

P203a 電波干渉計による観測を想定した原始惑星系円盤からの輝線放射の自動微分可能なモデリングツールの開発

吉田 有宏 (国立天文台), 折原 龍太 (東京大学)

原始惑星系円盤中に存在する様々な分子 (原子) ガスの空間分布や温度を観測的に明らかにすることは、惑星系形成に関わる物理・化学過程を解明するために最も基礎的な課題の一つである。そのためには、アルマ望遠鏡などの電波干渉計による観測データを解析することが必要である。これまで、この種の研究は、ある分子 (原子) 輝線の観測データから画像再構成したイメージキューブ、あるいは積分強度図や、それをさらに軸方向に平均した半径プロファイルを元にして、放射強度を分子柱密度等に変換することで行われてきた。しかし、この手法にはいくつかの問題がある。まず、円盤中心部の空間分解能よりも内側の領域は、惑星系形成において最も重要な領域であると考えられるにも関わらず、正しい値の導出が難しい。また、信号が弱い際には、イメージング手法に由来する不定性の影響を強く受けることも知られている。

我々は、この問題を解決するために、輝線放射の前進モデリングツール「Lapras」の開発を行っている。Lapras はまず、分子 (原子) 柱密度と温度の動径分布をガウス過程で構成する。さらに、そこから輻射輸送を考慮した上でビジビリティキューブを計算する。この過程は入力から出力に至るまで微分可能プログラミングのライブラリである JAX を用いて記述されており、観測データに対して自動微分による勾配情報を用いた高速な最適化やベイズ解析が実行可能になる。我々は、アルマ望遠鏡を想定した模擬観測データを用いて、Lapras の実効性・実用性を検証し、円盤中心領域であっても正しく分子柱密度分布を導出できることを示した。また、これは個人用のワークステーションを用いて数時間以下の計算時間で実行可能であり、十分実用に耐えうることもわかった。