SF Newsletter294 No. 16~20

徳田一起(大阪府立大学/国立天文台チリ観測所)

今回のメニュー

No.	タイトル
16	Identifying and Analysing Protostellar Disc Fragments in Smoothed Particle Hydrodynamics Simulations
17	HINTS FOR SMALL DISKS AROUND VERY LOW-MASS STARS AND BROWN DWARFS
18	Herschel observations of the circumstellar environment of the two Herbig Be stars R Mon and PDS27
19	AN ANALYTICAL MODEL FOR THE EVOLUTION OF THE PROTOPLANETARY DISCS
20	Gas kinematics in massive star-forming regions from the Perseus spiral arm

Identifying and Analysing Protostellar Disc Fragments in Smoothed Particle Hydrodynamics Simulations

16.

Cassandra Hall[1,2], Duncan Forgan[3,4], Ken Rice[1,5]

[1] SUPA, Institute for Astronomy, University of Edinburgh, Blackford Hill, Edinburgh, EH9 3HJ, UK
[2] Department of Physics & Astronomy, University of Leicester, Leicester, LE1 7RH, UK

言いたいこと: 原始惑星系円盤のfragmentsを同定するための手法を開発した2つの手法

- CLUMPFIND : 分子雲コアを同定するアルゴリズム (重力的にbound した天体を検出)
- Density derivative method: 破壊されるコアを含めて全て同定

SPH simulationの設定
- 0.25 Mo disk
- $M_* = 1$ Mo

Random Number seedを変えた(9個)
sink を挿入する直前まで計算

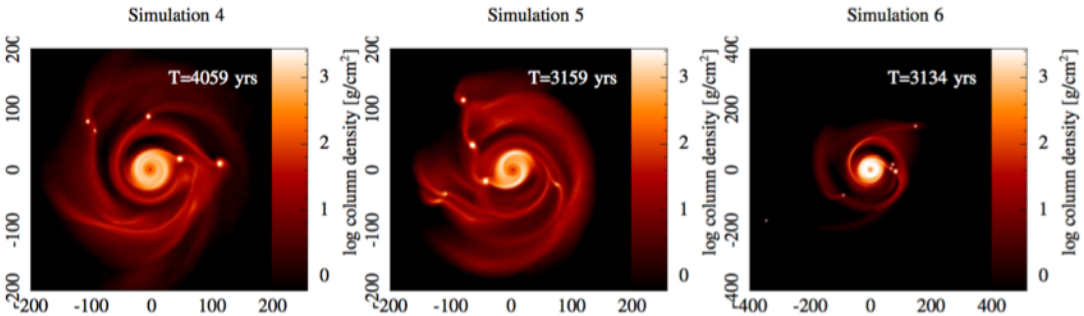


Fig1 の一部 円盤の柱密度分布

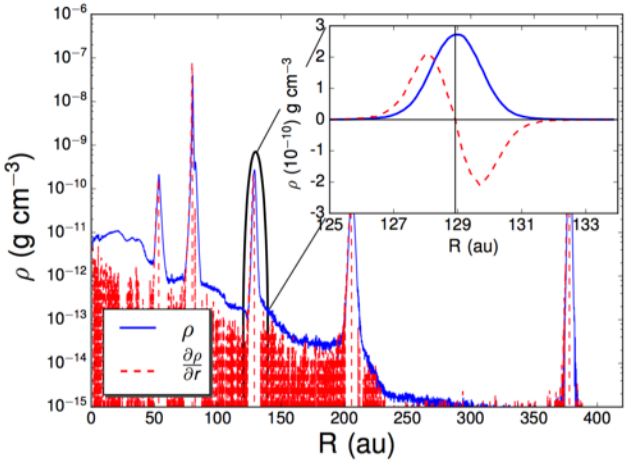


Fig2 simulation 6の柱密度分布

Density derivative method
=> 柱密度分布をプロファイルを微分する
傾きが急勾配になって、0を通る箇所を探す

この方法では全てのclumpを検出することが可能
(CLUMPFINDは重力的に束縛されたもののみを選択的に同定する)

16.の続き

結果:
すべて、少なくとも2つのbound されたfragmentが形成された。
fragmentの破壊率はsimulate されたモデルの総数の半分くらい
=> diskの早期ガスphase におけるfragment-fragment相互作用が原因

