

地球物理学（2020 年度春学期）（流体地球物理学分野）
最終テスト 解答用紙（1）

学生番号： _____ 氏名： _____

1. (1)

固定された測定点で、10 分あたり 3×10^{-4} の割合で比湿が低下したから、

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -\frac{3 \times 10^{-4}}{10 \times 60} = \underline{-5 \times 10^{-7} \text{ [s]}}$$

(10)

(2)

$\vec{u}$ の方向に x 軸をとると、

$$\frac{\partial q}{\partial x} = \frac{1.20 \times 10^{-2} - 1.14 \times 10^{-2}}{10 \times 10^3} = 6 \times 10^{-8} \text{ [m]}$$

だから、

$$\vec{u} \bullet \nabla q = 10 \times (6 \times 10^{-8}) = \underline{6 \times 10^{-7} \text{ [s]}}$$

(10)

(3)

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

$$\frac{D}{Dt} q = -5 \times 10^{-7} + 6 \times 10^{-7} = \underline{1 \times 10^{-7} \text{ [s]}}$$

(10)

2. (1)

③の両辺を y で偏微分して、

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right) = f \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) - r \frac{\partial u}{\partial y} \quad (3),$$

④の両辺を x で偏微分して、

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial v}{\partial t} \right) = -f \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y} \right) - r \frac{\partial v}{\partial x} \quad (4),$$

④' - ③' を計算すると、

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial v}{\partial t} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right) &= -f \frac{\partial u}{\partial x} - f \frac{\partial v}{\partial y} - r \frac{\partial v}{\partial x} + r \frac{\partial u}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) &= -f \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) - r \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \end{aligned}$$

したがって、

$$\underline{\frac{\partial \xi}{\partial t} = -f \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) - r \xi}$$

(10)

(2)

(1) の解答において、時間微分をゼロとすると、

$$0 = -f \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) - r \xi$$

だから、

$$f \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) = -r \xi$$

$$\underline{D = -\frac{r}{f} \xi}$$

(10)

地球物理学（2020 年度春学期）（流体地球物理学分野）
最終テスト 解答用紙（2）

学生番号： _____ 氏名： _____

3. (1)

①を p について $p_1 = 900$ 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、

$$\begin{aligned} \omega(p = p_1) &= (p_2 - p_1) \overline{\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)} = (1000 - 900) \times (-4.9 \times 10^{-5}) \\ &= \underline{-4.9 \times 10^{-3} \text{ [hPa/s]}} \end{aligned}$$

(10)

(2)

②、③より、

$$w = \omega \frac{\partial z}{\partial p} = \omega \times \left(-\frac{1}{\rho g} \right) = -\frac{\omega}{\rho g}$$

$\omega = -4.9 \times 10^{-1}$ Pa/s、 $\rho = 1.0$ kg/m³、 $g = 9.8$ m/s² を代入すると、

$$w = -\frac{-4.9 \times 10^{-1}}{1.0 \times 9.8} = \underline{5.0 \times 10^{-2} \text{ [m/s]}}$$

(10)

4. (1)

③より、

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

だから、合成関数の微分の公式と④より、

$$\frac{dT}{dz} = \frac{dT}{dp} \frac{dp}{dz} = \frac{1}{C_p \rho} (-\rho g) = -\frac{g}{C_p}$$

(10)

(2)

$$\frac{d\theta}{dp} = -T \frac{R}{C_p} \frac{1}{p} \left(\frac{p}{p_0} \right)^{-\frac{R}{C_p}} = -\frac{R}{C_p} \frac{\theta}{p}$$

(10)

(3)

$$\frac{d\theta}{dz} = \frac{d\theta}{dp} \frac{dp}{dz} = -\frac{R}{C_p} \frac{\theta}{p} (-\rho g) = \frac{R}{C_p} \frac{\rho g \theta}{p}$$

②より、

$$p = \rho RT$$

だから、

$$\frac{d\theta}{dz} = \frac{R}{C_p} \frac{\rho g \theta}{\rho RT} = \frac{g \theta}{C_p T}$$

(10)