星形成ゼミ(2016/11/04)

SF Newsletter286 No. 41~45

徳田一起(大阪府立大学)

今回のメニュー

No.	タイトル	ページ数
41	A SUPER-SOLAR METALLICITY FOR STARS WITH HOT ROCKY EXOPLANETS	10
42	THE LOCATION, CLUSTERING, AND PROPAGATION OF MASSIVE STAR FORMATION IN GIANT MOLECULAR CLOUDS	15
43	Efficiency of Planetesimal Ablation in Giant Planetary Envelopes	17
44	THE TIME EVOLUTION OF HH 2 FROM FOUR EPOCHS OF HST IMAGES	17
45	On the origin of horseshoes in transitional discs	7

42. A Super-Solar Metallicity for Stars with Hot Rocky Exoplates

Gijs D. Mulders[1], Ilaria Pascucci[1], and Dániel Apai[1,2]
Lunar and Planetary Laboratory, The University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA

概要:
ケプラー衛星のLAMOSTサーベイによる20,000以上の星についての解析
惑星のpopulationが主星のmetallicityや軌道周期,惑星サイズにどのように依存するか？

研究の背景:
主星のmetallicityは惑星形成時の条件を残している (なので観測が重要)

サンプルについて:全体の平均としては太陽系の金属量(solar metallicity)

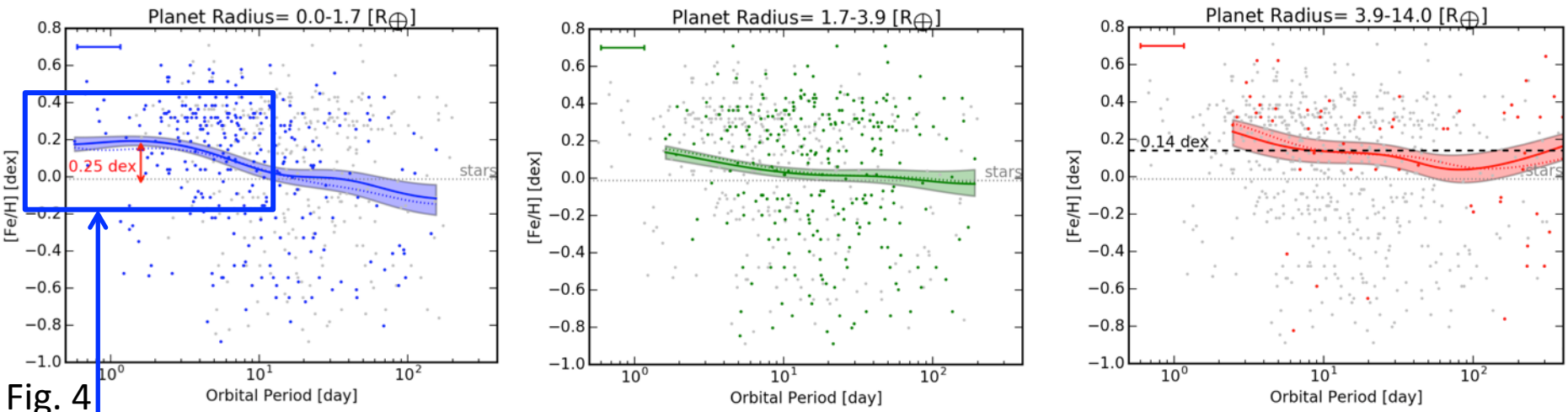


Fig. 4

・10日よりも短い軌道周期のものはmetallicityが高い
・軌道周期がそれ以上のものは太陽系と同程度

Rocky planet (Rp< 1.7 R_{earth})

