

SMILES-2 観測センサの検討

落合 啓、鵜沢 佳徳、入交 芳久、Philippe Baron (NICT)、
西堀 俊幸 (JAXA)、真鍋 武嗣 (大阪府大)、水野 亮 (名古屋大)、
鈴木 睦 (JAXA)、塩谷 雅人 (京都大)

はじめに

SMILES-2では、成層圏から中間圏、熱圏下部までの、温度、風、微量成分を、高い高度分解能で高精度で観測する。

そのために、

- (1) 受信機が高感度であること、
- (2) サブミリ波帯の複数の周波数帯域を同時に観測できること、
- (3) 口径の大きなアンテナによるスキャン

が必要である。

そこで、JEM/SMILESで高感度リム放射観測を成功させた超伝導受信機の継承を基本として、チャンネルを増やしテラヘルツ帯まで伸ばし、また口径1 m級の反射鏡アンテナを用いる観測を検討している。

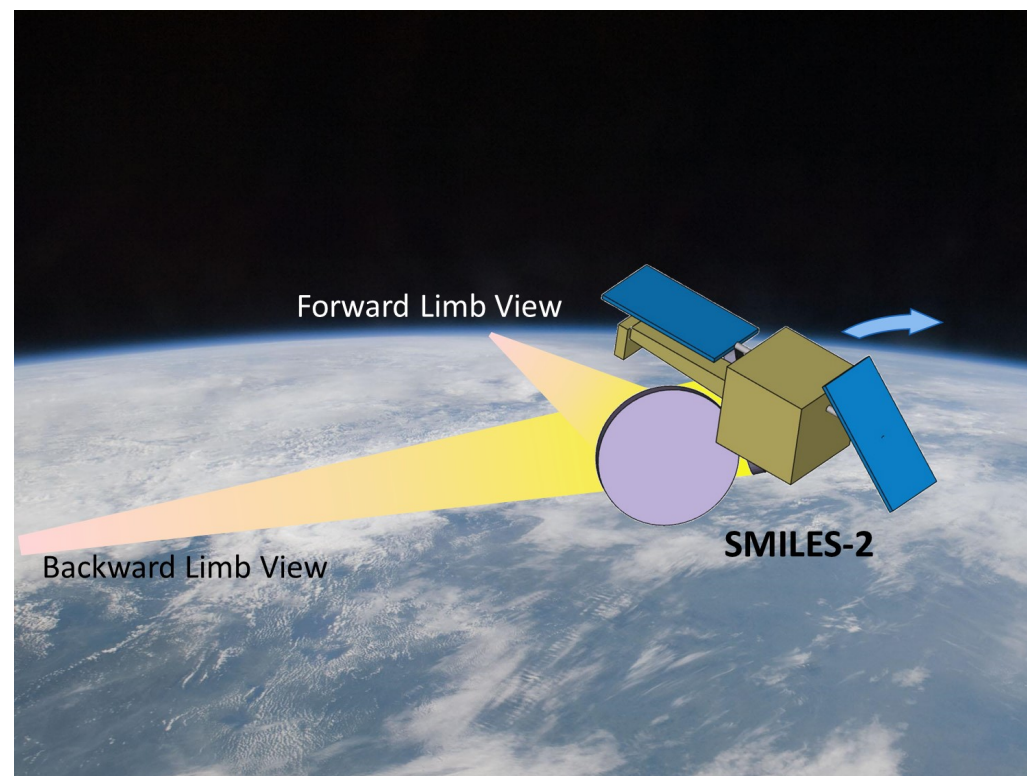
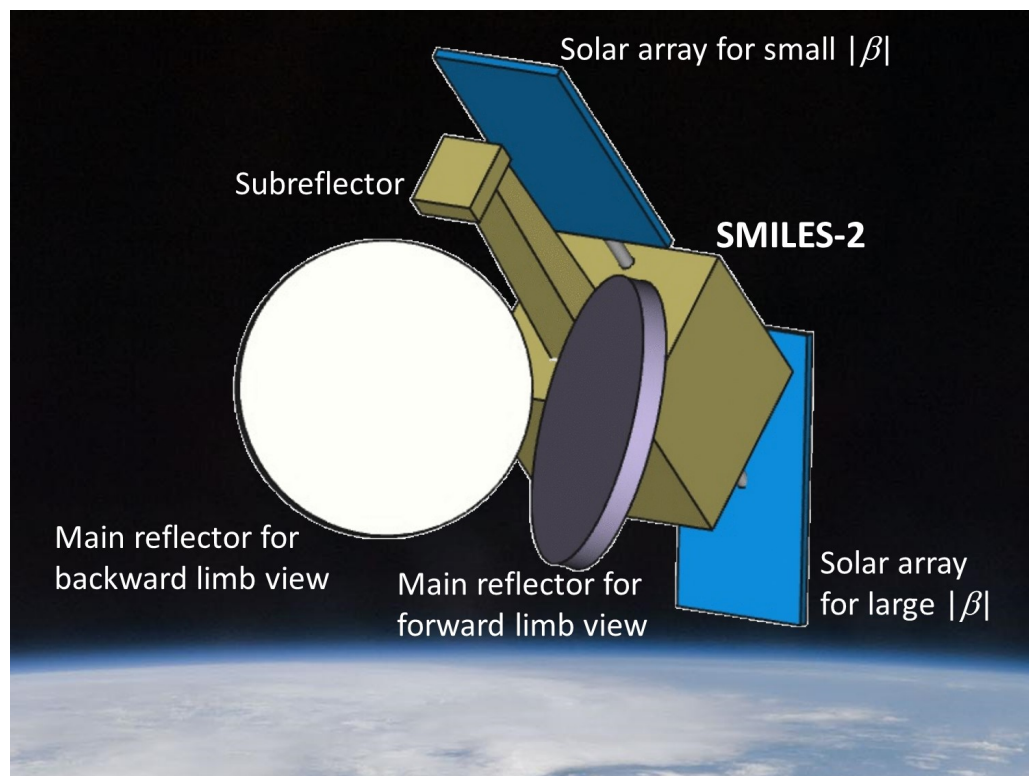
SMILES-2では、成層圏の風や、下部熱圏の原子状酸素など、従来観測されていないものを初めて観測するとともに、それらの全球分布を多種のパラメータと同時に高感度リムサウンドにより観測することで豊富な科学的成果を得ることを狙っている。

