

成層圏オゾン層観測のための国際宇宙ステーション搭載超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(JEM/SMILES)計画

International-Space-Station-Borne Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder

真鍋 武嗣 [1], 増子 治信 [1], 稲谷 順司 [2], JEM/SMILESミッションチーム 真鍋 武嗣

Takeshi Manabe [1], Harunobu Masuko [1], Junji Inatani [2], Takeshi Manabe JEM/SMILES Mission Team

[1] 通信総研, [2] 宇宙開発事業団

[1] CRL, [2] NASDA

<http://www.crl.go.jp/ck/ck321>

近年地球規模の環境問題となっているオゾン層の破壊には、人工起源のフロン等に由来する、塩素酸化物や窒素酸化物等の微量気体成分が大きく関与している。通信総合研究所では宇宙開発事業団と共同で、これらのオゾン層破壊に関連した微量成分気体をグローバルに観測する手段として、これらの気体分子の放射する微弱なサブミリ波帯電波を超伝導技術を利用して宇宙から観測するサブミリ波リム放射サウンダ(JEM/SMILES)の開発を、2003年、国際宇宙ステーション日本実験モジュール曝露部への搭載をめざして進めている。本発表では、JEM/SMILES開発計画の概要について紹介する。

1. はじめに

成層圏オゾン層破壊の機構を解明し将来的なオゾン層の消長を予測するためには、オゾン層破壊に関与する中層大気中の微量気体成分の化学反応過程の研究や、地球規模での大気の力学過程とこれら気体成分の化学反応過程の間の相互作用等を明らかにするための研究が重要である。このような研究のために、対流圏上部から成層圏にかけての大気中におけるこれらの微量気体成分の3次元分布とその変動を全地球規模で観測することが要求されている。成層圏大気中の体積含有量が ppm から ppb 程度以下のこれらの極微量成分の3次元分布を全地球規模で定量的に観測する手段として、これらの微量成分気体分子が放射する極微弱なサブミリ波帯電磁波を、軌道上を周回する衛星等のプラットフォームに搭載した高感度受信機により分光観測するサブミリ波リム放射分光計が近年注目されている。

通信総合研究所(CRL)と宇宙開発事業団(NASDA)と共同で、これら宇宙からのサブミリ波帯による中層大気観測技術の軌道上における実証を目的として、国際宇宙ステーションの日本実験モジュール(Japanese Experiment Module: JEM)曝露部を利用した超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(superconducting submillimeter-wave limb-emission sounder: JEM/SMILES)を使用した成層圏微量成分気体の観測実験を宇宙開発委員会に提案し、1998年よりシステムの開発に着手した [1]。

2. JEM/SMILESによる成層圏微量分子の観測の概要

JEM/SMILESでは、受信機の限られた観測周波数帯の中でできるだけ多くの分子を同時観測するという観点から、サブミリ波帯の624 GHz ~ 653 GHz の周波数帯を選んだ。この周波数帯の中で JEM/SMILESでは、O₃ (650.733 GHz), O¹⁸O (627.733 GHz), ClO (649.45 GHz), HCl (628.46 GHz), BrO (624.77 GHz), HO₂ (649.701 GHz), H₂O₂ (627.087 GHz), N₂O (651.772 GHz), HNO₃ (650.2877 GHz), SO₂ (624.344 GHz) の12種類の分子を観測する。この中で、酸素同位体分子 O¹⁸O は、気温および気圧の高度分布を得るために観測する。

これらの微量成分分子から熱的に放射される極微弱なサブミリ波帯電磁波を高感度かつ高い高度分解能で観測するために、400 kmの宇宙ステーション軌道上から成層圏大気層の接線方向に垂直ビーム幅0.055度という鋭いアンテナビームを指向させ分光放射計測するリム放射サウンディング方式を用いて観測とにより、信号強度を稼ぐと共に、このアンテナビームを走査することにより、接線高度を10 kmから60 kmの範囲で 2 km という高い高度分解能での観測を実現する。

このようなリム放射サウンディング法を用いても、BrOや HO₂などの極微量成分からの放射の輝度温度は数K以下と微弱なため、JEM/SMILESでは、SISミキサを用いた超高感度で低雑音な超伝導サブミリ波受信機、およびそれを4.5 K 以下に冷却するための宇宙用機械式4K冷凍機とクライオスタットなどを、世界に先駆けて宇宙機に搭載するために開発を進めている。

国際宇宙ステーションの軌道が傾斜角51.6度の傾斜軌道であるため極域の観測には制約を受けるが、アンテナをステーション進行方向から45度北へ偏向させることにより、北緯65度から南緯38度までの範囲をカバーすることができる。

3. おわりに

現在のスケジュールではJEM/SMILESは、2003年の中頃に、種子島宇宙センターからH-II輸送機(HTV)に格納さ

れて打ち上げられ、国際宇宙ステーションJEM曝露部に取り付けられる。観測期間は、1年間を予定しているが、SMILESに不具合が無く、後続のミッションの予定が直ぐに無い場合は、観測期間の延長も可能である。

References

- [1] T. Manabe, M. Seta, S. Ochiai, Y. Irimajiri, H. Masuko, Y. Kasai, J. Inatani, Y. Iida, N. Ikeda, and T. Noguchi, "Space-station borne submillimeter-wave limb-emission sounder for observing stratospheric minor constituents," URSI Commission F Open Symposium on Wave Propagation and Remote Sensing, Aveiro, Portugal, Sep. 22-25, 1998.
- [2] 真鍋 他, "JEM/SMILES計画の概要," 第9回大気化学シンポジウム, Jan. 6-8, 1999.