

IMLup ダスト円盤の非軸対称構造の解析とスパイラルパターン速度測定

○平出 悠翔¹ 逢澤 正嵩¹ 百瀬 宗武² (1.茨城大学 2.国立天文台 チリ観測所)

原始惑星系円盤に見られるスパイラル構造は、惑星形成や円盤進化と関係する重要な非軸対称構造である。その起源としては、惑星による重力摂動や円盤自己重力による重力不安定性 (GI) などが主に議論されている。しかし、これらの起源をスパイラルの形態のみから区別することは容易ではない。そこで近年、スパイラルパターン速度の測定が起源を制限する手段として注目されている。Planet-driven スパイラルはほぼ剛体回転的なパターン速度を示す一方、GI-driven スパイラルは局所的ケプラー回転に近い時間発展を示すと考えられる。したがって、複数エポック観測からスパイラルのパターン速度を測定することで、その起源を制限できる。

先行研究では $m=2$ の明瞭なスパイラル構造が確認されている IM Lup ダスト円盤に対して ALMA の複数エポック観測データを用いたパターン速度測定が行われ、局所ケプラー回転、つまりGI起源と整合的であるという結果を得た。

一方で、スパイラル構造は背景円盤成分に比べて微弱であるため、その精密な抽出には背景円盤構造の高精度な推定が不可欠である。そこで本研究では、幾何学的に薄い軸対称円盤を仮定してビジビリティから直接構造推定を行う公開コード protomidpy を使い、IM Lup の複数エポックデータを再解析した。これにより背景円盤成分を差し引いたスパイラル構造を抽出し、そのパターン速度を測定した。

結果として、先行研究とは異なり、パターン速度が局所ケプラー回転と整合しない傾向にあることを明らかにした。先行研究との差異の原因を調べた結果、先行研究では過去に推定された円盤の傾斜角を用いて解析していたものの、その傾斜角の推定自体に数度程度のバイアスが含まれており、そのバイアスに起因する系統的な残差が局所的なケプラー回転シグナルを見かけ上作り出していた、という結論に至った。本研究は、スパイラルのパターン速度測定の方法論を与えるだけでなく、円盤幾何の精密な推定の重要性を示す。また他の天体へのさらなる拡張することでスパイラル成因を系統的に明らかにすることができる。