

紫外域観測センサを用いた対流圏エアロゾル推定手法に関する研究 ～GOMEセンサとGLIセンサの比較～

山中のり子、久慈誠、芝田由香里、林田佐智子(奈良女子大学)

はじめに

大気中を浮遊するエアロゾルは、太陽放射を散乱、吸収する性質があり、気候に大きな影響を与えている。私達はエアロゾルに注目し、衛星センサを用いてエアロゾルの光学的厚さを導出することを目的とした研究を行っている。衛星センサでエアロゾルを観測する際、可視よりも長い波長帯では陸域の地表面反射率が大きく、エアロゾルの情報が消えてしまう。しかし、紫外域では陸域でも地表面反射率が小さく、土地被覆による違いも小さいため、衛星センサを用いてエアロゾルの光学的厚さを推定できる可能性がある。そこで、紫外域を観測するセンサを用いて、対流圏エアロゾルの光学的厚さの推定手法の検討を行った。

エアロゾルの推定手法として、本研究ではDirect Method (Torres et al., 1998)を用いた(図1)。Direct Methodとは、任意の2波長における反射率の比の相対関係から、エアロゾルの種類と光学的厚さを検出する方法である。本研究では人工衛星ERS-2 (European Remote Sensing Satellites 2)に搭載されたGOME (Global Ozone Monitoring Experiment) センサのLevel1Bデータを用いた。GOMEは240nm～740nmの範囲を0.2nm間隔(近赤外は0.4nm間隔)で観測する、波長分解能の良いセンサである。私達はGOME観測値の335nmと395nmの波長を用いてエアロゾルの種類と光学的厚さの推定を行った。GOMEデー

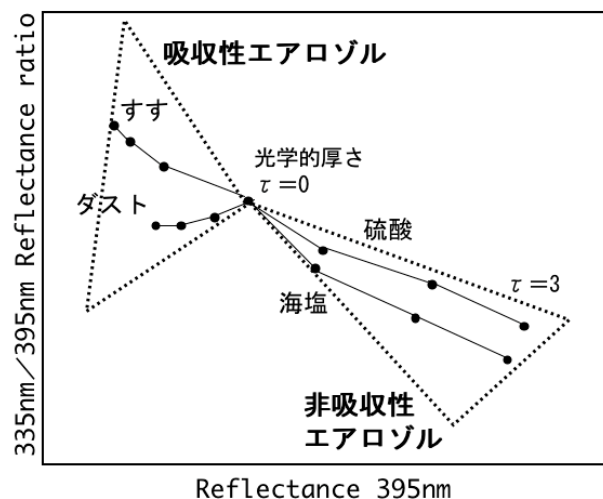


図1 Direct Method
(図2の解析で用いたダイアグラム例)

タをDirect Methodに適用し、吸収性エアロゾルと非吸収性エアロゾルの2種類に分類した結果を図2に示す。この図より、非吸収性エアロゾルが全球で一様に判定されたのに対し、吸収性エアロゾルが主に陸上で判定されたことがわかる。この解析の問題点として、GOMEの1ピクセル40×320kmと大きいことがあげられる。ピクセルが大きいためにピクセル内に雲を含みやすく、ピクセルの端と端に距離があるために、ピクセル内で観測視野角が異なってくる。このような問題はエアロゾル推定の大きな誤差要因となる。

