

星形成領域 N11, N44, N79 に付随する分子雲の ALMA 詳細観測: 大マゼラン雲での大質量星形成シナリオの探求

ALMA Observations of Molecular Clouds Associated with Star-Forming Regions N11, N44, and N79: Exploring the Massive Star Formation Scenario in the Large Magellanic Cloud

電波天文学研究室 東野康祐* (HIGASHINO, Kosuke)
(学籍番号 BHB23064)

1. Introduction

宇宙には、大質量星（8 太陽質量以上）が存在し、強力な紫外線や超新星爆発を通じて周囲の環境に大きな影響を与える。そのため、大質量星形成過程を理解することは、宇宙の進化を解明する上で必要不可欠である。通常の星形成は分子雲（高密度の水素ガス）が自己重力で圧縮されることで起こるが、このメカニズムだけでは大質量星形成を十分に説明できない。近年の研究では、星間ガスの衝突が分子雲を圧縮し、大質量星形成を引き起こす可能性が示されている。大マゼラン雲（LMC）では、小マゼラン雲（SMC）との相互作用で発生した水素原子ガス雲の衝突（H I collision）が、銀河内のガスを圧縮し、活発な星形成を誘発していると考えられている（Fukui+17）。例えば、LMC で最も星形成が活発な領域の一つである N159 では、ALMA 望遠鏡を用いた観測により、V 字型のフィラメント状分子雲が確認された（Tokuda+19, Fukui+19）。これらのフィラメントは 50pc 以上離れているにもかかわらず似た形状を持ち、星形成が進行している部分も一致していた。また、その向きが H I collision の方向と一致していることから、大規模なガス衝突がこれらの分子雲形成と星形成を引き起こした可能性が示唆されている。しかし、この星形成シナリオはまだ十分な観測的検証がされておらず、本研究では LMC の他の活発な星形成領域（N11, N44, N79）を観測し、このシナリオの普遍性や多様性を調査する。

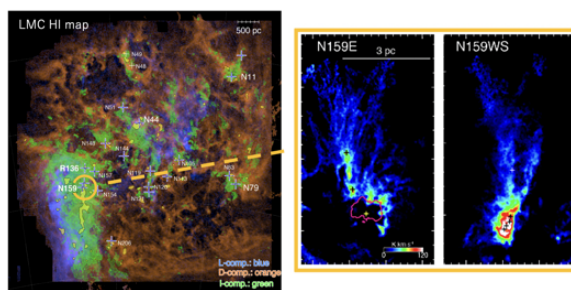


図 1 左図：LMC 全面における H I ガス分布
右図：N159 の分子雲フィラメント

2. Observation

本研究では ALMA ACA のバンド 6 (211~275 GHz) で観測を行い、出力されたデータを用いて解析を行った。本観測では、N159 同様な分子雲フィラメント構造をより広い範囲で発見するために、7m, TP (Total Power) array を用いたサーベイ観測を実施した。Wong+11 による MAGMA project の Mopra 望遠鏡で得られた LMC の CO 全面観測データを参照し N11, N44, N79 においてそれぞれ 4 領域以上の SG (Science Goal) を選定した。角度分解能は 1.6pc (7arcsec) を達成しており、観測輝線は ^{12}CO , ^{13}CO , C^{18}O ($J=2-1$) である。本研究では ^{12}CO ($J=2-1$) に着目した解析結果を紹介する。

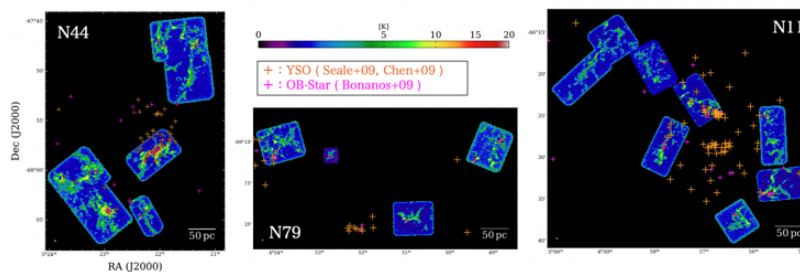


図 2 ALMA で分解された N11, N44, N79 の分子雲構造
(^{12}CO ($J=2-1$) Peak T Map)

