

## 宇宙マイクロ波背景放射(CMB)偏光観測実験グループ活動報告

羽澄 昌史

## ビッグバン以前を探る CMB 偏光観測と KEK CMB 観測グループ

インフレーション仮説の検証は現代宇宙論の最重要課題の一つである。インフレーションに起因する原始重力波の検証なくしてこれは完成しない。CMB の偏光パターン (B モード偏光) は、「時空に浮かぶ天然の原始重力波記録装置」であり、原始重力波発見の最も有効な道具として注目されている。さらに CMB 偏光観測はインフレーションの背後にある量子重力理論 (超弦理論等) の検証の道を拓くものとして、高エネルギー物理学としても極めて重要な課題である。2012 年 2 月に公開された高エネルギー物理学将来計画検討小委員会答申においても、高いポテンシャルを持った中小規模計画を (ILC などの) 大計画と並進して推進することにより多角的に新しい物理を探求していくことが必要であり、CMB 偏光観測によるインフレーション検証はそれに該当する研究である、とされている。

素核研 CMB グループは 2007 年度より活動を開始し、KEK 内サポート研究者・技術者を含めた約 30 名のメンバーで機構横断的に研究を推進している。外部資金の獲得が順調に進み、科学研究費補助金新学術領域研究 (研究領域提案型) 「宇宙創成の物理」(H21-25、領域代表・羽澄昌史)、日本学術振興会「頭脳循環を活性化する若手研究者海外派遣プログラム」(H22-24) などの補助を受けて活動している。科研費新学術に関しては、中間評価で A 評定を得ている。

以下、グループが推進している 3 つのプロジェクト (QUIET、POLARBEAR、LiteBIRD) について進捗を簡潔に述べる。

## QUIET 実験

2007 年 12 月より米国等のグループとの国際協力により QUIET 実験を推進している。2012 年 7 月に、新たな観測結果を論文として The Astrophysical Journal に投稿し、その論文がレビューを通過し掲載された (ApJ 760, 145 (2012))。これは現在世界トップレベルの CMB 偏光観測結果となっている。これとあわせて QUIET 実験装置に関する技術論文も最近レビューを追加し近日中に掲載号



図 1 POLARBEAR 望遠鏡

が決まる予定である (プレプリント arXiv:1207.5562)。

## POLARBEAR 実験

KEK CMB グループの現在の中心プロジェクトが、超伝導検出器アレイを用いた POLARBEAR 実験である。カリフォルニア大バークレー校等と共同で準備をすすめ、望遠鏡 (図 1) をチリに設置し、2012 年 1 月よりチリ・アタカマ高地において観測を開始した。図 2 に CMB 温度観測の例を示す。

POLARBEAR 実験は QUIET より大きな主鏡 (有効直径 2.5m) を持ち、原始重力波に対する高い感度に加え、重力レンズに起因する CMB 偏光 B モードを発見する上で有利なデザインとなっている。重力レンズに起因する B モードはニュートリノ質量和に関してこれまでより厳しい制限を与え、グラビティーノのような新しい粒子に対する感度があるなど、

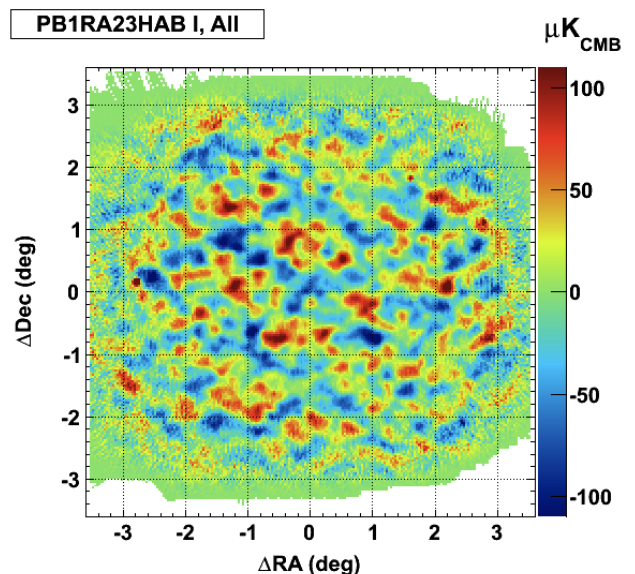


図 2 POLARBEAR で観測された温度揺らぎマップ

素粒子論への寄与も大きいと期待されている。世界的な激しい競争の中で、POLARBEAR 実験は CMB 偏光 B モード発見の有力候補と言える。現在まで順調に観測を続けており、稼働時間は延べ 2500 時間を超えている (図 3)。2013 年度に初期観測結果を発表する予定である。

KEK では二台目の望遠鏡を導入する POLARBEAR-2 も推進しており、超伝導低温工学センターを中心としてレーザー製作を進めている。この計画は KEK 羽澄とカリフォルニア大バークレー校 Adrian Lee 教授の 2 人が共同代表をつとめている。2013 年度中に完成予定であり、2014 年度のチリ配備を目指している。これが完成すれば地上における CMB 偏光観測装置として最高の性能を持つこととなる。図 4 に POLARBEAR-2 レーザーシステムクライオスタットの写真を示す。2012 年度は設計・製作が順調に進み、レーザークライオスタットの製作を行い、光学系クライオスタットの設計を完了した。

#### LiteBIRD 衛星計画

KEK CMB グループでは究極の CMB 偏光観測を行うための小型科学衛星計画 LiteBIRD を提案しており、R&D とデザインを進めている。JAXA 小型科学衛星ワーキンググループ（主査：羽澄昌史）の一つとして承認され、現在国内外の 60 名を超える研究者が活動している。本計画は、宇宙電波懇談会（我が国の電波天文学を中心とした研究者コミュニティ）の推薦する将来計画の中で現在最も評価の高いものであり、日本学術会議天文学・宇宙物理学分科会からの推薦を受けて、学術会議マスタープランへの提案が期待されている。

以上のように、着実に新しい成果論文を出版し、かつ、将来に向けた準備も順調に進めている。今後の観測結果に期待していただきたい。

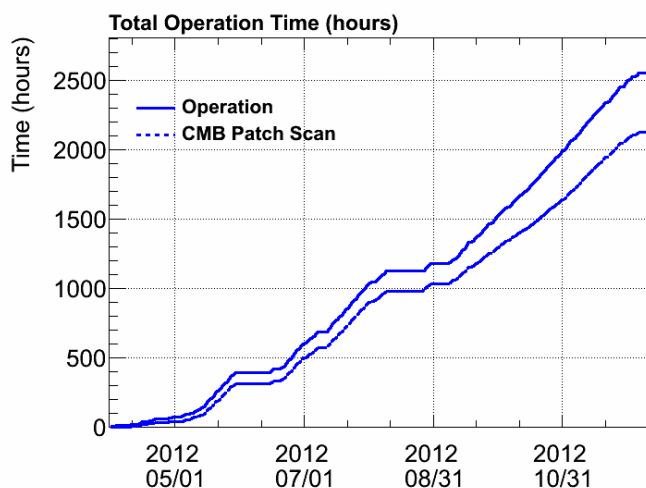


図 3 POLARBEAR 積分観測時間



図 4 POLARBEAR-2 レーザーシステムクライオスタット