=>このrocky planetはhot-Jupiterと同様なメカニズムで形成された？

・大きい惑星はmetalicityが高い
・軌道周期の依存性は見られない

42. A Super-Solar Metallicity for Stars with Hot Rocky Exoplates

続き

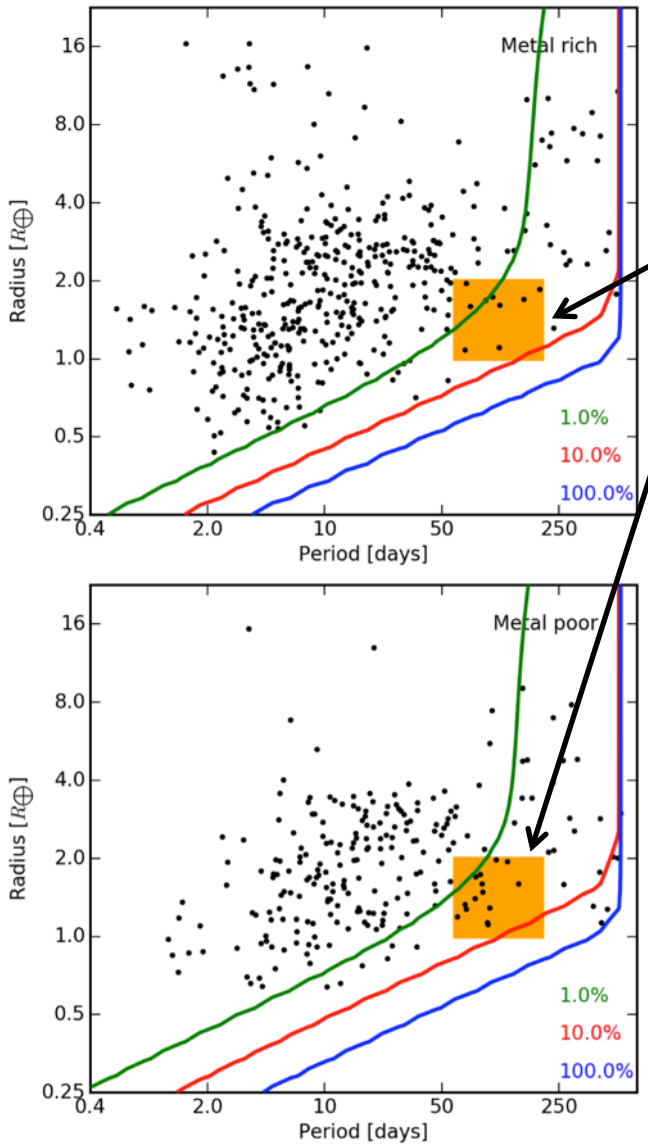


Figure 6. Completeness contours and planet candidates for the super-solar and sub-solar metallicity sample. The orange box indicates the region identified by Adibekyan et al. (2016) as containing no planets in the sub-solar sample.

高metallicity環境下では2R_{earth}より小さい惑星はハビタブルゾーンで見つからない (Adibekyan+16)

