

きぼう曝露部搭載用超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (JEM/SMILES)のプロジェクト概況

塩谷雅人(京大・生存研), 高柳昌弘(ISAS/JAXA), SMILES ミッションチーム

1. はじめに

2010年に完成予定の国際宇宙ステーション(International Space Station: ISS)計画への参加の一環として, 宇宙航空研究開発機構(JAXA)は日本実験モジュール「きぼう」(Japanese Experiment Module: JEM)の建設をおこなっている. このISS上でのJEM利用ミッションの一つに「超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(Superconducting Sub-millimeter-Wave Limb-Emission Sounder: SMILES)」があり, JAXAと情報通信研究機構(NICT)の共同提案として測器が開発されてきた. SMILESは超伝導技術(4K冷却機)を利用した超高感度サブミリ波リム放射観測機で, オゾン層破壊とその回復を定量的に見積もる際に基礎となる大気微量成分をターゲットとした3次元グローバル観測をおこなう. ここではSMILESのプロジェクト概況とSMILESの狙う科学目標について紹介する.

2. SMILESの開発状況と打ち上げスケジュール

現在(講演時), SMILESを構成するすべてのコンポーネントは完成し, インテグレーションを終えてハードウェア開発は終了し, 各種地上試験の最終段階にある. これまでに, さまざまな試験が実施されてきたが, たとえばサブミリ波受信機系(SRX)の試験においては, 雑音温度, 利得, 安定性, 線形性などの仕様を全て満足していることを確認した. また, きぼう曝露部とSMILESを含む曝露部3ミッションおよびICS(衛星間通信システム)を組合せたインターフェース確認試験も無事終了している. 以下にシステム試験結果のハイライトを示す.

まず, システム雑音温度測定試験の結果として, 雑音特性は目標値(500 K)に近く(仕様値は700 K), LSB(O₃, HClバンド)で530 K以下, USB(ClOバンド)で460 K以下であることを確認した(図1). また, 非線形性は0.4%以下で, ペクトル安定性は十分に長い(100秒以上)ことも確認した.

次に, 分子検出試験の結果として, 種々の圧力条件下(約0.3~100hPa)でスペクトルを測定したが, 結果は理論的な予想とよく一致している(図2). また, スペクトルの周波数精度は100kHz以下であることを確認した.

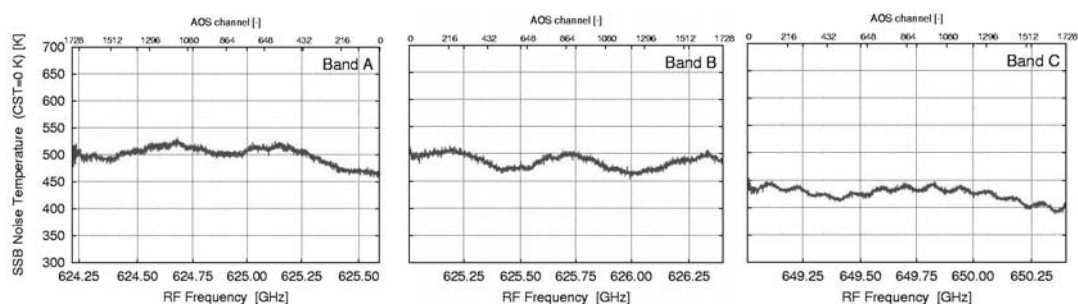


図1: バンド A, B, C のシステム雑音温度の測定結果

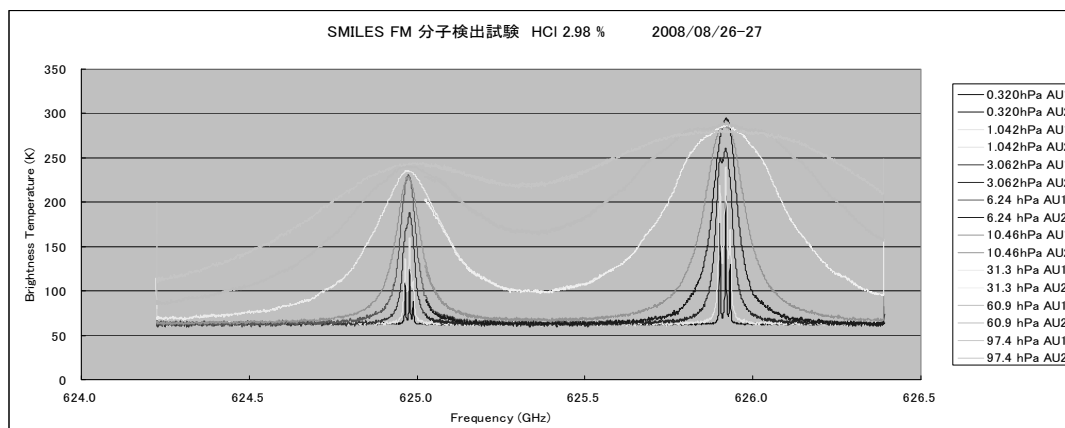


図 2：分子検出試験の結果

一方、地上系については、運用・管制系、レベル1データ処理系は完成しており、レベル2以降の高次処理系の開発は、アルゴリズムが確定し、精度、処理速度および可搬性の点で要求を満たすことを確認している。レベル2処理からデータ提供機能を含む地上データ処理システムは相模原のJAXA/ISASに設置され、現在各種試験が実施されている。このシステムでは、データ処理系のみならずデータの解析・可視化システムも実装される予定である。

ISS上の「きぼう」日本実験棟の建設状況については、昨年3月に船内保管室、6月に船外保管室が設置されており、今年5月には2J/Aミッションにおいて船外実験プラットフォームが設置される予定である。そのミッションで取り付けられる船外パレットには、宇宙環境計測ミッション装置(SEDA-AP)と全天X線監視装置(MAXI)がSMILESに先行して設置される。引き続き今年9月には、日本の宇宙ステーション補給機(H-II Transfer Vehicle: HTV)を利用してSMILESが輸送され、船外パレットに取り付けられる。

3. SMILES の狙う科学目標

中層大気におけるオゾンホール問題は、大掴みなところで解決したと理解されているが、特定フロンの排出が規制されたものの、オゾンホールの回復の兆しは明瞭でない。オゾン層回復の将来予測モデル計算によると、1980年代のオゾン量に戻るのは2060年から2070年ごろと推定されているが、それらの予測には大きなばらつきがみられる。そのおもな要因は、塩素系や臭素系反応の不確定性と考えられており、将来予測に向けた素過程の精緻化が要求されるようになってきている。

SMILES はラジカル分子種を中心とした高感度なグローバル観測をおこない、オゾン層破壊に関わる詳細な化学プロセスを解明する。具体的には、ClO の背景値をこれまでにない精度で全球的に得ることで、中緯度におけるオゾン破壊を定量化することが可能となる。また、ClO に加え HCl, HOCl, HO₂ の同時観測をおこなうことで成層圏の塩素化学に重要な寄与ができる。さらに、これまでオゾン破壊過程の中における重要性が認識されながらも観測がほとんどなされていなかった BrO の全球的な分布を明らかにする。また、オゾン光化学過程の定量化がおこなえる可能性が示唆されているものの、これもまた断片的な観測しか存在しないオゾンの同位体比の観測をおこなう。これらによって、オゾン破壊にかかわる化学反応過程をより定量的に論議することが可能となり、地球大気質変動の将来予測に対する大きな貢献が期待できる。