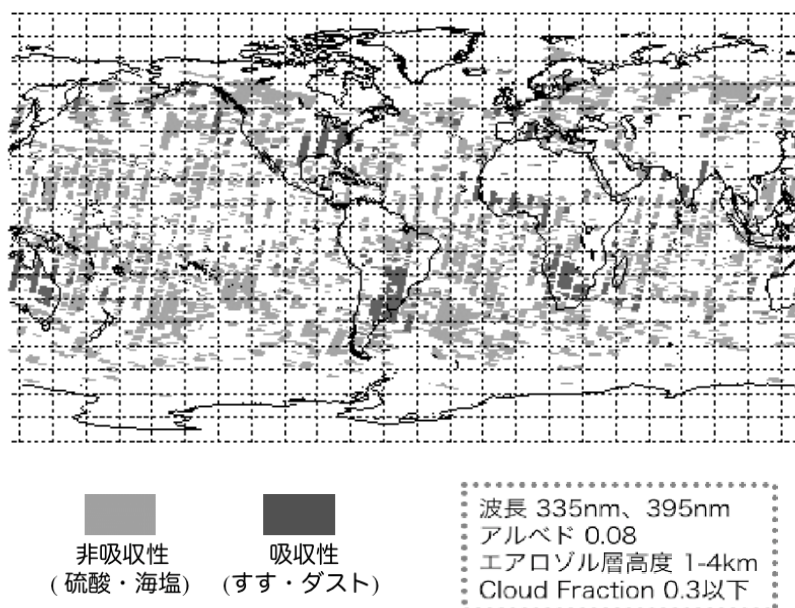


図2 GOME観測値の全球解析結果(1997年4月6・7・8日)

2002年に打ち上げられた人工衛星ADEOS2 (Advanced Earth Observing Satellite 2)に搭載されたセンサであるGLI (Global Imager)は1kmと空間解像度が良く、近紫外に観測波長を持っているので、このセンサを用いた解析が行えないかと考えた。しかし、これまでGOME観測値に適用する場合、335nmと395nmの波長を使っており、GLIの観測波長とは異なる。そこで、GLIの近紫外観測波長である380nmと400nmを用いてこれまでの推定手法が可能であるか検討を行った。

放射伝達モデルと与えるパラメタ

放射伝達モデルはrstar4bを使用し、GLIの観測波長である380nmと400nmの波長で計算を行った。太陽天頂角、衛星天頂角、相対方位角は各シーンの中心ピクセルの値を与えた。地表面アルベドはGOMEのReflectivity Database (Koelemeijer et al., 2003)を元に0.06とした。エアロゾルの種類はrstar4bで設定されているうち、硫酸エアロゾル、海塩エアロゾル、ダスト、すすの4種類とした。各エアロゾルともエアロゾル層高度は0-1km、光学的厚さは0から3まで0.5刻みで与えた。

