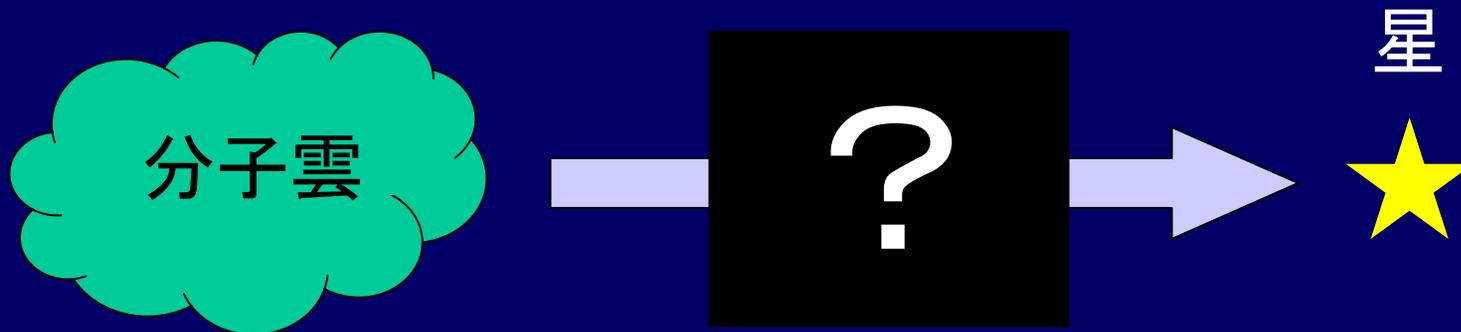


近傍星形成領域の統計的研究 ～高密度分子雲から星形成へ～

山本宏昭(名大理)



”分子雲 → 星”のTimescaleは非常に長い

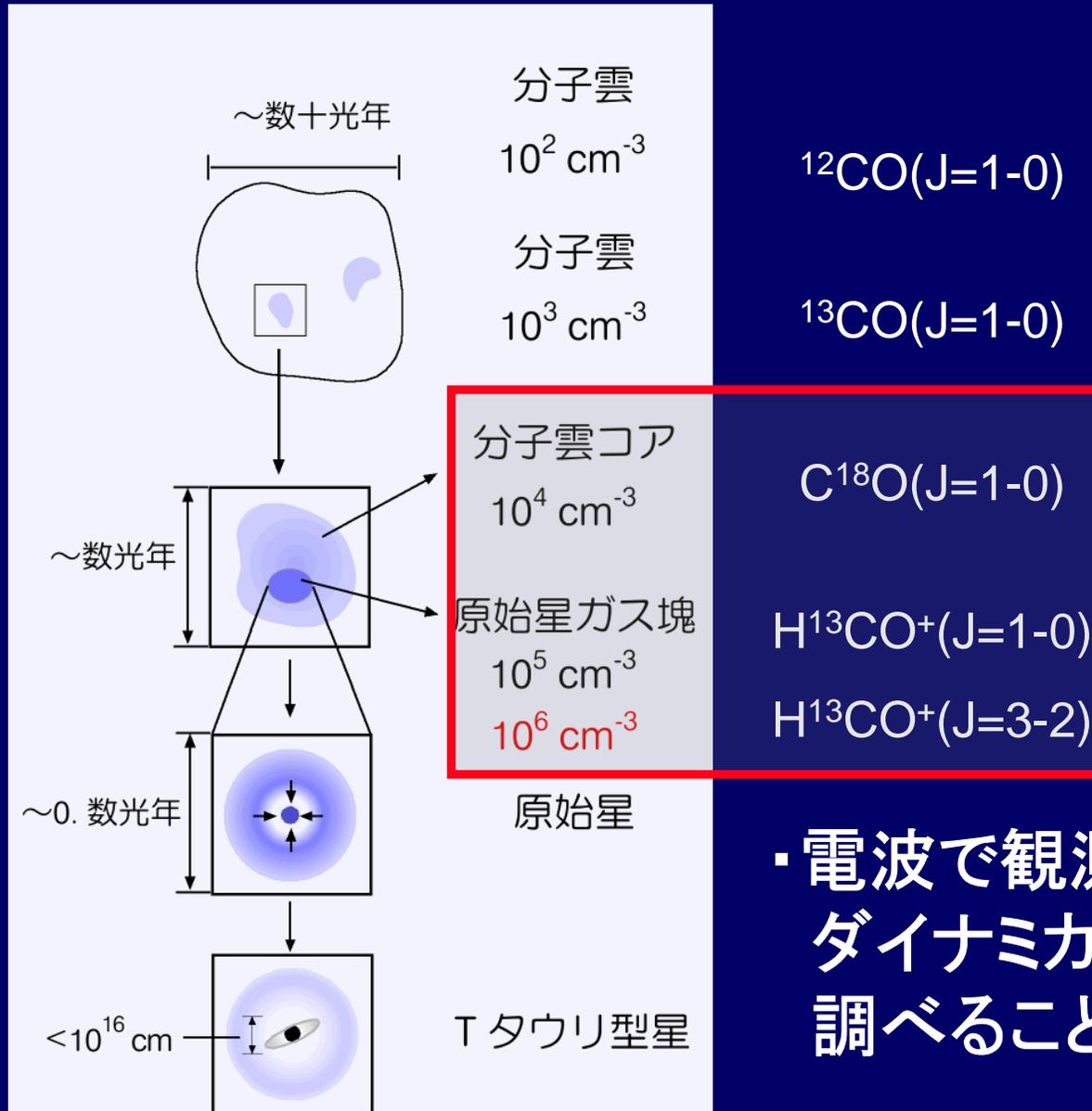


1つの分子雲に対して、星が形成されるまで観測することは不可能



偏りのない多くのサンプルを得ることで、分子雲の進化、Timescaleを統計的に議論できる

小質量星の形成

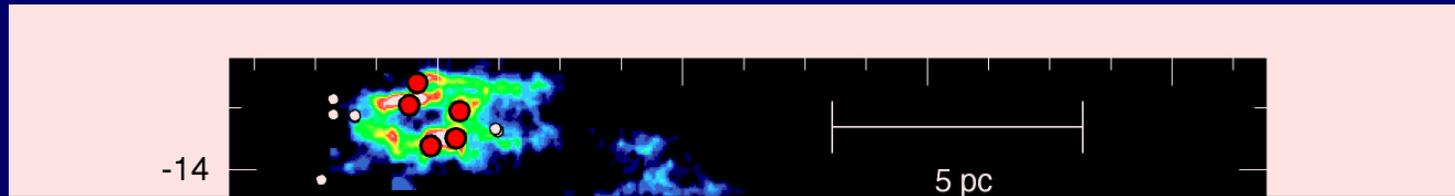


- ・電波で観測
ダイナミカルな運動を
調べることができる

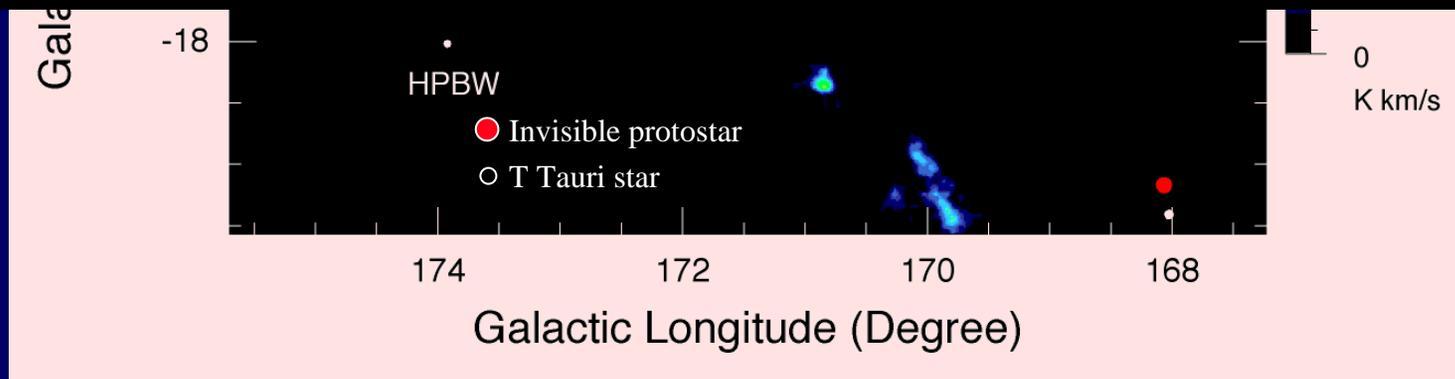
近傍の星形成領域のC¹⁸Oコアサーベイ

- Taurus (Onishi et al. 1996, 1998)
- Oph North and ρ Oph (Tachihara et al. 2000)
- Lupus (Hara et al. 1999)
- L1333 (Obayashi et al. 1998)
- Chamaeleon (Mizuno et al. 1999)
- CrA (Yonekura et al. 1999)
- Pipe Nebula (Onishi et al. 1999)
- Southern Coalsack (Kato et al. 1999)

