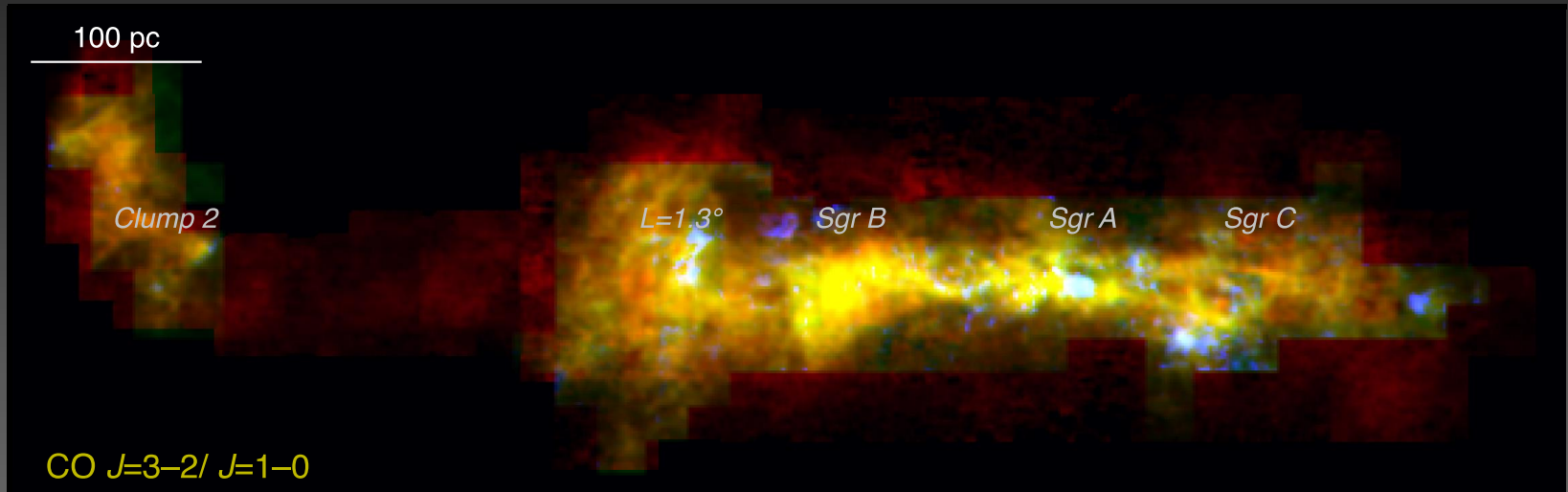


# 銀河系中心領域に発見された proto-superbubble候補天体

慶應義塾大学 理工学研究科 辻本 志保  
岡 朋治、竹川 俊也、山田 真也、岩田悠平、徳山 碩斗

# Central Molecular Zone

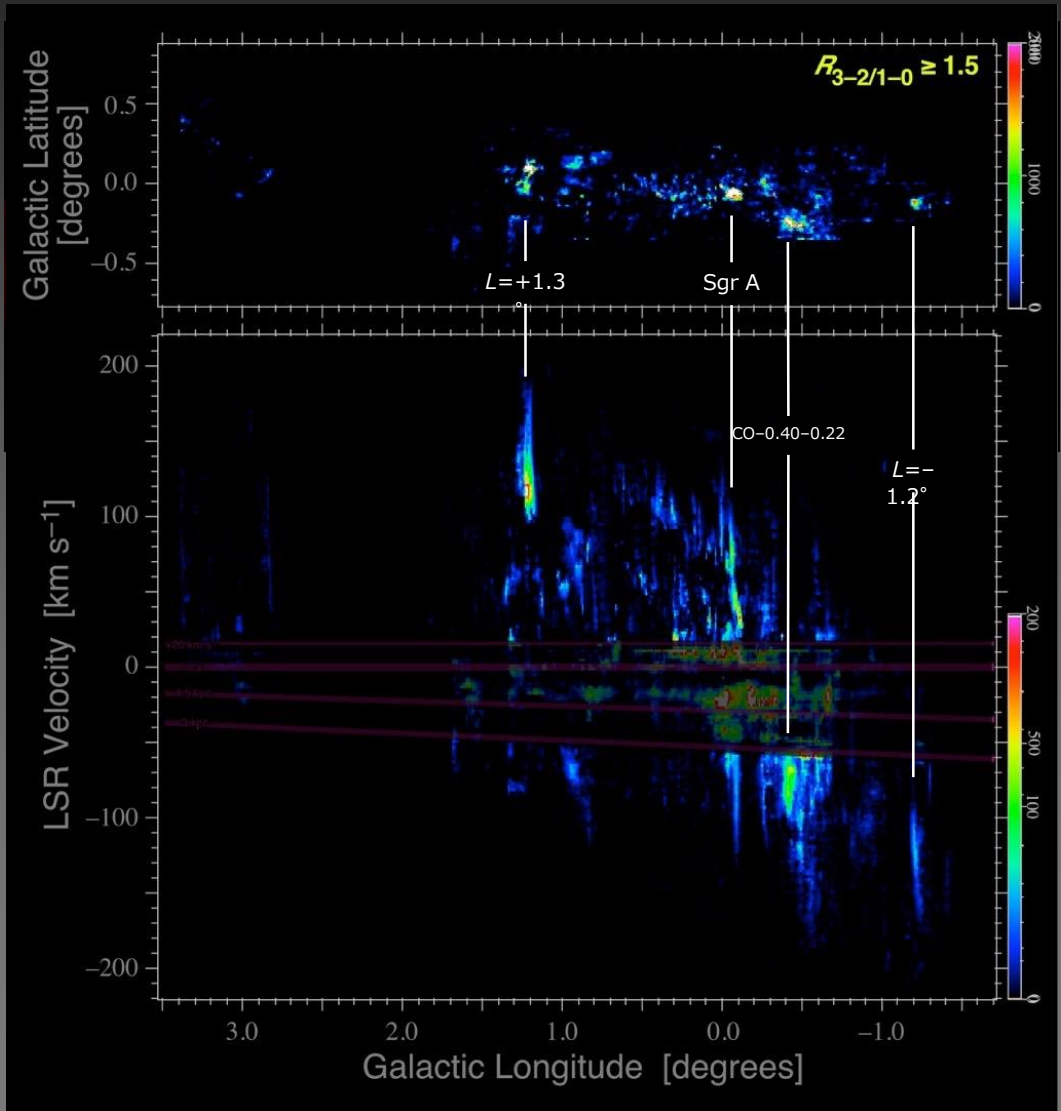


Oka et al. 1998, 2012, ApJS

- 銀河系中心部: 400 pc × 80 pc
- Giant Molecular Cloud (GMC) @ CMZ
  - $T_k \sim 30-200$  K
  - $n(\text{H}_2) \geq 10^{4-5} \text{ cm}^{-3}$
  - 線幅  $\geq 20$  km/s