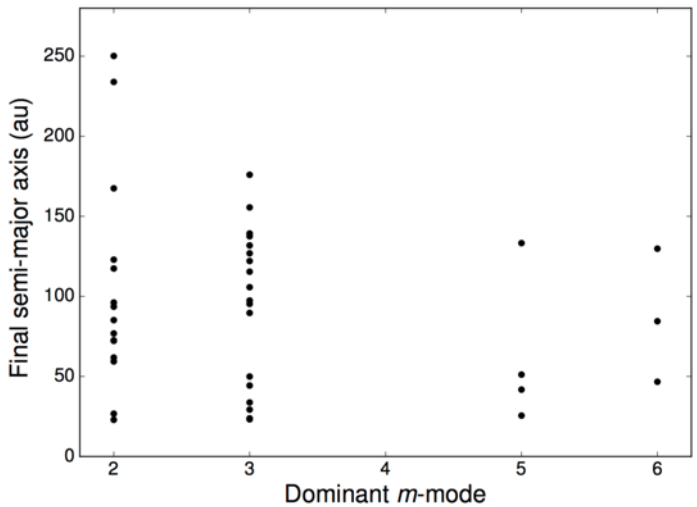


Figure 9. Final semi-major axis of all clumps in all simulations as detected by the density derivative search, as a function of the dominant m-mode in the disc. The largest semi-major axis require a 2 armed spiral, which is capable of exerting global torques. There appears to be a rough empirical relationship such that the maximum semi-major axis $a_{\max} \propto 1/m$, although this result is preliminary due to a small number of data points.

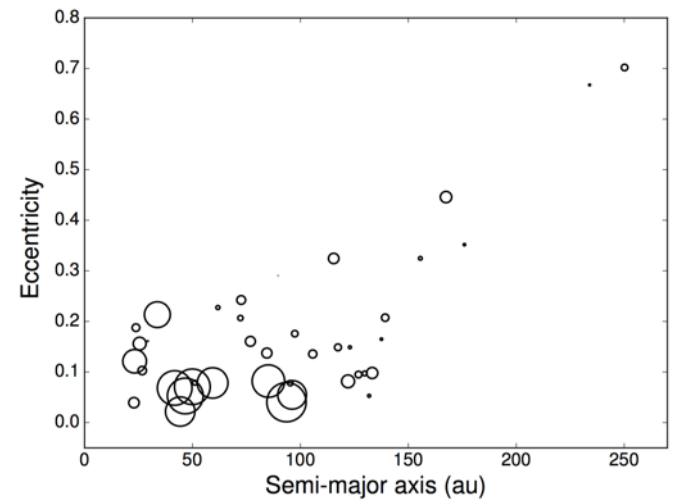


Figure 12. Final semi-major axis and eccentricity relation for our SPH clumps. Larger markers represent more massive clumps. The population synthesis model does not contain eccentricity data. We can see, for the most part, our clumps have a roughly linear relationship between eccentricity and semi-major axis, although there is a large amount of scatter.

実験的な関係: $\alpha_{max} \propto 1/m$
m: 方位角方向の波数m
α_{max} = fragmentの最大軌道長半径

軌道長半径の関数としての離心率の測定は巨大惑星や褐色矮星の形成メカニズムを制限(Vorobyov 2013)

しかし、gas phase に高い離心率のfragmentが形成されるため、必ずしもそうではない

17.

Hints for Small Disks around Very Low-Mass Stars and Brown Dwarfs

Nathanial P. Hendler[1], Gijs D. Mulders[1], Ilaria Pascucci[1], Aaron Greenwood[2], Inga Kamp[2], Thomas Henning[3], François Ménard[4], William R.F. Dent[5], Neal J. Evans II[6]

[1] Lunar and Planetary Laboratory, The University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA

