

学生証番号 _____

氏名 _____

地球の内部の圧力などについて、以下の問に答えよ。ただし地殻の密度 $\rho_c = 2.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、マントルの密度 $\rho_m = 3.4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、氷床の密度 $\rho_g = 0.94 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ とし、かつ重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ は深さによらず一定として計算せよ。

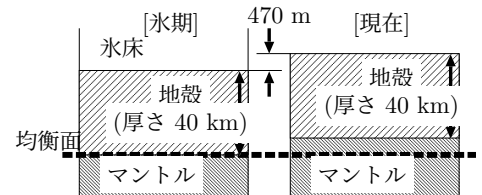
1. 地球の表面から 300 km の深さのマントル内における圧力 P はどのくらいになるか。ただし簡単のため地殻の厚さは 0 km とし、マントルの重みのみを考えてよい。

[答] 密度 ρ_m のマントルから構成される厚さ 300 km の柱の底の面にはたらく圧力を見積ればよい。その値は以下のように計算できる。

$$P = 3.4 \times 10^3 \text{ [kg/m}^3] \times 300 \times 10^3 \text{ [m]} \times 9.8 \text{ [m/s}^2] = 9.996 \times 10^9 \text{ [N/m}^2 = \text{Pa]}$$

また、「10 の 9 乗」を表わす「ギガ」という接頭語を使って書き直すと、地下 300 km における圧力は約 10 GPa (ギガパスカル) となる。さらに、1 気圧が約 10^5 Pa であることを使えば、この圧力はほぼ 10 万気圧に相当する。

2. 図は、氷期と現在における、ある地域の断面を模式的に表している。氷期と比べると、現在では、地表を覆っていた氷床がとけて地殻の上面が 470 m 隆起している。現在と氷期でいずれもアイソスタシーが成立しているとする、氷期に地表を覆っていた氷床の厚さ h は何 m か。ただし「アイソスタシー」とは、アセノスフェア (マントル) 中の同じ深さの面 (例えば図中の「均衡面」) に加わる荷重がどこでも同じになっている状態にあることをいう。(2019 年度 大学入試センター試験より改)



[答] 以下、地殻の厚さを h_c と書いておく。

氷期において均衡面 (図の破線) より上にある物質による単位面積あたりの荷重は

$$\rho_g \times h + \rho_c \times h_c \text{ [kg/m}^2]$$

であり、現在の均衡面より上にある物質による単位面積あたりの荷重は

$$\rho_c \times h_c + \rho_m \times (470 \text{ [m]}) \text{ [kg/m}^2]$$

である。アイソスタシーが成立しているという仮定により、

$$\rho_g \times h = \rho_m \times 470 \text{ [m]}$$

これから h を求めると、以下を得る。

$$h = \frac{\rho_m}{\rho_g} \times 470 \text{ [m]} = 1700 \text{ [m]}$$

ちなみにだが、ここを $h = \rho_c / \rho_g \times 470 \text{ [m]}$ と間違った式で計算しても、答が割り切れるような設定にしてあるんだねえ、大学入試の問題ってイヤらしいわあ。