SFN 290 No.36-40

2017/03/10

担当　原田遼平

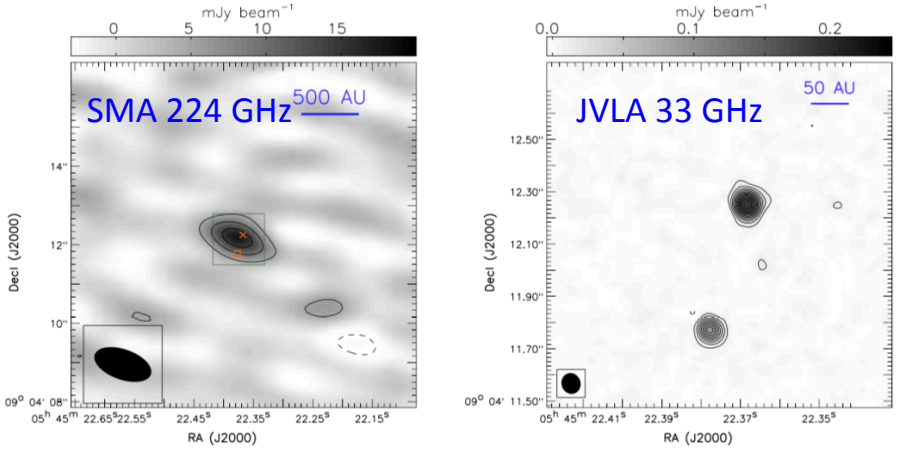
- A concordant scenario to explain FU Ori from deep centimeter and millimeter interferometric observations
- Can the removal of molecular cloud envelopes by external feedback affect the efficiency of star formation?
- A study of singly deuterated cyclopropenylidene c-C3HD in protostar IRAS 16293-2422
- THE FIRST 40 MILLION YEARS OF CIRCUMSTELLAR DISK EVOLUTION: THE SIGNATURE OF TERRESTRIAL PLANET FORMATION
- Outflows, infall and evolution of a sample of embedded low-mass protostars

A concordant scenario to explain FU Ori from deep centimeter and millimeter interferometric observations

Hauyu Baobab Liu1, Eduard I. Vorobyov2,3, Ruobing Dong4, Michael M. Dunham5, Michihiro Takami6, Roberto Galván-Madrid7, Jun Hashimoto8, Ágnes Kóspál9,10, Thomas Henning10, Motohide Tamura8,11,12, Luis F. Rodríguez7, Naomi Hirano6, Yasuhiro Hasegawa13, Misato Fukagawa14, Carlos Carrasco-Gonzalez7, and Marco Tazzari

https://arxiv.org/pdf/1701.06531

- FU Ori周りのディスクのプロパティを約25auの解像度で制限すること
- JVLAを使用して、29～37GHzでFU Oriを分解
- JVLA 8-10GHz、SMA 224GHzと272GHz観測と、スペクトルエネルギー分布（SED）を得るためのALMA 346GHz観測と比較した。



