

P-105 科学衛星を用いた宇宙背景放射(CMB)偏光精密測定計画

LiteBIRD衛星のシステム概要

Lite (light) satellite for the studies of B-mode polarization and Inflation from cosmic background Radiation Detection

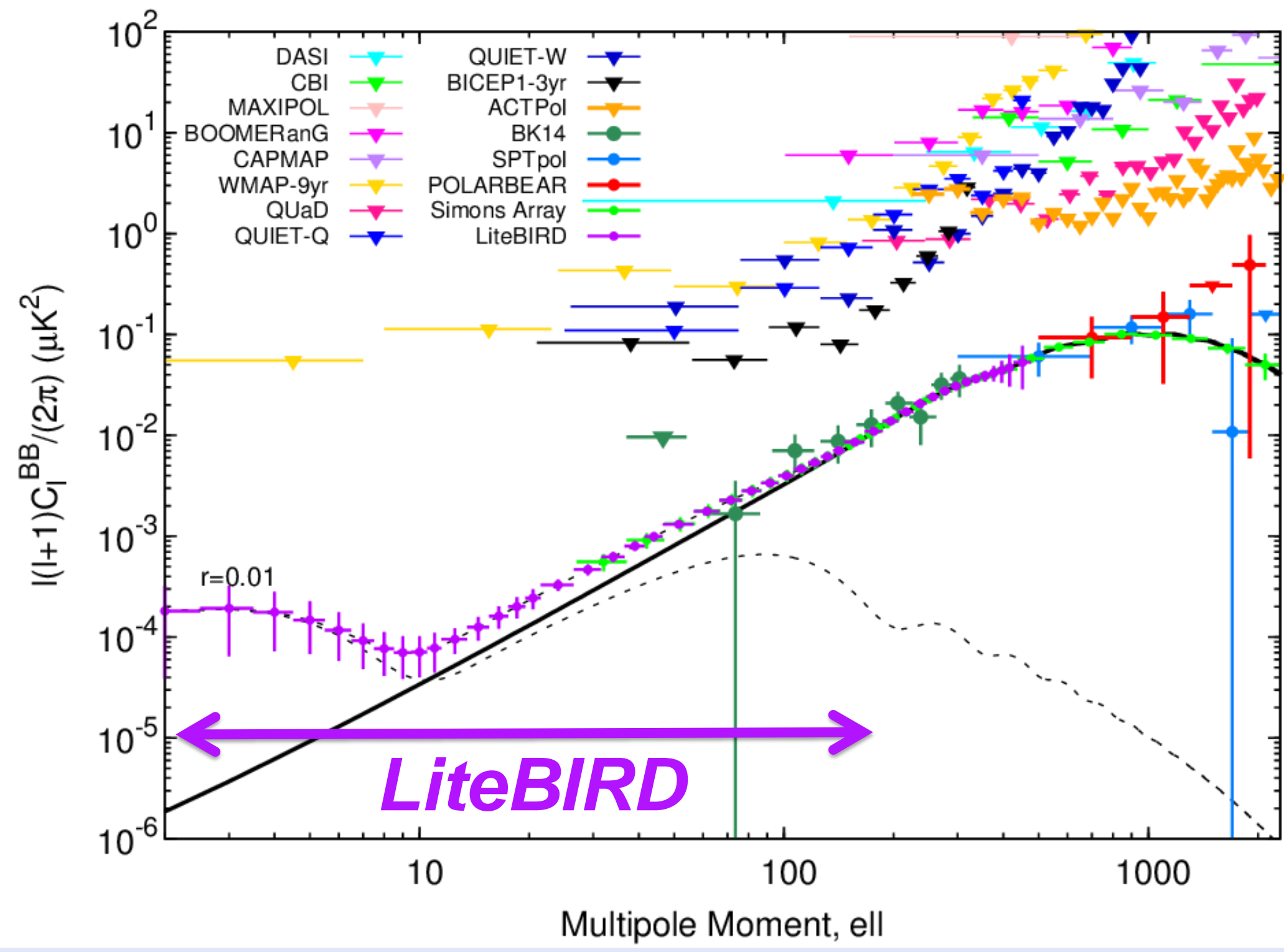
石野宏和(岡山大学)、他 LiteBIRD Phase-A1 チーム (2016年9月設立)

イントロダクション

ビッグバンより前に起きたインフレーションにより原始重力波が生じたと考えられる。それは宇宙背景放射(CMB)にBモード偏光という特殊な偏光パターンを残した。右図は、各種インフレーションモデルが予言するBモードスペクトルである。主要な代表的モデル*は、テンソル・スカラー比0.001以上を予言する。