今回のサーベイの結果

Sub-solar: 26.7±7.1%

Super-solar:13.8±4.1%

=>違いは1.5σなので、もっとサンプルが必要

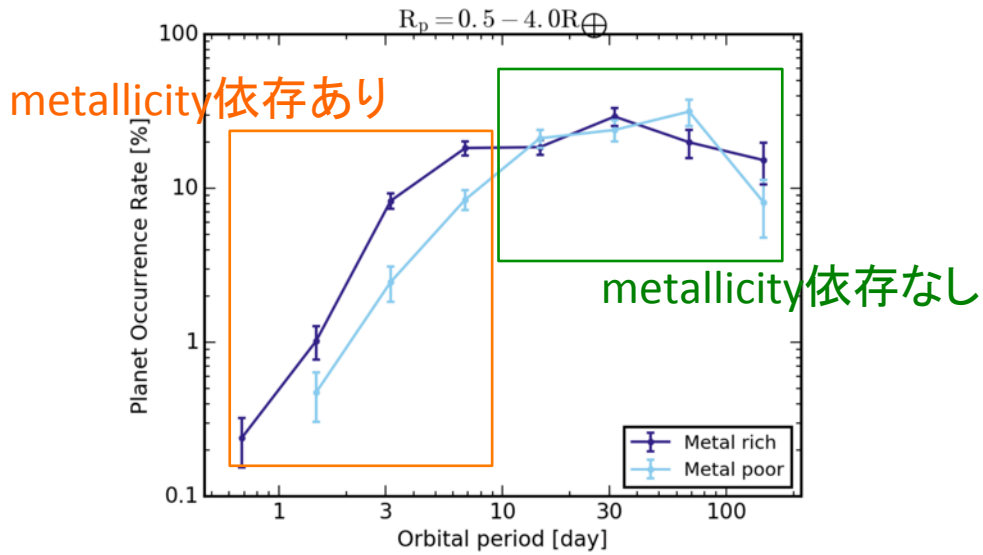


Figure 7. Planet occurrence as a function of orbital period for super-solar and sub-solar metallicity stars. The planet occurrence rate interior to the cutoff at $P \sim 10$ day is three times higher for stars with super-solar metallicity. At larger orbital periods, the occurrence rates are similar within errors.

10日以下の周期では

Metallicityが高い方が3倍の惑星出現率を持つ

42. The Location, Clustering, and Propagation of Massive Star Formation in Giant Molecular Clouds

Bram B. Ochsendorf[1], Margaret Meixner[2,1], Jérémy Chastenet[2,3], Alexander G. G. M. Tielens[4] & Julia Roman-Duval[2]

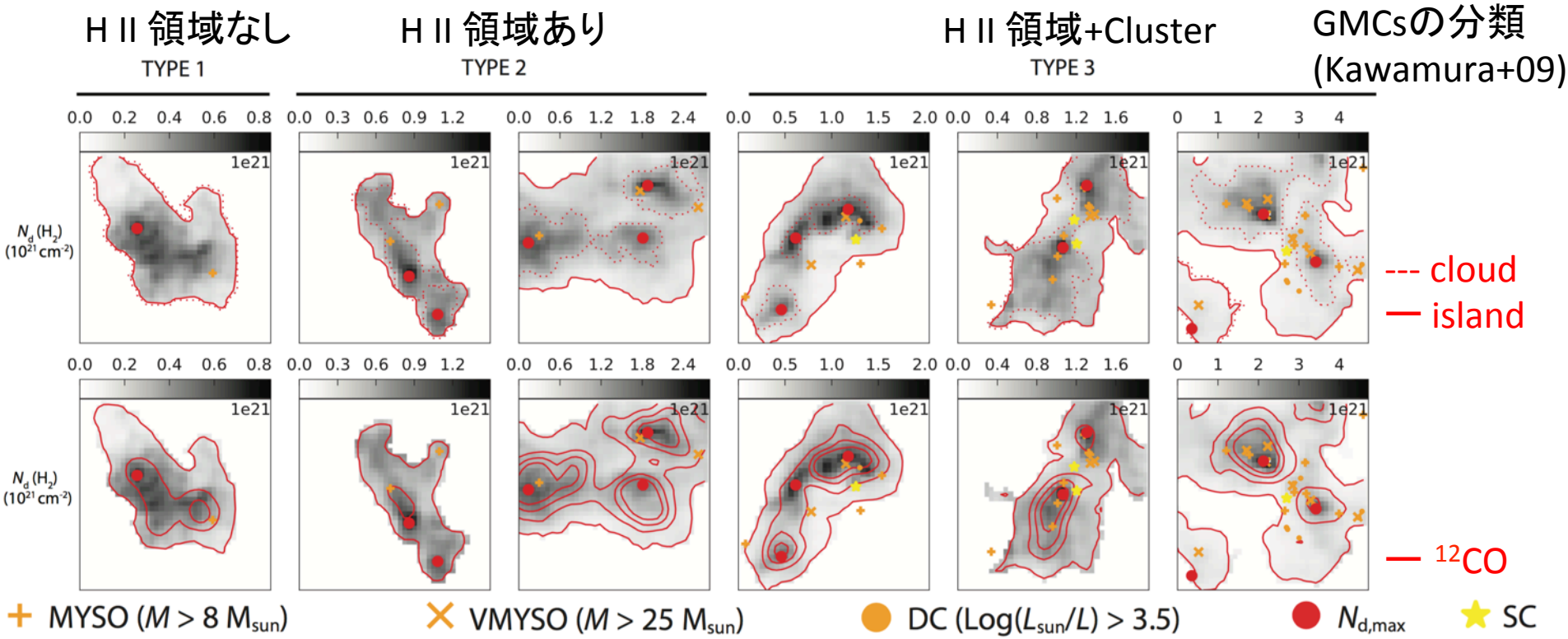
[1] Department of Physics and Astronomy, The Johns Hopkins University, 3400 North Charles Street, Baltimore, MD 21218, USA

