星形成ゼミ

SF newsletter 速報

2014.12.19

東京大学博士 2 年 原 千穂美

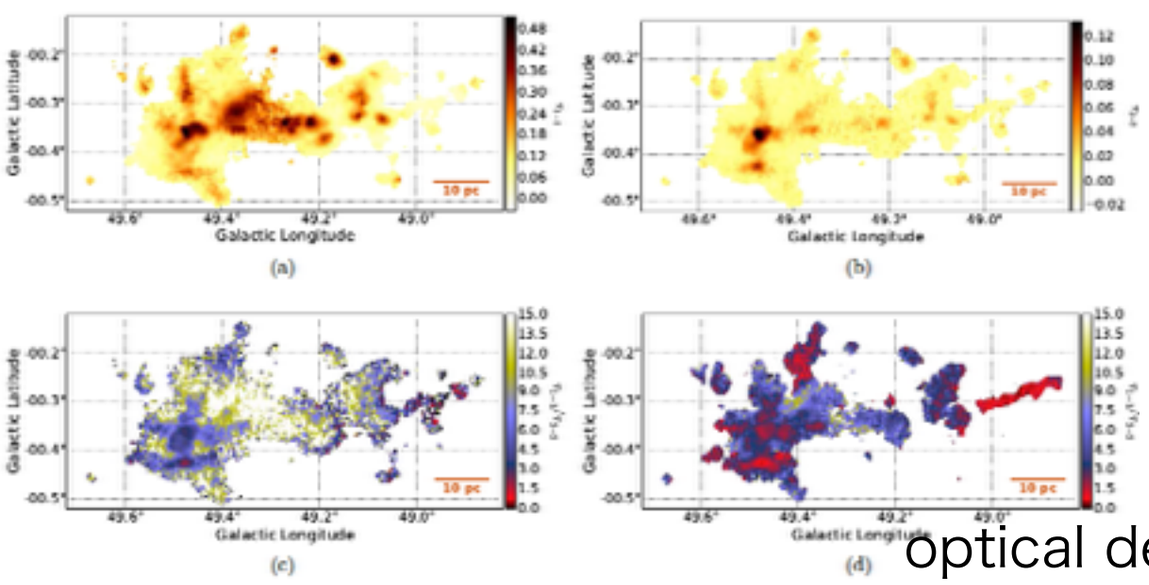
The dense gas mass fraction in the W51 cloud and its protoclusters

Adam Ginsburg[1], John Bally[2], Cara Battersby[3], Allison Youngblood[2], Jeremy Darling[2], Erik Rosolowsky[4], Héctor Arce[5], Mayra E. Lebrón Santos[6]

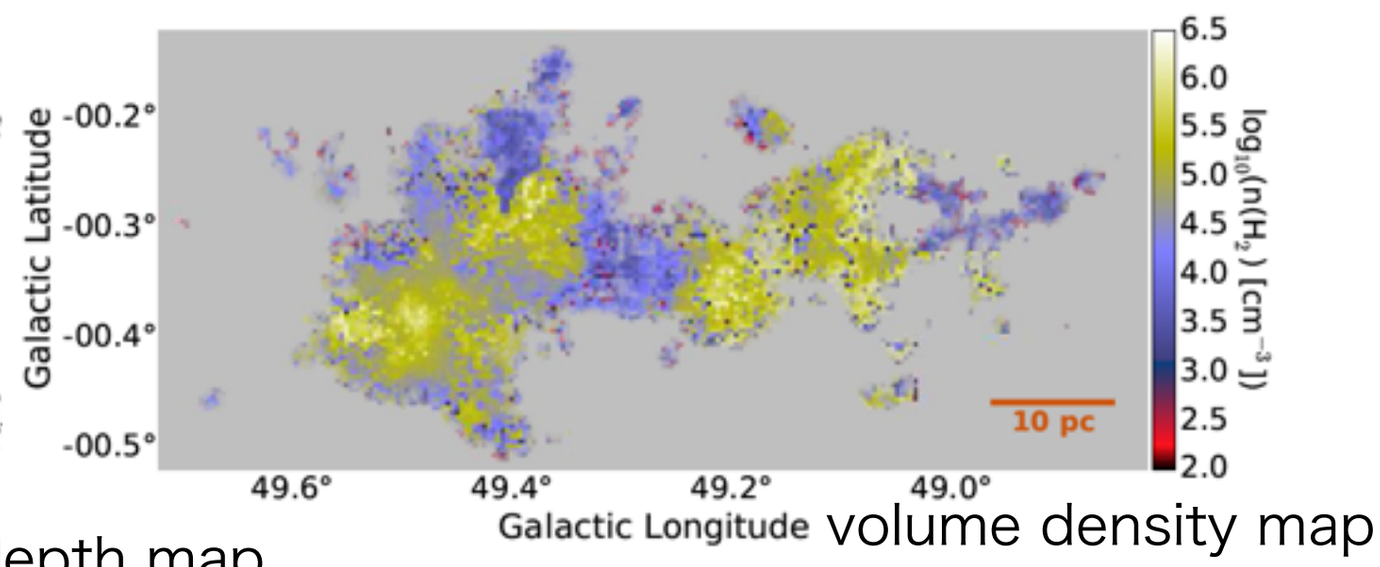
銀河面に近い、活発な星形成領域、W51 (d~5.1 kpc) に向けて H_2CO の観測を 2 周波数 (1_{10}-1_{11}, 2_{11}-2_{12}) で行った。
(w Arecibo & GBT ~ 20″&50″ 空間分解能)

