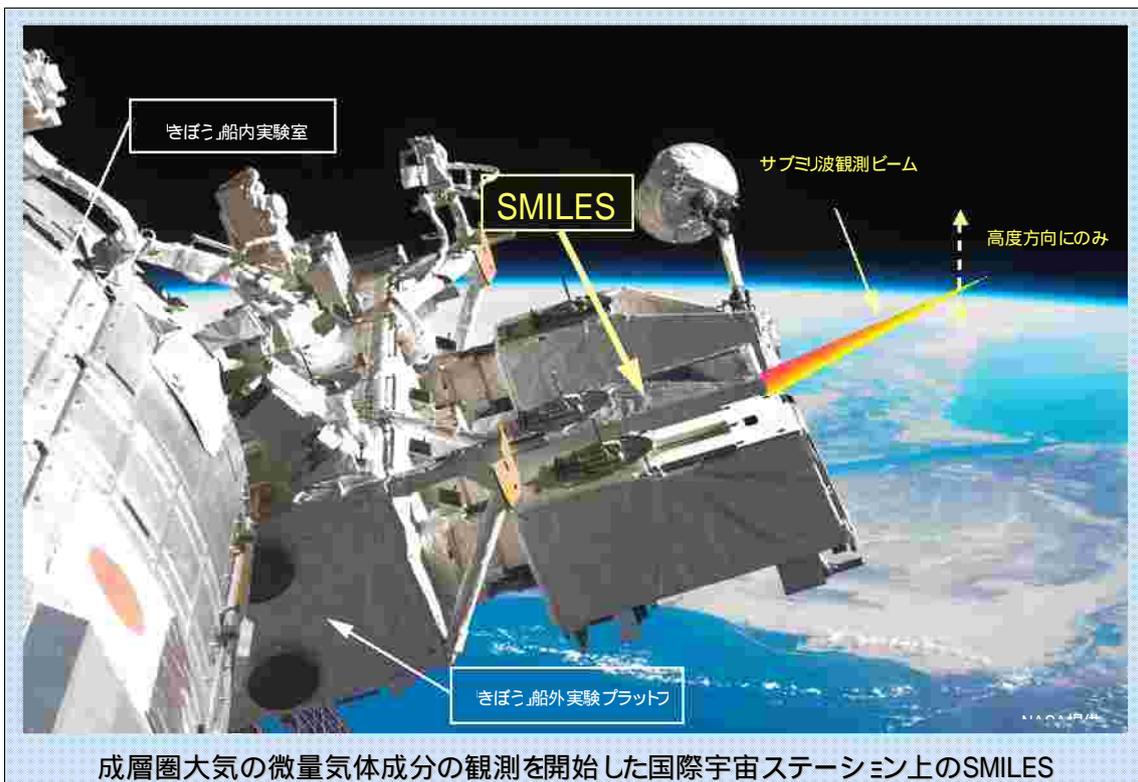


## JEM/SMILES ( ) :装置開発と軌道上機能検証

西堀 俊幸, 菊池 健一, 水越 和夫, 壺阪 和義, 佐藤 亮太, 高柳 昌弘, 佐野 琢己 (JAXA),  
落合 啓, 入交 芳久 (NICT), 大坪 史明 (AES), 尾関 博之 (東邦大), 真鍋 武嗣 (大阪府立大),  
塩谷 雅人 (京大・生存研)

### 1. はじめに

成層圏大気に含まれる微量気体成分の高度分布を高感度で観測する超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES: Superconducting Submillimeter-Wave Limb Emission Sounder)は, 13年に亘る開発期間を経て, 2009年9月11日に, H-II/B ロケット試験機の宇宙ステーション補給機 (HTV) 技術実証機に搭載され, 国際宇宙ステーション (ISS) の日本実験棟「きぼう」の船外実験プラットフォームに取り付けられた (下図)。本報告では観測を開始した SMILES の初期運用結果を報告する。



