



鹿児島大学

VERAユーザーズミーティング
2012/10/4@NAOJ水沢

IRAS20143+3634のVLBI位置天文観測 と メーザー電波源の銀河内特異運動

山口善之，半田利弘，面高俊宏 (鹿児島大学)，
永山 匠，砂田和良 (国立天文台)，
仲野 誠 (大分大学)

本研究の目的

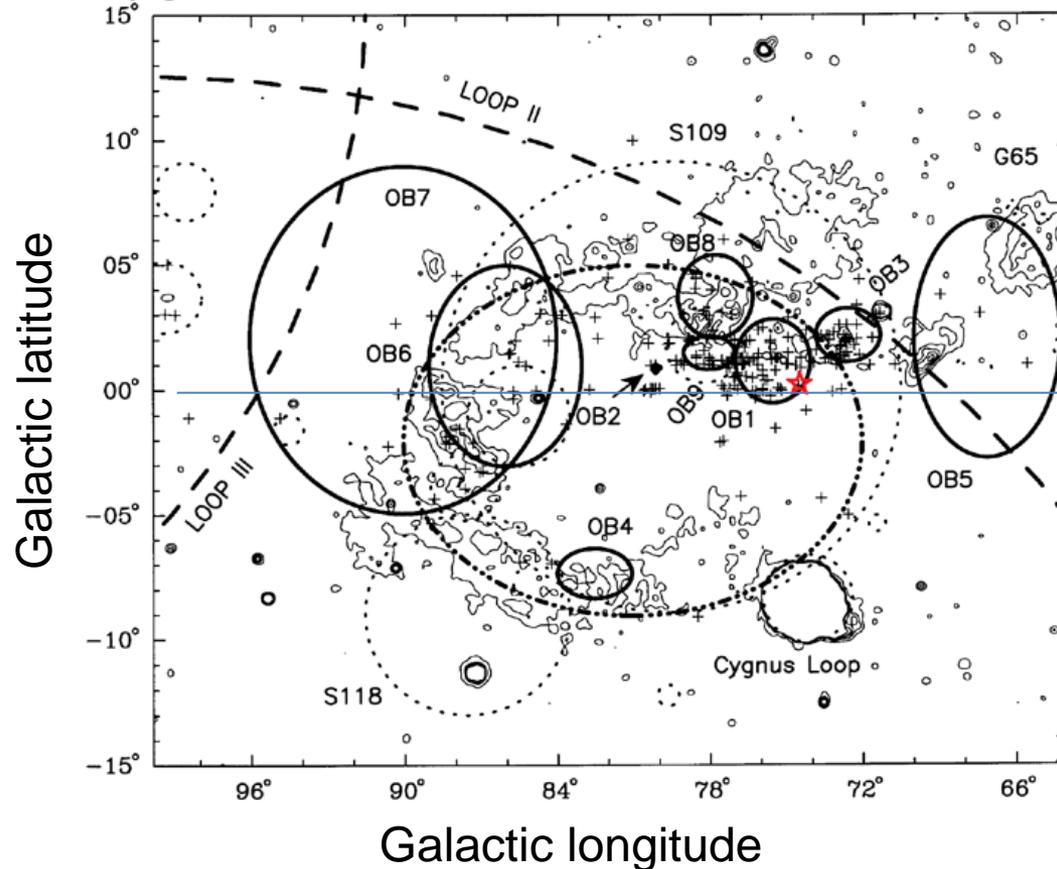
- ▶ VLBIによる位置天文学
- ▶ 個別天体としての関心
 - 物理量を“正確な距離”に基づいて求める
 - “Cyg bubble”の構造
- ▶ 天の川銀河の運動学
 - 系統的運動
 - 特異運動



鹿児島大学

対象天体

- ▶ IRAS20143+3634
 - いわゆる“Cyg bubble”に位置する





対象天体

- ▶ IRAS20143+3634
- ▶ 太陽円上と考えられていた
 - $51^\circ < l < 68^\circ, b = 0^\circ$
 - $|v_{\text{LSR}}| < 10 \text{ km s}^{-1}$
- ▶ 実際には...
 - $l = 74.57^\circ, b = +0.85^\circ$
 - $v_{\text{LSR}} = 0.3 \text{ km s}^{-1}$ (H₂O maser), -1.0 km s^{-1} (NH₃)
 - **本観測の結果、接点に位置することが判明**



鹿児島大学

観測

- ▶ 望遠鏡: VERA
- ▶ 輝線: H₂Oメーザー@ 22 GHz
- ▶ 2008/12～2011/3 11時期観測
- ▶ 位置参照天体J2015+3710
 - 観測対象から離角0.48°



