

【基盤研究(S)】

理工系(数物系科学)



研究課題名 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測装置 POLARBEAR-2 で探る宇宙創生の物理学

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授

はずみ まさし
羽澄 昌史

研究課題番号: 26220709 研究者番号: 20263197

研究分野: 素粒子宇宙物理学

キーワード: 宇宙マイクロ波背景放射、CMB、インフレーション宇宙仮説、電波望遠鏡

【研究の背景・目的】

宇宙誕生の瞬間とは?宇宙・時空をつかさどる究極の物理法則とは?これらは人類にとって根源的な問いであり、その解明は科学のグランドチャレンジの一つである。通常、「火の玉」状態のビッグバンが宇宙の始まりと説明されるが、研究の最先端は、いまやそれ以前の宇宙に科学の目で迫ろうとしている。熱いビッグバン以前を記述する最も有力な仮説がインフレーション宇宙仮説である。インフレーション宇宙仮説が予言する原始重力波を検出すれば、科学史上最大の発見になる。現在これを可能にする唯一の手段が、宇宙マイクロ波背景放射(Cosmic Microwave Background、以下CMBと略す)の偏光観測である。

2014年3月に米国の観測チームがBICEP2望遠鏡によりこの原始重力波を観測したと発表したが、宇宙の塵などの影響が当初の予想より大きかった可能性があり、決着はついていない。本計画は、現在世界最高レベルを達成しているPOLARBEAR(ポーラーベア)検出器より感度が6倍高いPOLARBEAR-2を開発し、新たに観測を実施して、原始重力波の発見をめざす。原始重力波の信号が大きかった場合には、精密測定によるインフレーションモデルの絞り込みを目指す。さらに、重力レンズ効果に起因するCMB偏光を観測し、ニュートリノの質量をこれまでに達成された感度を超えて測定する。本計画代表者が領域代表をつとめた科研費・新学術領域研究「背景放射で拓く宇宙創生の物理-インフレーションからダークエイジまで-」(平成21年度-25年度、領域番号2110)の成果をベースに、それを格段に発展させる計画である。

【研究の方法】

直径3.5メートルの主鏡を持つ望遠鏡(図1左)をチリ・アタカマ高地に配備し、そこに現在開発中のPOLARBEAR-2検出器(図1右)を搭載し、観測を実施する。POLARBEAR-2の大きな特長は、世界初の二波長(95GHzと150GHz)同時読み出しTESボロメータを7,588個搭載したCMB観測史上最大の検出器アレイを搭載することである。平成27年にはチリ・アタカマに検出器を移設し、米国グループが用意する新しい望遠鏡に搭載する。試験観測を経て平成28年度から平成30年度の3年間で本観測を行う。

米国の研究協力者が担当する220GHzの観測と合わせて、観測最終結果を平成30年度に発表する。これまでに実績のある国際コラボレーションと超伝導

転移端ボロメータ(TEs)検出器技術により、従を上回る感度で観測をおこなう。国際共同実験の中で、KEKはPOLARBEAR-2検出器の開発・試験・観測に全責任を負う。



図1 現在POLARBEARプロジェクトで使用中の電波望遠鏡(左)および、開発中のPOLARBEAR-2検出器システム(右)。

【期待される成果と意義】

原始重力波の検出に成功すれば、科学史に残る大発見となる。原始重力波の強度に関するこれまでよりよい上限が得られた場合も、有力なインフレーションモデルの多くが棄却されるため、宇宙論・素粒子物理のどちらにも重要な結果となる。ニュートリノ質量和についても現在の制限を改善できる。誤差の低減に成功し、有限値を測定すれば、素粒子物理学上の重要な発見となる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・"Evidence for Gravitational Lensing of the Cosmic Microwave Background Polarization from Cross-correlation with the Cosmic Infrared Background", POLARBEAR Collaboration (76 authors including Y. Chinone, M. Hasegawa, K. Hattori, M. Hazumi, Y. Hori, Y. Inoue, T. Matsumura, H. Nishino, S. Takakura, T. Tomaru), Phys. Rev. Lett. 112, 131302 (2014).

【研究期間と研究経費】

平成26年度-30年度
158,300千円

【ホームページ等】

<http://cmb.kek.jp/>