概要:

大マゼランの巨大分子雲(GMCs)での星形成を赤外線やCOのデータとを比較し、議論した論文

使用したデータ

- YSOの同定: *Spitzer, Herschel*
- クラウドの物理量(柱密度など): *Herschel*
- island の同定: ^{12}CO (1–0) (Wong+11, in prep.)
- Cloudのdecomposition: dendrogram



42. The Location, Clustering, and Propagation of Massive Star Formation in Giant Molecular Clouds 続き

メインの結論

1. 大質量YSO (MYSO, 8Mo以上) のカタログはコンプリート
2. 大質量星形成が起こっているGMCsは33 % (clouds), もしくは48 % (islands)
3. ~6pcの分解能で見た限りでは、大質量星形成はH_2柱密度のピークで起こらない
   YSOの半分のサンプルは ピーク柱密度から10 pc以上離れている
4. YSOはCOのクランプのサイズよりも狭くクラスタリングしている
5. 大質量星形成率はクラスター周辺で増加している (triggered 星形成を支持)
   また、大局的なクラウドの物理量(Mass,柱密度)に依存していない

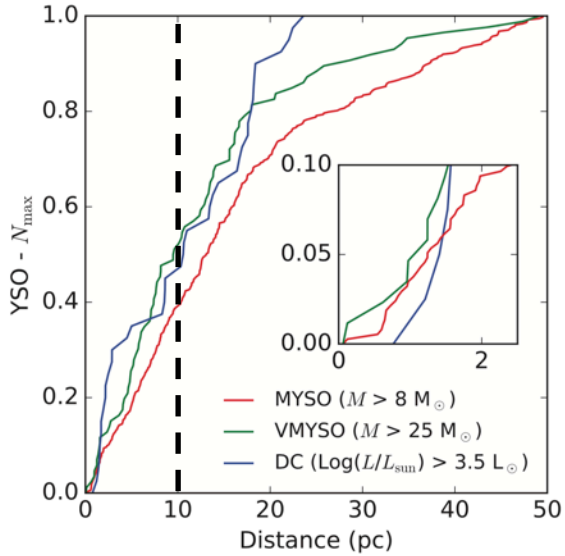


FIG. 4.— Cumulative distribution of the distance between YSOs and the nearest on-sky column density peaks (N_{max}). Plotted are MYSOs *(red)*, a subset of VMYSOs *(green)*, and DCs (Sec. 3; *blue*).

