

科学衛星を用いた宇宙背景放射(CMB)偏光精密測定計画

LiteBIRDサイエンスと衛星概要

Lite (light) satellite for the studies of **B**-mode polarization and **I**nflation from cosmic background **R**adiation **D**etection

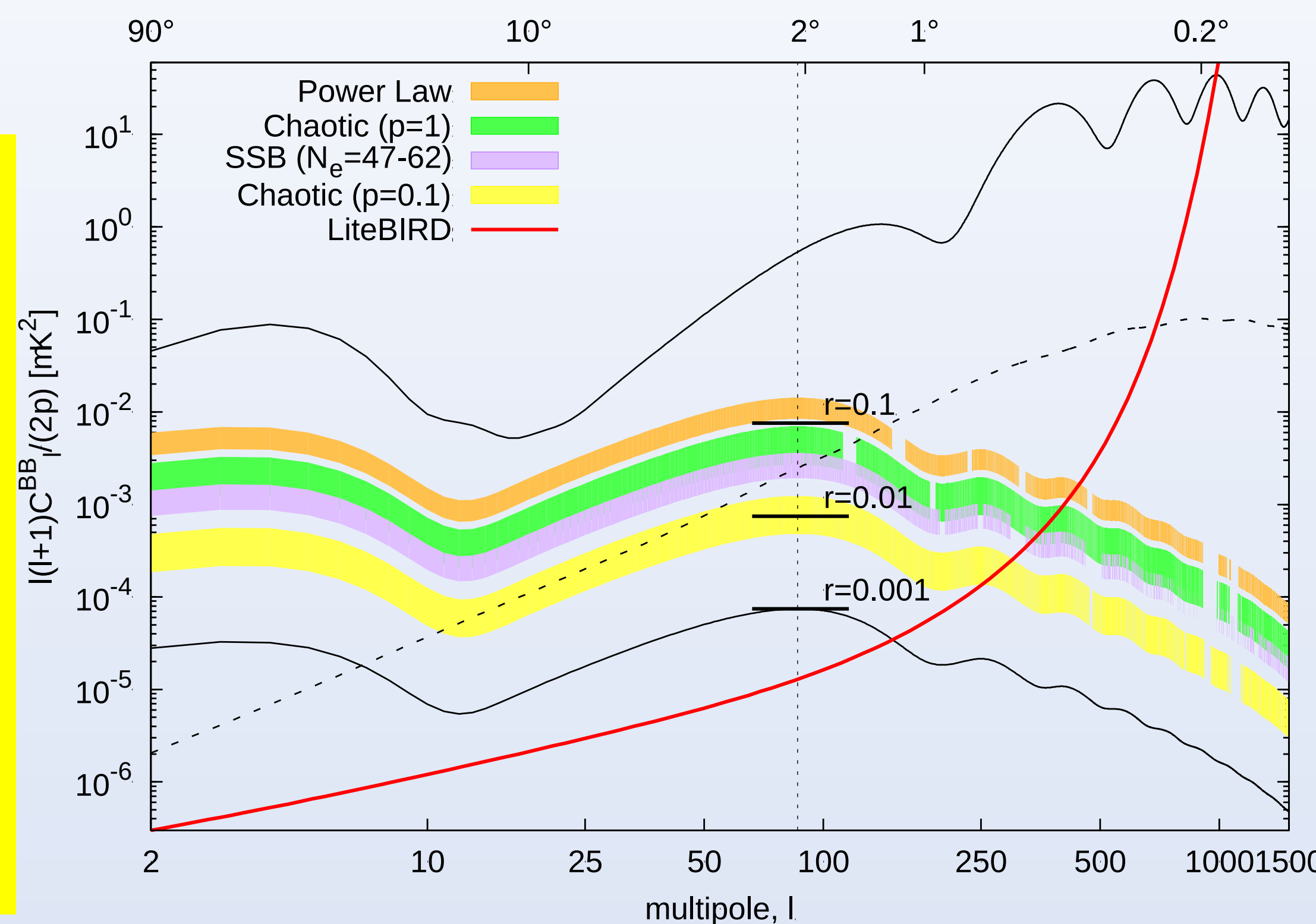
LiteBIRD ワーキンググループ (2008年9月設立)