3. Results

3 領域間を $^{12}\text{CO}(J=2-1)$ 輝線観測により得られた分子雲の物理的特徴の比較研究結果と N44 で見られた特徴的なフィラメント状分子雲の解析結果について報告する。

これら 3 領域の分子雲において乱流度を示す速度分散の比較を実施した。比較の結果, $N44 > N11 > N79$ と速度分散が大きい分子雲を多く有していることが判明した。これは N44 で他 2 領域よりも H I collision などのガス衝突が分子雲の乱流度に影響を及ぼしている可能性を示している。この結果を踏まえて、N44 により着目した解析を紹介する。

N44 の北西領域 (N44NW) において 5 つ以上の顕著な分子雲のフィラメント構造が確認できた。領域内で原始星が誕生している分子雲はフィラメントの天球面上の角度は概ね一致しており、それらの分子雲はガス衝突による動的圧縮を受けてか重力的な束縛が強いという結果が得られた。構造同定アルゴリズム (Filfinder, Koch+15) を用いてフィラメント構造を同定し、フィラメント状分子雲とそこで誕生している原始星の空間分布を調べてみると、N159 と非常に似た分布が見られ、さらに N159 同様フィラメント間の距離も最大 50pc 以上離れているため、LMC で考えられる星形成シナリオの妥当性を後押しする結果を示している。

4. Discussion

N44NW においてフィラメントの指向性を議論するべく、位置天文衛星 Gaia のデータを用いて領域内の大質量星の固有運動を調べた (図 5 赤矢印)。これによって領域内の大質量星の運動とフィラメントの指向性が一致していることがわかった。この結果から H I collision のような大規模現象が N44 内でガス衝突を起こし、複複数の分子雲でフィラメント状分子雲を伴った大質量星形成を誘発させているというシナリオを提案する。

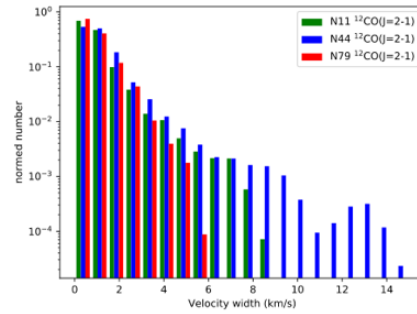


図 3 速度分散ヒストグラム

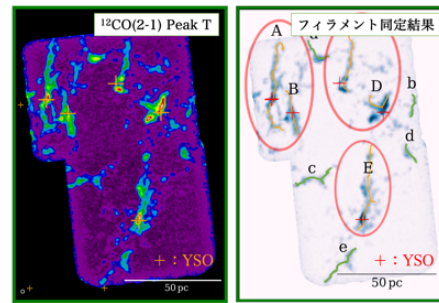


図 4 左図：N44NW の分子雲構造
右図：Filfinder によるフィラメント同定結果

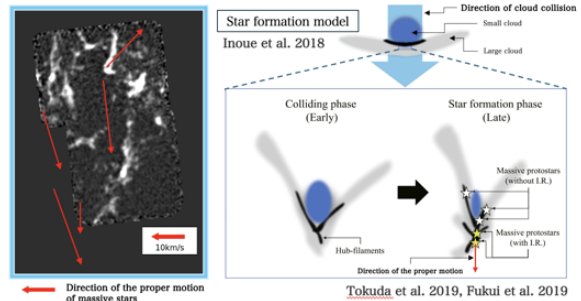


図 5 左図：N44NW 内の大質量星の固有運動 (赤矢印 GA)
右図：Tokuda, Fukui らによる LMC の星形成シナリオ

*e-mail: sd23442t@st.omu.ac.jp

参考文献：

1. Y. Fukui et al 2017 PASJ 69 3.
2. Kazuki Tokuda et al 2019 ApJ 886 15.
3. Yasuo Fukui et al 2019 ApJ 886 14.
4. Tony Wong et al 2011 ApJS 197 16.
5. Jonathan P. Seale et al 2009 ApJ 699 150.
6. Citation C.-H. Rosie Chen et al 2009 ApJ 695 511.
7. A. Z. Bonanos et al 2009 AJ 138 1003.
8. Eric W. Koch et al 2015, MNRAS 452 4.
9. Inoue Tsuyoshi et al 2018, PASJ 70 S53.