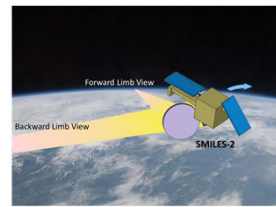


# SMILES-2機器検討状況

落合 啓、入交 芳久、Philippe Baron (NICT)、西堀 俊幸、長谷川 豊 (JAXA)、  
 鶴澤 佳徳(天文台)、前澤 裕之 (大阪府大)、水野 亮、長浜 智生 (名古屋大)、  
 鈴木 睦 (JAXA)、齊藤 昭則、塩谷 雅人 (京大)

0. SMILES-2ミッション概要
1. SMILES-2観測精度の検討
2. SMILES-2機器検討状況
3. SMILES-2の科学目標詳細



## 概要

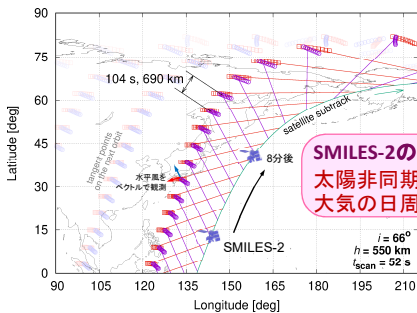
SMILES-2は620 GHzから2 THzの超伝導サブミリ波受信機により地球大気リムからの熱放射を観測する。超伝導を維持するための4 K機械式冷凍機の消費電力は小型科学衛星のリソースに対して大きいので電力削減が課題となっている。冷凍機負荷を小さく抑える受信機構成等の開発を進めることで小型衛星としての実現可能性があると考えている。

## SMILES-2ミッションの概要

SMILES-2は3系統のサブミリ波超伝導受信機である。ほぼ直交する2方向を向いたアンテナで受信した大気リムからのサブミリ波信号を、4 Kに冷却した超伝導ミキサで受信し0.25秒毎に数GHzバンド幅、1 MHz等の分解幅のスペクトルデータを得る。

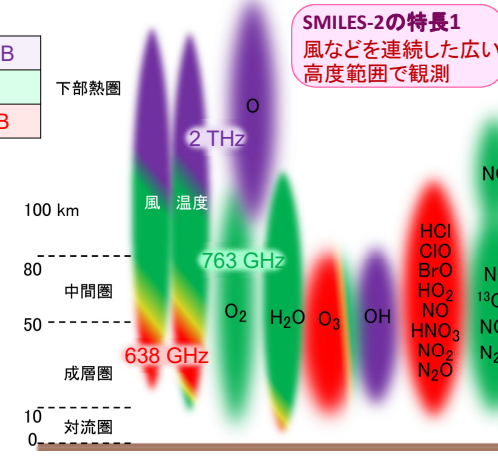
表1: 受信バンド

|        |   |
|--------|---|
| HEB    | LO=1836 -2059 GHz variable, IF=1-2 GHz, DSB |
| SIS763 | LO=763.5 GHz, IF=7.5-13.5 GHz, DSB          |
| SIS638 | LO=638.075 GHz, IF=10.975-18.975 GHz, DSB   |



**SMILES-2の特長2**  
 太陽非同期軌道により大気の日周変動を観測

200 km



**SMILES-2の特長1**  
 風などを連続した広い高度範囲で観測

図1: 地球大気リム観測の概念

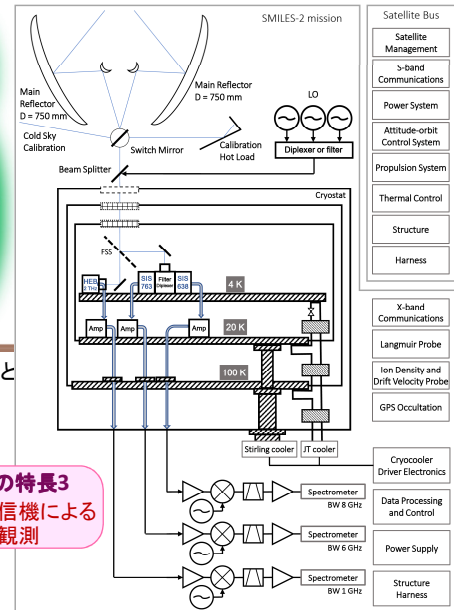
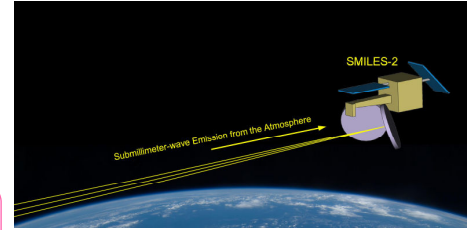


