

# **A Massive Molecular Outflow in the dense Dust Core AGAL G337.916-00.477**

M1 後藤 健太

# Abstract

- ASTEとMopraを使って、AGAL337.9-SとAGAL337.9-NをCO( $J=3-2$ ), CO( $J=1-0$ )で観測した。
- 観測したoutflowは少なくとも1pc伸びていて、質量は $\sim 50M_{\odot}$ であった。
- outflow lobesの最大速度は36-40km/sであった。
- 赤外線とサブミリ波の解析によって、AGAL337.9-Sは大質量星形成における進化の初期段階であることが分かった。
- AGAL337.9-NはAGAL337.9-Sよりも早い進化段階の大質量原始星であることが分かった。

# Introduction

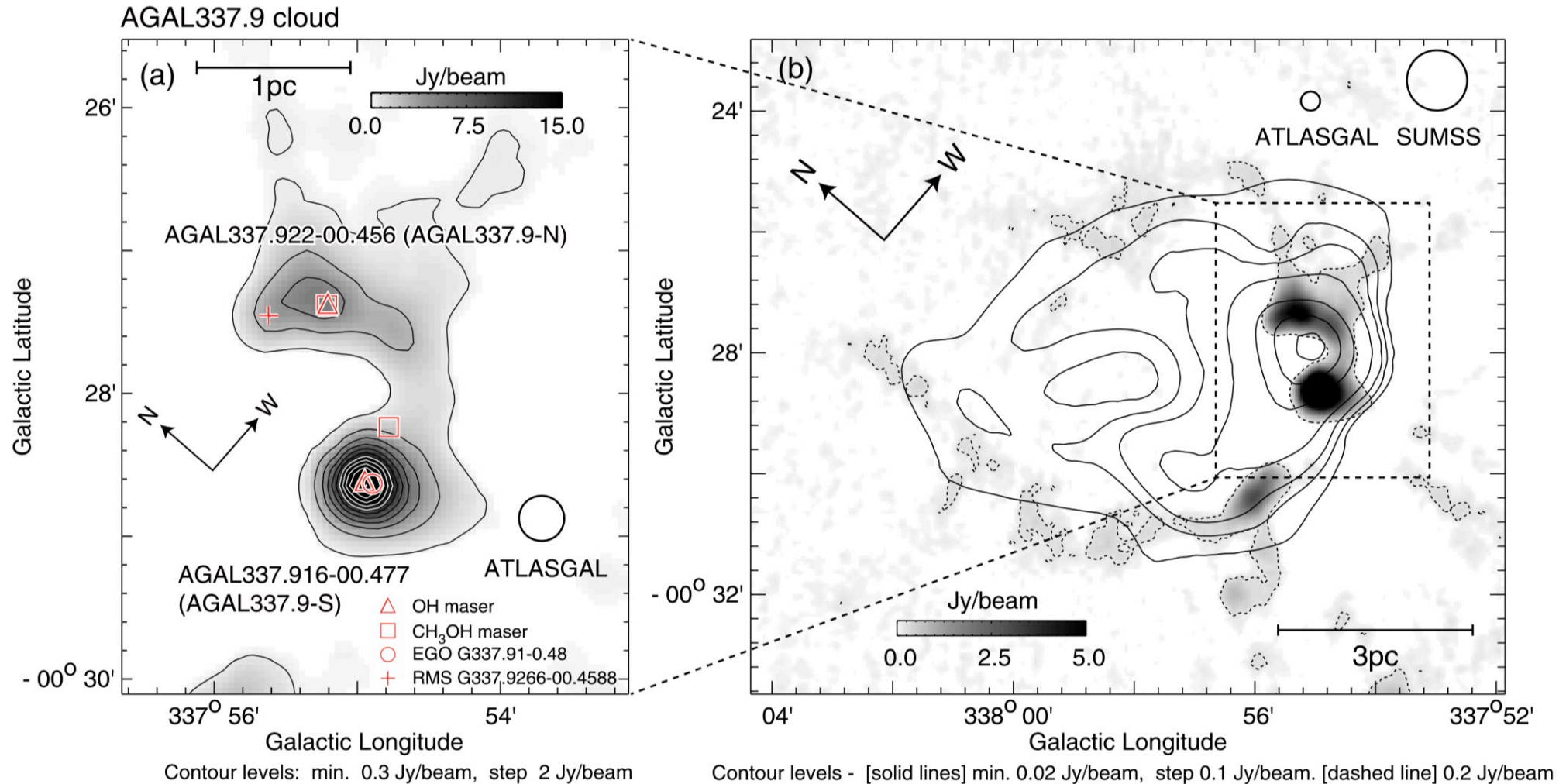


Figure1 : AGAL337.9の870μm

contour : 848MHzのradio continuum

# Data Sets

この研究の観測

ASTE 13CO32  
Mopra 12CO10

使用したアーカイブデータ

**Table 1**  
Parameters of Infrared/Submillimeter Data

| Satellite/<br>Telescope<br>(1) | Detector/<br>Receiver<br>(2) | Band<br>( $\mu\text{m}$ )<br>(3) | Resolution ( $''$ )<br>(4) | Reference    |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------|
| <i>Spitzer</i>                 | IRAC                         | 3.6                              | 1.7                        | (1, 2)       |
|                                |                              | 4.5                              | 1.7                        |              |
|                                |                              | 5.8                              | 1.9                        |              |
|                                |                              | 8.0                              | 2.0                        |              |