### 2. SMILES 開発のねらい

SMILES は 640GHz 帯のサブミリ波冷却受信機により, 上部対流圏から中間圏の大気リム (周縁) を高度方向にアンテナを走査しながら, オゾン, 塩素酸化物 ( $\text{ClO}_x$ ), 水素酸化物 ( $\text{HO}_x$ ) 等の大気微量成分の放射スペクトルを観測する。以下に列記する通り, SMILES の開発目的は, 科学目的と技術目的に大別される。

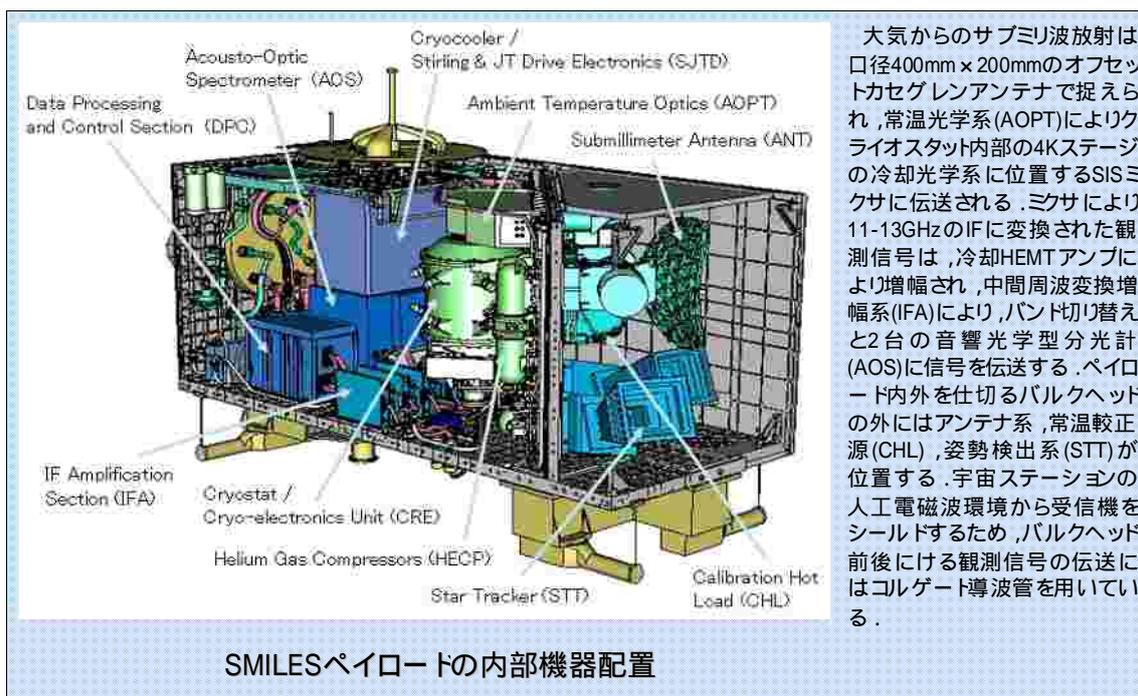
- n 成層圏大気中の微量気体成分のグローバルな時空間分布観測によるオゾン及びオゾン破壊関連物質の精密測定 より精密なオゾン層回復の将来予測モデル
- n 4K 級機械式冷凍機 (2 段スターリング+JT 回路 [1]) と超伝導センサ (SIS ミクサ [2]) を用い

た世界初のサブミリ波帯におけるリム放射サウンダの宇宙技術実証 将来の科学衛星に技術の転用が期待

### 3. SMILES の概要

SMILES の内部構造と主要緒言を以下に示す .SMILES は大気の観測点から約 2000km 離れた高度約 400km の軌道から ,接線高度 :10 ~ 80km の大気リムを高度分解能約 3.5km で観測する .観測バンドは A ~ C の 3 つから同時に 2 つのバンド (分光計 2 台 )を選択することが出来る .アンテナの指向方向を宇宙ステーションの飛行方向から 45 度北側に向けることにより ,北緯 65 度 ~ 南緯 38 度の範囲を観測範囲に設定した .

