

1. 研究領域名：サブミリ派帯からテラヘルツ帯に至る宇宙観測の開拓

2. 研究期間：平成15年度～平成19年度

3. 領域代表者：福井 康雄（名古屋大学・大学院理学研究科・教授）

4. 領域代表者からの報告

（1）研究領域の目的及び意義

最近30年の宇宙観測の進展はめざましく、人類の宇宙観を革新的に書き換えてきた。この背景として重視すべきなのは、宇宙における発見の多くが光以外の波長の観測によってなされてきたという事実である。宇宙背景放射、ブラックホール候補天体、パルサーの発見などがすぐに想起される。古典的な天文観測では可視域の観測結果がすべてであったが、それは宇宙現象のごく一部にすぎない。広い温度、密度の範囲で生起するダイナミックな宇宙活動は、エックス線から、赤外線、電波にいたる広範な波長帯の情報を駆使して、初めて明らかにされるのである。すでに現時点で、すべての波長帯が開拓されつくしたとの感があるかもしれないが、それは正しくない。地球大気による吸収が激しく、また、衛星による上空からの観測も行われていない波長域、サブミリ波からテラヘルツ帯（波長1ミリメートルから300ミクロン）が本格的な観測対象として残っている。この波長域が十分観測されていないのは、学問的な興味が低いためではない。高性能な検出器の開発が困難であったこと、そして、地上では地球大気による吸収が強く、よいサイトが利用できなかったという事情によるのである。

我々は、本研究領域において、世界に先駆けて地上最高の観測サイトのひとつであるアタカマ高地（南米チリ共和国）において、サブミリ波からテラヘルツ帯における宇宙観測を推進し、未知の宇宙像を解明することを目指す。我が国の実績ある先端的研究グループを結集し、宇宙の初期から、銀河・星団、そして原始惑星系にいたる天体形成のメカニズムを解明することを目的とする。本研究領域の創設によって、原始銀河形成、新たな星間物質相の解明などにおいて世界を先導する成果が期待される。また、本研究領域によって過去20余年間に培われた電波天文学研究の蓄積が、サブミリ波を目標として戦略的に再編され、ALMA計画などの国際協力に応えうる強化が図られると期待される。

（2）研究成果の概要

1) 装置面での成果：チリのアタカマ高地に2台のサブミリ波望遠鏡を設置・稼働させて、世界の最先端を切るサブミリ波観測を実施した。受信機開発においては、テラヘルツ帯受信機の本格的開発体制を確立し、最高周波数のヘテロダイン電波受信への展望を拓いた。同時に、関連研究者のサブミリ波天文学への結集を図り、ALMA望遠鏡他による向こう10年以上を展望する研究体制を構築した。

2) 天文学上の成果：遠方銀河から近傍の分子雲を含めて、サブミリ波による分子ガス雲と星間微粒子の観測を広範に展開し、温度・密度決定を含むサブミリ波の特徴的役割を実証した。特に、顕著な成果を以下にまとめる。

●多数の銀河のサブミリ波観測を世界で初めて実施し、銀河における分子雲の多様な物理状態を明らかにし、銀河の構造と進化を解明する重要なステップを踏み出した。

●炭素原子の挙動を近傍分子雲において解明し、一酸化炭素分子との比較から、化学的進化の効果が重要であることを示した。

●マゼラン雲における分子雲のタイプ分類を提唱し、星形成活動のタイムスケールが3千万年程度であることを高い角度で明らかにした。また、サブミリ波帯の観測から分子雲の密度・温度を求め、ガスの凝縮と星形成の密接な相関を明らかにして、分子雲進化の描像の確立に貢献した。

●銀河系中心部に磁気浮上ループを発見し、従来予想されていなかった磁気活動がガス運動と星形成において本質的な役割を果たす可能性を示した。

●ガンマ線と分子雲に相関があることを明らかにし、ハドロン起源のガンマ線の存在を示唆し、宇宙線陽子加速の解明に展望を拓いた。

5. 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、十分な成果があった）

本研究領域の目標である、新しい宇宙観測技術の確立とそれを用いた未知の宇宙像の解明は、南米アタカマ高地における2台のサブミリ波望遠鏡の開発・設置・運用と、それらによって得られた優れた科学的成果によって、十分に達成されたと評価する。とりわけ、銀河系中心部における分子雲磁気浮上ループの発見やガンマ線と分子雲の位置相関、多数の初期宇宙銀河の発見などは、特筆すべき優れた成果である。本研究領域によって、ALMA計画に向けたサブミリ波観測体制の確立や技術的の確立も十分達成されたと判断する。テラヘルツ帯に関しては、受信機の開発段階にとどまったことは残念であるが、世界的に開発競争が激しい状況の中、デバイス開発で特許を取得し、超伝導HEB素子開発の世界的な拠点が確立できたことは評価に値する。装置開発は多くの困難を伴うが、新しい観測的研究を展開するためには大変重要であり、その点で本研究領域は健全といえる。今後の進展を期待する。