

### 問題 13 大気科学 (125 点)

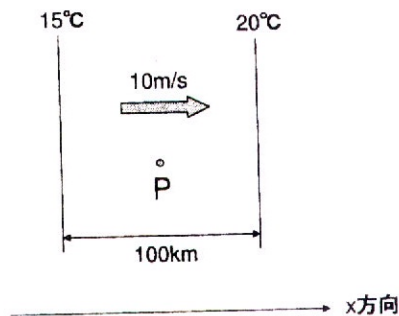
以下の問い (問 1~問 5) に答えよ。

問 1 1次元空間  $x$  における任意の物理量を  $A$  とする。すなわち,  $t$  を時間とすると,  $A = A(x, t)$  とする。このとき, Lagrange 表現と Euler 表現の関係,

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\partial A}{\partial t} + u \frac{\partial A}{\partial x} \quad (1)$$

を証明せよ。ただし,  $u$  は  $x$  方向の風速を表す。

問 2 下図は気温 (等値線) と風 (矢印) の等圧面上での水平分布を示している。  $x$  方向は東西方向で, 従って風は一様な東西風 10m/s, 気温は 100km で  $5^{\circ}\text{C}$  の一様な東西傾度を持っている。南北風, 鉛直流はゼロである。このとき (1) 式における物理量を気温  $T$  として, P 点における 3 つの項の大きさを示せ (符号にも注意すること)。ただし断熱過程を仮定する。



問 3 静止した大気中を空気塊が乾燥断熱的に鉛直方向 ( $z$  方向) に変位する場合を考える。  $dT/dz = -g/C_p$  ( $g$  は重力加速度,  $C_p$  は空気の定圧比熱) を用いて, 気温の時間変化  $dT/dt$  を記述する式を求めよ。必要なら鉛直速度  $w \equiv dz/dt$  を用いよ。

問 4 上の過程における保存量を式で表せ。

問 5 空気塊が湿潤断熱的に鉛直方向に変位するとき, 空気塊の温度変化 (湿潤断熱減率) は乾燥断熱減率とは異なる。気温の減少する割合は一般にどちらが大きい。また気圧が同じ時, 気温によって湿潤断熱減率はどのように変わるか。