On the asymmetry of the OH ro-vibrational lines in HD 100546

D. Fedele, S. Bruderer, M. E. van den Ancker and I. Pascucci

Accepted by ApJ http://arxiv.org/pdf/1412.4636

Intro.

- HD100546
  - M = 2.4M$_\odot$ Pre-main-sequence star
  - 距離 d ~ 97pc
  - Gas and Dust richな原始惑星系円盤を持つ
  - R<10AUには原子ガスはあるが分子ガスが無い van der Plas+ 2009) 光乖離？
  - OH lineは、double-peak Keplerian profileを持つ(Liskowsky+ 2012; Brittain+2014)
    => e>0.18の楕円軌道を示唆、重い惑星と円盤の相互作用の結果？
    参考: V380 Ori でも非対称OH profile。ただしstellar companionが原因(Fedele+2011)
  - CO ro-vibrational lines でも非対称プロファイルが報告されている。
- OH doublet $^2\Pi_{3/2}$ P4.5(1+,1-) 2.934micron

Observation

- VLT/CRIRES + AOで3 epochsの観測： April 2012, March 2013, April 2014
- slit (0.2”幅)を用いて、速度分解能3.5km/s、空間分解能0.17”の分光観測。
- Pointing accuracy ~ 0.03” (with AO)

On the asymmetry of the OH ro-vibrational lines in HD 100546

SFN #265　11つづき

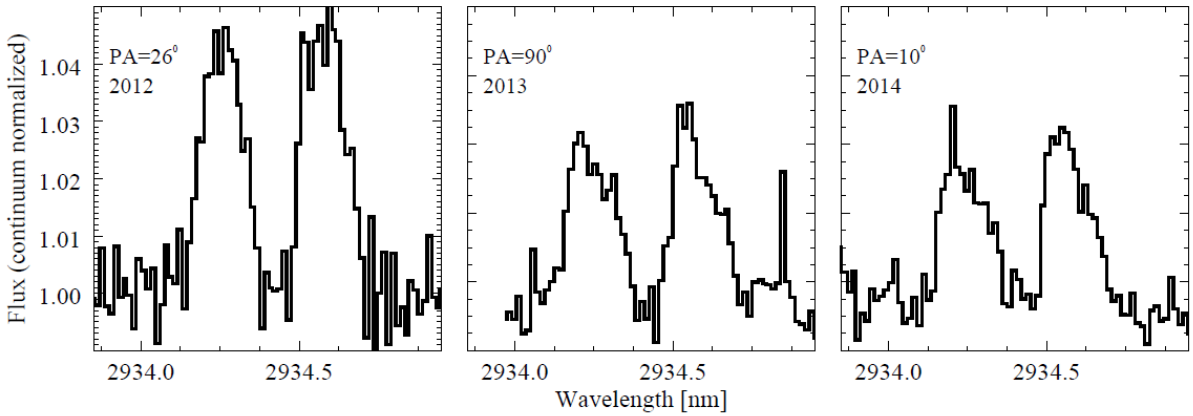


Figure 1. CRIRES spectra of the OH doublet $^2\Pi_{3/2}$ P4.5 toward HD 100546 at three different position angles (and epochs).

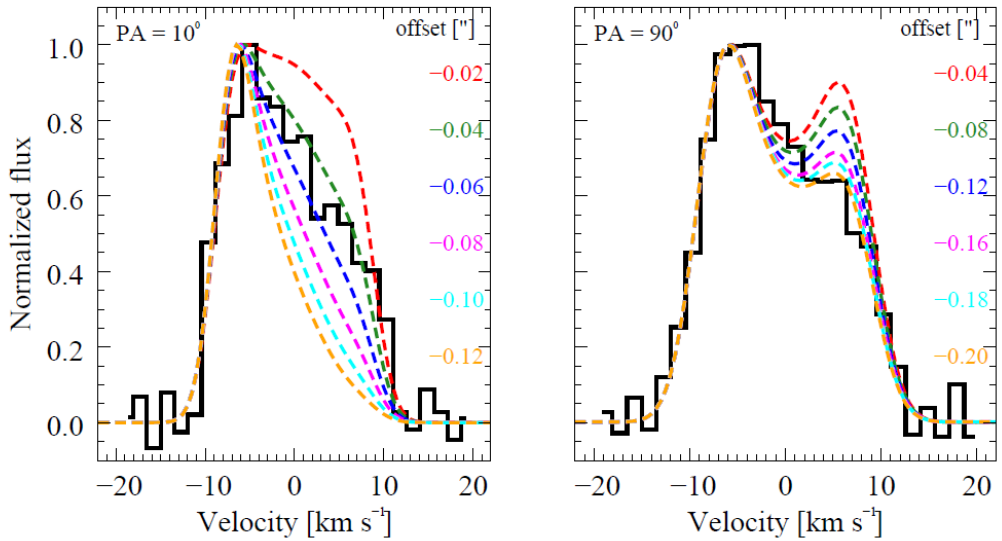
- 2番目、3番目が非対称プロファイル
- 観測毎にスリットの方向が違う

Results

- 3つの観測時期のうち、最初を除きprofileが非対称となっている。
- 最初の観測時期の輝線強度 は3つの観測時期で一番強かった。
  ※連続波は3つの観測時期で一定だった。

