

46-23 温室効果ガス観測衛星データの解析手法高度化と利用に関する研究

課題代表者：（独）国立環境研究所 横田 達也 (yoko@nies.go.jp)

1. 研究の目的

近年、地球規模で温室効果ガス、特に二酸化炭素の総合的な（ネット）吸収・排出量の地域分布を、世界各国の地上測定局のデータを入力値とした解析から算出する試みがなされている。ところが、地上観測局の配置には地域的な偏りがあり、調査データの質もまちまちで、推定精度向上の限界となっている。そのため、二酸化炭素をグローバルに測定する衛星の打ち上げが日米でそれぞれ計画されており、我が国では2007年度の打ち上げを目標に、温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)プロジェクトが進行中である。GOSATプロジェクトでは、基本的に大気中の雲やエアロゾルの極めて少ない時期・地域を対象に、二酸化炭素のカラム濃度（地表から宇宙までの大気を積算した気柱量）を推定誤差1%で算出することを目標としている。しかし、薄い雲（巻雲）や、地表付近にダストや粉塵のようなエアロゾルがある地域では、それが観測に影響を及ぼして濃度算出の誤差要因となる。このような地域はかなり広範にある。本研究では、雲・エアロゾルがある場合の衛星観測データも有効に活用して、より正確に二酸化炭素の収支を推定することを目的にしている。

2. 研究計画

本研究では、衛星打ち上げに先立って、地上の高所や航空機などにより雲・エアロゾル存在下での遠隔計測データを取得し、観測データの特徴を明らかにするとともに、計算機による数値シミュレーションを用いて、実用的な温室効果ガス濃度推定のためのデータ処理手法を開発する。併せて衛星データをネット吸収・排出量推定モデルと組み合わせて利用する方法（モデルへの同化手法）も研究・開発する。

本研究では、3つのサブテーマ、(1) 温室効果ガスの遠隔計測における巻雲・エアロゾルの影響研究、(2) 衛星観測データからのカラム量導出のための解析手法の高度化研究、(3) 二酸化炭素収支分布推定のためのデータ同化手法の開発により、全体の研究を実施する。以下に、各サブテーマの研究手法と内容について示す。

2.1 巻雲・エアロゾルの影響評価

衛星に搭載するセンサの地上モデルを用いて、雲・エアロゾル存在下での航空機や地上からの分光観測や直接測定データを取得する。衛星に搭載される温室効果ガス観測センサはフーリエ変換分光器（FTS）で、短波長赤外波長域の $1.6\mu\text{m}$ と $2.0\mu\text{m}$ の二酸化炭素及び $1.7\mu\text{m}$ 帯のメタンの吸収帯において、太陽光の地表または水面での散乱光のスペクトルを観測する（図1参照）。その地上モデルとしてFTS装置が開発されている。平成16年度には、地上モデルを航空機（セスナ機）に搭載して観測を行ったときのデータ取得上の問題点の明確化と、対策を実施する。平成17年度以降には、取得した航空機観測データに対してエアロゾルの光学的性質を利用したデータ解析を行い、直接測定データと比較してカラム濃度推定誤差を評価する。平成16年度には、さらに地上に設置された精度の高いFTSによる太陽直達光の観測を行い、観測時の気象データなどを参照値としてデータを解析し、二酸化炭素カラム濃度の導出を試みる。また、気体濃度の導出の際の誤差要因の一つである気体の分光パラメータ情報を改善するため、二酸化炭素やメタンの吸収スペクトルを実験室で高精度に測定する。

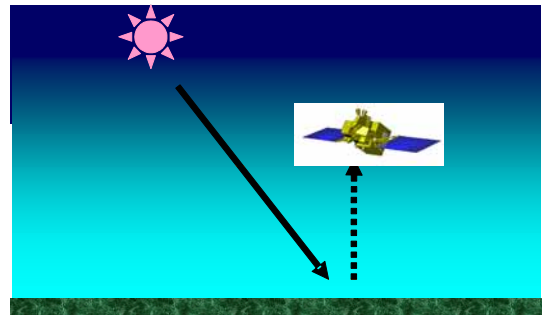


図1 衛星による地表面太陽散乱光の観測原理

2.2 カラム量導出のための解析手法の高度化

本研究では、巻雲やエアロゾルからの放射（パストラディアンズ）の補正を精密に行って、温室効果ガスのカラム量を安定的に高精度に導出するための解析手法を、計算機シミュレーション等によって開発する。地表面及び水表面での散乱光観測では、 $1.6\mu\text{m}$ 帯と $2.0\mu\text{m}$ 帯のほか、酸素分子の吸収帯である $0.76\mu\text{m}$ 帯のデータを取得する。これらの波長帯における各気体の吸収の状況を示す透過率スペクトルの例を図2に示す。