- 33 GHzでは2つのコンパクトソースを分解
- 5.4 au × 4.5 au と 3.8 au × 2.0 au.
- –> 気体ディスクより2桁小さい

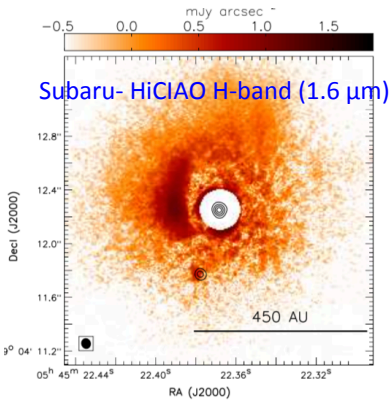


Fig. 2

- 33 GHzで電波ジェットが存在しない

--> 何かがjetの活動を抑制している

- 33GHzフラックスを224GHzと272GHzに外挿すると、これらの周波数でSMAによって検出されたフラックスの86%と60%を占める

Discussion

- FU Oriの場合、スペクトル指数は8-29 GHzで2.0より大きく、29-224 GHzで2.0に近く、272-346 GHzでは2.0より大きくなる。
- そのような変化するスペクトル指数はまた、free-free emision成分、光学的により厚いdust emission、および光学的に薄いdust emissionによって実現され得る。
- これが事実である場合、FU OriおよびFU Ori Sのディスクは、sub-au半径内で弱くイオン化されている可能性がある。
- 33 GHzでは、dust emissionが光学的に厚い場合、ガスおよびダスト質量の下限は8.6-17×$10^{-3}$$M_{\odot}$である。
- FU OriおよびFU Ori Sシステムの全体的なガス質量が太陽質量の一部分くらいになる可能性があり、ディスクの重力不安定性を引き起こす可能性がある。
- ガスと粉塵がよく結合している場合、我々のSEDモデルは、数au（またはそれ以下）の半径以内にsub-solor massのガスを集めることを意味する。

Can the removal of molecular cloud envelopes by external feedback affect the efficiency of star formation?

William E. Lucas1⋆, Ian A. Bonnell1 and Duncan H. Forgan

http://arxiv.org/pdf/1701.04414

Introduction

- 外部源からのフィードバックによる分子雲のenvelopeの除去によって、星形成効率をいかに著しく低下させることができるかを調べる

Method

- 平滑粒子流体力学(SPH)を使用して、3, 4, 5 pcの半径をもつ3つのcloudの等温星形成シミュレーションを行った。
- turbulent crossing timeの4分の1後に分割シミュレーションを作成し、暖かいエンベロープの全体が、フィードバックの影響の近似として除去した

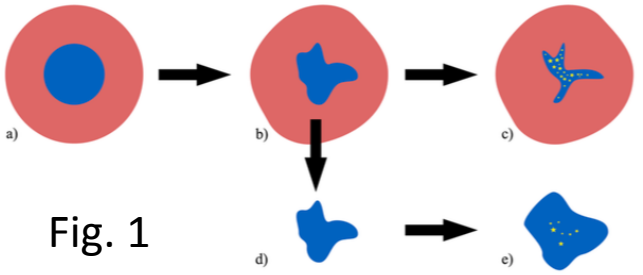


Fig. 1

Table 1

Run name	$m_{\rm part}/M_\odot$	$M_{\rm cloud}/M_\odot$	$M_{\rm envelope}/M_\odot$
3pc–medres	0.01	2,160.72	7,786.59
4pc–vlowres	0.04	5,114.44	7,479.88
4pc–lowres	0.02	5,116.08	7,482.26
4pc–medres	0.01	5,119.46	7,487.21
4pc–highres	2×10^{-3}	5,115.294	7,481.118
5pc–vlowres	0.04	10,000.00	7,000.00
5pc–lowres	0.02	10,000.00	7,000.00
5pc–medres	0.01	10,000.00	7,000.00
5pc–highres	2×10^{-3}	10,000.00	7,000.00

(very low, low, medium or high)

E : envelope 保持, X : envelope 削除

- E-シミュレーションではガス密度が高くなり、より複雑な構造が形成され、X-シミュレーションでは拡散して雲が広がる
- 構造、密度、星形成の増加は、雲の半径が増加するにつれて見られる

