

VERA,野辺山45m鏡を用いた星形成領域NGC1579の研究

井上伸乃介、面高俊宏、砂田和良、永山匠、土橋一仁(東京学芸大)、他VERAチーム

概要

カリフォルニア分子雲はペルセウス座の銀径162°, 銀緯-10度付近に位置する直径約80pcの巨大分子雲であり、遠赤外の3色合成画像(Charles et al.2007)によると非常に密度の濃い領域が存在する。この領域では水メーザーが検出されており、VERAによる観測を行ったところ距離は590pcであることが分かった。また同じ領域を野辺山45m鏡を用いて12CO,13COによる観測を行った。13COデータからこの領域をクラスター、フィラメント、クランプの3つの部分に分け、フィラメント、クランプについて質量を求めた。また12COデータから、クランプ内に高温の領域が存在することやスペクトルに吸収があることが分かった。水メーザー源については13COのブルー成分、レッド成分の積分強度図よりアウトフローが付随し、SEDよりClass I に分類されることが分かった。またメーザー源はクランプの端に位置し、温度の低い静かな領域で星形成が行われていることがわかった。本ポスターでは一連の解析結果について報告する。

観測

VERA(VLBI Exploration of Radio Astrometry)

- 目的天体 NGC1579
(R.A. Dec.) = (04h30m25.8000s, +35d09'13.000")
- 参照電波源 J0424+00
(R.A. Dec.) = (04h24m46.8421s, +00d36'06.329")
- 観測期間 2008/11/29 ~ 2011/12/19
- 観測回数 9 epochs
- 周波数 22.235GHz (H₂Oメーザー)
- 速度分解能 0.21km/s