柱密度ピークとYSOの距離の割合

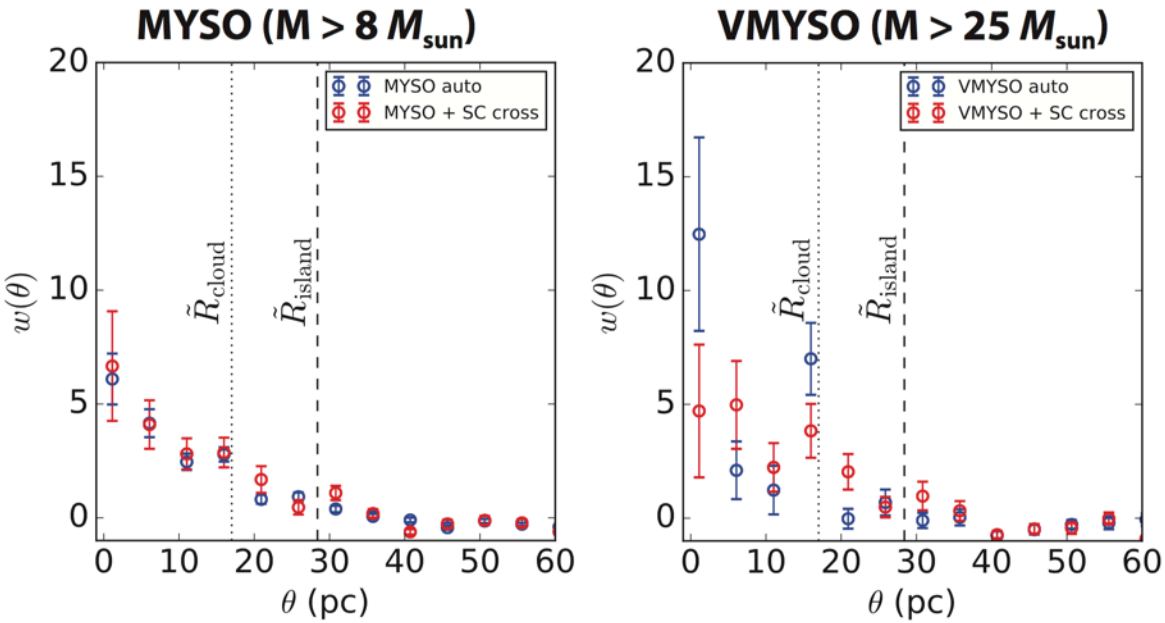


Fig. 5 YSOのクラスタリング度合いを表す図

43. Efficiency of Planetesimal Ablation in Giant Planetary Envelopes

Arazi Pinhas,[1★] Nikku Madhusudhan,[1] Cathie Clarke[1]
[1]*Institute of Astronomy, University of Cambridge, Madingley Road, CB3 0HA*

Abstract
背景
・系外惑星のスペクトルの観測はそれらの大気の元素アバンダンスに制限を与えている
=>特に O/H, C/H, C/O
・元素比はGiant planetの形成とmigrationメカニズムに重要な制限を与える

やったこと: 巨大惑星のenvelopeにおいて降着する微惑星がablateされる効率を計算した
・'frictionl ablation'(空力抵抗起因)と、'thermal ablation'(envelopeの温度構造起因)を考慮
・計算したパラメータ: 微惑星の速度, 組成(ice to iron), 衝突角, 半径(30 m – 1 km),
・仮定: 球対称

結果
・氷の微惑星: 広いパラメータ範囲で外側のenvelopeが完全にablateされた
・鉄の微惑星: 広いパラメータ(サイズ,速度)範囲でenvelopeにおいて十分にablateされた
=>例, ~0.5 km以下で~30 km/s の鉄微惑星において、10^3 bar以下の圧力下では外側のenvelopeが摩擦のablationのみで 60-80% ablateされた。より高い圧力(~10^7 bar)環境下では広いパラメーターレンジでablationが起こる。

この研究は、系外惑星の大気の揮発性元素アバンダンスが形成時のaccretion historyを反映していることを示すものである。

44. The Time Evolution of HH 2 from Four Epoch of HST Images

A. C. Raga[1], B. Reipurth[2], P. F. Velázquez[1], A. Esquivel[1], J. Bally[3]

[1]Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, Ap. 70-543, 04510 D.F., México
[2]Institute for Astronomy, University of Hawaii at Manoa, Hilo, HI 96720, USA
[3]Center for Astrophysics and Space Astronomy, University of Colorado, UCB 389, Boulder, CO 80309, USA

概要

HH 1/2 outflowに対するHSTの4 epochsの観測で、Hα,S[II]/Hα比のvariability及びproper motionを測定した論文。昔の観測よりもknotの速度が減速していそうなこと等を見出した。