Taurus C¹⁸O(J=1-0)の分布



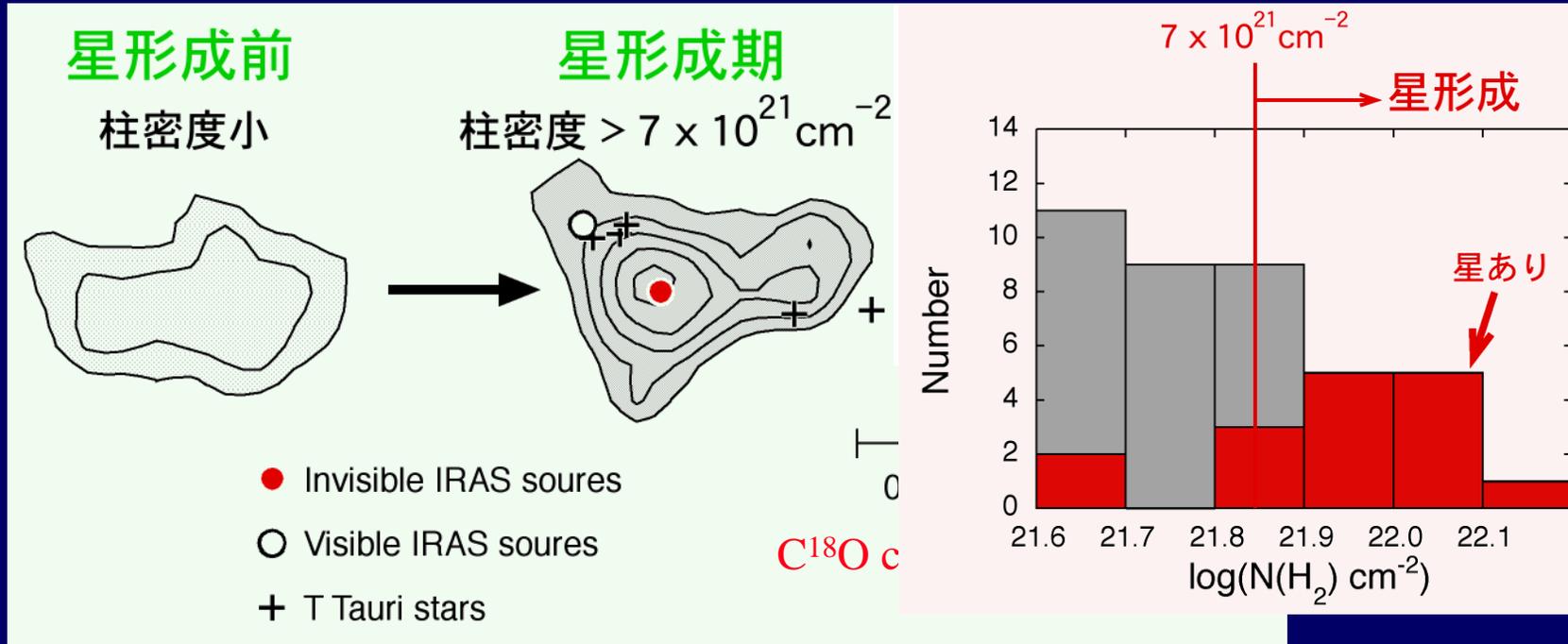
- 「無バイアス」探査
- 40個のC¹⁸Oコアを検出 (密度 $\sim 10^4$ 個/cc)
- 半径: 0.23pc、質量: 23M_☉



名古屋大学4m電波望遠鏡(分解能2.7分角)
約 7200観測点、2900太陽質量

Onishi et al. (1996)

C¹⁸O coreと星形成



星形成活動と非常に良い相関

invisible protostarとの位置相関が良い

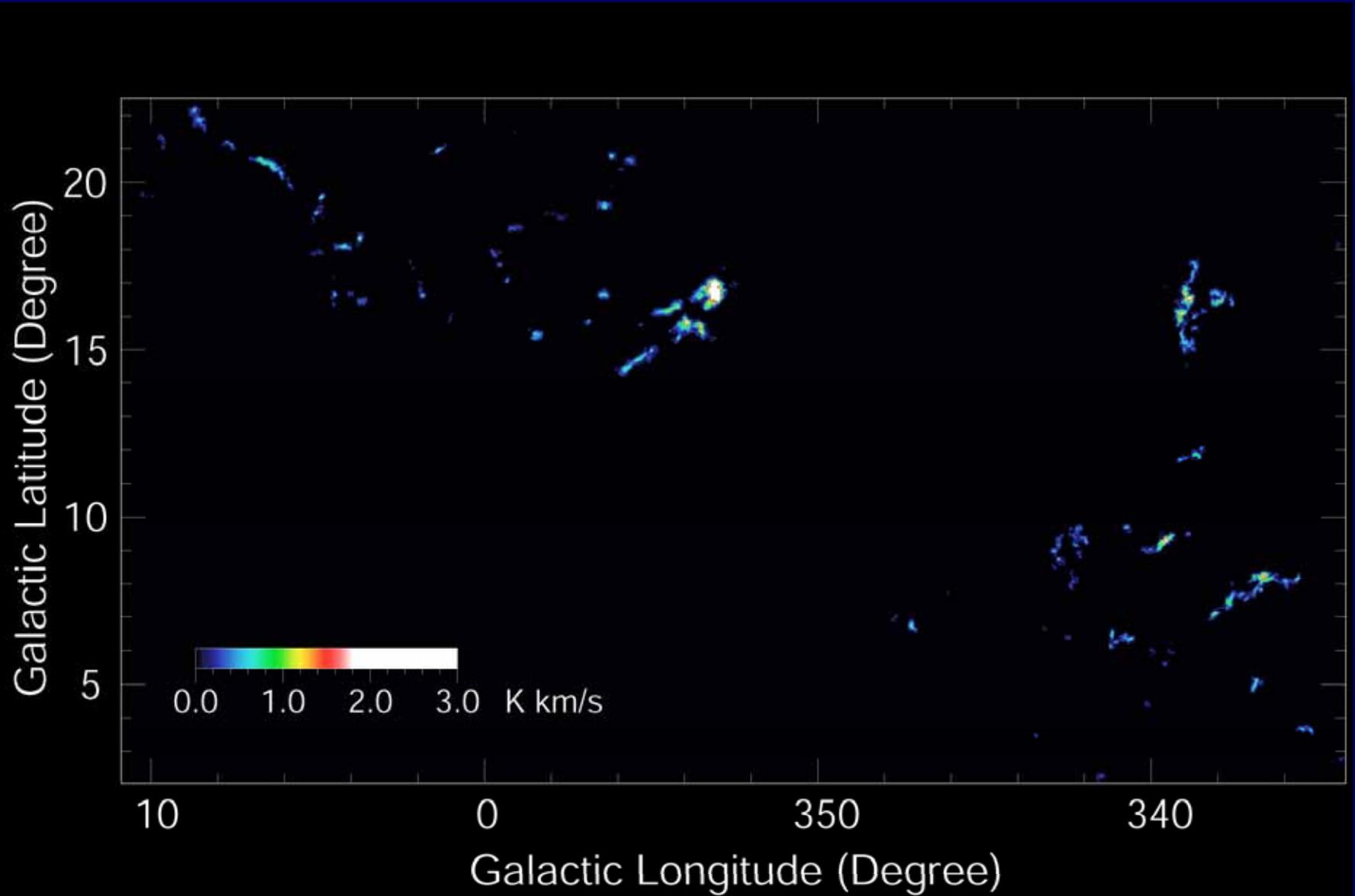
柱密度 $> 7 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2} \Rightarrow$ 星形成

Onishi et al. (1998)