褐色矮星と超低質量星周りのdiskはそれらでの惑星形成を知る上で重要

観測

Herschel/PACSを用いて、連続波, [OI] 63μm のlineをTaurus, Chamaeleonの11個の天体を観測

解析

photometry の結果よりSEDを導出し、輻射輸送モデルと比較, [OI] line のdetection を判断

観測天体一覧

Table 1. Source Properties

Common Name	Region	SpTy	Ref.	A_v	log L_{bol} ($L_\odot$)	Ref.	T_{eff} (K)	M_* ($M_\odot$)
CIDA-1	Taurus	M5	L17	4.6	-0.7	R10	3125	0.19
FR Tau	Taurus	M5.25	L17	0.0	-0.9	R10	3090	0.14
FU Tau A	Taurus	M7	L17	2.0	-0.72	L09	2880	0.16
CFHT-20	Taurus	M5	L17	4.6	-0.7	R10	3125	0.19
J04381486	Taurus	M7.25	L17	3.5	-2.3	R10	2846	0.05
GM Tau	Taurus	M5	L17	2.0	-1.15[a]	H08	3125	0.14
J04393364	Taurus	M5	L17	1.3	-1.0	R10	3125	0.18
CFHT-4	Taurus	M7	L17	4.4	-1.0	R10	2880	0.11
ESO Hα 559	Cha I	M5.25	L07	3.58[b]	-1.28	L07	3088	0.14
Cha Hα 1	Cha I	M7.75	L07	0.0[b]	-1.82	L07	2765	0.04
Hn 13	Cha I	M5.75	L07	2.91[b]	-0.89	L07	3021	0.14

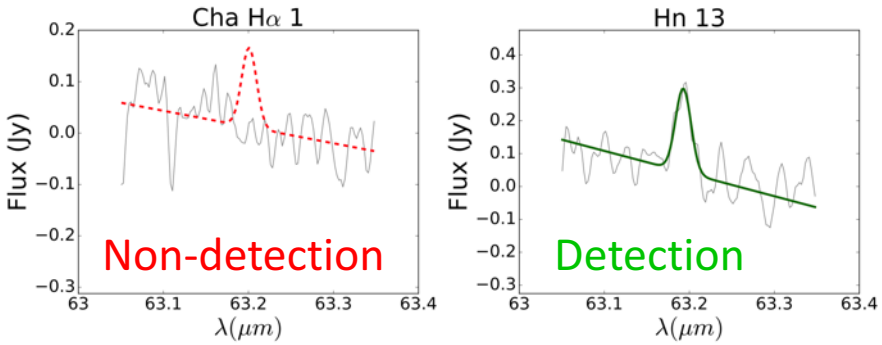


Fig. 1の一部 2/11天体で[OI]を検出

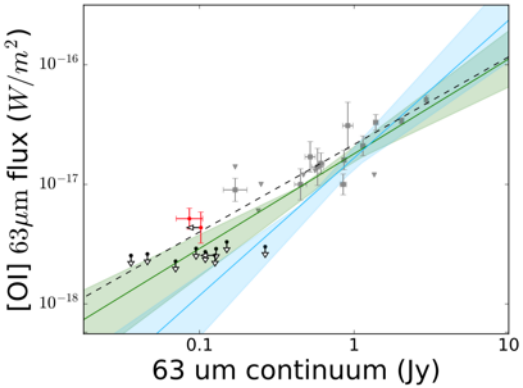


Fig. 4
T-tauri星で得られていた結果から予想される[OI]のフラックスよりも小さい

灰: Tauri

赤: detection (This work)

17. の続き

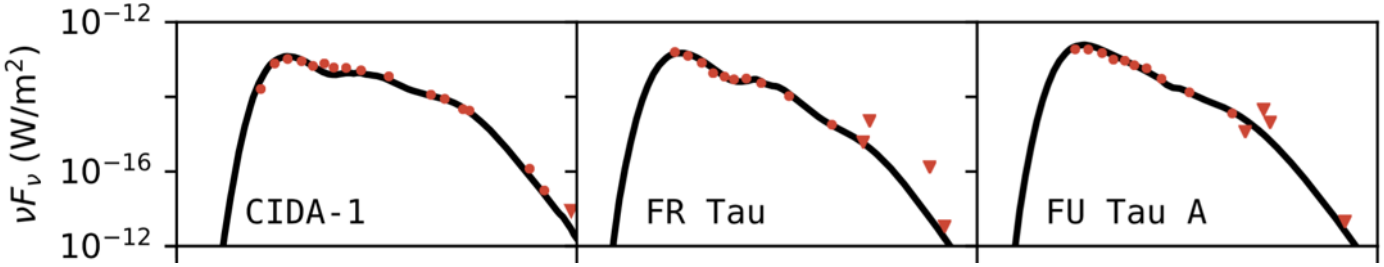


Fig. 2の一部, 赤: photometry で得られたflux (三角はupper limit),
黒線: best-fit 輻射輸送モデル

=> Diskのouter radius は1.3-7.8 AUが良く合う, T tauri 星のdisk (22-440 AU)より小さい
(今後ALMAで空間分解した観測を行いたい)

