

M17SW の NH₃ 輝線と H₂O メーザーの観測

馬場 達也 (鹿児島大学大学院 理工学研究科)

Abstract

M17SW 分子雲は OB 型星のクラスターからの紫外線放射により、分子雲が圧縮され、誘発的な星形成が進む領域として注目されている。M17SW 分子雲内の H₂O メーザー、コンパクト H_{II} 領域、ダストに埋もれた赤外線星の存在から、北東方向の広がった H_{II} 領域により、M17SW で 2 次的な星形成が起こっていることが示唆されている。我々は星形成と高密度分子ガスのトレーサーである H₂O メーザーと NH₃ 輝線を観測し、この領域の星形成について調べた。

情報通信研究機構鹿島 34m 電波望遠鏡を使用して M17SW の NH₃ (J, K) = (1, 1), (2, 2), (3, 3) 輝線のマッピング観測を行った。その結果、8'×12' に広がった NH₃ を検出した。NH₃ (J, K) = (1, 1) のサテライトラインとメインラインの比 $R_{s/m} = 0.362 \pm 0.021$ から光学的厚み $\tau = 0.79 \pm 0.20$ が得られた。この光学的厚みと (2, 2)/(1, 1) 輝線強度比から求められた領域内の回転温度は平均で $T_{rot} = 24.0 \pm 0.8K$ であった。各観測点ごとの回転温度マップと、8.7GHz 連続波源のマップを比較すると、電離境界面で約 2K 高くなっていることがわかった。また、オルソ/パラ比と関係する (3, 3)/(1, 1) 輝線強度比は電離境界面で高いことがわかった。オルソ/パラ比は衝撃波が発生する領域で高くなる傾向があることからこの場所で活発な星形成が行われていることが示唆される。

さらに 2010 年 1 月から 2011 年 12 月まで国立天文台 VERA により、H₂O メーザーの VLBI モニター観測を行った。視線速度 16 から 23km/s で、約 100 ミリ秒角に広がった H₂O メーザースポットを検出できた。本講演では M17SW の NH₃ と H₂O メーザー観測の結果について報告する。

1 Introduction

NH₃ (J, K) = (1, 1), (2, 2), (3, 3) の輝線強度を求め、(2, 2)/(1, 1) より回転温度を、(3, 3)/(1, 1) より NH₃ 分子形成時の温度を得る。

観測天体である M17SW は M17 の南西に位置する巨大星形成領域である。OB 型星のクラスターから紫外線放射を受け圧縮され、活発な星形成が行われているという特徴がある。

2 Methods and Observations

NH₃(1,1),(2,2),(3,3) の観測輝線はそれぞれ 23.694GHz, 23.722GHz, 23.870GHz で、鹿島 34m 望遠鏡にて観測を行った。

H₂O メーザーの観測輝線は 22.235GHz で VERA にて観測を行った。

光学的厚みを以下の式により導く。a の理論値は内

側のサテライトラインで 0.278、外側のサテライトラインで 0.222 である。

$$\frac{T_{MB}(main)}{T_{MB}(sate)} = \frac{1 - e^{-\tau}}{1 - e^{-a\tau}}$$

2 つのエネルギー準位にある NH₃ 分子の個数密度比は回転温度 T_{rot} のボルツマン分布として以下に表される。

$$\begin{aligned} \frac{n(2, 2)}{n(1, 1)} &= \frac{g(2, 2)}{g(1, 1)} \exp\left(\frac{-\delta E(2, 2; 1, 1)}{kT_{ex}(2, 2; 1, 1)}\right) \\ &= \frac{5}{3} \exp\left(\frac{-41.5}{T_{ex}(2, 2; 1, 1)}\right) \end{aligned}$$

回転温度と励起温度が等しく、エネルギー準位の幅が等しい場合、レイリー・ジーンズ近似を用いて回転音度は以下に表される。

$$T_{rot}(2, 2; 1, 1) = -41.5$$

$$\left/ \ln \left(\frac{-0.282}{\tau(1, 1, m)} \times \ln \left(1 - \frac{T_{MB}(2, 2)}{T_{MB}(1, 1)} \times (1 - \exp(-\tau(1, 1, m))) \right) \right) \right.$$

3 Results

もっとも強度の高い NH₃ 輝線を検出した点のスペクトルでは (1,1) でメインライン 1 つ、サテライトライン 2 対、(2,2),(3,3) でメインライン 1 つが検出された。

