2018/3/17
日本天文学会 2018 年春季年会

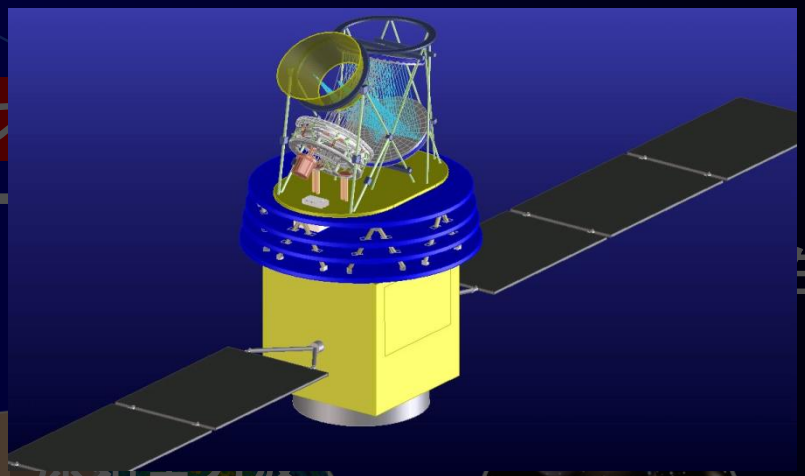
CMB偏光観測衛星 LiteBIRD における系統誤差の研究 XI

~ On the systematic effects of LiteBIRD observation XI ~

永田 竜（KEK 素核研 CMB）、今田大皓（ISAS / JAXA）、金井啓晃（横浜国立大）
他 LiteBIRD phase A1 team

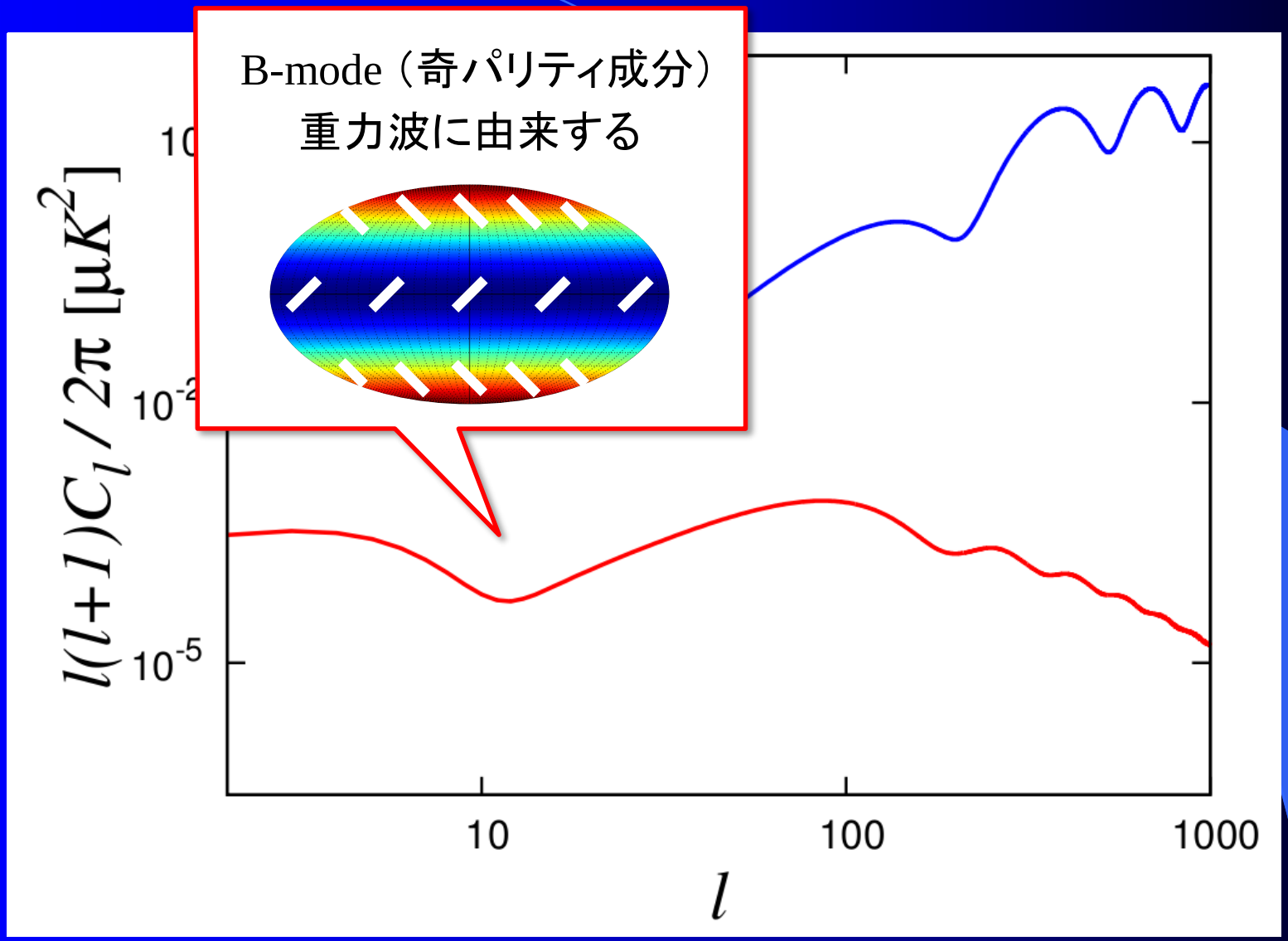
インフレーションと原始重力波

LiteBIRD
