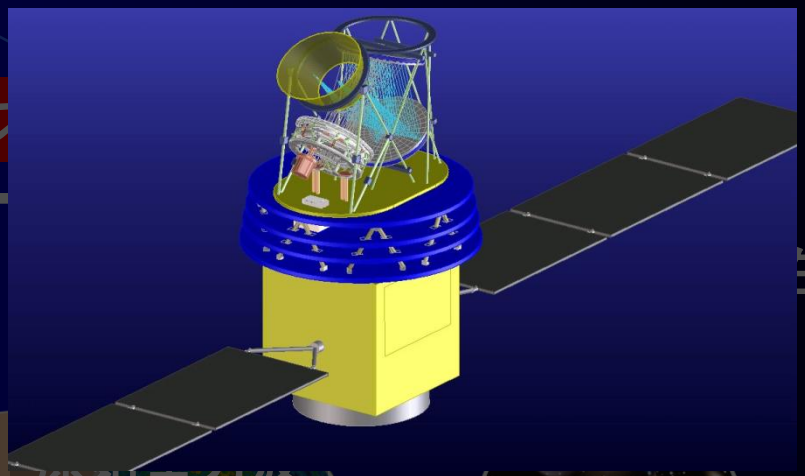
2017/3/17
日本天文学会 2017 年春季年会

CMB偏光観測衛星 LiteBIRD における系統誤差の研究 IX

永田 竜（KEK 素核研 CMB）、今田大皓（ISAS）、市來淨與（名古屋大学）
他 LiteBIRD working group

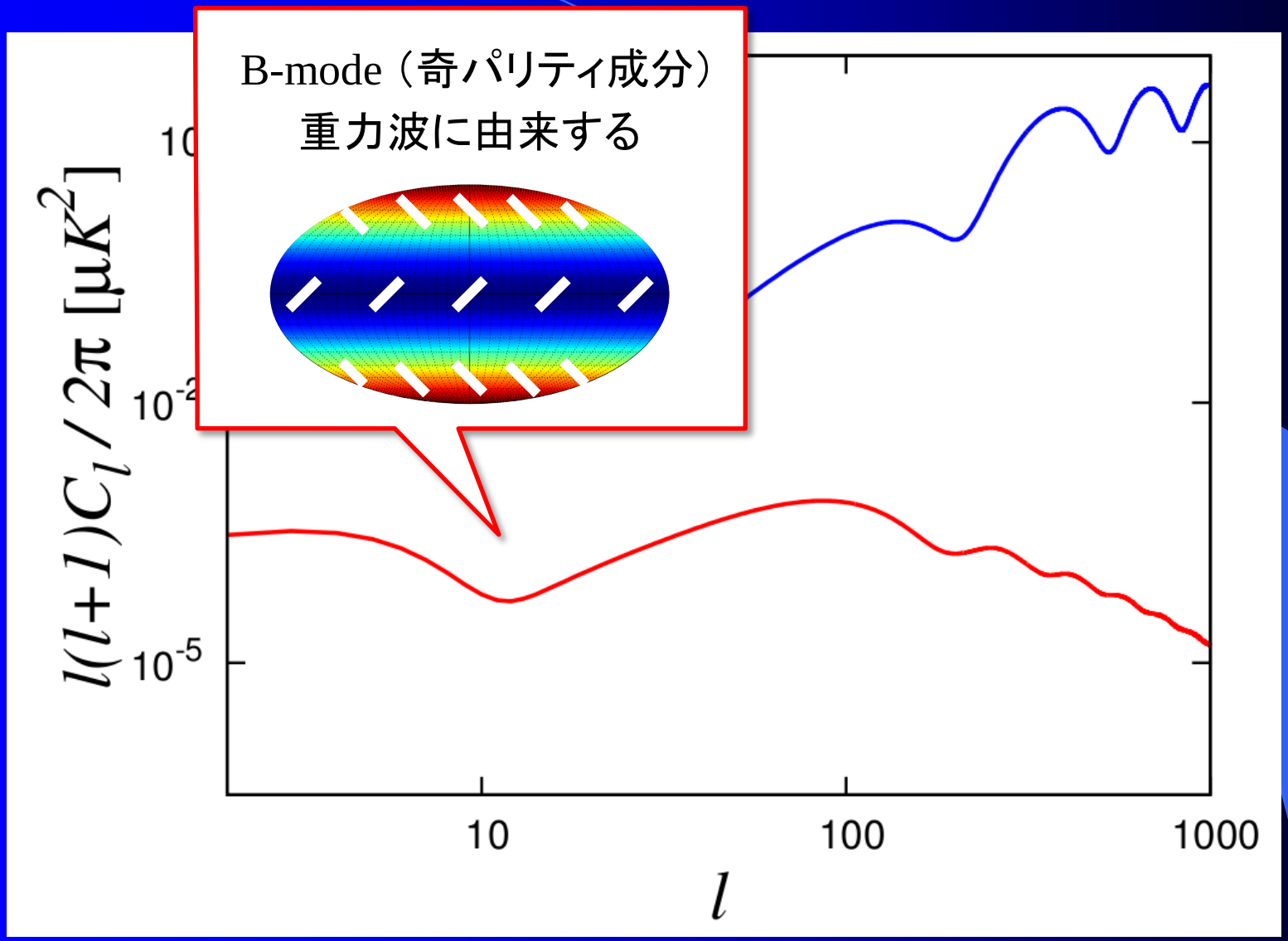
インフレーションと原始重力波

LiteBIRD
プロジェクト概要

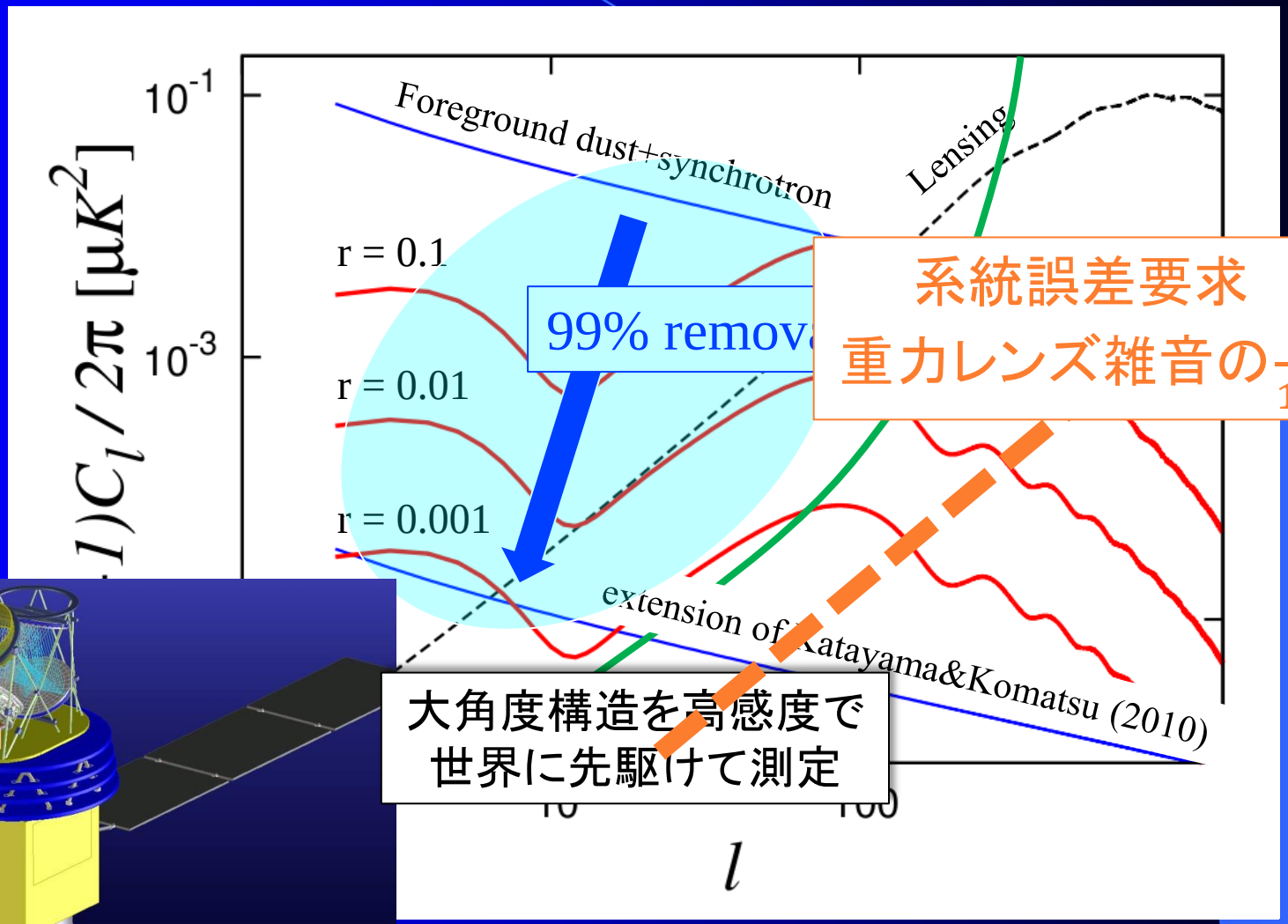