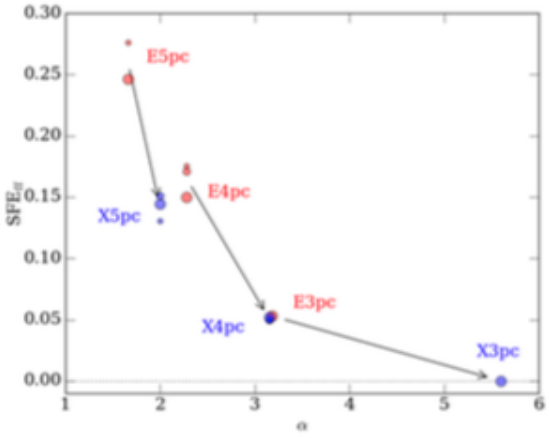


Fig. 7

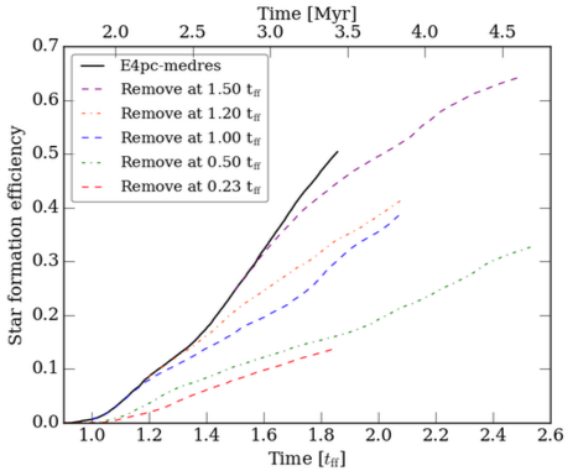


Fig. 8

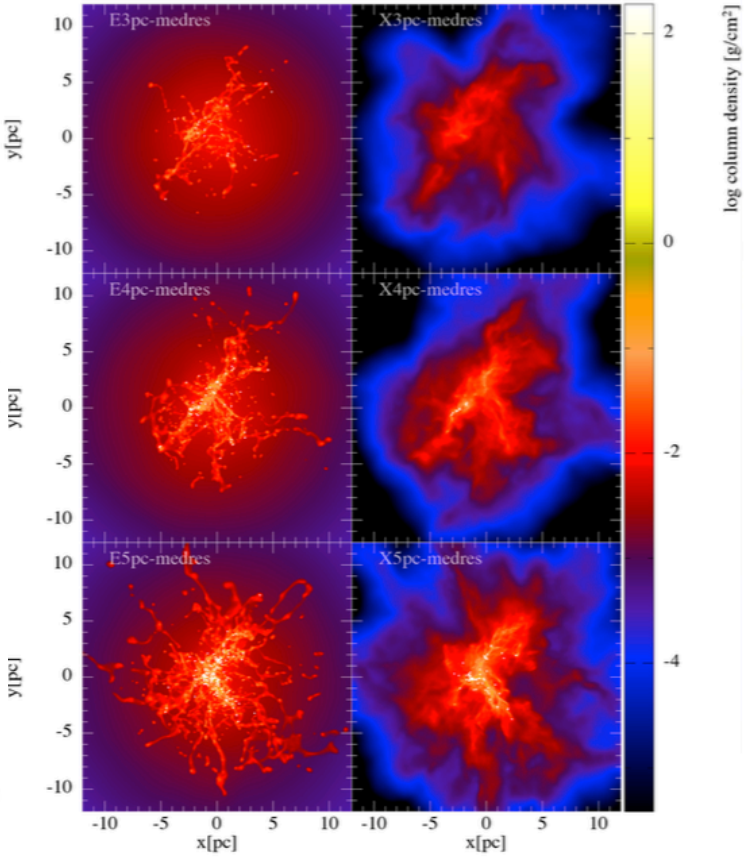


Fig. 3

α値は、運動エネルギー+熱エネルギーと重力結合エネルギーとの比。
α<1 はクラウドが束縛されていることを意味。

- envelopeを保持している4 pc , 5pc クラウドは、envelopeと削除したものと比較して、SFEが1.7～2.7倍高い。
- 3 pcのクラウドが最も束縛されていない。envelopeを取ると星形成は行われない。
- 星形成の前か後かにかかわらず、エンベロープの喪失は常にSFEの低下を引き起こした。
- 1.50 tffでenvelopeを失ったときでも、SFEは、より早い段階でenvelopeを失ったシミュレーションと似たslopeをもつ。
- より現実的なフィードバックは、ここで報告されたものよりもSFEの変化は極端ではない可能性がある。