SMILES-2 衛星の構想

SMILES-2は小型科学衛星に搭載することを想定している。風ベクトルを測定するためふたつの口径1 mのアンテナをもち超伝導サブミリ波受信機を搭載する。ミッション機器としては200 kg, 400 W程度の規模。

- 太陽非同期軌道、高度500 km程度、軌道傾斜角51.6°程度
- 観測対象：15 kmから200 km程度の高度範囲の地球大気の温度、風、水蒸気、酸素原子、OH、O₃、HCl、ClO、BrO、N₂O、HO₂、NO₂等
- 主要機器
 - 超伝導サブミリ波リム放射サウンダ
 - 姿勢検出系 (スターセンサ、レーザジャイロ等)
 - maneuver系
 - GPS受信機等観測機器
 - バス系 (計算機、通信系、電源系等)

SMILES-2 衛星の構想

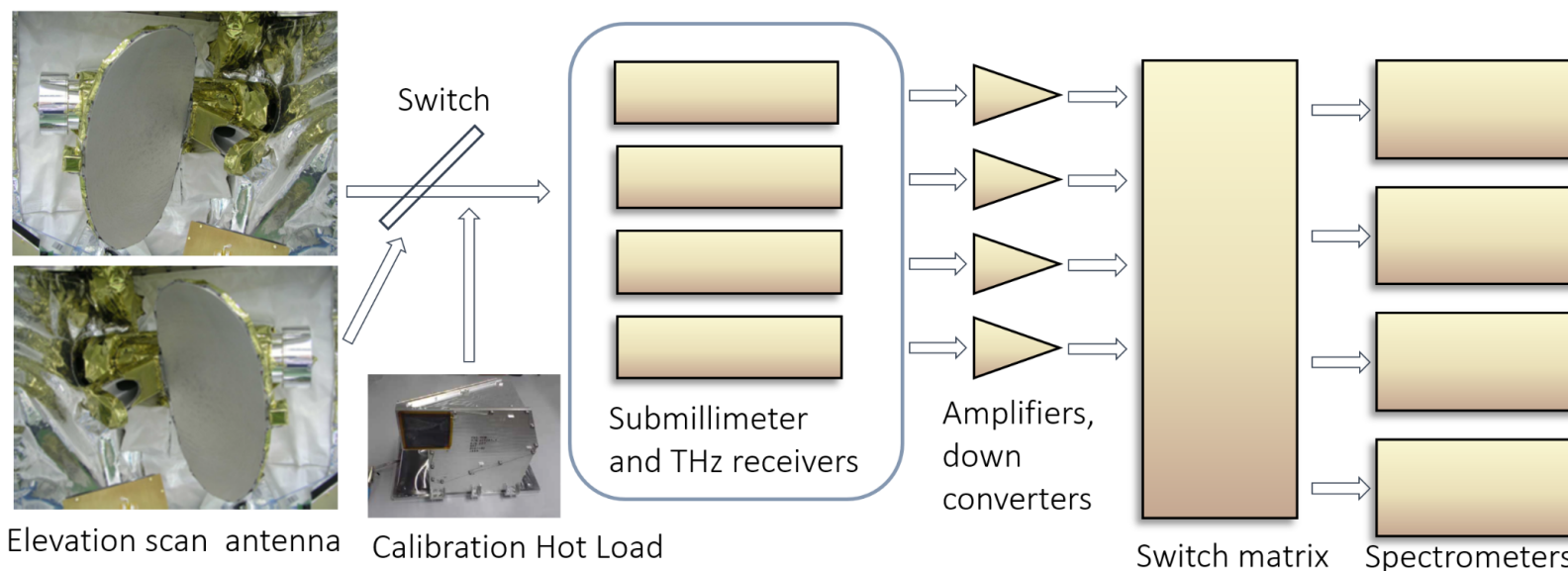


アンテナは衛星 port 面に前後 45° の 2 方向を観測するように取り付けられる。
ふたつのアンテナのビームは、約 25° 下向きで互いに 79° 程度の角度を持つこと
で、観測点で約 90° の視線方位で観測できるようにする。
衛星の roll を振ることにより大気高度方向に scan する。