* H_2CO : collision により、回転励起の低い側が overpopulate

—> absorption/見かけのT_{ex} が T_{bg} より低くなる効果($T_R = (T_{ex} - T_{bg})(1 - e^{\tau_\nu})$)で T_R<0 なので
また、T_{ex} <<T_{MB} として、 $\tau_{obs} = -\ln\left[\frac{T_{MB}}{T_{bg}}\right]$ と近似

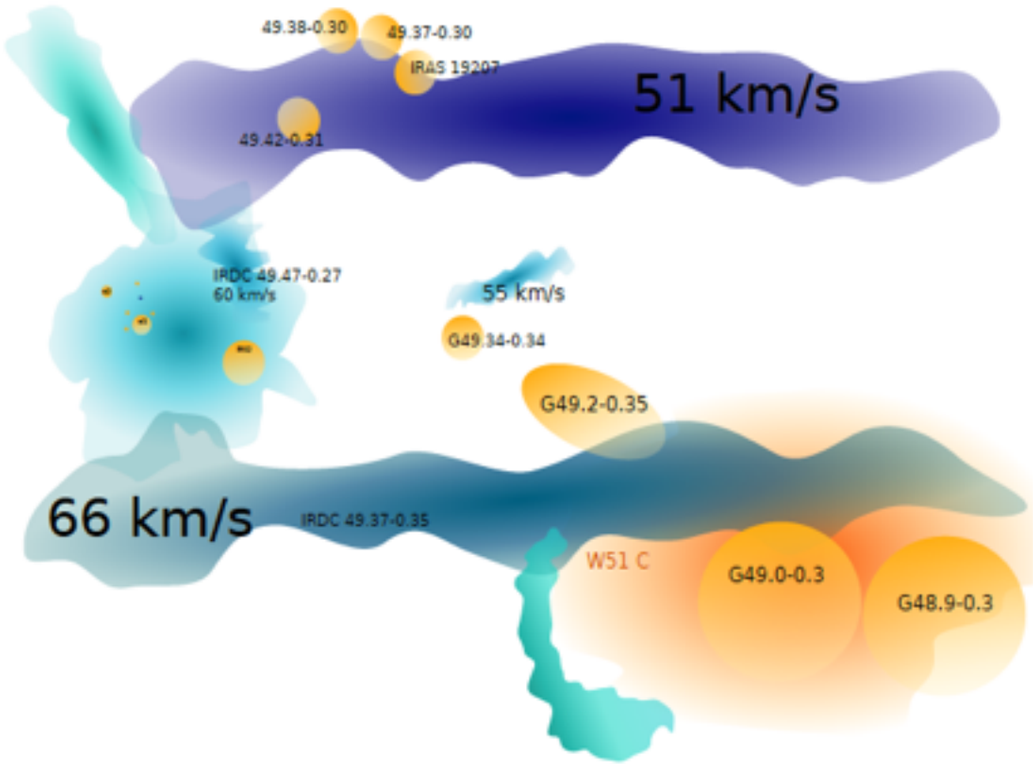


optical depth map

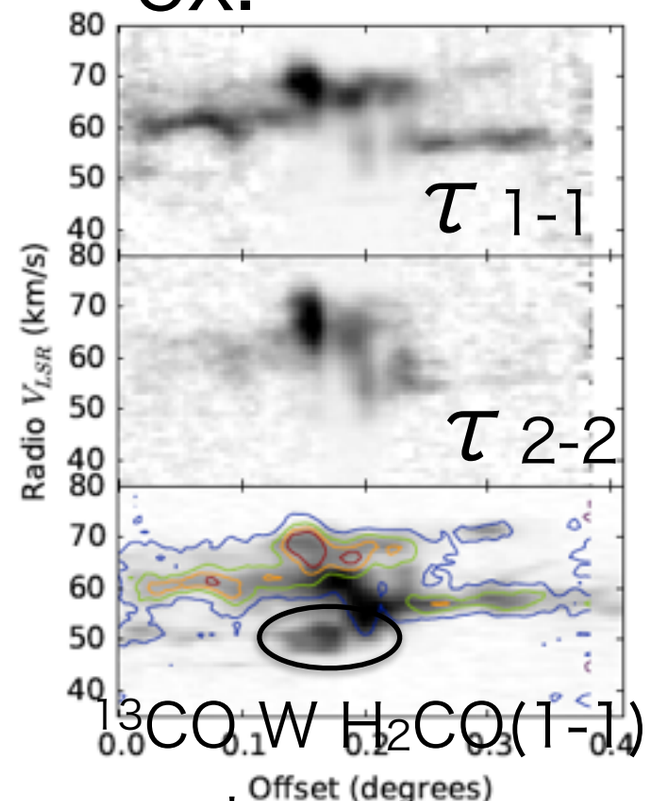


volume density map

LVG モデルを使って、T_{bg} が CMB の時と continuum のときを試し、よりよい解を採用
—> ^{13}CO も用いて、W 51 の三次元マップを作成。



ex.