結果

1.カリフォルニア分子雲の全体像 14°

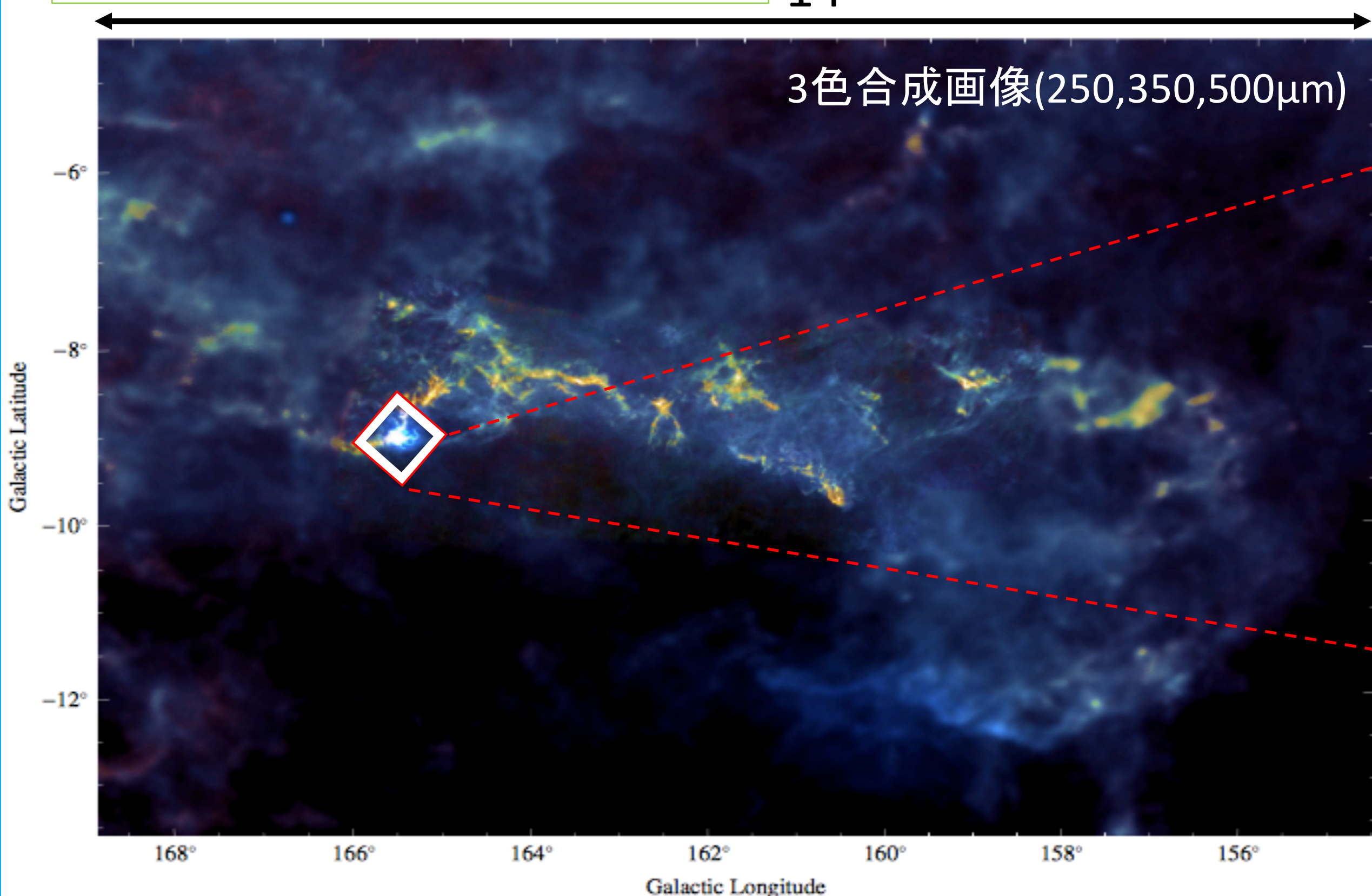