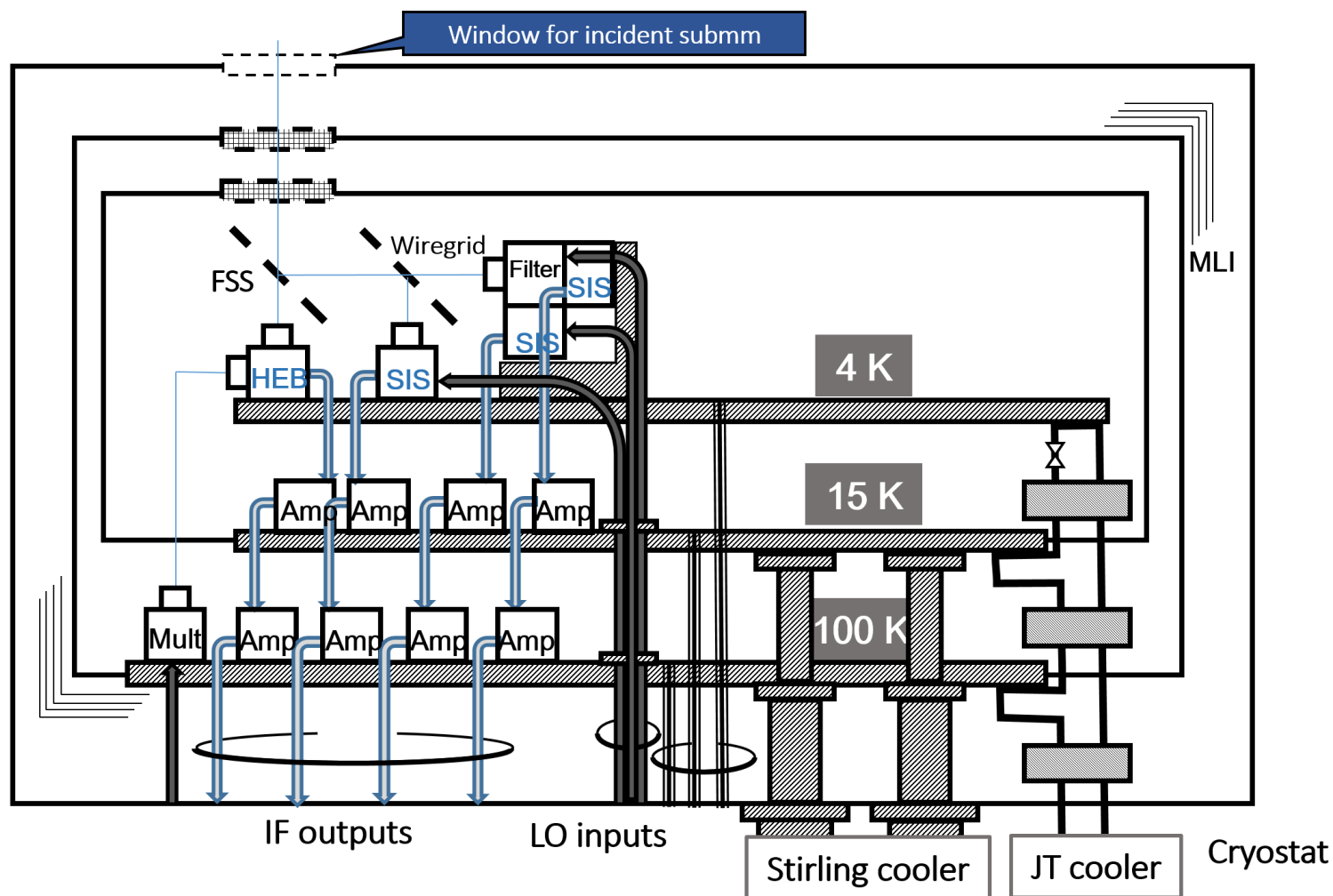
超伝導サブミリ波リム放射サウンダ

ふたつのアンテナからの信号はスイッチにより切り替えられ、1台の超伝導受信機により受信する。超伝導受信機では周波数帯および偏波で信号を分離しそれぞれの SIS ミキサ、HEB ミキサに入力してヘテロダイン受信する。IF 信号は FTS 等で分光する。

485 – 489 GHz	DSB rx
523 – 527 GHz	
556 – 558 GHz	SSB rx
623 – 627 GHz	DSB rx
648 – 652 GHz	
1.8 THz	LO switching
2.06 THz	

