Nakajima et al., 1992 test プログラム

コード解説_2

大西将徳(神戸大学大学院理学研究科)

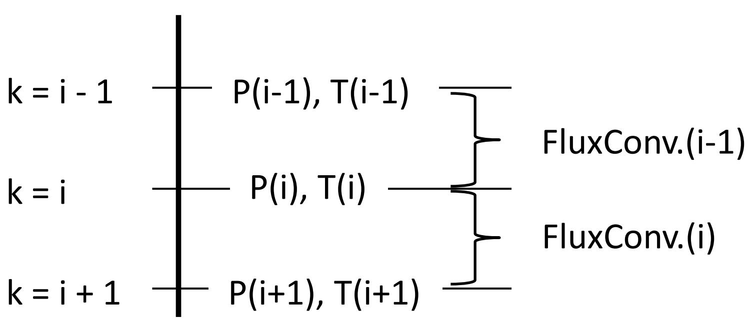
1. はじめに

この文書は, 作者(大西) が、放射計算の勉強(放射対流平衡、数値計算、fortran プログラミング) のために作成した、Nakajima et al., 1992 の放射対流平衡計算を再現するテストプログラムの、支配方程式と離散化について解説したものである。大西自身、または放射計算の初学者(大学院生など) が、コードの内容を確認するための最低限の情報をまとめることを目的としている。

