

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進化によっ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。当研究室では、北海道大学苫小牧研究林内に北大宇宙電波観測所を設け、11m電波望遠鏡による銀河系の分子雲の星形成領域の観測を進めている。また、北大11m電波望遠鏡は日本国内の大学連携超長距離基線干渉計観測(VLBI)網(国立天文台と北大、茨城、筑波、岐阜、山口、鹿児島の各大学)に参加し成果をあげている。

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・銀河団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・銀河団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。2010年度の夏から銀河理論グループにタスカー テニュアトラック助教が参加したことからENZO codeをもちいた研究が本格的にされている。また、2013年3月には岡本崇氏が参加し、宇宙論的な高精度数値シミュレーションを用いた初期銀河の成長や銀河構造の形成過程の研究が本格的に進められている。

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 Λ 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(大木と石山, 羽部、成果の一部はMon. Royal Society 2016に出版)。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、D3の藤本がTasker、羽部とともに高精度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印刷)。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(Haworth et al. 2015A,b)。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(Tasker et al. 2015, Pan et al 2015)。

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の結果を解析し、棒状構造の進化を調べた。その結果、理想的な系とは大きく異なる進化をすることが明らかになった。特に、銀河中心部の星がその進化とともに徐々に質量を失うことにより、ポテンシャル構造が変化する影響が大きいことが分かった(Okamoto et al. 2015)。また、並列計算機で効率よく散乱光を含む輻射輸送を解く方法を開発した。さらに、銀河に存在するダストが活動銀河核を遮蔽する効果について、銀河進化と統合的に調べた。(Inoue et al. 2015, Shirakata et al. 2015)

宇宙電波観測グループの研究（徂徠）

近傍系外銀河の分子ガスに関する研究

近傍銀河の分子ガスと星生成の大局的な関係を明らかにする目的で、国立天文台野辺山宇宙電波観測所45 m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撮像観測（CO Multi-line Imaging of Nearby Galaxies = COMING）」プロジェクトを提案し primary investigatorとして主導した(徂徠)。2015年前半に実施した試験的観測の解析から、観測データから $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$ の同位体比を求めて銀河内の場所ごとの分子ガスの性質の違いを明らかにできる可能性を明確にした。同年12月以降観測を再開し、多数の銀河の観測を進めている。また、同望遠鏡を用いた近傍銀河M 101の外縁部の分子ガスの探査を実施し、この外縁部分子雲の高い星生成活動が分子雲衝突に起因している可能性を示した(岸田, 2015年度修士論文)。

銀河系内の星生成領域等に関する研究

苫小牧11 m電波望遠鏡の全自動モードでの観測によって、銀河系内の星生成領域及び晩期型星からの水分子メーザー輝線観測、星生成領域からのアンモニア分子及びCCS分子、電離水素領域の電波再結合線観測を実施した。これらの観測から、これまでの観測に比べて密度の低い星生成領域からのCCSの検出に成功(戸田, 2015年度卒業論文)、また、分子雲生成時の温度と現在の分子雲の温度に相関がある可能性を明らかにした(黒田, 2015年度卒業論文)。なお、苫小牧11 m電波望遠鏡は、老朽化並びに新規プロジェクトの推進のために、2015年度をもって運用を終了した。

VLBIによる複数銀河核の探査観測

銀河合体の痕跡を探るために、電波銀河中に複数の活動銀河中心核（AGN）があるかどうかを超長基線干渉計観測によって調べた。4天体について撮像観測を実施し、このうち、PKS 0139-273については、米国のVLA干渉計のデータと比較することで、過去の銀河同士の合体による電波ジェット活動性の誘発の可能性を明らかにした(中島, 2015年度修士論文)。また、電波銀河3C 84について、電波ジェットの時間変動の解析を進め、ジェットが周期的運動をしていることを突き止め、その原因を調査した(日浦, 2015年度博士論文)