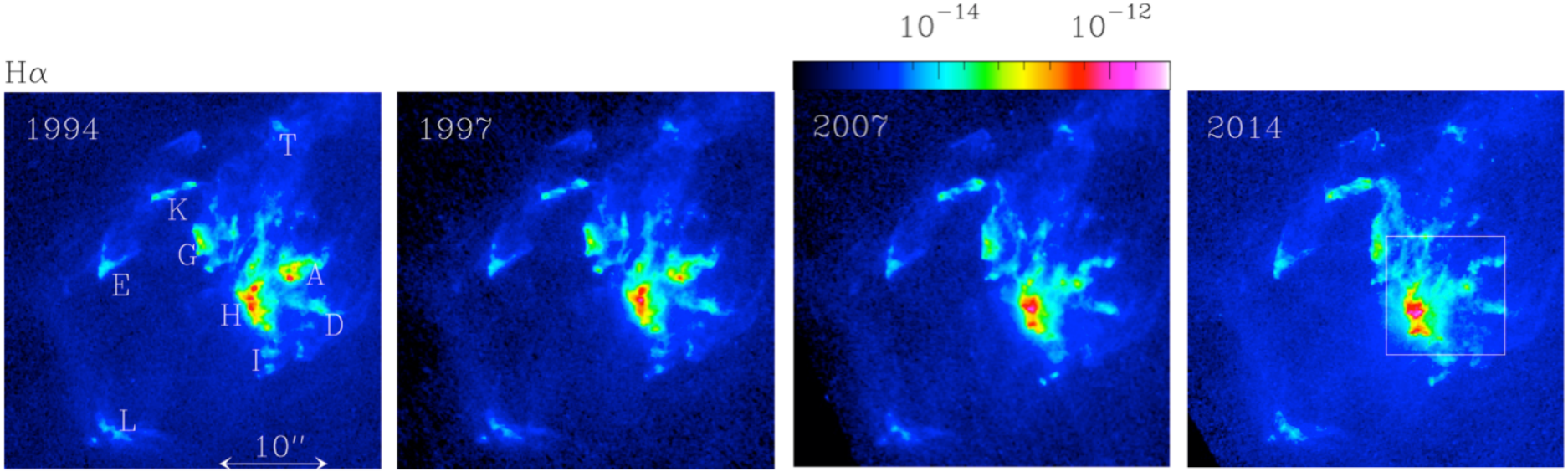


Fig.1 HH 2のHαの図
10個のknotを同定 L,K1,K2,TはHerbig&Jones 81で同定されていなかったもの
モロフォロジーは大きく変わっている (G, H, A)
Hは強度が強くなっているが、Aは弱くなっている

44. The Time Evolution of HH 2 from Four Epoch of HST Images

続き

Proper motionについて

・全てのknotが一定の速度
・Hαと[S II]のmotionはほぼ同じ（knot I以外)
・E,G,H,Dに関してはHerbig&Jones81の測定よりも遅くなっている
・逆にAは早くなってるが、形態が大きく変化するため不定性が大きい

Hα, [S II]/Hα比のvariability*について

*強度の測定にはsmoothingしたデータを使用
・全体的に両者とも変化は小さい

knot	Hα	[S II]/Hα
H	~2.4倍 増	constant
A	~14倍 減	~4倍 増

・H はショックで説明可能
・A はsteady ショックモデルには従わない

Table 1. HH 2 proper motions

knot	v_x [a]	$\epsilon(v_x)$ [a]	v_y [a]	$\epsilon(v_y)$ [a]	v_t [a]	$\epsilon(v_t)$ [a]	v_{HJ} [a]	$\epsilon(v_{HJ})$ [a]
L	46.4	4.4	-4.7	20.1	46.7	7.7		
	40.3	4.3	47.3	16.6	62.1	14.9		
E	27.5	7.1	-47.4	21.7	54.9	20.8	55	20
	30.0	4.8	-41.1	20.8	50.9	19.0		
K1	45.6	2.9	-45.8	17.9	64.6	15.3		
	49.2	4.5	-49.0	18.1	69.5	15.7		
K2	45.6	8.4	-41.1	21.1	61.4	18.7		
	44.5	4.3	-45.9	15.4	63.9	13.5		
G	97.3	6.9	16.7	20.3	98.7	10.8	138	8
	90.3	5.8	18.0	20.1	92.1	10.6		
H	206.6	5.6	-46.5	18.1	211.8	10.1	217	12
	183.5	7.6	-53.9	17.8	191.2	12.0		
I	234.9	6.2	-8.9	30.1	235.1	8.5	214	40
	62.3	12.3	5.6	24.5	62.5	14.3		
A	144.1	4.9	28.6	15.1	146.9	8.2	138	...[b]
	175.5	10.5	42.8	17.9	180.6	13.5		
T	66.0	4.2	-40.9	19.6	77.6	14.7		
	65.7	3.9	-42.2	18.8	78.1	14.3		
D	39.3	4.7	-12.5	19.2	41.2	11.5	77	20
	32.6	6.0	-6.1	18.9	33.1	10.0		

