

NGC 253中心領域における分子ガスに対する高次元統計解析

○大金 有羽¹ 竹内 努^{1,2} 矢田 和善³ 江頭 健斗⁴ 青嶋 誠³ 石井 晶⁴ 原田 ななせ^{5,6} 中西 康一郎^{5,6} 河野 孝太郎⁷ (1.名古屋大学 2.統計数理研究所 3.筑波大学 4.東京理科大学 5.国立天文台 6.総合研究大学院大学 7.東京大学)

星形成と銀河進化の関係を明らかにするうえで、星形成を支える分子ガスの物理状態を理解することは重要である。近年、ALMA望遠鏡により、近傍銀河における分子ガスの大規模観測が進んでいる。これらの観測データは、膨大な波長チャンネルや多数の分子輝線を含む高次元データであり、銀河内の分子ガスの詳細な構造解析を可能にしつつある。

一方で、従来の統計手法では、データの次元数（波長チャンネル数）が大きくなるほどノイズの影響を受けやすく、解析結果が不安定になるという問題がある。このような問題に対して、高次元統計解析手法が提案されており、観測データに内在する統計的特徴から銀河の物理状態を抽出できる可能性が示されている（Takeuchi et al. 2024）。

本研究では、スターバースト銀河 NGC 253 の高い信号対雑音比をもつ分子輝線データに対して、ノイズ掃き出し主成分分析（Noise-Reduction PCA; NRPCA）および自動スパース主成分分析（Automated Sparse PCA; A-SPCA）を含む高次元統計手法を適用した。NRPCA解析の結果、第1主成分と第2主成分の累積寄与率は約80%であり、これらはそれぞれ分子ガスの強度分布および速度場と強い相関を示すことが分かった。また、特定の周波数帯における外れ値が主成分として抽出される例も確認され、高次元PCAが複雑な分子輝線データにおける異常検出にも有用である可能性が示された。本発表ではさらに、複雑な多輝線データから物理的に解釈しやすい成分を抽出する A-SPCA の解析結果についても議論する。