LiteBIRDはCMBの偏光を精密に測定することにより、Bモード信号強度からテンソル・スカラー比を0.001の精度で測定することを目指す。そのためには、実験感度 $2.5 \mu\text{K} \cdot \text{arcmin}$ 、角度分解能 $30 \text{ arcmin} (@100\text{GHz})$ 、全天観測、34-448GHzの15バンド多周波数同時観測が必要である。

(*) Large single field slow roll models

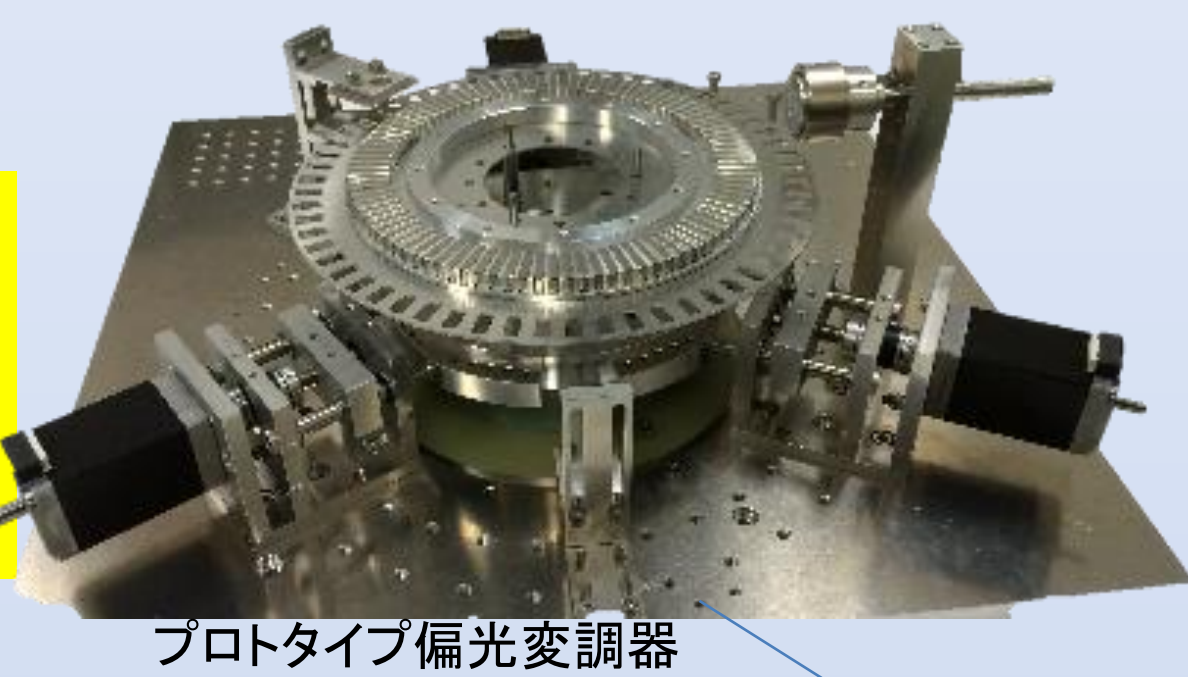
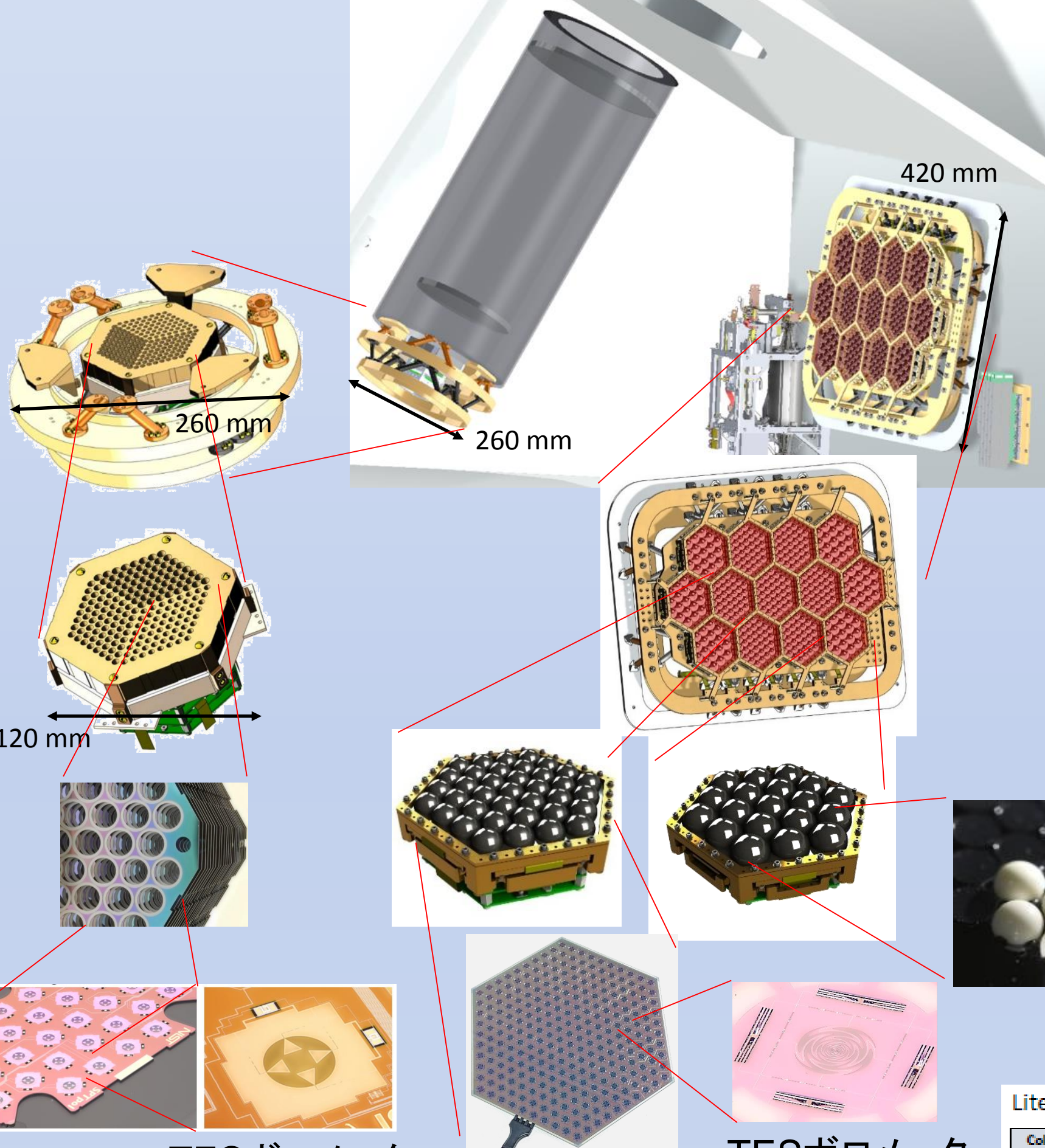