図4: SMILES-2のブロックダイアグラム。冷凍機構成はJEM/SMILES(2009-2010)と同様のものを想定

**SMILES-2の特長3**  
 超伝導受信機による超高感度観測

図3: 観測点の水平位置の例。1分弱で図2の高度分布(2-5 km分解能)を計測。水平風は2方向から観測し風向を得る。太陽非同期軌道をとる、昼夜にかかわらず観測を継続する。

図2: 風、温度、化学物質などのおおまかな観測高度範囲と主に利用する受信バンド。紫(2 THz)、緑(763 GHz)、赤(638 GHz)が各バンドを示す。

## SMILES-2ミッションの課題

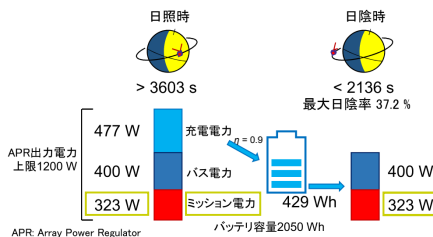
公募型小型科学衛星(2017年のAO)に提案したSMILES-2ミッションに対して、さらなる科学目標の明確化が必要であることと、次の課題解決が必要と指摘された。

- 消費電力を公募型小型に搭載できるレベルまで削減
- 総予算を公募型小型の予算規模に合致するよう削減

## 消費電力の課題

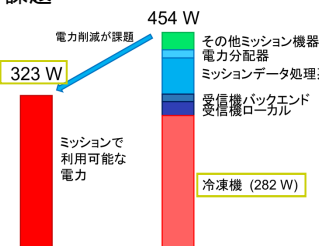
SMILES-2の特長2と特長3(「日周変動観測」と「超伝導利用」)を両立させて、小型科学衛星で実現するには電力収支が課題

- 小型科学衛星では、APRの制限により日照時最大電力は1200 W以下
- バスは400 Wを消費



- JEM/SMILESと同等の冷却受信機設計でEOLの冷凍機は282 W消費
- EOL: End of Life (SMILES-2では3年後を仮定)

➤ 冷凍機以外の機器の消費電力を加えると323 W以下に収まらない



## 消費電力削減のための検討

消費電力を削減するために以下の項目を検討し、小型科学衛星で実現可能であることを示す予定

|             |                  |  |   |
|-------------|------------------|--|---|
| 冷凍機電力の低減    | 4 K侵入熱の低減        | <ul style="list-style-type: none"> <li>4 Kサブミリ波コンポーネントの小型化(導波管フィルタ等によりホーンの2バンド共通化)</li> <li>ローカルダイプレクサをクライオスタットの外に出し、4 Kへのローカル導入を削除</li> </ul> | 冷凍機電力を227 W程度に削減                                      |
|             | 100 K侵入熱の低減      | <ul style="list-style-type: none"> <li>クライオスタット外槽温度を低温化</li> <li>ローカルダイプレクサを外に出すことで、外槽から100 Kへの導波管接続を削除</li> </ul>                             |   |
|             | 冷凍機の高効率化         | <ul style="list-style-type: none"> <li>2段スターリング冷凍機の高効率な運転条件の検討</li> </ul>  |   |
| その他の機器の電力低減 | ミッションデータ処理系の高効率化 | <ul style="list-style-type: none"> <li>データレコーダの低電力化等</li> </ul>  |   |
|             | 運用における常時動作機器の削減  | <ul style="list-style-type: none"> <li>その他ミッション機器(GPS遮蔽等)を電力逼迫時に運用停止</li> </ul>  |   |
| その他の手段      | 衛星軌道の再検討         | <ul style="list-style-type: none"> <li>軌道高度を高くすること等でミッション電力の上限を増加</li> </ul>   | 太陽非同期軌道からは変更しない<br>コスト削減にもなるがサイエンス成果は大幅減なので、次善策としての検討 |
|             | 4 K超伝導以外の受信機     | <ul style="list-style-type: none"> <li>高温超伝導によるミキサの開発(20 Kでの動作、開発に時間要)</li> <li>半導体素子による受信機の利用</li> </ul>                                      |   |

## 総予算削減のための検討

- 海外機関等との協力によるJAXA負担の軽減
- 省略可能な周辺機器、構成の単純化によるコスト削減の検討
- 半導体受信機に変更した場合のサイエンスへのインパクトの検討

## 技術開発

