地球物理学（2021 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ているから、

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

（１０）

（２）

北向きに y 軸をとると、

$$\frac{\partial T}{\partial y} = \frac{31-30}{10\times 10^{3}} = \underline{1\times 10^{-4}\ [\mathrm{K/m}]}$$

（１０）

（３）

$\frac{D}{Dt}T = 0$ なので、風速ベクトルを $\vec{u}$ とおくと、

$$\frac{\partial}{\partial t}T + \vec{u}\bullet\nabla T = 0$$

鉛直流はゼロであり、T は東西方向に一様なので、移流項において南北移流のみを考慮して、

$$\frac{\partial}{\partial t}T + v\frac{\partial T}{\partial y} = 0$$

したがって、

$$v = -\frac{\frac{\partial}{\partial t}T}{\frac{\partial}{\partial y}T} = -\frac{-5\times 10^{-4}}{1\times 10^{-4}} = \underline{5\,[\mathrm{m/s}]}$$

（１０）

２．（１）

④を t で微分すると、

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

③を代入して、

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

（１０）

（２）

（１）で求めた微分方程式の解は、一般に

$v=C\sin\left(ft+\alpha\right)$（$C$ 、α は定数）

と書ける。$t=0$ においては、初期条件より、$v=0$ である。さらに、

④より、$u=0$ のとき、$\frac{d}{dt}v=G$ だから、

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

である。したがって、

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

となって、

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

（１０）

（３）

④より、

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

（２）の結果を代入して、

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

（１０）

地球物理学（2021 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 $p_1 = 950\,\mathrm{hPa}$ から $p_2 = 1000\,\mathrm{hPa}$ まで積分すると、

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

$p = p_2$ 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、

$$\omega(p = p_1) = (p_2 - p_1)\overline{\left(\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}\right)} = (1000 - 950)\times\left(9.8\times 10^{-6}\right)$$

$$= \underline{4.9\times 10^{-4}\ \ [\mathrm{hPa/s}]}$$

（１０）

（２）

②、③より、

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

$\omega = 4.9\times 10^{-2}\ \mathrm{Pa/s}$ 、$\alpha = 0.9\,\mathrm{m^3/kg}$ 、$g = 9.8\,\mathrm{m/s^2}$ を代入すると、

$$w = -\frac{\left(4.9\times 10^{-2}\right)\times 0.9}{9.8} = \underline{-4.5\times 10^{-3}\,[\mathrm{m/s}]}$$

（１０）

４．（１）

①で定義したθに、②とヒントを適用すると、

$$\frac{d\theta}{dp}=\left(\frac{\partial\theta}{\partial T}\right)_p\frac{dT}{dp}+\left(\frac{\partial\theta}{\partial p}\right)_T=\left(\frac{p}{p_0}\right)^{-\frac{R}{C_p}}\frac{dT}{dp}-T\frac{R}{C_p}\frac{1}{p}\left(\frac{p}{p_0}\right)^{-\frac{R}{C_p}}=0$$

だから、

$$\frac{dT}{dp}=\frac{RT}{C_p p}$$

③より、

$$p=\rho RT$$

だから、

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

（１０）

（２）

合成関数の微分の公式より、

$$\frac{dT}{dz}=\frac{dT}{dp}\frac{dp}{dz}$$

（１）の結果と④より、

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

（１０）