# High $R_{3-2/1-0}$ Spots

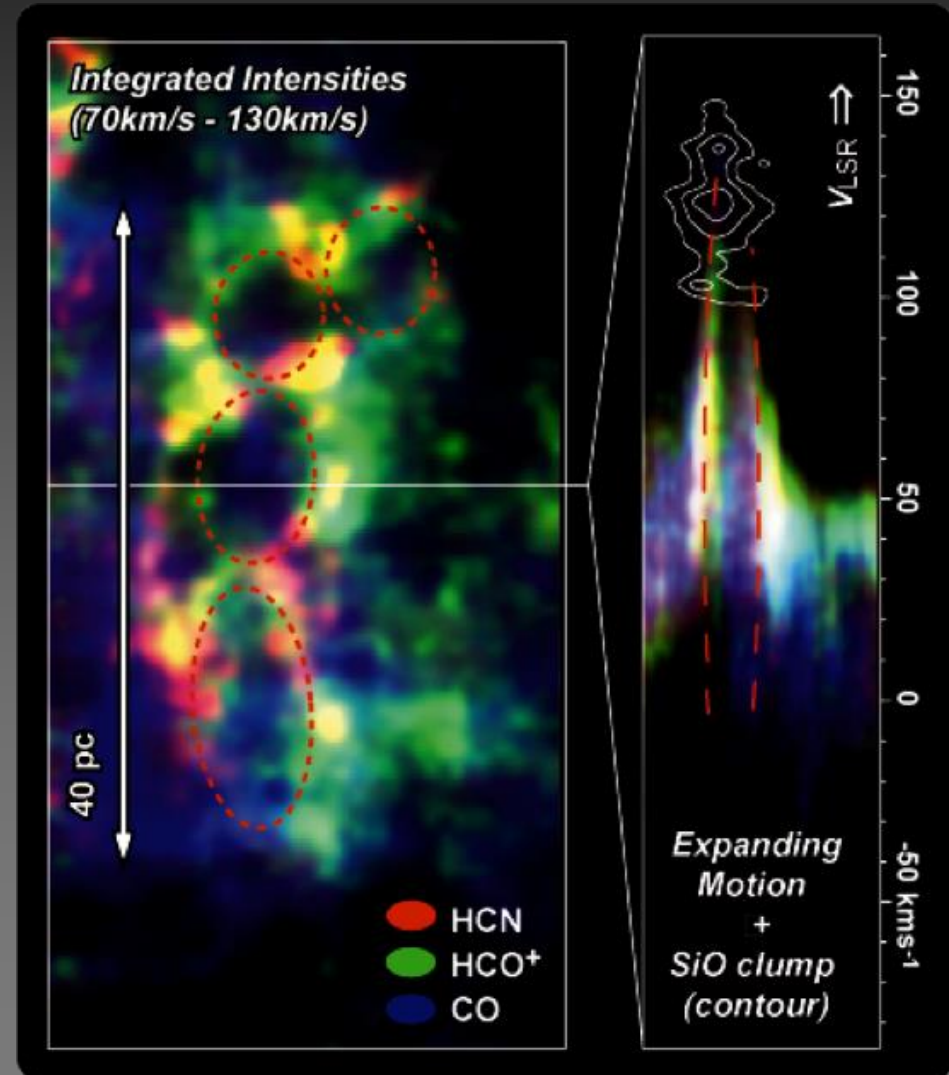
- $R_{3-2/1-0} \geq 1.5$ 
  - $L = +1.3^\circ$
  - Sgr A
  - CO-0.40-0.22
  - $L = -1.2^\circ$
- 全てにHVCCが付随
- 極めて広い速度幅
  - $\Delta V \geq 100$  km/s



$$L = +1.3^\circ$$

- HVCC: CO 1.27+0.01
- 9つ以上の膨張シェル
  - $t_{\text{exp}} \sim 10^{4.5 - 5.3}$  yr
  - $E_{\text{kin}} \sim 10^{52.7 - 53}$  erg
- 膨張シェルの速度端にSiO雲  
複数の超新星爆発により形成
- Supernova Rate
  - $N_{\text{SN}} \sim 50 - 100$  個
  - $\text{SNR} \sim 10^{-4} - 10^{-3}$  個/yr
- 星団質量
  - $M_{\text{cluster}} \sim 10^6 M_{\text{sun}}$