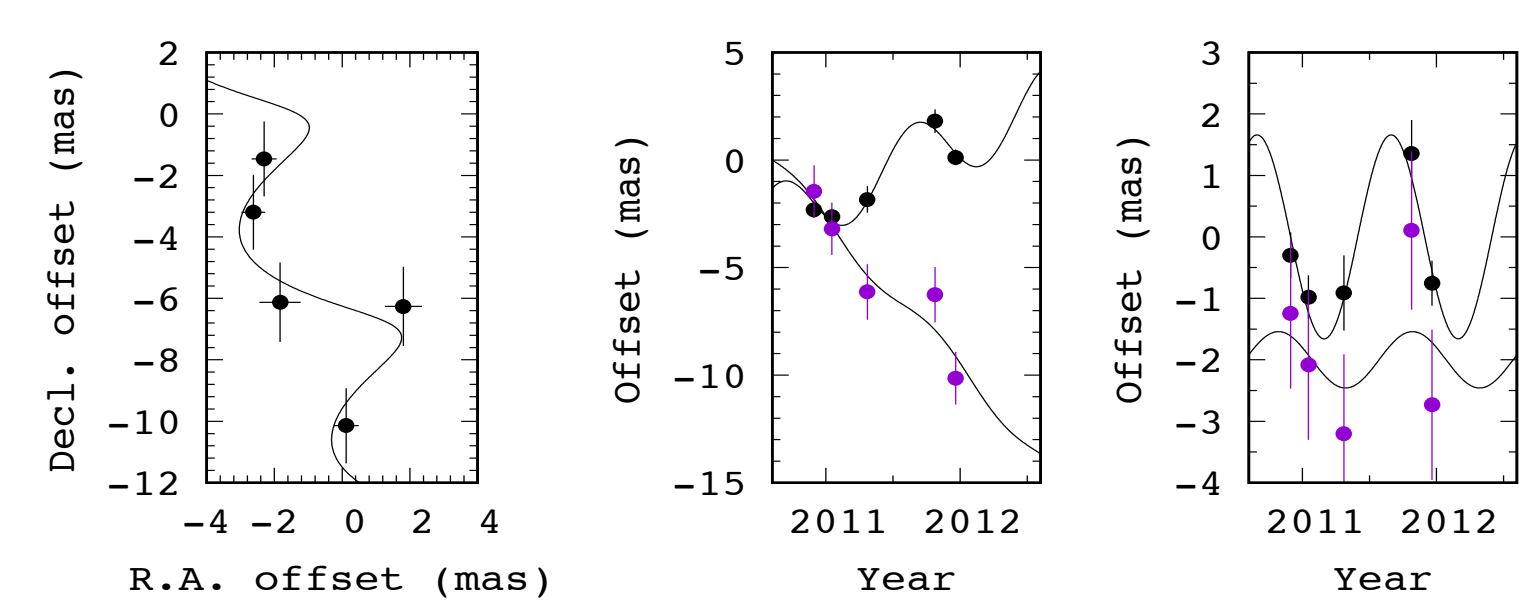