なおこの文書では、”コード解説”で解説しなかった、アルゴリズムについて述べる。

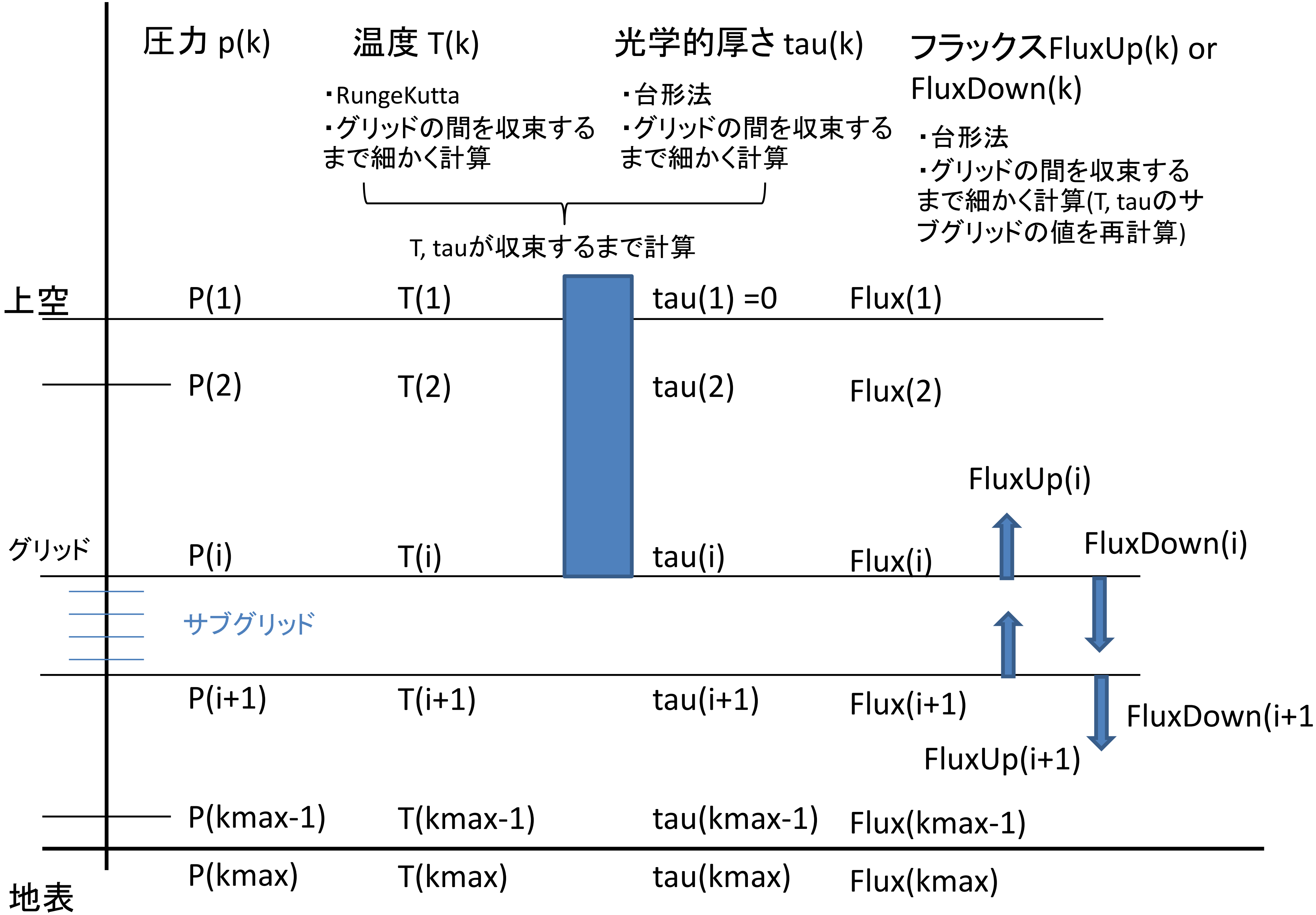
2. 計算のアルゴリズム

1. 湿潤断熱減率に従って上空まで温度、Fluxを計算
   湿潤断熱減率の計算: RungeKutta
   光学的厚さの計算: 台形
2. 対流圏界面の計算(FluxConvergenceの正負判定)
3. 対流圏界面を挿入
4. 圏界面水蒸気混合比で飽和
5. 放射平衡計算
   5.1 加熱
      FluxConvergenceがグリッドごとに正負を繰り返すときには温度を変えない
   5.2 光学的厚さの決定
   5.3 Flux, FluxConvergenceの計算
      成層圏のTotal FluxConvergenceの微分が小さくなったらstep.6へ
      成層圏のTotal FluxConvergenceの値が小さくなったら計算終了
6. 圏界面移動
7. 5-6をループ