| <i>AKARI</i>                   | IRC                          | 18                               | 4                          | (3, 4)       |
| <i>Herschel</i>                | PACS                         | 70                               | 5.2                        | (5, 6, 7, 8) |
|                                |                              | 160                              | 12                         |              |
|                                | SPIRE                        | 250                              | 18                         |              |
|                                |                              | 350                              | 25                         |              |
|                                |                              | 500                              | 37                         |              |
| <i>APEX</i>                    | LABOCA                       | 870                              | 19.2                       | (9)          |

**References.** (1) Benjamin et al. (2003), (2) Churchwell et al. (2009), (3) Hattori et al. (2016), (4) D. Ishihara et al. (2017, in preparation), (5) Molinari et al. (2010), (6) Pilbratt et al. (2010), (7) Griffin et al. (2010), (8) Poglitsch et al. (2010), and (9) Urquhart et al. (2014).

# Result

- 50~-30km/sの速度成分にAGAL337.9の分子雲
- 80~-45km/sの速度成分にoutflowのblueshifted lobe
- 35~-5km/sの速度成分にoutflowのredshifted lobe

outflowを見つけた。

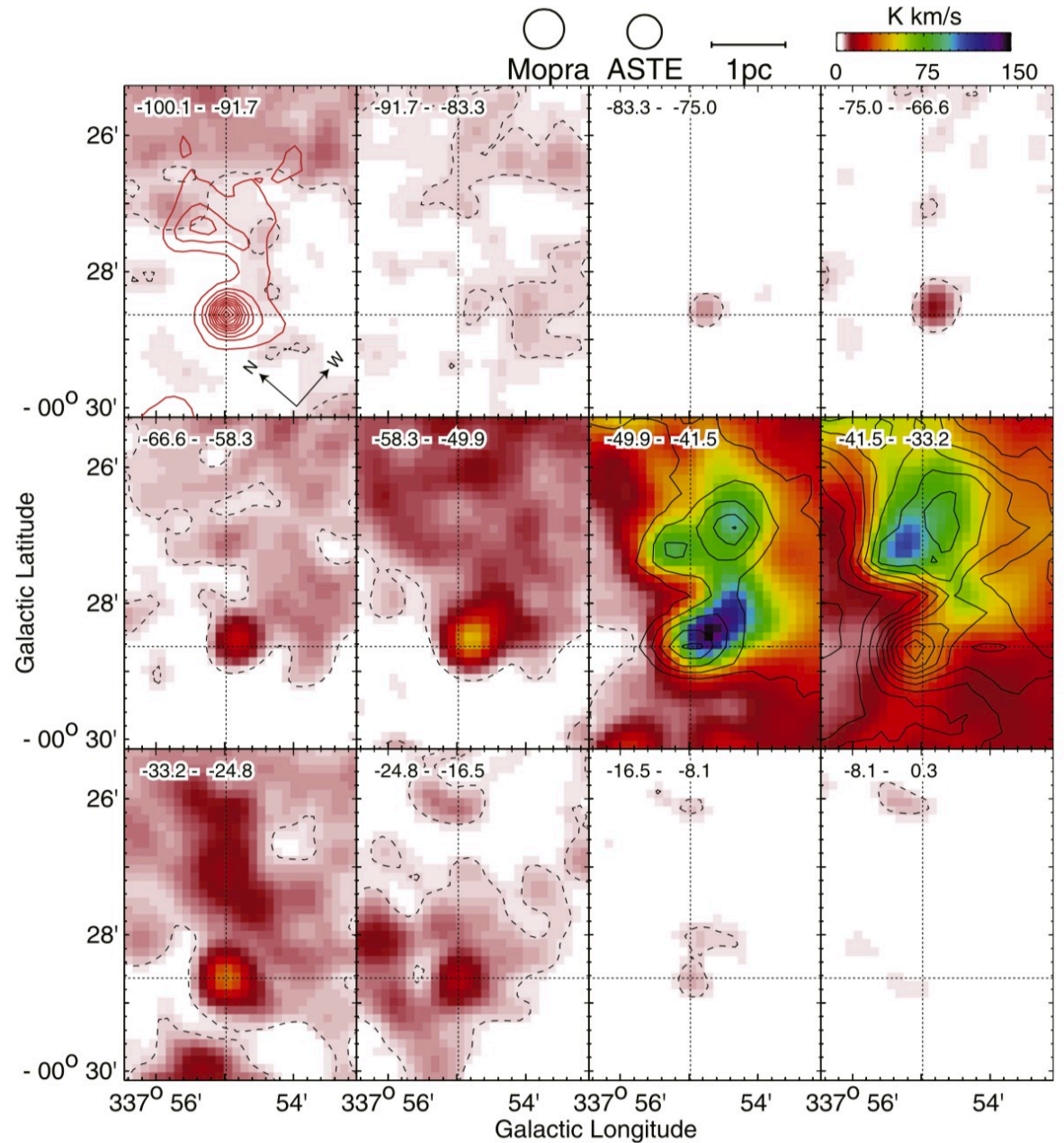
full width at zero intensity(FWZI)は75km/s

