

# 全球雲解像モデルへのエアロゾル輸送過程の取り込みと放射場への影響

\*三井 達也<sup>1</sup>、鈴木健太郎<sup>2</sup>、佐藤正樹<sup>1,3</sup>、富田浩文<sup>3</sup>、中島映至<sup>1</sup>

1. 東京大学気候システム研究センター、2. コロラド州立大学、3. 地球環境フロンティア研究センター

## 1. はじめに

全球雲解像モデル NICAM (Tomita et al. 2005) が開発され、雲の放射強制力を雲の微物理特性に基づいて計算することが可能になった。雲微物理スキームには Grabowski (1998)、Lin et al. (1983) を基にした 1 モーメントバルクスキームの開発が進められている (富田氏講演)。Suzuki et al. (2007, in preparation) は放射強制力の議論を進める為に NICAM に新たにエアロゾル輸送モデル SPRINTARS (Takemura et al., 2000) を組み込み、雲粒数及びエアロゾルの放射強制力を直接示している。

現在 NICAM ではエアロゾル数から雲粒数の診断を行い雲微物理を計算し、降水によりエアロゾルが除去されるという過程を通して相互作用を考慮している。一方、従来の雲解像モデルおよび衛星データを用いた研究によって、エアロゾルや雲粒による放射強制力との関連は多数調べられてきている (Ramanathan et al. 2001, Kaufman et al. 2004, Rosenfeld 2006, Ackerman et al. 2000)。

ここでは、NICAM のフレームワークが過去の研究で示されてきた雲粒、エアロゾルと放射強制力との関係をどのように表現出来ているのかを紹介する。

## 2. 実験設定

CCSR、NIES および FRCGC で共同開発された AGCM を母体とする SPRINTARS (T42L20) を用いて初期条件を作成した。まずナudgingにより気象場を NCEP の客観解析データに合わせながら、2006 年 7 月 1 日 00:00UTC のエアロゾル分布を作成し、次にエアロゾルと気象場の予報変数を線形補間によって水平解像度 7km、鉛直 40 層の NICAM 格子に適合させて初期条件とした。積分期間は 7 月 1 日 UTC00:00 から 8 日間とし、後半 4 日間のデータを解析に利用した。

扱うエアロゾルはダスト、黒色炭素、有機炭素、硫酸塩、海塩の五種類としてある。炭素性および硫酸塩に関しては 2000 年代の代表的なエミッションマップを与え、ダストと海塩に関してはモデル内でエミッションの計算を行っている。

現在核形成は飽和調節を用いており、雲水量 (LWC) への影響は含まれていない。エアロゾル数 ( $N_a$ ) と雲粒数 ( $N_c$ ) の関係に観測に基づいた経験式を用い (Suzuki et al. 2004, Martin et al. 1994)、Berry (1968) による Auto-Conversion を通して雲の衝突併合過程に影響を与える。放射スキームへ与える雲粒有効半径 ( $R_e$ ) は、雲スキームと整合を取るために雲粒粒径分布 ( $f$ ) として仮定されたガンマ分布から計算する。雲の光学的厚さ ( $T_c$ ) は有効半径に対するルックアップテーブルから読み込んでいるが、計算結果の解析では下の診断式を用いている。

$$N_c = \frac{\varepsilon N_a N_{cmax}}{\varepsilon N_a + N_{cmax}}$$

$$x_f = LWC / N_c,$$

$$R_e = \frac{\int_0^\infty r^3 f(r) dr}{\int_0^\infty r^2 f(r) dr} = \left( \frac{3}{4\pi\rho_w} x_f \right)^{1/3} \frac{\Gamma(\alpha + 1)}{\Gamma(\alpha + 2/3)} \alpha^{-1/3}$$

$$\tau_c = \int_0^\infty (2\pi r^2) f(r) dr = \frac{3}{2\rho_w} \frac{LWC}{R_e}$$

## 3. 初期解析結果

図 1 に 550nm におけるエアロゾル光学的厚さを示す。7 月はサハラ砂漠上での温度風が強化されており、サハラ

ダストの大西洋上への流れ出しが顕著である。また、コンゴ盆地の森林火災起源の炭素性エアロゾルの影響も強い。この領域に関する過去の研究として、Kaufman et al. (2004) が MODIS のデータを用いて放射強制力に対するエアロゾルの影響を議論している。本発表では Kaufman にないエアロゾルや雲の二次元的な光学物理量の散布図を紹介し、また、各種パラメーターの感度実験を含めて、雲の形成過程や放射強制力に対する影響を議論をしたい。

## 4. 議論と今後の課題

SPRINTARS は気候モデル用に開発されてきたが、本研究で行った実験は既存の気候実験と比べて解像度が大きく異なっている。そのために時空間解像度に対する実験パラメーターの感度を調べる必要がある。そこで気候実験としての空間解像度 240km 実験、雲解像実験として 30km、15km、7km 実験の結果を比較検討していきたい。

また、エアロゾルの予報によって雲粒数が地域特性を持つようになった為に、その特徴を活かして雲微物理スキームの 2 モーメントへの発展を視野に入れている。

## 5. 謝辞

この実験は「人・自然・地球共生プロジェクト」課題 2 の枠組みにおいて、アースシミュレーター計算資源を利用して計算を行っています。プロジェクトの関係諸氏および NICAM 開発グループに感謝いたします。

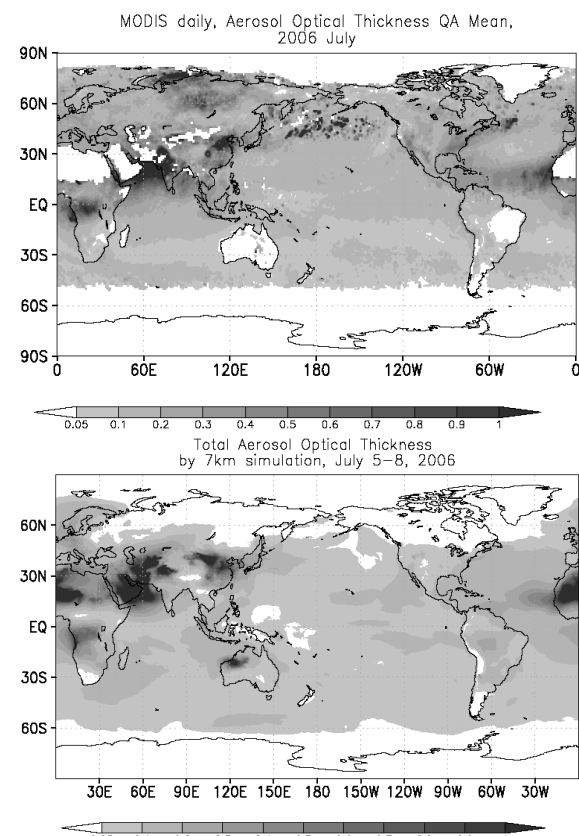


図 1. MODIS Level3 daily から作成したエアロゾル光学的厚さ (550nm) の 7 月平均値 (上) と NICAM により計算されたエアロゾル光学的厚さ (下) の 7 月 5 日-7 月 8 日の 4 日平均値を示す。衛星データは雲の除去による欠損値を埋める為に月平均値を用いている。