

【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



研究課題名 大角度スケール CMB 偏光パターンの地上観測実験によるインフレーション宇宙の解明

理化学研究所・光量子工学研究領域・チームリーダー おおたに ちこう 大谷 知行

研究課題番号: 15H05743 研究者番号: 50281663

研究分野: 数物系科学

キーワード: 宇宙物理 (実験)

【研究の背景・目的】

宇宙初期のビッグバン (高温・高密度状態) は、インフレーションとよばれる時空の加速膨張を源にするという説 (インフレーション宇宙論) が有力であるが、その存在はまだ立証されていない。このインフレーション宇宙論は、宇宙の平坦性問題、モノポール問題、地平線問題といった現代宇宙論に残された課題を一挙に解決する仮説であり、その最も重要な予言が原始重力波の存在である。この原始重力波を測定する最も有力な方法は、宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の偏光に現れる特定のパターン (原始重力波 B モード) の検出である [1]。

原始重力波の探索は世界の様々なグループで試みられてきており、2014 年 3 月には米国の BICEP2 実験が信号の兆候の発見を報告した [2]。しかし、その後、Planck 衛星の観測により銀河系内の星間塵 (ダスト) の影響が大きいことが明らかとなり、発見の是非は依然として未決着のままである [3]。

そこで本研究では、従来の 25 倍に広い天空領域 (図 1) を網羅する地上実験 GroundBIRD を実施し、これまでにない広い空間周波数領域での空間スペクトル測定を行って、世界初の原始重力波 B モード信号の検出を目指す。

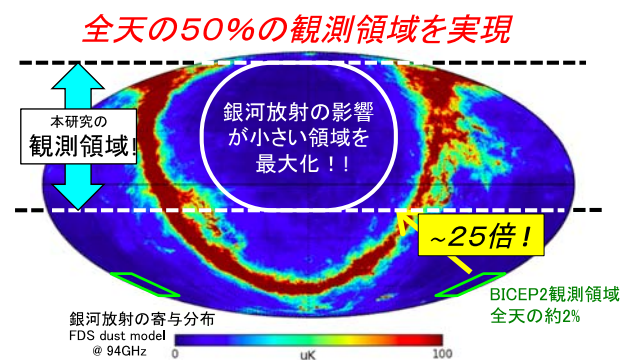


図 1. 本研究でカバーする観測領域

【研究の方法】

現在、世界中の様々な実験が B モードの精密観測をめざして競争しているが、広い領域の観測は困難であった。その理由は、 $1/f$  ゆらぎと呼ばれる出力信号のベースラインゆらぎ対策、装置の系統誤差対策、銀河のダスト放射の影響の理解が不十分だからである。これに対し、本研究では (1) 望遠鏡の高速回転、

(2) 2周波数帯(145, 220 GHz)の同時観測によるダスト成分の正確な除去、(3) 光学系冷却と最先端検出器 MKIDs の活用、(4) ワイヤグリッドを用いた偏光の高精度較正による系統誤差の最小化、といったアイデアによりこれらの困難を打破する。

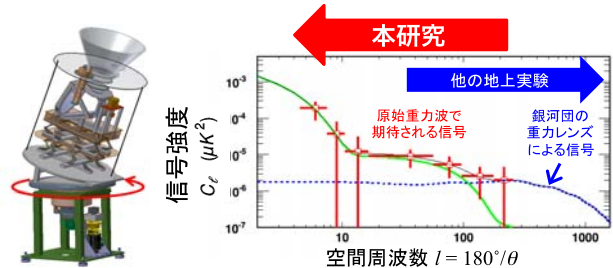


図 2. GroundBIRD 望遠鏡と 3 年間の観測で期待される空間スペクトル

【期待される成果と意義】

本研究では、以下の 4 つの目標の達成を目指す。

- ・ 国産 CMB 偏光望遠鏡 GroundBIRD を完成し、地上実験において史上最大領域の観測を実現
- ・ 2周波数帯による CMB とダスト放射の観測と系統誤差コントロール (0.1%レベル) を達成
- ・ B モード空間スペクトルを幅広い範囲にわたり測定し、インフレーション理論を精査
- ・ BICEP2 実験や他の地上実験と異なる天域を観測し、原始重力波 B モード信号を検証

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] L. M. Krauss, S. Dodelson, S. Meyer, Science, 328, 989-992 (2010).
- [2] P. A. R. Ade et al. (BICEP2 Collaboration), PRL 112, 241101 (2014).
- [3] P. A. R. Ade et al. (BICEP2/Keck and Planck Collaborations), PRL 114, 101301 (2015).

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度 - 31 年度 153,200 千円

【ホームページ等】

HP 作成準備中  
otani@riken.jp