

Discovery of the maser feature
associated with the X-ray-
loud Class 0 protostar in
the
Star Forming Region
NGC2264

発表者：鹿児島大学D1 亀崎達矢

共同研究者：半田利弘、面高俊宏、井村健二、
James O chibueze、山口善之(鹿児島大学)、永
山匠、砂田和良、廣田朋也(国立天文台)、仲野
誠(大分大学)、坪井陽子(中央大学)

NGC2264



Spitzer MIPS

Abstract

星形成領域 **NGC2264** に
付随する **水メーザー** を

その結果！ **VERA** で VLBI 観測した！

水メーザーが付随する **コア** は **Class 0** であり、

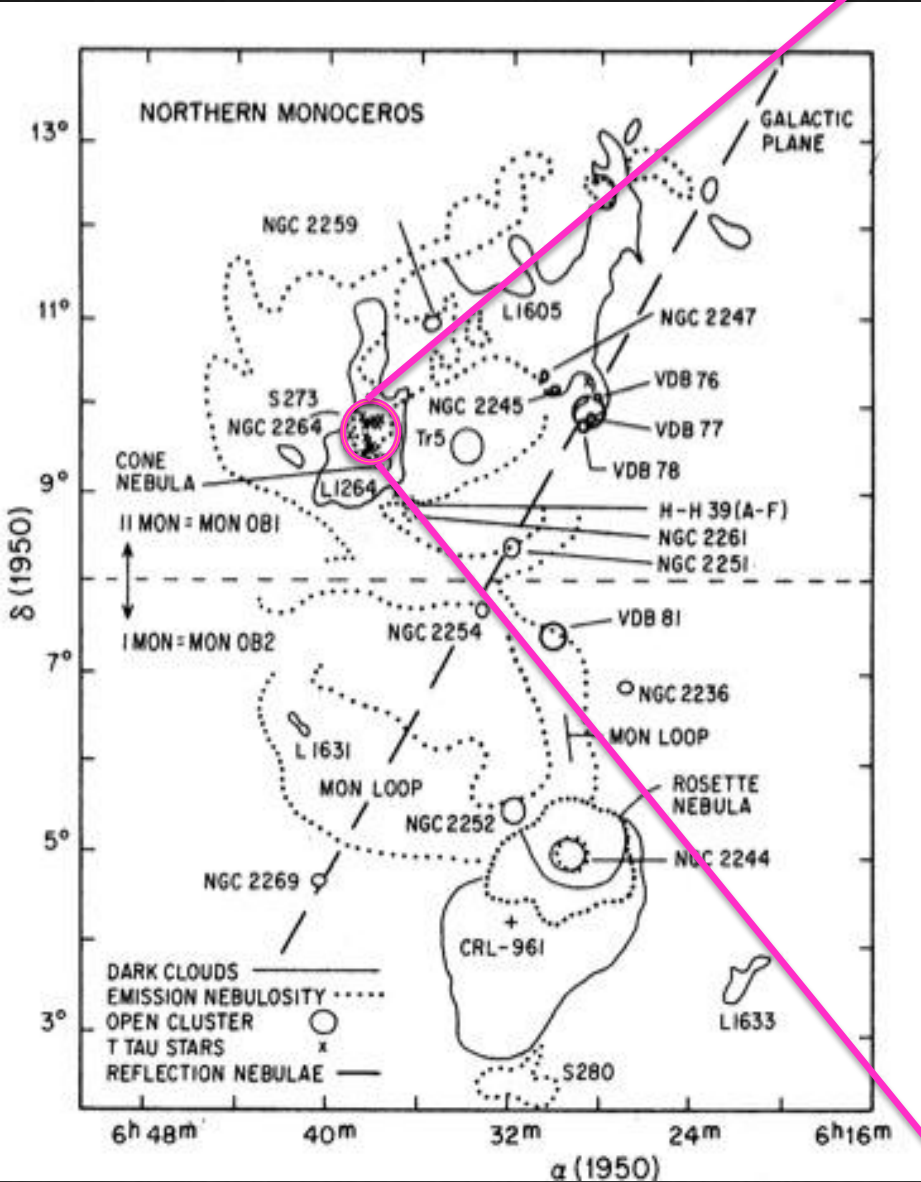
この天体は **X線** を放射している！

Class 0 天体からの **X線放射** が発見されたのは

史上初！

NGC2264

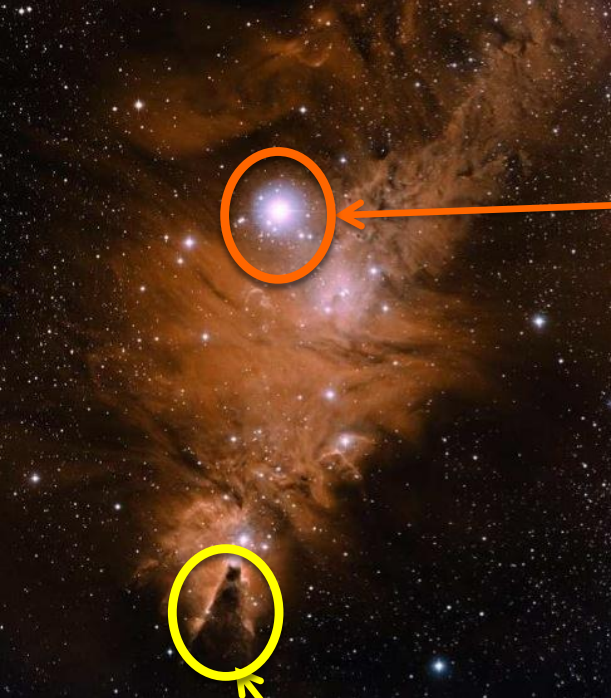
NGC2264



NGC2264の位置する場所(Perez 1991)

