

## CMB 偏光観測衛星 LiteBIRD の光学要求解析

報告書番号：R23JDU20199

利用分野：宇宙科学

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2023/23981/>

### ● 責任者

山田亨, 宇宙科学研究所宇宙物理学研究系

### ● 問い合わせ先

永田 竜(nagata.ryo@jaxa.jp)

### ● メンバ

永田 竜

### ● 事業概要

LiteBIRD は JAXA 宇宙科学研究所の戦略的中型衛星として準備中の計画である。34 GHz から 448 GHz の周波数帯域で観測を行い、マイクロ波背景輻射の偏光信号を抽出し、その全天地図を作成する。偏光地図に含まれる微小な奇パリティパターンを評価することで、宇宙のインフレーション時代に生じた原始背景重力波の発見を企図するものである。原始重力波に起源をもつ偏光信号は観測装置が受信する放射の極一部を占めるにすぎないため、測定に付随する系統的な誤差への対応が設計要求の中心になっている。

2023 年度の活動では、太陽光漏れ込みの検討を進めた。望遠鏡の指向と太陽光入射角の時々刻々の関係を反映した時系列データのシミュレーションを行うことで、望遠鏡のサイドローブパターンに対する系統誤差の応答を評価した。また本年度は、諸々の系統誤差がプロジェクト終盤の複雑な解析においてどのように表出するかについての準備的な調査も行った。このような取組によって、LiteBIRD が獲得する科学的成果の広がりがあり具体的になる、と期待するものである。

参考 URL: <https://litebird.isas.jaxa.jp/>

### ● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

LiteBIRD 計画は宇宙望遠鏡の走査観測によってマイクロ波背景輻射の全天偏光地図を作成する。本課題では、時系列データの数値標本生成から偏光地図の作成まで、実際の解析に則った包括的なデータ処理のシミュレーションを行う。19 Hz のサンプリングレートで生成される三年分のデータ標本各々に対して、ビームパターンの畳み込み積分を実行する。積分は標本毎に分角スケールの分解能でその都度評価される。球面上の各点にビーム特性を射影することに伴う座標変換の繰り返しには巨大な計算量が求められるため、集積された数値計算資源を必要とする。LiteBIRD は宇宙科学研究所戦略的中型衛星に選定されており、本課題において達成された検討成果は光学設計の根幹をなす要素としてプロジェクト文書に反映されている。

● 今年度の成果

LiteBIRD はマイクロ波背景輻射偏光の全天地図を作成する。観測領域が全天を被覆するため、LiteBIRD の行う走査観測中には望遠鏡を太陽側に傾ける状況が含まれる。衛星のスピンの同期して観測中の太陽離角は周期的に変動し、最近接時では望遠鏡指向から 85 度に到達する。(図 1) は、低周波望遠鏡の焦点面端に位置する検出器について、ファーサイドローブ経由の太陽光の漏れ込みがつくる系統誤差をマイクロ波背景輻射の偏光信号と比較したものである。望遠鏡側面から伝播してくる太陽光の回折が、地図上で十度角を超える大角度の構造として表出する様子が見て取れる。偏光地図の大角度相関は原始重力波信号の検出感度に影響の大きい領域である。このような評価によって、望遠鏡のフォアバック形状などの設計に重要なフィードバックがあるものと期待される。

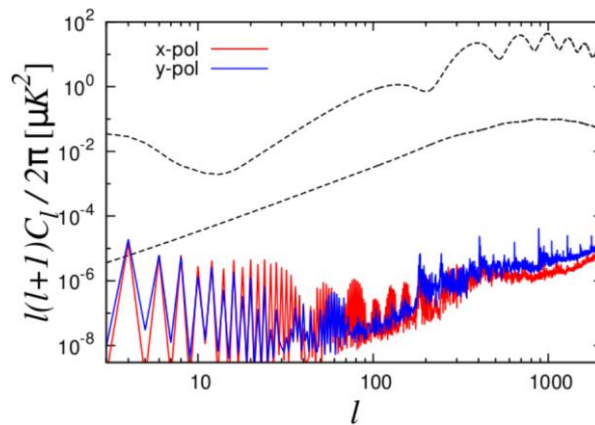


図 1: 低周波望遠鏡ファーサイドローブによる太陽光漏れ込みの評価例。焦点面端に位置する検出器について、感度が走査方向に平行な場合 (x) と垂直な場合 (y) の各々が図示されている。

● 成果の公表

なし

● JSS 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	OpenMP
プロセス並列数	96
1 ケースあたりの経過時間	1.5 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.02

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	631,948.77	0.03
TOKI-ST	4,469.33	0.00
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	1,337.69	0.10
TOKI-TST	0.00	0.00
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	0.00	0.00
/data 及び/data2	6,733.33	0.04
/ssd	0.00	0.00

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	0.09	0.00

※1 総資源に占める利用割合：3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	0.00	0.00

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合