

## 人工衛星による対流圏 NO<sub>2</sub> の観測

野口克行 (奈良女子大学)、アンドレアス・リヒター (ドイツ・ブレーメン大学)、ジョン・P・バローズ (ドイツ・ブレーメン大学)

二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) は、対流圏中における人為起源の大気汚染物質のひとつとして知られている。空気中での高温燃焼に伴って排出される気体で、発電所や工場、自動車からの排ガスなどが主な排出源である。また、NO<sub>2</sub> は光化学スモッグの主成分であるオゾンの前駆体としても知られている。近年、中国を含む東アジアの発展途上国にて急速な産業発展が進んでいることに伴い、域内での NO<sub>2</sub> の排出量も増大しており、監視観測の強化が望まれている。

NO<sub>2</sub> の主な観測手段は地表での直接観測が中心であったが、1990 年代半ばから技術の発展に伴い人工衛星によって全球規模で対流圏中の NO<sub>2</sub> 量が観測できるようになってきた。代表的なセンサとして、GOME (Global Ozone Monitoring Experiment、ERS-2 衛星搭載、1995 年打ち上げ)、SCIAMACHY (SCanning Imaging Absorption spectrometer for Atmospheric Cartography、ENVISAT 衛星搭載、2002 年打ち上げ)、OMI (Ozone Monitoring Instrument、EOS-Aura 衛星搭載、2004 年打ち上げ)、GOME-2 (MetOp-A 衛星搭載、2006 年打ち上げ) などがある。これらの衛星は低軌道周回衛星のため、同じ場所を観測するサンプリング頻度は一日に一回以下となるが、雲の影響なども考慮すると実際には数日に一回程度の割合となる。

上述のセンサは、可視紫外域を含む波長領域で地球大気による太陽散乱光を観測する。この観測スペクトルから NO<sub>2</sub> 量を導出する手法の一つとして、しばしば DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy、差分吸収分光法) が採用されている。DOAS は、気体に特徴的な吸収スペクトル構造を利用し、気体の吸収がない場合の光源のスペクトル (参照スペクトル) と実際に観測されたスペクトル (観測スペクトル) を比較し、その差分 (吸収による光学的厚さ) を取ることで、光路上に存在する気体濃度 (正確には気柱量) を測定することができる。なお、その差分の中には、注目する気体による吸収だけでなく、レイリー散乱やエアロゾルなどによるミー散乱の効果も含まれているが、それらの効果は気体の吸収構造よりも低周波であるため、多項式でフィッティングをかけるなど近似して低周波成分を除去する。このようにして得られた気柱量は光路上の全気柱量に相当するが、実際に解析するには鉛直量に変換した方が都合がよい。また、今着目したいのは対流圏中の NO<sub>2</sub> 量であるが、実際には中層大気 (主に成層圏) にも NO<sub>2</sub> が存在する。そのため、導出された全気柱量を鉛直量に変換し、成層圏量を除去することで、最終的な対流圏 NO<sub>2</sub> 量が得られる。

このような処理を行なっている研究機関のひとつであるドイツ・ブレーメン大学では、GOME から GOME-2 まで一貫したデータ処理を行なっており、得られた地球上の対流圏 NO<sub>2</sub> 量データを用いて解析を行なっている。特に、東アジア域は前述したように近年になって NO<sub>2</sub> 量が急激に増加しており、実際に衛星からもそのような観測結果が得られている。現在、地表観測データや数値モデルの計算結果などと組み合わせることで、従来あまり観測データのなかった海上や大陸からの長距離輸送などの研究を進めている。