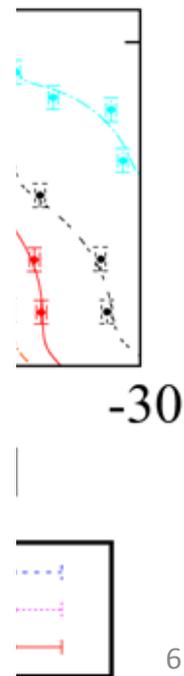
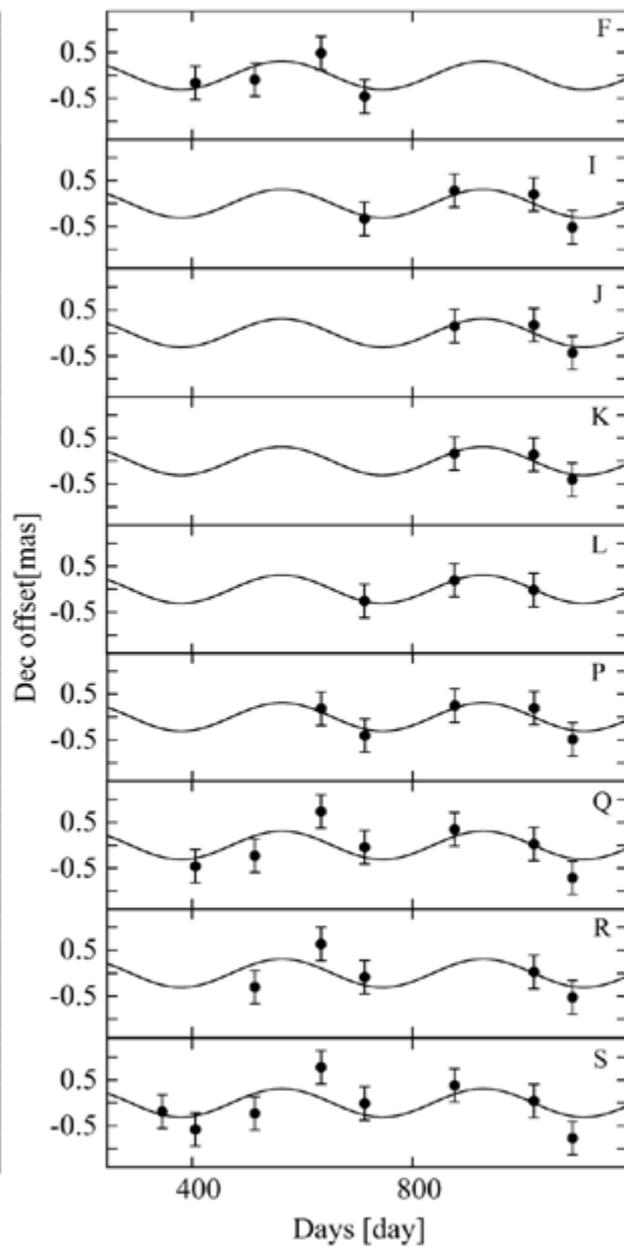
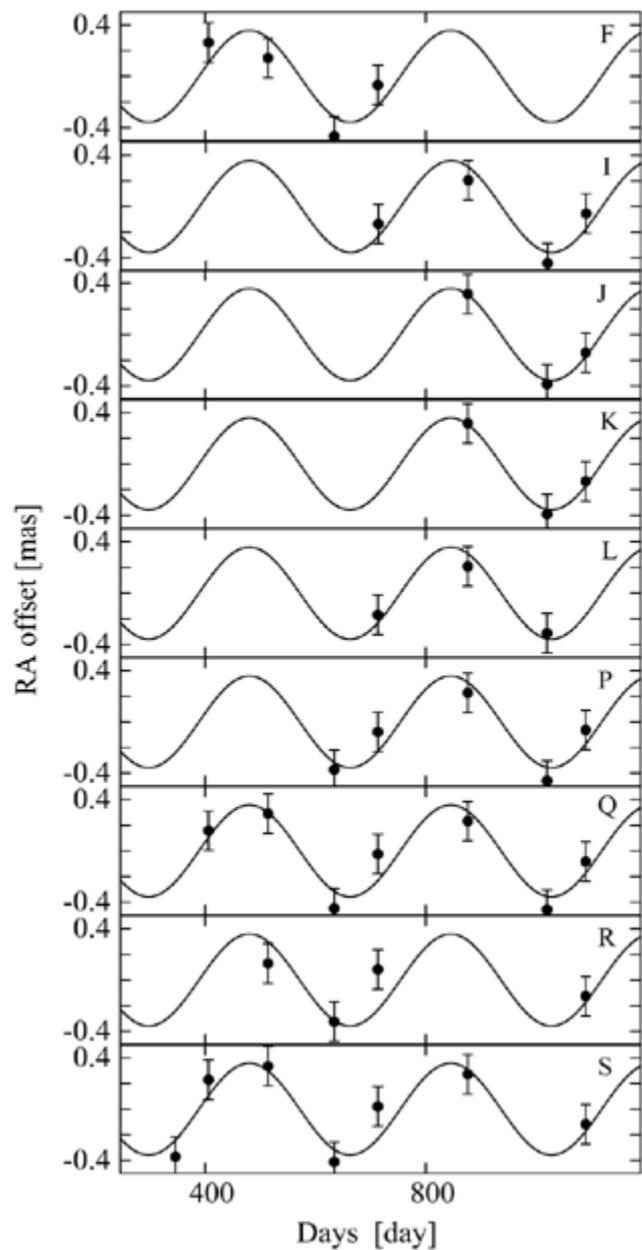
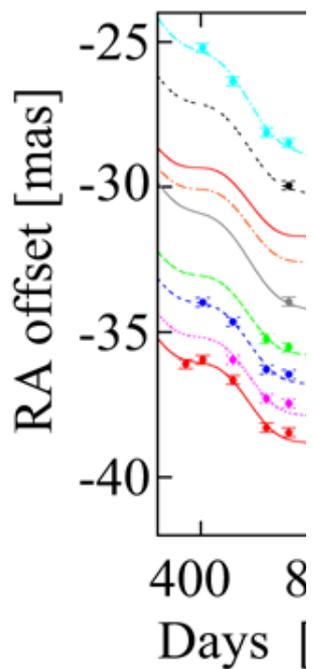


鹿児島大学

▶ 期間

■ 9

■ 全



年周視差と距離

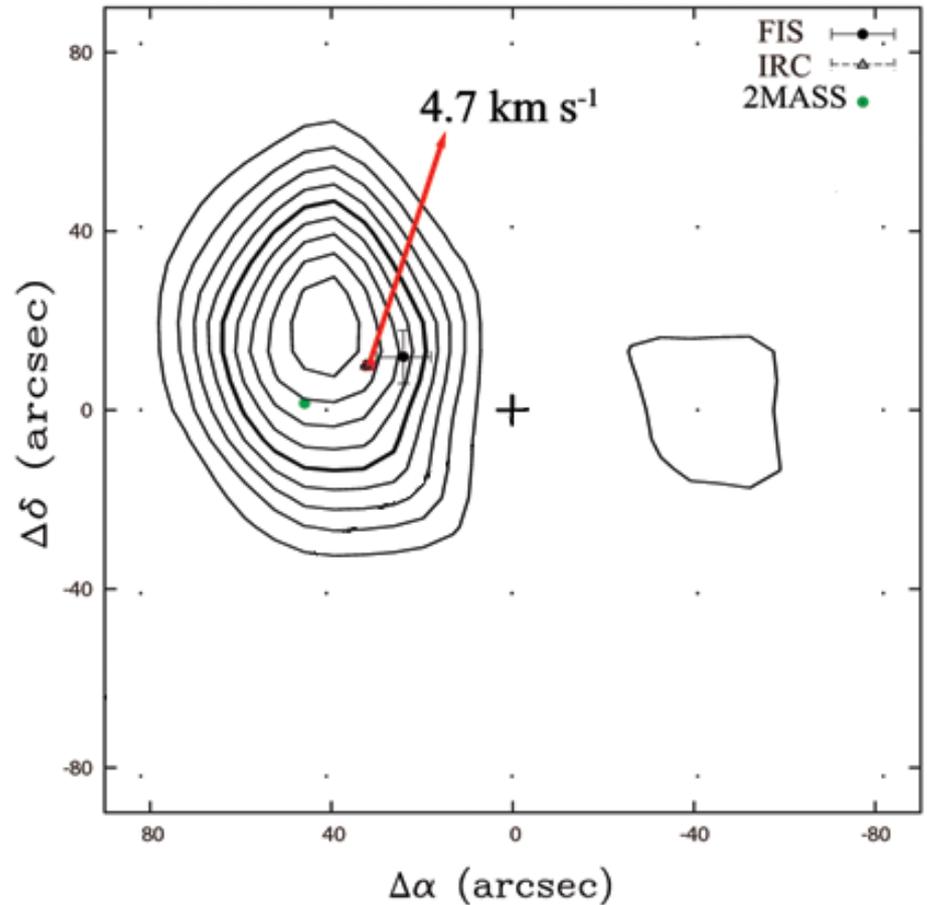
- ▶ $\pi = 0.365 \pm 0.037 \text{ mas} \rightarrow d_{\text{para}} = \mathbf{2.72 \pm 0.27} \text{ kpc}$
 - 運動学的距離 $d_{\text{kin}} = 4.4 \text{ kpc}$ (Sunada et al. 2007)
- ▶ $d_{\text{para}}/d_{\text{kin}} = 0.6 \rightarrow$ もっと近かった
 - $|d_{\text{kin}} - d_{\text{para}}| = 1.7 \text{ kpc}$
 - 質量など種々の導出パラメータに大きな影響！
 - この方向・距離は運動学的距離の精度が最悪
 - 新たな距離では
 - $1 \text{ mas} = 2.72 \text{ AU}$, $1' = 0.79 \text{ pc}$



