

6 プリミティブ方程式系

これまでに導出した、運動方程式、連続の式、静水圧平衡の式、状態方程式、熱力学方程式を組み合わせることによって、大気の運動を記述する方程式系を構成することができる。つまり、第3章の(11)、(12)より、

$$\frac{D}{Dt}u = fv - \left(\frac{\partial\Phi}{\partial x}\right)_{y,p} + F_x \quad (1)$$

$$\frac{D}{Dt}v = -fu - \left(\frac{\partial\Phi}{\partial y}\right)_{x,p} + F_y \quad (2)$$

第4章の(13)より、

$$\nabla_p \cdot \vec{u}_h + \frac{\partial\omega}{\partial p} = 0 \quad (3)$$

第3章の課題3.2より、

$$\frac{\partial\Phi}{\partial p} = -\alpha \quad (4)$$

第5章の(1)より、

$$p\alpha = RT \quad (5)$$

第5章の(10)より、

$$\frac{D}{Dt}\theta = \frac{1}{C_p} \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{R}{C_p}} Q \quad (6)$$

以上の方程式系においては、東西、南北、鉛直方向の速度(u, v, ω)、ジオポテンシャル Φ 、比容 α 、温位 θ の6つの変数に対して、6つの方程式が存在していて、閉じた方程式系になっていることが分かる。この方程式系を**プリミティブ方程式系(primitive equations)**という。

プリミティブ方程式系は、温帯低気圧のような、静水圧平衡を仮定できる現象を扱うときに有用である。大きな空間スケールの現象を対象とする数値予報モデルも、プリミティブ方程式系によって構成することができる。後半では、プリミティブ方程式系から準地衡方程式系を導出し、温帯低気圧を発達させるメカニズムである傾圧不安定について考察する。