Spitzer MIPS

NGC2264



S Mon

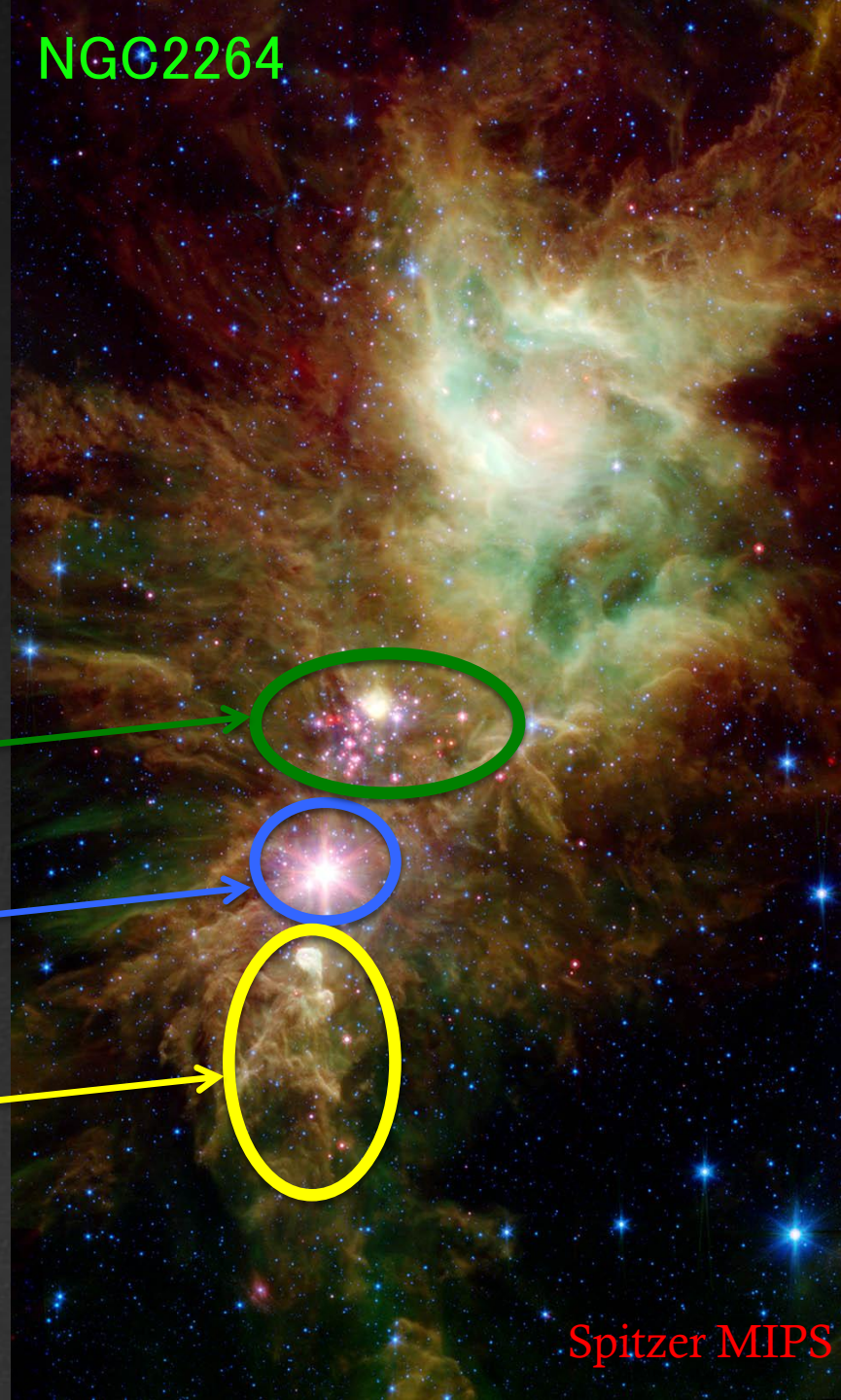
←Optical three color image
(O III, H α , Si II)
Dahm2008

IRS2 & NGC2264D(Spokes cluster)

NGC2264C & IRS1 (Allen's IR Source)