**Figure2** : AGAL337.9の速度chマップ

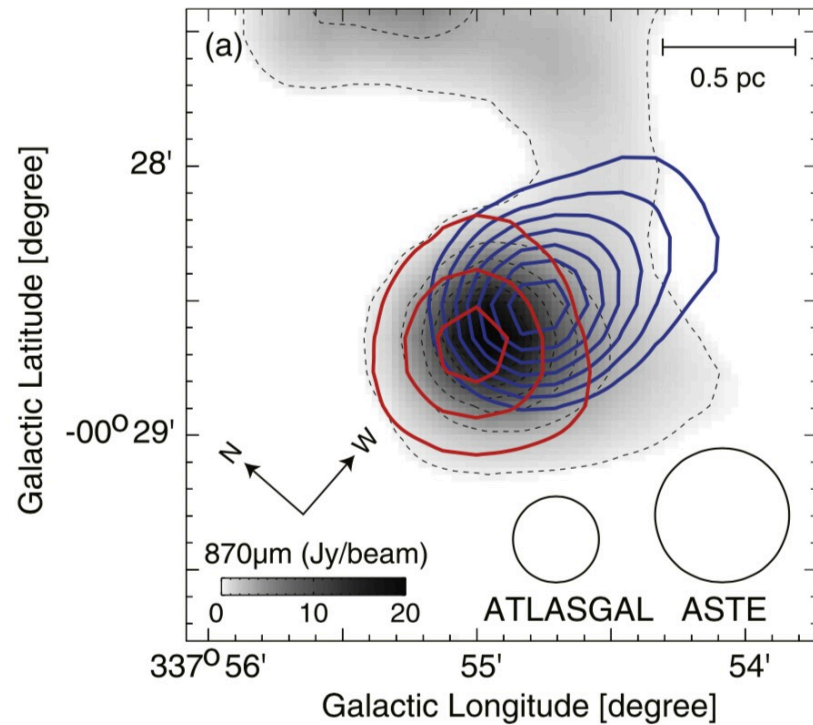
color : 12CO32

黒contour : 13CO10

赤contour : 870 $\mu$ m

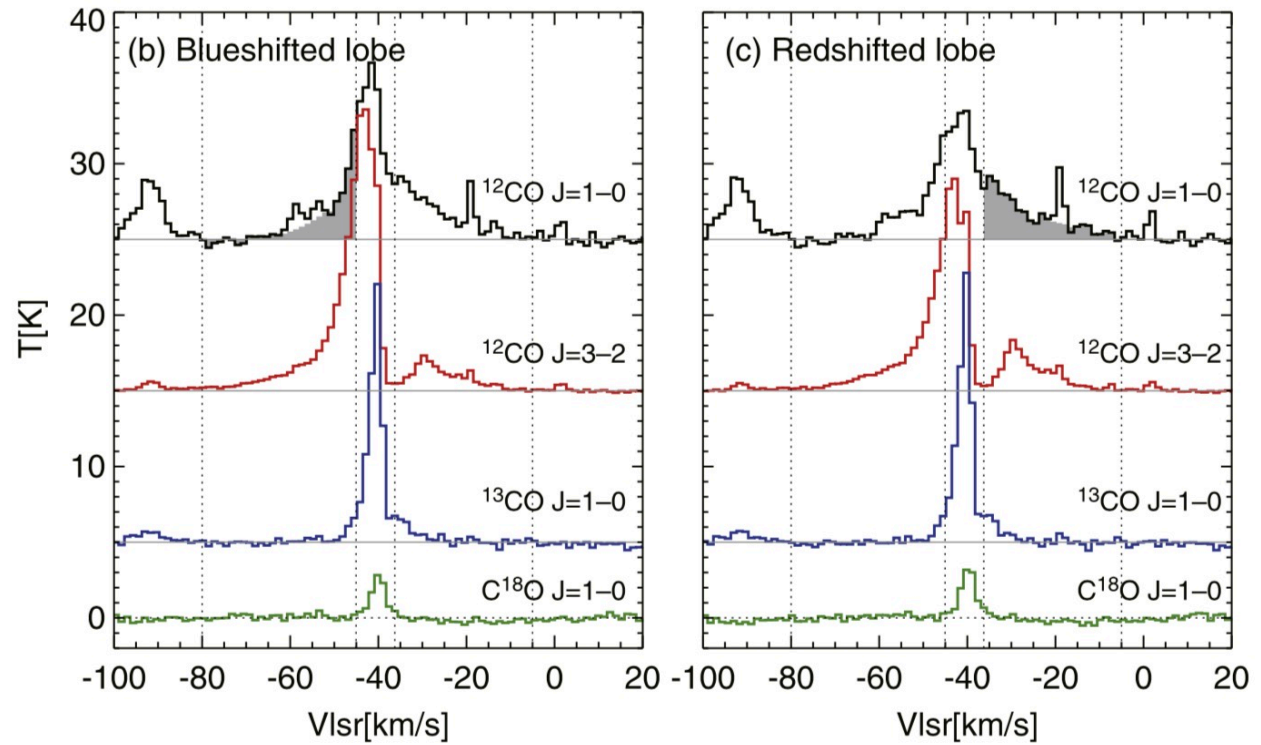


# Result



Sの $^{12}\text{CO}3-2$ のcontour  
redshifted と blueshifted  
背景のcolorは $870\mu\text{m}$

分解能が足りない



blueのスペクトル

redのスペクトル

$^{12}\text{CO}1-0$ ,  $^{12}\text{CO}3-2$ において広がったスペクトル

S以外のAGAL337.9の分子雲でもアウトフローが存在している  
証拠にはならない。



# Result

アウトフローの物理量  
詳細な導出はAppendixを参照

**Table 2**  
Physical Parameters of the Observed Molecular Outflow

| Parameter<br>(1)                                                       | Blueshifted Lobe<br>(2) | Redshifted Lobe<br>(3) | Total/Average ( <sup>t</sup> / <sup>a</sup> )<br>(4) |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|
| maximum velocity, $v_{\max}$ (km s <sup>-1</sup> )                     | 39.5                    | 35.5                   | 37.5 <sup>a</sup>                                    |
| maximum radius, $r_{\max}$ (pc)                                        | 0.83                    | 0.41                   | 0.62 <sup>a</sup>                                    |
| dynamical time, $t_{\text{dyn}}$ (10 <sup>4</sup> years)               | >2.0                    | >1.1                   | ...                                                  |
| Outflow mass, $M_{\text{flow}}$ ( $M_{\odot}$ )                        | 53.7                    | 54.3                   | 108.0 <sup>t</sup>                                   |
| Outflow momentum, $P_{\text{flow}}$ ( $M_{\odot}$ km s <sup>-1</sup> ) | 568.6                   | 771.3                  | 1339.9 <sup>t</sup>                                  |
| Outflow energy, $E_{\text{flow}}$ ( $\times 10^{46}$ erg)              | 7.4                     | 14.0                   | 21.5 <sup>t</sup>                                    |

**Note.** “<sup>t</sup>” and “<sup>a</sup>” stand for the total and the average values, respectively, of the parameters measured for the blueshifted and redshifted lobes, respectively.