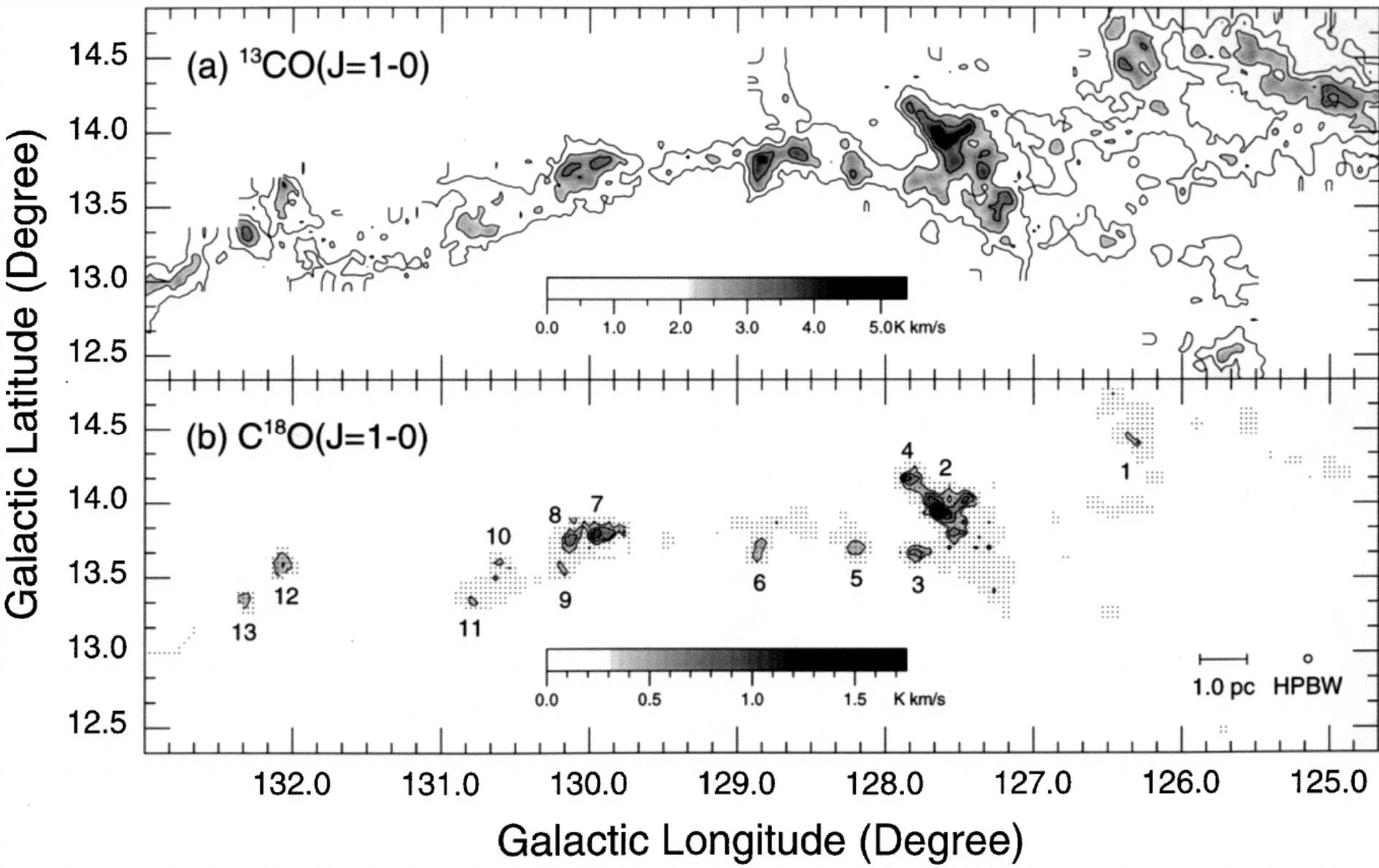
近傍の星形成領域のC¹⁸Oコアサーベイ

- Taurus (Onishi et al. 1996, 1998)
- Oph North and ρ Oph (Tachihara et al. 2000)
- Lupus (Hara et al. 1999)
- L1333 (Obayashi et al. 1998)
- Chamaeleon (Mizuno et al. 1999)
- CrA (Yonekura et al. 1999)
- Pipe Nebula (Onishi et al. 1999)
- Southern Coalsack (Kato et al. 1999)

