地球物理学（2014 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）

$$-\frac{0.18}{60} = \underline{-3.0\times10^{-3}\ \ [\mathrm{K/s}]}$$

（１０）

（２）

$$4.0\times\frac{20.0-19.0}{1.0\times10^{3}} = \underline{4.0\times10^{-3}\ \ [\mathrm{K/s}]}$$

（１０）

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

$$\frac{D}{Dt}T = -3.0\times10^{-3} + 4.0\times10^{-3} = \underline{1.0\times10^{-3}\ \ [\mathrm{K/s}]}$$

（１０）

２．（１）

$$\frac{D}{Dt}\left(\frac{a^2}{2}\right)=\left(\frac{\partial}{\partial t}+u\frac{\partial}{\partial x}+v\frac{\partial}{\partial y}\right)\left(\frac{a^2}{2}\right)$$

$$=\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{a^2}{2}\right)+u\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{a^2}{2}\right)+v\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{a^2}{2}\right)$$

$$=a\frac{\partial}{\partial t}a+au\frac{\partial}{\partial x}a+av\frac{\partial}{\partial y}a$$

$$=\underline{a\frac{D}{Dt}a}$$

（１０）

（２）

（１）の結果より、④は、

$$\frac{D}{Dt}\left(\frac{u^2+v^2}{2}\right)=\frac{D}{Dt}\left(\frac{u^2}{2}\right)+\frac{D}{Dt}\left(\frac{v^2}{2}\right)$$

$$=u\frac{D}{Dt}u+v\frac{D}{Dt}v$$

と書ける。①にu、②にvをかけると、

$$u\frac{D}{Dt}u=fuv-u\frac{\partial\Phi}{\partial x}$$

$$v\frac{D}{Dt}v=-fuv-v\frac{\partial\Phi}{\partial y}$$

となるから、

$$\frac{D}{Dt}\left(\frac{u^2+v^2}{2}\right)=fuv-u\frac{\partial\Phi}{\partial x}-fuv-v\frac{\partial\Phi}{\partial y}$$

$$=-u\frac{\partial\Phi}{\partial x}-v\frac{\partial\Phi}{\partial y}$$

$$=\underline{-\vec{u}\bullet\nabla\Phi}$$

（１０）

地球物理学（2014 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）

$3.6\times10^3\,\mathrm{s}$ の間に $3.6\times10^2\,\mathrm{Pa}$ だけ気圧が増加しているから、

$$\frac{3.6\times10^2}{3.6\times10^3}=\underline{1.0\times10^{-1}\ \ [\mathrm{Pa/s}]}$$

（１０）

（２）

①を p について $p_1=200\,\mathrm{hPa}$ から $p_2=1000\,\mathrm{hPa}$ まで積分すると、

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

水平発散は一定であり、$p=p_1$ で $\omega=0$ だから、

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

したがって、

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=-\frac{\omega\left(p=p_2\right)}{p_2-p_1}=-\frac{1.0\times10^{-1}}{(1000-200)\times10^2}=-1.25\times10^{-6}$$

$$\cong\underline{-1.3\times10^{-6}\ \ [/\mathrm{s}]}$$

（１０）

４．（１）

①において$v=0$とすると、

$$0=-fu-\frac{\partial\Phi}{\partial y}$$

両辺をpで偏微分すると、

$$0=-f\frac{\partial u}{\partial p}-\frac{\partial}{\partial p}\left(\frac{\partial\Phi}{\partial y}\right)$$

$$\underline{f\frac{\partial u}{\partial p}+\frac{\partial}{\partial p}\left(\frac{\partial\Phi}{\partial y}\right)=0}$$

（１０）

（２）

（１）の結果より、

$$f\frac{\partial u}{\partial p}+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial\Phi}{\partial p}\right)=0$$

②を代入すると、

$$f\frac{\partial u}{\partial p}+\frac{\partial}{\partial y}\left(-\frac{RT}{p}\right)=0$$

$$f\frac{\partial u}{\partial p}-\frac{R}{p}\frac{\partial T}{\partial y}=0$$

$$\underline{\frac{\partial T}{\partial y}=\frac{fp}{R}\frac{\partial u}{\partial p}}$$

（１０）

（３）

$$\left|\frac{\partial u}{\partial p}\right|=\frac{5.8\times\cos 45^\circ}{(850-750)\times10^2}$$

（２）の結果より、

$$\left|\frac{\partial T}{\partial y}\right|=\frac{fp}{R}\left|\frac{\partial u}{\partial p}\right|=\frac{1.0\times10^{-4}\times800\times10^2}{2.9\times10^2}\times\frac{5.8\times\cos 45^\circ}{(850-750)\times10^2}$$

$$=\frac{1.0\times10^{-4}\times\cancel{800}\times\cancel{10^2}\times\overset{2}{\cancel{5.8}}\times0.71}{\cancel{2.9}\times\cancel{10^2}\times\cancel{(850-750)}\times10^2}$$

$$=1.13\cdots\times10^{-5}\cong\underline{1.1\times10^{-5}\ \ [\mathrm{K/m}]}$$

（１０）