Proto-Superbubble

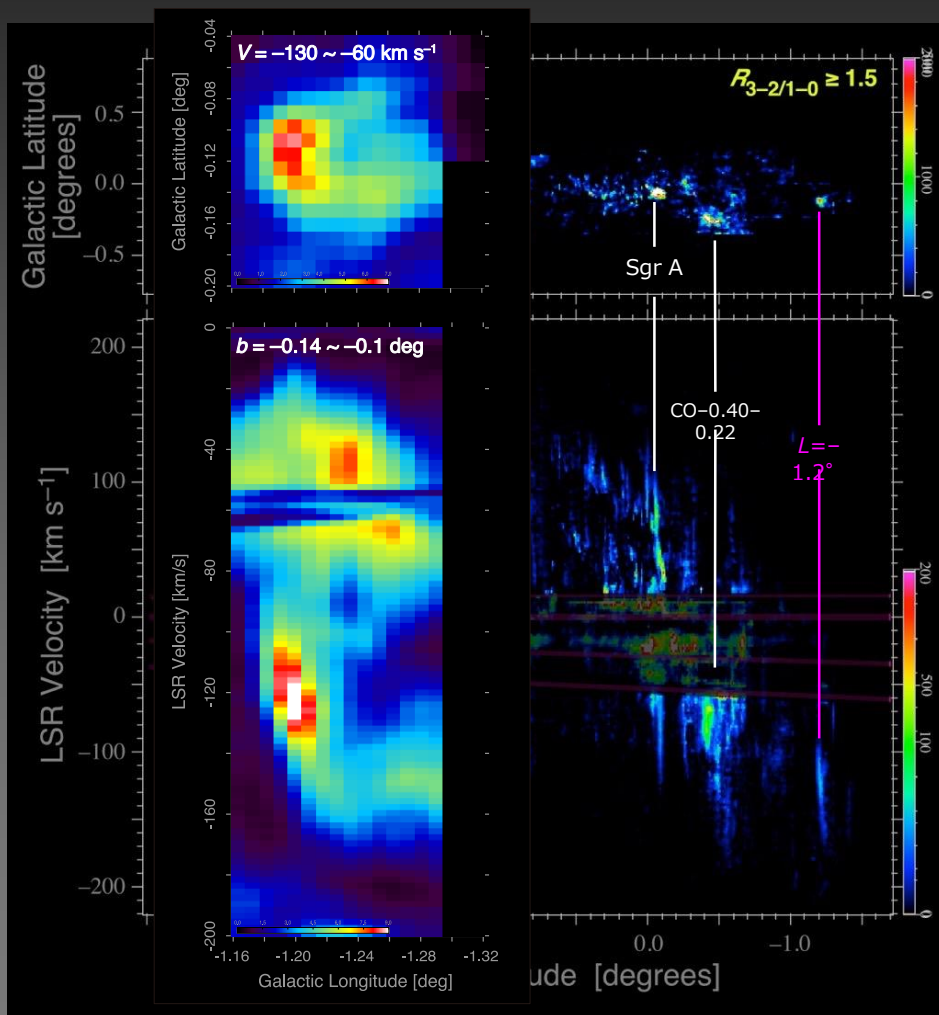


$$L = -1.2^\circ$$

$L = +1.3^\circ$  領域に類似

- 天球面上で**対称的な位置**
- HVCCが付随: CO-1.21-0.12
- 膨張シェル構造
- 赤外、電波連続波など  
対応天体なし

2nd Proto-Superbubble?



# $L = -1.2^\circ$ 領域多輝線データ

- James Clerk Maxwell Telescope
  - 時期: 2013年7月
  - 輝線: CO  $J=3-2$  (346 GHz)
- 野辺山 45 m電波望遠鏡
  - 時期: 2016年1-3, 5月
  - 輝線: CO  $J=1-0$  (115 GHz),  
 $^{13}\text{CO } J=1-0$  (110 GHz)