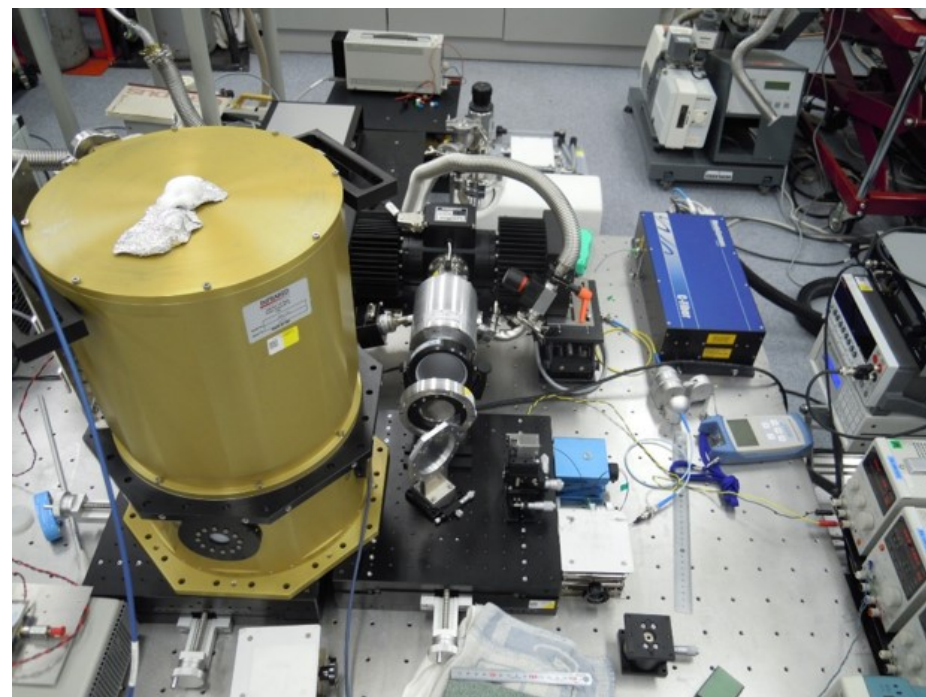
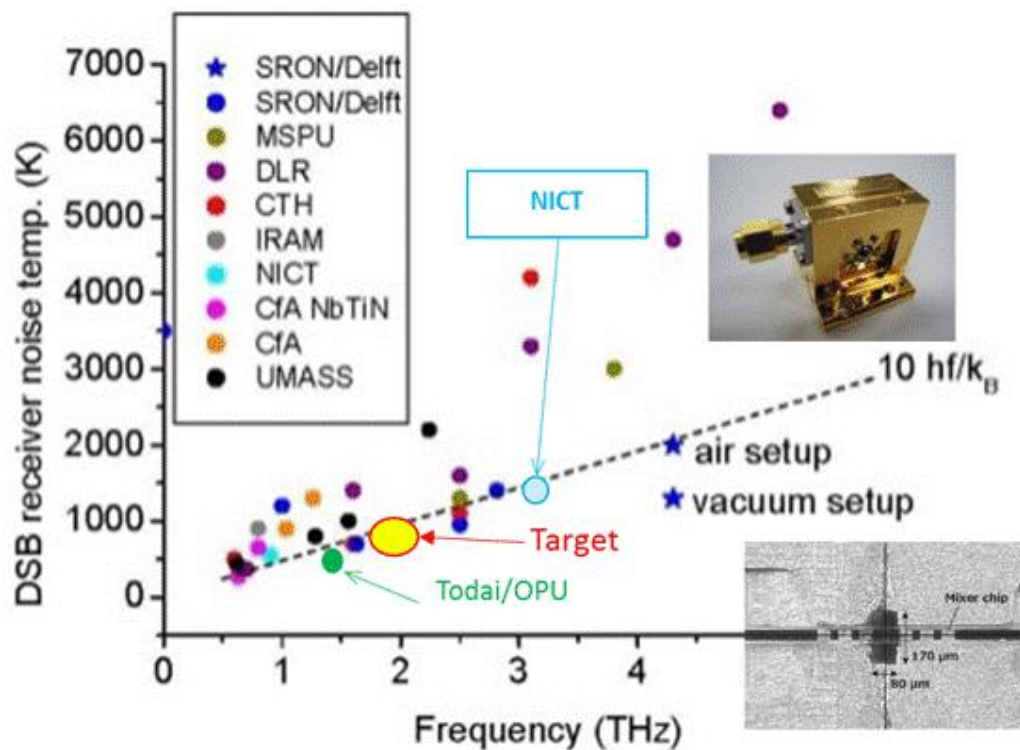


