

人工衛星による大気中CO₂の測定手法

資源環境技術総合研究所 今須 良一

近年、地球温暖化問題が深刻化する中で、温室効果気体の全球分布観測を目的とした人工衛星搭載センサーの開発が進められている。しかしながら、それらのほとんどのセンサーが赤外線を利用したものであり、気温情報とCO₂濃度情報との分離が難しいことから、CH₄、CO、CF₄などCO₂以外の物質を観測ターゲットとしているのが現状である。

これまでのデータ解析手法では、赤外線スペクトルデータのうちCO₂の吸収帯のデータは大気温度を算出するために用い、そこで決定された温度情報をもとに他の気体の濃度分布を求めるため、CO₂濃度自体を求めることができなかった。そこで、本研究では吸収強度の温度依存性が異なる複数の吸収バンドデータを同時に用いることにより、気温情報とCO₂濃度情報を分離することでCO₂の鉛直濃度分布を求めようというものである。

開発に当たっては、まず高分解能大気放射伝達シミュレーターを用いた観測シミュレーションにより、各種大気パラメーターの変化に伴う赤外放射スペクトル強度の変化を調べた。図1にはCO₂濃度(高度5km以下で20%増加)、気温(高度5km以下で5℃低下)、地表面温度(5℃低下)を変化させたときに衛星で観測されるスペクトル強度変化の例を示す。この図から分かるように、波長帯によっては気温とCO₂濃度変化の観測スペクトルに及ぼす効果が異なり、このような違いを利用することでCO₂濃度を求められることが示唆される。

観測されたスペクトルから気体濃度などの鉛直分布を求める手法を一般に“反転解析法”というが、近年の高分解能スペクトルに対しては、スペクトルのシミュレーション結果と測定値との差が最小となるように各種パラメーターの値を決定する方法がしばしば用いられる。しかし、本研究で求めようとしているCO₂については相対的な濃度変化が小さく、測定誤差の影響を大きく受ける可能性があるため、誤差評価の行いやすい最尤法を基本的な解析手法として用いる。この場合、最も重要になるのは気温とCO₂濃度変化に対する共分散行列の設定方法であるが、気温についてはヨーロッパ中期予報センター(ECMWF)のグリッド気象データの統計値を、また、CO₂濃度については、二酸化炭素情報センター(CDIAC)の統計データを基に、分散行列の作成作業を進めている。

一端CO₂濃度が求められると、観測スペクトルとシミュレーションスペクトルとのフィッティングにより、¹³CO₂濃度等の同位体濃度の解析が可能になる。図2にはADEOS/IMGデータの解析により得られた¹³CO₂濃度に相当する吸収線強度比(¹³CO₂の¹²CO₂に対する比)の経時変化の解析結果を示す。この結果は¹³CO₂鉛直積算濃度に季節変化があることを示すものである。

本研究により開発されたデータ解析手法は、単にADEOS/IMGのデータ解析のためだけでなく、今後各国から打ち上げられる同種のセンサーデータの解析にもそのまま利用できることから、その開発が期待されているところである。

