times 95$
 $= 5.5 \text{ (g/cm}^3\text{)} \times (2.6 \times 10^{11}) / (2.0 \times 10^{14}) \times 95$
 $= 0.67925\dots \approx 0.68 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

海王星 $y = 5.5 \text{ (g/cm}^3\text{)} \times 6400^3/25000^3 \times 17$
 $= 5.5 \text{ (g/cm}^3\text{)} \times (2.6 \times 10^{11}) / (1.6 \times 10^{13}) \times 17$
 $= 1.519\dots \approx 1.5 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

(2) 木星と土星は, 主に水素, ヘリウムのガス成分からなる巨大ガス惑星である。一方, 天王星と海王星は, これらのガス成分が少なく, 水, メタン, アンモニアが混合した氷成分の多い巨大氷惑星である。(91 字)

地学 出題の意図

問題 I

海洋地殻、マントル、マグマの結晶分化と岩石の組織の関係を考察する力を問う

問1 岩相境界に関する理解を問う。

問2 海洋地殻の構造に関する理解を問う。

問3 地殻とマントルを構成する岩石と、地球の内部構造と地震波速度の関係を結び付ける力を問う。

問4

(1) 深成岩の形成過程と鉱物の形状に関する理解を問う。

(2) (1) をふまえ、マグマの分化と鉱物の形状を結び付けて考察する力を問う。

問題Ⅱ

走時曲線は地震波による地下構造の解析には欠かせないものであり、走時曲線により、地下構造の不連続面（モホロビッチ不連続面【地殻-マントル】、ゲーテンベルグ不連続面【マントル-外核】等）の存在を確認することができる。問題Ⅱはこれらの理解度を問う問題である。

問 1

地震波から推定される地下構造等についての基礎的な知識を問う。

問 2

直接波および屈折波の走時から地下構造を推定する方法についての理解度を問う。

- (1) 直接波の走時についての理解度を問う。
- (2) 屈折波の到達範囲についての理解度を問う。
- (3) 屈折波の走時についての理解度を問う。
- (4) 直接波および屈折波の走時と不連続面の深さとの関係性についての理解度を問う。

問 3

走時曲線の読み取りについての理解度を問う。

問 4

走時曲線と不連続面の深さの関係についての理解度を問う。

問題 III

大気の基本的構造を理解し、成層圏の特徴であるオゾンによる加熱、対流圏の特徴である大気安定度とそれに関係する乾燥・湿潤断熱減率の理解をしていること、さらに対流圏で起こる降水機構についての理解をしていることを検査する。

問 1：地球大気の基本構造の理解を問う。

問 2：対流圏における大気安定性と雲・降水の形成について問う。

問 2- (1)：乾燥断熱減率、湿潤断熱減率を用いた大気安定性の理解を問う。

問 2- (2)：湿潤断熱減率の理解と、それにおける水蒸気凝結加熱の理解を問う。

問 2- (3)：降水機構として「冷たい雨」と「暖かい雨」の理解を問う。

問 3：成層圏におけるオゾンの存在と、成層圏形成におけるその役割の理解を問う。

問題 IV

- 問 1 太陽系の形成過程の理解を問う問題である。
- 問 2 惑星が受ける太陽放射の理解を問う問題である。
- 問 3 地球型惑星の形成過程についての理解を問う問題である。
- 問 4 木星型惑星の内部構造についての理解を問う問題である。