地球物理学（2018 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）

固定された観測点で、10 分あたり 0.3 K の割合で気温が低下したから、

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{0.3}{10\times 60} = \underline{-5\times 10^{-4}\ [\mathrm{K/s}]}$$

（１０）

（２）

$\vec{u}$ の方向に x 軸をとると、

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{25.0-24.2}{10\times 10^{3}} = 8\times 10^{-5}\ [\mathrm{K/m}]$$

だから、

$$\vec{u}\bullet\nabla T = 10\times\left(8\times 10^{-5}\right) = \underline{8\times 10^{-4}\ [\mathrm{K/s}]}$$

（１０）

（３）

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

$$\frac{D}{Dt}T = -5\times 10^{-4} + 8\times 10^{-4} = \underline{3\times 10^{-4}\ [\mathrm{K/s}]}$$

（１０）

（余白）

地球物理学（2018 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：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

２．（１）

①の両辺を y で偏微分して、

$$\underline{\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right) = f\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y}} \qquad ③$$

（１０）

（２）

②の両辺を x で偏微分して、

$$\underline{\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial v}{\partial t}\right) = -f\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y}} \qquad ④$$

（１０）

（３）

④－③を計算すると、

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

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

したがって、

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

（１０）

（４）

①’の両辺を y で偏微分して、

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)=\frac{\partial}{\partial y}\{(f_0+\beta y)v\}-\frac{\partial^2\Phi}{\partial x\partial y}$$

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)=(f_0+\beta y)\frac{\partial v}{\partial y}+\beta v-\frac{\partial^2\Phi}{\partial x\partial y} \qquad ③’$$

②’の両辺を x で偏微分して、

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial v}{\partial t}\right)=-(f_0+\beta y)u-\frac{\partial^2\Phi}{\partial x\partial y} \qquad ④’$$

④’－③’を計算すると、

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial v}{\partial t}\right)-\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)=-(f_0+\beta y)\frac{\partial u}{\partial x}-(f_0+\beta y)\frac{\partial v}{\partial y}-\beta v$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial v}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial y}\right)=-(f_0+\beta y)\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}\right)-\beta v$$

したがって、

$$\underline{\frac{\partial\xi}{\partial t}=-(f_0+\beta y)\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}\right)-\beta v}$$

（１０）

地球物理学（2018 年度春学期）（流体地球物理学分野）
最終テスト　解答用紙（３）

学生番号：＿＿＿＿＿＿＿＿　**氏名**：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

３．（１）

③より、

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

だから、$\alpha=\dfrac{1}{\rho}$ より、

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

（１０）

（２）

（１）の結果と④より、

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

（１０）

（３）

⑥より、物理量θが保存量であるためには、

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

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

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、

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