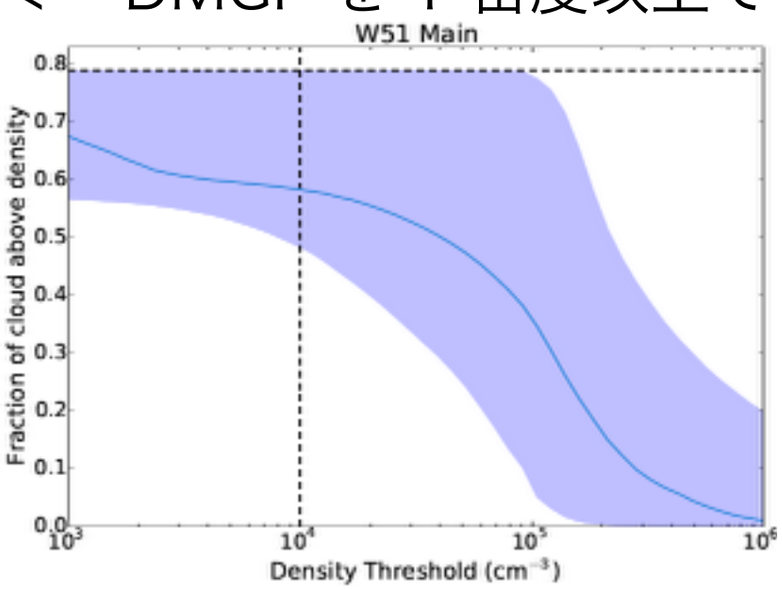


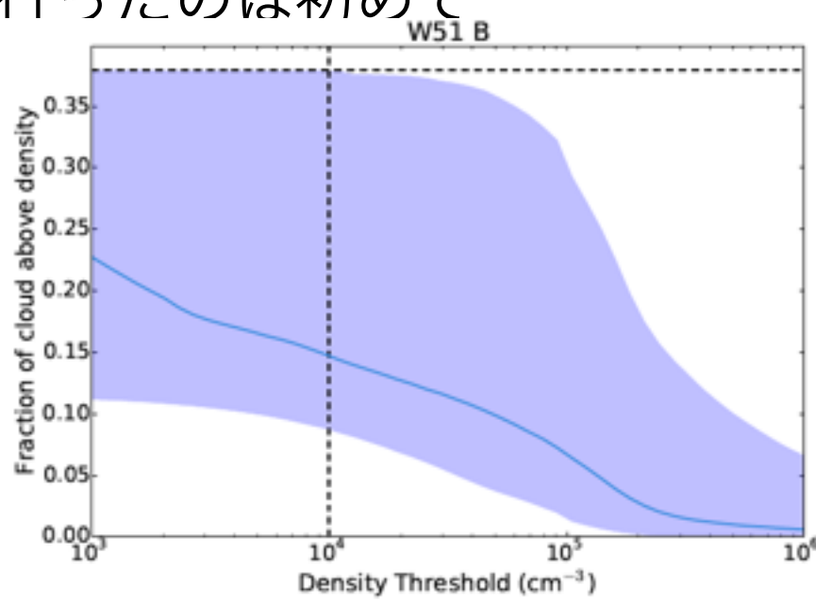
^{13}CO あり — H_2CO absorption 弱 —> H_2 region の background に雲あり

^{13}CO W H_2CO(1-1) contour

全ガスに占める高密度ガス比を高密度ガスの閾値をかえて DMGF の図を作る

<— DMGF を 1 密度以上で行ったのは初めて





W51 main では >70 % を>104 cm-3 (星形成の threshold; from Lada et al.)のガスが占めている

<—> W51B ではより低い割合

<— W51B は星形成の終盤に近い。

W51 の三次元配置を求めた。また、DGMF により、cloud の進化段階を明らかにした。

comment: W51 は extrem な環境にも関わらず H2CO emission は検出されなかった。

<—> 星形成銀河では検出 <— 高密度かつ星形成が起きていない。

Hot Ammonia around O-type Young Stars

I. JVLA imaging of NH_3 (6,6) to (14,14) in NGC7538 IRS1

C. Goddi[1], Q. Zhang[2], and L. Moscadelli[3]

HIgh mass star formation は low mass star formation のスケールアップバージョンなのか？ (radiation feedback)