A study of singly deuterated cyclopropenylidene c-C3HD in protostar IRAS 16293-2422

L. Majumdar1,2⋆, P. Gratier1, I. Andron1, V. Wakelam1, E. Caux

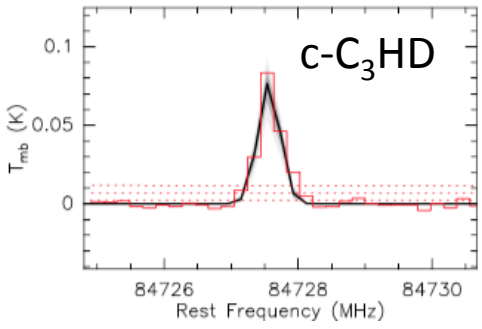
http://arxiv.org/pdf/1701.08522

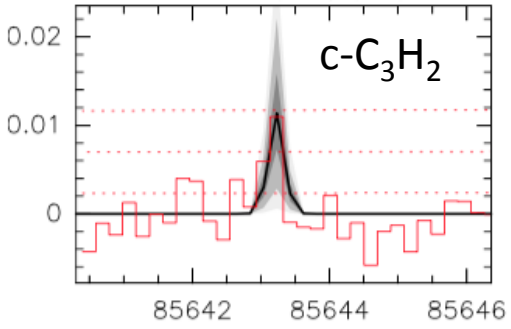
Introduction

- c-C_3HDは、c-C_3H_2の一重重水素化同位体であり、我々の銀河における最も豊富で広範な分子の一つ
- 本論文の主な目的は、小質量原始星 IRAS 16293-2422におけるc-C_3HDの検出と、c-C_3H_2の重水素比の観測と理論的な観点からの報告

Observation and result

- IRAM 30m望遠鏡のEMIRヘテロダイン3mm受信機を使用してIRAS 16293-2422を観測
- 我々は7系統のc-C_3HDと3系統のc-C_3H_2を観察した。
- ベイズモデルを用いて、同じsourceのCH_3SHの観測された輝線強度と最も一致するパラメータの分布を得る
- 原始星エンベロープの大きさをc-C_3H_2およびc-C_3HD両方3000 AUと同じ励起温度であると仮定すると14±4%の重水素比を得る。





- NAUTILUS gas-grain chemical modelの2 phase versionを使用
- 1D物理構造を使用し、nongray radiation hydrodynamic model に基づいて、pre-stellar core からprotostellar core への進化を追跡

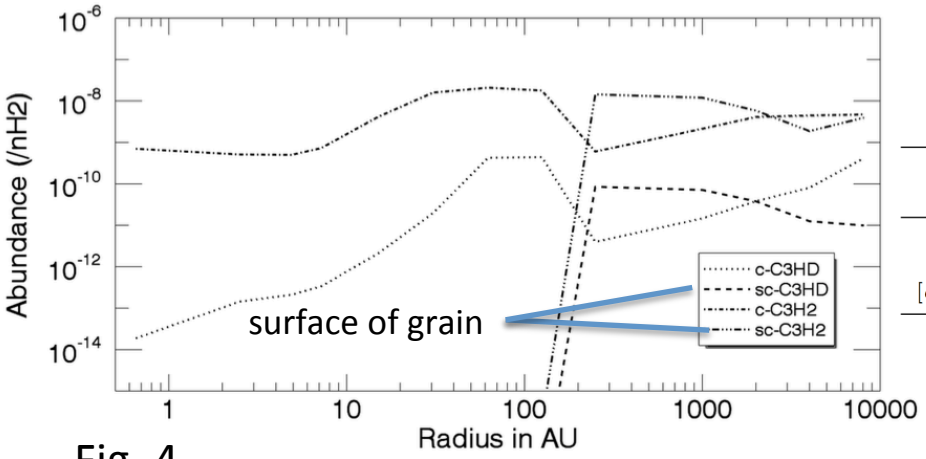


Fig. 4

Table 4. Modeled and observed fractionations for c-C_3H_2.