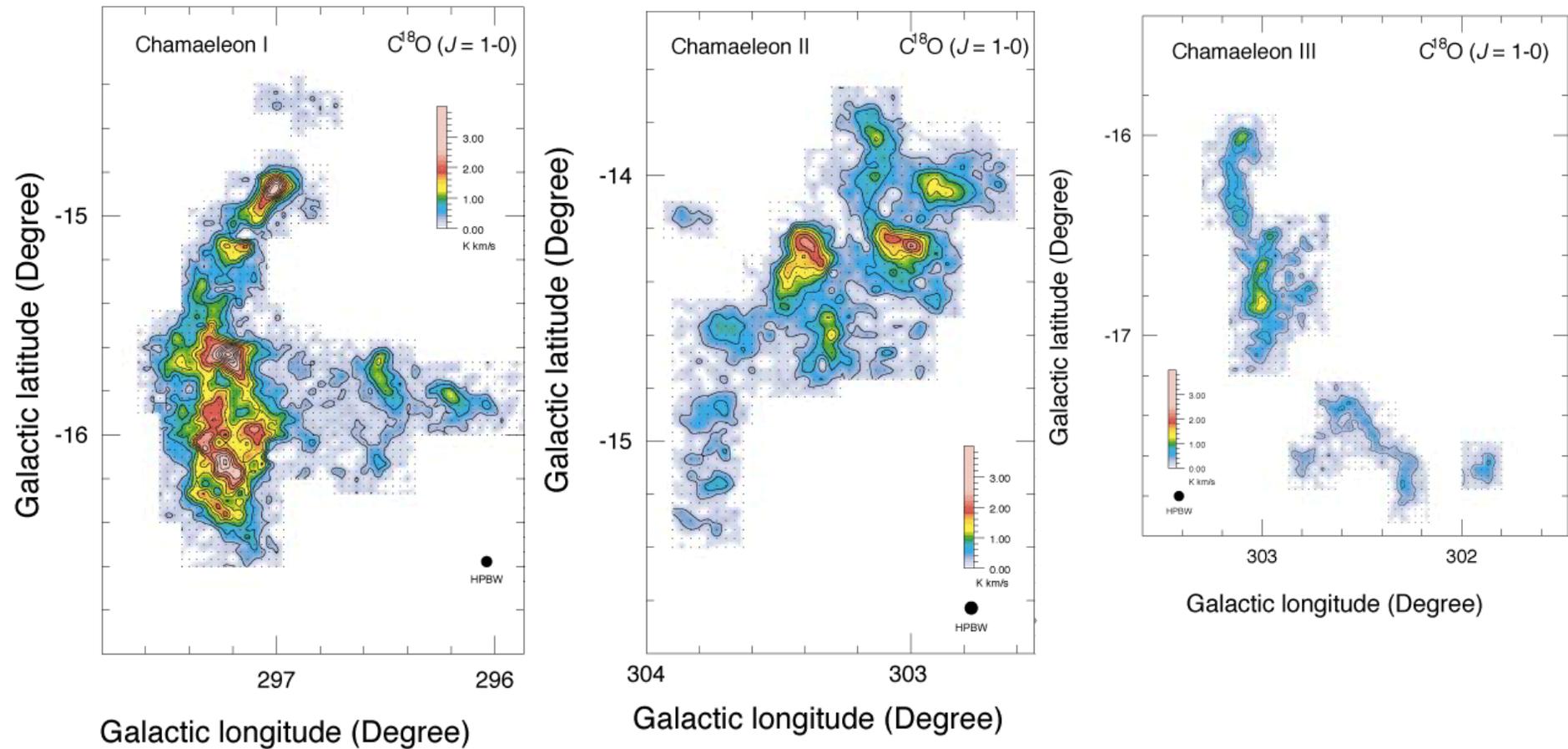
Lupus, Oph north and ρ oph C^{18}O



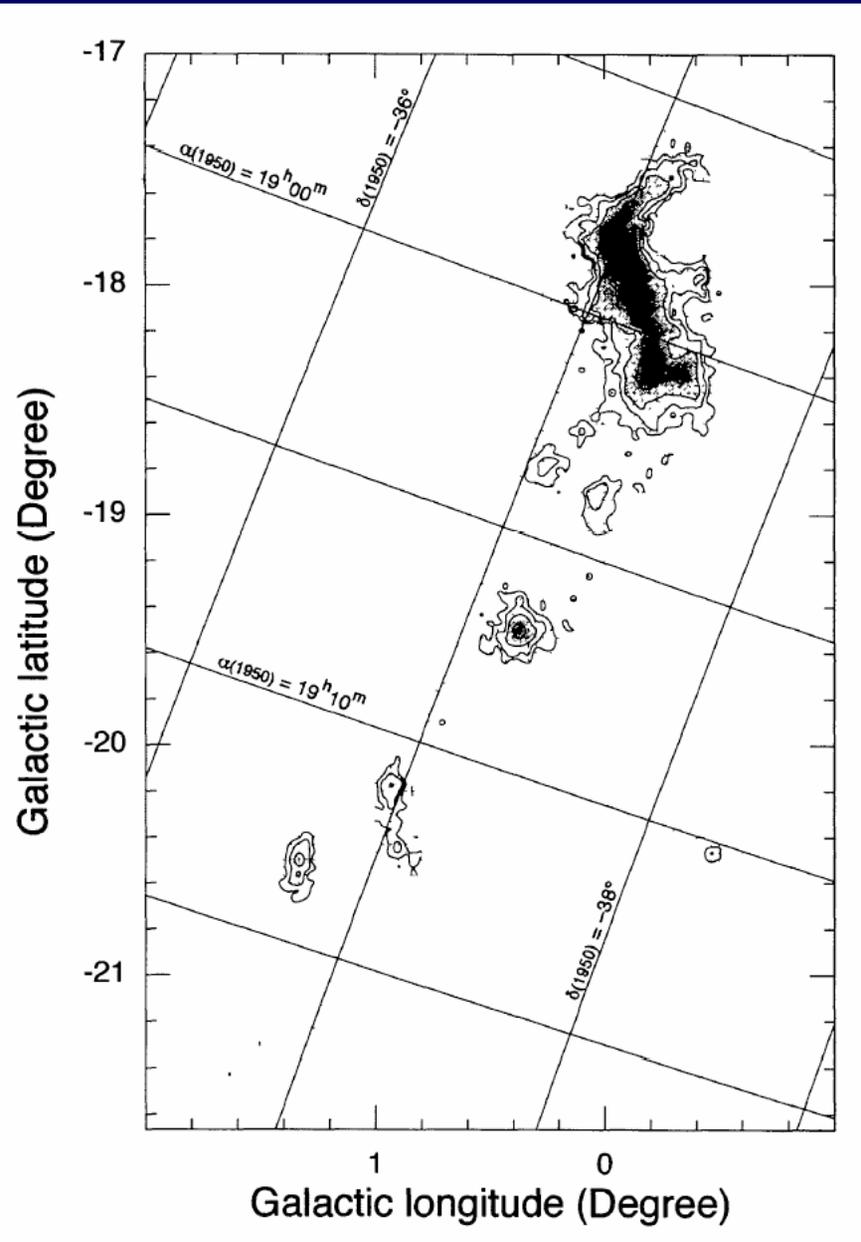
L1333の ^{13}CO , C^{18}O



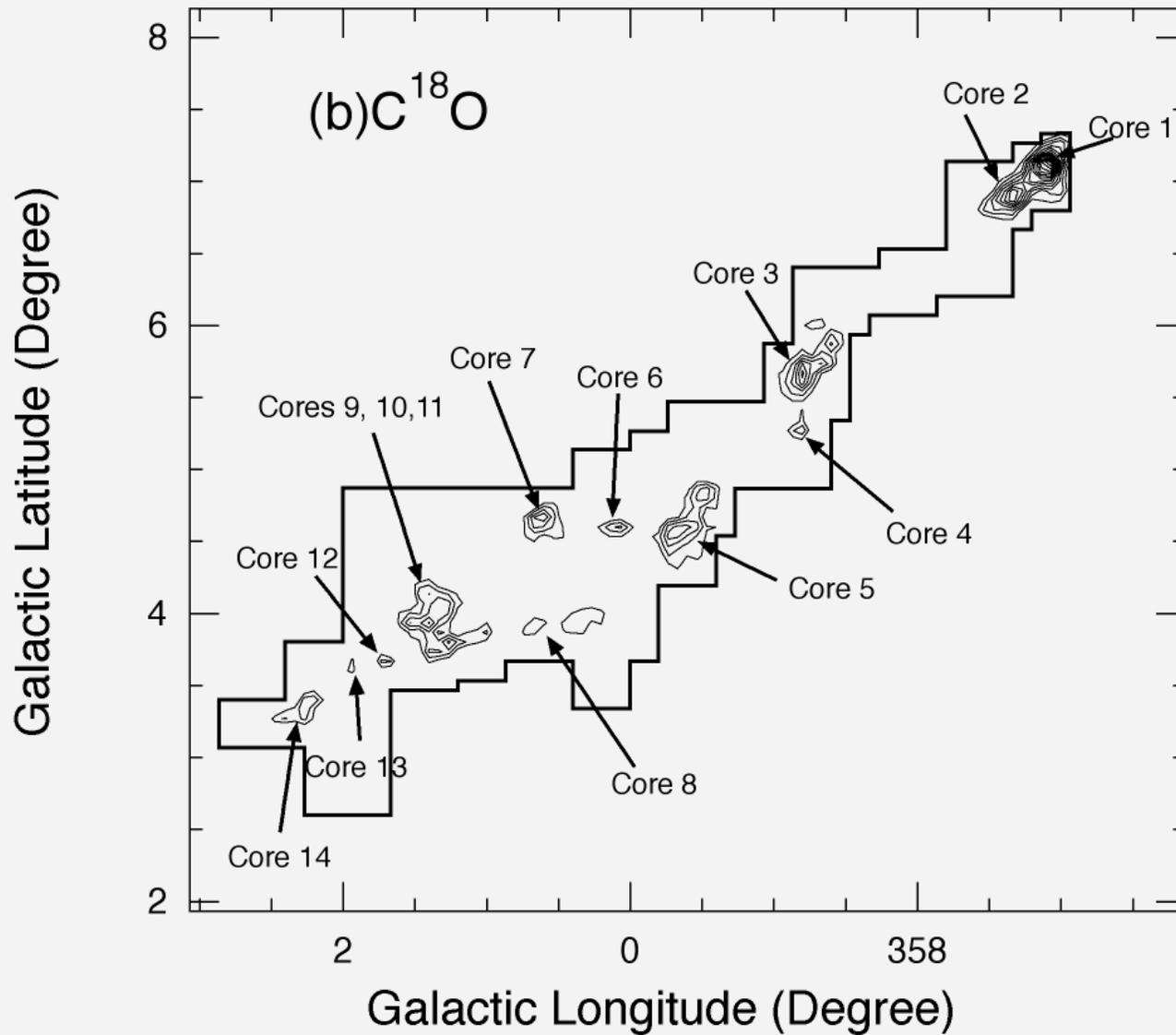
Chamaeleonの $C^{18}O$



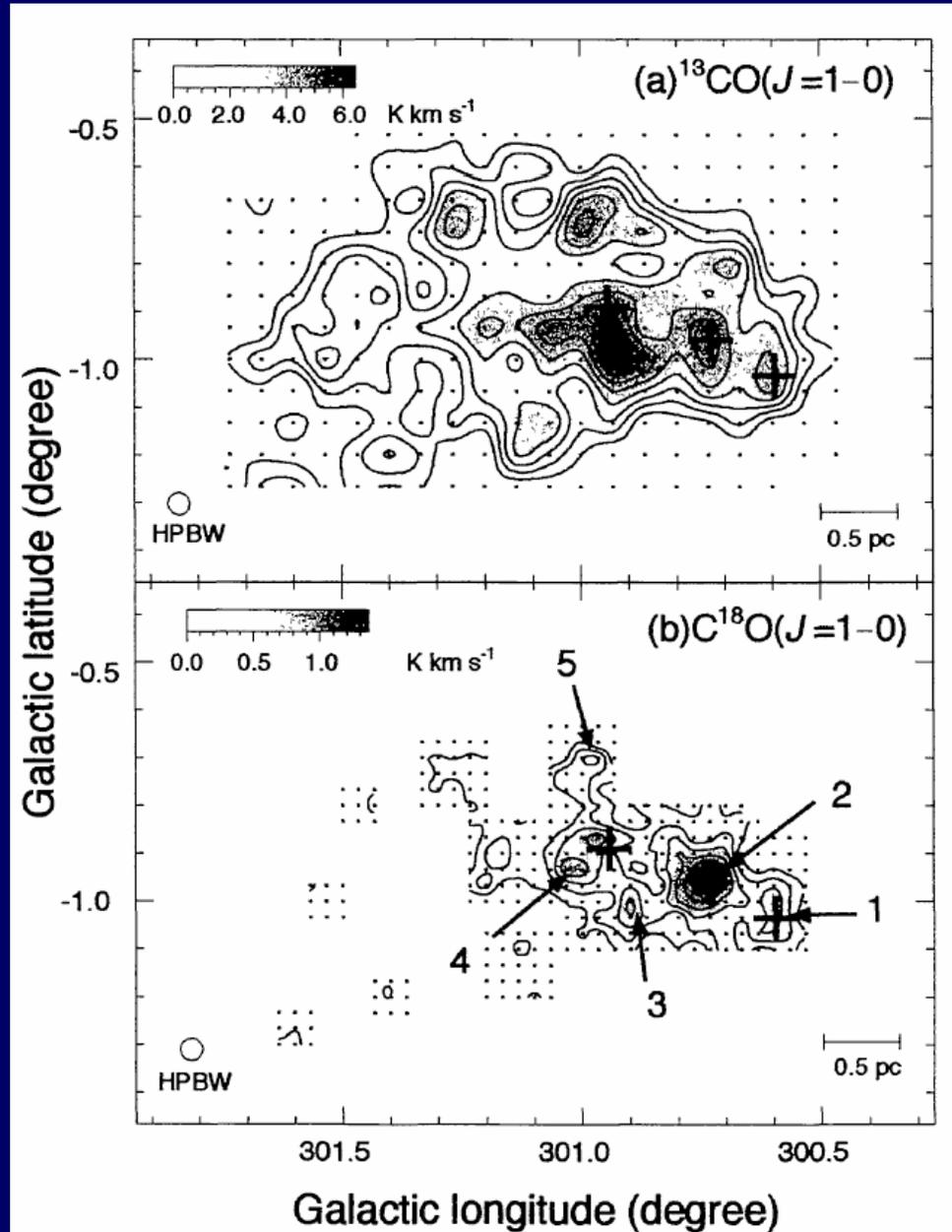
Cr-Aの $C^{18}O$



Pipe C^{18}O

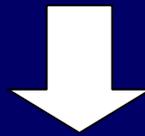


Southern Coalsack の ^{13}CO , C^{18}O



近傍の星形成領域のC¹⁸Oコアサーベイ

- Taurus (Onishi et al. 1996, 1998)
- Oph North and ρ Oph (Tachihara et al. 2000)
- Lupus (Hara et al. 1999)
- L1333 (Obayashi et al. 1998)
- Chamaeleon (Mizuno et al. 1999)
- CrA (Yonekura et al. 1999)
- Pipe Nebula (Onishi et al. 1999)
- Southern Coalsack (Kato et al. 1999)