Cone Nebula

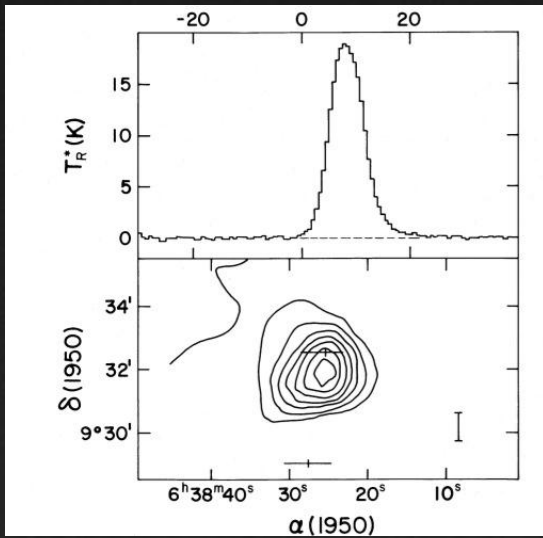
NGC 2264の座標
(α, δ) = ($6^{\text{h}}41^{\text{m}}10^{\text{s}}$, $+9^{\circ} 34'34''$)
(l, b) = (203.2420 deg, +2.0936 deg)



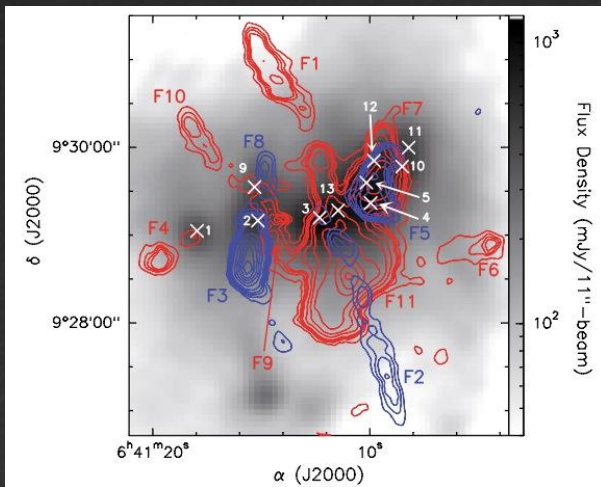
Spitzer MIPS

NGC2264 C 領域

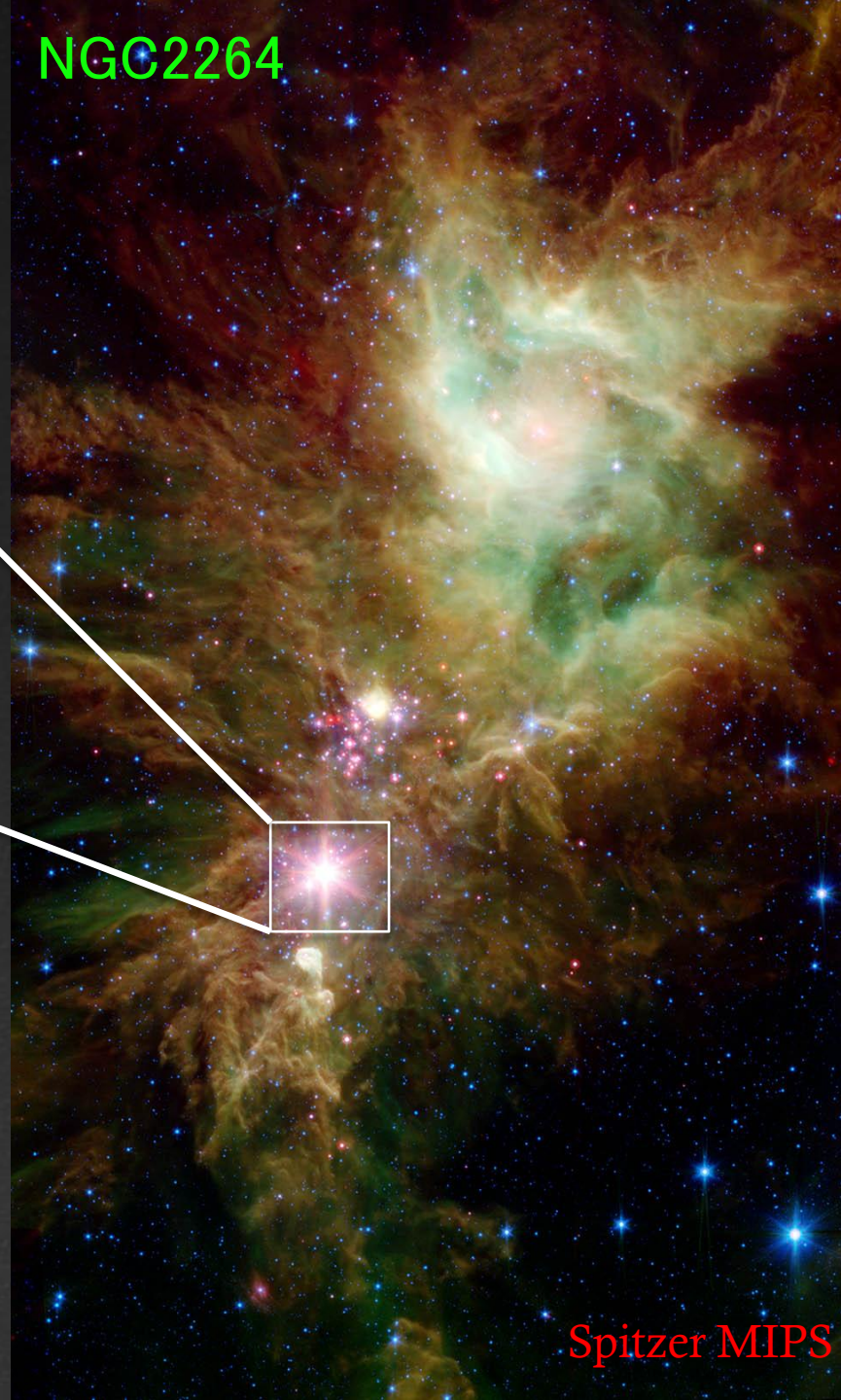
NGC2264



Margulis et al. 1988



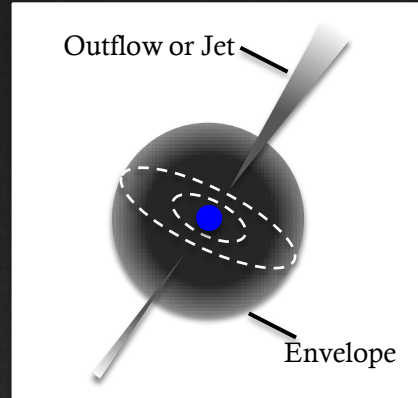
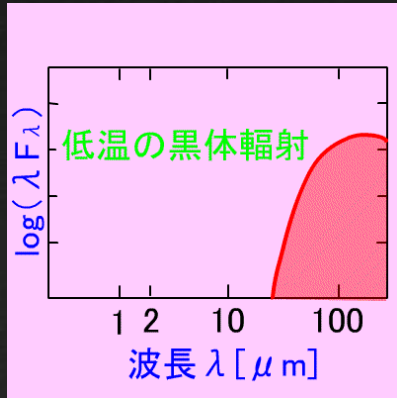
Maury et al. 2009



