

星形成領域IRAS01123+6430の年周視差測定および付随する分子雲の観測的研究

小出凧人¹、中西裕之¹、坂井伸行²、羽部朝男³、倉山智春⁴、松尾光洋¹、手塚大介¹
¹鹿児島大学、²国立天文台、³北海道大学、⁴帝京科学大学

<Abstract>

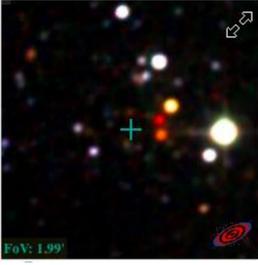
本研究では、VERAによるIRAS01123+6430のVLBI位置天文観測データについて解析を行い、年周視差・距離・固有運動を測定し、年周視差は $\omega=0.131\pm0.015$ [mas]、固有運動は $(\mu_\alpha\cos\delta,\mu_\delta)=(-1.422\pm0.604,-0.186\pm0.500)$ [mas yr⁻¹]、距離は $D=7.64\pm1.02$ [kpc]と求められた。銀河中心距離は $R=13.95\pm0.41$ [kpc]、回転速度は $\Theta=243.80\pm20.73$ [km s⁻¹]と算出された。また、FCRAO14mミリ波望遠鏡による銀河系外縁部分子雲サーベイデータから、IRAS01123+6430に付随する分子雲HC5506が速度 $V_{LSR}=-56.9\sim-50.4$ [km s⁻¹]の範囲で検出された。その分子雲の形状が、過去の研究の分子雲衝突のシミュレーションと似た円弧状の形状であり、IRAS01123+6430は、分子雲の衝突で星形成が起こった可能性がある。

1. Introduction

IRAS01123+6430

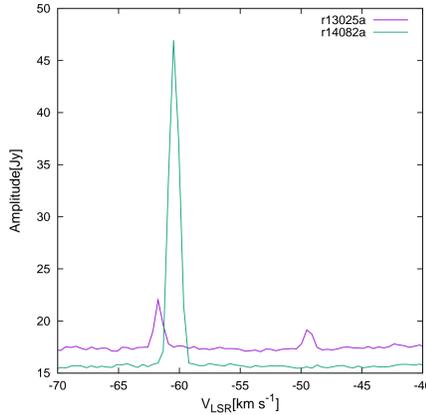
- 赤道座標: $(\alpha,\delta)=(1^h15^m40.8^s,64^\circ 46'40.8'')$
- 銀河座標: $(l,b)=(125.51^\circ, 2.03^\circ)$ (第2象限)
- 視線速度: $V_{LSR}=-55.0$ [km s⁻¹]
- 星形成領域(H_{II}領域(Palagi et al.(1993)))
- CO輝線観測による運動学的距離: 5.4[kpc](Wouterloot et al.(1993))

* 2MASS画像 (SIMBAD)

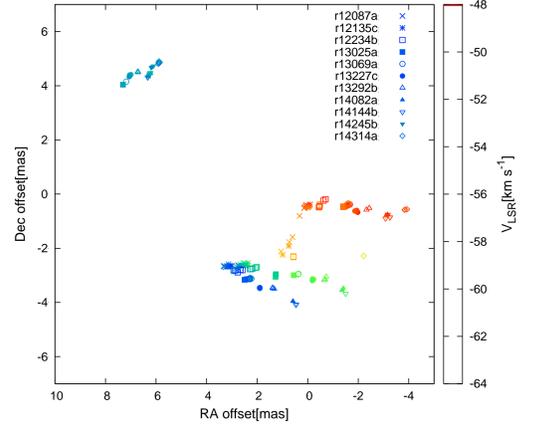


3. Reduction

* 相互相関スペクトル



* 全メーザースポットの分布図



2. Observation

* VERA単一鏡 (入来局)



- VERA(4局:水沢、小笠原、入来、石垣)
- 観測期間: 2012.01.20 ~ 2014.11.10
- 11/13 epoch
- 位相補償天体: J0128+63
- H₂Oメーザー(K-band(22GHz))を2-beam相対観測