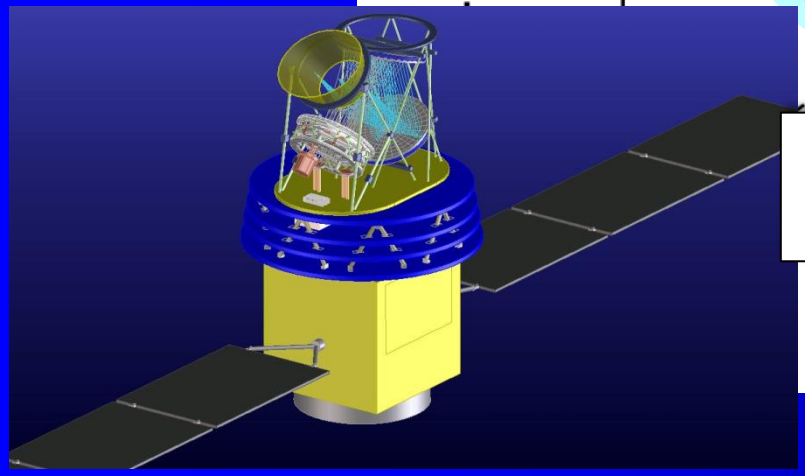
- サイエンスゴール
  インフレーション理論の検証
- 観測
  マイクロ波背景輻射（ミリ波）偏光の全天地図作成（30分角まで分解）
- 戦略
  - インフレーション由来の原始重力波に特化した観測
  - 大型望遠鏡による地上観測との相乗効果
- プロジェクトの現況
  - JAXA 科学衛星ワーキンググループの1つ
  - 2020年代中盤の打ち上げを目指し、
    100名を超える実験コミュニティにより検討を推進中