目的:  $L = -1.2^\circ$  の正体

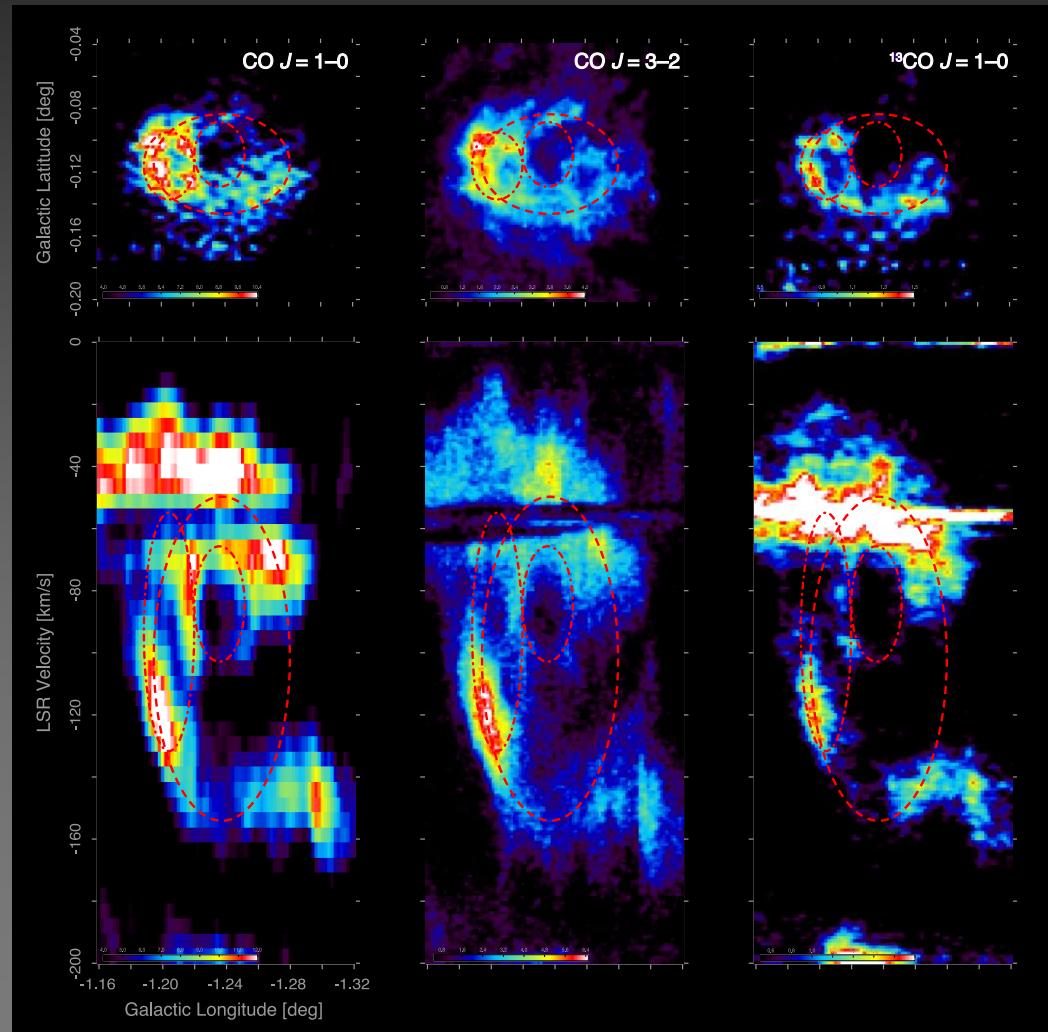
- 詳細な分布・運動状態

– 正確な物理量評価



# $L = -1.2^\circ$ 領域多輝線データ

- 中心部にemission cavity
- 多重膨張シェル
  - 少なくとも3つ
  - 中心が東西にずれている
- シェル東端 (CO-1.21-0.12)
  - clump状に強いemission
- シェル西端
  - シェルから伸びる構造
  - @  $V_{\text{LSR}} \sim -150\text{km/s}$