プロジェクト概要

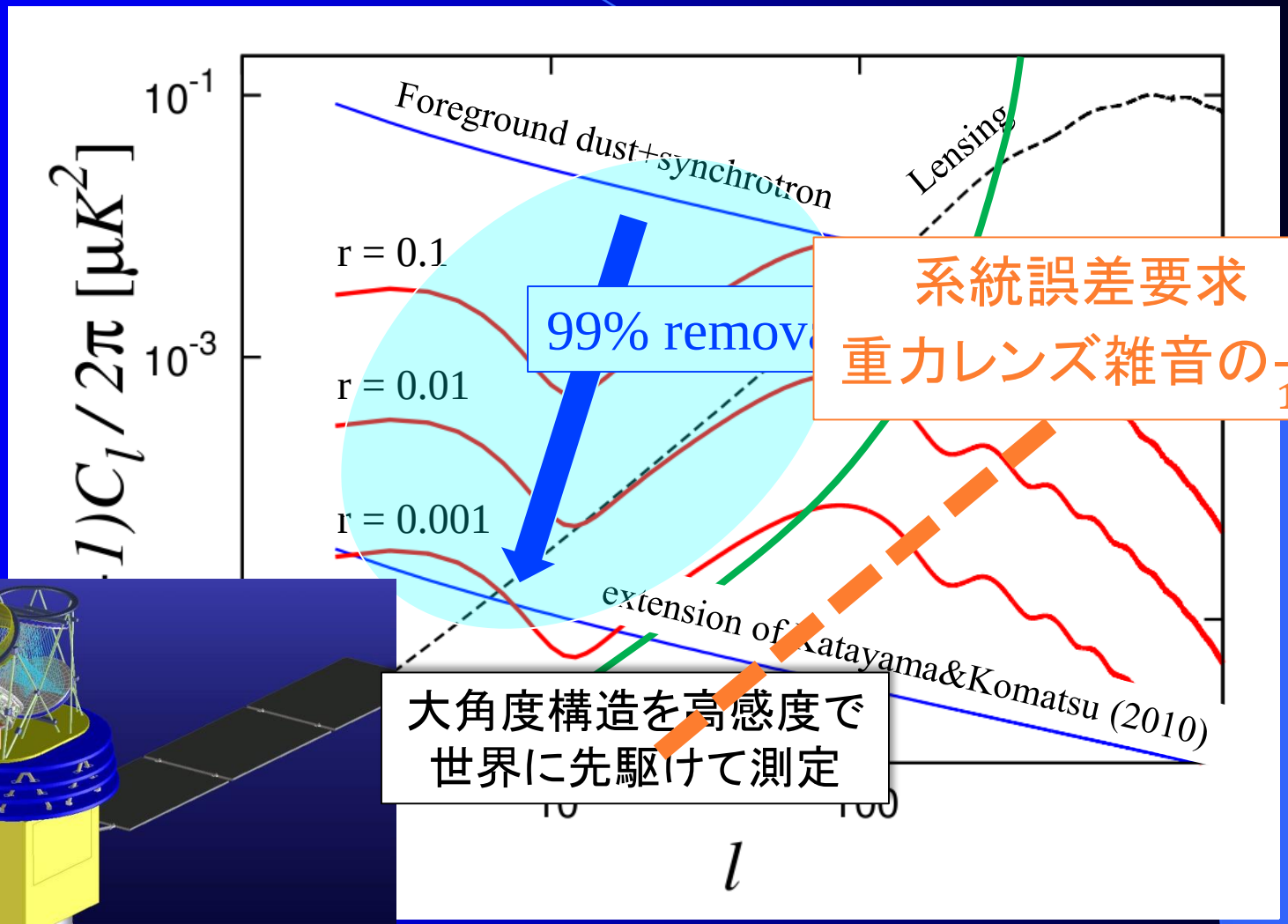


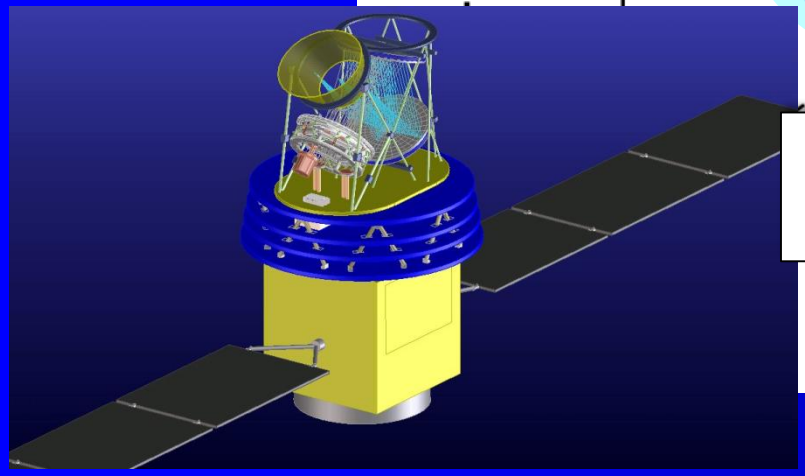
- サイエンスゴール
  インフレーション理論の検証
- 観測
  マイクロ波背景輻射（ミリ波）偏光の全天地図作成（30分角まで分解）
- 戦略
  - インフレーション由来の原始重力波に特化した観測
  - 大型望遠鏡による地上観測との相乗効果
- プロジェクトの現況
  - JAXA 科学衛星ワーキンググループの1つ
  - 2020年代中盤の打ち上げを目指し、
    100名を超える実験コミュニティにより検討を推進中