鹿児島大学

メーザーのドライブ源

- ▶ IRAS20143+3634
- ▶ 赤外線点源
 - 2MASS → 未発見
 - AKARI-FIS(FIR)
 - AKARI-IRC(NIR)



メーザーのドライブ源

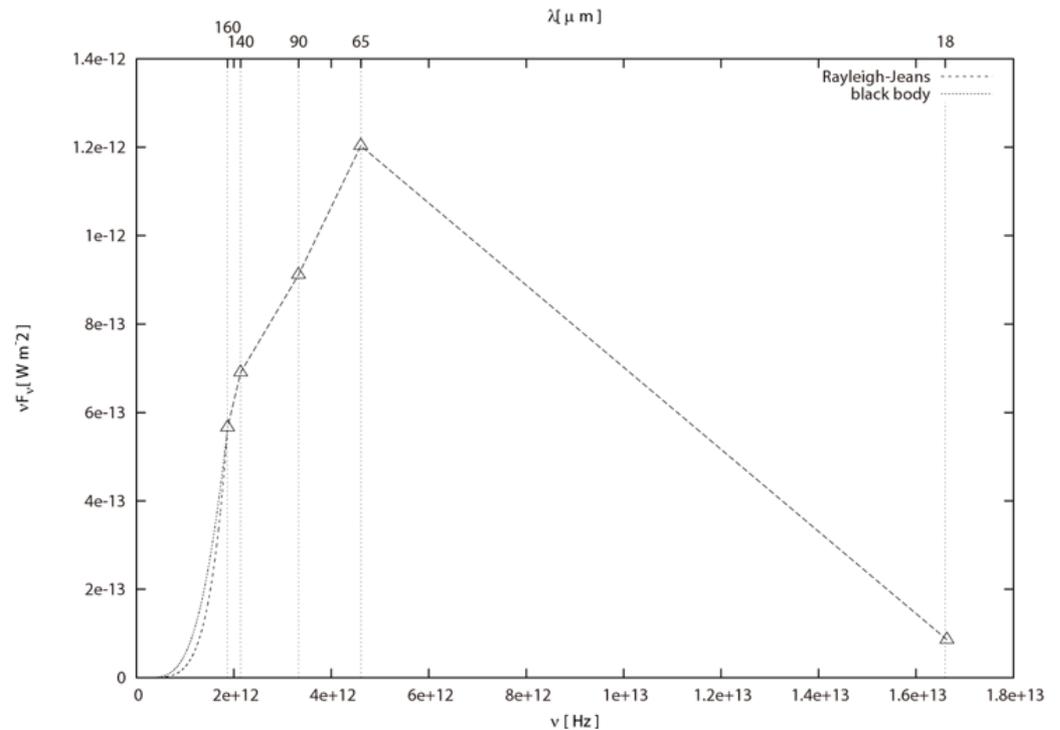
▶ Spectral Energy Distribution

- YSO的なスペクトル

- $L=571-580L_{\odot}$

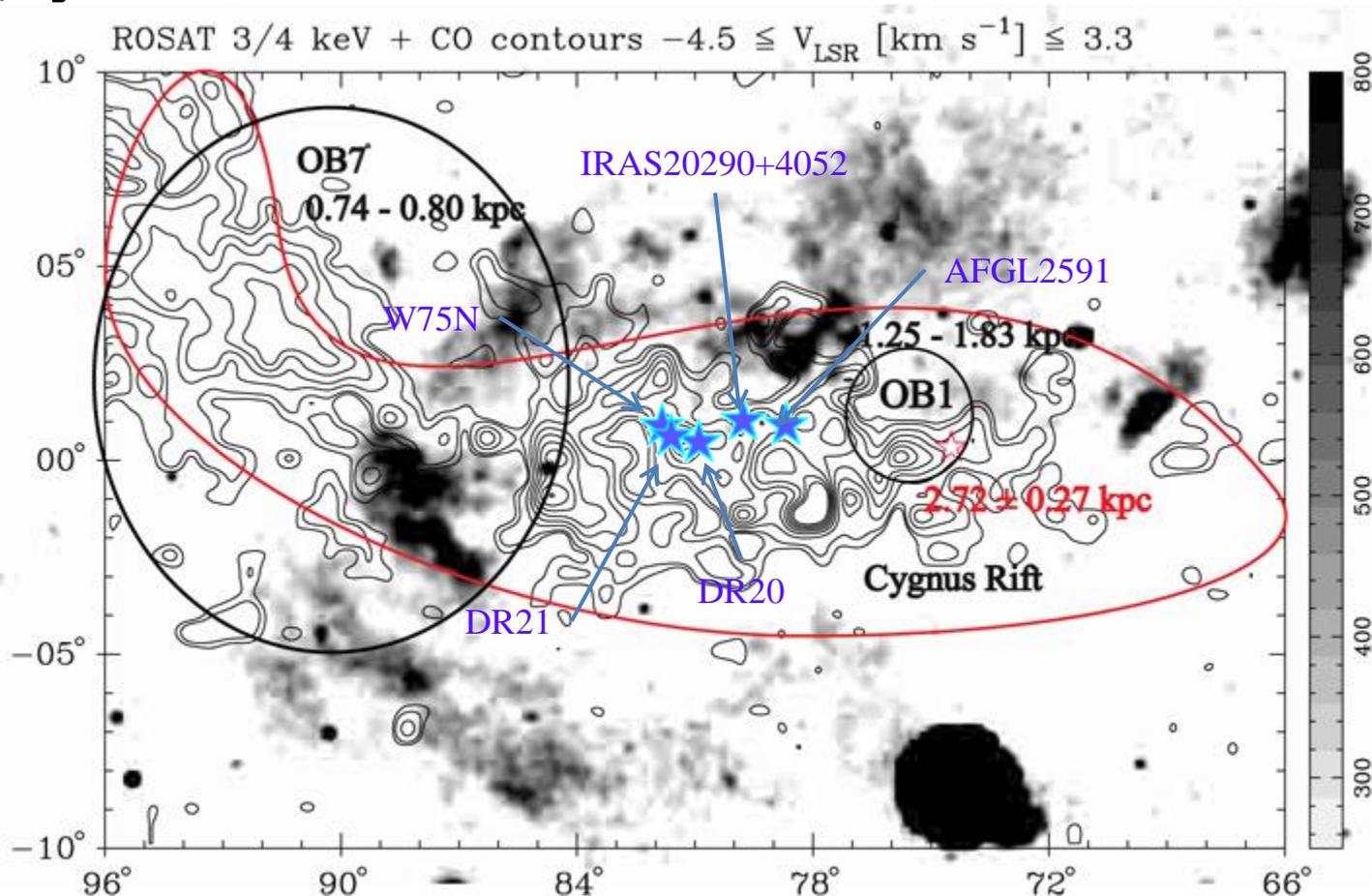
