

へびつかい座 ρ 分子雲の 内部構造解析

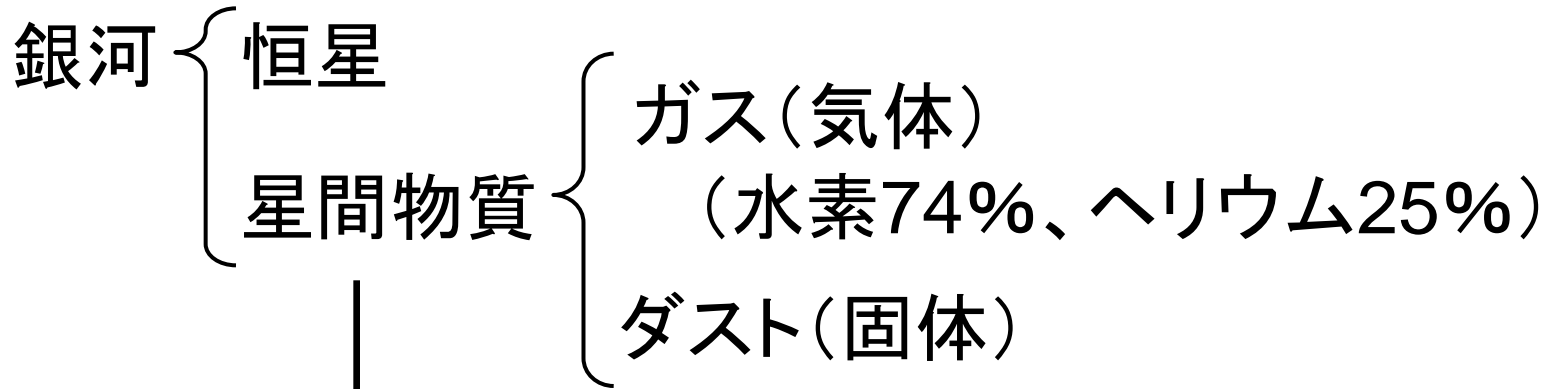
新潟大学宇宙物理学研究室

M1 小熊洋右

参考文献: Physical Properties of Dense Cores in the ρ Ophiuchi Main Cloud
and A Significant Role of External Pressures in Clustered Star Formation