議論

- 非対称はslitのoffsetで説明できる。つまり、巨大惑星を想定する証拠はない。



The Gaia-ESO Survey: Chromospheric Emission, Accretion Properties, and Rotation in Velorum and Chamaeleon I

A. Frasca, K. Biazzo, A. C. Lanzafame, J. M. Alcal´a, E. Brugaletta, A. Klutsch, B. Stelzer, G. G. Sacco, L. Spina, R. D. Jeffries, D. Montes, E. J. Alfaro, G. Barentsen, R. Bonito, J. F. Gameiro, J. L´opez-Santiago, G. Pace, L. Pasquini, L. Prisinzano, S. G. Sousa, G. Gilmore, S. Randich, G. Micela, A. Bragaglia, E. Flaccomio, A. Bayo, M. T. Costado, E. Franciosini, V. Hill, A. Hourihane, P. Jofr´e, C. Lardo, E. Maiorca, T. Masseron, L. Morbidelli and C. C. Worley

Accepted by A&A http://arxiv.org/pdf/1412.4153

Intro.

- Gaia-ESO Survey (GES)
  VLTを用いて、young associationにあるlow-mass starの基本量（回転、有効温度、表面重力、リシュウム量、視線速度）を測定するプロジェクト。Large sample ~ 10^5 stars
- Pre-main-sequence(PMS)の星の回転の進化
  - 若い段階では星周円盤にロックされている (t < ~ 5 Myr)
  - スピンアップしつつZAMSに近づく (t > ~ 5 Myr)
- PMSとMSの回転は、ダイナモを通じて磁気活動と密接に関係している。
  - MS: Chromospheric emission (CM) $\propto t^{-1/2}$ A(Skumanich 1972) until t ~2Gyr 差動回転と対流の結果
  - PMS: 質量降着によりCMは大きな影響を受けると思われる。=> 逆に質量降着の指標ともなりえる？
- ターゲット:
  - γ Velorum (γ Vel): PMS Open Cluster , d ~ 350pc , age ~ 5-10Myr
  - Chamaeleon I (Cha I): dark cloud, d =160±15pc, age ~ 2Myr

Observation・Data

- VLTの UVES(R = 47000, λ = 4764-6820A) & GIRAFFE(R = 17000, λ = 6445-6815)
- γ Vel: 1242 targets =>[S/N>20, 8<RV<26km/s,,,] => 132 starts + 8 members(UVES)
- Cha I: 674 stars =>[S/N>20, 10<RV<21km/s,,,]=> 59 starts + 15 members(UVES)

