

地球物理学（2025 年度春学期）（流体地球物理学分野）
期末試験 解答用紙（1）

学生番号：_____ 氏名：_____

1. (1)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \underline{0 [\text{K/s}]}$$

(10)

(2)

海流の向きに x 軸をとり、海流の流速を u とすると、

$$u = 1 [\text{m/s}], \quad \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{-0.2}{100 \times 10^3} = -2 \times 10^{-6} [\text{K/m}] \text{ だから、}$$

$$\vec{u} \bullet \nabla T = u \frac{\partial T}{\partial x} = 1 \times (-2 \times 10^{-6}) = \underline{-2 \times 10^{-6} [\text{K/s}]}$$

(10)

(3)

$$\frac{D}{Dt} T = \frac{\partial}{\partial t} T + \vec{u} \bullet \nabla T \text{ だから、}$$

$$\frac{D}{Dt} T = 0 - 2 \times 10^{-6} = \underline{-2 \times 10^{-6} [\text{K/s}]}$$

(10)

2. (1)

④を t で微分すると、

$$\frac{d^2}{dt^2}v = -f \frac{d}{dt}u$$

③を代入して、

$$\underline{\frac{d^2}{dt^2}v = -f^2v}$$

(10)

(2)

(1) で求めた微分方程式の解は、一般に

$$v = C \sin(ft + \alpha) \quad (C, \alpha \text{ は定数})$$

と書ける。 $t = 0$ においては、初期条件より、 $v = 0$ である。さらに、

④より、 $u = 0$ のとき、 $\frac{d}{dt}v = G$ だから、

$$C \sin \alpha = 0, \quad Cf \cos \alpha = G$$

である。したがって、

$$\alpha = 0, \quad C = \frac{G}{f}$$

となって、

$$\underline{v = \frac{G}{f} \sin ft}$$

(10)

(3)

④より、

$$u = -\frac{1}{f} \frac{d}{dt}v + \frac{G}{f}$$

(2) の結果を代入して、

$$u = -\frac{1}{f} G \cos ft + \frac{G}{f} = \underline{\frac{G}{f} (1 - \cos ft)}$$

(10)

地球物理学（2025 年度春学期）（流体地球物理学分野）
期末試験 解答用紙（2）

学生番号：_____ 氏名：_____

3. (1)

①を p について $p_1 = 950$ hPa から $p_2 = 1000$ hPa まで積分すると、

$$\int_{p_1}^{p_2} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) dp + \int_{p_1}^{p_2} \frac{\partial \omega}{\partial p} dp = 0$$

$p = p_2$ で $\omega = 0$ だから、

$$(p_2 - p_1) \overline{\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)} - \omega(p = p_1) = 0$$

したがって、

$$\begin{aligned} \omega(p = p_1) &= (p_2 - p_1) \overline{\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)} = (1000 - 950) \times 10^2 \times (-9.8 \times 10^{-6}) \\ &= \underline{-4.9 \times 10^{-2} \text{ [Pa/s]}} \end{aligned}$$

(10)

(2)

②、③より、

$$w = \omega \frac{\partial z}{\partial p} = \omega \times \left(-\frac{\alpha}{g} \right) = -\frac{\omega \alpha}{g}$$

$\omega = -4.9 \times 10^{-2}$ Pa/s、 $\alpha = 0.90$ m³/kg、 $g = 9.8$ m/s² を代入すると、

$$w = -\frac{(-4.9 \times 10^{-2}) \times 0.90}{9.8} = \underline{4.5 \times 10^{-3} \text{ [m/s]}}$$

(10)

4. (1)

③より、

$$\frac{dT}{dp} = \frac{\alpha}{C_p}$$

だから、 $\alpha = \frac{1}{\rho}$ より、

$$\frac{dT}{dp} = \frac{1}{C_p \rho}$$

④より、

$$\begin{aligned}\frac{dT}{dz} &= \frac{dT}{dp} \times \frac{dp}{dz} \\ &= \frac{1}{C_p \rho} \times (-\rho g) \\ &= -\frac{g}{C_p}\end{aligned}$$

(10)

(2)

⑥より、物理量 θ が保存量であるためには、

$$d\theta = \theta \left(\frac{1}{T} dT + \frac{\kappa}{p} dp \right) = 0$$

$$\frac{1}{T} dT + \frac{\kappa}{p} dp = 0 \quad \text{⑧}$$

⑦をみたすすべての dT 、 dp が⑧を常にみたすためには、 dT と dp にかかる係数の比が、⑦と⑧の間で等しくなければならないから、

$$-\frac{RT}{C_p p} = \frac{\kappa T}{p}$$

したがって、

$$\kappa = -\frac{R}{C_p}$$

(10)