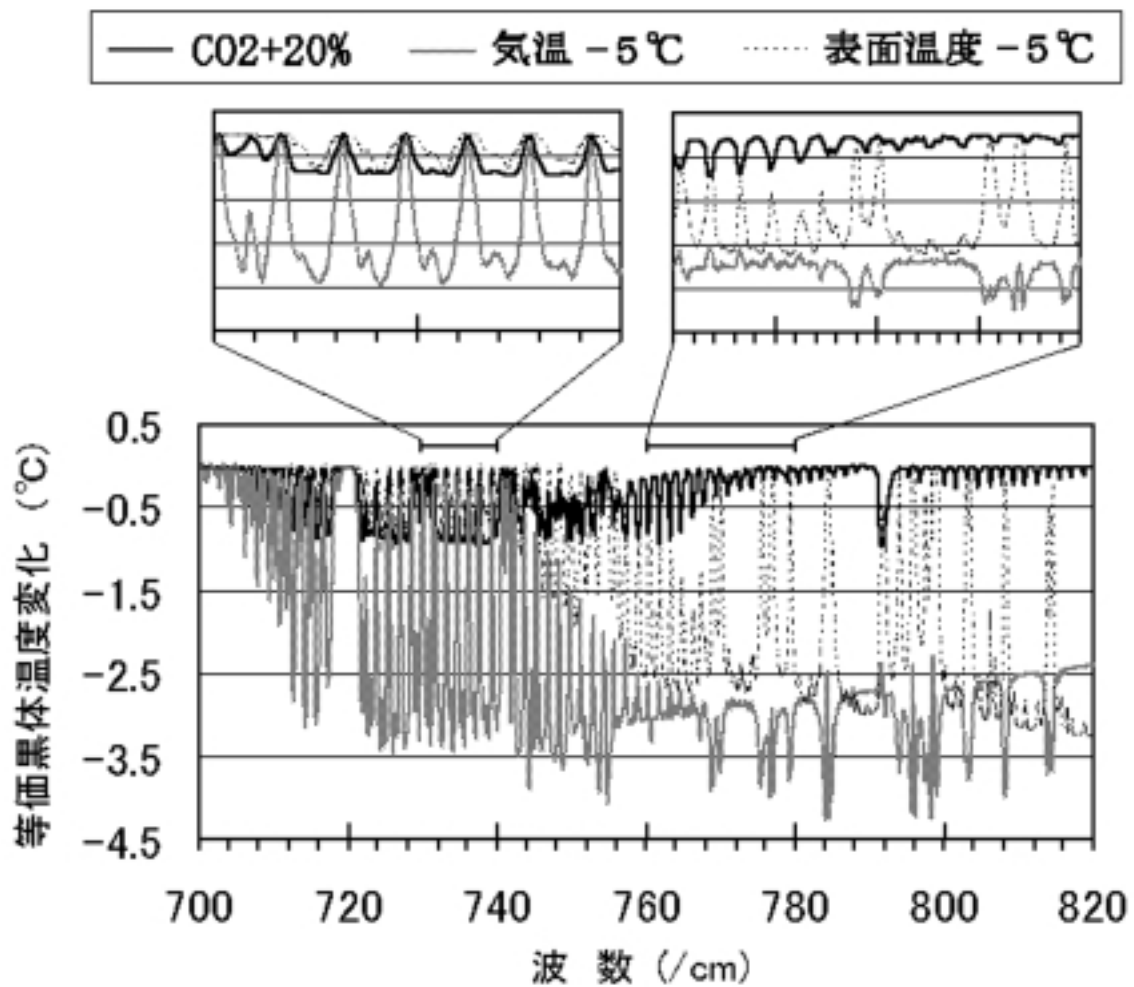


図1 シミュレーションにより得られた人工衛星から測定される赤外放射強度変化。CO₂濃度変化と気温変化はともに高度0～5 kmの範囲で一様に变化させた場合。

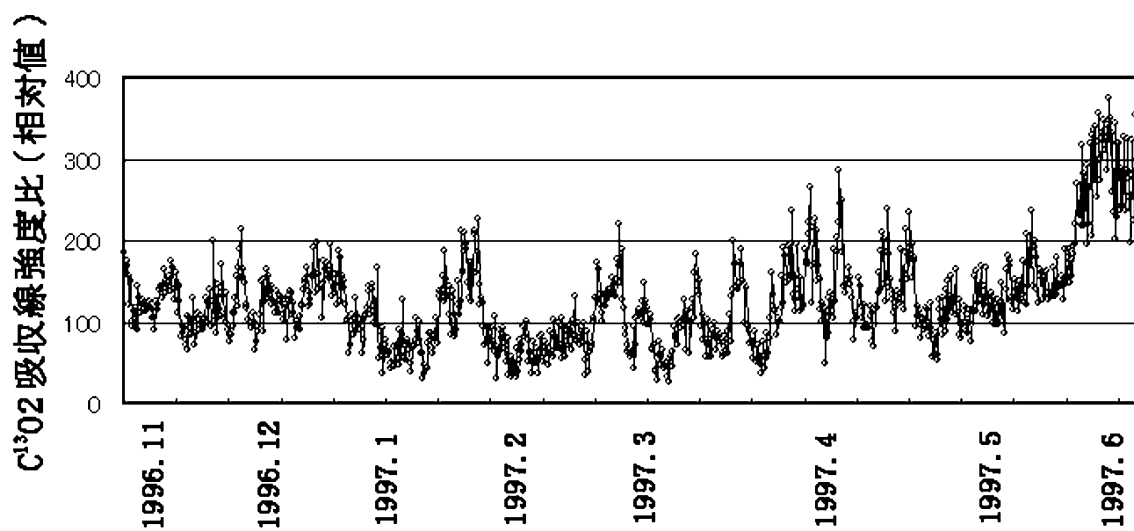


図2 ADEOS/IMG データの解析により得られた¹³CO₂と¹²CO₂の吸収線強度比の経時変化。解析には2100cm⁻¹付近の吸収線を用いた。気温変化による影響は未補正であるが、¹³CO₂鉛直積算量の相対変化にほぼ対応するものと考えられる。