Maruta, H. , et al. 2010, ApJ ,714 ,680

星間物質



低温(10K)・高密度($10^{2\sim 3} \text{cm}^{-3}$)領域のとことを

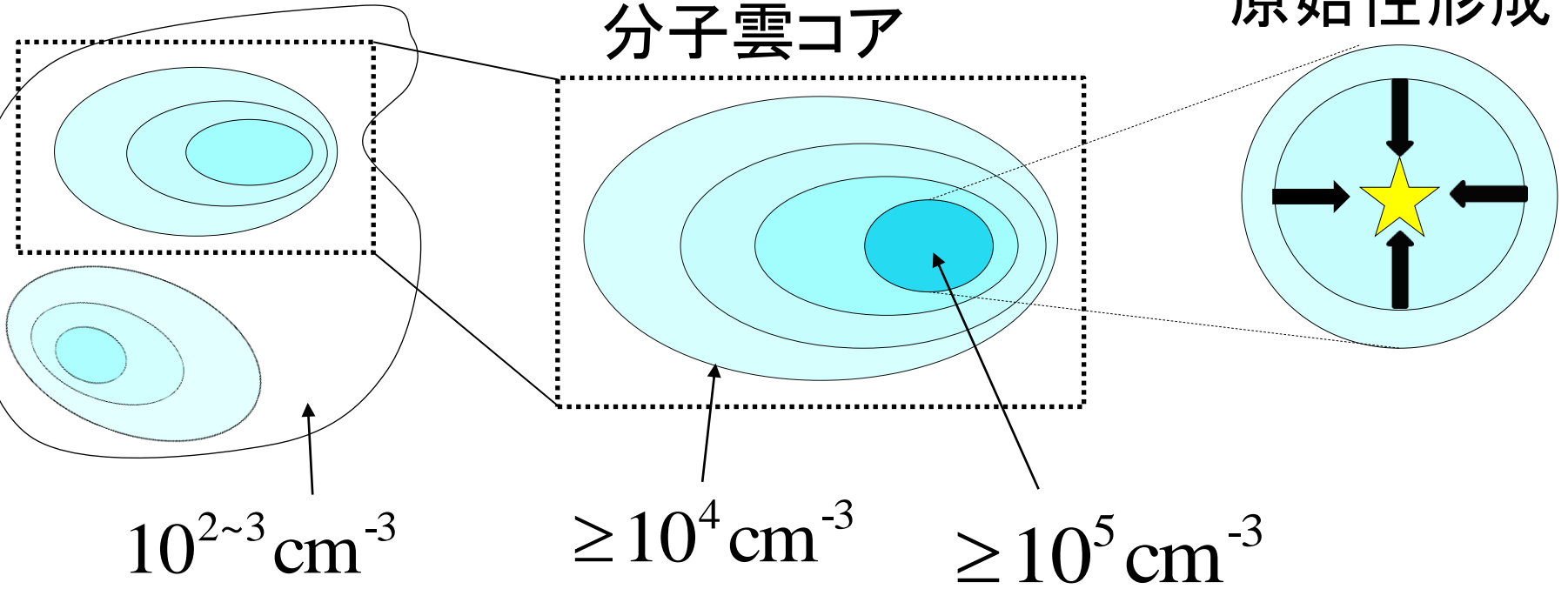
水素が分子で存在 \longrightarrow 星間分子雲と呼ぶ

分子雲コア

分子雲

分子雲コア

原始性形成



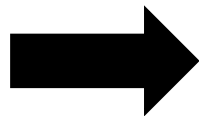
分子雲コア

分子雲内で、さらに高密度($\geq 10^4 \text{ cm}^{-3}$)な領域。
個々の星形成に直接つながると考えられる。

分子雲の分類

- ・暗黒星雲(総質量 $< 10^4 M_{\odot}$)
1 M_{\odot} 程度以下の小質量星のみ形成。
⇒近傍の代表:へびつかい座ρ分子雲
- ・巨大分子雲(総質量 $> 10^4 M_{\odot}$)
1 M_{\odot} 程度以下だけでなく、数十 M_{\odot} の質量を持つ星も形成。
⇒近傍の代表:オリオンA分子雲

大質量星形成の要因



分子雲コアの物理量の違い？

使用データ

◎国立天文台野辺山アーカイブデータ

- ・対象：へびつかい座ρ分子雲 (ρOph)
太陽からの距離：125pc

- ・対象輝線： $\text{H}^{13}\text{CO}^+(J=1-0)$

周波数：86.75433GHz

臨界密度： $8 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$

※臨界密度：分子輝線で測定できる密度の下限。

- ・観測機器：国立天文台野辺山45m電波望遠鏡

角度分解能：21''