LiteBIRD による偏光地図の作成



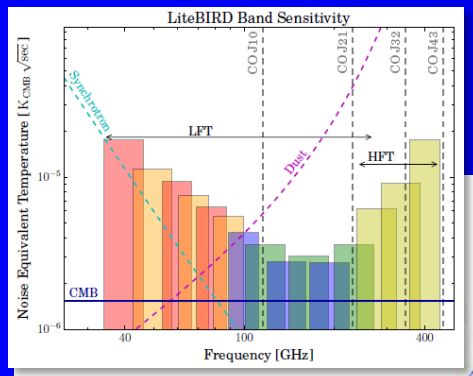
LiteBIRD の観測戦略と系統誤差要求

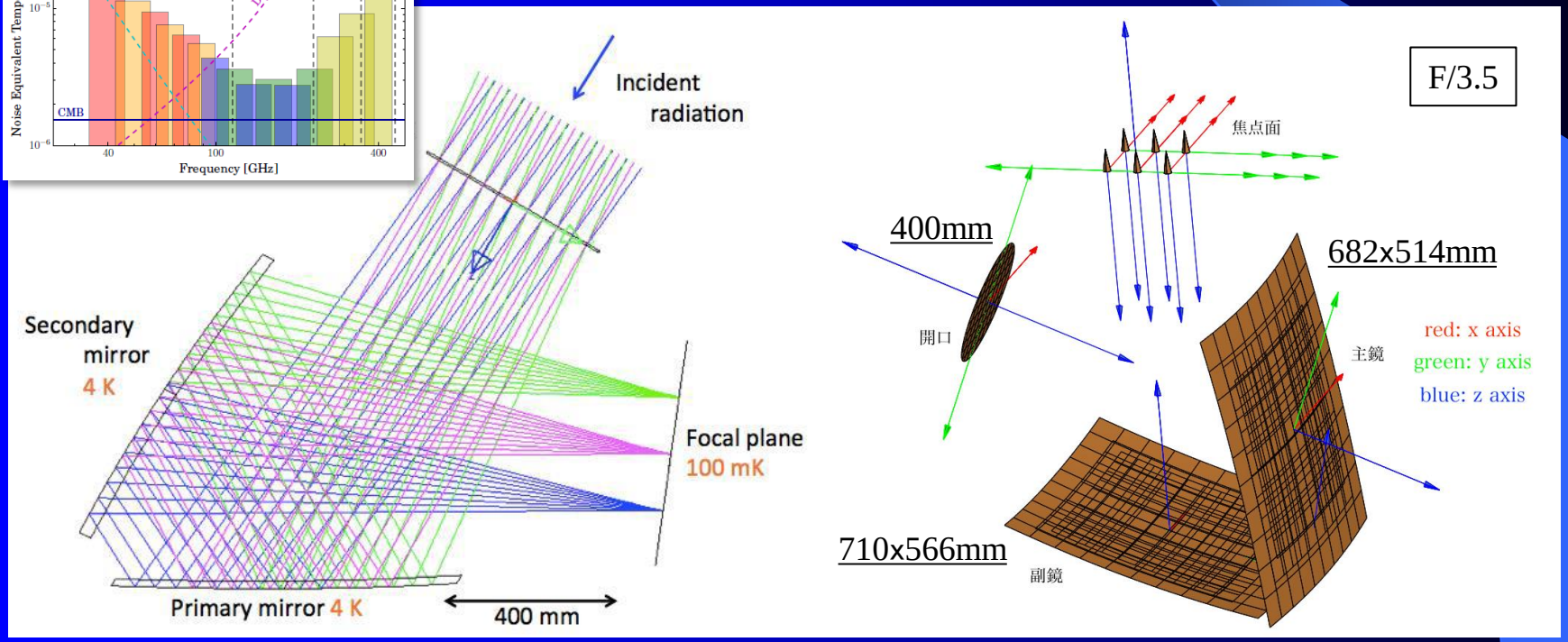




光学系の特性評価

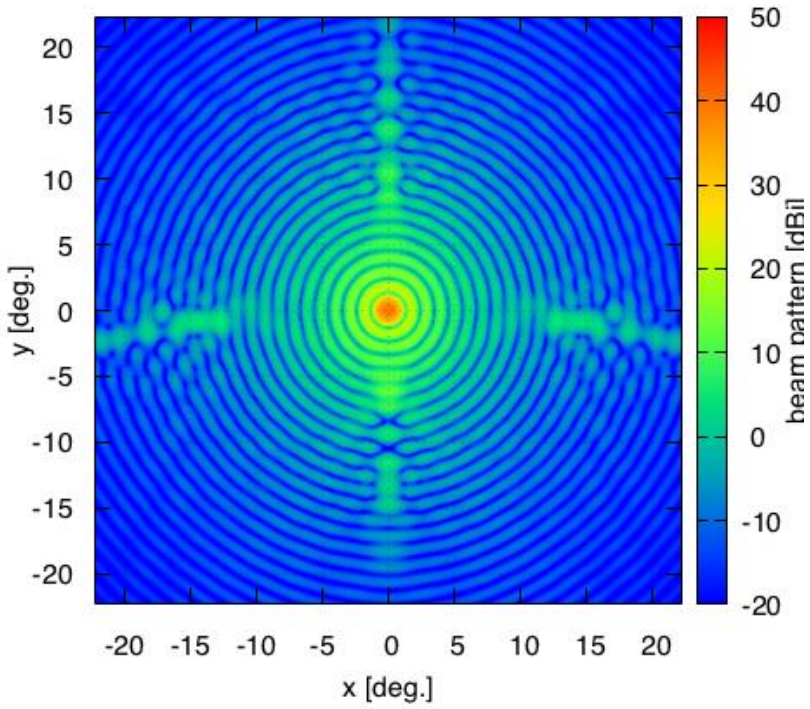
LiteBIRD の主光学系はコンパクトかつ広視野なクロスドラゴン望遠鏡が検討されている。クロスドラゴン型光学系モデルに基づいたビームパターンが、サイエンスに与える影響の評価を行った。