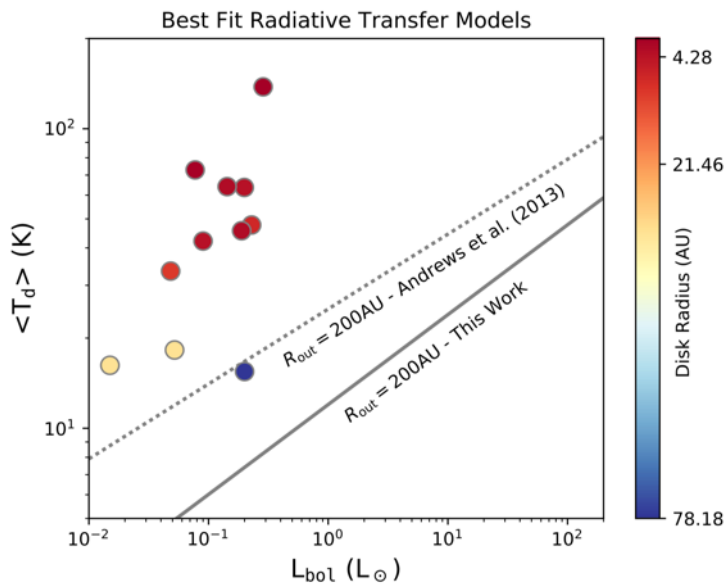


Fig. 5: 温度と光度関係
丸: 今回の天体のベストfitモデル

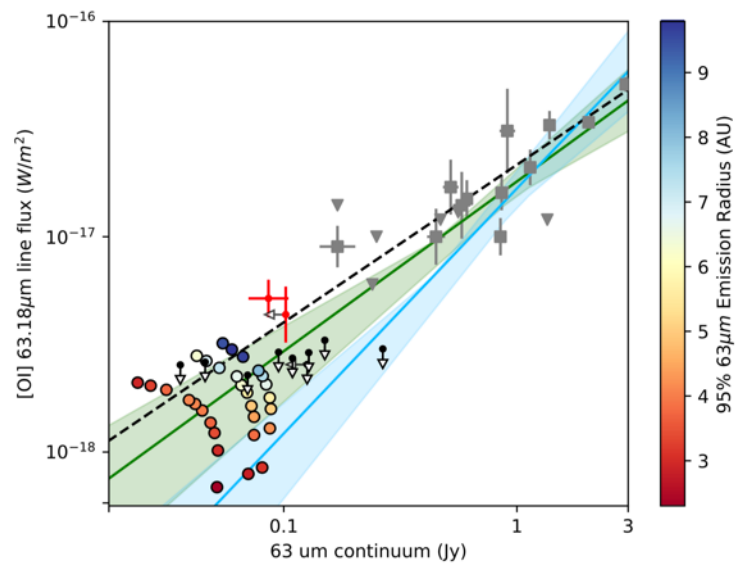


Fig. 7: Fig.4に熱化学モデルを加えたもの
(丸印)
Non-detection という結果で矛盾なし
disk が小さいということが原因か?

Diskが小さくて暖かいのであれば、
T tauri星の温度-光度関係には従わない

18.

Herschel observations of the circumstellar environment of the two Herbig Be stars R Mon and PDS27

M. J. Jiménez-Donaire[1,2], G. Meeus[2,3], A. Karska[4], B. Montesinos[5,3], J. Bouwman[6], C. Eiroa[2,3] and T. Henning[6]

[1] Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, Inst. für Theor. Astrophysik, Albert-Ueberle Str. 2, 69120 Heidelberg, Germany.