速度分解能： 0.13 km s^{-1}

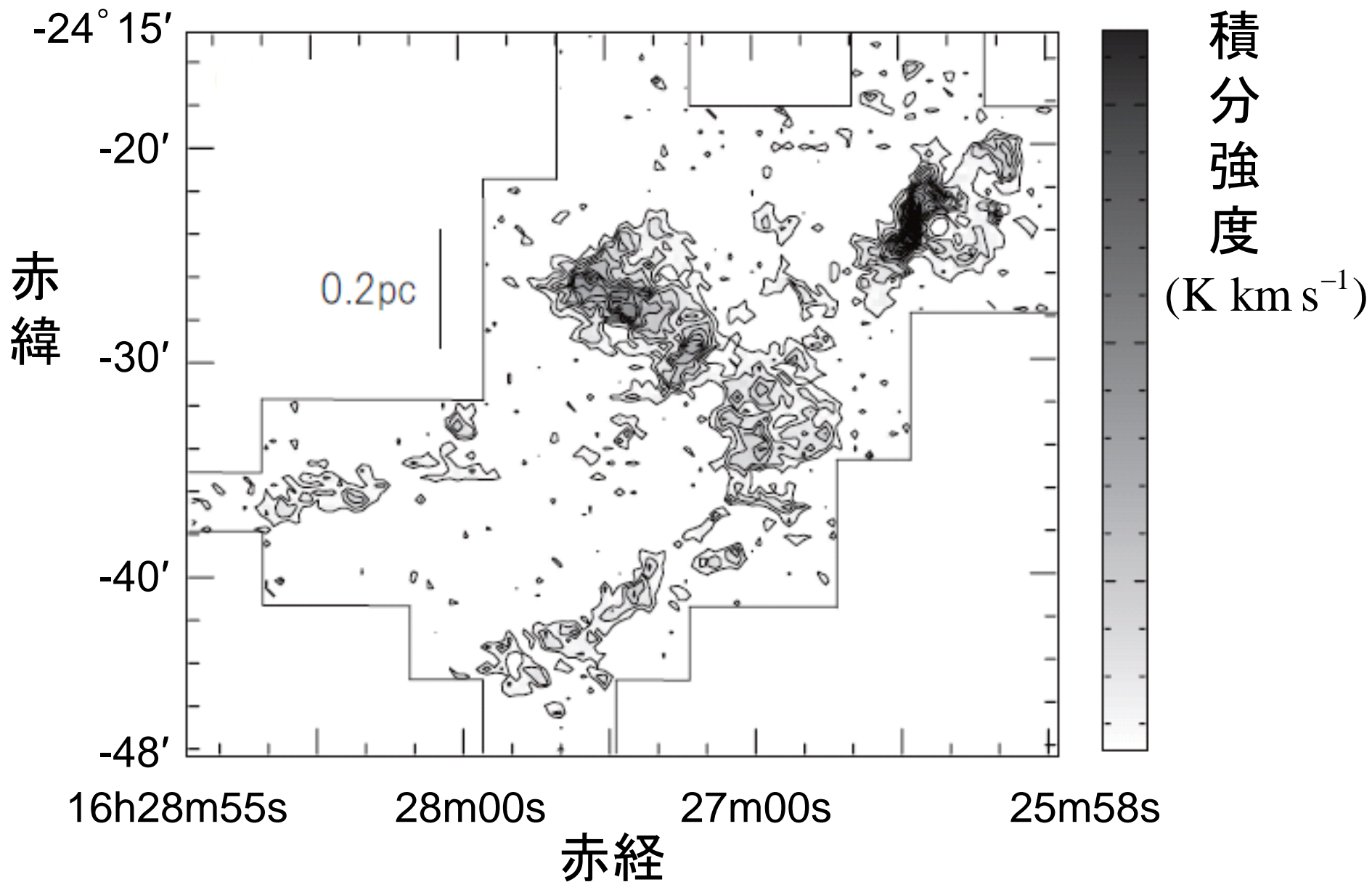
空間2次元+速度

➡ 得られる情報：3次元



NASA/JPL-Caltech/UCLA

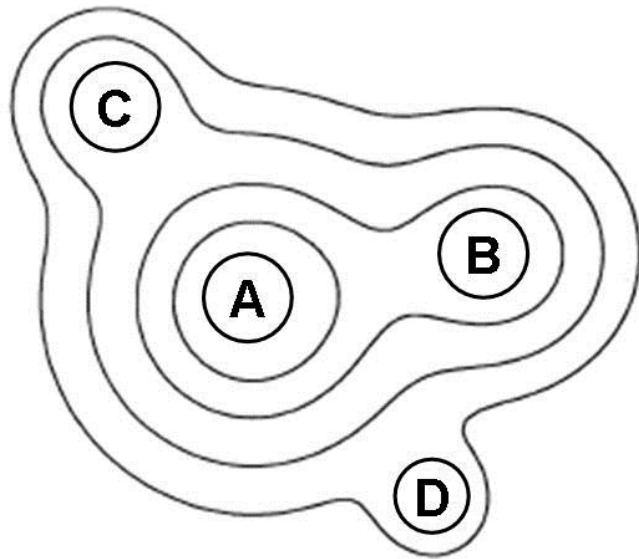
輝線を速度方向に積分した強度図 (ρOph)



