

マルチトラック分光を採用した MAX-DOAS 法による対流圏 NO₂ カラム濃度測定装置の開発

Development of a MAX-DOAS instrument employing multi-track spectroscopy for measuring tropospheric column density of NO₂

金谷 有剛 [1]; 入江 仁士 [2]; 秋元 肇 [1]

Yugo Kanaya[1]; Hitoshi Irie[2]; Hajime Akimoto[1]

[1] 海洋研究開発機構・地球環境フロンティア; [2] FRCGC/JAMSTEC

[1] FRCGC/JAMSTEC; [2] FRCGC/JAMSTEC

<http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/p3/>

従来、成層圏 NO₂ 量を測定する目的で、地上に設置された紫外可視分光計を用い、天頂方向（仰角 90 度）からの太陽散乱光を分光観測する方法が広く使われている。この方法を拡張し、天頂方向に加え、低仰角（5, 10, 20, 30 度）方向でも分光観測・差分吸収解析を行うことにより、下部対流圏に存在する NO₂ に対して感度の高い観測を行うことが可能である。この方法は Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy (MAX-DOAS 法) として近年知られるようになった。晴天時には、放射伝達モデルを用いて推定されるエアマスファクターによって、測定から得られる傾斜カラム濃度を鉛直カラム濃度に変換することができる。また、複数仰角での結果を組み合わせることにより、高度分布（分解能 1km 程度）を導出することも可能である。

我々は、小型の 1 次元アレー型 CCD スペクトロメータを用いた MAX-DOAS 装置を試作し、海洋研究開発機構・横須賀本部にて 2005 年 1 月から 1 年間連続運転し、対流圏 NO₂ カラム濃度を測定できることを確かめた。しかしながらこの試作機では、1 台の望遠鏡を用いて、6 分毎に各仰角における測定を順次行い、30 分で全仰角測定を行う方式をとっていたため、複数の仰角測定を同時には行えない欠点があった。そこで、異なる仰角からの散乱光を 5 台の望遠鏡で受光し、それらを 1 台の分光器に導入し、2 次元 CCD に同時投影する（マルチトラック分光法）、新たな MAX-DOAS 装置の開発を開始した。各望遠鏡からの散乱光は、分光器まで光ファイババンドルによって伝送された後、上下方向に区別された 5 本の光路として、スリットから分光器内部へ導入される。これらの光路は分光器内でもお互い干渉することなく 2 次元 CCD に同時投影されることを確かめた。この方法により、雲に影響されていないデータセットをより高頻度に抽出することが可能となるとともに、NO₂ カラム濃度測定の時間分解能を高めることができた。また、参照スペクトルとして使用する仰角 90 度でのスペクトルを定期的に測定するために、それぞれの望遠鏡視野にミラーを導入できるように機構設計した。さらに、従来の小型分光器より焦点距離が長い（300mm）分光器を用いることにより迷光を低減させ、空冷で -50 度まで冷却可能な CCD を用いることにより暗電流を減少させ、より微弱な光の測定も可能とした。このような新しいシステムでの基本測定性能（波長分解能、波長シフト、迷光など）および NO₂ 測定性能を従来のシステムと比較した。