大気観測は 53 秒周期で繰り返し行い ,その周期内の約 23 秒間を大気リム観測に ,4 秒間を低温較正 (高度 160km 以上に向けた時の宇宙背景放射 )に ,1 秒間を周波数較正 (コム信号入力 )に ,4 秒間を高温較正 (入力を常温較正源に切り替え )に ,8.5 秒を走査開始角度の調整時間に配分した .



### 4. 運用とデータ処理系

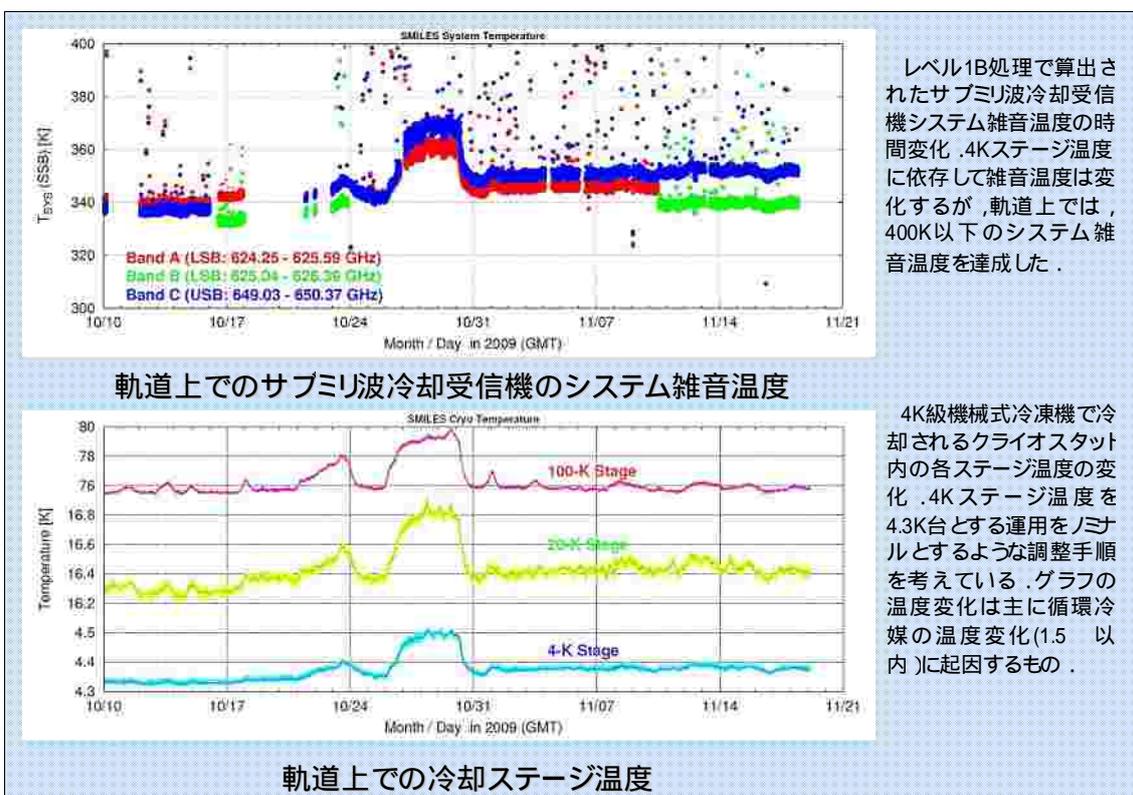
SMILES 運用系 (EOS) とデータ処理系 (DPS) の構成を以下に示す .運用系と物理工学値変換を行なうデータ処理系 (レベル 1B) は筑波宇宙センターの宇宙ステーション運用棟に配置した .SMILES の運用は NASA - JAXA 間の厳粛な運用管制とヒエラルキーの下で実施している (主に宇宙ステーションの姿勢変動による観測高度の変化をアンテナ走査開始の角度で補正する運用) .