LiteBIRD による偏光地図の作成



LiteBIRD の観測戦略と系統誤差要求



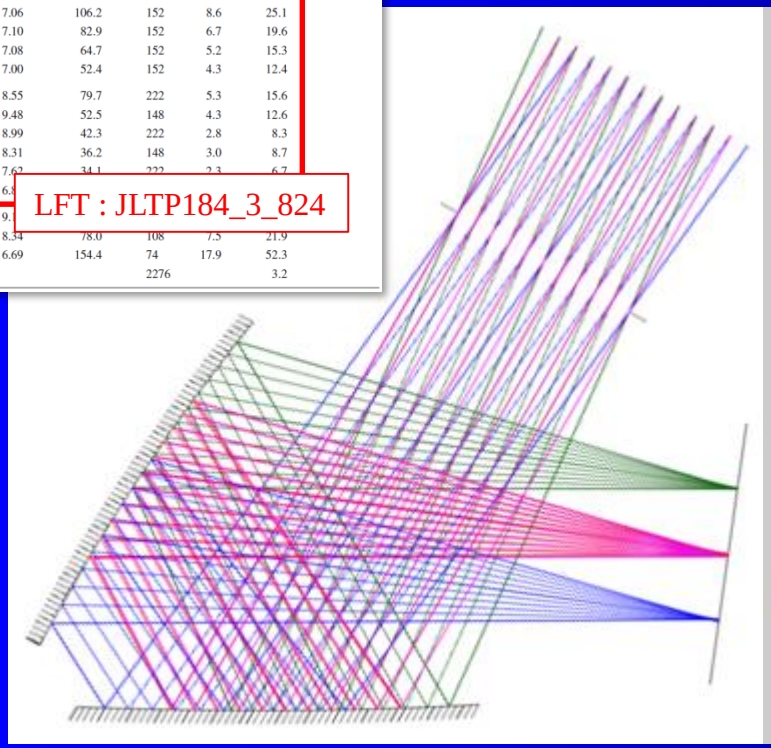


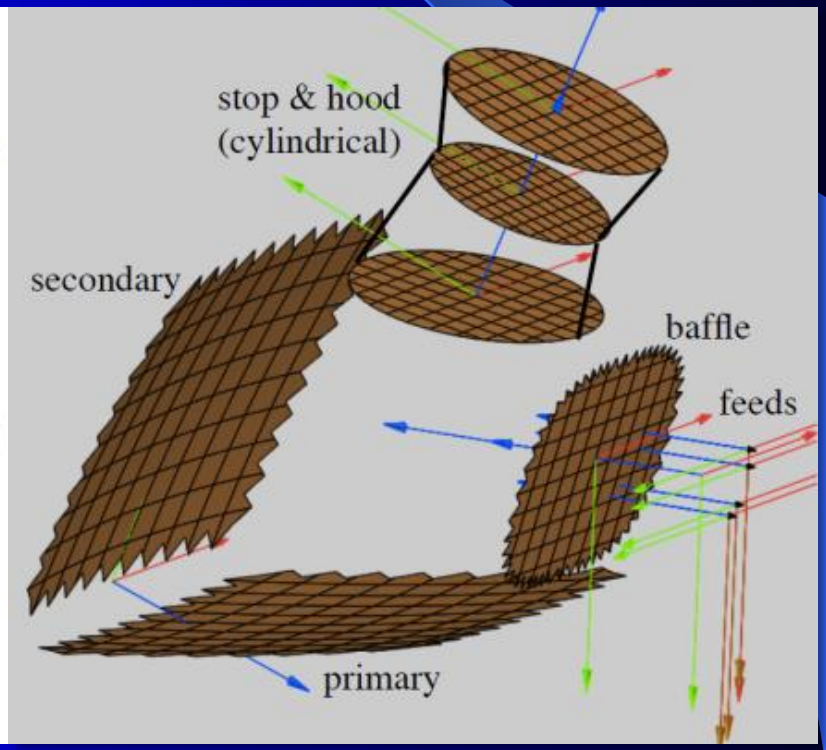
光学系の特性評価

LiteBIRD の主光学系はコンパクトかつ広視野なクロスドラゴン望遠鏡が検討されている。GRASPシミュレーションによる物理光学計算に基づいたビームパターンを用い、光学特性がサイエンスに与える影響の評価を行った。

Band (GHz)	Bandwidth ($\Delta\nu/\nu$)	NEP (aW/$\sqrt{\text{Hz}}$)	NET (μK$\sqrt{\text{s}}$)	N_{bolo}	NET_{arr} (μK$\sqrt{\text{s}}$)	Sensitivity with margin (μK arcmin)
40	0.30	7.74	225.9	152	18.3	53.4
50	0.30	7.86	136.9	152	11.1	32.3
60	0.23	7.06	106.2	152	8.6	25.1
68	0.23	7.10	82.9	152	6.7	19.6
78	0.23	7.08	64.7	152	5.2	15.3
89	0.23	7.00	52.4	152	4.3	12.4
100	0.23	8.55	79.7	222	5.3	15.6
119	0.30	9.48	52.5	148	4.3	12.6
140	0.30	8.99	42.3	222	2.8	8.3
166	0.30	8.31	36.2	148	3.0	8.7
195	0.30	7.63	34.1	222	2.3	6.7
235	0.30	6.8				
280	0.30	9.				
338	0.30	8.34	78.0	108	7.5	21.9
402	0.23	6.69	154.4	74	17.9	52.3
Total				2276		3.2