<— NGC7538 IRS1 (d=2.7 kpc) はよいターゲット

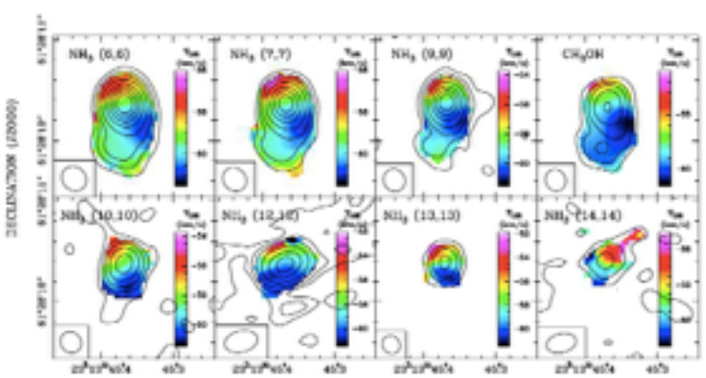
3 つの high mass YSO からなる triplet

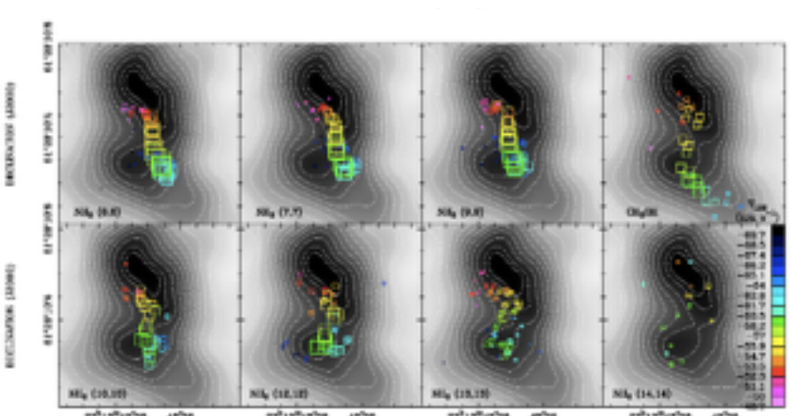
VLA を用いて、0.2 arcsec 空間分解能で NH_3 の 7 遷移 (J=K <— 衝突励起) を観測。

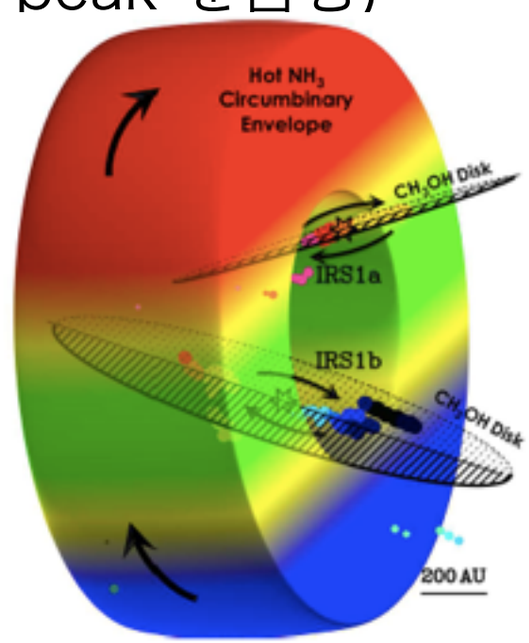
E_l = ~400-1950 K

-全ての輝線が吸収として検出。

-速度勾配 (2つの continuum peak を含む)







この論文 +
メタノールメーザー観測

- 重力的に束縛できる質量は ~42 M_{sun}
- (VLBI CH3OH の各円盤における M_{dyn} と consistent)

—> 2つの YSO 周りの rotating envelope を検出

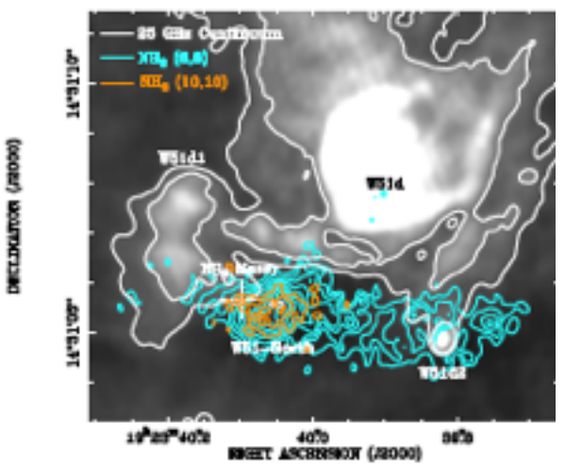
NH_3 の fitting から (northern)
optical depth 10-26 (largest(?))
T_{rot} ~280 K
N_{colum}(H2) ~ $1.4\text{-}2.5\times10^{19}$ cm^{-2}
n_{vol}(H2) ~ $3.5\text{-}2.6\times10^{10}$ cm^{-3}
mass 19-34 M_{sun}