179個のC¹⁸Oコア (Tachihara et al. 2002)

近傍の星形成領域のC¹⁸Oコアサーベイ

C¹⁸Oコアを3つのカテゴリに分類

- ・Cluster forming core → YSOが10個以上付随
- ・Star forming core → YSOが10個以下付随
- ・Starless core → YSOが付随していない



Cluster forming core : 7個

Star forming core : 36個

Starless core : 136個

C¹⁸Oコアの物理量

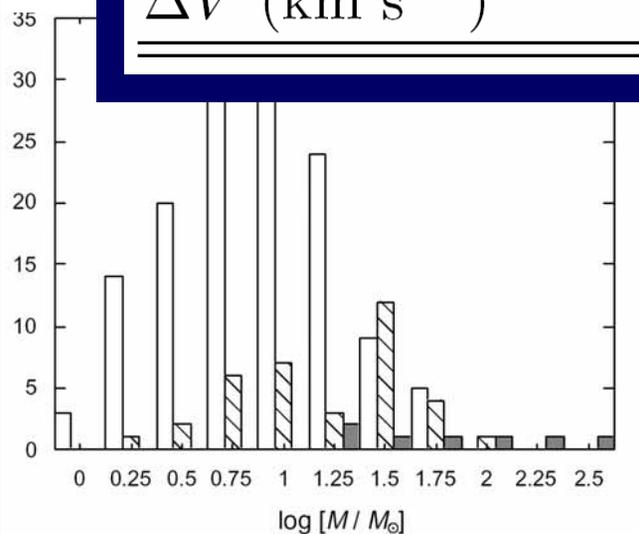
柱密度

線幅

半径

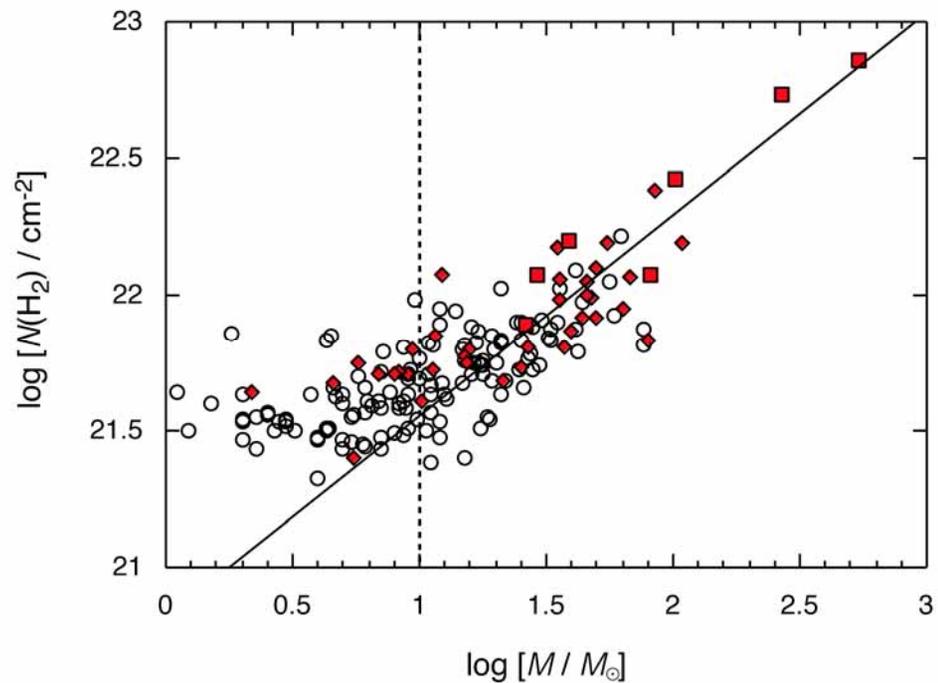
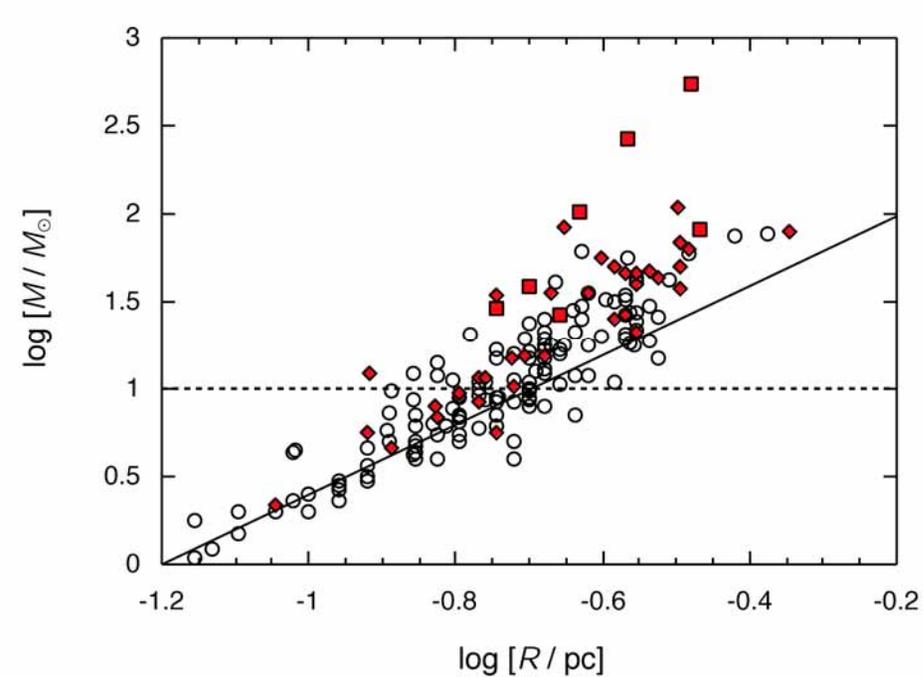
各物理量の平均値

	starless	star-forming	cluster-forming
number of the cores	136	36	7
$N(\text{H}_2) (\times 10^{21} \text{ cm}^{-2})$	5.2	< 8.3	< 28.6
$M (M_\odot)$	15	< 32	< 155
R (pc)	0.19	< 0.23	\approx 0.25
ΔV (km s ⁻¹)	0.76	\gtrsim 0.72	< 1.31



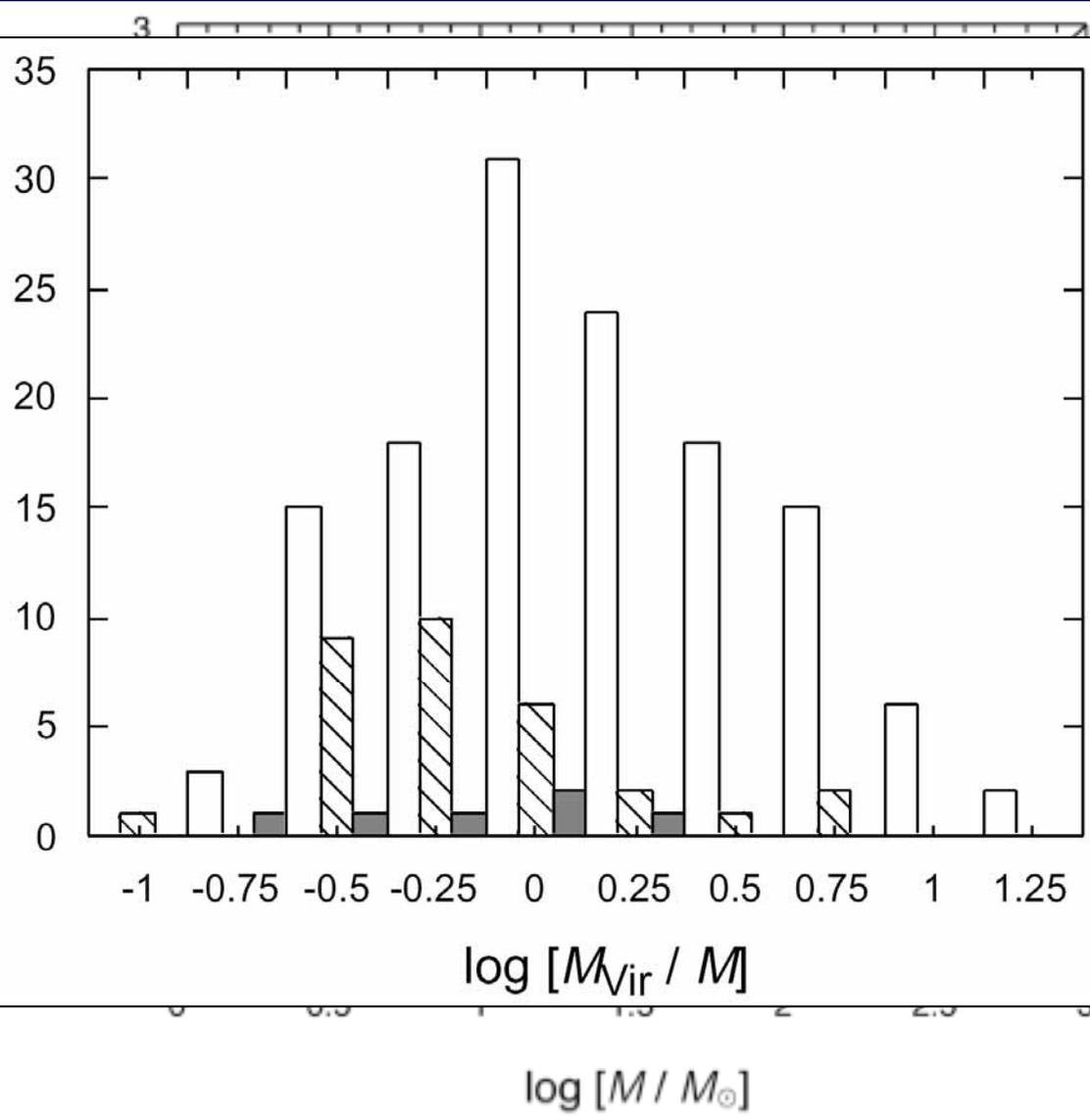
- Cluster forming core
- Star forming core
- Starless core

