

oboro/eccm の離散化マニュアル

杉山耕一郎

2004/11/19

目次

1	温度分布の計算	2
1.1	数値積分手順	3

1 温度分布の計算

鉛直方向の軸として圧力を選択する。そのとき、乾燥断熱減率は、

$$\frac{dT}{dp} = \frac{RT}{\bar{c}_p p} \quad (1)$$

であり、湿潤断熱減率は、

$$\frac{dT}{dp} = \frac{RT}{\bar{c}_p p} \left(\frac{1 + \frac{\lambda_k X_k}{RT}}{1 + \frac{\lambda_k^2 X_k}{\bar{c}_p RT^2}} \right). \quad (2)$$

である。

格子点を i で表現し、現在の位置 p の添字を i 、 dp だけ離れた点の添字を $i+1$ とする。 dp を十分小さいものと見なせば、温度減率を i の位置での温度、圧力、組成を用いて評価することができる。(1) 式は、

$$\frac{\Delta T}{\Delta p} = \frac{RT^i}{\bar{c}_p^i p^i} \quad (3)$$

と離散化され、(2) 式は、

$$\frac{\Delta T}{\Delta p} = \frac{RT^i}{\bar{c}_p^i p^i} \left(1 + \frac{\lambda_k^i X_k^i}{RT^i} \right) / \left(1 + \frac{\lambda_k^{i2} X_k^i}{\bar{c}_p^i RT^{i2}} \right) \quad (4)$$

と離散化される。この微分方程式をルンゲクッタ法を用いて積分する。

ルンゲクッタ法では T^i, p^i から T^{i+1}, p^{i+1} に進む際の傾きとして 4 つの量を用いる。 T^{i+1}, p^{i+1} の値は以下の諸式で与えられる。

$$T^{i+1} = T^i + \frac{k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4}{6}. \quad (5)$$

ここで、

$$\begin{aligned} k_1 &= \Delta p f(T^i, p^i), \\ k_2 &= \Delta p f\left(T^i + \frac{k_1}{2}, p^i + \frac{\Delta p}{2}\right), \\ k_3 &= \Delta p f\left(T^i + \frac{k_2}{2}, p^i + \frac{\Delta p}{2}\right), \\ k_4 &= \Delta p f(T^i + k_3, p^i + \Delta p) \end{aligned}$$

である。但し (3), (4) 式の関数形を一般的に f と表記した。

1.1 数値積分手順

鉛直温度構造を求めるために以下の手順をとる.

- 1) 境界条件として凝結の生じない大気深部での温度と圧力を与える. その境界条件から (3), (4) の積分を開始する.
- 2) 温度 T^i において凝結成分の飽和蒸気圧 $p^*(T)$ と分圧 $p_k = X_k p^i$ を計算する.
 - 2-1) 分圧が飽和蒸気圧よりも小さい場合は (3) 式より乾燥断熱減率を計算する.
 - 2-2) 分圧が飽和蒸気圧よりも大きくなった場合には凝結が生じるものとみなし, 凝結成分のモル比を決める. 得られたモル比を用いて (4) 式より湿潤断熱減率を計算する.
- 3) 2) で得られた断熱減率を用いて p^{i+1} での温度を評価する.
- 4) 2)-3) を対流圏上部まで繰り返す.