Radius	3000 AU	4000 AU	7000 AU	Observed values (at 3000 AU)
$\log_{10}[c-C_3HD]^a$	-10.15	-10.07	-9.50	-11.3
$\log_{10}[c-C_3H_2]^a$	-8.37	-8.35	-8.33	-10.45[c]
$[c-C_3HD/c-C_3H_2]^b$	1.7%	2%	7%	14%

- c-C_3HDとc-C_3H_2の両方の気相存在量は、depletionによりエンベロープの中心に向かって減少する
- 我々のモデルで3000 AU（エンベロープのおおよその大きさ）で予測された重水素比は、1.7%、すなわち、我々が観察から得たもの（約14%）の10倍以内である。
- モデル化されたc-C3HDの存在量は、観測値の10倍以内である。
- c-C_3 H_2について、我々のモデルは、観測されたものを2桁の大きさで予測する
- モデルと観測値との間の相違
  - IRAS 16293のような中心にピークのあるsourceでは、あらゆる種の豊富なプロファイルを決定するために物理的構造が重要です。原始星envelopeの不均一性は、存在量プロファイルの決定に影響を与える可能性がある。
  - 現在の宇宙化学モデルは、様々な種類のsourceにおけるc-C_3H_2の存在量を予測している

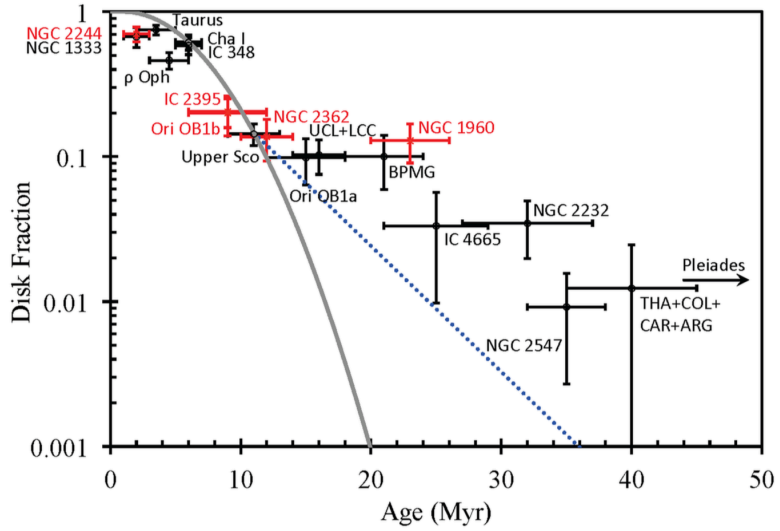
THE FIRST 40 MILLION YEARS OF CIRCUMSTELLAR DISK EVOLUTION: THE SIGNATURE OF TERRESTRIAL PLANET FORMATION

Huan Y. A. Meng1, George H. Rieke1,2, Kate Y. L. Su1, Andra´s Ga´spa´r

http://arxiv.org/pdf/1701.01786

Introduction

- 我々は、2Myrから~40 Myrまでの若いクラスターとassociationのメンバーの赤外線特性の統一的な研究を通して、最初の40 Myrの星周円板の進化を特徴づける。
- 24μm emissionの明るい円盤に焦点を当てている
- 若いクラスターとassociationの年齢の不確実性のために、伝統的なスケール（例えば、Mamajek 2009）と約2倍のものを分析した



- 明るい円盤の割合が最初は比較的ゆっくりと減衰し、その後は～10 Myrによってはるかに急速に減衰する

青線は遷移円盤の挙動を考慮しないheuristic model
灰色線は遷移円盤を考慮したモデル

- 若い星の伝統的な年齢スケールでは、disk fadingの指数時間スケールは、24μmでは3.2±0.2Myrであり、10μmより短い波長では2.5Myrである