* FCRAO14m鏡



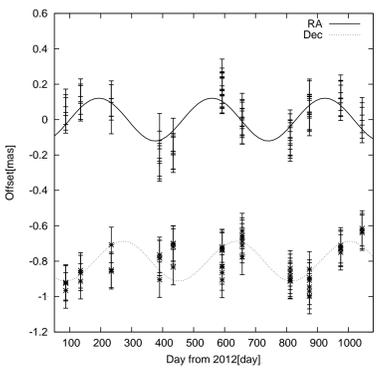
- FCRAO Outer Galaxy Survey
- 観測期間: 1994 spring ~ 1997 January
- $l=102.5^\circ \sim 141.5^\circ$ 、 $b=-3.03^\circ \sim +5.41^\circ$ 、 $V_{LSR}=-152.0\sim+39.8$ [km s⁻¹]の範囲を¹²CO(J=1-0)分子雲輝線でサーベイ観測 (Heyer et al.(1998))

Epoch	Date	DOY [†] [days]	Synthesized beam (mas × mas)	PA (deg)	the Number of Maser spot
r14314a	2014 NOV 10	1044	1.26 × 0.73	-54	9
r14245b	2014 SEP 02	975	1.17 × 0.77	-48	5
r14144b	2014 MAY 24	874	1.19 × 0.79	-48	11
r14082a	2014 MAR 23	812	1.19 × 0.78	-50	13
r13292b	2013 OCT 19	657	1.15 × 0.75	-47	12
r13227c	2013 AUG 15	592	1.27 × 0.75	-59	14
r13069a	2013 MAR 10	434	1.19 × 0.78	-55	13
r13025a	2013 JAN 25	390	1.22 × 0.79	-50	14
r12234b	2012 AUG 21	234	1.18 × 0.79	-40	22
r12135c	2012 MAY 14	135	1.18 × 0.77	-32	22
r12087a	2012 MAR 27	87	1.17 × 0.79	-37	25

[†] DOY (Day-of-year) indicates days from 2012 January 1.

4. Results & Discussion

* IRAS01123+6430の年周視差



- 年周視差フィットにより測定
- Parallax: 0.131 ± 0.015 [mas]

Trigonometric Distance: 7.64 ± 1.02 [kpc]

- メーザーの視線速度の平均: $\langle V_{LSR} \rangle = -57.08\pm8.78$ [km s⁻¹]
- 各featureのメーザーのDOY推移から年周視差を差引いて計算、平均を求める
- Proper motion: $(\mu_\alpha\cos\delta,\mu_\delta)=(-1.422\pm0.604,-0.186\pm0.500)$ [mas yr⁻¹]

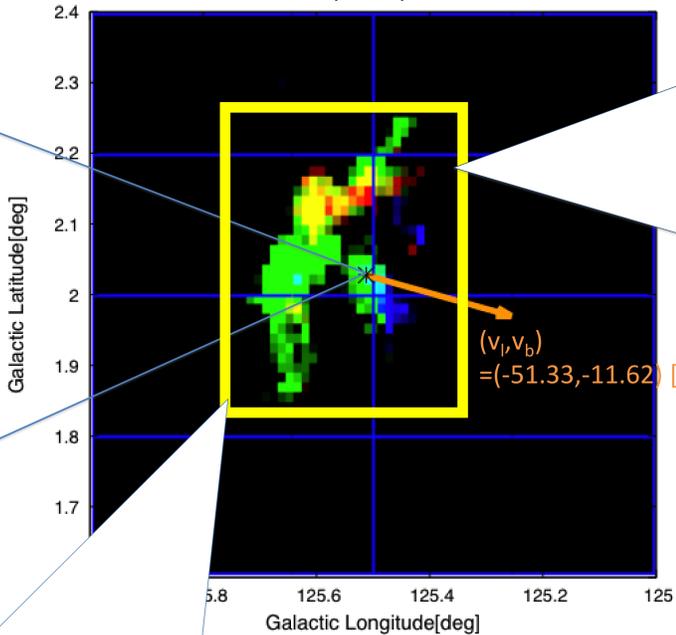
$(\mu_\alpha\cos\delta,\mu_\delta)=(-1.418\pm0.554,-0.321\pm0.554)$ [mas yr⁻¹]

$(v_l,v_b)=(-51.33\pm21.18,-11.62\pm20.12)$ [km s⁻¹]

- 銀河定数(R_0,Θ)=(8.05[kpc],238[km s⁻¹])(Honma et al.(2012)) → $(R,\Theta)=(13.95\pm0.41$ [kpc], 243.80 ± 20.73 [km s⁻¹])