LFT : JLTP184_3_824





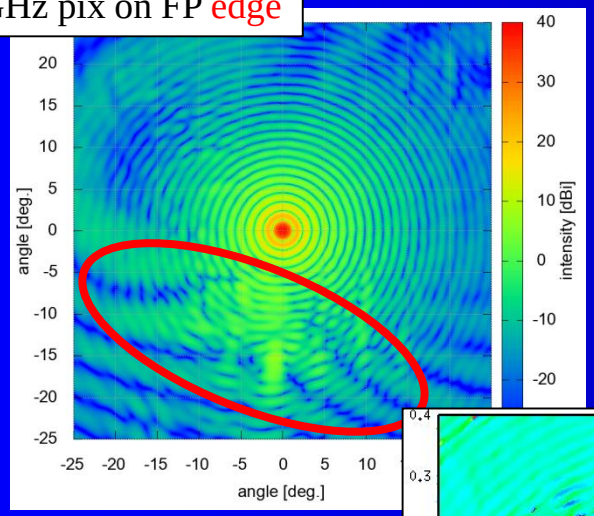
by LiteBIRD optics team

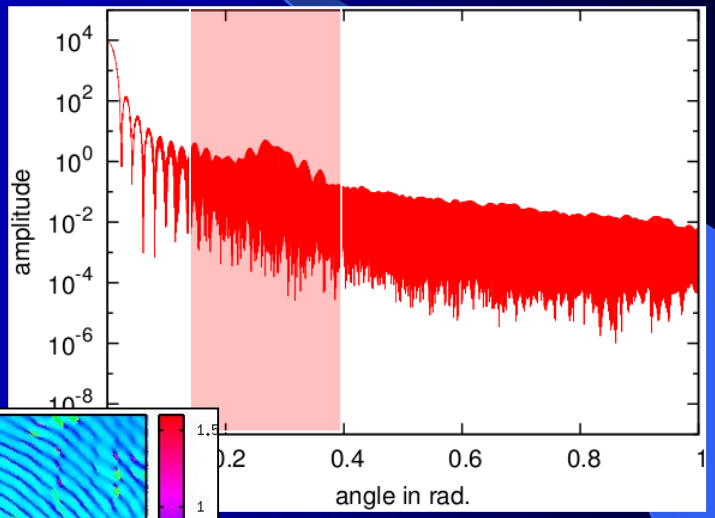
Sidelobe による B-mode の汚染（E2B effect）

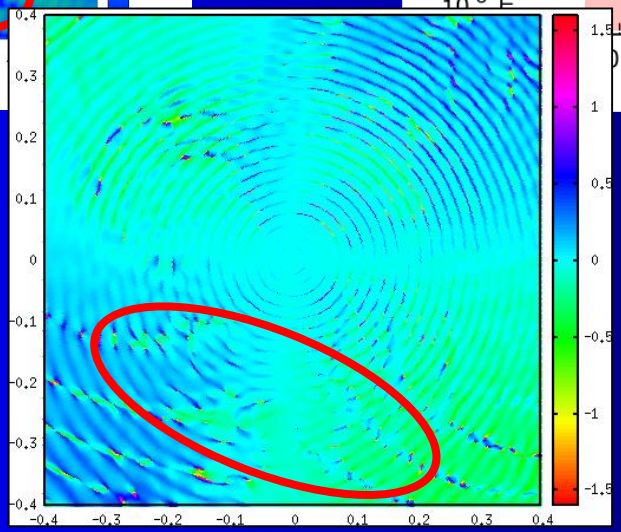
beam が非等方的であると、偏光パターンの空間的な対称性が棄損し、CMB E-mode が B-mode へと変容する。