- 以前の多くの研究で示されているように、24 μmでの原始惑星系円盤のfadingの時間スケールは、より短い波長でのそれよりも長い。
- 遷移円盤の挙動に基づいて、24μmでのfadingは正確に指数関数的ではありませんが、当初の最適フィット指数よりも遅く、10 Myrよりは早い
- 指数関数を適合させるよりもむしろこの挙動を考慮すると、6 μm付近に支配的な成分の散逸後の24μmディスク成分の散逸における～1 Myrの遅延は、Gortiらの理論的予測と満足のいく一致を示した。この遅延は、遷移円盤フェーズの1 Myrの寿命とよく一致します。
- この観察と理論との間のこの一致は、ディスクが光蒸発によって、そして内側と外側の両方から散逸することを示し、24μm emissionが支配的なゾーンは散逸が比較的遅い。
- この最初のfadingの後、～35 Myrまでの継続的な明るいdisk populationがあります。
- この集団には、10～16のMyr範囲の原始惑星系の円盤がいくつか含まれていますが、明るいデブリ円盤が支配しています。

- 原始惑星系円盤からの寄与を除外した後、デブリ円盤の発生率は、正規化された年齢スケールで18.1±1.1 Myrにピークを持つ対数正規関数によって記述することができ、元のpopulationの12.3%±2.9% 。ピーク後、デブリ円盤の発生率は、11.8 + 2.6 Myrの寿命で減衰

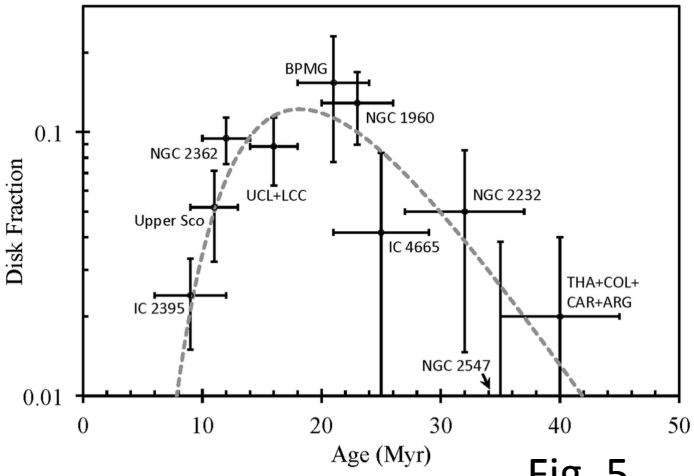


Fig. 5

Outflows, infall and evolution of a sample of embedded low-mass protostars The William Herschel Line Legacy (WILL) survey⋆

J. C. Mottram1,2, E. F. van Dishoeck1,3, L. E. Kristensen4,5, A. Karska3,6, I. San José-García1, S. Khanna1, G. J. Herczeg7, Ph. André8, S. Bontemps9,10, S. Cabrit11,12, M. T. Carney1, M. N. Drozdovskaya1, M. M. Dunham4, N. J. Evans13, D. Fedele2,14, J. D. Green13,15, D. Harsono1,16, D. Johnstone17,18, J. K. Jørgensen5, V. Könyves8, B. Nisini19, M. V. Persson1, M. Tafalla20, R. Visser21, and U. A. Yıldız

http://arxiv.org/pdf/1701.04647

- Herschelの水および高励起CO（J> 9）の観測は、原始星アウトフローのより活発な部分における物理的および化学的条件を初めて詳細に定量化することを可能にした。
- しかし、今日まで、近くの星形成領域のクラス0/1 protostarの研究サンプルは、明るく、よく知られたsourceから選択されており、統計的に有意な傾向が確実に確立されるのに十分ではない。
- embetted low mass Class 0/1 protostarのフラックスで制限されたサンプルのアウトフロー、envelopeおよび物理的特性の間の関係を探求することを目指す。