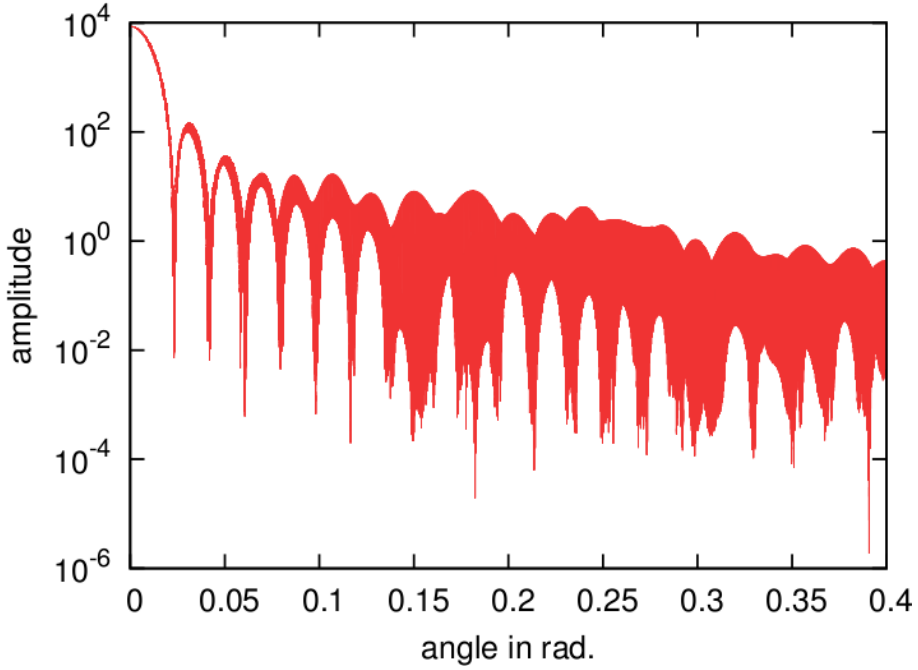




by LiteBIRD optics team

LiteBIRD 40GHz beam pattern



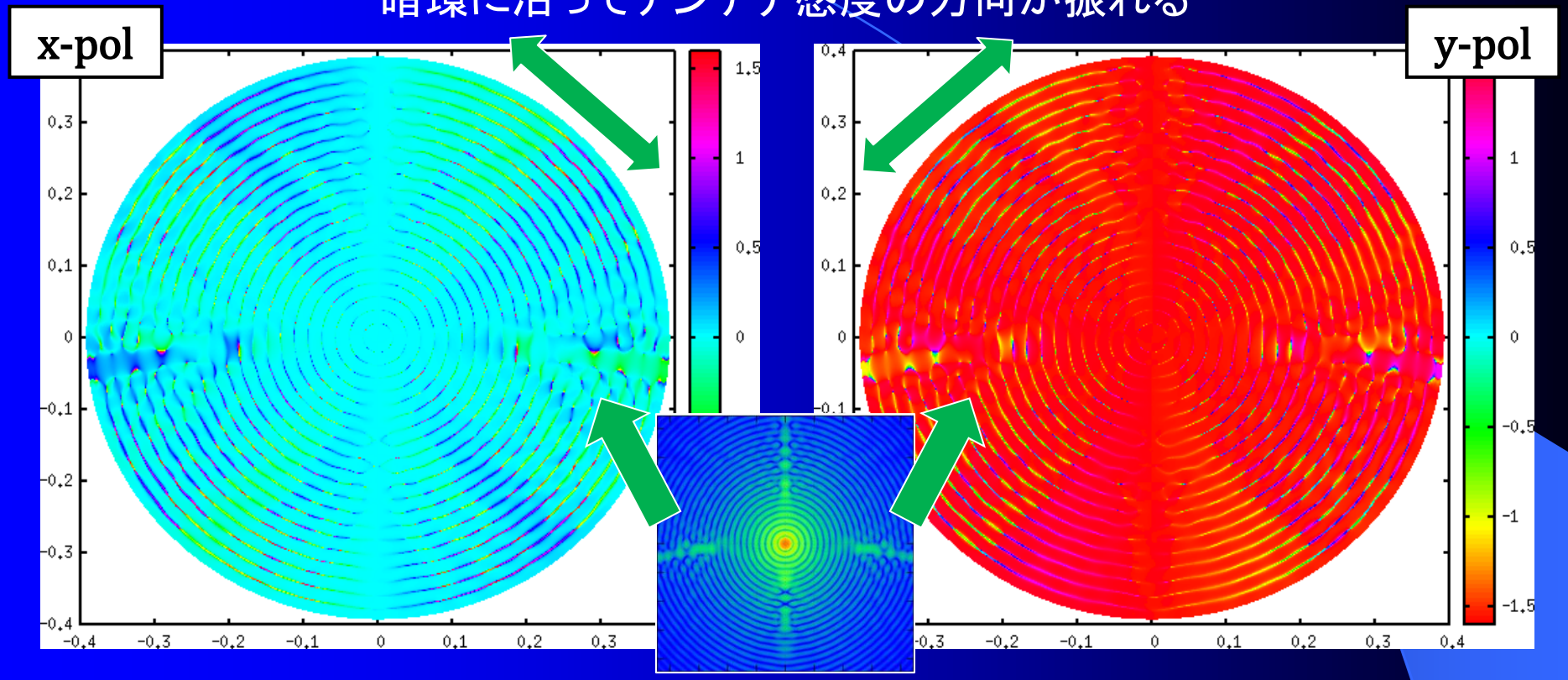


GRASP simulation by H. Imada

主鏡 / 副鏡の外縁部の影響により
x / y 軸に沿ってビームパターンに不規則な構造が生じる。

