

# 機械学習による分子輝線データからの 星形成フィラメント構造の再構成

## Reconstructing star-forming filament structures from molecular-line data using machine learning

九州共立大学 島尻 芳人



星形成過程において、分子雲中に形成されるフィラメント構造は、高密度コアや星形成の母体として重要な役割を果たす。ハーシェル宇宙赤外線望遠鏡による観測から、近傍星形成領域のフィラメントは典型的に約 0.1 pc の幅をもつことが示されてきた。一方で、分子輝線観測から得られるフィラメント幅は、使用する分子トレーサーによって異なる場合があり、フィラメント幅の普遍性を検証するためには、トレーサー依存の観測バイアスを低減した共通の解析基盤が必要である。

本研究では、分子輝線データから水素分子柱密度分布を予測する機械学習モデルを構築し、星形成フィラメント構造をより物理量に基づいて再構成する手法の検証を行った。対象として、おうし座分子雲中の代表的なフィラメントである B211/B213 領域を用い、野辺山 45m 電波望遠鏡による $^{12}\text{CO}$ 、 $^{13}\text{CO}$ 、 $\text{C}^{18}\text{O}$ に加えて、 $\text{HCO}^+$ 、 $\text{H}^{13}\text{CO}^+$ 、 $\text{HCN}$ などの高密度ガストレーサーを学習データに加えた。教師データにはハーシェル観測から得られた水素分子柱密度分布を用い、Extra Trees Regressorにより、CO 同位体分子のみを用いたモデルと高密度ガストレーサーを加えたモデルを比較した。

その結果、CO 同位体分子のみを用いた場合には、フィラメント中心部の高柱密度構造の再現に限界が見られたのに対し、高密度ガストレーサーを加えたモデルでは、ハーシェル水素分子柱密度マップに近いフィラメント構造を再構成できることが確認された。特に、フィラメントに直交する動径方向プロファイルの比較から、高密度ガスを捉える分子輝線情報が、中心部の柱密度分布の予測精度向上に寄与していることが示された。この結果は、単一の分子輝線強度分布から直接フィラメント幅を測定するのではなく、複数の分子輝線情報を統合して水素分子柱密度分布を再構成する解析方針の有効性を示すものである。

さらに本研究の派生成果として、分子輝線データからダスト温度分布を予測する機械学習モデルの検証も行った。Orion A 分子雲を対象とした解析により、CO 同位体分子輝線データからダスト温度を推定できる可能性を示し、この成果は Dougome, Shimajiri et al.として The Astrophysical Journal に出版された。以上の成果は、機械学習を用いて分子輝線観測から水素分子柱密度やダスト温度といった物理量を推定し、異なる星形成領域を共通の基準で比較するための基盤を与えるものである。今後は、複数の分子雲への適用を通じて手法の汎用性を検証し、星形成フィラメント幅の普遍性の解明へと発展させる。

【キーワード】 星形成フィラメント、機械学習、水素分子柱密度

【参考文献】

- Shimajiri et al. 2026, in preparation
- Dougome, T., Shimajiri, Y., et al. 2026, The Astrophysical Journal, 998, 29