衛星の概要 数ナノケルビンの凸凹を検出する“超高感度ミリ波偏光カメラ”

偏光変調器

半波長板(Half Wave Plate)を連続回転させて偏光信号を変調、1/f雑音を抑制。

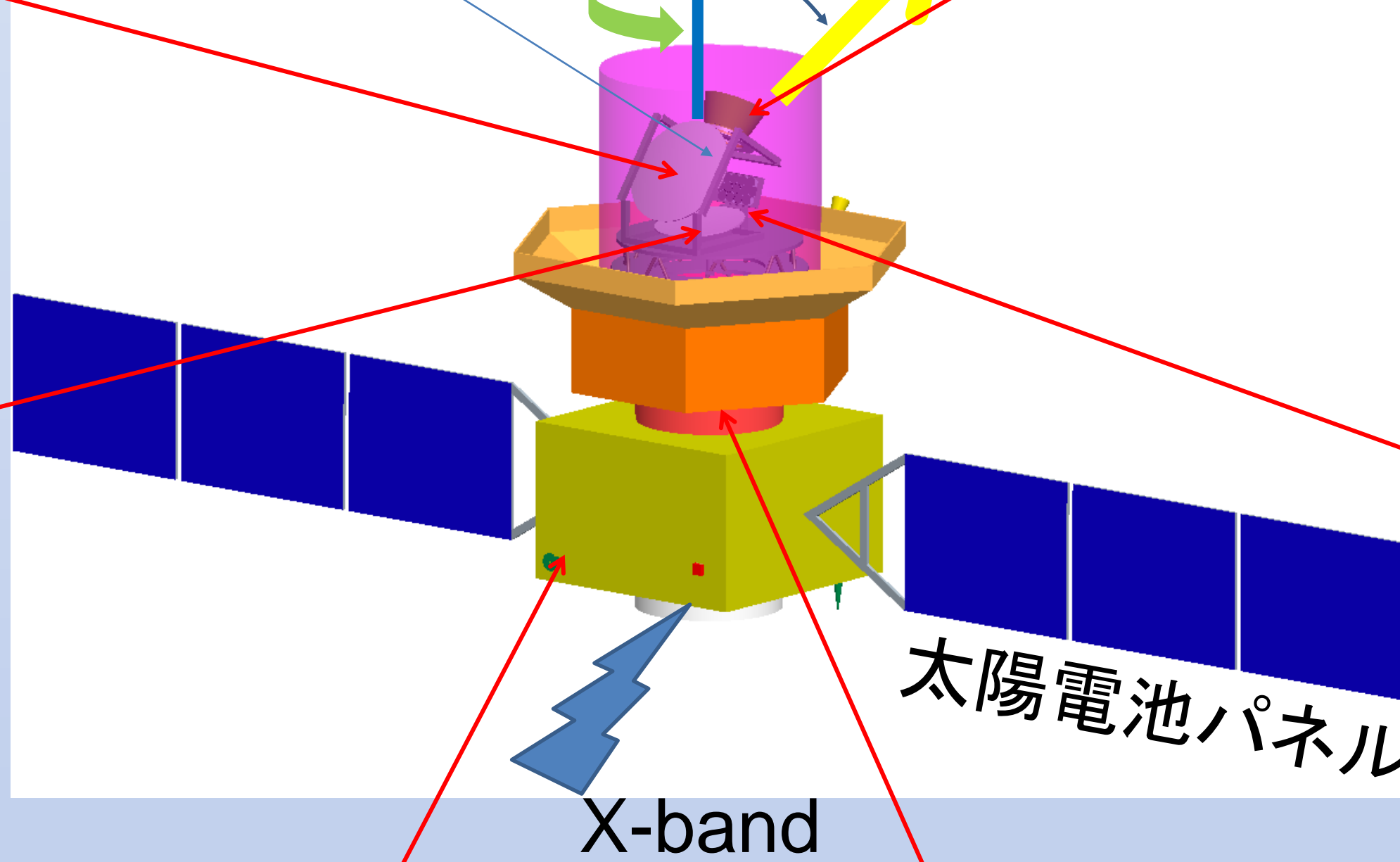
