

P205a 観測駆動型構造解析で探る巨大原始惑星系円盤 V1094 Sco のリング構造の起源

山口正行 (九州大学/国立天文台), 崔仁士 (鹿児島大学), Haoyu Baobab Liu (台湾・国立中山大学), Hsi-Wei Yen (ASIAA), 塚越崇 (足利大学), 武藤恭之 (工学院大学), 町田正博 (九州大学)

前回の講演 (2025 年秋季天文年会) では, PRIISM を用いた ALMA Band6 の超解像再構成により, 近傍星形成領域で最大級のダスト外縁半径 ($r = 460$ au) を有する原始惑星系円盤 V1094 Sco において, 外縁部 ($r = 100\text{--}230$ au) に4つの狭いダストリングが存在することを報告した. 本講演では, これらの円盤詳細構造に対して, 観測のみを用いた観測駆動型解析から巨大円盤の熱構造と垂直構造を決定した結果を示す. まず, VLT/SPHERE 散乱光画像から散乱面高度 $H_s(r) \propto r^{1.08}$ を測定し, そのフレア角から温度構造 $T_d(r) \propto r^{-0.48}$ を導出した. さらに, ベイズ推定に基づく SED 解析により主星光度 $L_\star (= 0.7 L_\odot)$ を再評価し, $T_d(r)$ の精度を向上させることで, 本円盤が外縁部でも低温であることが分かった ($r = 100$ au で $T_d \simeq 8$ K). 続いて, 得られた $T_d(r)$ と ALMA ^{13}CO ($J = 2\text{--}1$) の速度場から導いた主星質量 $M_\star (= 0.88 M_\odot)$ を用いて圧力スケールハイト $H_p(r) \propto r^{1.26}$ を算出した. 得られた $H_p(r)$ と各ダストリング幅 w_d を比較すると, 全てのリングが $w_d/H_p \leq 1$ を満たし, 局所的なダスト集積と整合する. この狭いリング幅は, 乱流による半径方向の拡散が弱いことを示唆し, 低粘性の円盤環境と整合的である. ALMA 連続波画像の内側 100–140 au の二重ギャップは, そのギャップ幅・深さ・間隔が熱的質量以下の惑星が開く二重ギャップ構造の理論的特徴と一致しており, 低粘性円盤環境における低質量惑星の存在と調和的である. 一方, 外側 190・230 au の2つのリングはリング間隔が $3H_p$ 未満で, 永年重力不安定 (SGI) の発現条件を部分的に満たす. SGI もまた低乱流環境を要するため, 本系では惑星形成と SGI が同じ物理条件のもとで同時に発現している可能性がある. 本講演では, この協調的な円盤進化シナリオについて議論する.