GRASP simulation by H. Imada

40GHz pix on FP edge

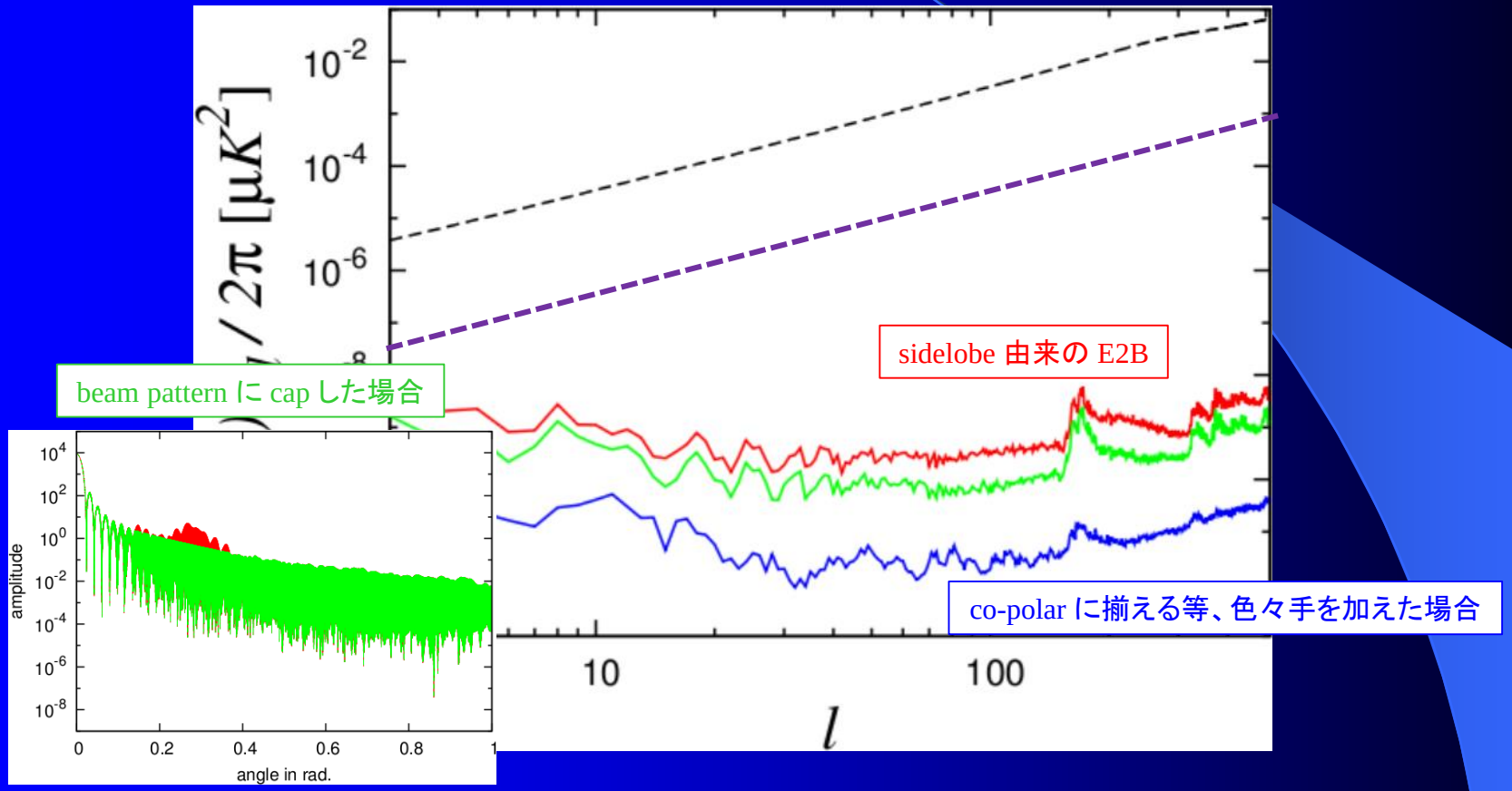






Sidelobe による B-mode の汚染（E2B effect）

ビーム畳み込みシミュレーションの結果