サイエンス

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。

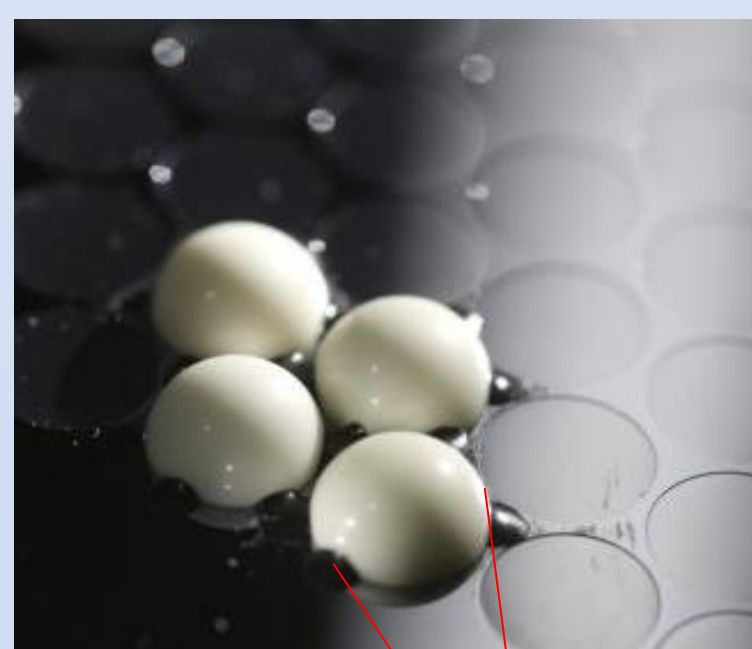
LiteBIRDはCMBの偏光を精密に測定することにより、Bモード信号強度からテンソル・スカラー比を0.001の精度で測定することを目指す。そのためには、実験感度 $2\mu\text{K}\cdot\text{arcmin}$ 、角度分解能30 arcmin(@150GHz)、全天観測、60-270GHz、帯域幅30%の多周波数同時観測が必要である。

(*) Large single filed slow roll models



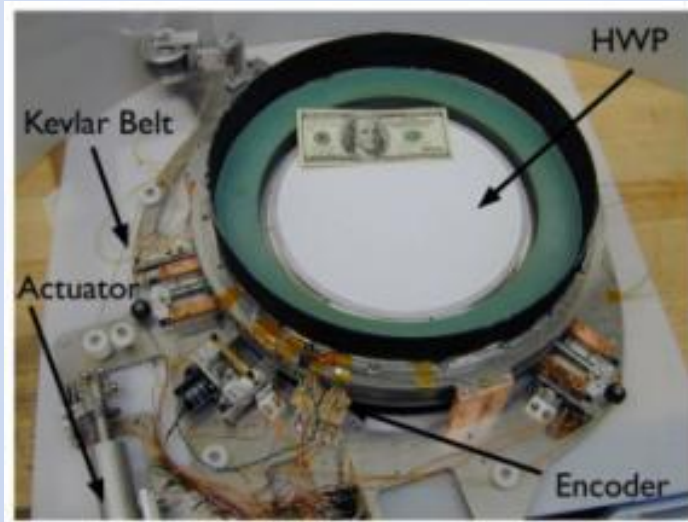
衛星の概要

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”



UC Berkeley

半波長板(Half Wave Plate)
1/fノイズ軽減などの目的で、偏光信号を変調。



スピン軸

観測視線

Crossed Dragon
型反射望遠鏡

副鏡

焦点面

主鏡



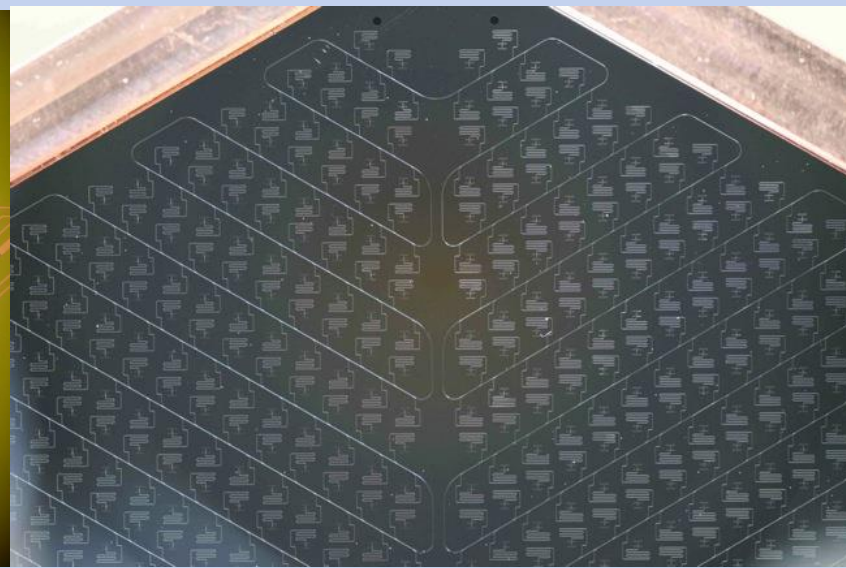
プロトタイプ望遠鏡

解像度は30arcmin @150GHz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(550kg)・電力(1000W)を目標。