超伝導受信機



4 K 冷凍機は地上試験で3年の連続運転が実証されている。JEM/SMILES 冷凍機の最大消費電力は270 Wであり小型衛星でも動作可能なレベル。

超伝導受信機



世界トップレベルの2 THz帯HEBM(ホットエレクトロンボロメータミキサ)を国内で開発できるポテンシャルを有している。

観測パターン

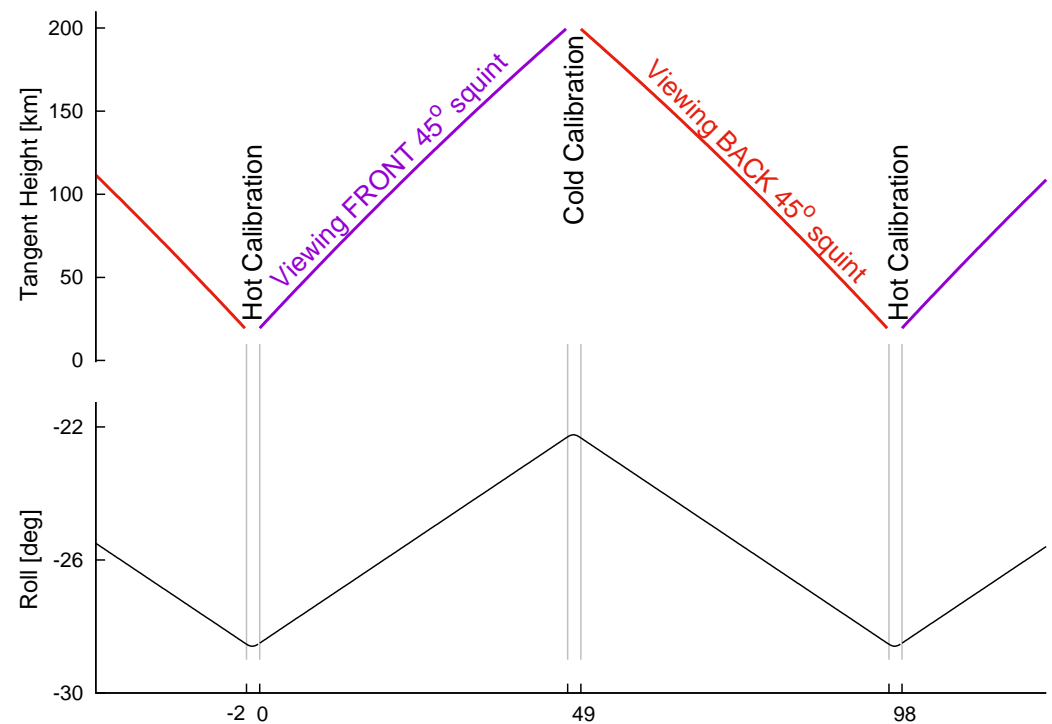
JEM/SMILESのように斜め前方45°の観測とともに、後方45°の観測も行う。Roll maneuverにより高度scanをしながら観測し、tangent pointの水平位置がなるべく動かないようにするには図のようなscanが考えられる。