柱密度－質量－サイズ 関係



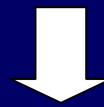
- Cluster forming core
- ◆ Star forming core
- Starless core

$$M_{\text{vir}} - M_{\text{LTE}}$$



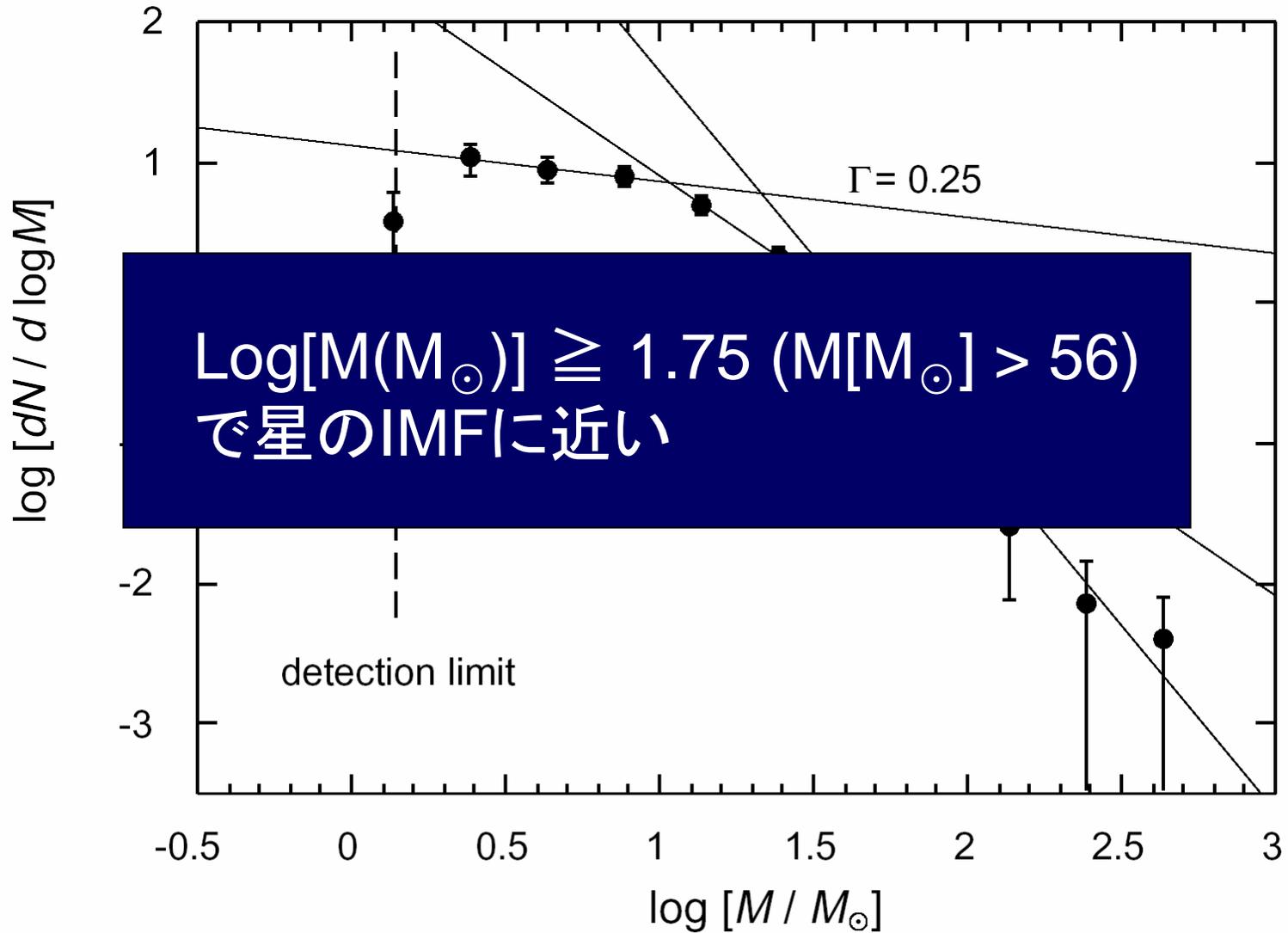
- Cluster forming core
- ▨ Star forming core
- Starless core

Cluster forming core: 50%
 Star forming core : 65%
 Starless core : 30%



$$M_{\text{vir}} < M_{\text{LTE}}$$

C¹⁸O コアの質量関数

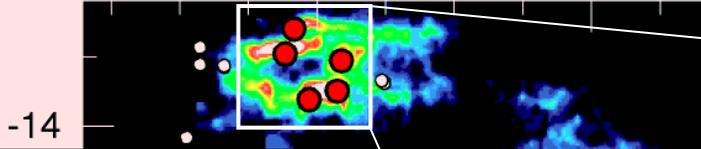


近傍の星形成領域の $\text{H}^{13}\text{CO}^+(\text{J}=1-0)$ サーベイ

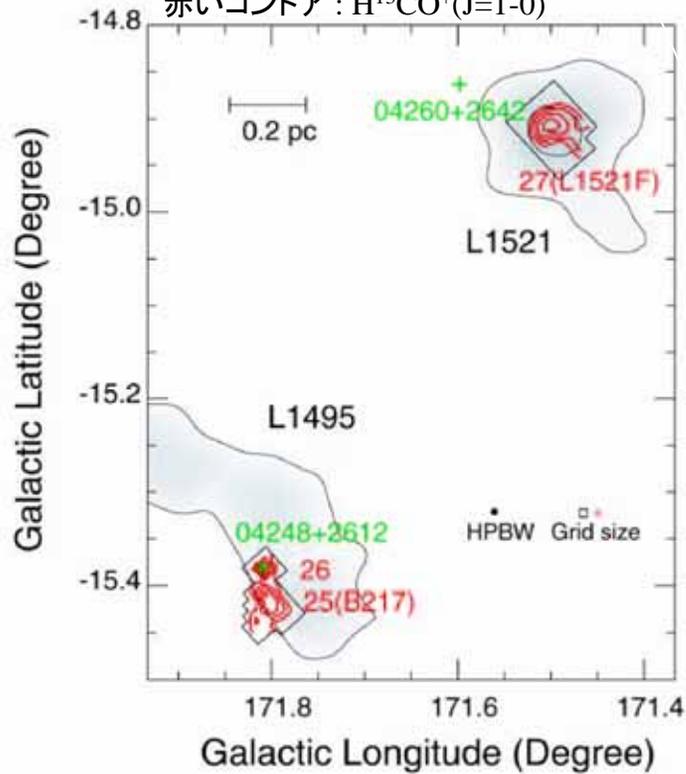
- $\text{H}^{13}\text{CO}^+(\text{J}=1-0)$ 輝線
 - $n(\text{H}_2) \sim 10^5 \text{ cm}^{-3}$ をトレース
- 野辺山45m鏡、SEST15m鏡を使用
- 観測領域
 - Taurus (Onishi et al. 2002)
 - Oph north
 - Lupus
 - Chamaeleon