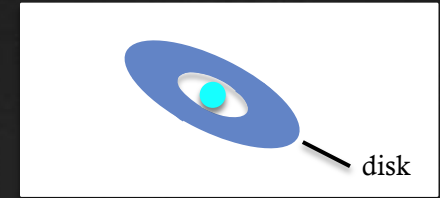
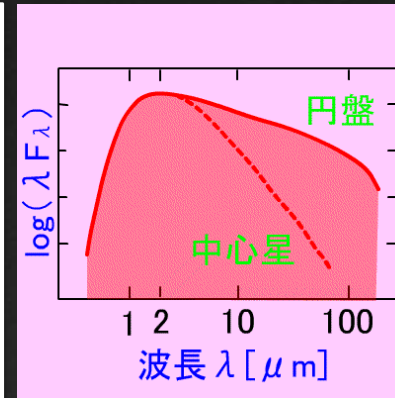
Spitzer MIPS

低質量原始星のクラス

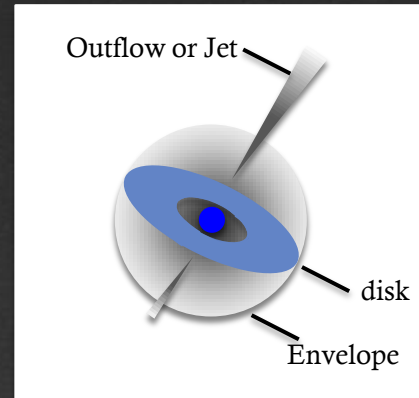
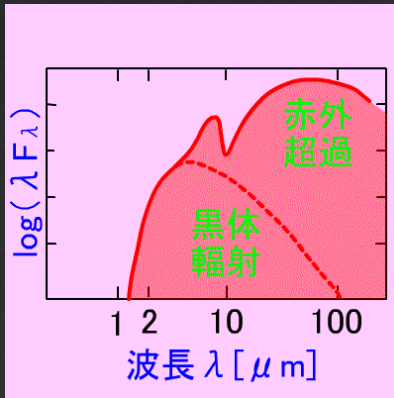
Class 0



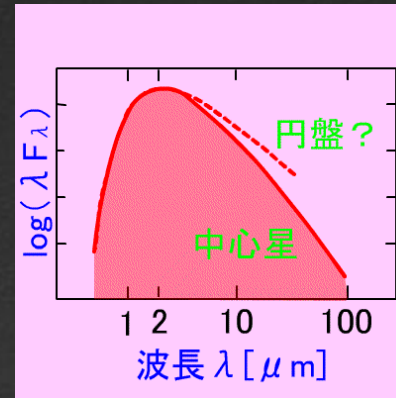
Class II



Class I



Class III



Observations and Data reductions

観測

VERA

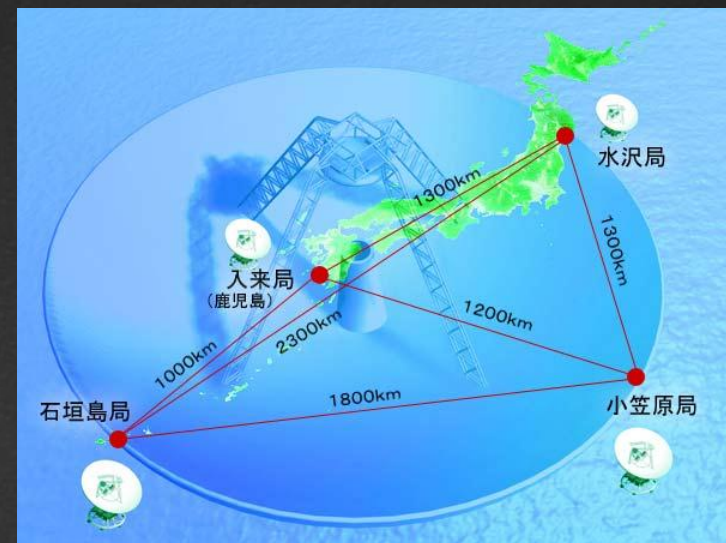
- ・ 観測期間 : 2009年9月 から 2010年12月 (13 epochs)
- ・ 観測した輝線 : 水メーザー (静止周波数 22.235080 GHz)