焦点面超伝導検出器



スピン軸

観測視線

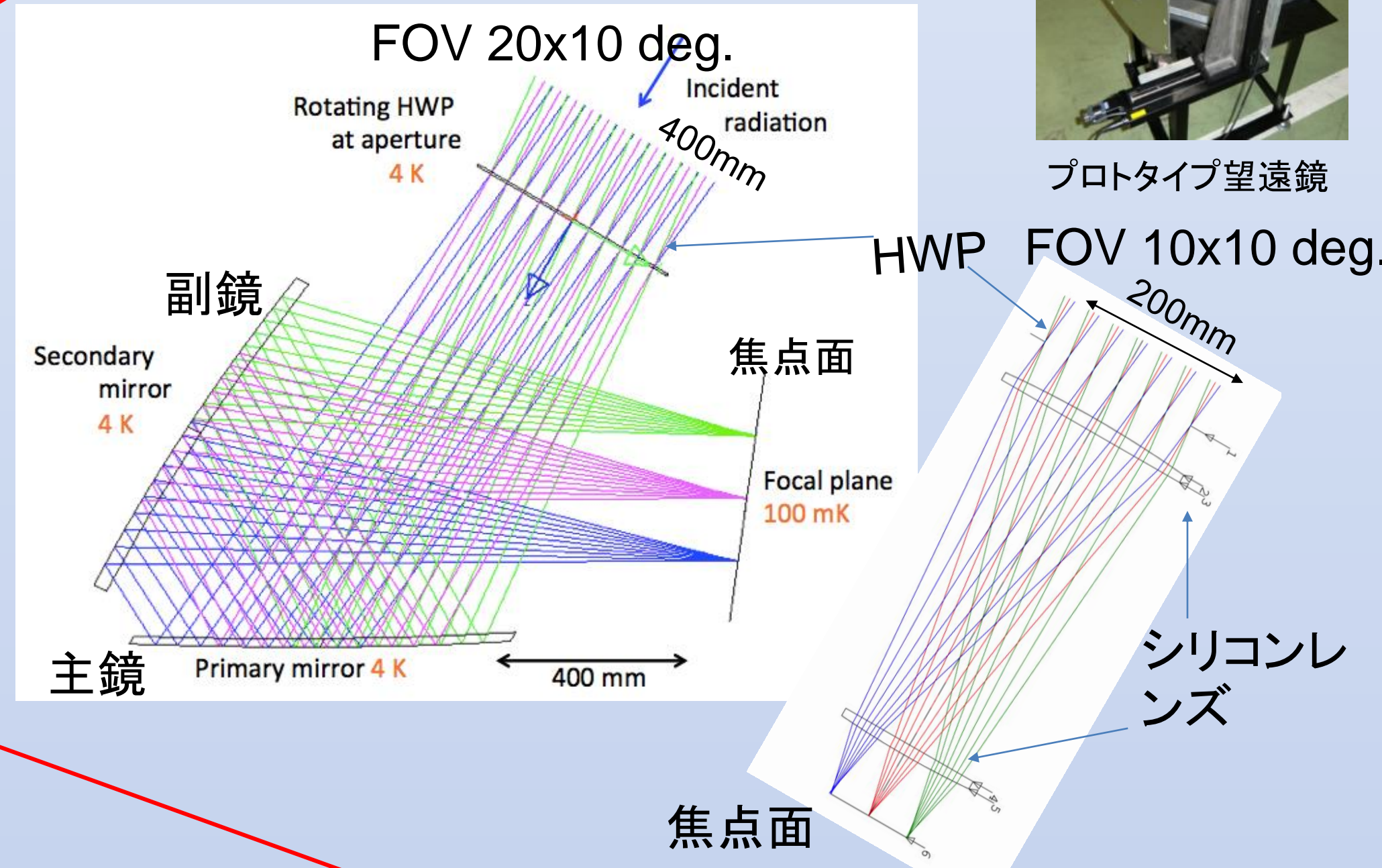
0.1rpm 45度



冷凍機システム

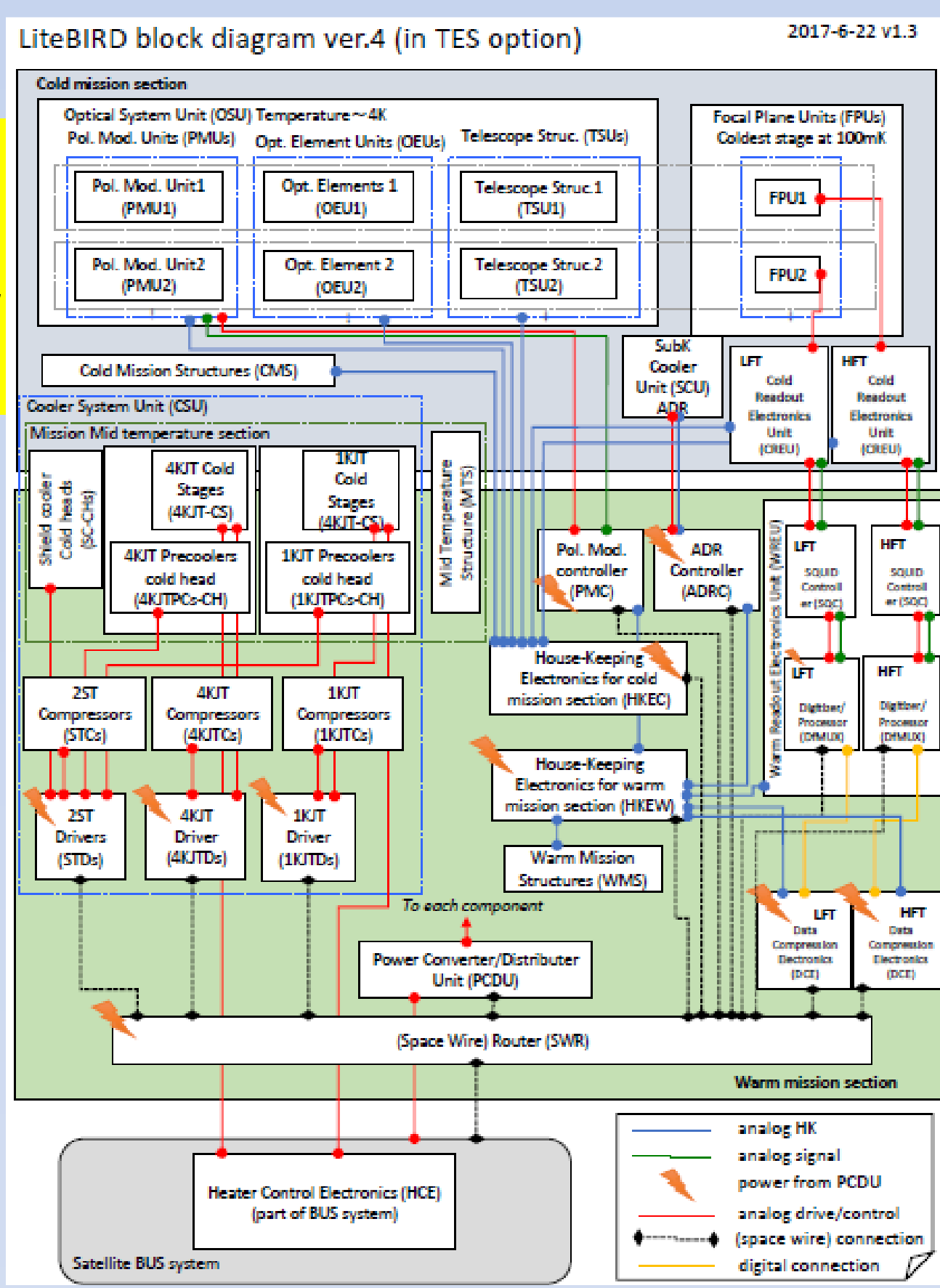