Context: 赤外線Herbig Be 星の環境はあまりわかっていない (Embedded and distant)
遠赤外線で分子輝線の分光観測を行い、ガスの物理状態を探る

観測: 2つのHerbig Be星 (R Mon, PDS 27) をHerschelのPACSとSPIRE で分光観測

検出された輝線一覧

RMon	[OI], [CI], [CII], CO (26 transition), water, OH
DS 27	[CI], CO (8transiton)

=>DS27にOHと水がないのは、UV光解離と光蒸発のため

Table5. CO rotational diagramの結果

Table 5. CO Rotational temperatures and total number of molecules found in the different components of the rotational diagrams. R Mon and PDS 27 are fitted with several components, the other selected regions (including the compact neighbours) can be fitted with a single temperature.

Source	T_{cold} (K)	T_{warm} (K)	T_{hot} (K)	$N_{molecules}$
R Mon	77±12	358±20	949±90	$(9.1\pm2.8)\times10^{50}$
Neighbour	25±8	–	–	$(1.0\pm0.4)\times10^{52}$
Beam C2	42±14	–	–	$(2.5\pm0.7)\times10^{50}$
Beam C4	32±10	–	–	$(6.1\pm0.4)\times10^{51}$
PDS 27	31±4	96±12	–	$(4.1\pm1.2)\times10^{51}$
Neighbour	27±6	–	–	$(2.3\pm0.3)\times10^{52}$
Beam C2	30±6	–	–	$(2.8\pm0.8)\times10^{51}$
Beam D3	29±5	–	–	$(4.2\pm0.9)\times10^{51}$

クーリング/ヒーティングのメカニズム

	クーリング	ヒーティング
Herbig Be	分子	Outflowのshock (R Mon)
Herbig Ae	[OI]	星

18. の続き

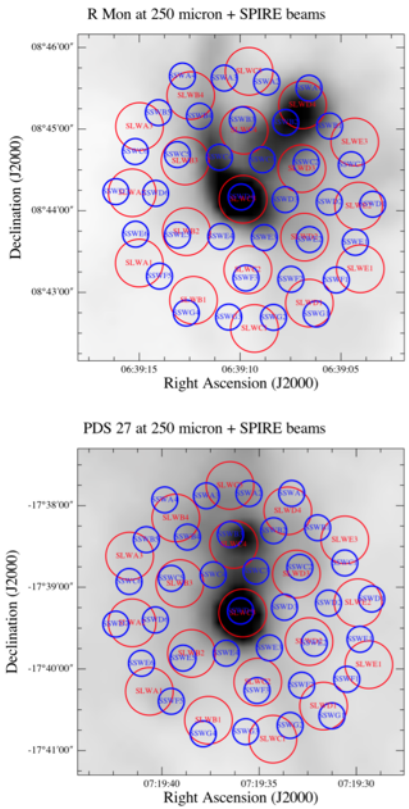


Fig. A.1. SPIRE footprint. Shown are the beams for the SSW (red, large circles) and SLW (blue, small circles) detectors on top of the SPIRE image at 250 micron.

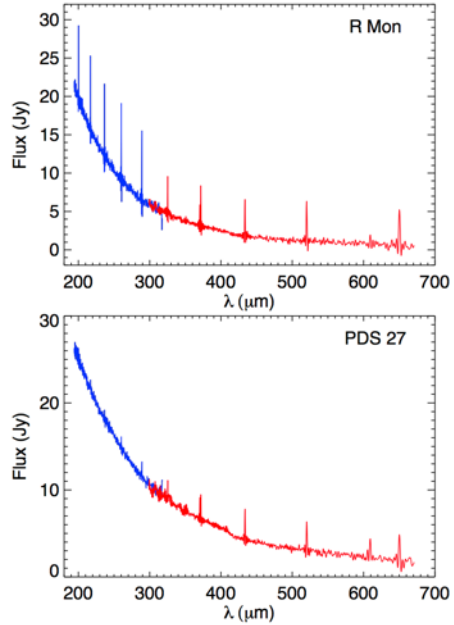


Fig. 2. SPIRE spectra of R Mon (top) and PDS 27 (bottom). The different segments have been scaled to match the PACS spectrum.