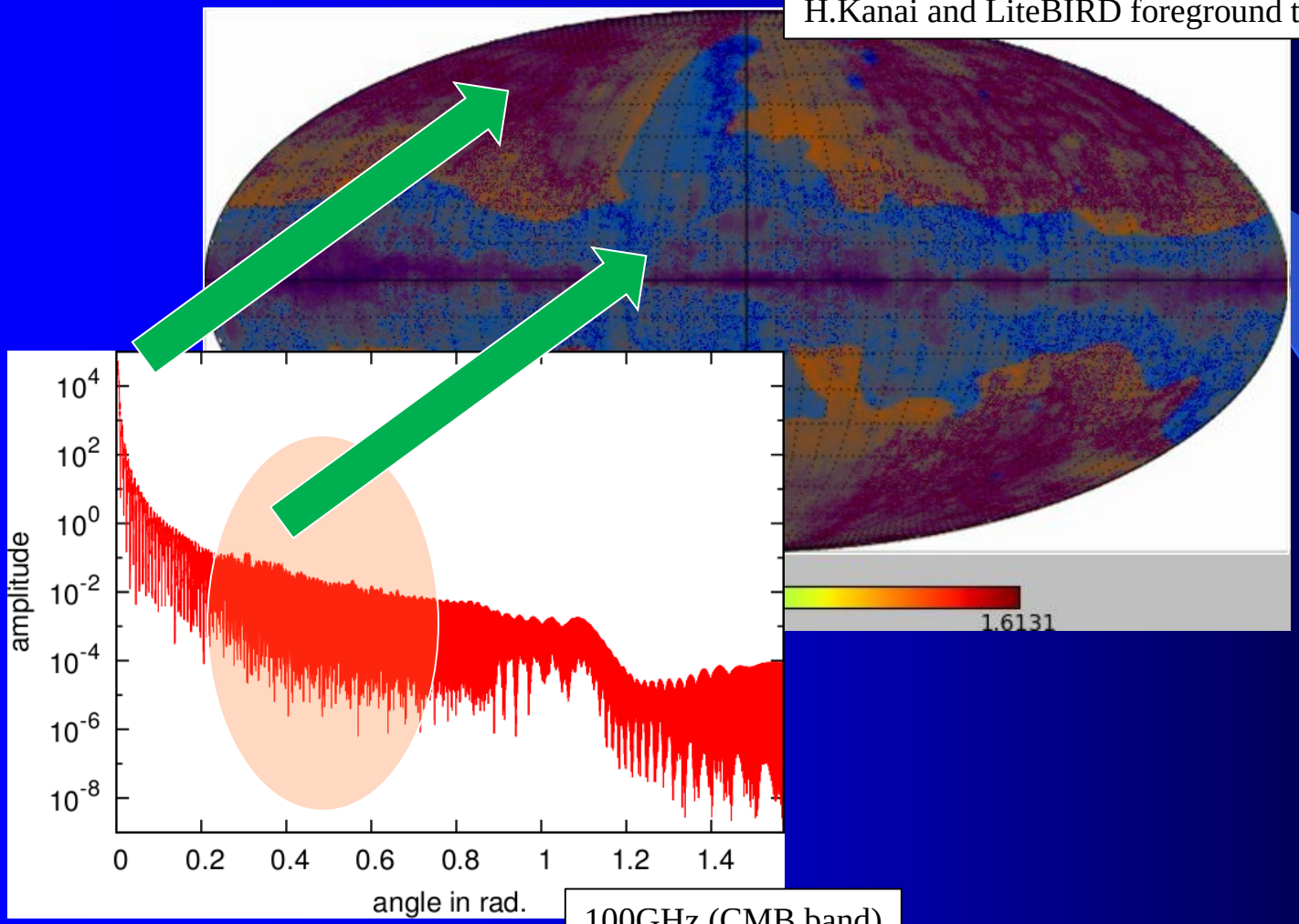


-30dB 程度の非等方構造が作る E2B 汚染は見た目ほど深刻ではない

Far sidelobe pickup of Galactic plane

前景放射の明るい領域はマスクして解析を行うが
far sidelobe を経由した漏れ込が有意な汚染をもたらす。

