

太陽掩蔽法衛星センサの現状と将来

横田達也, 杉田考史, 中島英彰, 小林博和, 笹野泰弘 (国立環境研究所),
神沢 博 (名古屋大学)

1. はじめに

2002 年 12 月に打上げられた「みどり II」衛星に搭載されている改良型大気周縁赤外分光計 II 型 (Improved Limb Atmospheric Spectrometer-II) は、極域成層圏中の大気微量成分の高度分布を観測する太陽掩蔽法センサである。太陽掩蔽法は信号の S/N が高く、毎回 0-100%校正が可能 (大気圏外と太陽直達光を観測する) であり、高度分解能が良いなどの特徴を有する。本稿では、その世界の衛星センサの歴史、現状、将来計画について紹介し、共通する問題点や研究の現状について報告する。

2. 太陽掩蔽法センサの歴史

世界で最も歴史の長い太陽掩蔽観測センサ (Solar Occultation Satellite Sensor, 以下 SOSS とする) は、1978 年の NIMBUS-7 に搭載された SAM II から始まる SAGE (Stratospheric Aerosol and Gas Experiment) シリーズである。特に ERBS 衛星搭載の SAGE II は 1984 年以来 18 年以上も稼働している驚異的に長寿命のセンサである。その後 1991 年に打ち上げられた米国の UARS 衛星搭載の HALOE (HALogen Occultation Experiment) や 1993 年打ち上げ SPOT-3 衛星搭載の POAM II (Polar Ozone and Aerosol Measurement II) がオゾン、エアロゾル消散係数などの大気微量成分の高度分布を測定した。日本では 1981 年打ち上げの EXOS-C (おおぞら) 衛星に搭載された LAS (Limb Atmospheric Infrared Spectrometer) や 1996 年打ち上げ ADEOS 衛星搭載の ILAS (Improved Limb Atmospheric Spectrometer) による観測の歴史がある。

現在稼働している SOSS は、SAGE-II や HALOE も長期間稼働しているとはいえ、主流は 1998 年打ち上げ SPOT-4 衛星搭載の POAM III や、2001 年 12 月に打ち上げられたロシア Meteor-3M 衛星搭載の SAGE III (2002 年 2 月より観測を開始)、2002 年 3 月打ち上げの欧州 ESA の Envisat 衛星搭載の SCIAMACHY (SCanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Chartography, 一部 SOSS の観測モード有) などである。日本では、2002 年打ち上げ ADEOS-II 衛星搭載の ILAS-II がある。

3. 現状の太陽掩蔽法センサの研究課題

以上に示した SOSS は、同じ太陽掩蔽法とはいえ、観測波長帯 (紫外・可視や赤外)、太陽追尾方式 (太陽の輝度重心追尾や走査追尾等) がまちまちである。各 SOSS では、エアロゾルやオゾンなどの大気微量成分を高精度に求めるためのデータリトリバル手法の改良研究が続けられている。また、大気を層

状に想定 (layering) して大気層の上層から下層方向に未知パラメータの値を求める、いわゆるオニオン・ピーリング法から、全大気層を一括して求めるグローバル・フィット法、更に、各センサ独自のそれぞれに適するような導出手法が開発されている。

太陽掩蔽法は、衛星から太陽に至る光路で大気層を横切る (串刺しにする) ため、他の観測方法に比べて光路が長い。この特徴に起因した現象が発生し、それに関する研究が続けられている。例えば、気体濃度を導出するには、観測高度の気温と圧力の分布を知る必要がある。最近の SOSS では、それを 760 nm 付近の酸素の回転 A バンドの吸収スペクトル情報から求める試みがなされている。ILAS, ILAS-II, SAGE III が該当し、POAM III や SCIAMACHY もこの観測波長帯を有している。これを太陽掩蔽法で観測すると、オゾンの Wulf バンドの構造が現れ、吸収スペクトルのベースラインが湾曲する。その正確なクロスセクション値を求める研究も続けられている。また、高圧力下では吸収線型が変わる (Super-Lorentzian) という報告があり、その適合などの研究も行われている。他の例としては、赤外分光の SOSS ではエアロゾルによる消散が波長変化するため、その状況下で気体成分を正確に導出するための研究や、逆にそのスペクトル形状から極域成層圏雲 (PSC) の組成の推定研究なども行われている。

4. 最近の世界の動向

以上のような課題は SOSS に共通の研究課題であるため、最近では SOSS またはやや広く、大気の周縁 (limb) 観測を対象とした研究の国際ワークショップが開催されている。例えば、5 月にはドイツで UV/Visible Limb Workshop があり、6 月には米国で Solar Occultation Satellite Science Team (SOSST) 会議が開催された。本年 12 月には AGU の秋の大会で第 2 回目の SOSST のセッションが設けられる。

今年の夏にはカナダの SCISAT-1 衛星搭載の ACE (Atmospheric Chemistry Experiment) が打ち上げられ、フーリエ変換型分光器 (FTS) による太陽掩蔽観測が開始される。かつて、衛星ではなくスペースシャトル搭載センサではあるが ATMOS (Atmospheric Trace MOlecule Spectrometer) が、 0.013 cm^{-1} という高いスペクトル分解能の大気の吸収スペクトルを測定し、数多くの知見を示した。このような短期のインパクトも重要であるが、今後の欧米や日本の SOSS による継続的かつ相補的 (または同期的) な観測が行われ、それらの導出結果の比較研究や複合利用研究によって、更なる大気科学研究への貢献がなされることを期待したい。