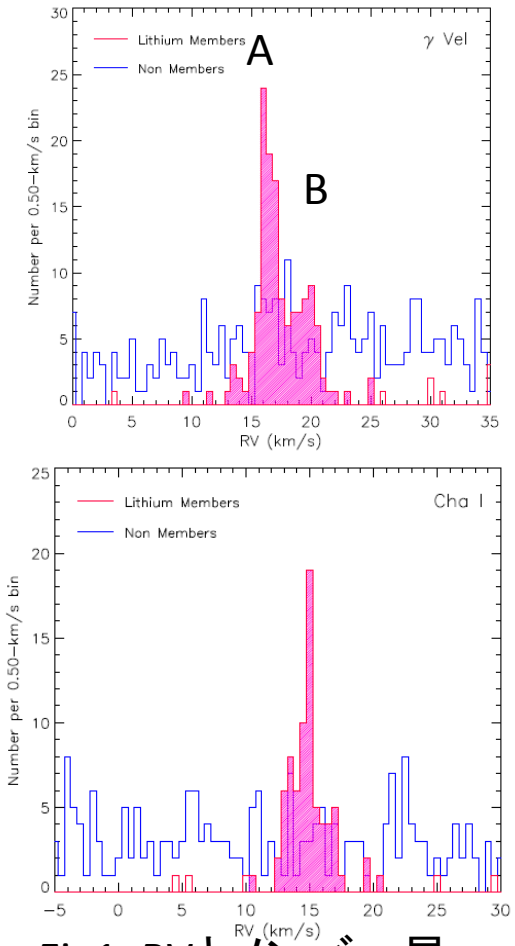


Fig1. RVとメンバー星

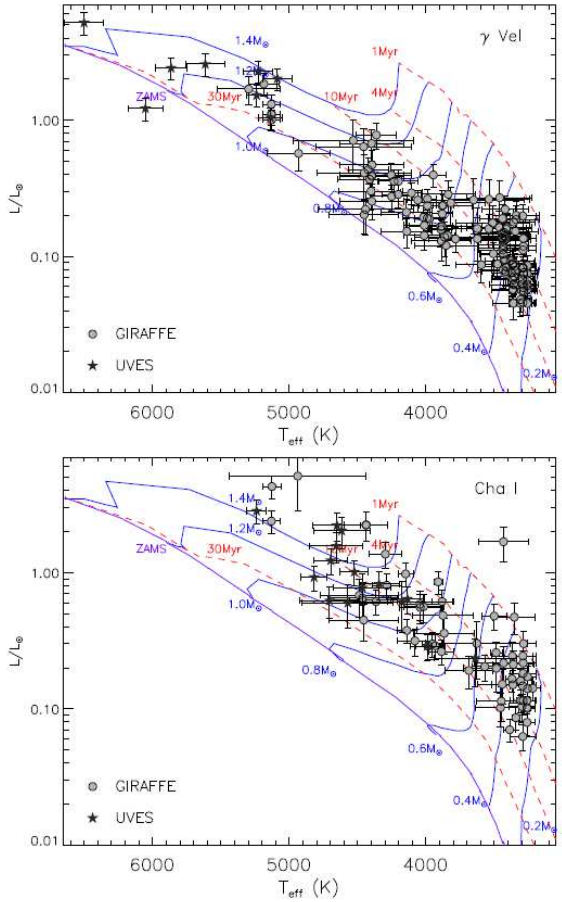


Fig6. HR図

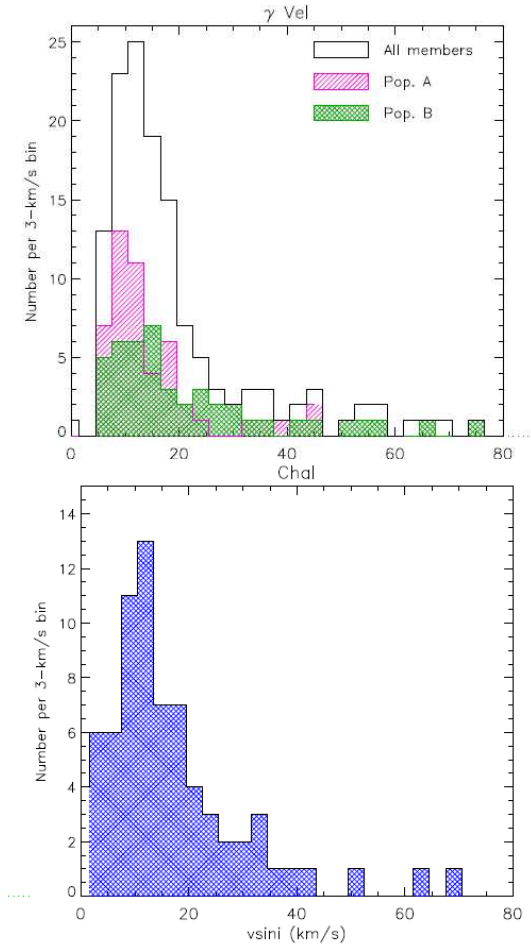
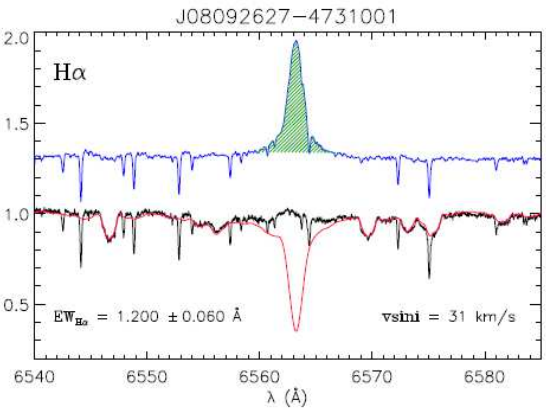
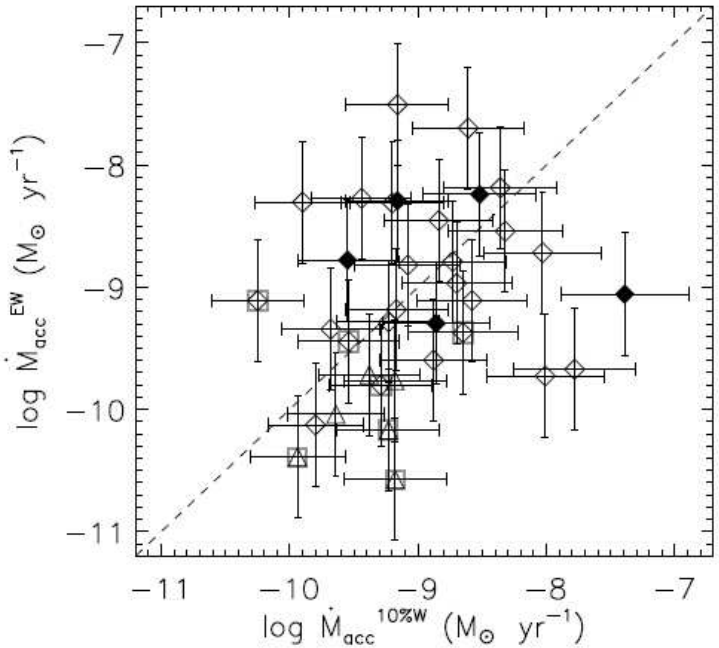