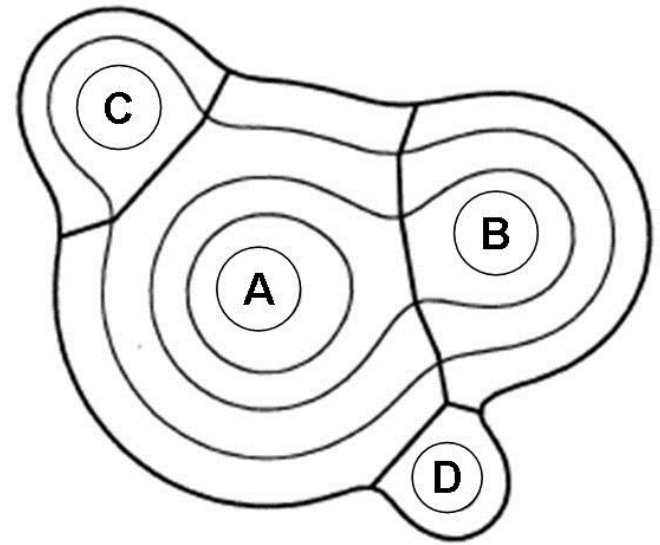
分子雲コアの同定

- 同定基準: Clumpfindアルゴリズム (Williams et al.1994)

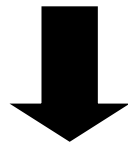
同定前の分子雲



同定後の分子雲



強度のピークを一つ持つガスの塊を分子雲コアとして同定。



68個の分子雲コアを同定

同定したコアの物理量

◎観測データから見積もられるコアの平均物理量

- 平均半径: $R = 0.045(\pm 0.011)\text{pc}$
(球対称を仮定した半径)
- 平均質量: $M = 3.4(\pm 3.6)M_{\odot}$
- 平均速度分散: $dv = 0.49(\pm 0.14)\text{km s}^{-1}$
速度分散が大きい→内部乱流が激しい