データ整約

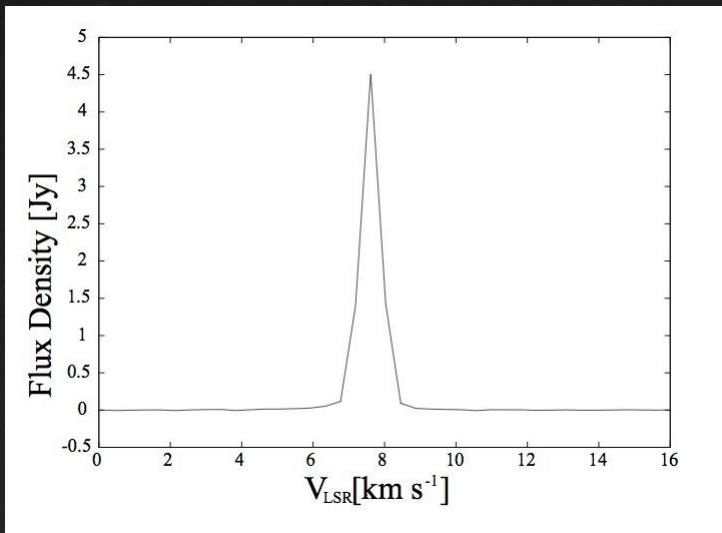
AIPS (Astronomical Imaging Package System)



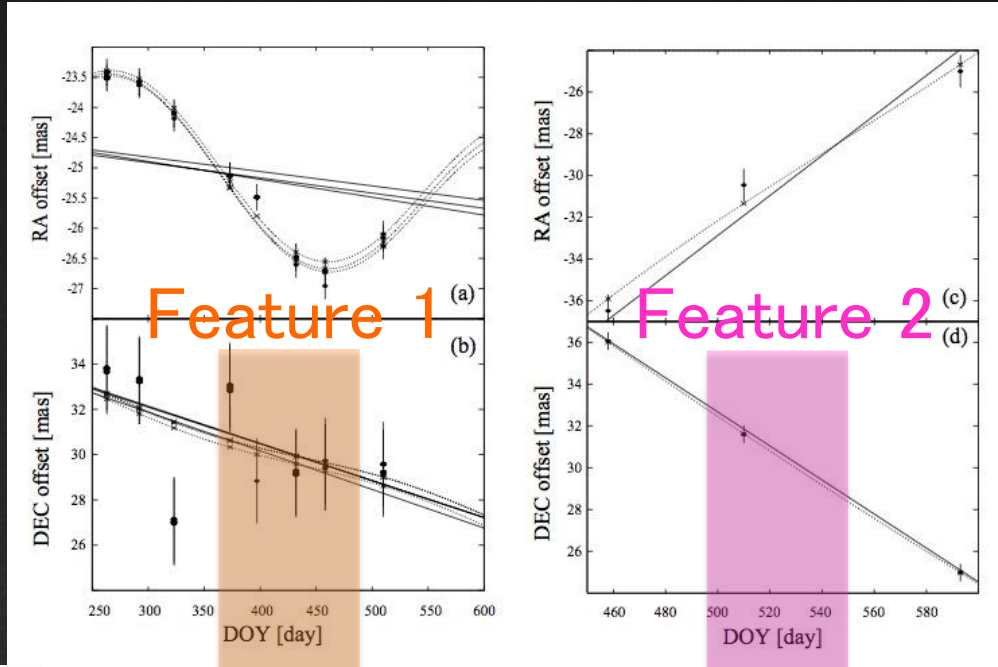
←VERA 入来局



Results: Spectrum, Parallax and Proper motions



観測時の典型的なスペクトル



年周視差と固有運動のフィッティング

年周視差: 1.365 ± 0.098 mas
 距離: 738^{+57}_{-50} pc

特異運動が約 150 km/s

Parallax results					
Fitting ID	Parallax ϖ [mas]	The direction(s) used in least square fitting.			
1	1.362 ± 0.145	R.A. and Dec.			
2	1.365 ± 0.098	R.A. only			
Proper motions					
Spot ID	V_{LSR} [km s ⁻¹]	$\Delta\alpha \cos\delta^\dagger$ [mas]	$\Delta\delta^\dagger$ [mas]	$\mu_\alpha \cos\delta$ [mas yr ⁻¹]	μ_δ [mas yr ⁻¹]
1*	6.77	-8.81	-27.94	-0.87 ± 0.58	-6.23 ± 3.05
2*	7.19	-8.89	-27.81	-1.08 ± 0.58	-5.92 ± 3.06
3*	7.61	-8.92	-27.76	-0.92 ± 0.58	-6.01 ± 3.06
4 [‡]	7.19	3921.20	21432.79	28.32 ± 3.16	-33.53 ± 3.14

* maser spots used in the estimation of annual parallax.
 † The proper motions of the spot was estimated by assuming the parallax of 1.365 ± 0.098 mas.
 ‡ The positions of water maser spots with respect to the phase tracking center,
 $(\alpha_{\text{J2000.0}}, \delta_{\text{J2000.0}}) = (6^{\text{h}}41^{\text{m}}9^{\text{s}}.86^{\text{e}}, +9^{\circ}29'14''.7)$.