- $\rightarrow M=6M_{\odot}$

- $L \propto M^{3.45}$ と仮定



Cygスーパーバブルでの位置

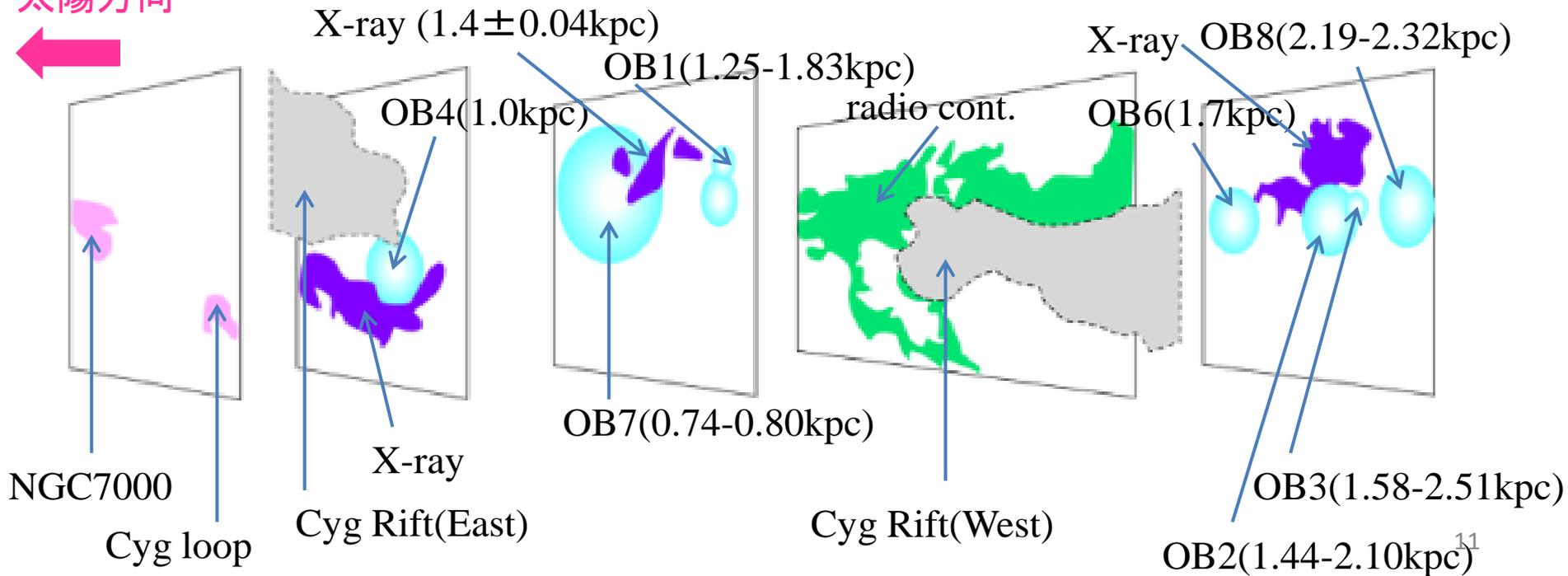
▶ 天球上で



Cygスーパーバブルでの位置

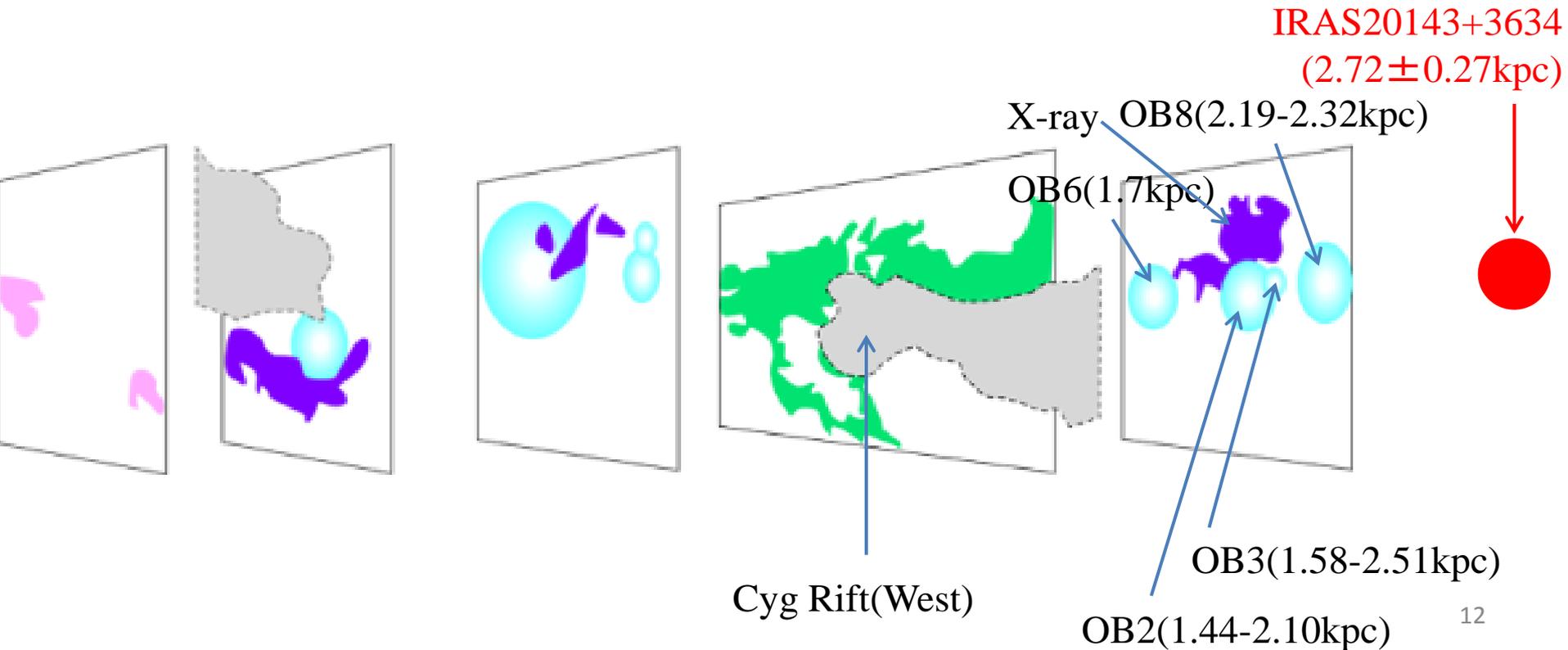
- ▶ はくちょう座スーパーバブルの3次元構造
 - CO, IR, 電波連続波, X線 (Uyaniker et al. 2001)
 - 吸収, 測光学的距離などを用いた.