Fig10. 回転

Lineから2つの方法で質量降着率を出す。





Hαのline幅(at 10% of peak) Natta+2004

$$\log \dot{M}_{\rm acc}^{10\%W} = -12.89(\pm0.3) + 9.7(\pm0.7)10^{-3}10\%W_{\rm H\alpha}, \quad (6)$$

with $10\%W_{\rm H\alpha}$ in km s^{-1} and $\dot{M}_{\rm acc}$ in $M_\odot$ yr^{-1}. Typical er-

Fig. 9. Accretion rates from $EW_{\rm H\alpha}$ versus accretion rates from $10\%W_{\rm H\alpha}$ for Cha I (diamonds) and γ Vel (triangles) stars. Empty and filled symbols refer to GIRAFFE and UVES data, respectively. Squares show the possible accretors. The dashed line is the one-to-one relation.

EW => accretion luminosity (Alcala+2014)

=> accretion rate

$$\dot{M}_{\rm acc}^{EW} = \left(1 - \frac{R_\star}{R_{\rm in}}\right)^{-1} \frac{L_{\rm acc} R_\star}{G M_\star},$$

Formation of dense structures induced by filament collisions. Correlation of density, kinematics and magnetic field in the Pipe nebula.

Pau Frau, Josep M. Girart, Felipe O. Alves, Gabriel A. P. Franco, Toshikazu Onishi and Carlos G. Rom´an-Z´u˜niga

Accepted by Astronomy & Astrophysics http://arxiv.org/pdf/1412.4778

Intro.

- Pipe nebula
  - 距離 *d* = 145pc
  - 星形成の初期状態を探る上で理想的なサンプル
    - シンプルな形状 18pc x 3 pc (12CO1-0) E-W direction (Onishi+1999)
    - 星形成のfeefbackなし 星形成率 ~0.06% (14 young stars だがほとんどB59領域）
    - 150 starless cores
  - Sub Alfvenicな乱流
  - 一様なN-S方向の磁場 (Alves+2008)

