

東北大学大学院環境科学研究科

秋季入学試験（令和7年8月26日～28日実施）出題意図

環境・地理群 専門科目

地球システム計測学

大問1

出題意図

気象学の基本的概念である静水圧平衡を理解しているか、簡単な積分と具体的な数値を用いた計算が単位の確認も含めてできるか、を問う問題である。

解答について

- (1) 大気にかかる重力による下向きの力が鉛直方向の圧力傾度に釣り合っている状態。(37字)
- (2) 気体の状態方程式より

$$p = \frac{\rho}{M} RT$$

$$\therefore \rho = \frac{pM}{RT}$$

一方、静水圧平衡が成り立っているので

$$\frac{dp}{dz} = -\rho g$$

ここで g は重力加速度である。上記2式から

$$\frac{dp}{dz} = -\frac{Mg}{RT} p$$

等温大気を仮定しているので $H = RT / Mg$ と置けばこれは定数なので

$$\frac{dp}{p} = -\frac{dz}{H}$$

$$[\log p]_0^z = \left[-\frac{z}{H}\right]_0^z$$

$$\log \frac{p(z)}{p_0} = -\frac{z}{H}$$

$$p(z) = p_0 \exp(-z/H)$$

$$(3) H = \frac{RT}{Mg} = \frac{8.3 \times 250}{29 \times 10^{-3} \times 9.8} \\ = 7.30 \times 10^3 [m] \quad (=7.3 \text{ km})$$

(4) ①式より

$$\frac{p(z)}{p_0} = \exp(-z/H) = \frac{1}{10}$$

$$\begin{aligned}\therefore -z/H &= -\ln 10 \\ z &= H \ln 10 \\ &= 7.3 \times 2.3 \\ &= 16.8[\text{km}] = 17\text{km} \quad (\text{有効数字は2桁})\end{aligned}$$

大問2

出題意図

エアロゾルが大気中で果たしている役割を理解しているかを問う問題である。

解答について

以下のような内容が記述されていればよい。

- 放射の**散乱**・吸収を通じて気候に影響を及ぼす。主に太陽光の散乱による冷却効果が温暖化を抑制するとされ、これを直接効果と呼ぶ。
- 雲形成の**凝結核**となるため、雲の生成量に影響を及ぼす。エアロゾルの増加が雲量を増やすことで太陽光の散乱を増やし温暖化を抑制することは間接効果と呼ばれる。
- エアロゾル表面で気体成分と固体または液体成分が起こす**不均一反応**には気体同士の反応よりも反応が起きやすいものがあり、エアロゾルが存在することによって気相のみでは起きない反応が進むことがある。オゾンホールの発生メカニズムにおける PSCs 上の塩素の活性化反応がその例である。
- エアロゾルは人体にも影響があり、濃度の高いものを吸い込むと**呼吸器**障害を起こすことがある。また、エアロゾルの成分によっては発がん性のあるものもある。