Taurus $\text{H}^{13}\text{CO}^+(J=1-0)$

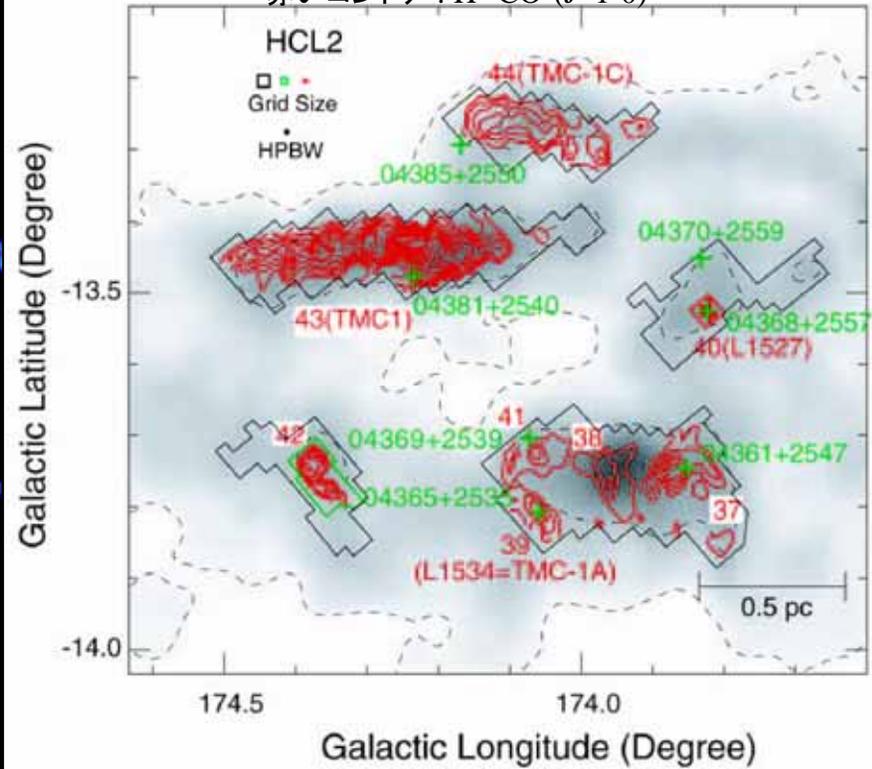
Taurusの C^{18}O の分布



黒コントア&グレースケール: $\text{C}^{18}\text{O}(J=1-0)$
赤いコントア: $\text{H}^{13}\text{CO}^+(J=1-0)$



黒コントア&グレースケール: $\text{C}^{18}\text{O}(J=1-0)$
赤いコントア: $\text{H}^{13}\text{CO}^+(J=1-0)$



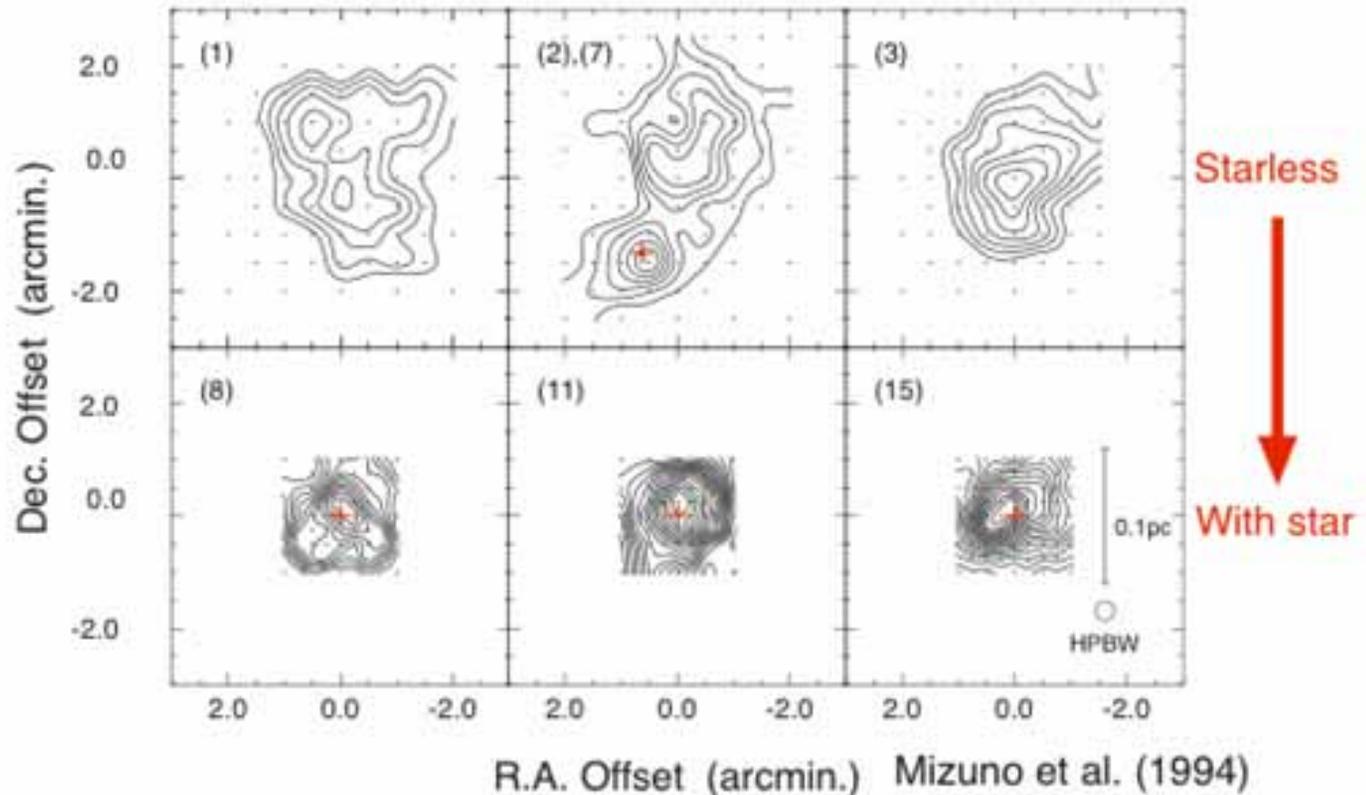
Galactic Longitude (Degree)

H¹³CO⁺コアの探査

- 55 H¹³CO⁺ コアを検出 → 44個はStarless

半径 0.05pc 質量 5M_J ρ(H₂) 2.0 × 10⁵cm⁻³

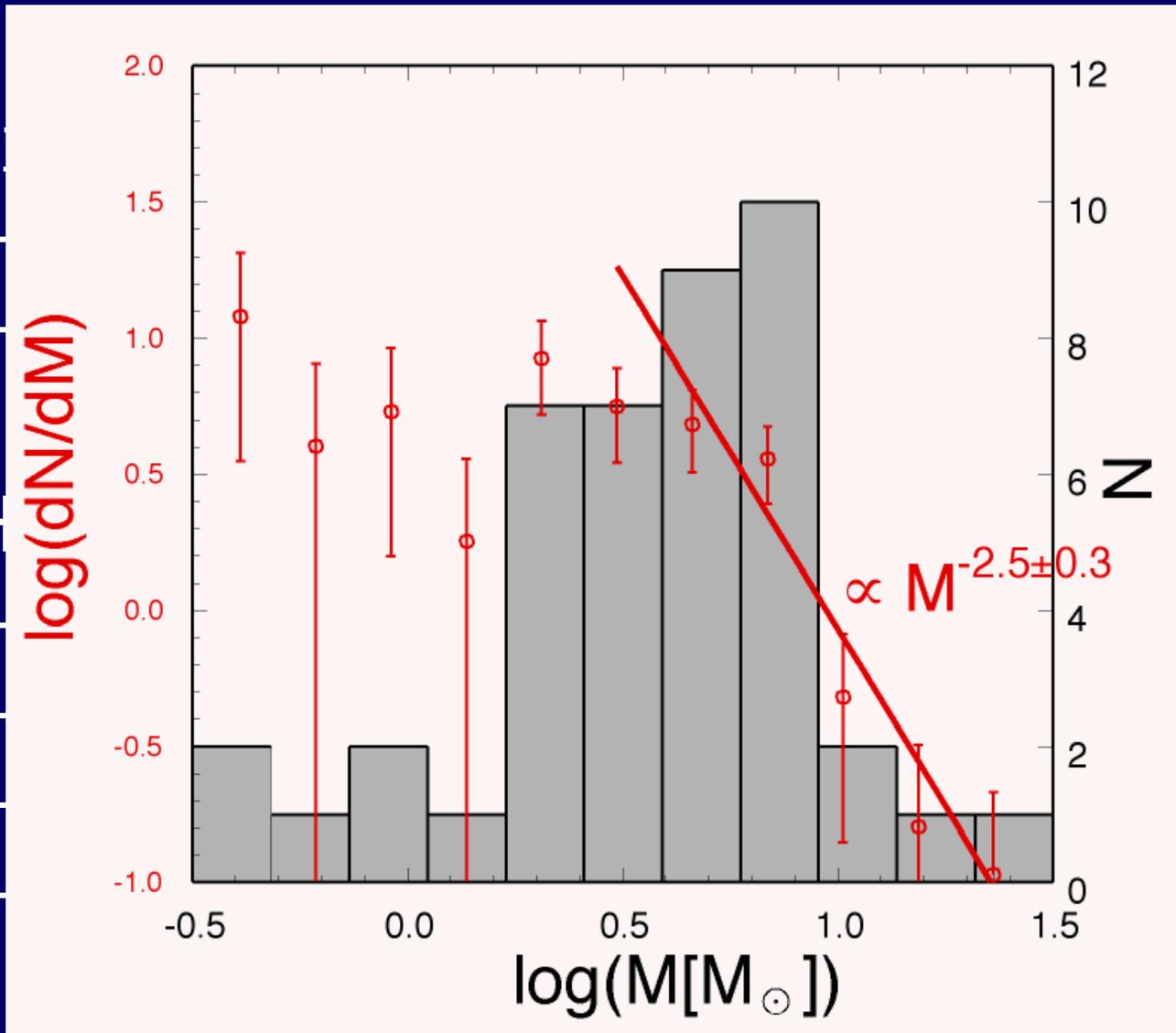
「星
なし」
“P”