太陽方向



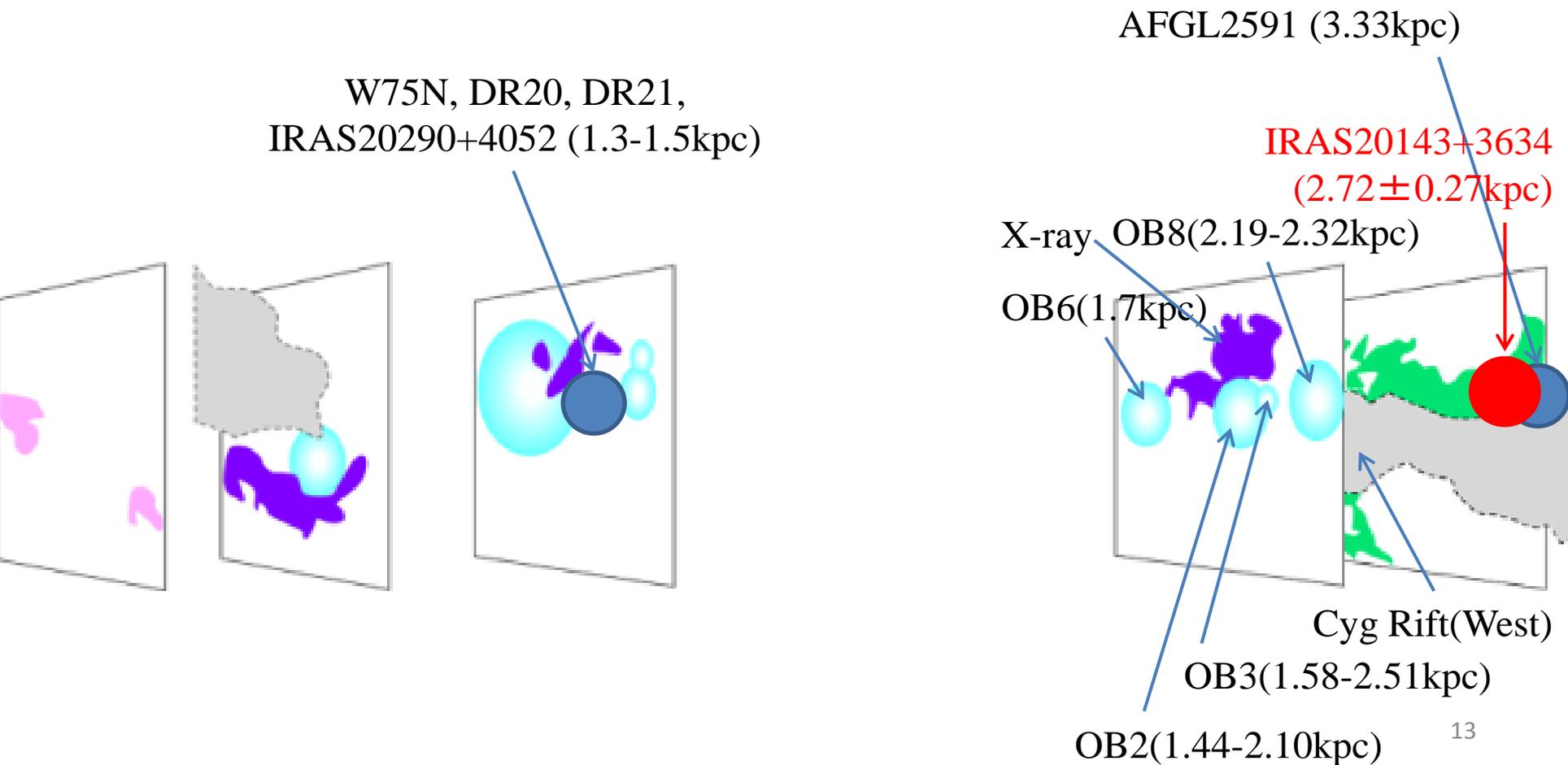
Cygスーパーバブルでの位置

- ▶ $d=2.72\text{kpc}$ → これらの天体の中では最も遠い
 - 視線速度の一致 → Cyg Rift(West) もそこにある



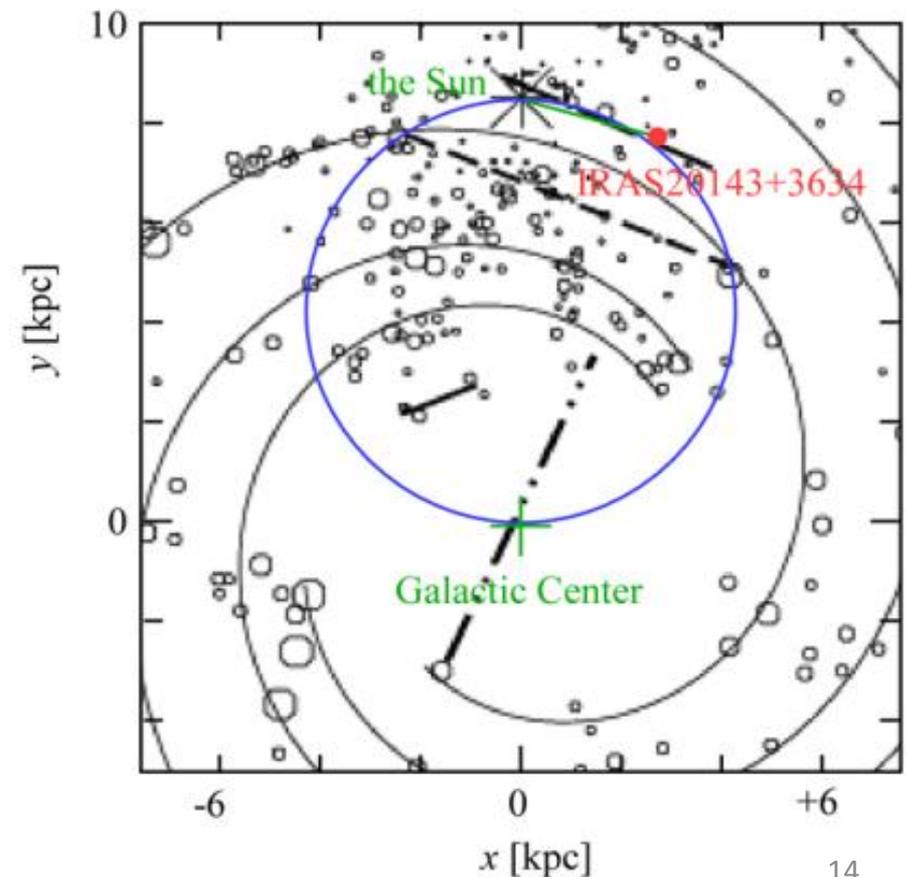
Cygスーパーバブルでの位置

▶ EVNで測距したSFRとの関係



天の川銀河での位置

- ▶ $d=2.72\text{kpc}$, $l=74.57^\circ$, $b=+0.85^\circ$
 - $R_\odot=8.5\text{ kpc}$ と仮定
- ▶ 天の川銀河
 - 接点位置
 - local arm上



固有運動

- ▶ “見かけの” 固有運動
 - $\mu_\alpha \cos\delta = -2.99 \pm 0.16 \text{ mas yr}^{-1}$