Roll maneuvering :
0.033 deg./0.25 s

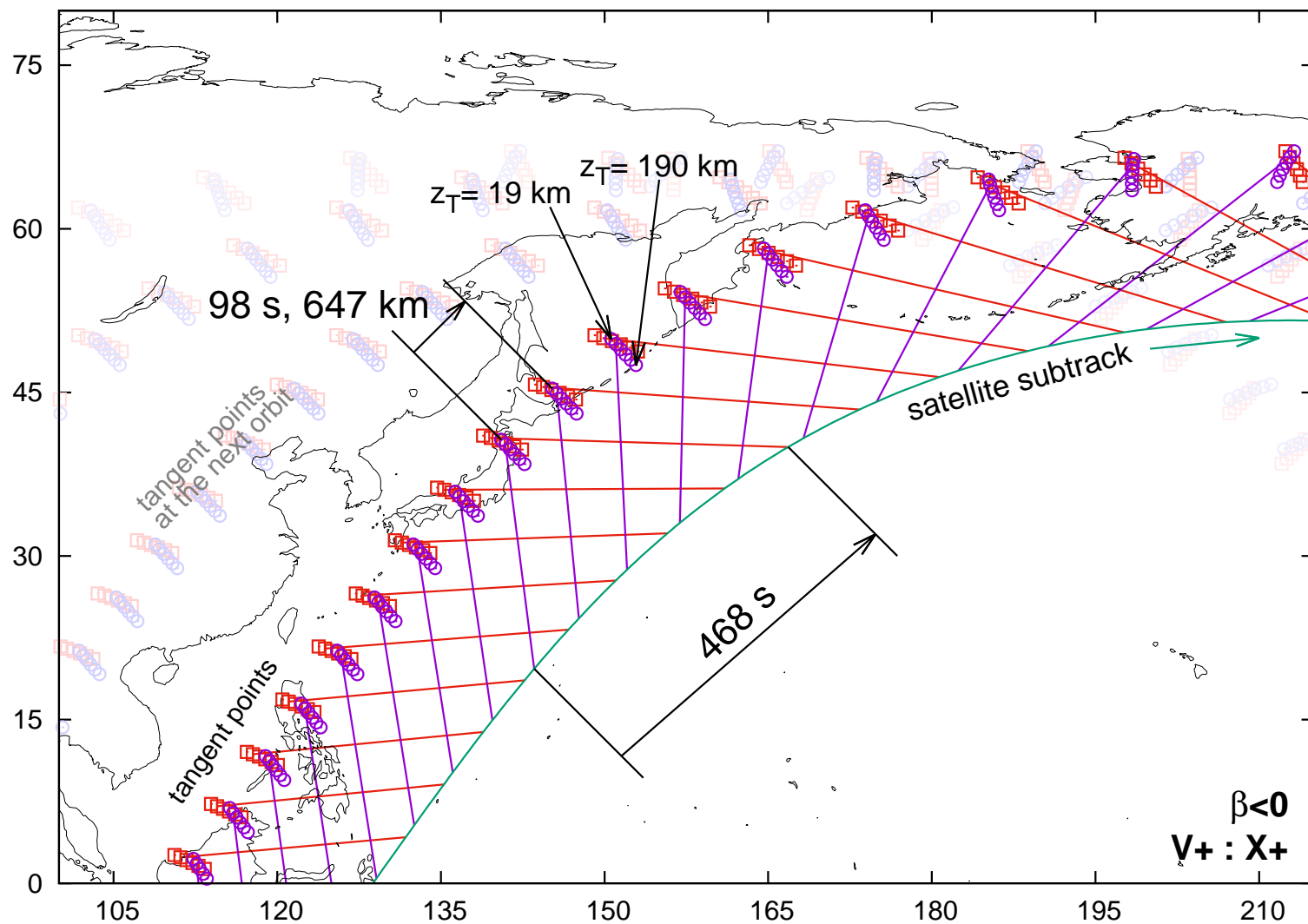
Integration time :
0.25 s for 1 km step

Beam width at tangent point :
2 km (487 GHz)