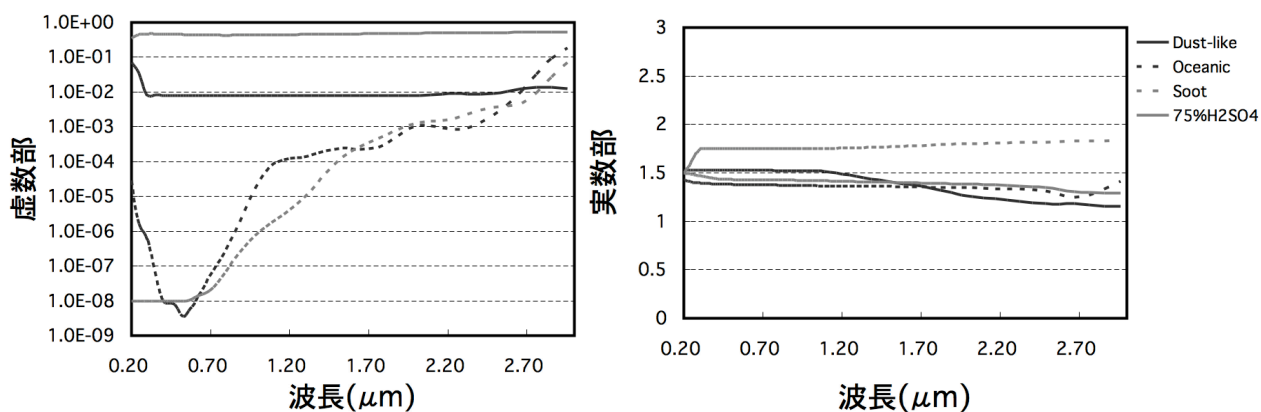


図3 エアロゾルモデル

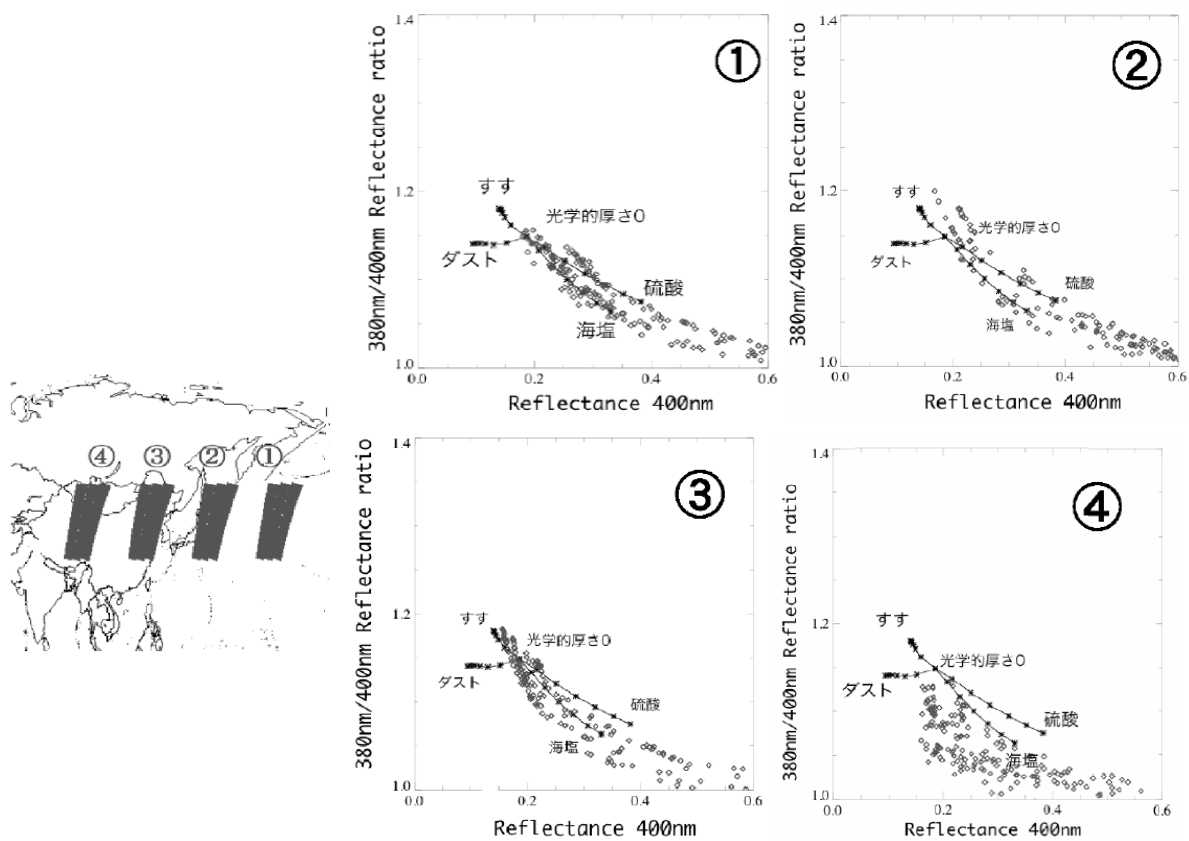


図4 GOMEデータにDirect Methodを適用した結果

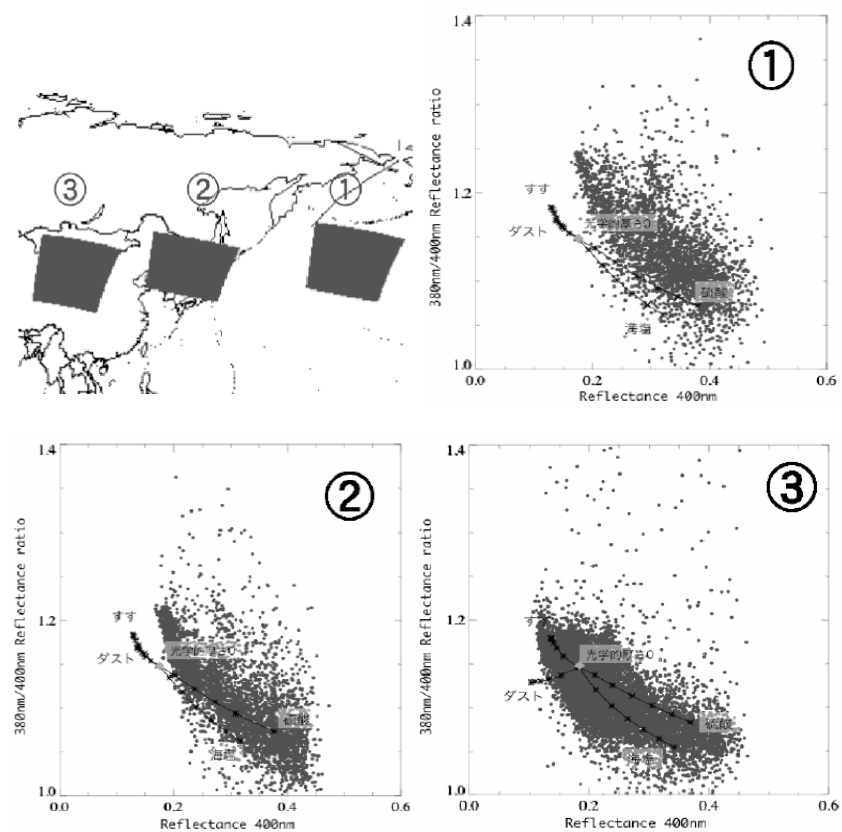


図5 GLIデータにDirect Methodを適用した結果

解析結果

図4は各軌道にDirect Methodを適用した結果である。海上①ではGOME観測値が主に海塩エアロゾルや硫酸エアロゾルのモデル計算値付近に分布している。このことから海上では非吸収性のエアロゾルが主であると推測できる。日本や中国大陸沿岸部②③では、海塩エアロゾル付近にGOME観測値がプロットされている。また、吸収性のエアロゾルと推測されるものが現れている。中国内陸からヒマラヤ山脈、チベット高原にかけては④、GOME観測値の反射率の比が光学的厚さ0の計算値のものより全て低くなっていることが分かる。これは、標準気圧1013hPaで計算しており、標高の高さを考慮していないことからだと思われる。以上のように、モデル計算値とGOME観測値と比較した結果は合理性がある。よって、GLIで採用されている波長組を使っても推定が可能であると考えられる。

次に、GLIデータを用いて解析を行った。モデルの計算条件はGOMEと同様である。ただし、応答関数を1nmごとに設定した。①は2003年4月10日、②は4月12日、③は4月11日のGLI観測値である。モデル計算値のレイリー大気のみ状態における380nm/400nmの波長比は約1.15付近であるのに対し、GLI観測値はこの値を超えているものがほとんどであることが分かる。すすエアロゾルの光学的厚さ3の計算値を見ても、その値は1.2未満である。このことより、大多数のGLI観測値はモデル計算値では説明できないと考えられる。

まとめ

GLI観測波長380nmと400nmを用いて、GOMEで行ってきたエアロゾル推定手法が適用できるか検討した。GLIの観測バンドと同じ波長のGOMEデータを使って検証したところ、地域別の傾向が現れ、モデル計算値と比較しても合理的であったため、GLIで採用されている波長組を使っても推定が可能であると考えられる。しかし、GLIデータをDirect Methodに適用したところ、放射伝達モデルの計算では、説明の難しいものがあることが分かってきた。現在、放射伝達モデルGLI Signal Simulator (GSS)を使用した解析をはじめている。また、エアロネットなどの地上観測データをもとに、GLI観測値の代替校正および誤差要因の改善を行っていきたいと考えている。

謝辞

本研究で使用したrstar4bはCCSR・中島映至氏によって開発されたものです。

GOME Level1BデータはESAより提供されたものです。

GLI Level1BデータはEORC/JAXAより提供されたものです。

心より感謝いたします。

参考文献

d'Almeida, et al., Atmompsheric Aerosols, A. DEEPAK Publishing, 1991

Koelemeijer, et al., J. Geophys. Res., 108, D2, 4070, 2003

Torres, et al., J. Geophys. Res., 103, 17,099 – 17,110, 1998