 - $\mu_\delta = -4.37 \pm 0.43 \text{ mas yr}^{-1}$
- ▶ 太陽運動を考慮
 - $(U_\odot, V_\odot, W_\odot) = (+10.3, +15.3, +7.7) \text{ km s}^{-1}$ (IAU1985)
 - $\mu_l = -5.74 \pm 0.24 \text{ mas yr}^{-1}$
- ▶ 対応する速度
 - $(v_l, v_b) = (-74.1 \pm 3.1, +8.2 \pm 4.3) \text{ km s}^{-1}$

接点位置にある天体

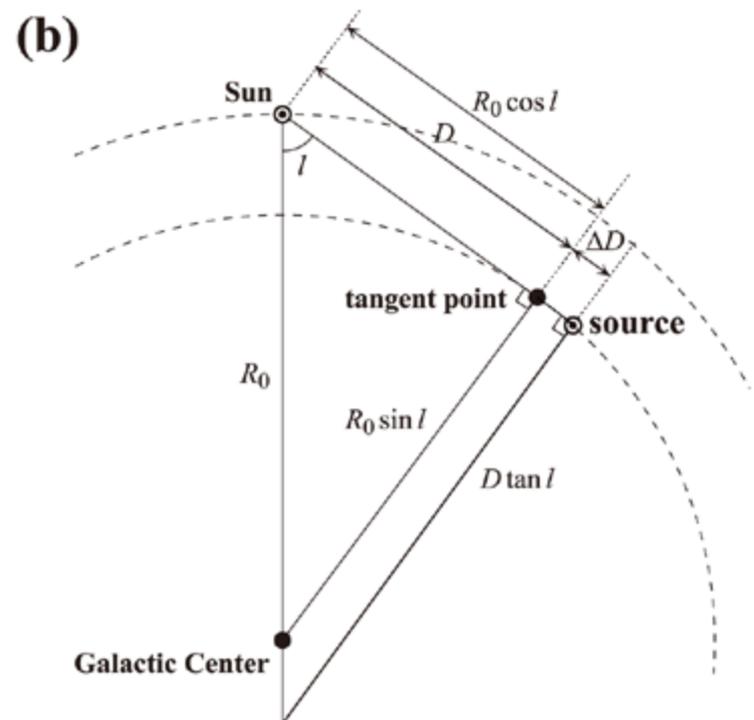
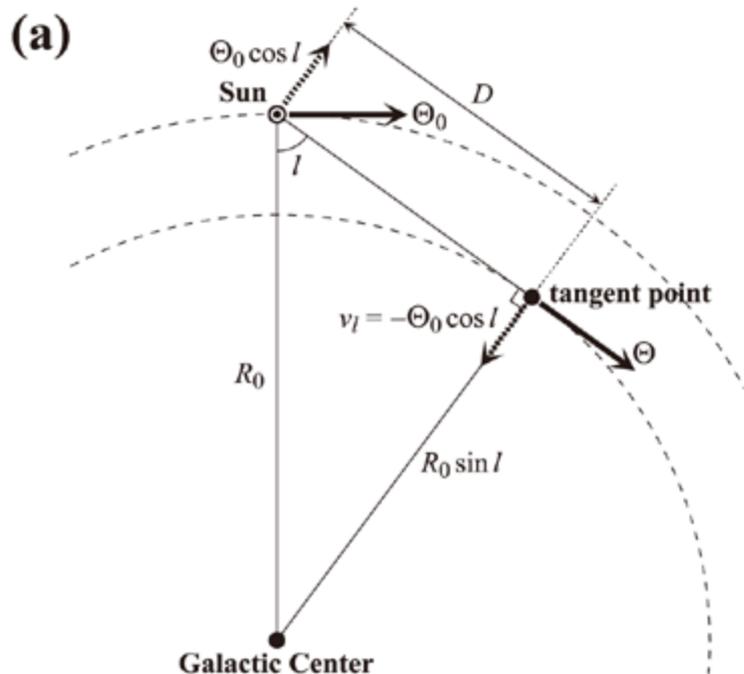
▶ LSRの公転角速度 Ω_0