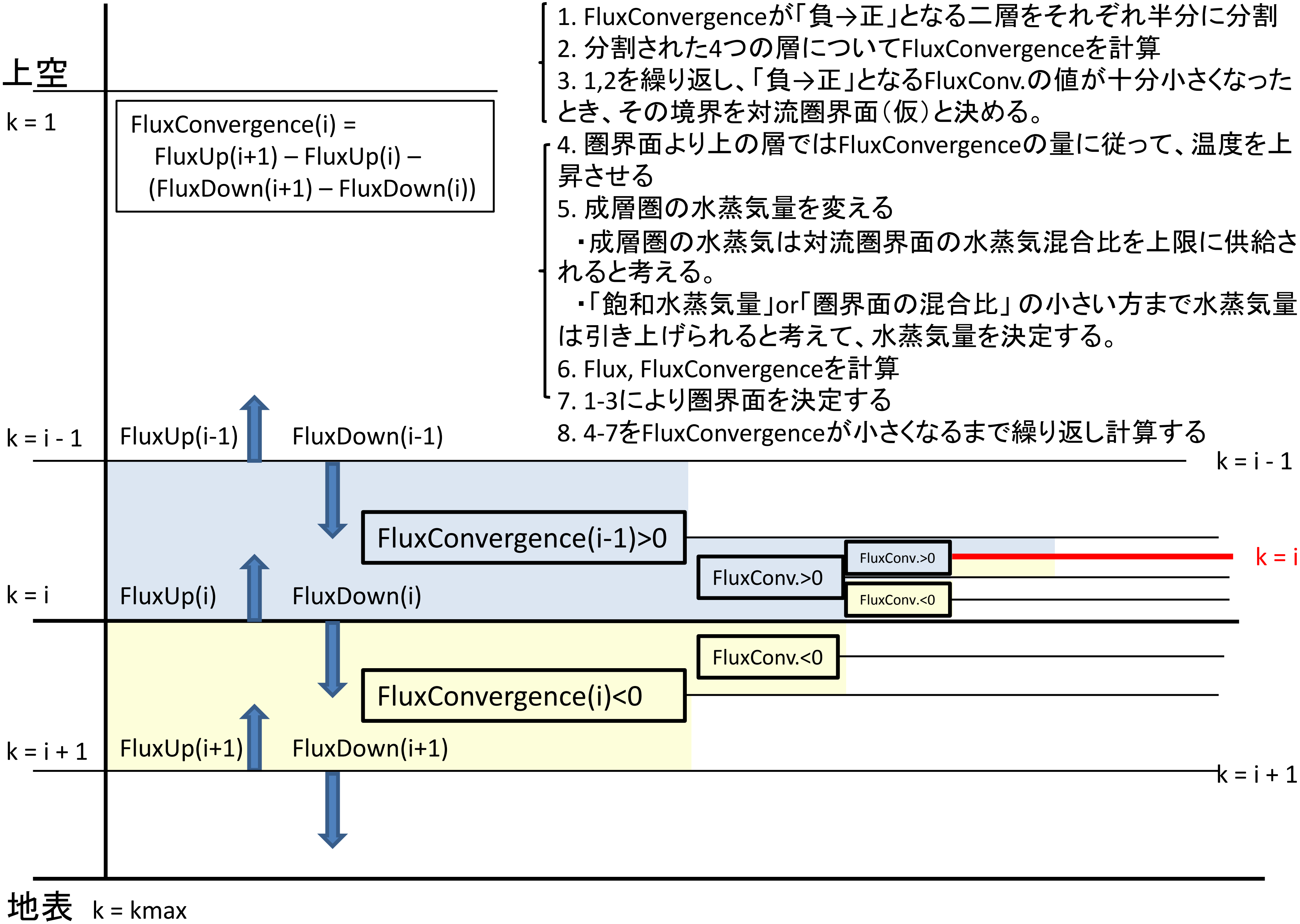
1) FluxConv.(i-1) * FluxConv.(i) < 0
   ⇒ 温度変えない(従来の計算)
2) FluxConv.(i-1) < 0 かつ FluxConv.(i) > 0
   ⇒温度変えない