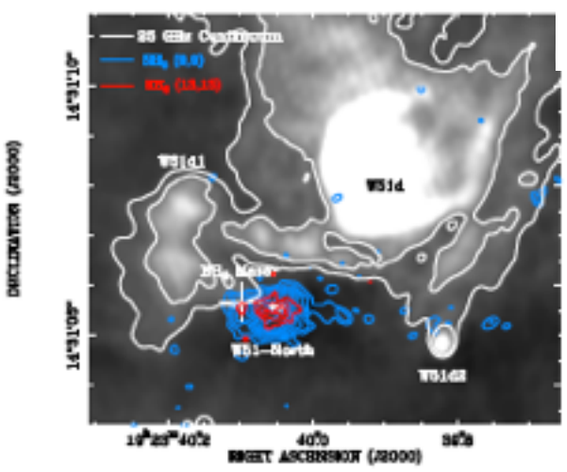
Hot Ammonia around Young O-type Stars

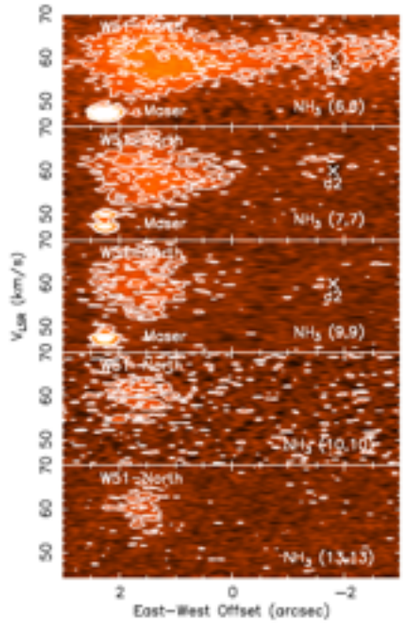
II. JVLA imaging of highly-excited metastable NH_3 masers in W51-North

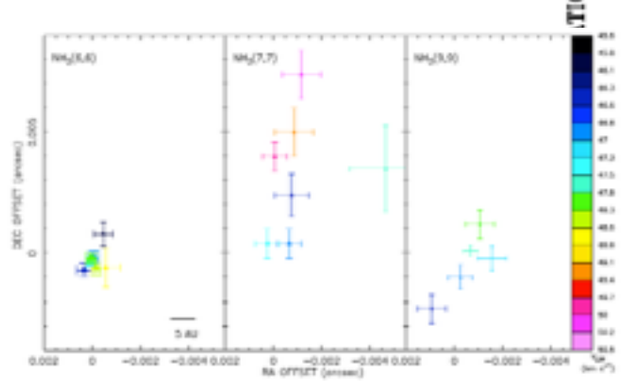
C. Goddi[1], C. Henkel[2,3], Q. Zhang[4], L. Zapata[5], and T. L. Wilson[6]

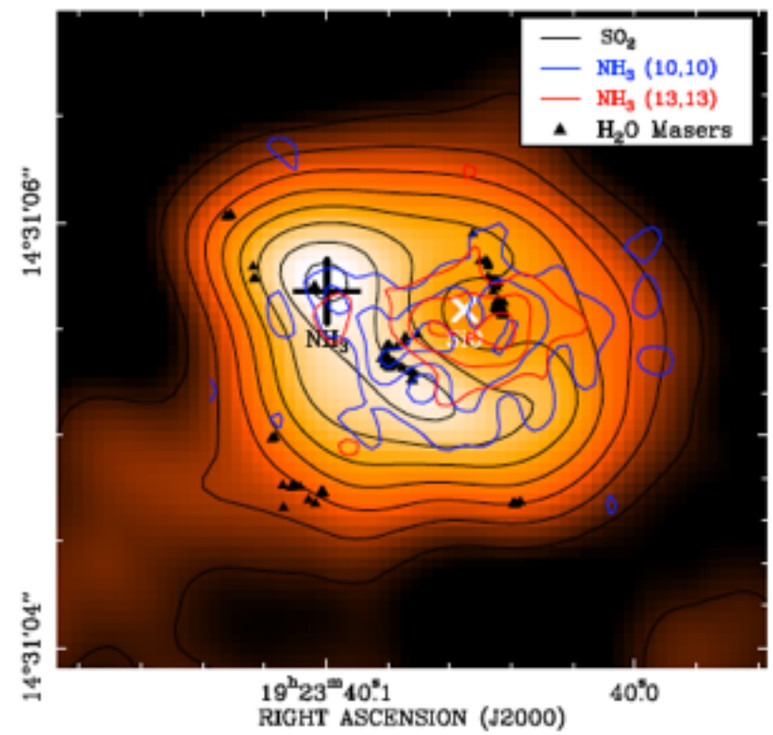
前の論文とシリーズ (観測概要が同じ。)
大質量形成領域 W51 IRS を観測
single-dish から NH3 maser の variation が明らかになっている。
JVLA で 5 遷移を観測
—> thermal emission と maser の二種類を検出