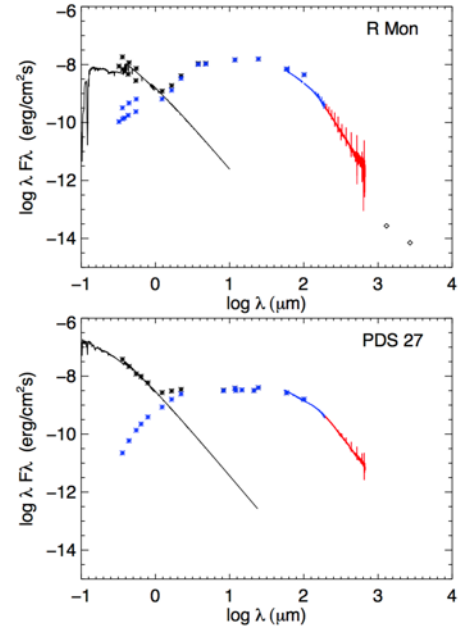
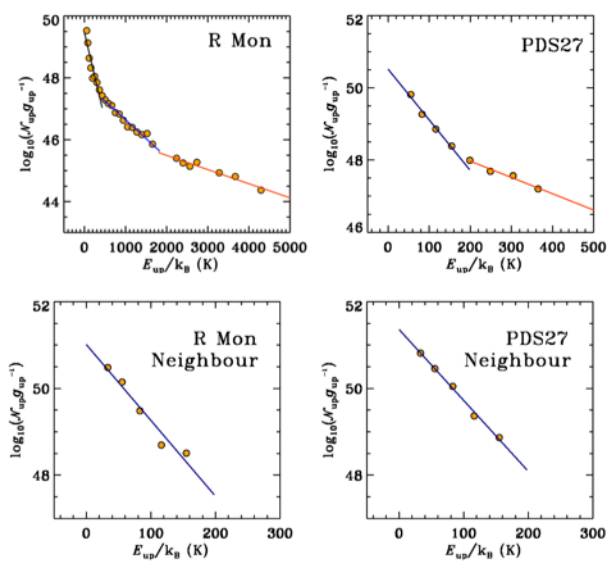


Fig. 3. SED for R Mon (top) and PDS 27 (bottom), including our new PACS and SPIRE spectroscopy (red curves). We show both the dereddened (black points) and observed (blue points) fluxes. Overplotted are the Kurucz models (black curves). For R Mon we show the fluxes both in its brighter and fainter state. The millimetre data from Fuente et al. (2003) is shown in the upper panel as diamonds.

スペクトル図, SED



Rotation diagram

19. **An analytical model for the evolution of the protoplanetary discs**

Fazeleh Khajenabi[1], Kimia Kazrani[1], Mohsen Shadmehri[1]

[1] Department of Physics, Faculty of Sciences, Golestan University, Gorgan 49138-15739, Iran

原始惑星系円盤の進化(降着率, スノーライン)を追う解析解を得た

Steady-state model に比べて、gravitoturbulent modelはあまり調べられていない

$$Q_0 = \frac{\Omega c_s}{\pi G \Sigma},$$

TommreのQ値をQ0に保つ

$$\alpha \simeq \frac{1}{\Omega t_{\rm cool}},$$

Cooling timeで決まる'stress parameter'を計算

結果：先行研究の数値計算とよく一致した

結果のまとめ：時間変化のベキ指数

	光学的に厚い場合	光学的に薄い場合
降着率	-0.75	-1.04
スノーラインの進化	-0.16	-0.7

スノーラインの時間進化は光学的に薄い場合の方が時間に強く依存
=>光学的に薄いdiskは内部へのスノーラインのmigrationが光学的に厚い場合に比べて早いことを意味する。

20.