Table 1 *(continued)*

knot	v_x [a]	$\epsilon(v_x)$ [a]	v_y [a]	$\epsilon(v_y)$ [a]	v_t [a]	$\epsilon(v_t)$ [a]	v_{HJ} [a]	$\epsilon(v_{HJ})$ [a]

[a] The proper motion velocities and their errors (given in km s^{-1}) are calculated assuming a distance of 414 pc to HH 2: v_x is the velocity along the outflow axis, v_y across the outflow axis, v_t is the total proper motion velocity, and v_{HJ} is the proper motion velocity obtained by Herbig & Jones (1981),

[b] Herbig & Jones (1981) do not give an error estimate for their knot A proper motion.

44. On the origin of horseshoes in transitional discs

Enrico Ragusa[1*], Giovanni Dipierro[1†], Giuseppe Lodato[1], Guillaume Laibe[2] & Daniel J. Price[3]
[1]*Dipartimento di Fisica, Università Degli Studi di Milano, Via Celoria, 16, Milano, I-20133, Italy*
[2]*School of Physics and Astronomy, University of St. Andrews, North Haugh, St. Andrews, Fife KY16 9SS, UK*
[3]*Monash Centre for Astrophysics (MoCA) and School of Physics and Astronomy, Monash University, Clayton Vic 3800, Australia*

概要:
最近ALMA等で見えているtransitional diskの非対称性を連星起源で説明できないかを3D SPHの数値シミュレーションで調査した。連星質量比　q>~0.04の時に非対称性が見られた。

背景:
- 非対称性を説明する他の(これまで提唱されてきた)メカニズム:
  Rossby Wave Instability (RWI), 弱い磁場
- 本論文ではcircumbinary diskに着目, ブラックホール連星のdisk構造を説明するメカニズム
  =>同種のアイディアは最近他のグループも出しているらしい(Ruiz-Rodriguez+16)

初期条件等
- 2×10^6 SPH particles
- 連星の全質量: 2.2 Mo (massのみに敏感)
- binary separation: 15 AU
- orbital eccentricity: e=0
- inner radius: 18 AU
- outer radius: 100 AU
- dust-to-gas ratio: 0.01
- disk のガスmass: 0.05 Mo
- mass ratio q: 0.01, 0.05, 0.1, 0.2
- 計算した時間: 140周期 (~5600 yr)

疑似観測
1. 輻射輸送を解く(RADMAC-3D)
2. CASA simulator を使う
   - ALMA Band 7 (345 GHz) continuum
   - Ophiuchusの距離 (~130 pc)
   - 観測時間 3min
   - beam size: 0.”12 x 0.”1 (16 x 13 AU)