温室効果ガスのカラム量推定に及ぼす誤差要因には、薄い巻雲やエアロゾルのほかに、水蒸気、地表面標高推定誤差（気体のカラム量推定誤差となる）、地表面の反射率（アルベド）とそのスペクトル変化、視野内の雲の混在などがある。0.76 μm 帯のデータは、地表面の標高や、雲の影響の有無、さらにカラム量算出に重要な乾燥空気量の推定などに利用される。これらの3バンドのデータをどのように組合せ、どのような演算手法で推定すれば、上記の誤差要因の影響を軽減できるかを、計算機シミュレーションにより検討する。本研究では、様々な観測条件下において 地上データや一般的な濃度分布など現実的な拘束条件を加えてより安定かつ高精度にカラム量を導出する手法、熱赤外などの他の波長帯のデータ（散乱光と放射光）を同時に利用する方法、複数の波長帯のデータを利用して妨害物質に関する情報を同時に推定する方法など、高度化された新たな解析手法の研究開発を行う。

2.3 二酸化炭素収支分布推定のためのデータ同化手法の開発

本研究では、衛星観測による二酸化炭素のカラム濃度分布と、地上における濃度のモニタリングネットワーク、航空機による高度分布モニタリン

グデータなどを総合して、モデル計算によって二酸化炭素の地表面収支分布とその季節変動を推定するための手法を開発する。

既存の陸域生態系の炭素収支モデル、人為排出データベース、海洋のデータベースにより、炭素収支分布が推定できる。これと大気輸送モデルを組み合わせ、大気中二酸化炭素の分布が計算される。衛星観測とモデル計算の二酸化炭素濃度を比較し、信頼のおけるデータのみ抽出し、モデルの拘束条件に利用して、モデルによる出力値である二酸化炭素収支分布推定結果の精度向上を図ることができる。このように衛星観測データをモデル計算結果と比較しながらモデルに取り込む方法を「データ同化」という。本研究では、このような二酸化炭素収支分布推定のためのデータ同化に関する研究を行う。

平成16年度は、データ同化に必要な季節的に変化する全球の生態系モデルを過去の衛星観測データなどを利用して整備する。また、データ同化モデルへの衛星観測データの取り込みに必要な機能の調査を行い、衛星観測データのスクリーニングの機構を準備する。更に、大気輸送インパースモデルに衛星データを活用した場合、時間的・空間的な分解能の向上の可能性について、数値シミュレーションにより検討する。

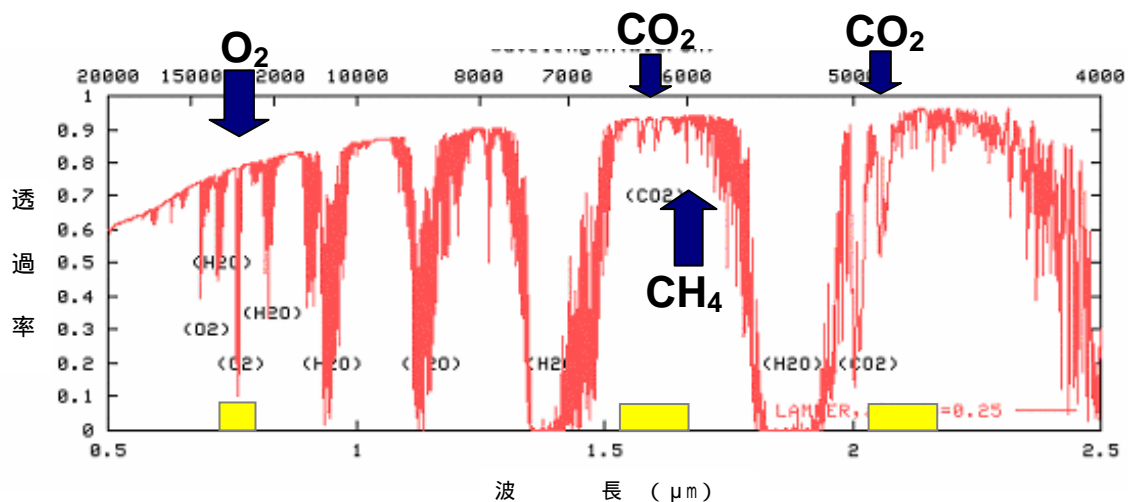


図2 地表面散乱光観測で利用する波長帯と透過率スペクトルの例