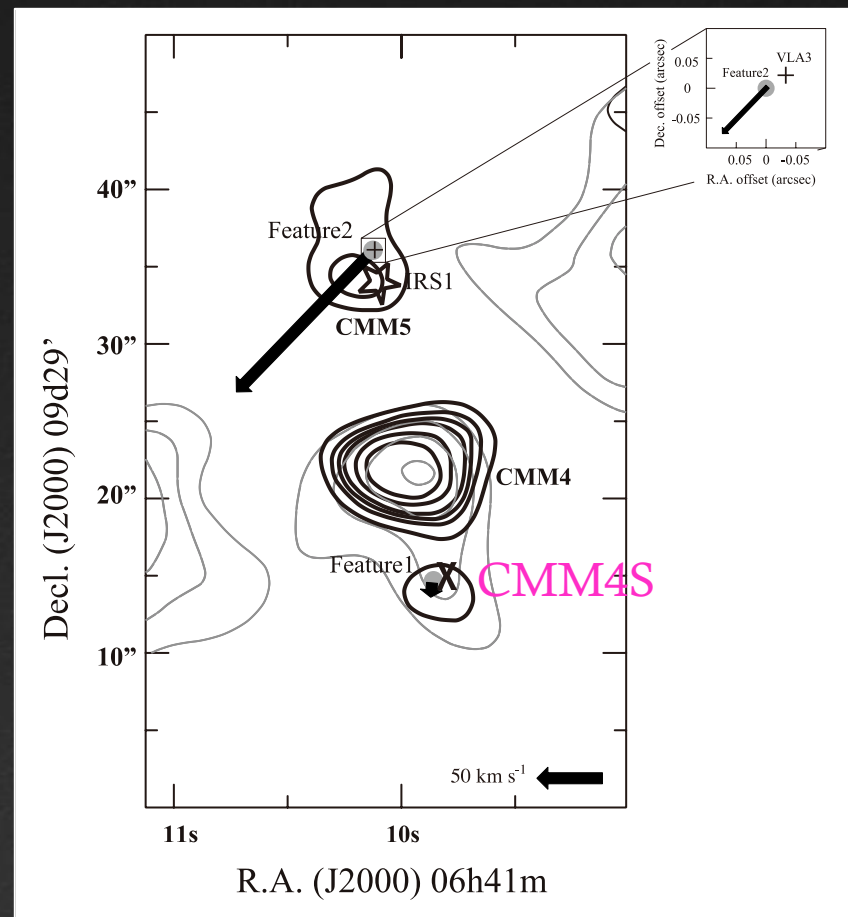
↑ フィッティングの結果

Discussions: The peculiar motions and Driving Sources

In the cartesian galactic coordinate				
	U^* [km s ⁻¹]	V^\dagger [km s ⁻¹]	W^\ddagger [km s ⁻¹]	$\sqrt{U^2 + V^2 + W^2}$ [km s ⁻¹]
Feature 1	3.70	-9.64	-4.15	11.13
Feature 2	53.54	-132.18	43.06	148.97
In the equatorial coordinate				
	ΔV_α [km s ⁻¹]	ΔV_δ [km s ⁻¹]	ΔV_r [km s ⁻¹]	$\sqrt{\Delta V_\alpha^2 + \Delta V_\delta^2}$ [km s ⁻¹]
Feature 1	1.01	-11.06	0.27	11.11
Feature 2	103.29	-107.25	4.69	148.89

* Peculiar motion locally toward galactic center
 † Peculiar motion locally in direction of galactic rotation
 ‡ Peculiar motion toward north galactic pole