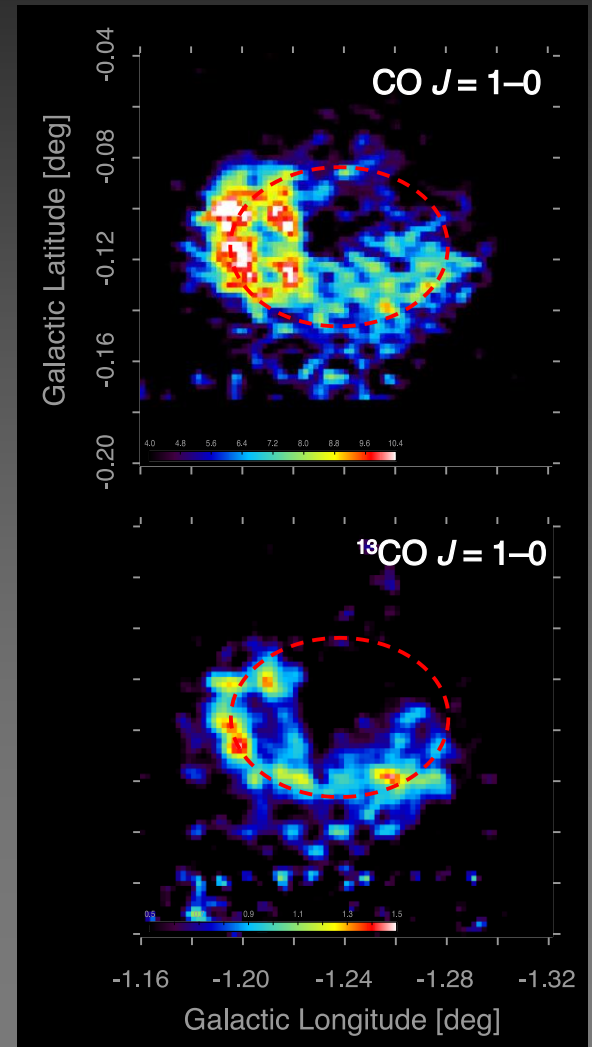


# 物理量の評価

- 膨張速度:  $V_{\text{exp}} \sim 60 \text{ km/s}$
- 質量:  $M_{\text{LTE}} \sim 10^5 M_{\text{sun}}$
- 運動エネルギー:  $E_{\text{kin}} \sim 10^{51} \text{ erg}$

複数の超新星爆発により形成された可能性

- 年齢:  $t_{\text{exp}} \sim 10^5 \text{ yr}$
- SNR:  $\sim 10^{-4} \text{ 個/yr}$
- 星団質量:
  - Salpeter IMF、均一な星年齢
  - $M_{\text{cluster}} \sim 10^{4.5} M_{\text{sun}}$

