

P201a Taurus-Auriga 領域における原始惑星系円盤の ALMA 超解像サーベイ: II. ギャップ・リング構造の統計的性質

山口正行, 平野尚美 (ASIAA), 武藤恭之 (工学院大学), 塚越崇 (足利大学), 川邊良平, 野村英子, 中里剛 (国立天文台), 池田思朗 (統計数理研究所), 田村元秀 (東京大学, 国立天文台, ABC)

過去10年間において, ALMA による原始惑星系円盤の観測は, ギャップ (円環状の空隙) やリングを含む詳細構造を明らかにしてきた. 我々は, ギャップやリングなどの軸対称な構造に注目し, それら特徴量の抽出から統計的な解析を行うことで, その構造に共通する起源を探った. 我々は, ALMA Band 6 のアーカイブデータで取得可能な Taurus-Auriga 領域における 43 個の円盤を研究対象として, スパースモデリングを応用した超解像画像復元法 (PRIISM) を適用し, 従来法 (CLEAN) の空間分解能を超える約 2-3 倍の空間分解能 ($0''.02 - 0''.1$) の画像復元に成功している (春季天文年会 2022 年 P209a). 全てのダスト円盤の外縁半径は空間分解され, 約 50% (21/43) の円盤でギャップ・リング構造が 33 個まで検出された. そのうち, 空間分解された 20 個のギャップ構造から, ギャップ・リングの位置, 幅, そして深さの特徴量を測定した. これらのいくつかに相関関係が見出された, 特に, ギャップの幅 Δ_I と深さ δ_I の関係式 $\Delta_I \propto (\delta_I - 1)^{0.32 \pm 0.07}$ は, 惑星-円盤相互作用モデル (Zhang et al. 2018) と 1σ 誤差の範囲内で一致した. ギャップの位置と幅から惑星軌道と質量を推定したところ, 土星から木星質量の惑星は内側領域 ($r \sim 10$ au), 海王星質量の惑星は外側領域 ($r \sim 40 - 100$ au) に分布することがわかった. この分布は太陽系と相似的であり, その軌道長半径は太陽系 ($r \simeq 30$ au) よりも 2-3 倍ほど大きい. 一方で, 約 40% (19/43) の円盤に, 今回の手法では空間分解されなかったギャップ候補 (幅 Δ_I と深さ δ_I が測定できないほどの小規模な構造) は 21 個あり, その推定される惑星集団 (海王星質量以下) が半径 5 - 40 au に広く分布する可能性がある.