# Result

電離水素領域とAGAL337.9の分子雲の相互作用している。

SとNの中心部までには電離水素領域は広がっていない。(8, 18 $\mu$ m)

4.5 $\mu$ mはSのピークの部分に分布している。

shocked molecular gasで励起される  
 $\text{H}_2$  ( $\nu=0-0$ , S(9,10,11))やCO ( $\nu=0-0$ )による  
ものであると考えられる。

アウトフローの証拠

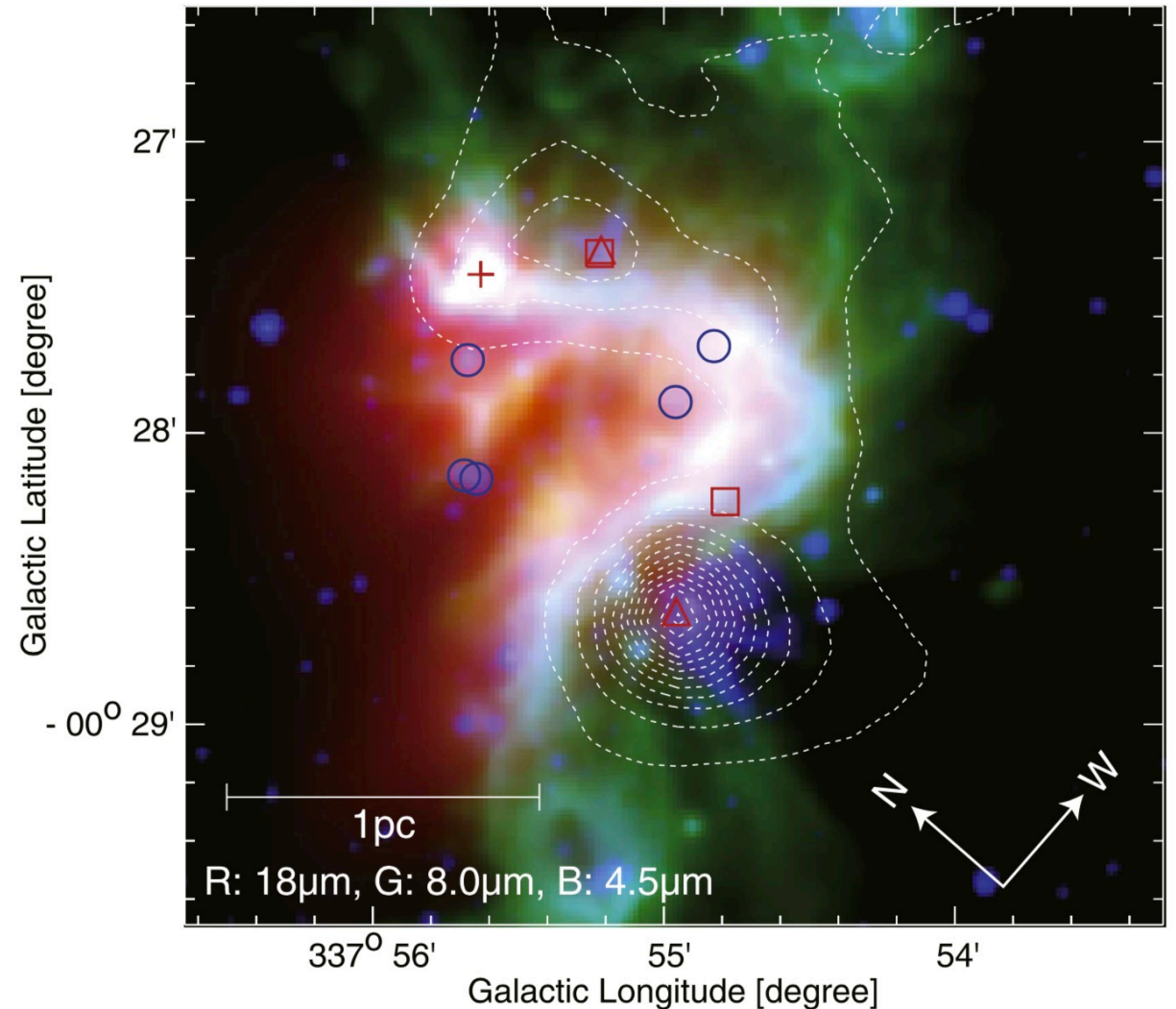


Figure4 : AGAL337.9の3色合成図  
contour : 870 $\mu$ m