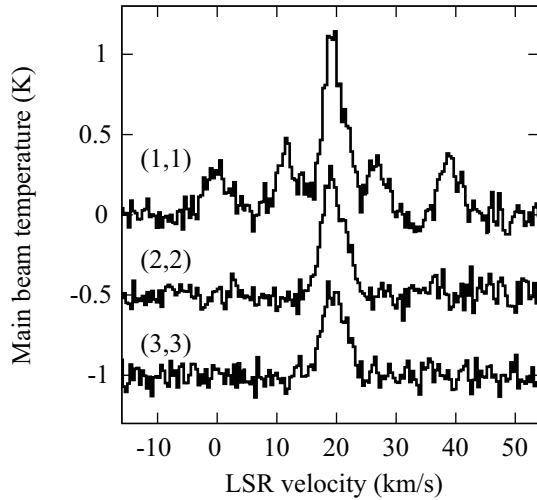


図 1: もっとも強度の高い NH₃ 輝線を検出した点のスペクトル

各視線速度ごとの積分強度マップを比較すると、単一のコアであることが確認できる。NH₃(2,2)/(1,1) と (3,3)/(1,1) それぞれの比をマッピングした。

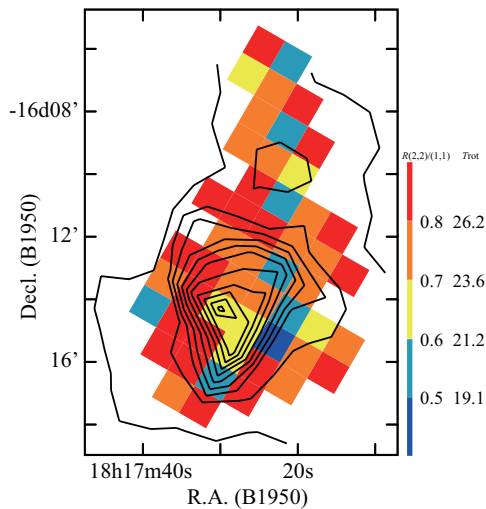


図 2: NH₃(2,2)/(1,1) 比と積分強度マップ

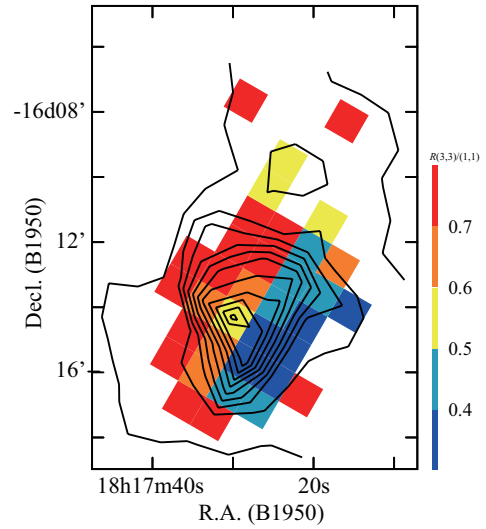


図 3: NH₃(3,3)/(1,1) 比と積分強度マップ

H₂O メーザーのマップからは双極放射の可能性が見られる。

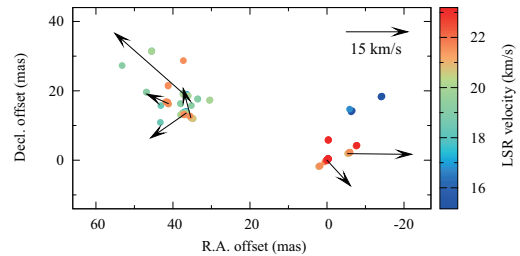


図 4: 18h20m23.016s -16d11'48.03" J2000

4 Discussion

分子ガス、ダスト分布と得られた結果を比較すると、回転温度に有意な差は見られなかった。しかし、(3,3)/(1,1) 比から分かる NH₃ 分子の生成時の温度には有意に差があり、衝撃波面が横たわるように存在すると考えられる。また、H₂O メーザー放射源の動

2013 年度 第 43 回 天文・天体物理若手夏の学校

きから原始星の存在しうる場所を推測することができた。

Reference

Chibueze, J.O. and Imura, K., Omodaka, T., et al. 2013, *apj*, 762, 17

Balser, D.S., Bania, T.M., Rood, R.T., Wilson, T.L. 1995, *apjs*, 100, 371