B~65uG　　B~30uG

$\overline{Av}$ ~ 6 mag　　$\overline{Av}$ ~ 3 mag

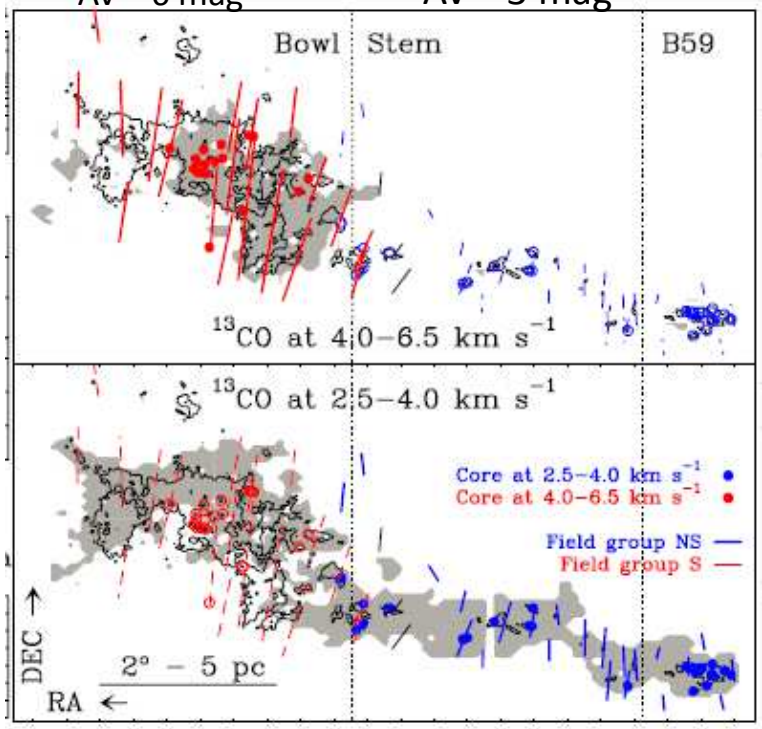


Fig1.　コントア:　減光map
Grayscale:　13CO 速度 v > 4km/s とv < 4km/s

青 NS group <Pdeg> < 5%
赤 S group <Pdeg> > 5%

Pipeは大きく3つの領域に分けられる。
偏光度を5%を境に2グループに分けるとBowlが5%以上、stemに5%以下と空間的にも綺麗にわかれる。

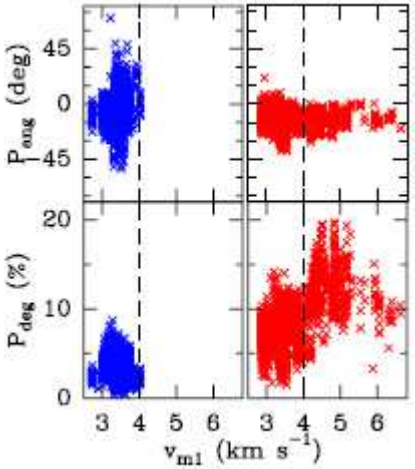
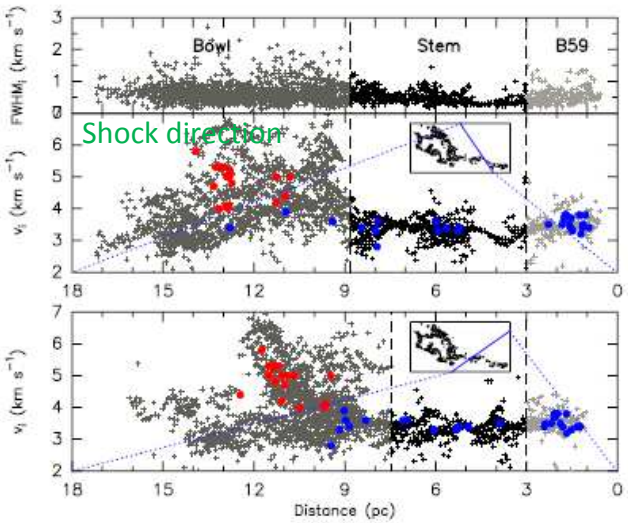


Fig1(右）
偏光ベクトルの速度依存性

Bowlは大きな速度分散だが偏光ベクトルの方向はそろっている。また、Bowlの偏光度はstemの2倍。



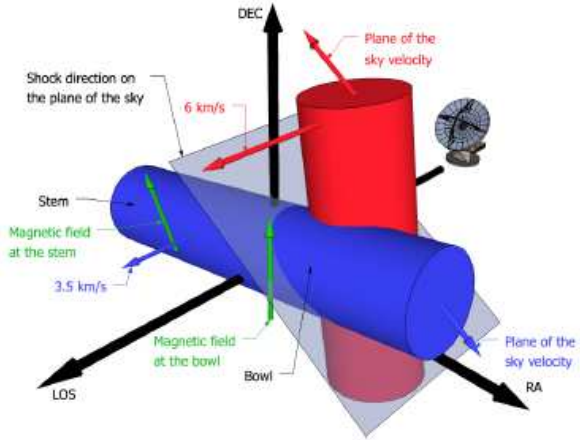


Fig. 2 (上) P.A. =34deg方向(水色線）の速度構造
Bowlで突然速度分散が大きくなっている。これは、Shockがあることを示唆している。

(中) P.A.=124deg方向の速度構造
bowlに大きな速度勾配構造がある。第2のfilament？

(下）ポンチ図　2本のfilamentとshock(グレー面）

Astrochemical Correlations in Molecular Clouds

Brandt A.L. Gaches, Stella S.R. Offner, Erik W. Rosolowsky, Thomas G. Bisbas

Accepted by ApJ http://arxiv.org/pdf/1412.2754

Intro.