図1:遠赤外の3色合成画像(Charles et al.2017)。赤枠はVERA及び45m鏡で観測した領域である。赤枠内には水メーザー源がありVERAにより観測を行った。また野辺山45m鏡においても12CO,13COによる観測を行った。

2.VERA観測結果

NGC1579
 $\pi = 1.68 \pm 0.4460 \text{ mas}$ ($D = 0.5904 \pm 0.158 \text{ kpc}$)
 $(\mu_x, \mu_y) = (2.726 \pm 0.418, -6.828 \pm 1.282) \text{ mas/yr}$



| 天体名 | NGC1579 |
|------------------------|--|
| 年周視差 π | $1.68 \pm 0.4460 \text{ mas}$ |
| 距離 D | $590^{+220}_{-120} \text{ pc}$ |
| 固有運動(μ_x, μ_y) | $(2.726 \pm 0.42, -6.828 \pm 1.28) \text{ mas/yr}$ |

図2・表1 aipsによる解析結果

この距離($D = 590\text{pc}$)と45m鏡の13COデータから観測領域の質量を求めた(結果3-1)。

3-2. 12CO観測

(a)積分強度図とスペクトル

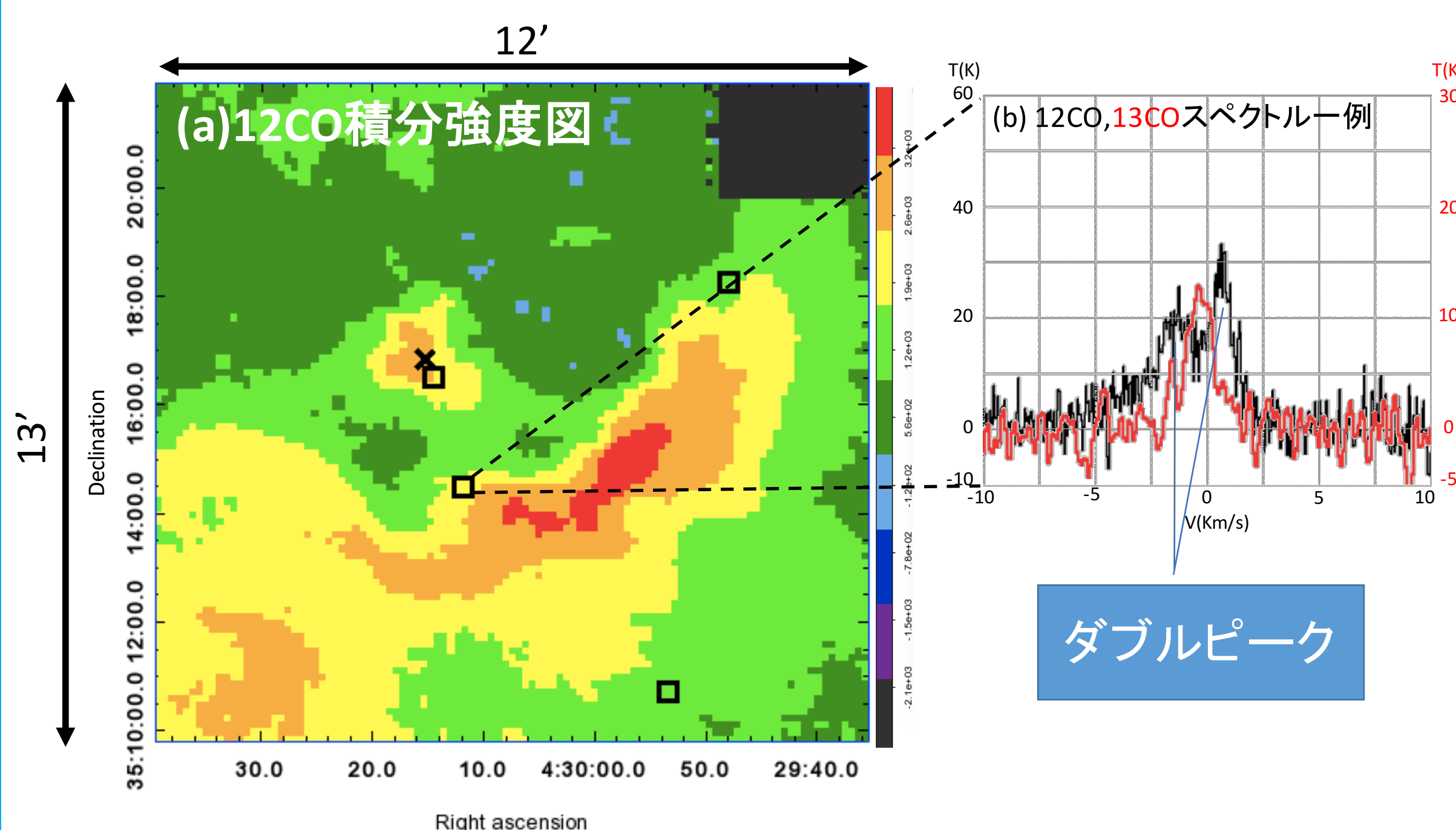


図4(a):12CO積分強度図(-5 ~ 5 km/s)。□はIRAS点源
 図4(b)代表的なスペクトル 赤=13CO(-5~30K) 縦方向に2倍に拡大
 黒=12CO(-10~60K) → ダブルピーク

- 12CO観測により①13COで観測された高密度の部分は12COでも高温である
- ②12COのスペクトルはH II領域による吸収の影響を受けダブルピークになっていることが分かった