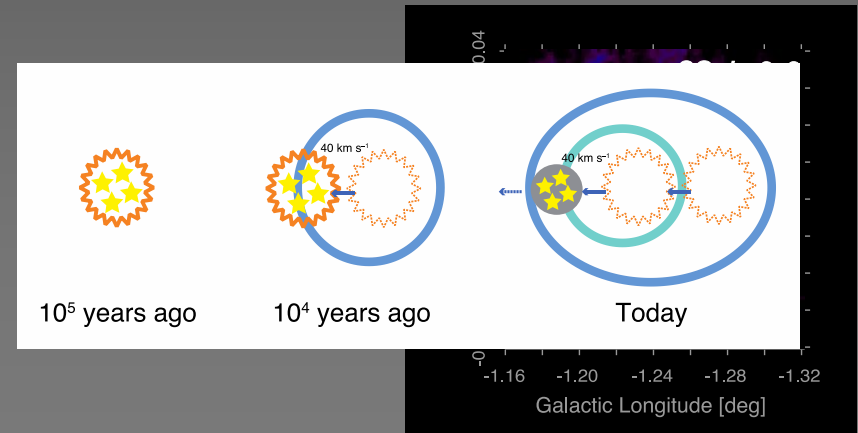
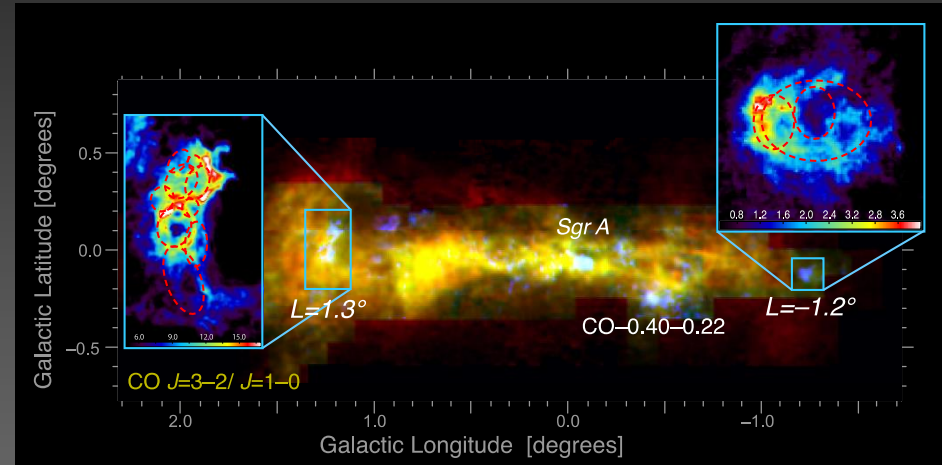




# 解釈

- ・  $L=+1.3^\circ$  領域との類似点
  - 位置的対称性
  - 多重膨張シェル
  - 複数の超新星爆発の兆候
- **molecular bubble** の可能性

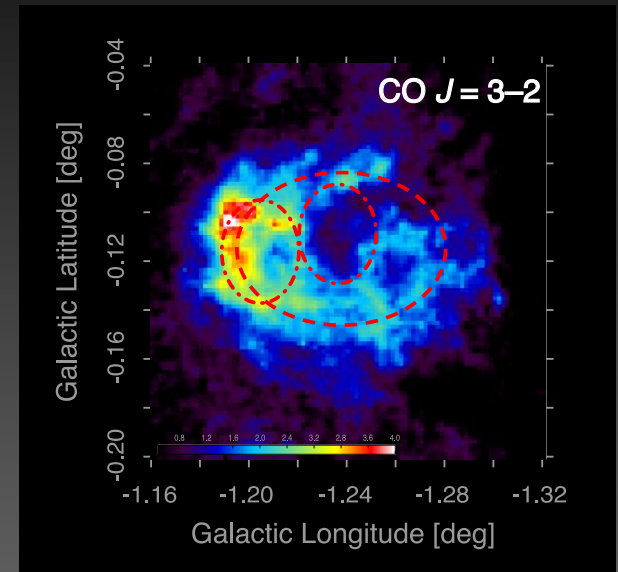
- ・  $L=-1.2^\circ$  領域の特徴
  - シェルから西側に伸びる構造
  - シェルの東端に明るいクランプ
  - シェル中心が東西にずれている
- 星団が**移動しながら活動**?
  - シェルの年齢:  $\sim 10^5$  yr
  - 移動速度:  $\sim 40$  km/s



# まとめ

## $L = -1.2^\circ$ 領域

- ・ 多重膨張シェル構造がある
  - $t_{\text{exp}} \sim 10^5 \text{ yr}$ ,  $E_{\text{kin}} \sim 10^{51} \text{ erg}$
  - 複数の超新星爆発により形成されたか
- ・  $L = +1.3^\circ$  領域と複数の類似点を持つ
  - 位置的対称性、複数の超新星爆発の兆候
  - molecular bubble の可能性
- ・ 星団が移動しながら活動し中心が東西にずれた多重シェルを形成か



## 展望

- ・ 対応天体がなく、この領域の星団は深く埋もれている
  - 南極で発見できる可能性!?