- 低温の分子雲では水素を直接観測できないのでCOなどのトレーサーを観測する必要がある。しかし、密度や領域により適切なトレーサーが異なる。
- 数値計算による分子雲の再現は、これまで計算リソースの制限で現実的ではなかった。
- この論文は、初めて3D MNDコードに輻射によるPDR計算を入れ、本格的な化学ネットワークを解くことで、分子雲を再現したものである。

Method.

- 流体: AMR ORION Code (Truelove+1998l Klein 1999)
  - 3D PDR code とchemical network (Bisbas+2013)
  - FUV, cosmic ray (200< n < 10^5を計算。10^5以上はすべて分子になると仮定）
- 215 species (~3000reactions)
- 計算
  - 計算ボックス=2pc x 2pc x 2pc , M = 600$M_\odot$のガス
  - 初期状態: T=10K, 乱流 k = 1.2 (Mckee & Ostriker 2007)
  - N = 256^3 のAMR12段, Δx_{min}=0.001pc
  - 平衡状態となった後の分子雲を解析（~10Myr)
- Shockやgrain surface reactionは扱わない。

Results

- Spectral Correlation Function (SCF) S(l)を用いて各分子の特性を見る。特にこのS(l)のpower lawを調べる。

$$S(l) = \left\langle 1 - \left\langle \sqrt{\frac{\sum_v |O(\mathbf{r},v) - O(\mathbf{r}+\mathbf{l},v)|^2}{\sum_v |O(\mathbf{r},v)|^2 + \sum_v |O(\mathbf{r}+\mathbf{l},v)|^2}} \right\rangle_{\mathbf{r}} \right\rangle_{|\mathbf{l}|=l} \quad (2)$$

$$S(l) = S_0 l^{\alpha} \quad (3)$$

ただし、S_0 は1pcの値。

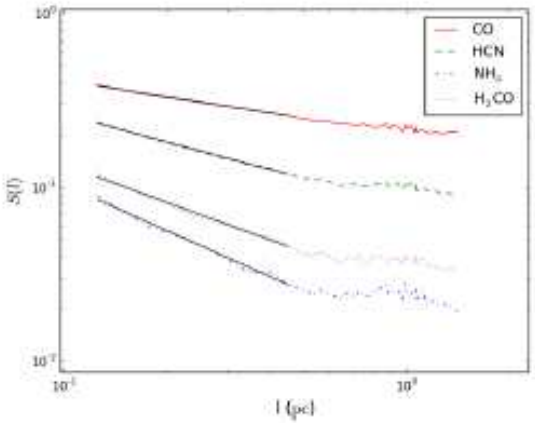


FIG. 1.— Spectral correlation functions for four different species. The black lines indicate a power law fit.

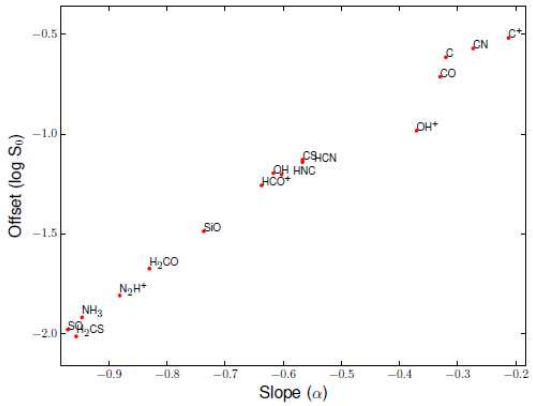


FIG. 2.— Slope, α, versus offset, S_0, for the SCFs calculated for 16 PPV emission maps. The same trend holds for the density data, so we only show the emission parameters.

S_0とαは強い相関がある。
=> 以後、αのみを議論する。

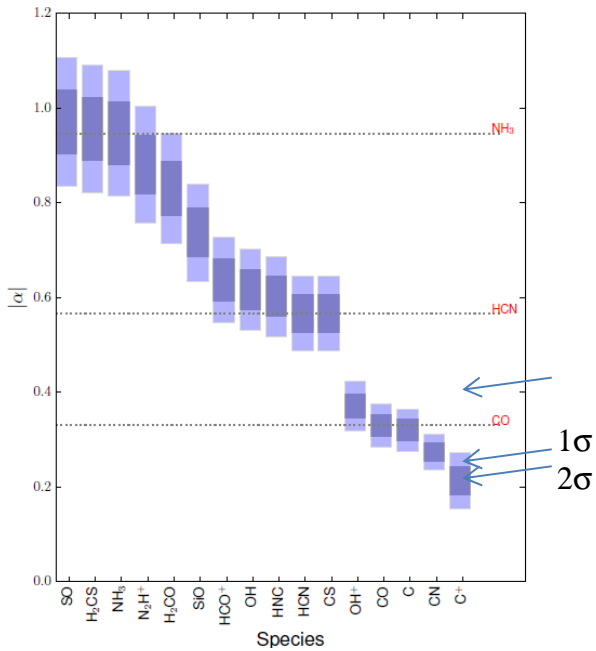


Fig.4 分子種毎のαの分散

大きく3つのグループがある。
- Dense tracer　α~-0.75
- Intermediate tracer　α~-0.5
- Diffuse tracer　α~-0.3