- Outer Armに属する星形成領域(Dame et al.(2001))

* FCRAOによる¹²CO(J=1-0)分子雲マップ



- 検出速度: $V_{LSR}=-56.9\sim-50.4$ [km s⁻¹]
- 赤: $V_{LSR}=-52.8\sim-50.4$ [km s⁻¹]
- 緑: $V_{LSR}=-55.3\sim-53.7$ [km s⁻¹]
- 青: $V_{LSR}=-56.9\sim-56.1$ [km s⁻¹]

分子雲のサイズ:
 $\Delta l \times \Delta b = 40.01$ [pc] × 53.34 [pc]

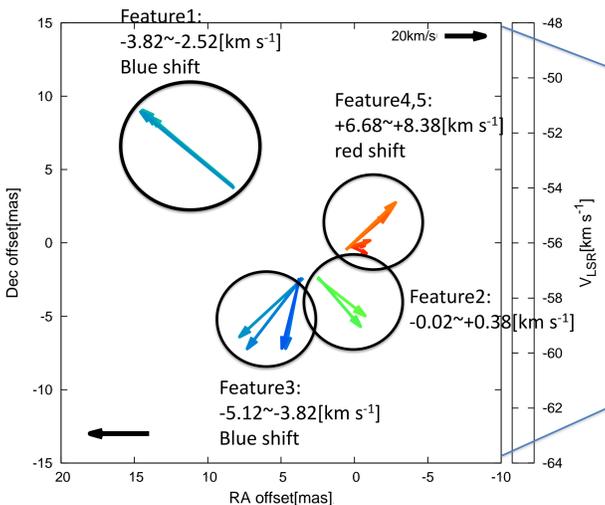
分子雲の光度:
 $L_{CO} = 4.9 \times 10^3$ [K km s⁻¹ pc²]

$$M_{CO} = 4.1 \left(\frac{L_{CO}}{K \text{ km s}^{-1} \text{ pc}^2} \right) M_\odot$$

(Heyer et al.(2001))

分子雲の質量:
 $M_{CO} = 2.0 \times 10^4 M_\odot$

* IRAS01123+6430の内部運動

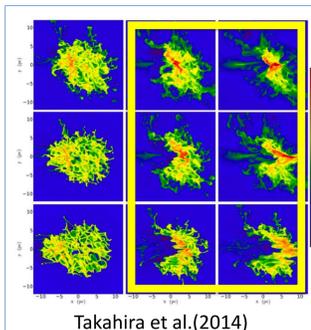


Offset点($\Delta\alpha,\Delta\delta$)=(4,0)[mas]あたりを中心に膨張

- 円弧状の構造(赤)、速度勾配を持つ直線構造(青)、その中間構造(緑)を持つ分子雲を検出。
- 分子雲の衝突が起こった可能性がある。
- 衝突で星形成が起こったとされる。
- 衝突の証拠について調査
- 内部運動feature1のflowが関係?
- モデルとの厳密な比較、3次元速度(U,V,W)と関連づけて、衝突速度について考察

<Reference>

Comoretto, G., et al. 1990, A&AS, 84, 179
 Dame, T.M., Hartmann, D., & Thaddeus, P. 2001, ApJ, 547, 792
 Habe, A. & Ohta, K. 1992, PASJ, 44, 203
 Heyer, M.H., Brunt, C., Snell, R.L., Howe, J.E., Schloerb, F.P., & Carpenter, J.M. 1998, ApJS, 115, 241
 Heyer, M.H., Carpenter, J.M., & Snell, R.L. 2001, ApJ, 551, 852
 Honma, M., et al. 2012, PASJ, 64, 136
 Palagi, F., Cesaroni, R., Comoretto, G., Felli, M., & Natale, V. 1993, A&AS, 101, 153
 Sakai, N., Honma, M., Nakanishi, H., Sakanoue, H., Kurayama, T., Shibata, K., & Shizugami, M. 2012, PASJ, 64, 108
 Takahira, K., Elizabeth, J., & Habe, A. 2014, ApJ, 792, 63
 Wouterloot, J.G.A., Brand, J., & Fiegle, K. 1993, A&AS, 98, 589



Takahira et al.(2014)