光学系

Low Frequency Telescope (LFT)
Crossed Dragone 型反射望遠鏡



解像度は30arcmin @100GHzで十分。そのため衛星のサイズをコンパクトにできる。重量(2.2t)・電力(2.5kW)を目標。

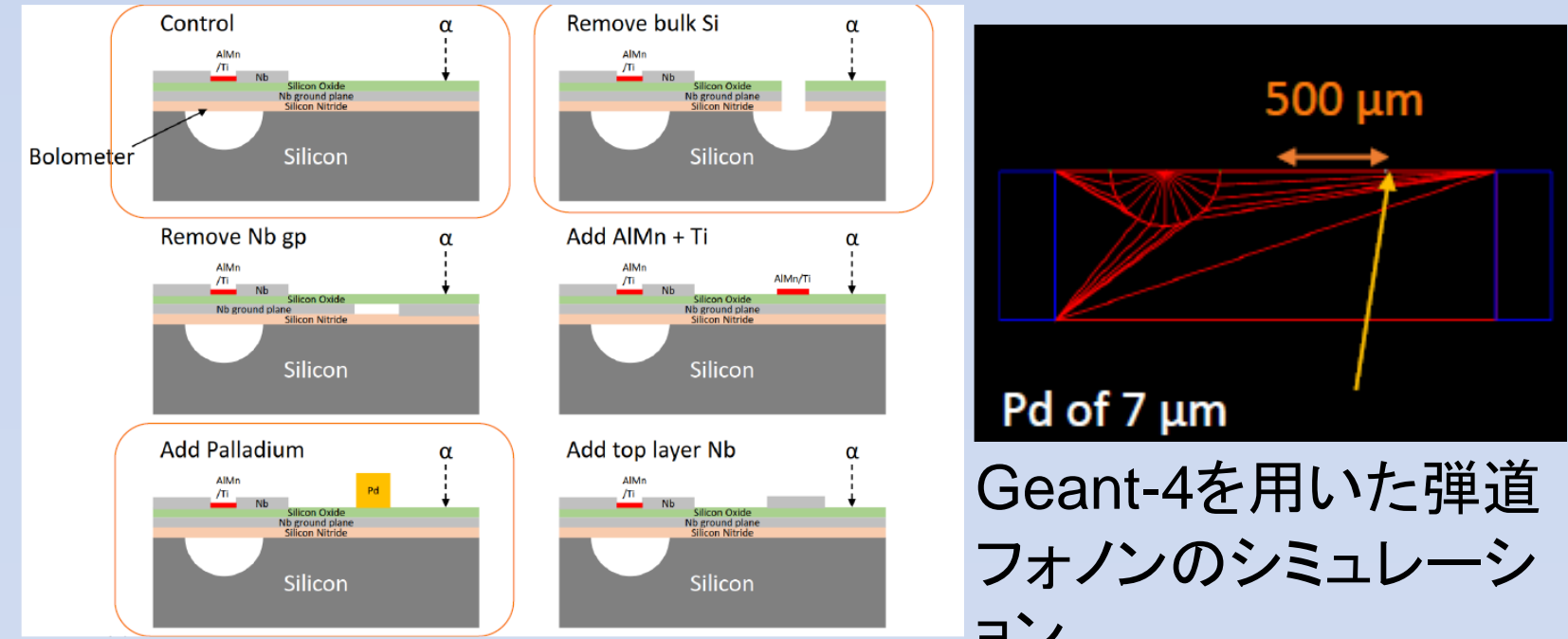
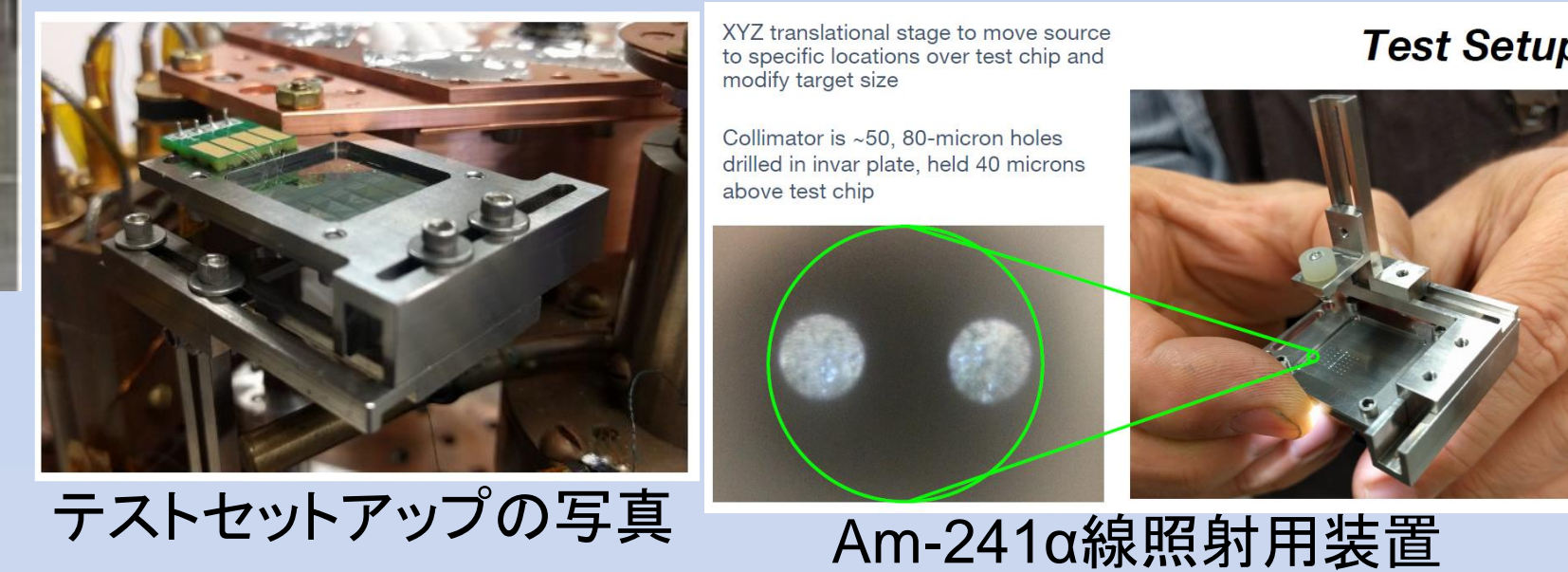
LiteBIRDシステムブロック図