$$\frac{\dot{\Theta}_0}{R_0} = \left(\frac{\Theta}{R} - \frac{\Theta_0}{R_0} \right) R_0 \sin l_p$$

$$\frac{\dot{\Theta}_0}{R_0} = \left(\frac{\Theta}{R} - \frac{\Theta_0}{R_0} \right) a_0 \mu_l + v_r \left(\frac{1}{D \tan l} - \frac{1}{R_0 \sin l} \right)$$

$$\frac{\dot{\Theta}_0}{v_l} = \left(\frac{\Theta}{R} - \frac{\Theta_0}{R_0} \right) R_0 \cos l - \frac{1}{R} D.$$

$$\Theta_0 = \left[-\frac{v_l}{D} + v_r \left(\frac{1}{D \tan l} - \frac{1}{R_0 \sin l} \right) \right] R_0$$

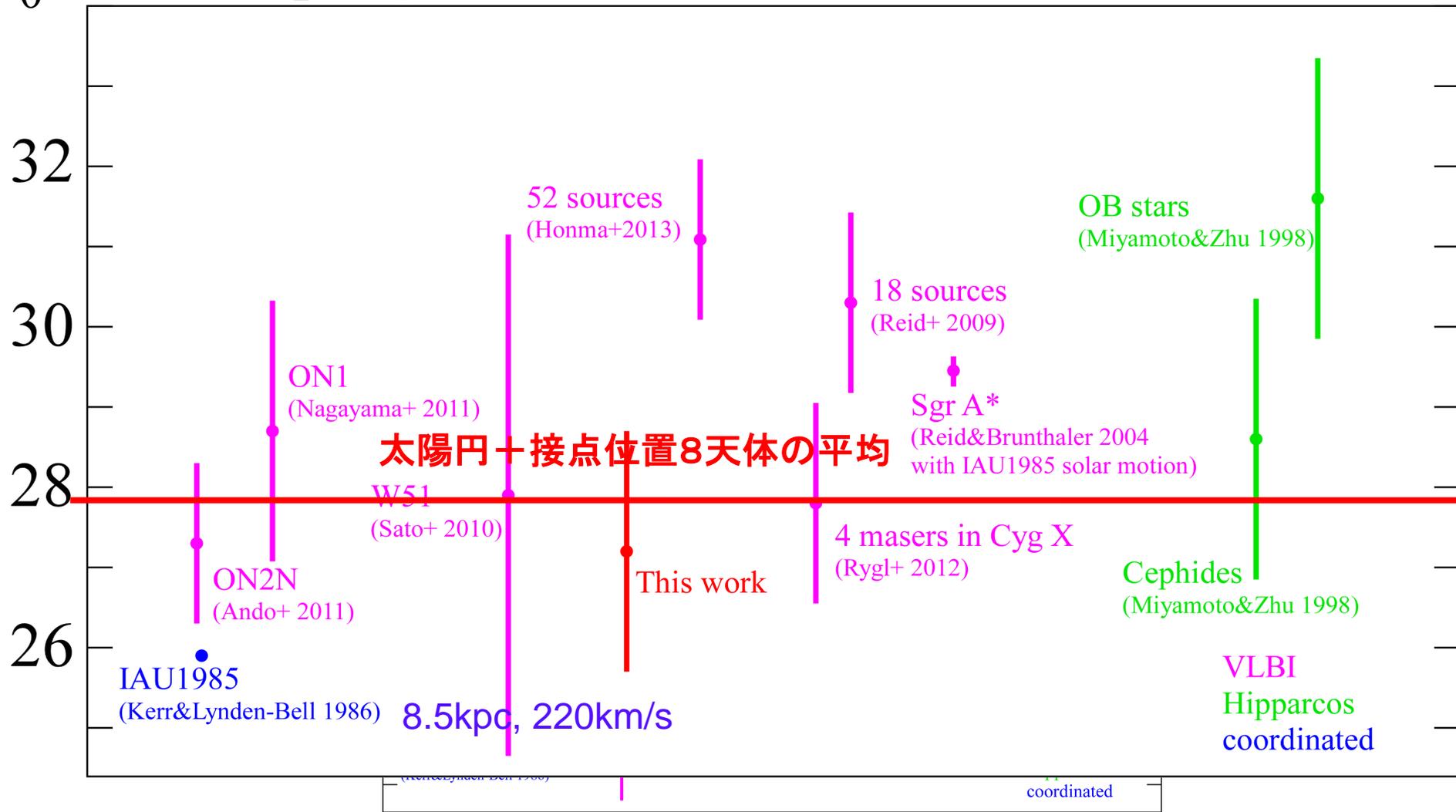




鹿児島大学

LSRの公転角速度: Ω_0

Ω_0 [km s⁻¹ kpc⁻¹]



特異運動

- ▶ 平坦回転曲線+完全円運動
 - $(U_{\odot}, V_{\odot}, W_{\odot}) = (+10.3, +15.3, +7.7) \text{ km s}^{-1}$ (IAU1985)
- ▶ 銀河定数: 2種を仮定して比較
 - モデルA: $R_0 = 8.5 \text{ kpc}$, $\Theta_0 = 220 \text{ km s}^{-1}$ (IAU1985)
 - モデルB: $R_0 = 8.35 \text{ kpc}$, $\Theta_0 = 241 \text{ km s}^{-1} \rightarrow \Omega_0 = 28.86 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$
- ▶ (U_S, V_S, W_S)
 - $(+3.8 \pm 2.9, -8.5 \pm 1.5, +7.9 \pm 4.3) \text{ km s}^{-1}$ モデルA
 - $(-4.3 \pm 2.9, -9.6 \pm 1.6, +7.9 \pm 4.3) \text{ km s}^{-1}$ モデルB
 - $|v| = 12\text{-}13 \text{ km s}^{-1}$, AとBで $\Delta U = 8.1 \text{ km s}^{-1}$ の違い