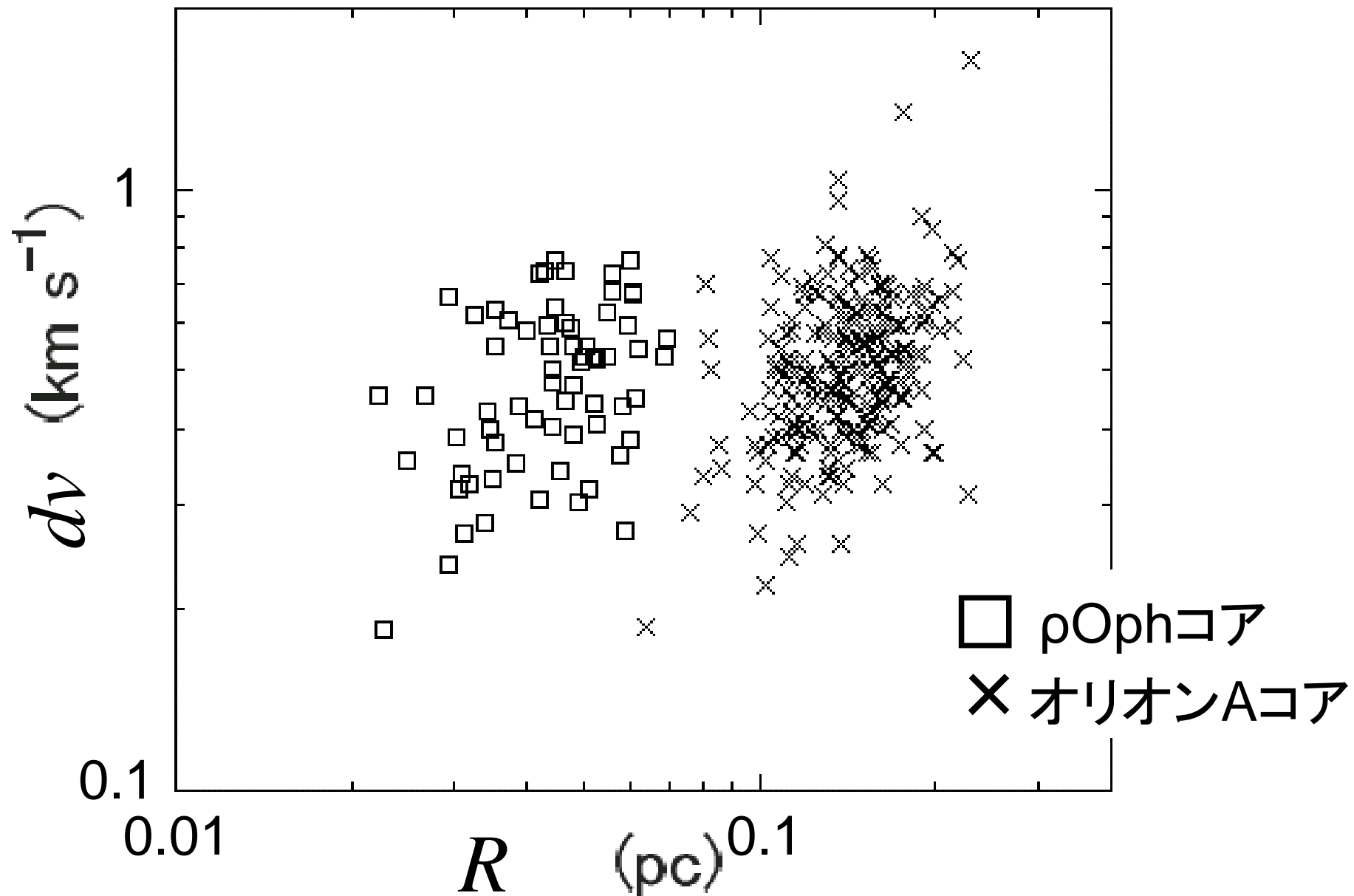
オリオンA分子雲

- ・ ρ Ophより4倍遠い距離(480pc)にある巨大分子雲。
- ・Ikeda et al.(2007)で同定したオリオンAのコア(236個)との比較を行う。