Sky projection of antenna sensitivity direction

暗環に沿ってアンテナ感度の方向が振れる

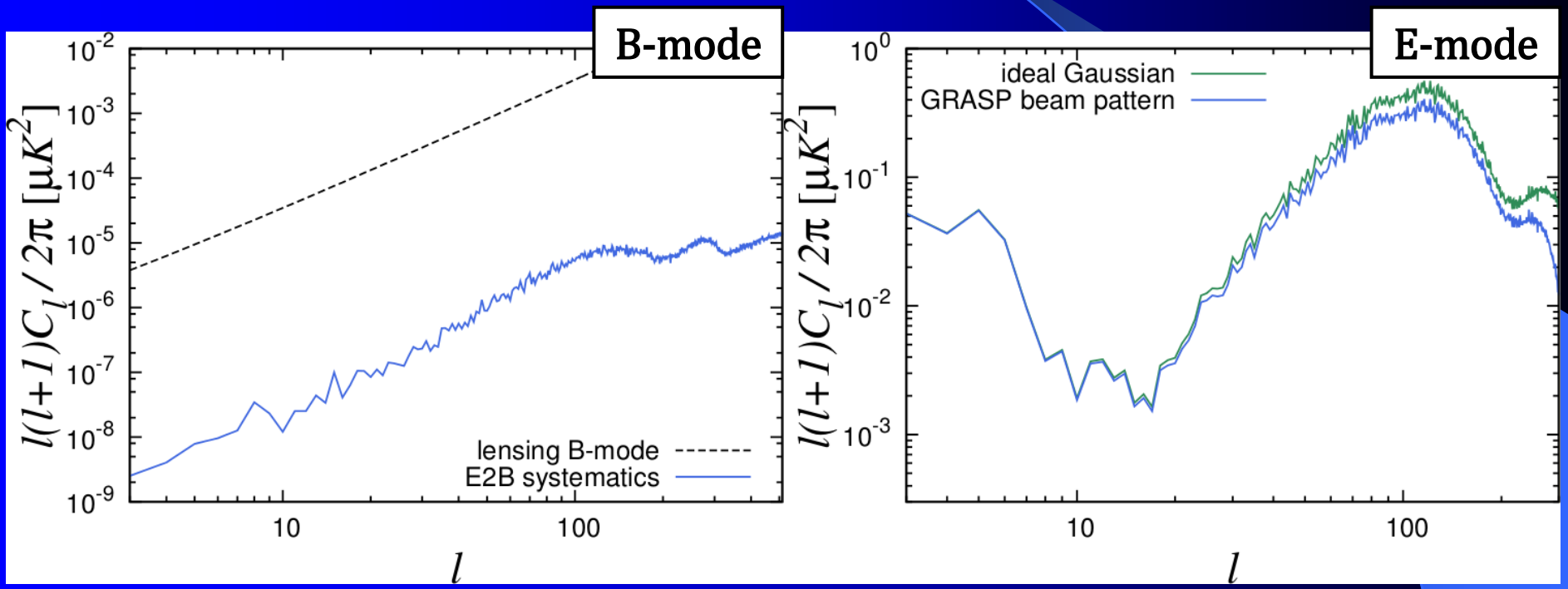


左右に延びたサイドローブ上で感度方向が外向きに広がる

⇒ビーム振幅や感度方向の分布を偏光信号の畳み込みに組み込んだシミュレーションを実行

Beam imperfection による系統誤差

sampling rate 10Hz でサンプリング毎にビームパターンの畳み込みを実行、scan & map making のシミュレーションを行った。

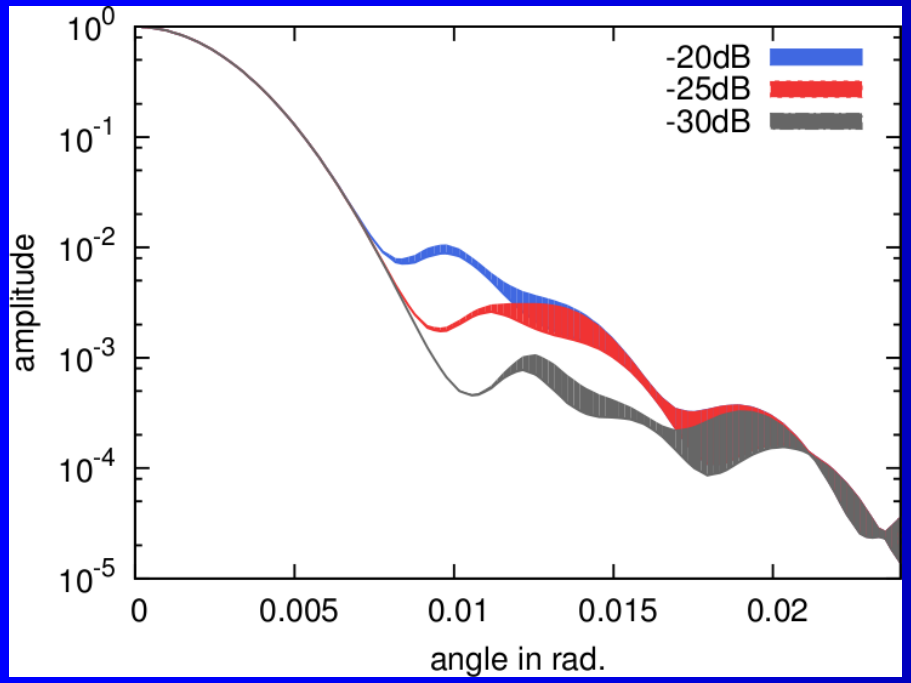


E2B leakage による B-mode の汚染は軽微である一方、有効径の増大による E-mode 自体のバイアスがパラメター推定に与える影響が懸念される。

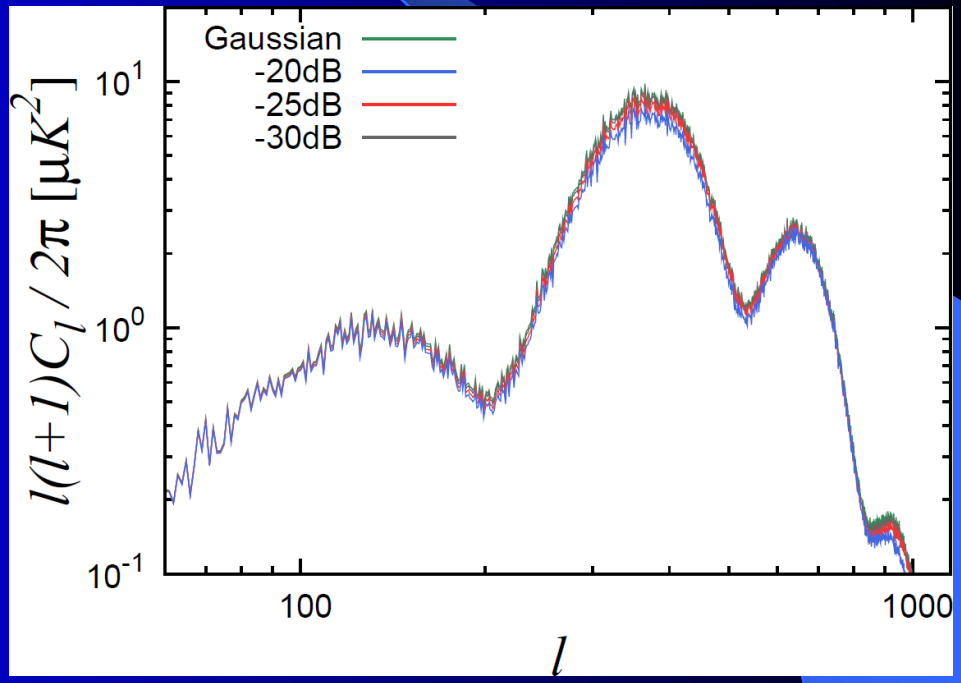
E-mode bias と宇宙論パラメター