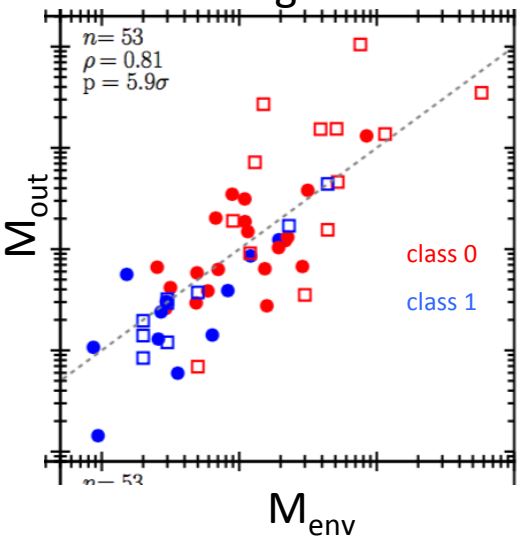
Observation

- Herschel HIFIおよびPACSによるH_2O、COおよび関連種の分光観測、ならびに近くの49の原始星候補のサンプル（d <500 pc）のCO、HCO+、同位体におけるJCMTおよびAPEXによる観測
- outflowおよびenvelopeの性質を研究するために使用される。
- 物理的特性（L_{bol}、T_{bol}およびM_{env}）を制限するために、近赤外線からmm波までの連続波SEDを用いる

Results

- 水の放射は、地上からのCO観測より探査される低温、低速のoutflow gasではなく、outflowに伴うショックによって支配される。
- これらのショックは、クラス0からクラスIに進展するにつれて、よりエネルギーが少なくなる
- low J-COからのoutflowは、sourceの進化段階に伴って減少するが、envelopeに対する流出量の割合(すなわち、Mout / Menv)は、クラス0とIの間で一定のまま

Fig. 5



- F_{CO} / $\dot{M}_{acc}$は、Lbol、Tbol、Menvで比較的一定であり、flowの駆動源のパワーと進化とは無関係であることを示唆
- L [OI]はL_{bol}と強く相関しているが、M_{env}とは強く相関していないが、低J- COは対照的に、後者との相関が強い。

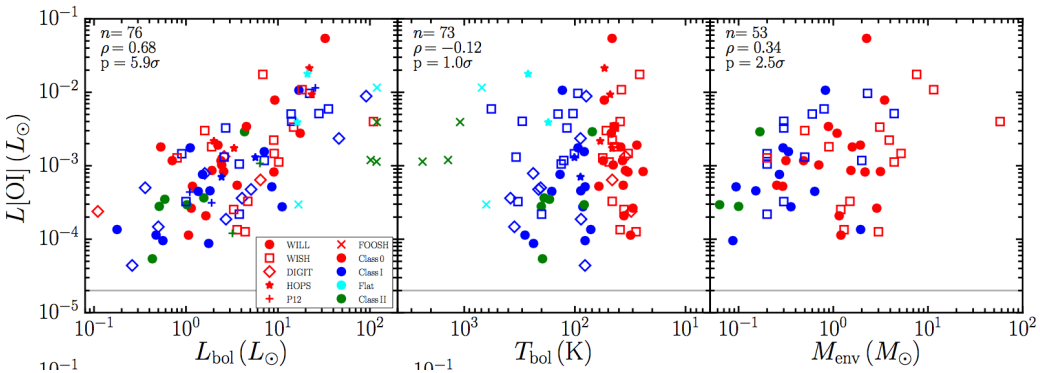


Fig. 9

- これは、[OI]が現在の降着活動とより密接に関連していることを示唆し、低J-COは約10^2-10^4年の時間スケールにわたって平均活動をトレースすることを示唆
- L [OI]は、クラス0とクラスIの間で大きく変化しない。windとjetの分子と原子の比が進化するにつれて減少するためであろう。これは、より進化したsourceでは、温度の上昇と密度の低下(したがって遮蔽)によって引き起こされる可能性があります。したがって、[OI]は、時間平均の質量損失率の貧弱なトレーサである