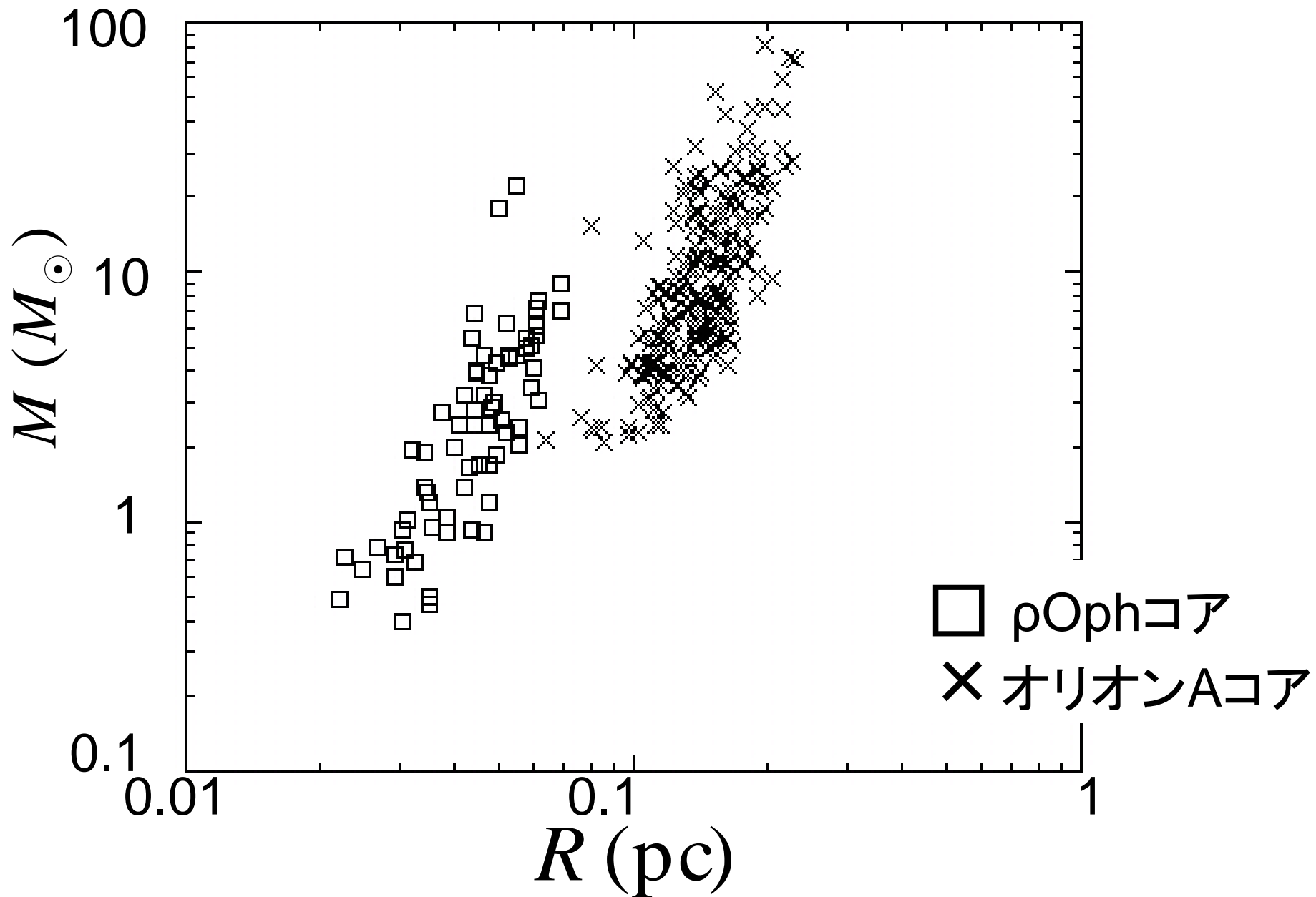
同じ $\left(\begin{array}{c} \text{分子輝線} \\ \text{望遠鏡} \\ \text{同定方法} \end{array} \right)$ を使用している。