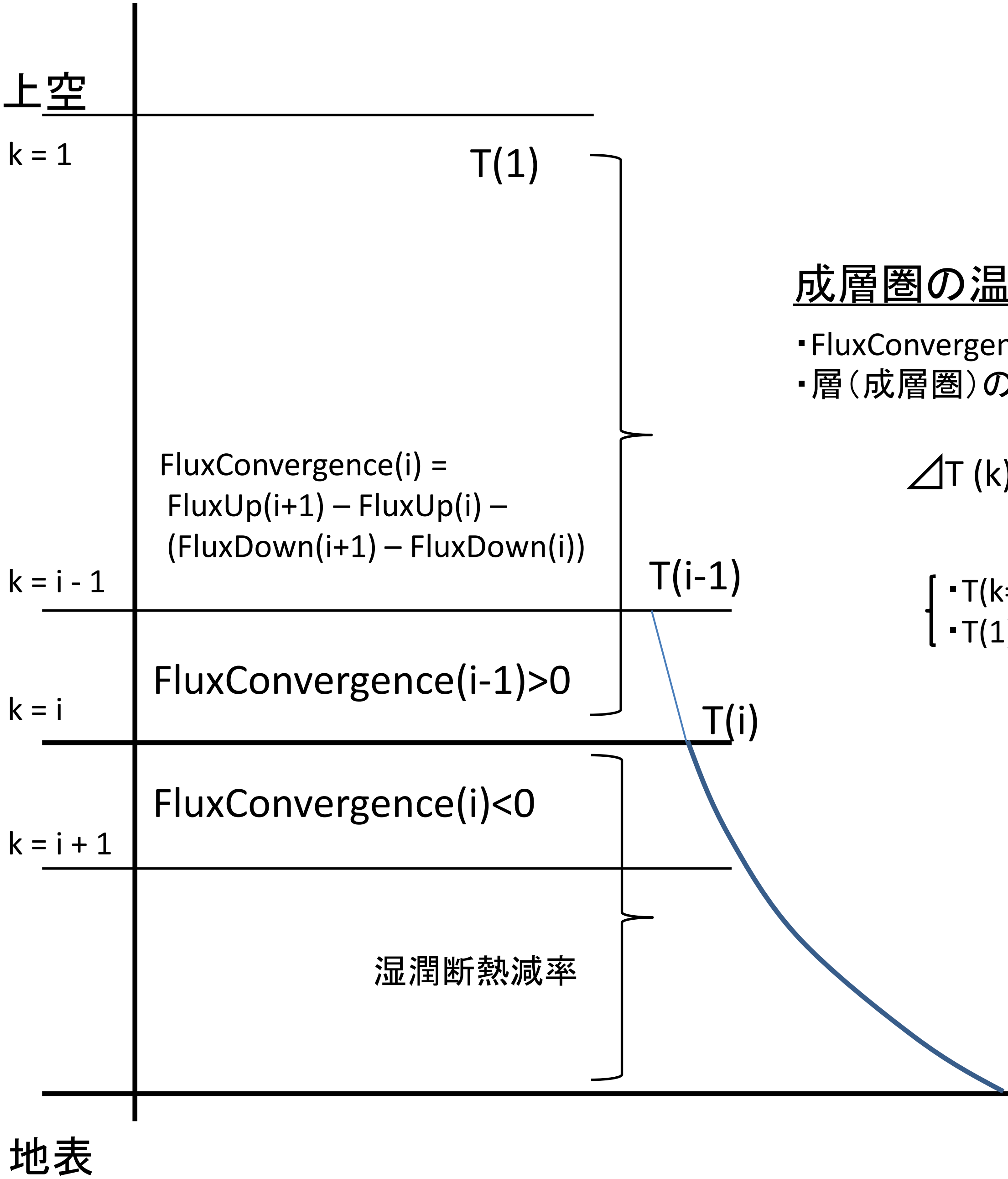
3. グリッドへの物理量の配置と、湿潤断熱減率の計算



4. 対流圏界面の決定と成層圏の放射平衡の計算

1. FluxConvergenceが「負→正」となる二層をそれぞれ半分に分割
2. 分割された4つの層についてFluxConvergenceを計算
3. 1,2を繰り返し、「負→正」となるFluxConv.の値が十分小さくなったとき、その境界を対流圏界面（仮）と決める。
4. 圏界面より上の層ではFluxConvergenceの量に従って、温度を上昇させる
5. 成層圏の水蒸気量を変える
   ・成層圏の水蒸気は対流圏界面の水蒸気混合比を上限に供給されると考える。
   ・「飽和水蒸気量」or「圏界面の混合比」の小さい方まで水蒸気量は引き上げられると考えて、水蒸気量を決定する。
6. Flux, FluxConvergenceを計算
7. 1-3により圏界面を決定する
8. 4-7をFluxConvergenceが小さくなるまで繰り返し計算する





成層圏の温度の決定

- FluxConvergenceから温度を上昇させる
- 層（成層圏）の間の温度は直線近似

$$\varDelta T\ (k) = \frac{mg}{Cp}\ \frac{\mathrm{FluxConvergence}(k)}{(p(k+1) - p(k))}\varDelta t$$

$$\begin{cases} \cdot\ T(k=2\sim i-1) = T(k) + \frac{1}{2}\varDelta T(k-1) + \frac{1}{2}\varDelta T(k) \\ \cdot\ T(1) = T(1) + \varDelta T(1) \end{cases}$$