H¹³CO⁺コアの性質

● 質

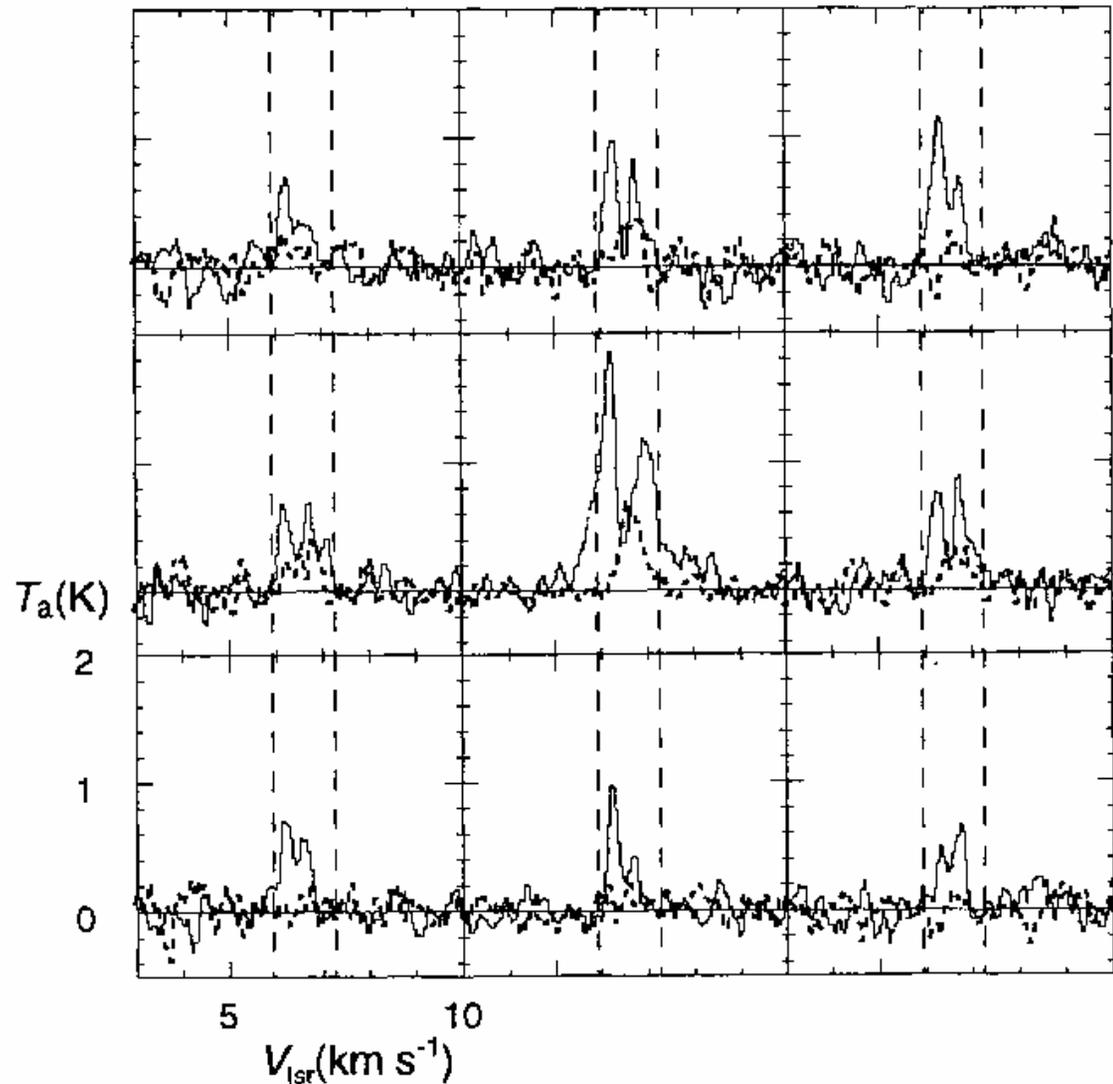
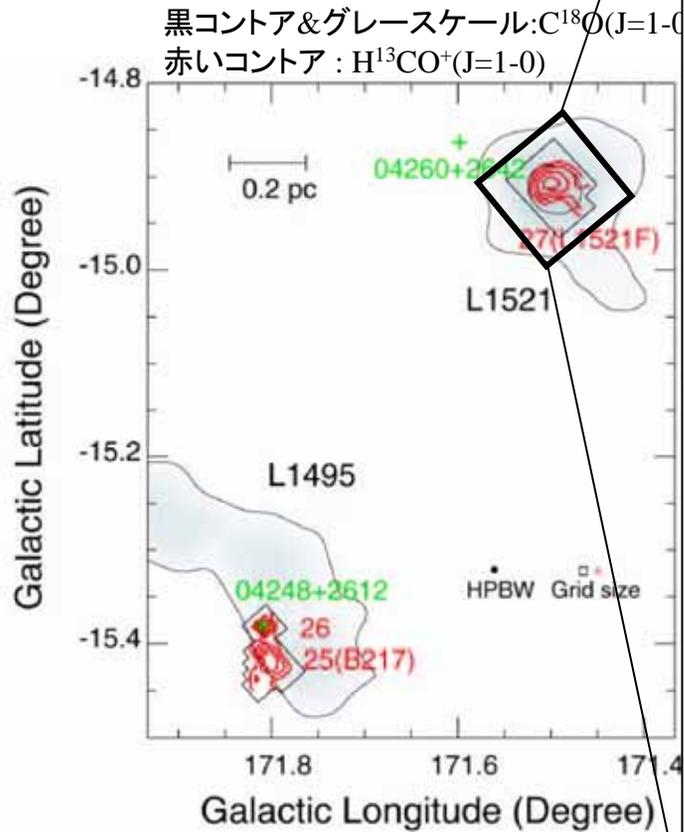
● H¹³
● H¹²



8)

MC27

— HCO^+ (J=3-2)
--- H^{13}CO^+ (J=3-2)

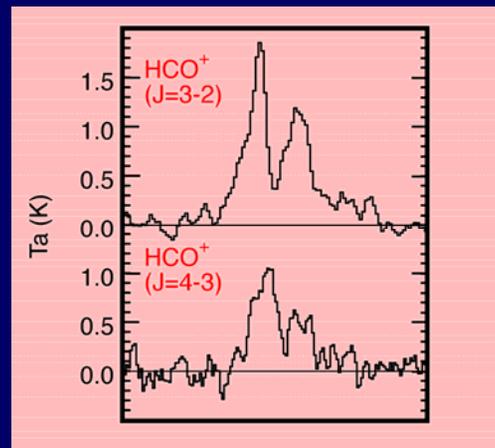


region: MC27 (1495)

velocity: (km s⁻¹)

MC27の性質

- 「星のないコア」で最も密度が高い $\sim 10^6 \text{cm}^{-3}$
 - $\text{H}^{13}\text{CO}^+(\text{J}=3-2, 1-0)$ → 最も進化
- ブルー側の強いダブルピーク
 - $\text{HCO}^+(\text{J}=3-2, 4-3)$ → infall
- 中心のみで線幅が広い
 - $\text{HCO}^+(\text{J}=3-2, 4-3)$ → outflow?
- タイムスケール $\sim 10^4$ 年
 - $\tau_{\text{ff}}(10^6 \text{cm}^{-3}) = \text{a few} \times 10^4$ 年
 - 動的な進化の始まり
 - 原始星コア形成直前・直後 ~ 1 万年以内



まとめ

- 近傍星形成領域のC¹⁸Oコアサーベイを行い、その物理量を明らかにしてきた。
- 一部の近傍星形成領域に対してH¹³CO⁺コアサーベイを行った。
- 原始星候補天体が付随していない分子雲でinfallの兆候を示す天体を発見した。