

GOSAT CAI イメジャーデータを用いたエアロゾル光学特性の多変量解析手法の開発(2)

*橋本真喜子 (東大大気海洋研究所), 中島映至 (東大大気海洋研究所),
竹中栄晶 (東大大気海洋研究所), 日暮明子 (国立環境研究所)

1. はじめに

本研究では、ベイズ統計理論を用いた最適化マルチパラメータ・リモートセンシング手法の開発を行っている。近年の分光観測では、高感度・多波長の放射輝度データが地上設置型分光放射計や衛星搭載多波長イメージャーによって得られるようになり、これに対応して多変量解析手法を利用したリモートセンシング手法が発達してきている。そこで本研究では、これまで使用されてこなかった近紫外域波長 (380nm) の高空間分解能 (1km) データを含むGOSAT衛星搭載CAI (Cloud and Aerosol Imager) センサーによる多波長データを、多地点・多変量同時解析を利用することによって、従来法に比べて様々な状況に対応できる柔軟なエアロゾル情報を抽出するアルゴリズムの開発を行っている。この手法は、ある時間帯または領域に対して、複数パラメータの同時推定が可能であるため、従来のシングルピクセルにおけるフィッティング法に比べ、時空間的変動の大きなエアロゾルの光学・物理特性の導出に対して柔軟性が高いといえる。

2. アルゴリズムの概要

ベイズ統計理論を用いた最適化マルチパラメータ・リモートセンシング手法 (Turchin and Nozik, 1969; Rogers, 2000; Dubovik et al., 2000, など) に加えて、物質の時空間方向連続性を仮定した平滑化法を用い、毎回放射伝達を数値的に解く手法を組み合わせた、下記の評価関数を解くことで、大気中のエアロゾル粒子の光学特性、および地表面反射率推定を行う。

$$\phi = (\zeta - f)^T S_c^{-1} (\zeta - f) + (u - u_0)^T S_a^{-1} (u - u_0) + \sum_k \gamma_k |A_k + D_k u|^2 \quad (2)$$

ここでTは転置行列、 S_c と S_a は観測 f と拘束条件として用いる既知情報(気候値) x_0 に関する共分散行列。 A_k は k 番目 (x, y) 領域における境界条件を表す行列、

D_k は k 番目 (x, y) に関する2次微分作用因子である。 γ_k は平滑度の目安である。また本手法では、一度に水平方向の小ピクセル群について各パラメータの推定を行い、それを組み合わせることにより広域での各パラメータの推定を行う。その際の小ピクセル群間の境界条件として、Dirichlet境界条件を用いた。評価関数を最小化する問題 ($d\phi = 0$) では、ニュートン法を用いた。本手法を用いた数値実験として、4波長 (380, 674, 870, 1600[nm]) の観測値を想定した 5×5 格子領域 $\times 4$ (4小ピクセル群) のシミュレーションデータセットを作成し (Rstarコード; Nakajima and Tnaka 1986, 1988), 数値実験を行った。推定対象はfine粒子とdust粒子の光学的厚さ (AOT)、fine粒子中のススの体積混合比、地表面反射率である。

3. 結果

数値実験で推定された fine 粒子とダスト粒子の AOT の真値からの誤差 [(真値-推定値) / (真値)] と小ピクセル群を想定した数値実験の結果を、それぞれ図 1、2 に示す。先見値は真値の 150%。真値はそれぞれ、0.3, 0.1 である。また S_e は 10%、 S_a は 50% に相当する値を与えた。

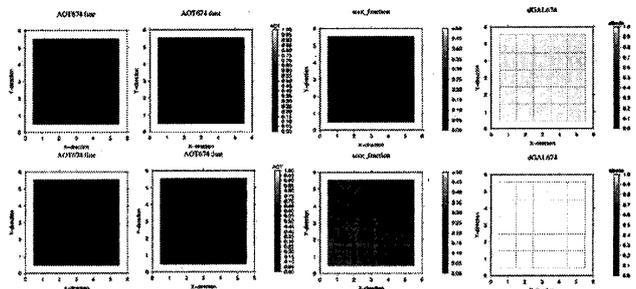


図 1. 推定結果, 左から、AOT (fine 粒子)、AOT (dust 粒子)、スス体積混合比、地表面反射率 (波長は 674nm)。上段が真値、下段が推定値である。