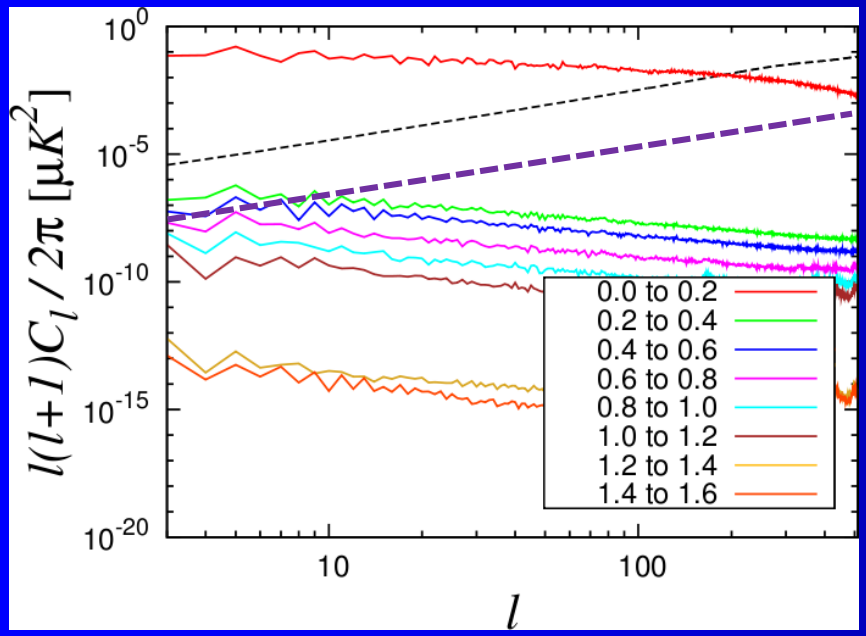
H.Kanai and LiteBIRD foreground team

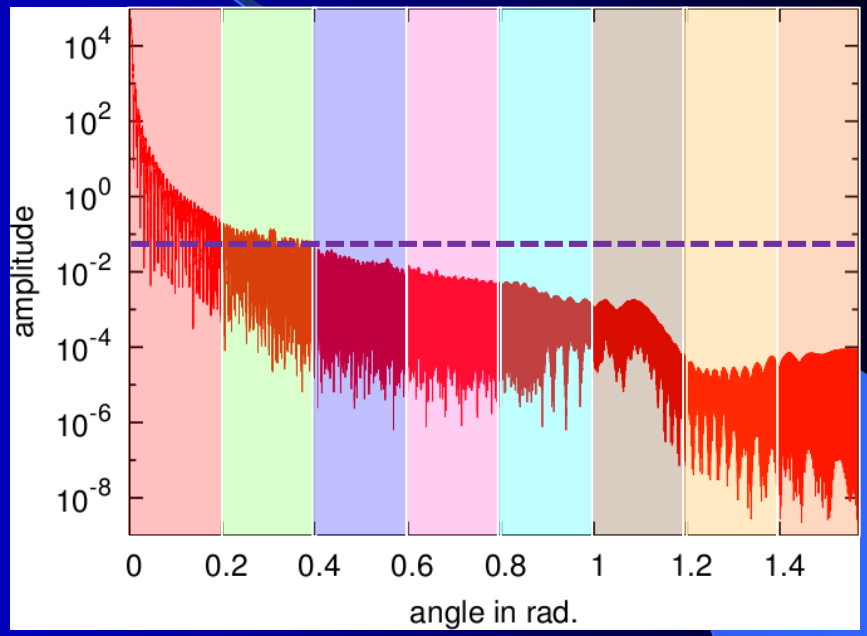


100GHz (CMB band)