Gas kinematics in massive star-forming regions from the Perseus spiral arm

M. S. Kirsanova[1], A. M. Sobolev[2] and M. Thomasson[3]

[1] Institute of Astronomy, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

概要

- 分子輝線(thermal line)とメタノールメーザーの速度の違いを調べた
- 観測 : Onsala にある20 m 望遠鏡, CS(2-1), 13CO (1-0)
- 天体: ペルセウスアームに付随する14個の星形成領域 + published data (計24個)
- 結果1 : メタノールメーザーはCS (2-1)の速度に比べて概ねredshift
  原因: 銀河のスパイラルアームのLarge scaleの運動に関連している
- 結果2: 13COとCSの速度がクラウドの端の方でずれている(~1.2 km/s)クランプが2つほど
  原因: Large scaleのショックがクラウドの運動を変えたか？

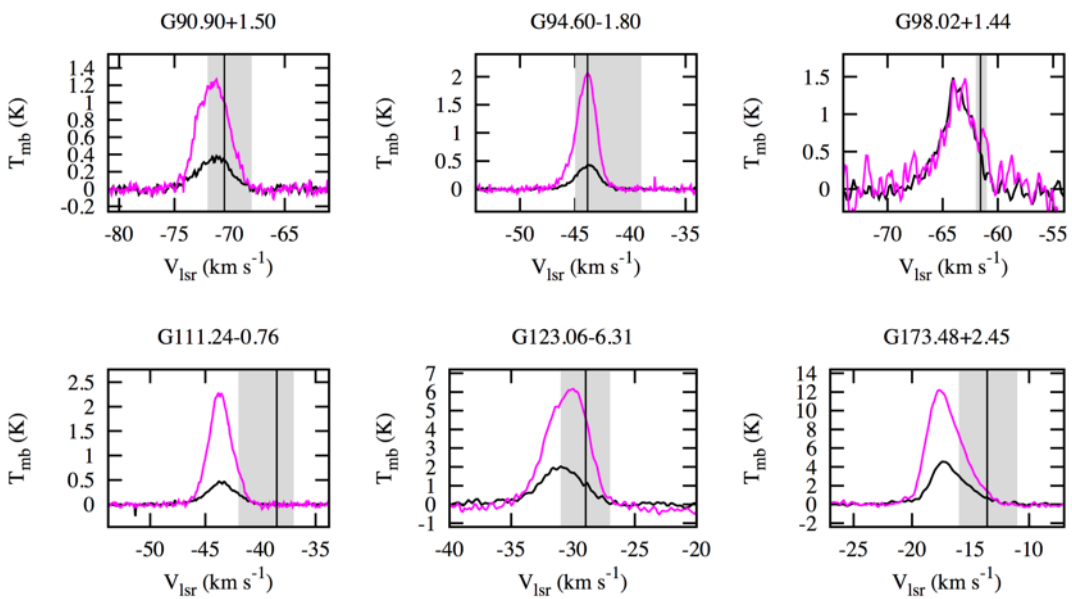


Fig. 3の一部
- 黒: CS (2-1)
- マゼンタ: 13CO (1-0)
- 黒直線: メタノールメーザーの速度
- 灰色: メタノールメーザーの速度幅