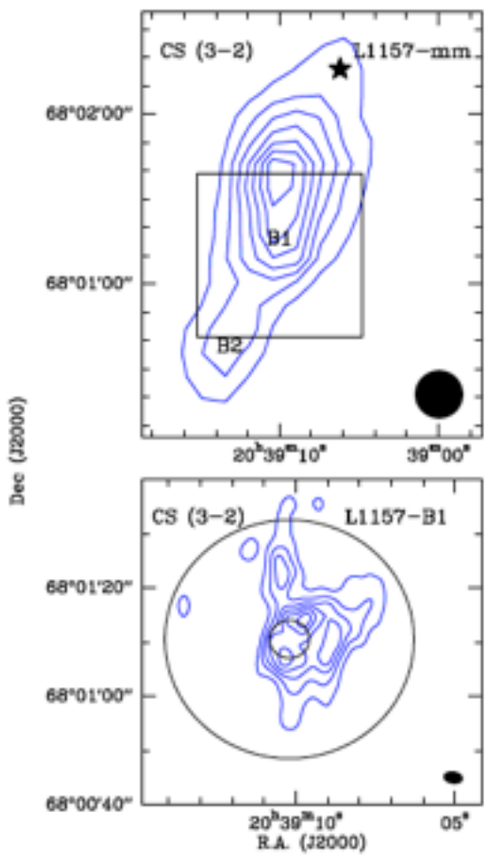
NH_3 の thermal emission は 2 つの condensation に分かれる。
—> ひとつは NH_3 maser に付随, もう一つは SiO mser に付随。
NH_3 maser に付随している方には水メーザーのぞき他にメーザー付随なし。
—> NH_3 が SO_2 のピークに付随しているところから、binary 形成を示唆?
—> CO 分子流の morphology も binary 形成シナリオを支持

The density structure of the L1157 molecular outflow

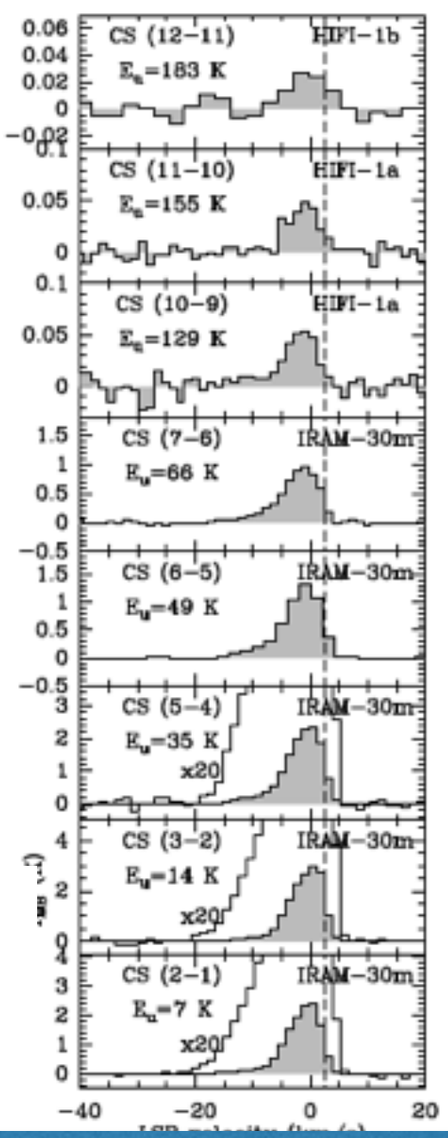
A.I. Gómez-Ruiz[1,⋆], C. Codella[1], B. Lefloch[2,3], M. Benedettini[4], G. Busquet[5,4], C. Ceccarelli[2,3], B. Nisini[6], L. Podio[1], S. Viti[7]

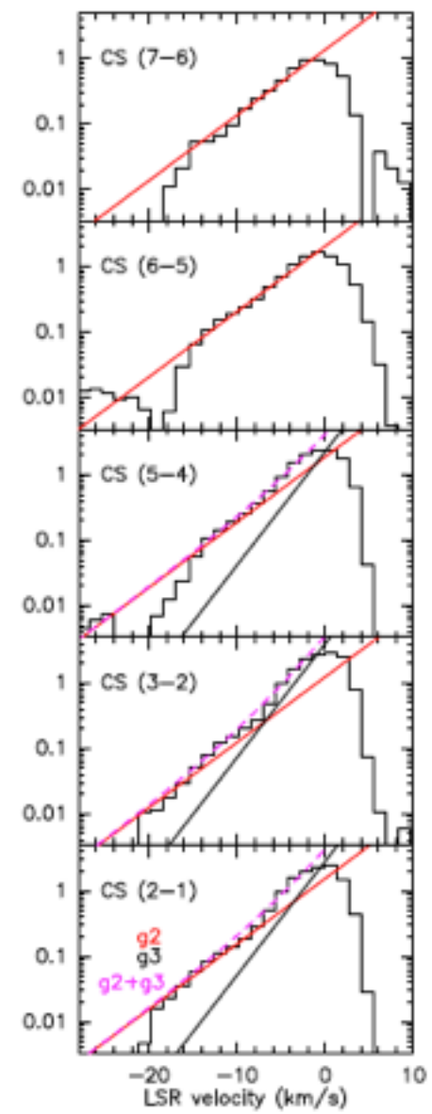
L1157 <— 化学的に “active” な分子流

今回は CS (shock 領域で存在量増加) やその isotope の multi transition (Herschel/IRAM) を利用して、knot B1/B2 の性質を求める (ただし、観測は一点)。



