地球物理学（2013 年度春学期）（流体地球物理学分野）
最終テスト　解答用紙（１）

学籍番号：＿＿＿＿＿＿＿　**氏名**：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

１．（１）

断熱だから、$\frac{D}{Dt}T = \underline{0}$

（5）

（２）

$\vec{u} = (ax, -ay)$、$\nabla T = (0, -b)$ だから、$u \bullet \nabla T = \underline{aby}$

（5）

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

$$\frac{\partial}{\partial t}T = \frac{D}{Dt}T - \vec{u} \bullet \nabla T = 0 - aby = \underline{-aby}$$

（１０）

（４）

$\frac{\partial}{\partial t}T = -aby$ だから、

$$\frac{\partial}{\partial t}(\nabla T) = \nabla\left(\frac{\partial}{\partial t}T\right) = \underline{(0, -ab)}$$

（１０）

２．（１）

②を t で微分すると、

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

①を代入して、

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

（１０）

（２）

（１）で求めた微分方程式の解は、

$v = C\sin(ft+\alpha)$（C 、α は定数）

と書ける。$t=0$ で $v=0$ 、$\frac{d}{dt}v = G$ だから、

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

となって、

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

したがって、

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

（５）

（３）

②より、

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

（２）の結果を代入して、

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

（５）

地球物理学（2013 年度春学期）（流体地球物理学分野）
最終テスト　解答用紙（２）

学籍番号：＿＿＿＿＿＿＿＿　**氏名**：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

３．（１）

①、②より、

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

だから、

$$\omega = \int \frac{\partial \omega}{\partial p} dp = -D\int \cos\left(\pi\frac{p - p_1}{p_2 - p_1}\right)dp$$

$$= -\frac{D(p_2 - p_1)}{\pi}\sin\left(\pi\frac{p - p_1}{p_2 - p_1}\right) + C \qquad (C\text{は積分定数)}$$

$p = p_1, p_2$ で $\omega = 0$ だから、$C = 0$ となって、

$$\underline{\omega = -\frac{D(p_2 - p_1)}{\pi}\sin\left(\pi\frac{p - p_1}{p_2 - p_1}\right)}$$

（１０）

（２）
$p_1 = 200$ hPa、$p_2 = 1000$ hPa、$p = 600$ hPa のとき、

$$\sin\left(\pi\frac{p - p_1}{p_2 - p_1}\right) = \sin\frac{\pi}{2} = 1$$

だから、

$$\omega = -\frac{D(p_2 - p_1)}{\pi} = -\frac{1.57\times10^{-4}\times(1000 - 200)\times100}{3.14} = -4.00\ [\text{Pa/s}]$$

したがって、

$$-4.00\times3600\times\frac{1}{100} = -1.44\times10^2 \cong \underline{-1.4\times10^2\ [\text{hPa/h}]}$$

（１０）

４．（１）

②の両辺を微分すると、

$$p d\alpha + \alpha dp = RdT$$
$$p d\alpha = RdT - \alpha dp$$

①に代入して、

$$C_v dT + RdT - \alpha dp = 0$$
$$C_p dT - \alpha dp = 0$$

②より、$\alpha = \dfrac{RT}{p}$ だから、

$$C_p dT - \frac{RT}{p} dp = 0$$
$$\underline{\frac{C_p}{T} dT - \frac{R}{p} dp = 0}$$

（１０）

（２）

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

（１０）

（３）

（１）の結果より、

$$C_p \frac{dT}{T} - R\frac{dp}{p} = 0 \qquad ④$$

（２）の結果より、物理量θが保存量であるためには、

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

④をみたすすべての$\dfrac{dT}{T}$、$\dfrac{dp}{p}$が⑤を常にみたすためには、

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

（１０）