20. の続き

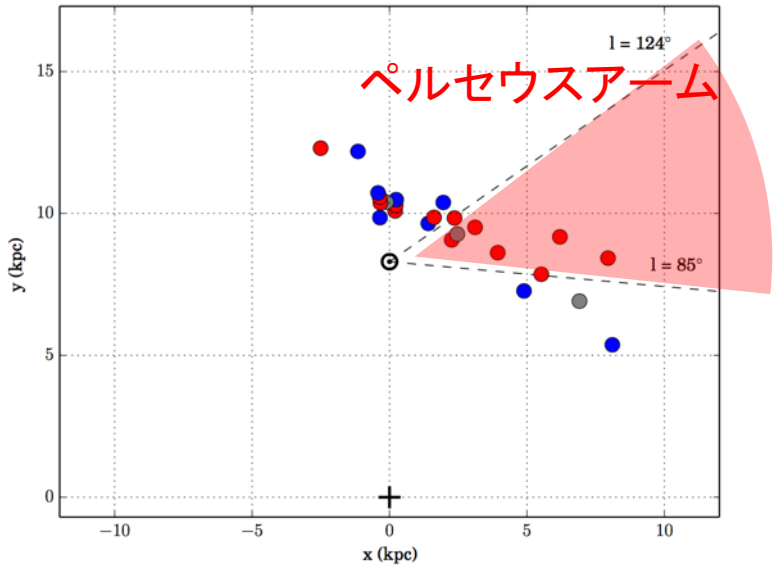


Figure 2. Locations of 6.7 GHz methanol masers from the Perseus spiral arm in the Galaxy. Sources with $V_{CVR} - V_{CSmas} < -\delta$, $V_{CVR} - V_{CSmas} > \delta$ and $|V_{CVR} - V_{CSmas}| < \delta$ where $\delta = 0.8$ km s^{-1} are shown by blue, red and grey respectively. The Galactic center is marked by plus sign at (0, 0) and the Sun by empty circle with dot at (0, 8.5). Numbers of the red-shifted, blue-shifted and 'grey' sources are 14, 3 and 8 respectively. Region with the lack of the blue-shifted masers is outlined by two dashed lines, corresponding galactic longitudes 85° and 124° are shown. This part of the Perseus arm have the greatest radial velocities. Values of $V_{CVR} - V_{CSmas}$ are given in the last columns of Tables 2 and 3

灰色 : CSとメタノールが大体同じ速度
赤: メタノールがredshift
青 : メタノールがbluesihft

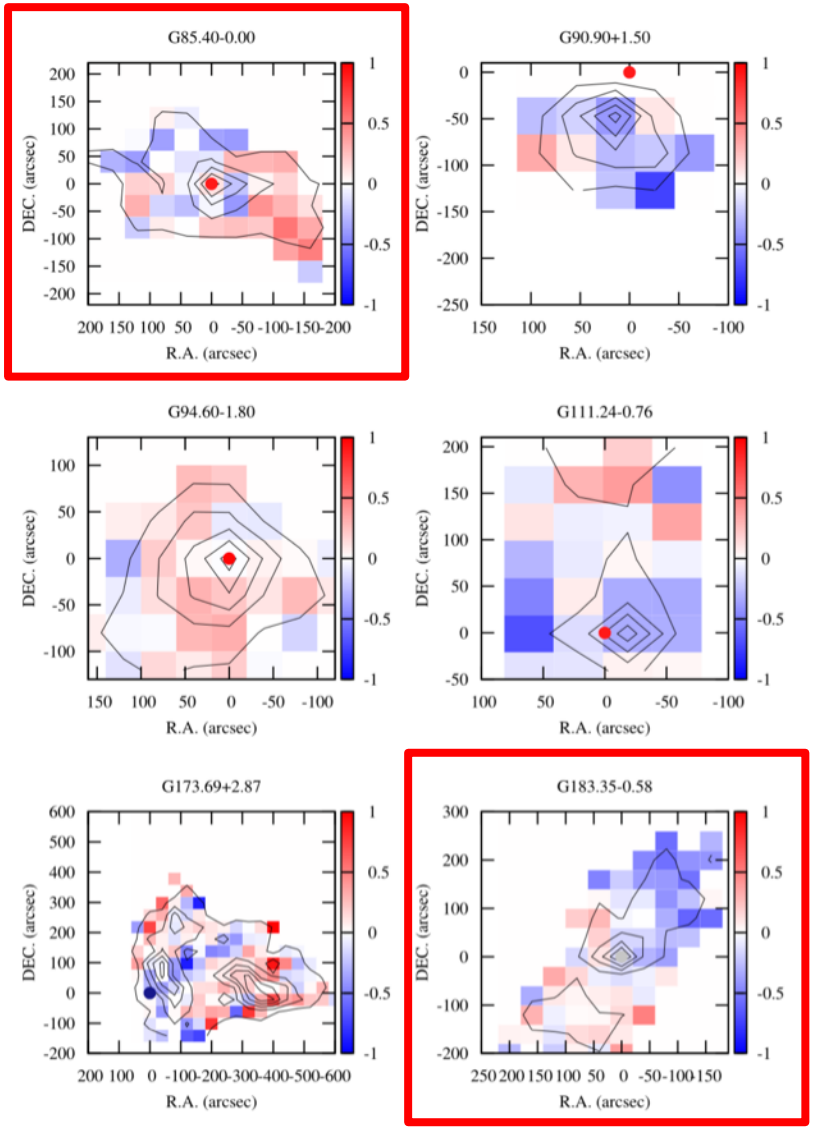


Fig. 6: 13COとCSの中心速度の差分
赤枠の天体がクラウドの端で0よりも大きくなっている