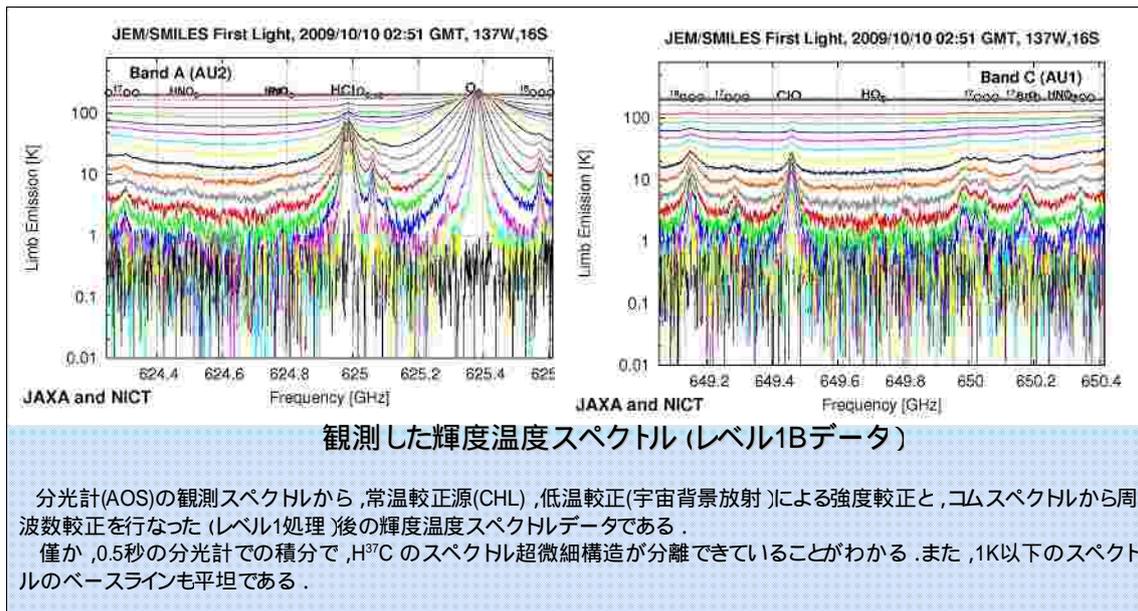
### 5. 初期運用結果

9月25日にロボットアームにより船外実験プラットフォームの3番ポートに無事結合されたSMILESは、その後、電源投入、冷凍機の運転を開始し、冷却完了後(約70時間後に4.1K台に到達)に初期チェックアウトを開始した。10月10日にファーストライトを取得後、データ処理系(レベル2)検証のために試験観測を継続し、11月6日から定常運用(移行前確認会審査後)に移行している。

下図は、試験観測以降のテレメトリから、サブミリ波冷却受信機のシステム雑音と冷却ステージ温度の時間変化をプロットしたものである。JEM 船外実験プラットフォームが持つ循環冷媒のインタフェース温度範囲は16~24であるが、実際の冷媒の入力温度は19~20.5であり、予想以上の温度安定な環境が期待できることが確認できた。そのため、分光計の自動温度制御を停止し、レーザダイオードの温度を下げることで、寿命を伸ばす運用に方針転換した(受信機利得安定性:1.2%p-p以下、周波数リップル:0.5%p-p以下、イメージ抑圧比:20dB以上を確認)。

現在、定常運用中のSMILESは順調に観測を続けている。軌道上でフライトH/Wに関する不具合は無く、期待以上の精度で大気微量気体成分の継続的観測が行なえることを実証したSMILESの成果は大きく、今後の大気科学への貢献が期待される。これは10年を超える開発期間を無駄にせず、EM開発フェーズで数多くの機能性能の確認試験を実施し、PFMの設計に反映したことに他ならない。





参考文献：

- [1] J. Inatani, et al., "Mechanical Cooler and Cryostat for Submillimeter SIS Mixer Receiver in Space", Proceedings of SPIE, Vol. 4540, pp.197-208 (2001).
- [2] K.Kikuchi, et al., "Repeatability and Reliability of the 640GHz SIS Mixer for JEM/SMILES", Proceedings on 14th International Symposium on Space Terahertz, 442, (2003).
- [3] 西堀,他 : "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)の開発結果と観測運用", 信学技報, SANE2008-35 ,(2008).