3.野辺山45m鏡観測結果

3-1. 13CO観測

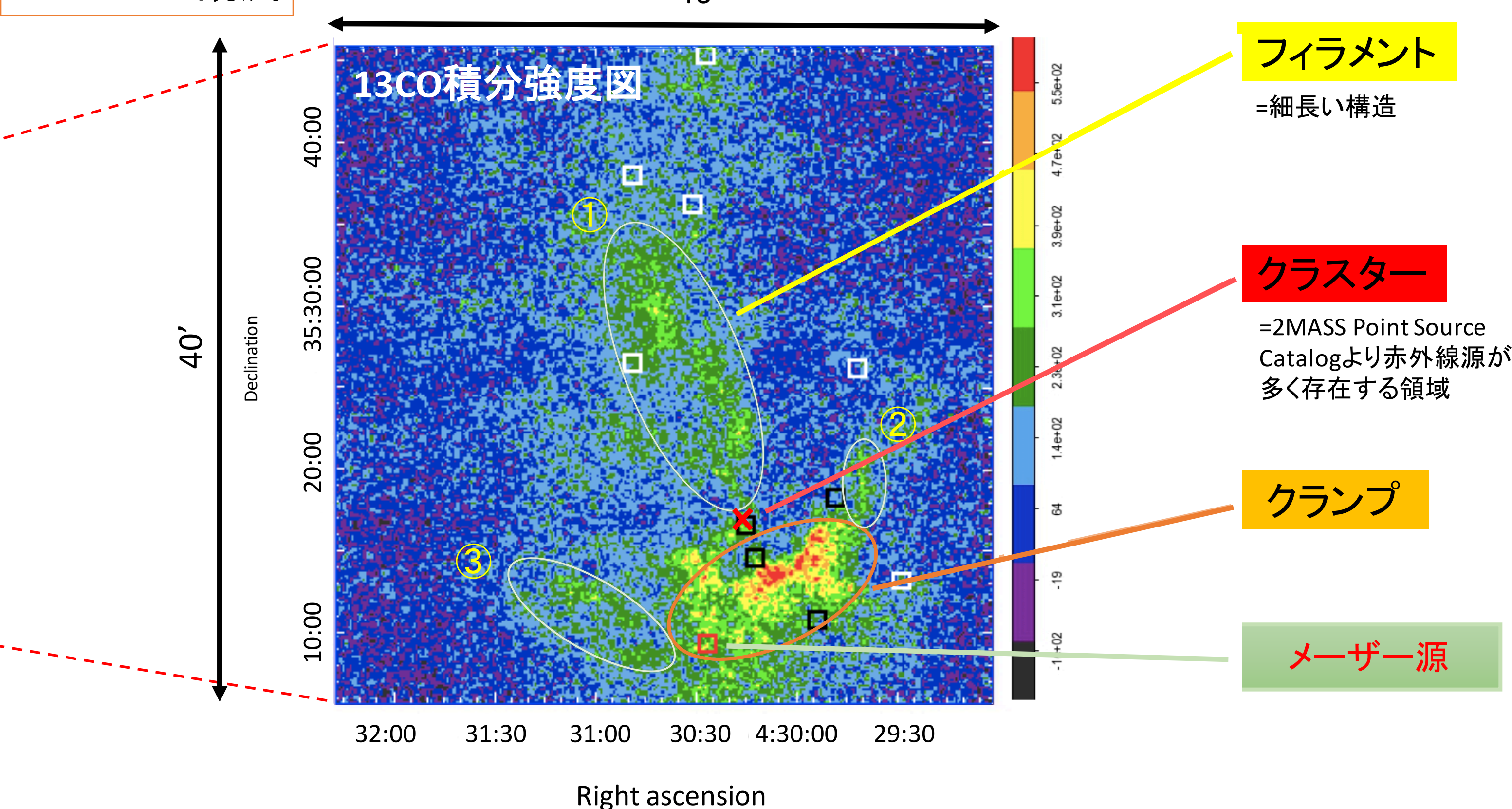


図3:13CO積分強度図(-6 ~ 28 km/s)。四角はIRAS点源の位置を示している □は12CO観測範囲内の天体、□はメーザー源を示している(IRAS点源に付随)
 図3より、観測した領域は形状によって太い部分をクランプ、細長い部分をフィラメントと区別した。(山日修論 2014)メーザー源はクランプの端に位置している。またクランプ及び各フィラメントに対し局所熱力学平衡(Local Thermodynamical Equilibrium:LTE)を仮定したLTE質量と力学的安定性を議論するためビリアル質量を算出した。結果を表2に示す。

クランプに用いたビリアル質量の計算式

$$M_{vir} = 209 \left(\frac{R}{pc} \right) \left(\frac{\Delta V}{km s^{-1}} \right)^2 M_{\odot} \dots \text{式(1)}$$

(R :クランプの半径, ΔV :線幅)

フィラメントに用いたビリアル質量の計算式

$$M_{vir} = 465 \left(\frac{\Delta V}{km s^{-1}} \right)^2 M_{\odot} pc^{-1} \dots \text{式(2)}$$

(ΔV :線幅)

| 領域 | クランプ半径・ フィラメントの長さ(pc) | LTE質量 $M_{LTE}(M_{\odot})$ | ビリアル質量 $M_{vir}(M_{\odot})$ | 質量比 (ビリアル質量/LTE質量) |
|---------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| クランプ | 0.87 | 951 | 565 | 0.59 |
| フィラメント1 | 3.03 | 349 | 3549 | 10 |
| フィラメント2 | 0.73 | 36 | 1010 | 28 |
| フィラメント3 | 1.05 | 41 | 2426 | 59 |

