

論文審査の結果の要旨

氏名 染谷 有

本論文は全4章からなり、第1章の背景と研究目的に続き、第2章では使用したデータや計算コードの説明、第3章ではデータ解析アルゴリズムの開発、そして、第4章では解析結果について述べられている。

日本が世界に先駆けて打ち上げた温室効果ガス観測用衛星である“温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)”により、ガス濃度の全球観測が続けられている。しかし、国レベルでのガスの排出量推定などに用いるには、まだまだ観測精度が十分ではない。その最大の誤差要因は、雲とダストエアロゾルによる効果であるとされている。本研究では、その影響を除去するためのデータ解析アルゴリズムの開発を行い、検証データによりその性能を評価した。

GOSATに搭載された観測機器である TANSO は、スペクトルセンサーである FTS と、画像センサーである CAI から構成されている。温室効果ガス濃度の導出は FTS の短波長赤外(SWIR)バンドと熱赤外(TIR)バンドを用いてそれぞれ独立に行われている。FTS の視野内に観測の妨げとなる雲やダストエアロゾルがあるかどうかの判別は、基本的には CAI のデータを用いて行われている。しかし、現状の SWIR バンドによる解析結果には低濃度バイアスがあることが知られており、その最大の要因は、雲やダストエアロゾルの層高度や光学特性などが観測から得られていないためであるとされている。また、夜間に単独で運用される TIR バンドの雲影響除去 (スクリーニング) は、昼間のみ運用される CAI では行えない。このような現状を踏まえ、本研究では TIR バンドデータを用いて、雲やダストエアロゾルの検出と、それらの層高度や光学特性の導出を行う手法の開発を行った。

本研究で開発したデータ解析手法は CO₂ スライシング法と呼ばれる手法を基本としている。本研究における最大の特徴は、以下に示す2つの新規手法の導入にある。まず第一に、オリジナルの観測用チャンネルの感度高度を考慮してスペクトルチャンネルの再構築を行った点である。これは CO₂ 吸収帯の各チャンネルについて、感度を表す荷重関数を計算し、そのピーク高度ごとにチャンネルを再構築した上で、仮想チャンネルとして解析に用いるものである。第二の特徴は、使用チャンネルの最適化法にある。これは、シミュレーション結果に基づいて緯度と気温を指標とし、スライシング法で用いる2つの仮想チャンネルの組み合わせを最適化するものである。

この手法を用いて対流圏の雲の全球解析を行い、得られた雲の検出率と光学特性につ

いて、CALIPSO 衛星搭載のレーザ測器による観測データを用いて検証を行った。その結果、検出率については、センサー感度の違いによる熱帯域の上層雲の過小評価や、極めて雲頂高度の低い層積雲についての過小評価が見られたものの、雲量の緯度分布は CALIPSO による観測結果と高い整合性を示した。また、従来の手法と比べ、雲の検出感度が格段に向上し、条件によっては光学的厚さが 0.1 以下のものでも検出できることがわかった。

このような最適化を施した雲検出法は、雲と同様の大気中浮遊粒子であるダストエアロゾルの解析にも適用可能である。本研究では、独自に入手したダストエアロゾルの光学データをシミュレーションに取り入れ、チャンネル選択の最適化をダストエアロゾルにも適用した。その結果、地表面温度にバイアスを補正すれば地上からのレーザ観測とも整合するエアロゾル層の高度が検出できることがわかった。これはスライシング法により初めてエアロゾル層の検出を行ったものとして評価される。

また、同手法のもう一つの応用として、受動型センサーでは検出が極めて難しいとされる南極上空の極域成層圏雲 (PSC) の検出も試みた。その結果、標高が高く極めて地表面温度が低い場所や、気温勾配が小さい場合には検出誤差が大きいものの、南極域全体での PSC 発生全体の像は良く捉えることができた。CALIPSO との検出頻度の比較では、発生規模の縮小する 9 月はやや下がるものの、それ以外の月では 0.7~0.8 程度の相関係数となった。

これらの結果から、本研究で開発された手法は、雲ばかりではなく、ダストエアロゾルや極域成層圏雲にも適用できる有効なスクリーニング手法であると結論される。今後、この手法を用いた雲やダストエアロゾルの検出精度の向上と光学特性の導出により、温室効果ガス濃度の解析精度が大きく改善されることが期待される。

なお、本論文第 3 章、および、第 4 章の 4. 3 節は、今須良一、齋藤尚子、太田芳文との共同研究であるが、論文提出者が主体となってアルゴリズム開発等を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士 (環境学) の学位を授与できると認める。

以上 1 9 6 1 字