地球物理学（2016 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）

$\underline{0\ \mathrm{K/s}}$

（１０）

（２）　東向きに x 軸、北向きに y 軸をとり、東西風を u 、南北風を v とすると、

$u=0$ [m/s]、 $v=-10$ [m/s]、 $\dfrac{\partial T}{\partial y}=\dfrac{2.0-3.0}{10\times10^3}=-1.0\times10^{-4}$ [K/m]だから、

$$\vec{u}\bullet\nabla T=v\frac{\partial T}{\partial y}=-10\times\left(-1.0\times10^{-4}\right)=\underline{1.0\times10^{-3}\ [\mathrm{K/s}]}$$

（１０）

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

$$\frac{D}{Dt}T=0+1.0\times10^{-3}=\underline{1.0\times10^{-3}\ [\mathrm{K/s}]}$$

（１０）

（余白）

地球物理学（2016 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、

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)=f\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right) \qquad ①’$$

②の両辺を x で偏微分して、

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial v}{\partial t}\right)=-f\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right) \qquad ②’$$

（１０）

（２）

②’から①’を引くと、

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

偏微分の順序を入れ替えると、右辺第２項と第３項は消去できて、

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

したがって、

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

（１０）

（３）

③の両辺を y で偏微分して、

$$\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right) = f\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right) - r\frac{\partial u}{\partial y} \qquad ③'$$

④の両辺を x で偏微分して、

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial v}{\partial t}\right) = -f\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right) - r\frac{\partial v}{\partial x} \qquad ④'$$

④’から③’を引くと、

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

偏微分の順序を入れ替えると、右辺第２項と第３項は消去できて、

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

したがって、

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

地球物理学（2016 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）の結果より、

$$\begin{aligned}\frac{dT}{dp} &= \frac{1}{1.0 \times 10^3 \times 1.2} \\ &= 8.33 \cdots \times 10^{-4} \\ &\cong \underline{8.3 \times 10^{-4} \ \text{[K/Pa]}}\end{aligned}$$

（１０）

（３）

$$d\theta = \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\kappa} dT + T\kappa \frac{1}{p}\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\kappa} dp = T\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\kappa}\left(\frac{1}{T}dT + \kappa\frac{1}{p}dp\right)$$

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

（１０）

（４）

（３）の結果より、物理量θが保存量であるためには、

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

$$\frac{1}{T}dT + \frac{\kappa}{p}dp = 0 \qquad ⑤$$

③をみたすすべてのdT、dpが⑤を常にみたすためには、dTとdpにかかる係数の比が、③と⑤の間で等しくなければならないから、

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

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

②より、

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

（１０）