焦点面超伝導検出器



TESボロメータ (UC Berkley)



MKID (天文台・KEK・岡山大)

太陽パネル

	質量(kg)	電力(W)
低温部ミッション部		
熱制御	86.0	250.0
光学系	37.4	<<1
検出器系	23.0	<<1
データ処理・収集系(*)	6.8	<<1
構造体	153.0	<<1
常温部ミッション部		
熱制御系	49.2	194.2
光学系	1.0	20.0
データ処理・収集系	12.6	98.2
電源系	4.4	26.0
常温部バス部(**)	169.9	417.5
総計	543.3	1005.9

(*) TESオプションを仮定

(**) 暫定値。小型科学衛星標準バスの値を使用。

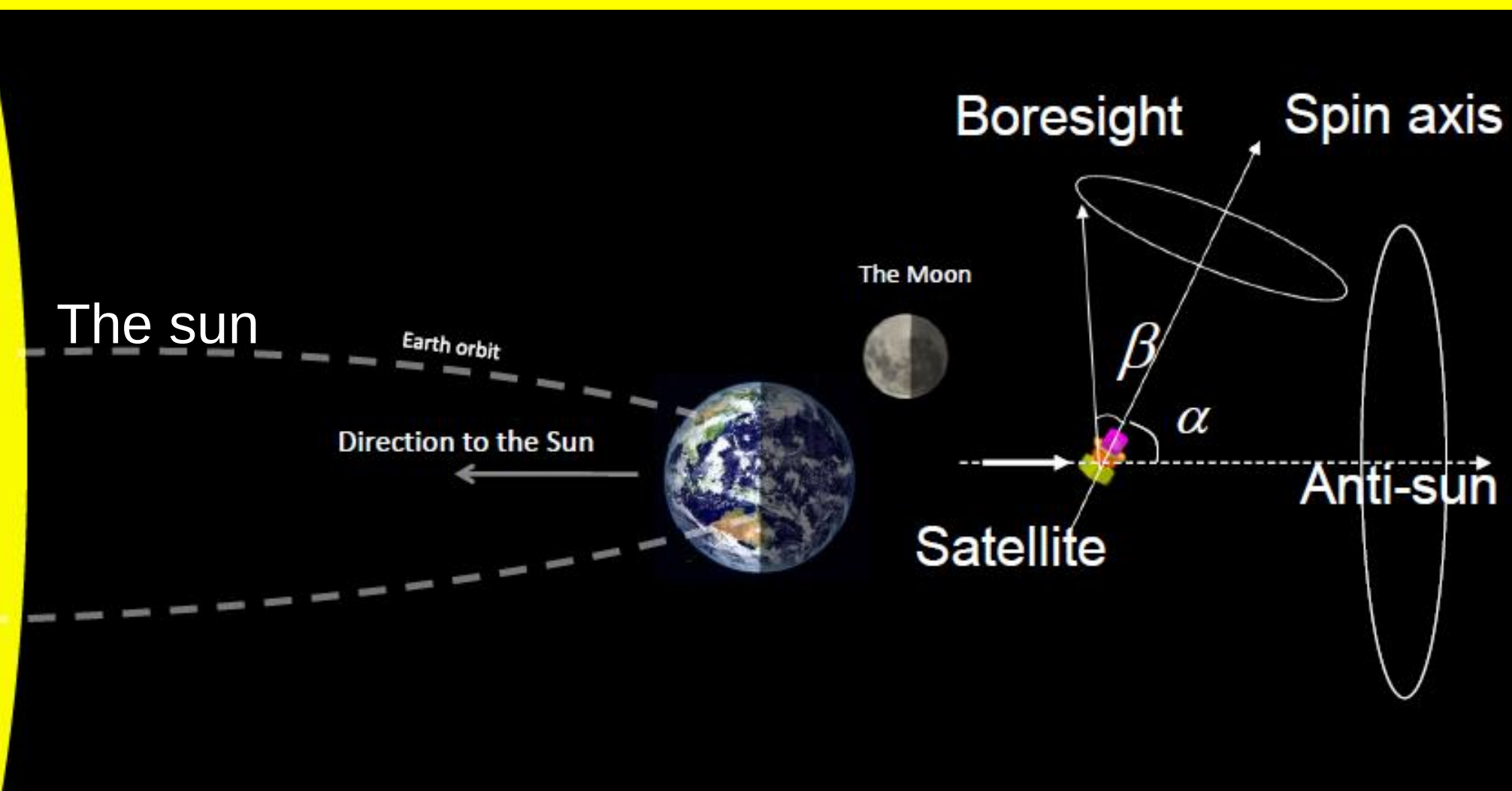
冷凍機システム

- 初段冷凍機(JT/ST coolers)
- 断熱消磁冷凍機(ADR)

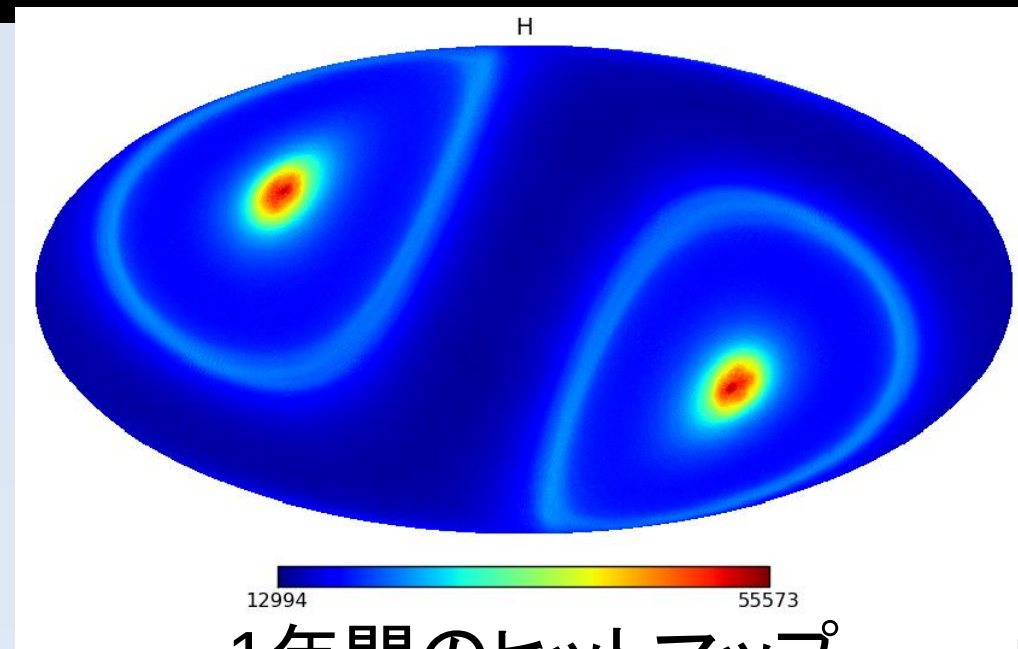
日本独自の冷凍機と熱制御技術により、CMB観測衛星としては画期的に小型軽量なものを目指す

LiteBIRD衛星の全天スキャン方法

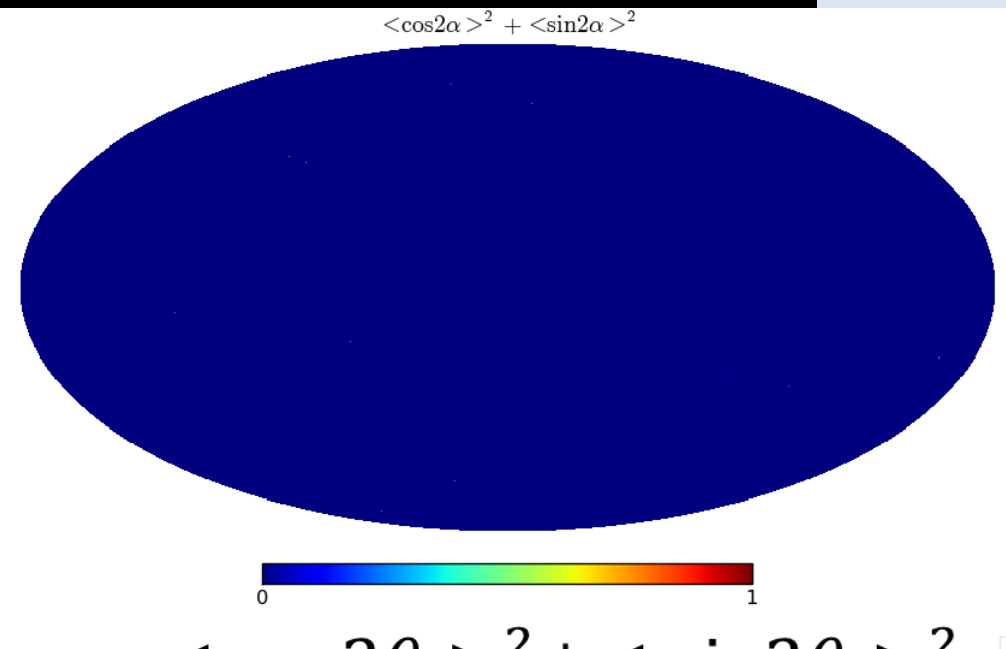
全天を万遍なく観測(スキャン一様性):ある空のピクセルを一樣な方向から掃引(観測偏向角一様性)・太陽からのサイドローブへの入り込みを最小限にする。