表2:クランプ及び各フィラメントの質量。VERAで求めた距離から算出。

4.原始星 水メーザー源

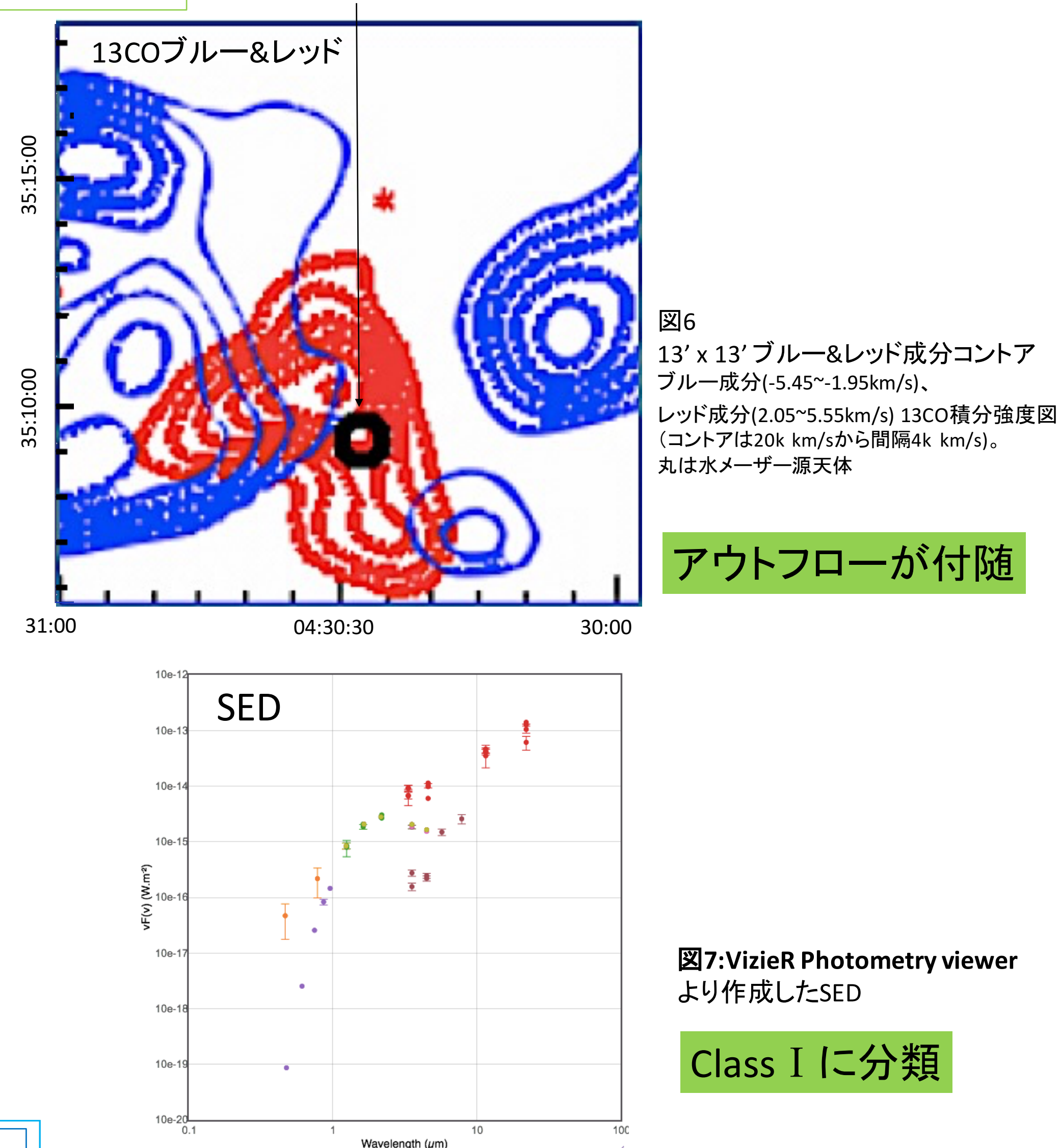


図6
 13' x 13' ブルー&レッド成分コントア
 ブルー成分(-5.45~-1.95km/s)、
 レッド成分(2.05~5.55km/s) 13CO積分強度図
 (コントアは20k km/sから間隔4k km/s)。丸は水メーザー源天体

アウトフローが付随

図7:VizieR Photometry viewer
 より作成したSED

Class I に分類

図6,7よりメーザー源にはアウトフローが付随し,SEDよりClass I に分類されることが分かった。またメーザー源はクランプの端にあるため(図3)、温度の低い静かな場所で自発的星形成が行われていることがわかった。

まとめ・今後の課題

- VERA → 距離、固有運動を求めた。
- 45m鏡[13CO] → ①観測領域の各部分の質量②メーザー源はクランプの端に位置していることが分かった。
- [12CO] → ①観測領域に高温の領域があること②H II領域が分子雲背後にあるため吸収線があることが分かった
- また今後は12COスペクトルの吸収成分を算出し、12CO吸収量のマップを作成する予定である。