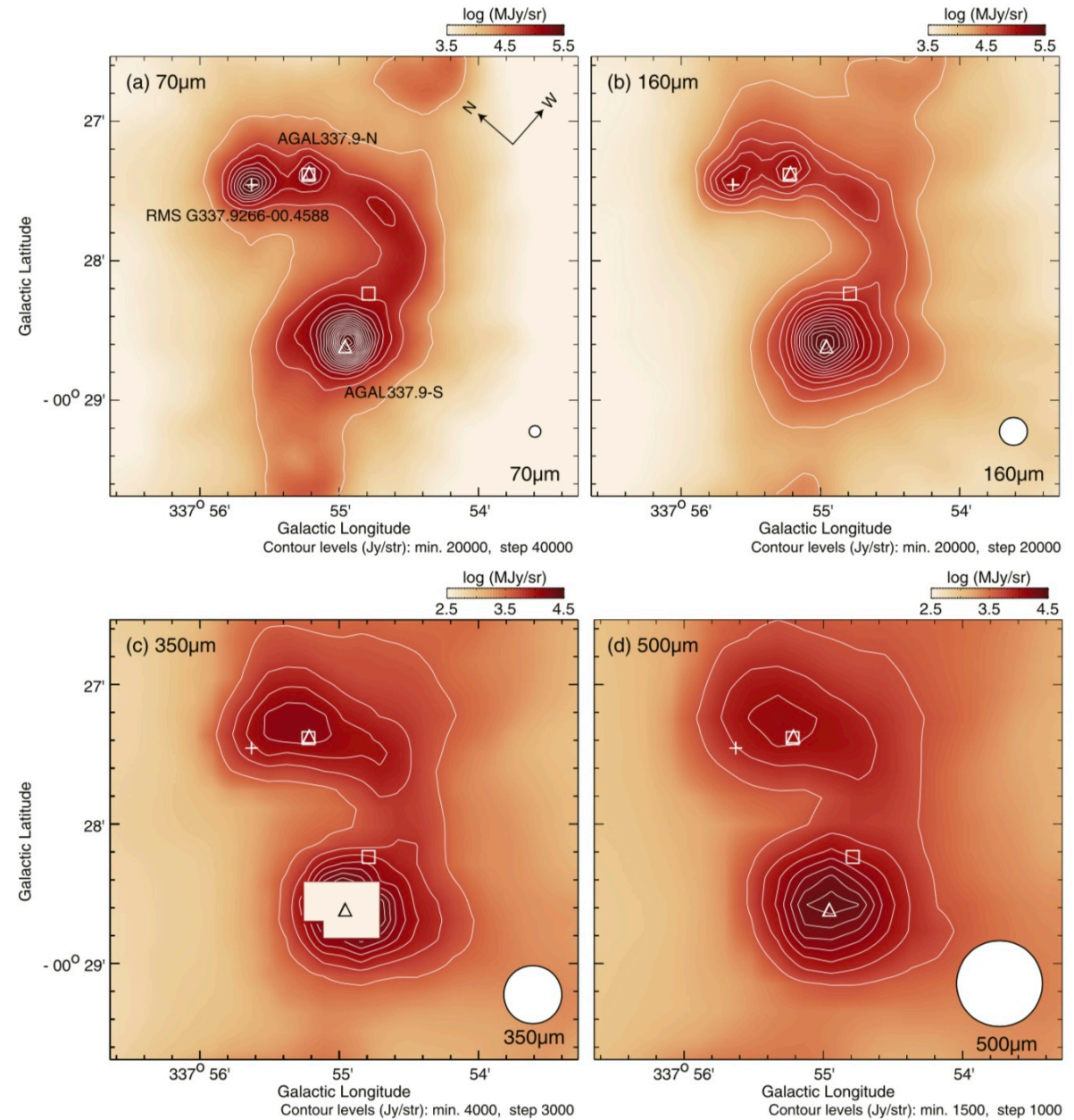


# Result

赤外線

どれも870 $\mu$ mと似ている。  
bent-shape

S, N, RMS G337.9266-00.4588  
の大きさを求めるのに使った。



# Result

spectral energy distributions

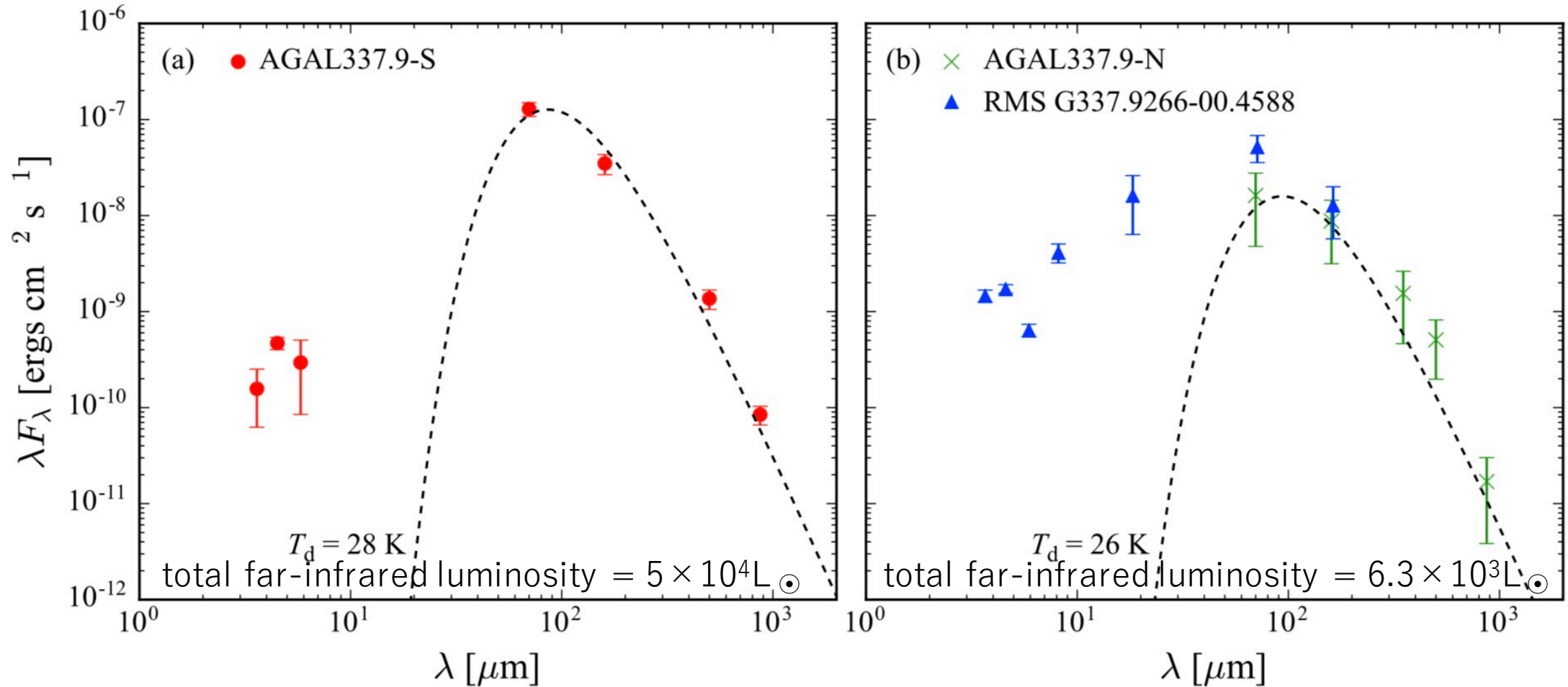
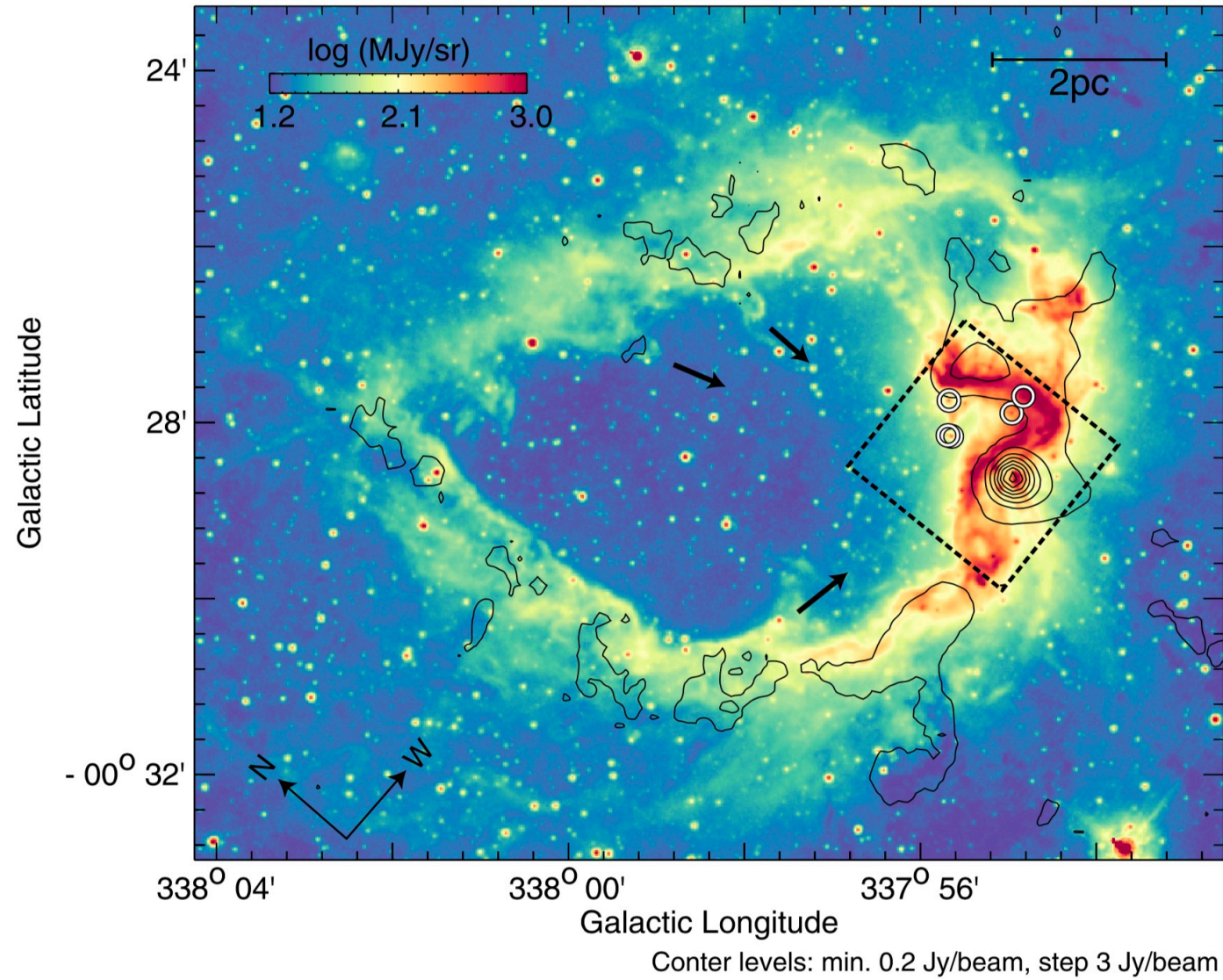


Figure6 : (a)SのSED (b)NのSED 破線は黒体放射の式にフィッティングしたもの。

# discussion



# Summary

- ASTEとMopraを使って、AGAL337.9-SとAGAL337.9-NをCO( $J=3-2$ ), CO( $J=1-0$ )で観測した。Sではoutflowが見られた。outflow lobesの大きさは1pc以下。空間分解能足らへん。
- outflowの物理量を求めた(Figure2)。
- SのSEDを求めた(Figure6a)。total far-infrared luminosity =  $\sim 5 \times 10^4 L_{\odot}$ であった。  
core mass =  $\sim 1000 M_{\odot}$ , column density =  $1-4 \times 10^{23} M_{\odot}$ と推測される。
- 他の研究のmassive outflows や massive coresと比較しても、Sは特徴が似ている。
- Nの赤外線とサブミリ波の調査を行った。NのSED (Figure6b)から、NはSよりも早い進化段階であることが分かった。Nは近中赤外線においてあまりemissionが無い。  
total far-infrared luminosity =  $\sim 6.3 \times 10^3 L_{\odot}$ であった。
- SとNの近くにもexciting sourceがあるかもしれない。