→比較対象として適している。

速度分散-半径関係



質量-半径関係



オリオンA分子雲との比較

◎比較結果

	ρOph		オリオンA
平均半径	0.045pc	<	0.14pc
平均質量	$3.4M_{\odot}$	<	$12M_{\odot}$
平均速度分散	0.49km s^{-1}	\approx	0.52km s^{-1}
平均個数密度	$1.35 \times 10^5 \text{cm}^{-3}$	>	$0.16 \times 10^5 \text{cm}^{-3}$

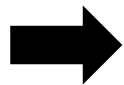
オリオンA分子雲との比較

◎比較結果

- ・速度分散の平均値は同程度。
- ・平均の半径・質量が共にオリオンAの方が大きい。

↓ ただし

- ・半径・質量は見積もる際に、各分子雲までの距離 D に強く依存。 $(R \propto D、M \propto D^2)$
- ・オリオンAコアの平均密度は $\text{H}^{13}\text{CO}^+(J=1-0)$ の臨界密度を下回っている。
→コアが十分に分解されずに同定。



距離の違いを補正して比較

角度分解能を補正して再解析

◎距離の違い

へびつかい座 ρ 分子雲: 120pc

オリオン分子雲: 480pc

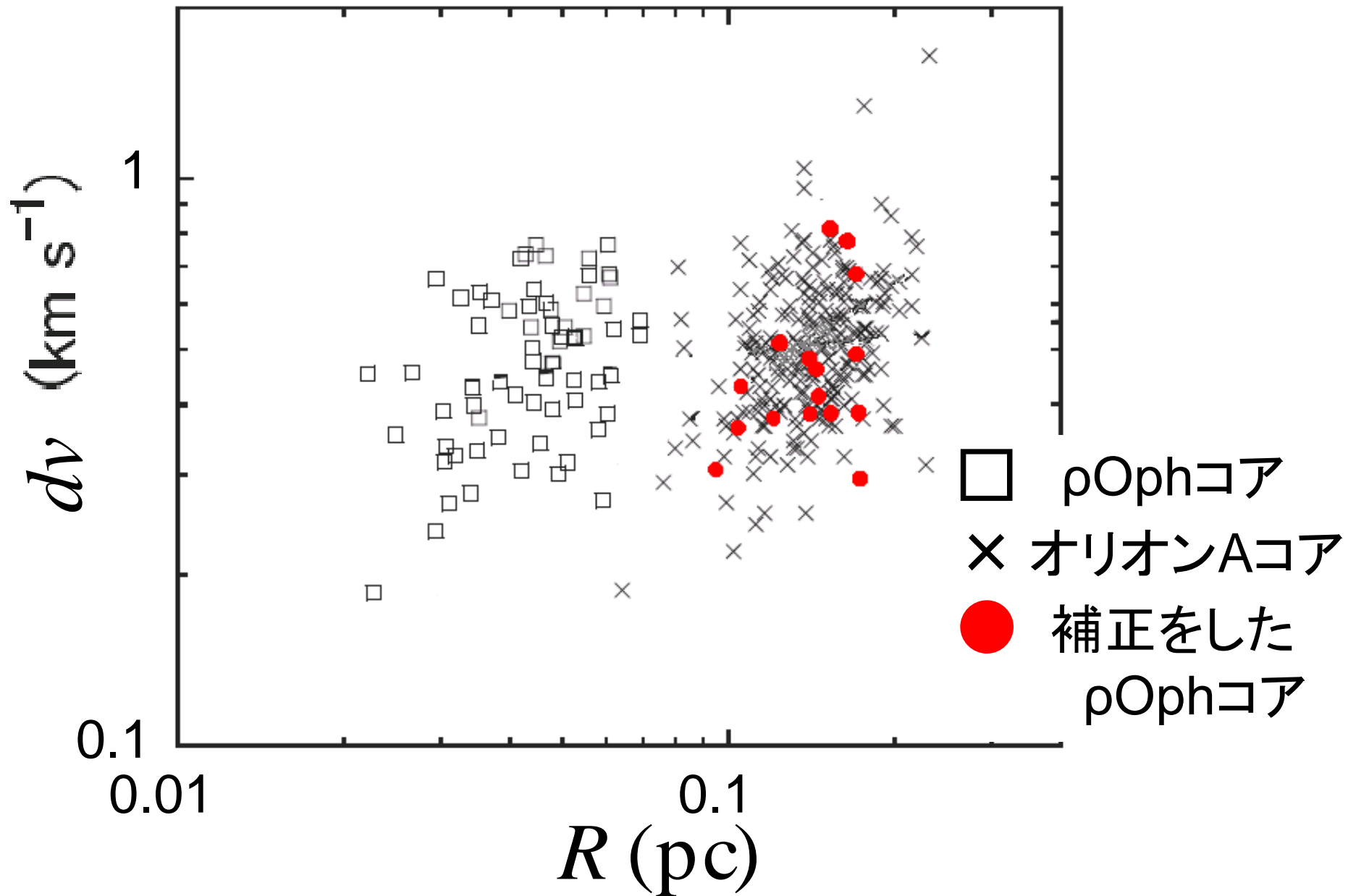
} 距離の違い: 4倍



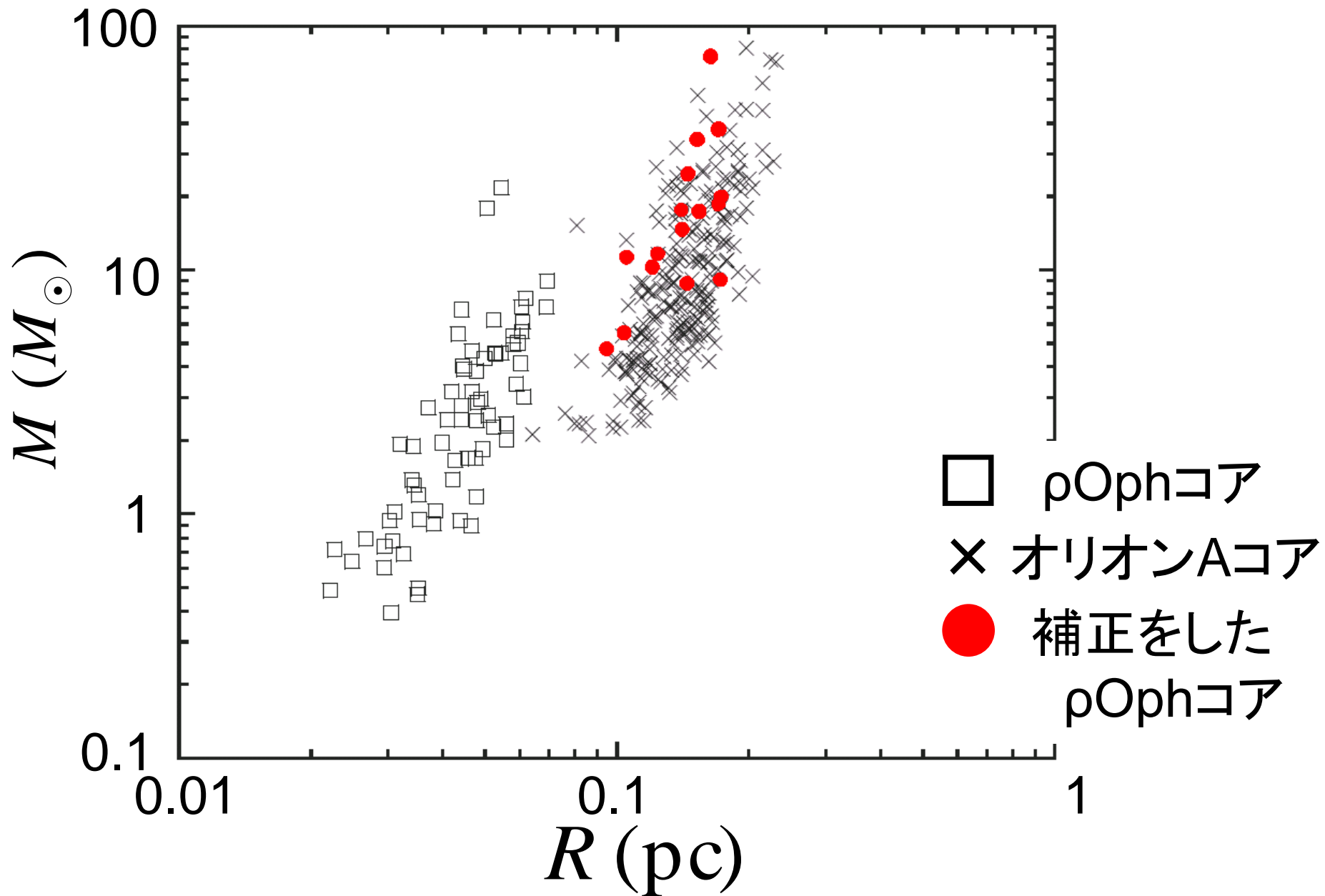
もし、へびつかい座 ρ 分子雲が
480pcの距離にあったとすると...

- ・角度分解能を80''(元の約4倍)にして、粗い観測データとして再解析。
- ・Clumpfindアルゴリズムをこのデータに適用し、16個の分子雲コアを再同定

速度分散-半径関係



質量-半径関係



角度分解能を補正して再解析

◎ ρ Ophの観測データを粗い角度分解能 $80''$ (もとの約4倍)で再解析。

- ・Clumpfindをこのデータに適用し、16個の分子雲コアを再同定。

↓ 再び比較

速度分散・質量の分布がオリオンAコアの分布に重なる。

↓ 結論

ρ OphコアとオリオンA分子雲コアの物理量の平均値は同程度である。

まとめ

- ◎へびつかい座ρ分子雲を対象に $\text{H}^{13}\text{CO}^+(J=1-0)$ 分子輝線のアーカイブデータを用いて、68個の分子雲コアを同定した。
- ◎物理量の比較の際、対象の距離と分解能の違いに注意することが重要である。
- ◎距離の違いを補正してオリオンAコアと比較した結果、明確な物理量の違いは見られず、平均的には同じ性質であると考えられることができる。