Component	Size[(a)] (″)	N(CS) (cm^{-2})	n_{H_2} (cm^{-3})
g_1	10	1×10^{13}	$> 10^6$
g_2	18	8×10^{13}	10^5–10^6
g_3	25	8×10^{13}	0.5–2×10^5





手法：

CS を二つのコンポーネント (g2, g3) に分離して、

それぞれの component に対して、LVG を用いる。

(g2, g3 は CO で既に検出されていて、g2 は B1 に付随、g3 は B2 に付随すると考えられている。)

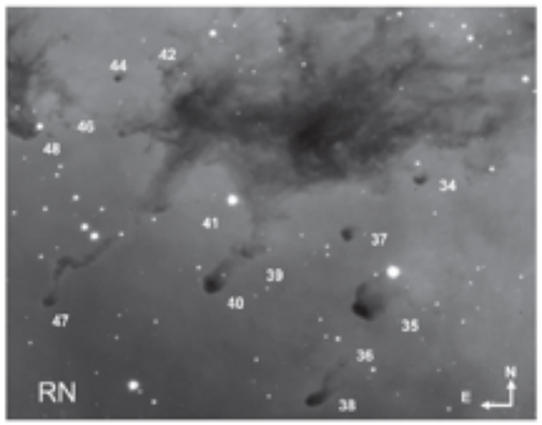
さらに、Herschel で観測された高励起輝線は、g1 とする。

(他の観測で、高温、高密度の成分があることは示されていた。)

CO で観測されていたよりも高密度/高温部をトレース。abundance の増加。

The theory of globulettes: candidate precursors of brown dwarfs and free floating planets in H II regions

Thomas J. Haworth*, Stefano Facchini and Cathie J. Clarke
Institute of Astronomy, Madingley Road, Cambridge, CB3 0HA



Globulets

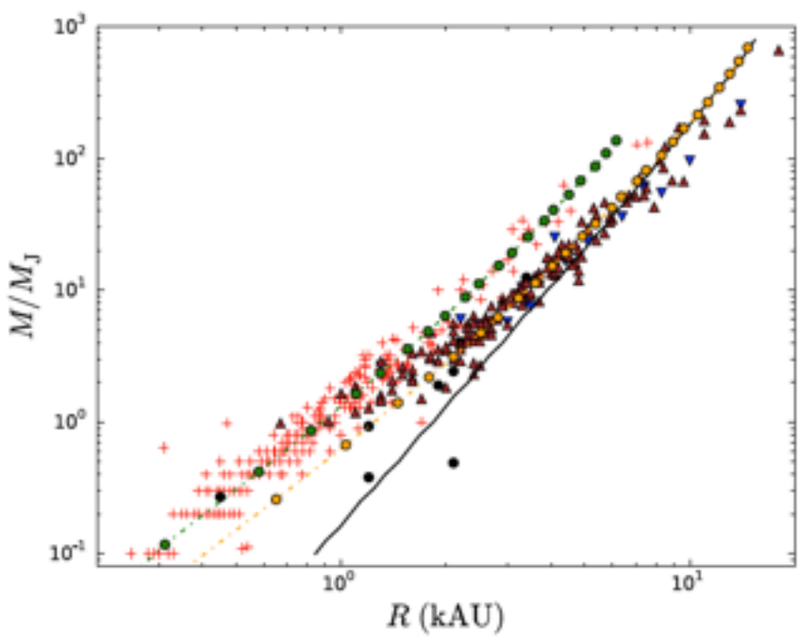
HII region の周りで観測される”固まり”

BD もしくは floating planet の種とも考えられる。

0.1-10 kAU の大きさ、0.1-100 M_{jup} の質量

Gahm et al. 2007

この論文では Globulets を理論的側面から review する。



質量-半径関係

観測値から $M \propto R^{2.2}$

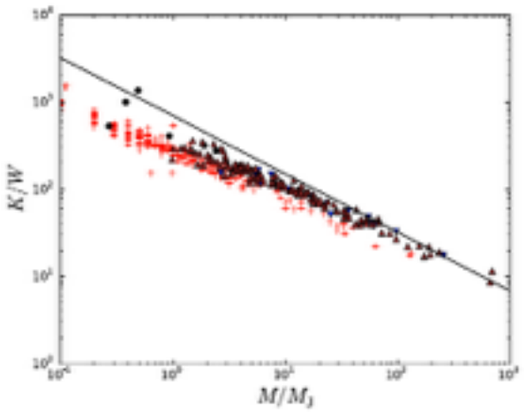
HII region からの圧力を考えた、Bonnor-Ebert 球モデルで

high-mass 側は再現可能 (黒)

low-mass 側は無理

—> 観測限界？観測限界について補正 (黄色/緑)