バスユニット (スペーススイヤーを用いた読み出し回路・姿勢制御装置・通信機器)



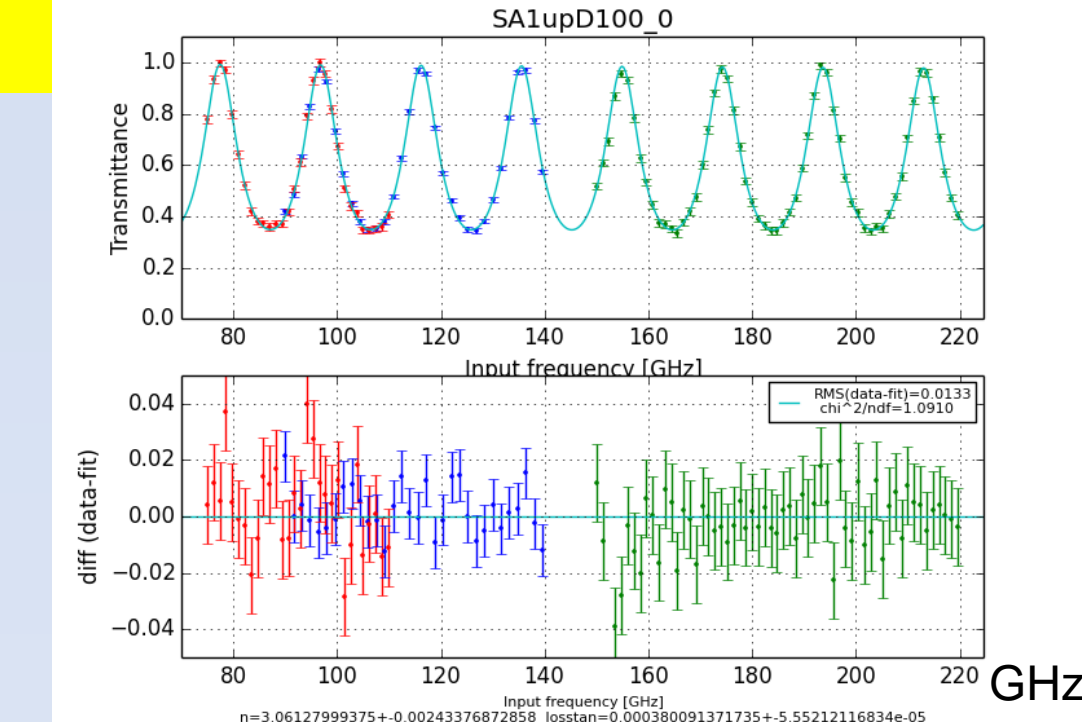
宇宙線グリッチの評価



- 初段冷凍機 (JT/ST coolers)
- 断熱消磁冷凍機 (ADR)