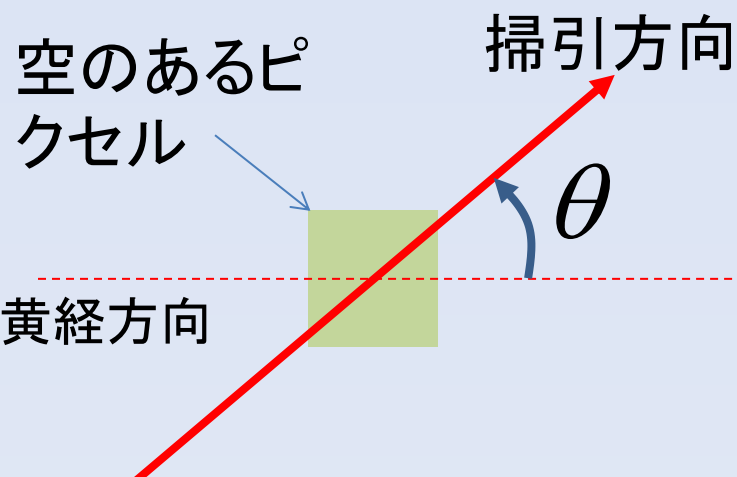
L2の場合:
 $\alpha = 65 \text{ deg.}$
 $\beta = 30 \text{ deg.}$
Precession : ~90 min.
Spin rate : 0.1 rpm
Data rate : 330kbps
Telemetry : X-band 8Mbps



1年間のヒットマップ



$c = \langle \cos 2\theta \rangle^2 + \langle \sin 2\theta \rangle^2$



空のあるピクセル
掃引方向
 θ
黄経方向

LiteBIRDワーキンググループ

❖ 69名のメンバー

❖ 国際的かつ学際的

KEK
小栗 秀悟
木村 誠宏
佐藤 伸明
鈴木 敏一
田島 治
茅根 裕司
都丸 隆行
永田 竜
羽澄 昌史 (PI)
長谷川 雅也
服部 香里
堀 泰人
松村 知岳
森井 秀樹
山口 博史
吉田 光宏

JAXA
河野 功
坂井 真一郎
佐藤 洋一
篠崎 慶亮
杉田 寛之
竹井 洋
西堀 俊幸
野田 篤司
福家 英之
松原 英雄
満田 和久
山崎 典子
吉田 哲也
四元 和彦
和田 武彦

UC Berkeley
Adan Ghribi
William Holzapfel
Adrian Lee (US PI)
Paul Richards
Aritoki Suzuki

McGill U.
Matt Dobbs

LBNL
Julian Borrill

筑波大
永井 誠

X線天文学 (JAXA)

赤外線天文学 (JAXA)

JAXA技術者、SE室、Mission Design Support Group

岡山太
石野 宏和
樹林 敦子
岐部 佳朗

核融合研
高田 卓

大阪大
高倉 理

Kavli IPMU
片山 伸彦
西野 玄記

横浜国大
中村 正吾
夏目浩太
村山 慧

大阪府大
小川 英夫
木村 公洋
高津 湊

東北大
石徹白 晃治
服部 誠
森嶋 隆裕

近畿大
大田 泉

埼玉大
成瀬 雅人

国立天文台
鵜澤 佳徳
唐津 謙一
関本 裕太郎
野口 卓

理研
大谷 知行
古賀 健祐
美馬 寛

CMB実験 (Berkeley, KEK, McGill, Eiichiro)

超伝導検出器開発 (Berkeley, 岡山, KEK, 国立天文台, 理研 etc.)