パラメター推定において high ell E-mode のバイアスが
原始重力波の評価に影響するか？

sidelobe model



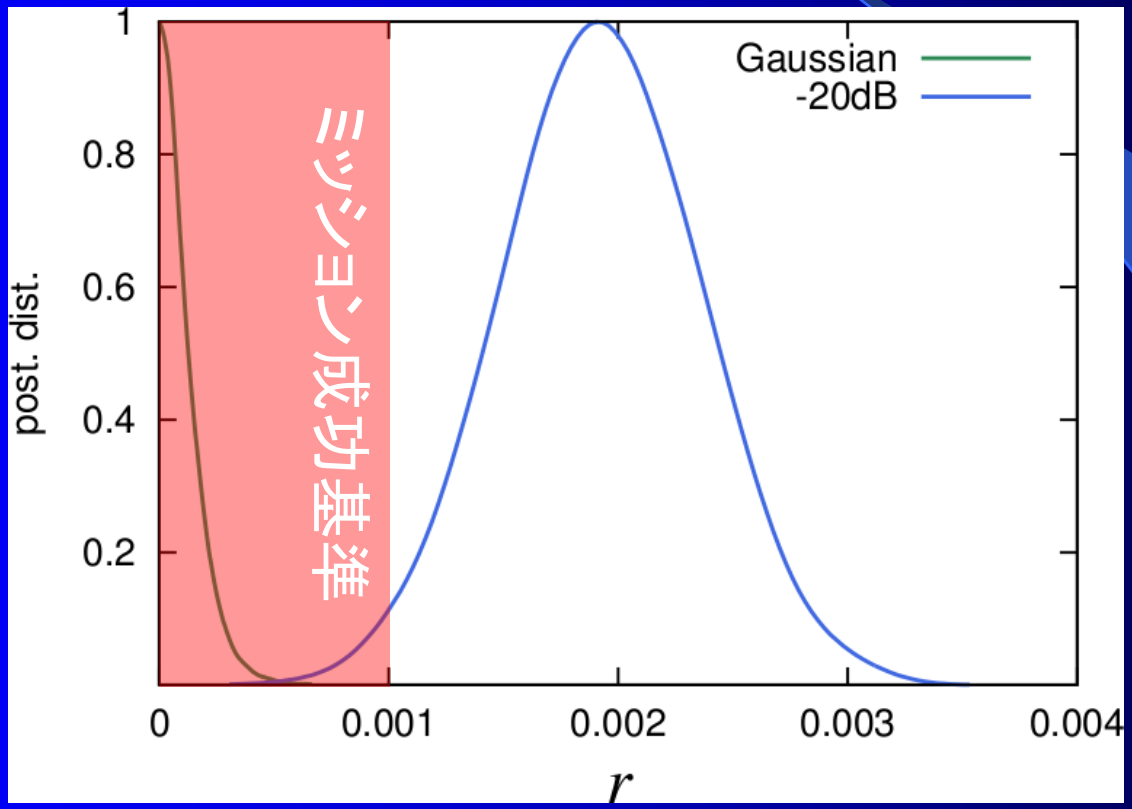
bias in C_l^{EE}



見えてないサイドローブが尤度解析に与える影響をシミュレーション

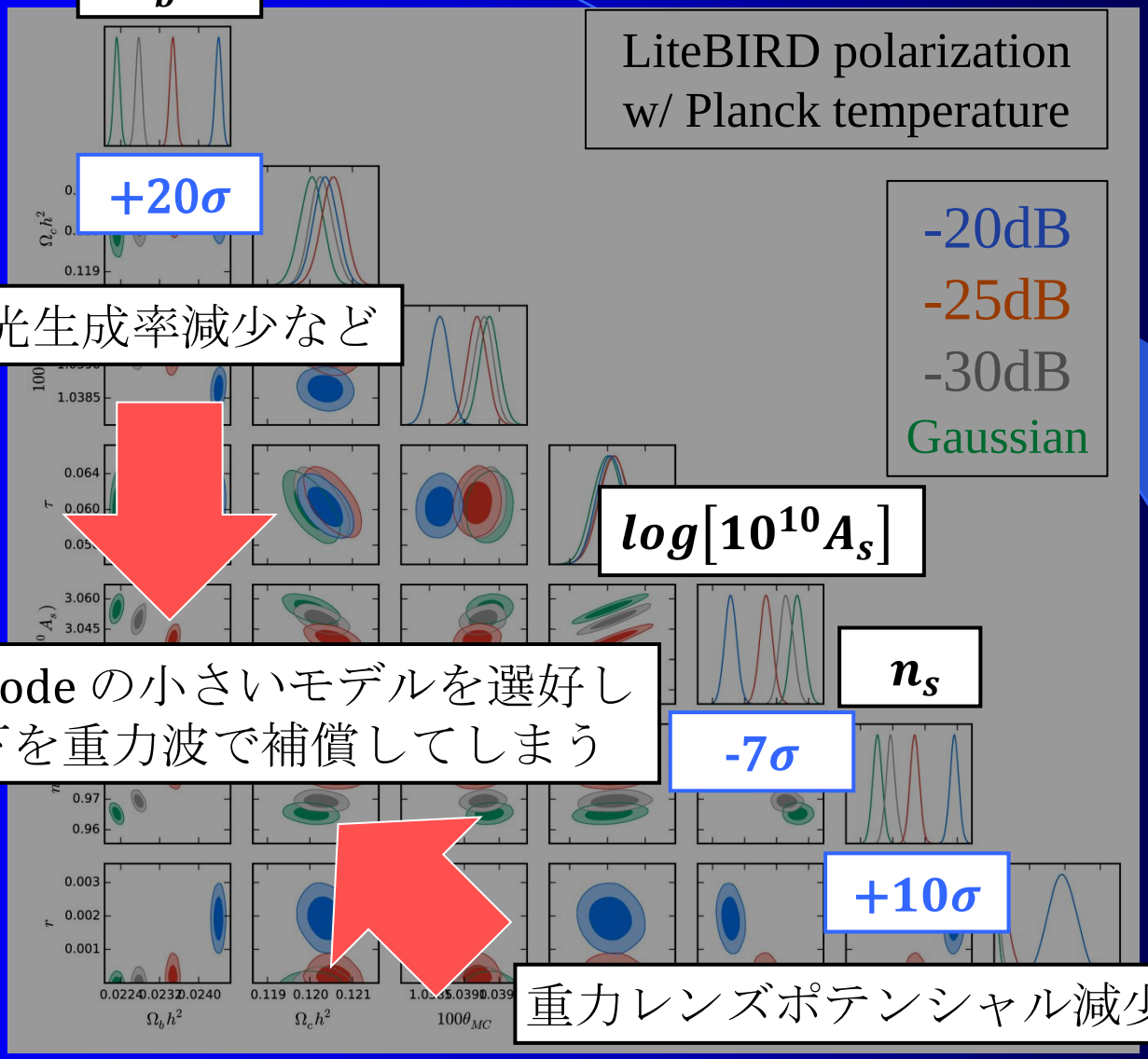
Sidelobe contaminated posterior dist.

