

平成26年度 新学術領域研究（研究領域提案型）事後評価結果（所見）

研究領域名

背景放射で拓く宇宙創成の物理 —インフレーションからダークエイジまで—

研究期間

平成21年度～平成25年度

領域代表者

羽澄 昌史（大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授）

研究領域の概要

宇宙はどのように始まったのだろうか？ どのような法則が宇宙を創り、進化させたのだろうか？ これらの問いに答えるのがこの領域の目的である。そのために、わが国の宇宙・素粒子・天文・超伝導デバイス関連の研究者がこれまでにない規模の共同研究を展開する。宇宙背景放射という宇宙最古の光に着目し、最新の観測手段と理論的手段を使ってこれをよく調べることにより、「ビッグバンの前」を科学の目でとらえ、最初の星が輝くまでの宇宙創成の真の姿を明らかにしていく。本領域により、宇宙の始まりについて世界をリードする観測結果が得られる。さらにその結果を究極理論の予言と比較し、地上実験では到底到達できない超高エネルギーの物理に突破口を開くことが期待される。

領域代表者からの報告

1. 研究領域の目的及び意義

宇宙はどのように始まったのだろうか？ どのような法則が宇宙を創り、進化させたのだろうか？ これらの問いは人類に課せられた最大の知的挑戦である。本研究領域は、わが国の宇宙・素粒子・天文・超伝導デバイス関連の実験および理論研究者がこれまでに例のない規模の共同研究を立ち上げ、新学術領域を創成してこれらの問いに挑戦するものである。特にインフレーションからダークエイジまでの探究に最適とされるマイクロ波から赤外線にわたる宇宙背景放射に着目し、最新の観測手段と理論的手段を駆使してこれを精査することにより、「ビッグバンの前」から最初の星が輝くまでの宇宙創成の真の姿を明らかにすることを目的とする。さらに観測結果を究極理論（超弦理論など）の予言と比較することにより、地上実験では到達できない超高エネルギーの物理を探ることが本領域の最終目標である。

宇宙マイクロ波背景放射（CMB）の偏光度を精密に測定すれば、インフレーション理論が予言する原始重力波の痕跡を発見することが可能である。これは加速器実験では到達できない超高エネルギーの物理を探る最良の手段であり、宇宙誕生および背後の究極理論に関する人類の知見を飛躍的に高めることが確実視される。本領域を強力に推進することは、我が国の宇宙論研究が、実験・観測・理論の全てにおいて世界をリードする水準に達することにつながる。

2. 研究の進展状況及び成果の概要

本研究では、マイクロ波から赤外線にわたる「宇宙背景放射」に着目し、新しい発想と技術の導入により、インフレーションからダークエイジに至る「宇宙創成の物理」という研究領域の水準を、先行研究を桁違い

に上回る世界トップレベルへと一気に押し上げた。5つの計画研究と相補的な公募研究からなる多彩な共同研究により、観測・理論・技術開発の全てにおいて、世界をリードする真に新しい成果を上げることに成功した。特筆すべき例としては、CMB 偏光のみを用いて世界ではじめて重力レンズ効果の観測に成功したことが挙げられる。また、同じ効果を CMB と赤外線背景放射(CIRB)の相関解析により確認したことも、本領域らしい成果である。原始重力波の探索においても世界トップレベルを達成した。物理学の究極理論探査においては、世界の常識を覆し、大きな原始重力波を生成するインフレーションモデルが四次元超重力理論に基づいて自然に生成されることを発見した。5つの計画研究の総力を結集し、CMB 偏光観測衛星 LiteBIRD の基本設計を学際的な視点で推進した結果、LiteBIRD 計画は学術会議マスタープラン 2014 の重点大型研究計画（マスタープランの中で最重要と認定された 27 計画）の一つに選ばれた。本新学術領域の成功を象徴する出来事である。これを支えたのは、超伝導検出器アレイ技術開発の成功と、新しいアイデアに基づく前景放射分離法の発明であった。さらに、赤外背景放射観測ロケット CIBER の打ち上げに全て成功し、可視近赤外域の CIRB ゆらぎを世界で初めて発見するなど、大きな成果をあげた。

審査部会における所見

A （研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった）

1. 総合所見

本研究領域は、素粒子実験・赤外線天文・超伝導デバイス開発・宇宙論など多様な研究者による共同研究等の推進により、日本の宇宙背景放射研究を世界水準にまで発展させ、重力レンズモードによるBモードの観測を成功させるなど、設定目的通りの成果を得た。次期計画が「学術会議マスタープラン2014」で重点大型計画に選定されるなど、これからの発展も大いに期待できる。

2. 評価の着目点ごとの所見

(1)研究領域の設定目的の達成度

本研究領域では、多様な研究者による新たな視点や手法による共同研究等の推進により、日本の宇宙背景放射研究を世界水準にまで発展させた功績は高く評価でき、本研究領域発足時に設定された目的は設定通りに達成された。

(2)研究成果

本研究領域発足時に設定された研究到達目標は全て達成されており、特に重力レンズモードによるBモードの観測に成功するなど、世界的な研究成果を挙げている。また、理論的研究においても大きな原子重力波を生成するインフレーションモデルが、4次元超重力理論に基づいて生成されることを発見するなど、領域全体で大きな成果を得た。400編を超える論文発表・国際シンポジウムを開催・アウトリーチ活動など、専門内外に対して成果の積極的な公表普及も高く評価できる。

(3)研究組織

総括班を中心として公募研究の代表者も参加する領域戦略会議によって、領域全体の進捗状況の把握・方向づけが効率よく行われた。領域シンポジウムや国際シンポジウムの開催により、領域全体の一体感の醸成と海外の研究者との連携がうまく行われた。

(4)研究費の使用

特に問題はなかった。

(5)当該学問分野、関連学問分野への貢献度

日本物理学会で「CMB」というセッションが新設されるなど、領域発足時には存在していなかった学術領域を発足させ、次期計画のL i t e B I R D衛星計画が「学術会議マスタープラン2014」で重点大型計画に選定されるに至った功績は大きい。本研究領域での研究進展とともに、米国主導の計画中での貢献も大きくなり日本の当該学問分野のレベルを大きく発展させた。研究項目 A02 で開発された超高感度アレイデバイスは、素粒子・原子核実験、電波・X線天文観測にも広く応用される可能性があり、関連学問分野への貢献も大きいものがある。

(6)若手研究者育成への貢献度

多くの若手研究者を当該学問分野に引き込むという人的資源の移動を引き起こした功績は顕著である。本研究領域の若手研究者4名が6つの賞を受賞するなど、若手研究者の活躍が目立っている。PDや学生のみで構成される若手の会を開催し、新しいアイデアの発表などを促すなど、若手育成が計画的に行われている。