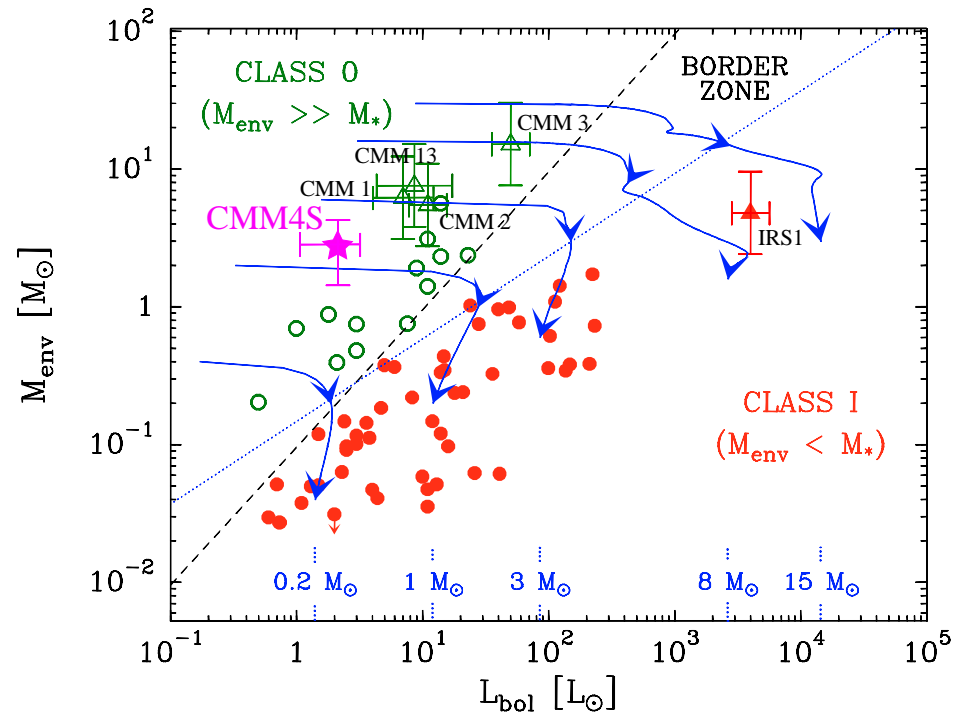
フィーチャー1はdust continuumのコアCMM4Sに付随している！
 フィーチャー2のドライビングソースはわからなかったがVLA 3.6 cm continuum sourceに関係していそう。



Discussions: X-ray Source and Feature 1 (1).

X線源とフィーチャー1の位置にいる雲(CMM4の南にいる雲)の光度と質量を以下の仮定を用いて計算した。

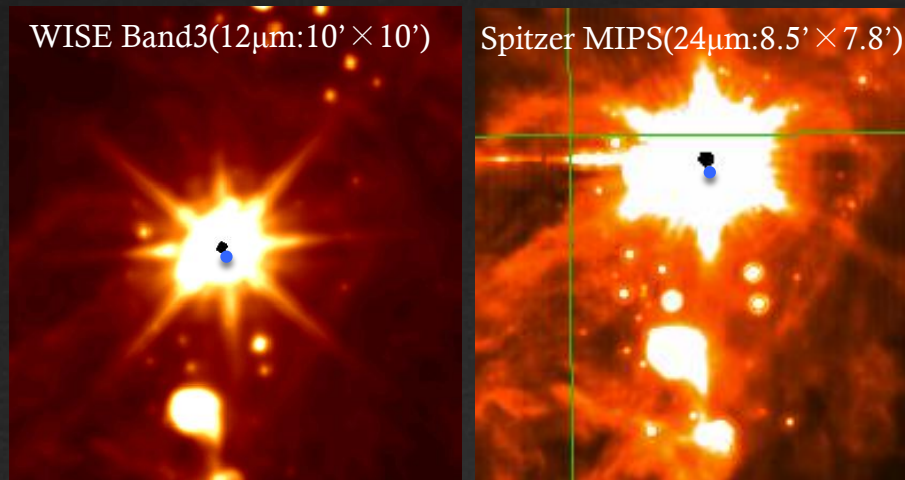
CMM4の南にいる雲とCMM4の質量と光度の比は3.2 mm dust continuum の積分強度の比に比例する。



CMM4SはClass 0 天体！

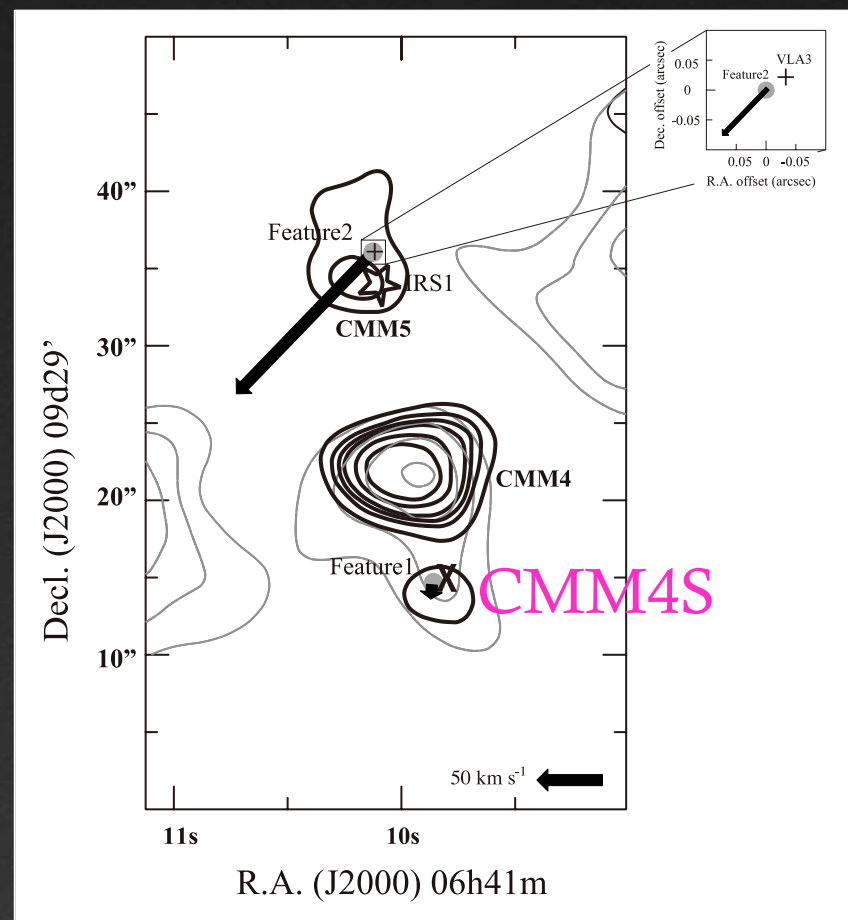
Discussions: X-ray Source and Feature 1 (2).