他天体の特異運動

▶ 年周視差測距44天体の特異運動

- VERA, VLBA, EVNでの観測

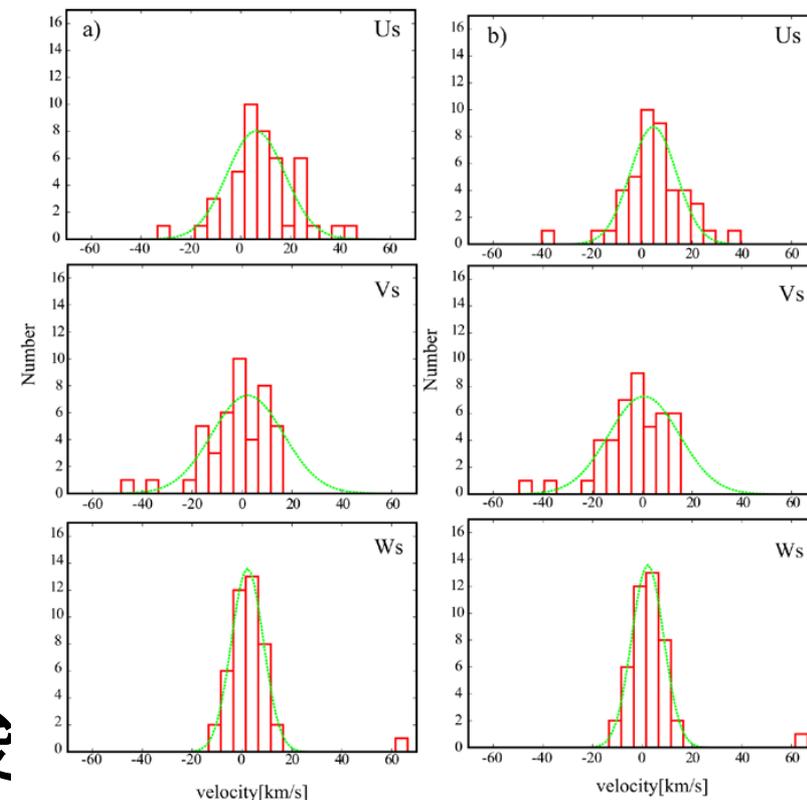
Model	ΔU [km/s]	ΔV [km/s]	ΔW [km/s]
A	13	17	8
B	11	17	8

▶ IRAS20143+3634

- $(-4.3, -9.6, +7.9) \text{ km s}^{-1}$

▶ 銀河運動モデルへの示唆

- 面内での動きが大きい、 v が非対称→非円運動

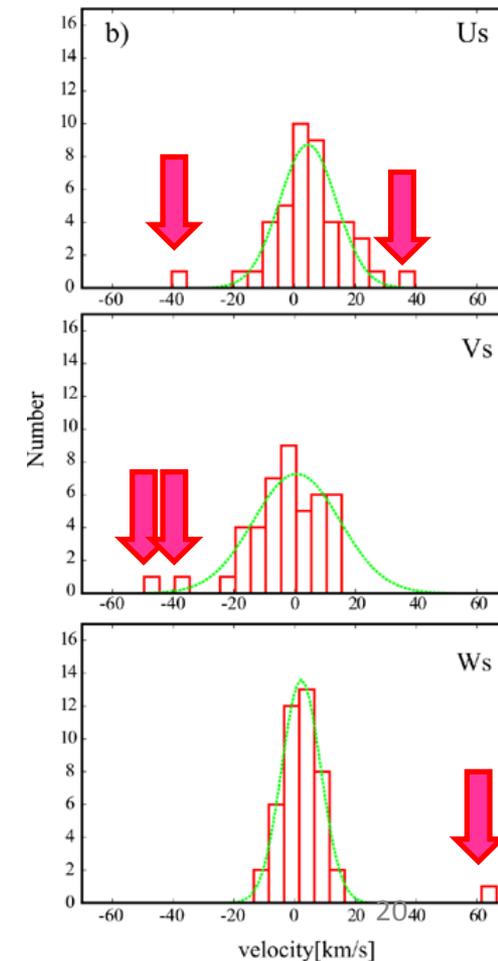


特異運動が大きな天体

▶ 特異運動が大きな天体

- $|V| > 30 \text{ km s}^{-1}$ の天体
- ↑ 現状でのとりあえずの基準

name	U [km s^{-1}]	V [km s^{-1}]	W [km s^{-1}]
G9.62+0.20	-40.2 ± 4.8	-49.6 ± 2.3	-9.7 ± 3.8
G23.01-0.41	$+23.3 \pm 2.7$	-20.3 ± 1.9	-0.9 ± 3.1
G23.657-0.127	$+34.5 \pm 1.8$	$+12.2 \pm 0.9$	$+4.7 \pm 0.4$
G48.61+0.02	-3.9 ± 1.2	-40.3 ± 1.2	$+6.7 \pm 2.2$
IRAS20126+4104	$+18.5 \pm 0.9$	-13.3 ± 2.9	$+62.8 \pm 0.5$





conclusions

- ▶ VERA astrometry of IRAS20143+3634
 - $d=2.72 \pm 0.27 \text{ kpc}$ \leftarrow 60% of the prev. estimation
 - $(\mu_{E-W}, \mu_{N-S})=(-2.99 \pm 0.32, -4.37 \pm 0.85) \text{ mas yr}^{-1}$
- ▶ Find the maser driving source
 - YSO $M=6M_{\odot}$, AKIRI point source
- ▶ In the farthest SF region in Cyg Bubble region
- ▶ $\Omega_0 = 27.8 \pm 0.5 \text{ km s}^{-1} \text{ kpc}^{-1}$ (for 8 SC/TP sources)
 - $v_{\text{pec}} (-4.3 \pm 2.9, -9.6 \pm 1.6, +7.9 \pm 4.3) \text{ km s}^{-1}$ in Model B
- ▶ Peculiar motions of 44 masers in MWG
 - $(\Delta U, \Delta V, \Delta W)=(13, 17, 8) \text{ km s}^{-1}$
- ▶ kinetic distance error: evaluated using vel.