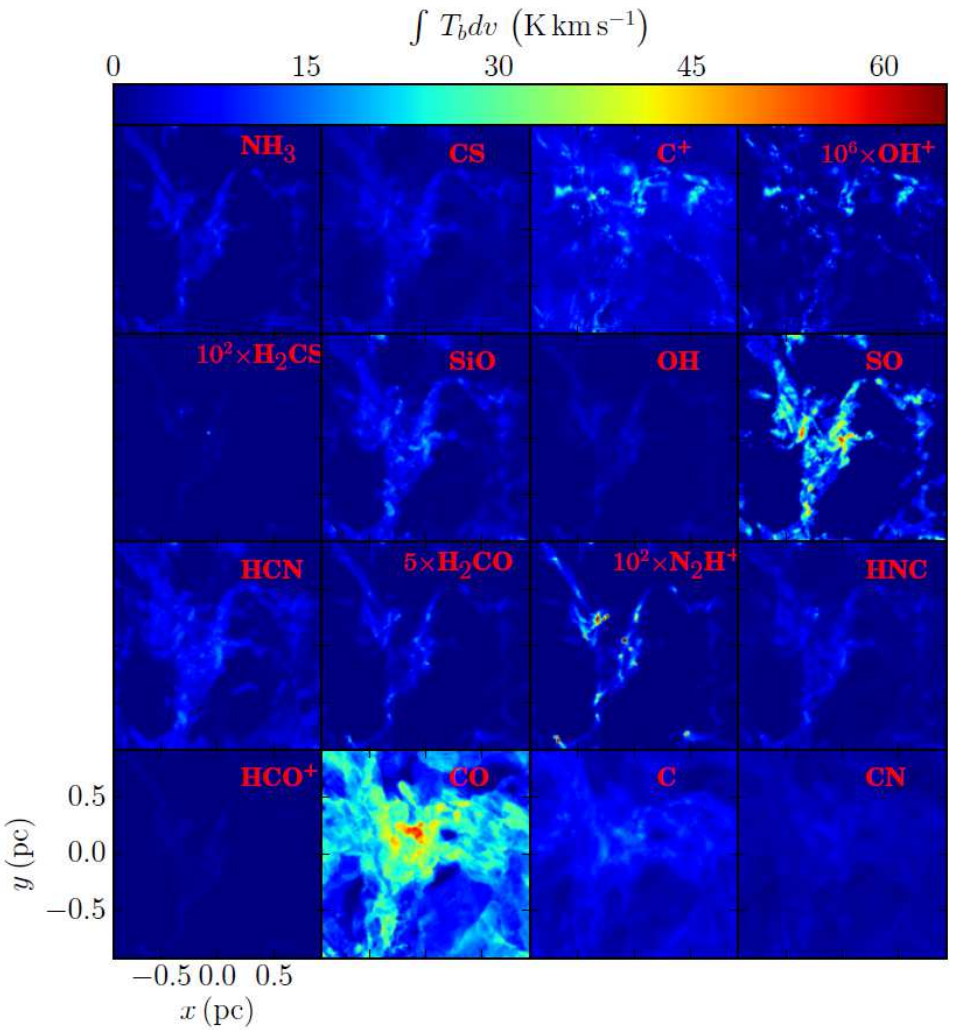


Fig.5 さまざまな分子種の積分強度マップ

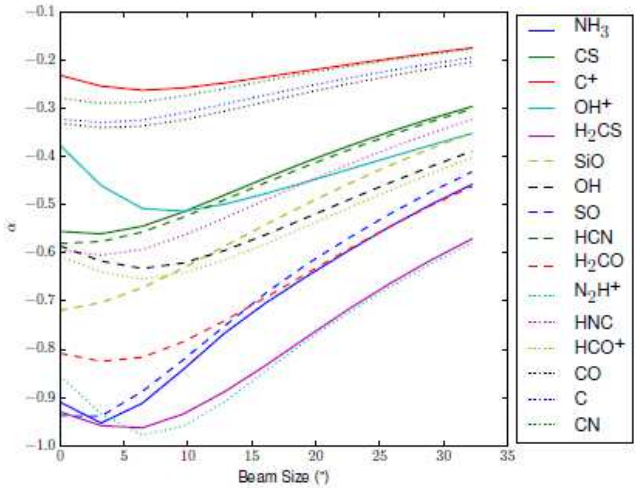


FIG. 9.— SCF slope, α, versus beam resolution. We calculate the angular beam size by placing the model cloud at a distance of 1 kpc. The clouds are then convolved with a Gaussian of the given beam size.