IRS1 がサチっているせいでカタログや文献からなかなかDriving sourceを見つけることができなかった。
(Wolker et al. 1956, Rebull et al. 2002, Lamm et al. 2004, 2MASS, IRAS, MSX, AKARI, Spitzer and WISE).



● . . . The position of CMM4S

Flaccomio et al. 2006に
候補天体がいた！



Discussions: X-ray Source and Feature 1 (3).

ただ！

たまたま天球面上で重なっているだけかもしれない。

柱密度と減光量

$$N(\text{H}_2) = 3.1 \times 10^{23} \text{ cm}^{-2}$$

(1.2mm continuum, Peretto et al. 2006)

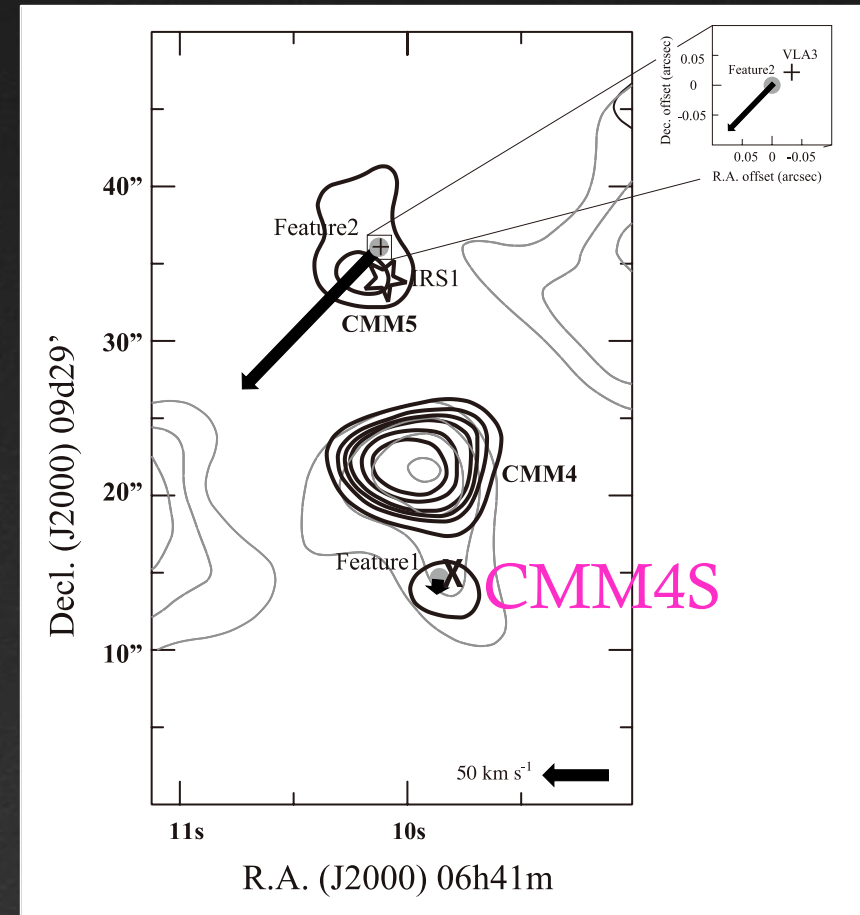
$$N(\text{H}_2) = 2.7 \times 10^{23} \text{ cm}^{-2}$$

(3.2mm continuum, Peretto et al. 2007)

$$N(\text{H}) = 4.2 \times 10^{23} \text{ cm}^{-2}$$

(X-ray)

$$A_V = 140 - 350 \text{ mag}$$



柱密度が一致！

CMM4Sの中心星がX線を放射してる！

Summary

- VERAで星形成領域NGC2264をVLBI観測した。
- データ整約にはAIPSを使った。
- 求められた年周視差は 1.365 ± 0.098 masで距離にすると ~ 738 pc。この距離は以前に求められた測光学的距離と一致している。
- 2つの水レーザーフィーチャーの特異運動とdriving sourcesを考察した。

Feature 2

- 特異運動がかなり大きい($\sim 150 \text{ km s}^{-1}$)
- VLA3.6cm 連続波源VLA3に付随しているようであるが、driving sourcesを特定することはできなかった。このフィーチャーとVLA3はjetやoutflowのようなものに関連しているのかもしれない。

Feature 1

- X線源と3.2mmダスト連続波源に付随
- ダスト連続波源はClass 0天体であり、明らかに($\text{Log}M_{\text{env}} - \text{Log}L_{\text{bol}}$ 図上で)Class 0天体である天体からX線が検出されたのは**史上初**である。