

高銀緯雲HLCG 92-35における二相乱流モデルの観測的検証：分子雲微小構造とCNMの運動の対応

○松月 大和¹ 山本 宏昭¹ 立原 研悟¹ 山田 麟² (1.名古屋大学 2.国立天文台)

CO輝線観測により、分子雲は音速を大きく上回る非熱的内部運動を示し、その力学が超音速乱流に強く影響されていることが知られている (e.g., Heyer & Dame 2015)。しかし、この乱流がどのような物理過程によって生成・維持されているのかは、いまだ十分には解明されていない。理論シミュレーションでは熱不安定性によって形成された低温HI雲 (CNM) の運動が分子雲乱流の起源であるとする二相乱流モデルが提案されている (Koyama & Inutsuka 2002など)。

このモデルを観測的に検証するため、これまでArecibo望遠鏡によるHI輝線データ (HPBW ~ 4') にマルチガウシアン分解アルゴリズムROHSA (Marchal et al. 2019) を適用し、HLCG 92-35領域におけるCNM成分の抽出を行ってきた (松月他 2025年秋季年会)。しかし、CNMの運動が実際に分子雲へ受け継がれているかを検証するためには、分子ガスの運動学的性質を高空間分解能で調べ、CNMとの直接比較を行う必要がある。

本研究では、二相乱流モデルを検証するため、高銀緯の分子雲形成領域HLCG 92-35領域の一部の18'×25'の範囲に対して野辺山45 m電波望遠鏡による ¹²CO (J=1-0) 観測を実施し、高分解能(HPBW ~ 15", $\Delta V = 0.1 \text{ km s}^{-1}$, $T_{\text{rms}} \sim 0.30 \text{ K}$) のデータを取得した。HPBW ~ 15"はHLCG 92-35では0.01 pcの空間スケールに対応する。観測領域では複雑な空間・速度構造が確認され、サイズが0.1 pc程度もしくはそれ以下のクランプ状分子雲(CO雲)が多数存在することがわかった。これらのクランプの一部は孤立して存在するものの、多くは空間的に集積して分布していた。また、その多くは1 km s⁻¹以下の狭い線幅を示し、最も線幅の狭いものでは約0.3 km s⁻¹の線幅が観測された。

CNMと分子雲の運動を比較した結果、COクランプ間の速度分散は約1.2 km s⁻¹、対応するCNM構造全体の速度分散は約1.8 km s⁻¹であった。CNMの熱運動成分を除いた非熱的速度分散はCOクランプ間の速度分散と概ね一致した。また、COクランプ間速度分散は、WNMに対しては亜音速である。このことは、COクランプがCNMの運動場の中で形成され、そのダイナミクスを受け継いでいることを示唆し、熱的不安定性によって形成されたCNM構造の運動が分子雲乱流の起源となるとする二相乱流モデルを支持する。