

## ・研究成果

宇宙はインフレーション、ビッグバンから膨張を開始し、宇宙膨張とともにダークマター密度揺らぎの成長で様々な階層構造が形成された。階層構造の形成過程で銀河形成が起こりそれが進化して現在の宇宙へと進化してきた。これを宇宙の構造形成と呼び、その解明は大きな研究テーマであり現在盛んに研究されている。

宇宙物理学研究室の理論グループは、こうした宇宙の構造形成の解明を目標に主に数値シミュレーションを用いて研究を行っている。また、観測グループは、宇宙電波観測によって銀河の星間分子輝線の観測によって、銀河の分子雲における星形成、銀河棒状構造と分子雲進化、巨大ブラックホールと関連する活動的銀河核現象などについて観測的研究を行っている。観測グループは野辺山 45m 電波望遠鏡を用いた宇宙観測研究プロジェクト COMING を主導するとともに、南極サブミリ波電波望遠鏡計画に参加しその主要グループとなっている。

## ・理論および観測グループの研究

理論グループは、宇宙の構造形成、特に銀河の形成と進化を明らかにするため理論的な研究を進めている。宇宙論的な銀河の形成過程には宇宙の物質の大半を占めるダークマターが重要な役割をはたしているがダークマターの正体は未解明であり銀河の形成進化の研究がその手がかりを与えると期待される。ALMA の本格的な稼働によって系外銀河のガスの詳細な観測が可能になり、銀河の構造とガス運動、分子雲形成、星形成にいたる過程を詳細に研究する意義が大きくなっている。

## ・銀河構造と分子雲形成、星形成との関連の研究

最近の宇宙背景マイクロ波放射の観測などから支持されている  $\lambda$ CDM 宇宙モデルでは、銀河団形成はかなり早くから開始され銀河形成と銀河団形成が関連している可能性がある。最近観測からコンパクトな遠方銀河が報告され、単純な銀河形成モデルでは説明できないサイズ進化が示唆されている。そこでこの問題の解明のため、銀河団形成領域における銀河ダークマターハローの合体過程を高精度シミュレーションを用いて詳細に調べ銀河サイズ進化とその構造的特徴との関係を明らかにした (Oogi et al. 2016) .

銀河の分子ガス量と星形成率の関係に対する銀河構造の影響を明らかにするため、高精度 3 次元計算を行ない棒状銀河の棒状領域で形成される巨大分子雲が内部速度分散が大きく星形成効率が低下する可能性について研究した (Fujimoto et al. 2016) 。また、名古屋大学の福井らとともに、分子雲衝突による大質量星形成過程に関して共同研究を進め、これによる大質量星形成の可能性の研究を進めた (Torii et al. 2016 出版予定) 。Tasker は銀河の分子雲の進化に大質量星形成によるエネルギー放出が与える影響の研究を Alex や Pan と進めた (Pettitt et al. 2016, Pan et al 2016) .

## ・宇宙論的銀河形成シミュレーションを用いた研究

岡本は宇宙論的銀河形成シミュレーションを行い、特に早期型銀河の元素比を調べた。その結果、銀河の光度関数や金属量を再現しながら巨大想起型銀河の  $\alpha$  元素の鉄に対する存在比を説明することは通常の銀河形成の枠組みでは困難であることを示した。準解析的銀河形成モデルを用いた研究により、銀河中心超大質量ブラックホールの種となるブラックホールは巨大ガス雲が直接重力崩壊して形成される 10 万太陽質量程度のものよりも、第一世代星を起原とする 100 から 1000 太陽質量のものが支配的であるべきことを明らかにした。また、ALMA を用いた遠方銀河の観測に参加し、宇宙最初期 (最遠方) の金属を検出した。

・宇宙電波観測グループの研究（徂徠）

1. 銀河系内の星生成領域等に関する研究

苫小牧 11m電波望遠鏡の全自動モードで、銀河系内の星生成領域及び晩期型星からの水分子のメーザースペクトル線観測、星生成領域からのアンモニア分子及びCO分子のスペクトル線観測、電離水素領域からの電波再結合線観測を実施した。苫小牧 11m電波望遠鏡は、老朽化並びに新規プロジェクト推進のために、2015年3月末に運用を終了した。

2 系外銀河の分子ガスに関する研究

近傍銀河における分子ガスと大局的な星生成を明らかにするために、国立天文台野辺山宇宙電波観測所 45m電波望遠鏡を使ったレガシー観測「近傍銀河の分子ガス多輝線観測（CO Multi-line Imaging of Nearby Galaxies = COMING）」を進めた。前年度に試験的に取得したデータについて解析を進め、分子ガスの性質と星生成の関係について、論文として投稿した（Muraoka, Sorai, et al. 2016）。また、多数の銀河の撮像を実施した。多数の銀河の分子ガス撮像データを客観的に解析する手法を確立し、解析プログラムの実装を行った。