44. On the origin of horseshoes in transitional discs

続き

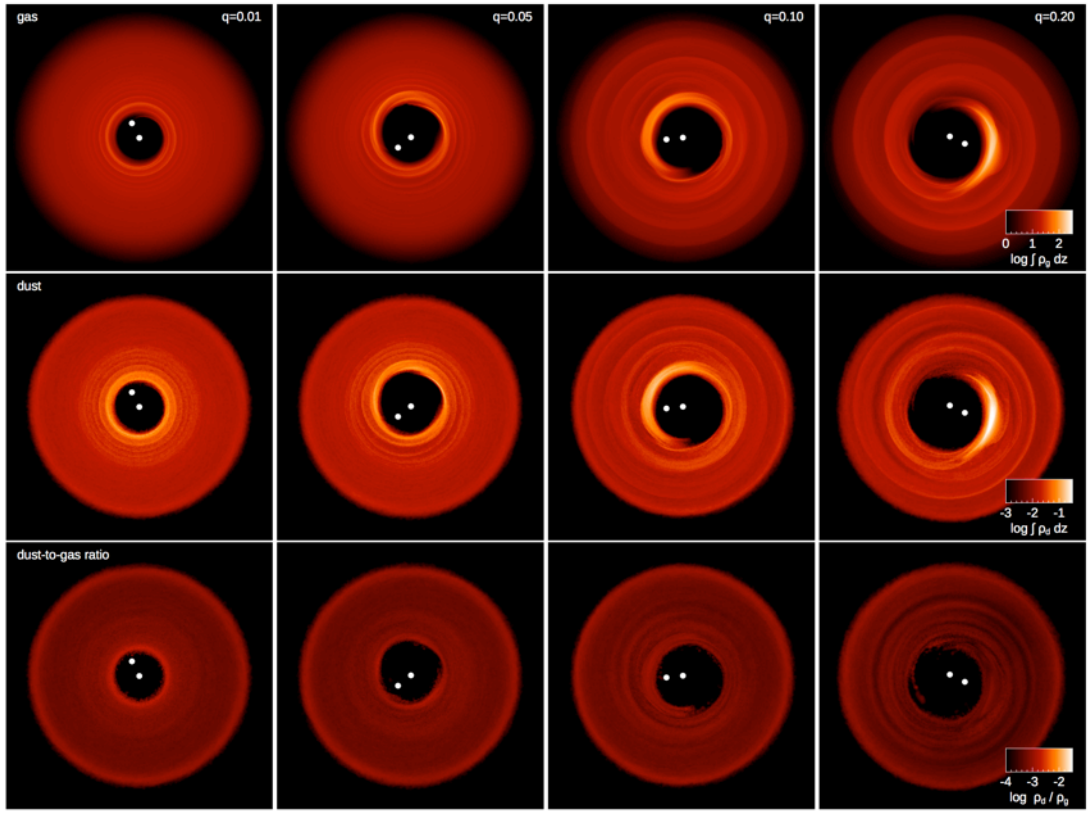


Fig.1 シミュレーションの結果(140周期)
上：ガスの分布
中：ダストの分布
下：ガス – ダスト比
q=0.05,0.10,0.20において、ガスとダストの両方で非対称が見えている

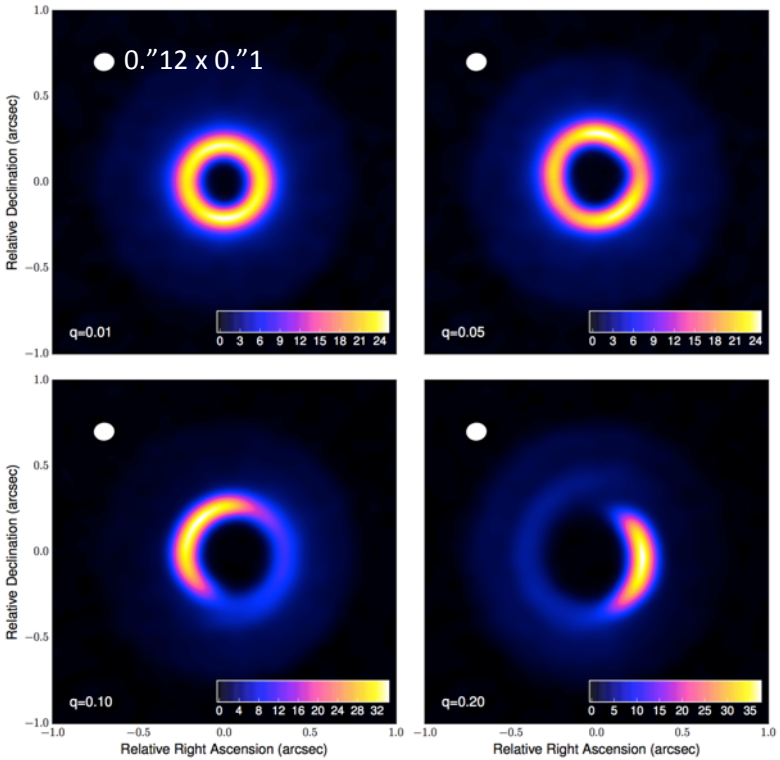


Fig.2 ALMAの疑似観測結果
下2枚(q>0.1)で非対称構造が卓越している
q=0.05ではダブルローブ