Far sidelobe pickup of Galactic plane

ビーム畳み込みシミュレーションの結果



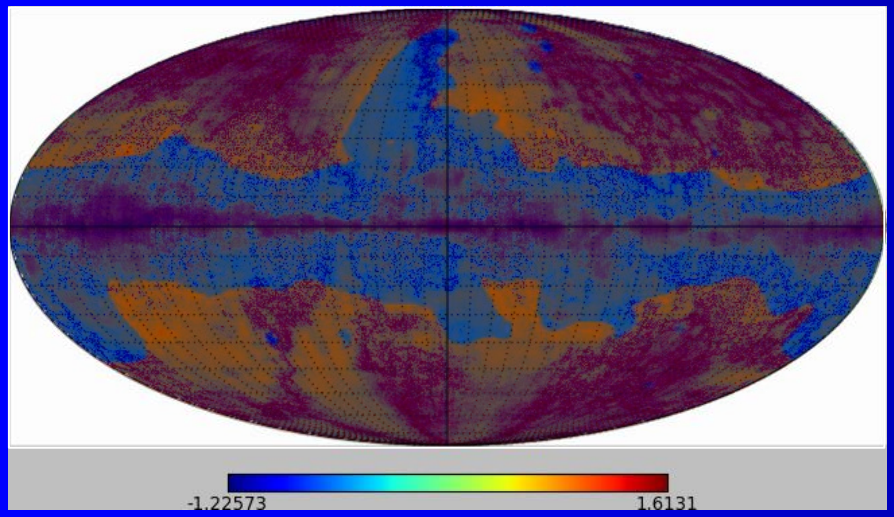


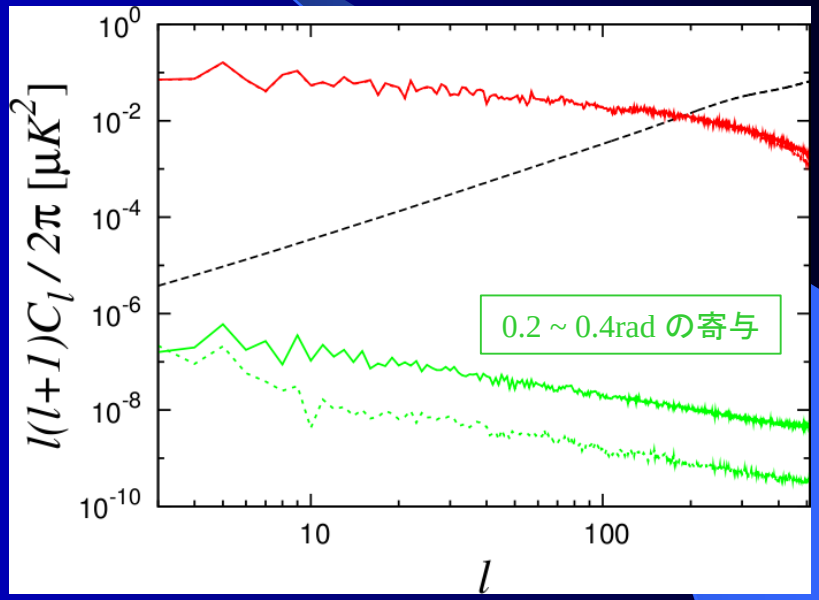
ビーム較正を -60dB の精度で達成して、漏れ込を補正することを要請する

Far sidelobe pickup of Galactic plane

汚染源の検証

予めマスクしたマップでの計算と比較





実際に far sidelobe 経由の汚染の大半はマスクされる領域から来ていると確認

Summary

LiteBIRD の系統誤差研究の一つとして、光学系のファーサイドローブ要求解析を行った。ビーム非等方性による偏光パターンの変質の効果、および銀河面からの輻射流入による信号汚染について、以下の評価結果を得た。

- 焦点面外縁部に位置する素子のビームパターンに生じている -30dB 程度の盛上がったサイドローブ構造からできる B-mode の汚染は lensing B-mode パワーの 1/100 以下であり、許容範囲内である。

- 一方、ファーサイドローブを経由する銀河面からの輻射流入による汚染の評価からは、ビーム較正精度 -60dB レベルが要求された。較正時間、望遠鏡デザイン、誤差バジェットの傾斜配分、など総合的なアプローチで検討を進めるとともに、前景放射除去解析への影響も調査中である。

Numerical computations were carried out on “JAXA Supercomputer System generation 2 (JSS2)” and “Cray XC30 at Center for Computational Astrophysics, National Astronomical Observatory of Japan”.