Tangent height range :
19 – 190 km



観測パターン



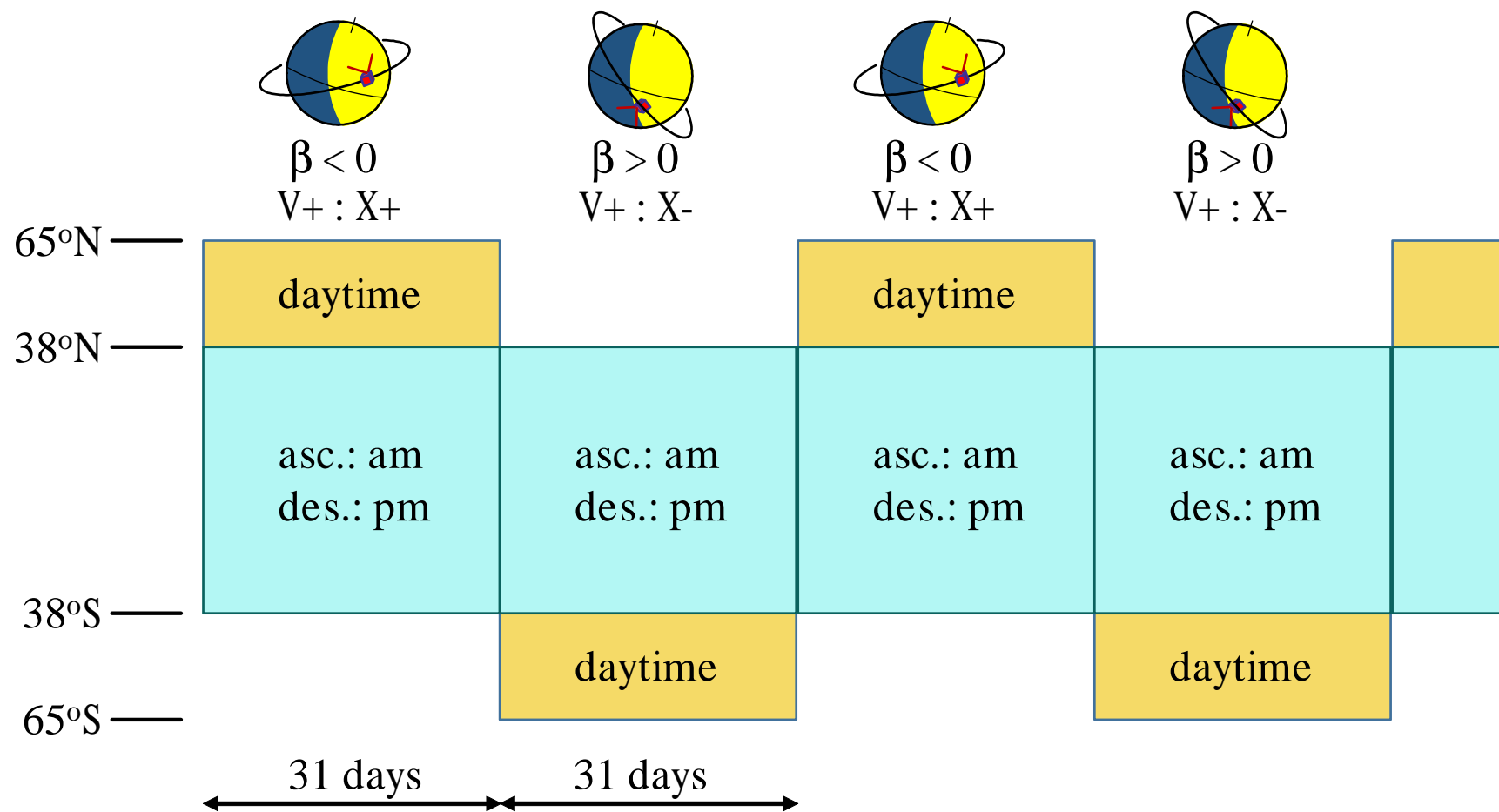
軌道に沿って
約 647 km 毎に
高度 19 km から
190 km の
観測をする。

同じ観測点を
約 468 s 後に
直交した
視線方向から
観測を行う。

観測点の地上の直下点は、毎日ほぼ同じ位置

観測パターン

太陽非同期のため β 角により yaw maneuver を行うのが現実的と考えられる。



まとめ

SMILES-2 を具体化するため、ミッション機器の構成を検討した。

観測高度・緯度範囲や観測頻度については科学目標と照らし合わせ調整が必要と考えている。

今後、各コンポーネントの実現性、重量、消費電力、概要の設計、コスト等の検討を進めていく。