αのbeam size依存性 (d = 1pkpcの時)

Turbulence decay and cloud core relaxation in molecular clouds

Yang Gao, Haitao Xu, Chung K. Law

Accepted by ApJ http://arxiv.org/pdf/1412.2023

Intro.

- 乱流は星形成に支配的な影響を与えると思われており、昔から多くの研究がなされてきた。
  - 分子雲スケールでは、圧縮などによりcloudからcloud coreを生み、星形成を促進させる。
  - Cloud coreスケールでは、重力収縮をサポートし星形成を減速させる。

2. Driving mechanisms of turbulence

- Cloud coreには乱流エネルギーの入力が少ないと思われるので、減衰乱流であり乱流はdynamical timescaleで減衰していくと思われる。

- 乱流の起源には、銀河回転によるMRI、重力収縮によるGI、アウトフローなどがあるが、MRIとGIはエネルギー的に不足で、アウトフローは大きなスケールの乱流を生むことが困難である。

  => 超新星爆発による動的エネルギー注入がもっとも大きなソースであろう。
  実際に、銀河での超新星は50yr^-1程度、一回で100pcを掃く。これより、10^6~10^7yrのタイムスケールでガスと衝突する（星形成のタイムスケールと同じぐらい）。

3. Turbulence decay

$$\frac{E(t)}{E_0} = \frac{u^2(t)}{u_0^2} = \left(1 + \frac{A}{n}\frac{u_0 t}{l_0}\right)^{-n}, \qquad (1)$$

Krogstad & Davidson (2011)

ここで乱流エネルギーを、E(t) = 0.5* u(t)^2　としてある。Aは1/2ぐらいの定数。
過去のsimulationから n~1.2　(Kurian & Fransson 2009,,)

Kolmogorov scaling:　$u \propto l^{1/3}$

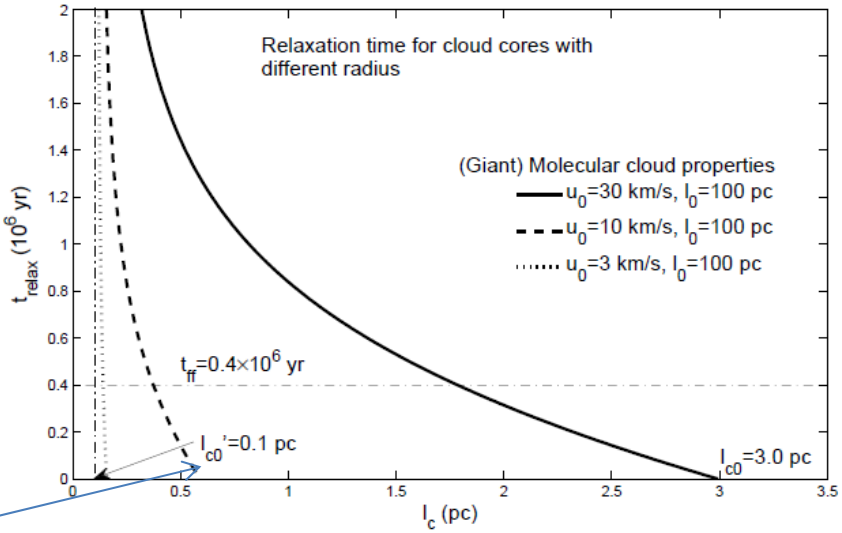
- 初期のコアのエネルギー
超新星爆発エネルギー $10^5 M_\odot$, 30km/s => l_{core} ~ 0.1pc　では、u_{core} ~ 3km/s

4. Jeans' criteria,　5.Cloud core relaxation

$$k^2 < \frac{4\pi\rho_c G}{c^2 + \frac{1}{3}u_c^2},$$

これに(1)などを使って

$$t > \frac{n l_c}{A u_0 (l_c/l_0)^{1/3}}\left[\left(\frac{\frac{1}{3}u_0^2 (l_c/l_0)^{2/3}}{l_c^2 \rho_c G/\pi - c^2}\right)^{1/n} - 1\right].$$



乱流なしのコアサイズ

$$l'_{c0} = \sqrt{\frac{\pi}{\rho_c G}c^2}$$