減光マップから質量を求めた際の検出限界について補正

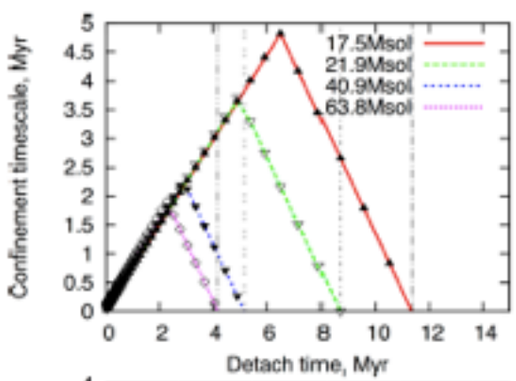


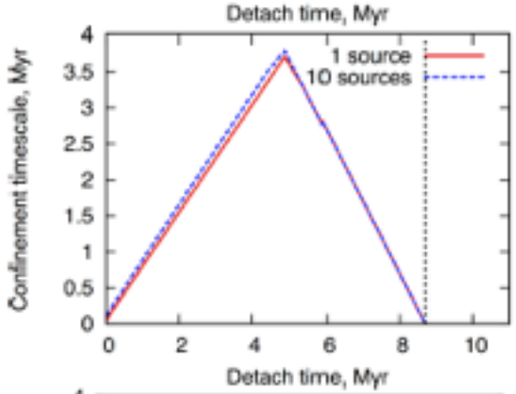
-collapse するか？
HII 領域の中にある限り、thermal energy が大きく、HII 領域からの圧力がよっぽど高くない限り collapse しない。
(左図)

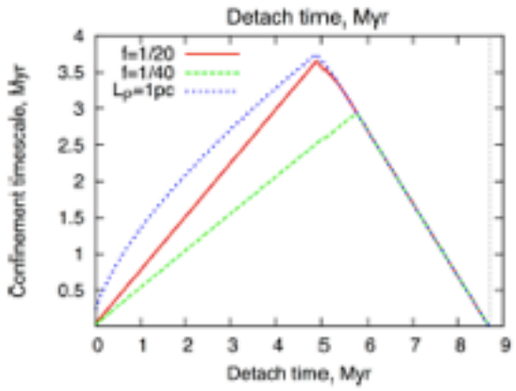
では globulet の進化を追ってみよう

考えている描像

シェルの expansion を通り抜けた “柱” から globulet が生じる。
globulet はそのときの expansion 速度で動き続ける

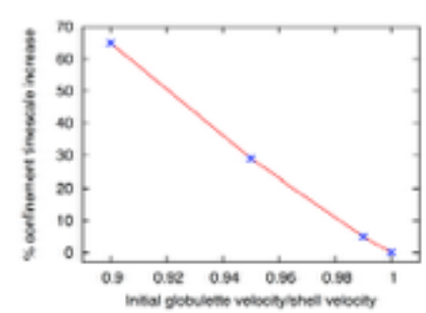






- HII 領域中にはどれくらいとどまるのか？
—> いつ、シェルとの衝突が起こるか計算した。
(左図 横軸 : globulet ができる時間
縦軸 : confirmation time ; いつシェルとの衝突が起こるか)
—> どのような条件下でも globulet はシェルとの衝突/SN explosion を経験する。
(右上がりになっているところ; シェルとの衝突を経験
右下がりになっているところ; SN explosion を経験)

また、globulet が初期速度を持っていれば、confirmation time は小さくなる
(rocket effect が効く)



$$\frac{K}{U} \approx 2\left(\frac{\Delta}{\mathrm{pc}}\right)\left[10^{10}\rho_s - 2\times 10^{-5}\left(\frac{\Delta}{\mathrm{pc}}\right)\right]\sqrt{\frac{\rho_{\mathrm{S}}}{\rho_{\mathrm{G}}}}. \qquad (33)$$

shell と衝突したときに globulet は生き残るのか？
<— 最も質量が小さい limit (~0.1 Mjup, globulet 速度 1 km/s を仮定して、dust cooling を入れて計算したときに得られる式が上)
ただし、Δは shell の厚み
—> dust cooling の効果が ram pressure による heating の効果よりずっと大きく、最も質量が小さい globulet のケースでも globulet は生き残る。

生き残った後は??
<— 星間空間では external pressure が急激に小さくなり、disperse する。

$$t_{\mathrm{Diss}} = \frac{1}{v}\left(\frac{M_{\mathrm{G}}}{\rho_{\mathrm{amb}}}\right)^{1/3}\left(1-\frac{R_{\mathrm{G0}}^2}{v^2t^2}\right)^{\alpha/3}$$

time scale は左で表され、Carina の場合 (globulet が観測されている) time scale は 30-300 kyr くらい

以上から、globulet は “シェル中” でしか collapse し、BD あるいは free floating planet を作らない。
また、”全ての” globulet が collapse すれば、IMF にも寄与をするが、理論の面から考えると、この考察は乱暴,,, かも。