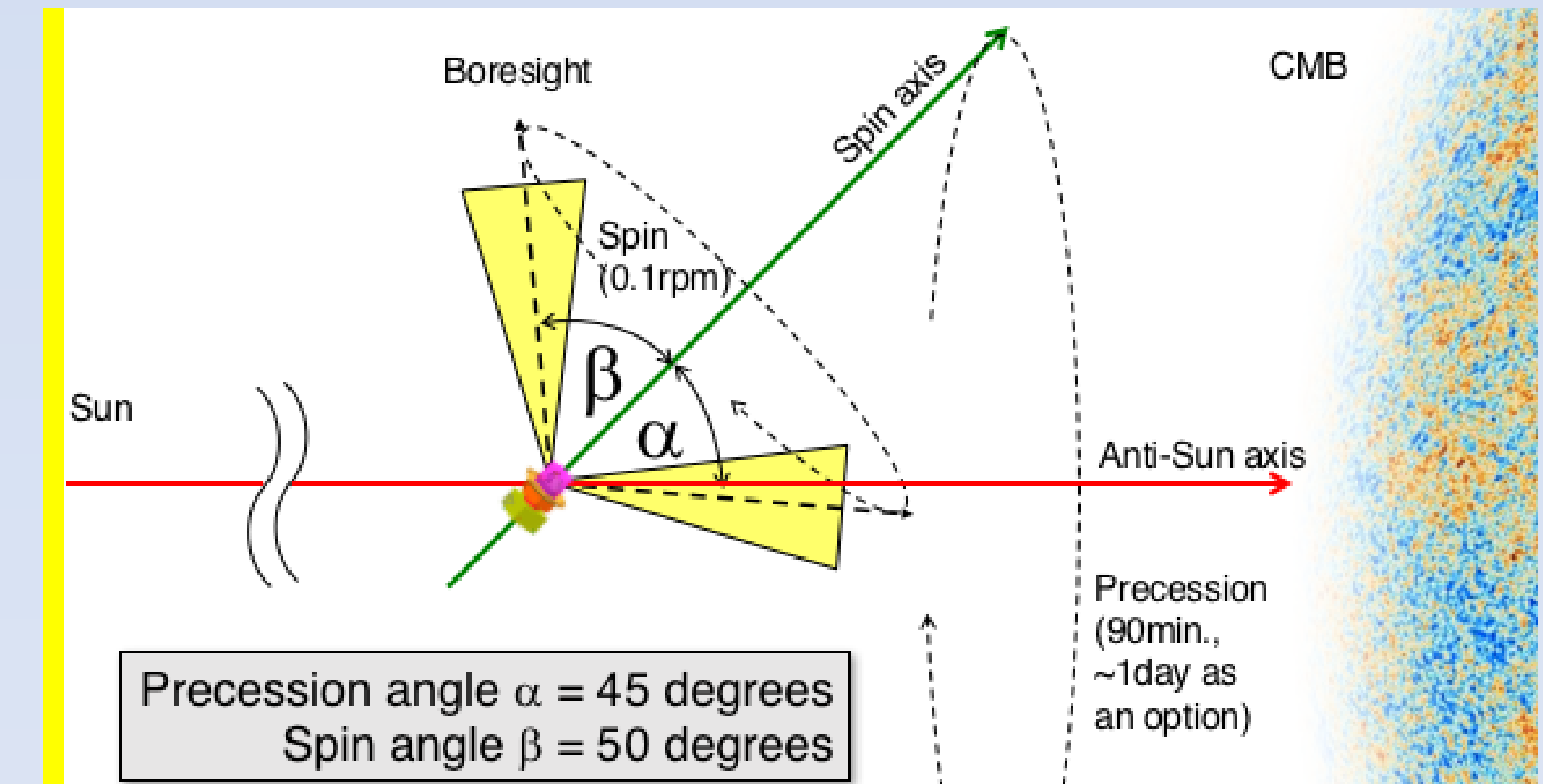
LiteBIRDで使用する部材の放射線耐性

放射線医学総合研究所のHIMACを用いて160MeV陽子ビームの照射試験を実施。積分照射量は10kradで、L2軌道で5年分に相当。照射試料は、超伝導検出器(TES, MKID)、HWP、反射防止膜、超伝導軸受け用の高温超電導体YBCO。



LiteBIRD衛星の全天スキャン方法

全天を万遍なく観測(スキャン一様性):ある空のピクセルを一樣な方向から掃引(観測偏向角一様性)・太陽からのサイドローブへの入り込みを最小限にする。



L2での全天スキャン:
 $\alpha = 45 \text{ deg.}$
 $\beta = 50 \text{ deg.}$
Precession : ~90 min.
Spin rate : 0.1 rpm
Data rate : 4GB/day
Telemetry : X-band 10Mbps