LiteBIRD pol. w/ Planck temperature（T/E/B included）



likelihood simulation by K. Ichiki

Posterior distribution of cosmological parameters



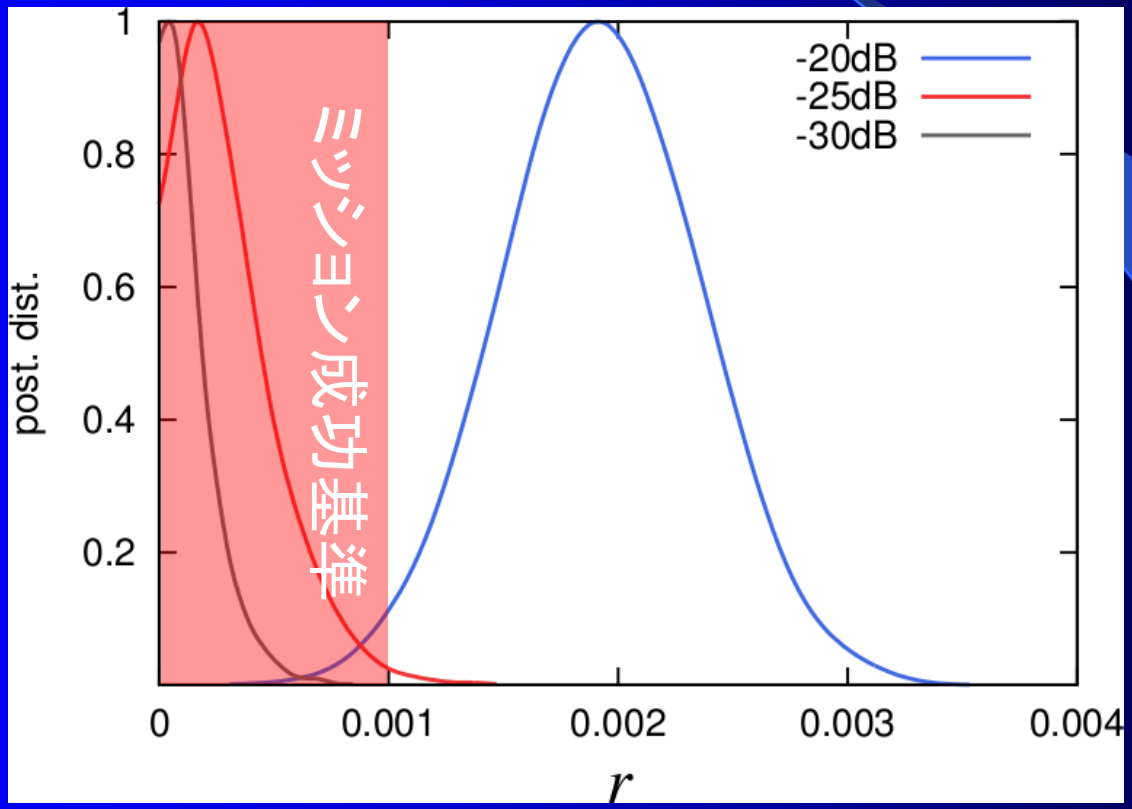
偏光生成率減少など

lensing B-mode の小さいモデルを選好し
振幅の低下を重力波で補償してしまう

重力レンズポテンシャル減少など

Sidelobe dependence of “ r ” estimation

LiteBIRD pol. w/ Planck temperature（T/E/B included）



⇒ -30dB レベルでのサイドローブ較正が求められる

Summary

LiteBIRD の系統誤差研究の一つとして、ビームパターンの不完全性に由来する偏光パターンの汚染を検討した。偏光信号の主成分を占める E-mode の測り損ねによる系統誤差ついて、以下の評価結果を得た。

- メインビームと、そこから 20度角までのサイドローブに関して、ビームパターンの異方性から生じる B-mode の汚染は lensing B-mode パワーの 1/1000 程度であり、その影響は軽微である。

- 一方、E-mode は ell~1000 まで測定できる目算であるものの、サイドローブの不定性を適切に考慮せず尤度解析を行うと、主たるサイエンスである原始重力波検出を棄損する。ビーム径程度の side fringe をモデルケースとした評価では、ビーム較正の精度が -30dB レベルまで要求される結果となった。