

INSIDE-OUT PLANET FORMATION

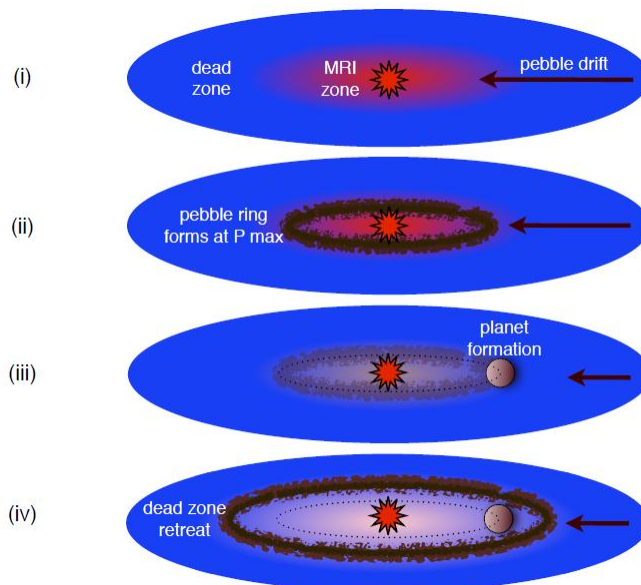
Sourav Chatterjee and Jonathan C. Tan

コンパクトで複数のトランジット天体のある惑星系がケプラーによって見つかった。現在の軌道位置で惑星形成がなされたと考えるには MMSN を 10 倍する必要がある非現実的
→inside-out formation: cm-m サイズの石からなる重力不安定なリングが gas drag で内側に移動していくことによってできる。

岩は MRI の働く層と dead-zone の間の圧力が最大の場所に集められる。岩のリングは、重力不安定で $1M_{\oplus}$ の惑星を直接作るか、core accretion で徐々に惑星を作るまで成長する。形成された惑星は type I migration を起こし得る、この際は active な領域に移動することにより再び ring が形成され、外側にまた惑星ができる。Migration が効かない場合は、accretion flow から孤立できるまで質量が増え続ける。

密度の多様性は、孤立した後の惑星に残ったガスがどれくらい降着するのにかによるのかも知れない。これは新しい ring が何回形成されるかによる。

→この単純な解析モデルで、惑星質量や、軌道半径と惑星質量の比率、軌道の最小差分値が観測値と一致した。これは狭く整った系(典型的な PPD の状況)で重い惑星をどう作るかを説明する。



On the corotation torque for low-mass eccentric planets

Stephen M. Fendyke and Richard P. Nelson

低質量の惑星が固定された楕円軌道を PPD の中で動くときの様子を高解像度で 2D 計算し

た

→惑星の受ける持続した非線形の共回転トルクが軌道離心率やディスクのパラメータ、惑星質量によってどう変化するかを求める。

先行研究と同様に、 e が増えると共回転トルクが減少した。ディスク内の流線を時間平均して解析すると、

→ e が増えると馬蹄形領域の幅が狭くなる →トルク減少のせいかもしれない

3つの別個の方法で共回転トルクをシミュレーションから求め、empiricalなfittingを行った。

→共回転トルクが $\exp(-e/e_f)$ に比例する単純なモデルが大局的に計算結果をよく一致した。 $(e_f$ は惑星のある地点のディスクのスケールハイトに比例する量)5-10 M_{\oplus} なら適用できることを確認

惑星-惑星間の作用で生じた軌道離心率の増加によって、ディスク-惑星間の共回転トルクに変化が生じ、disk-drivenのmigrationが起きるかもしれない。より忠実なモデルのよってこの現象の説明がなされるはずである。

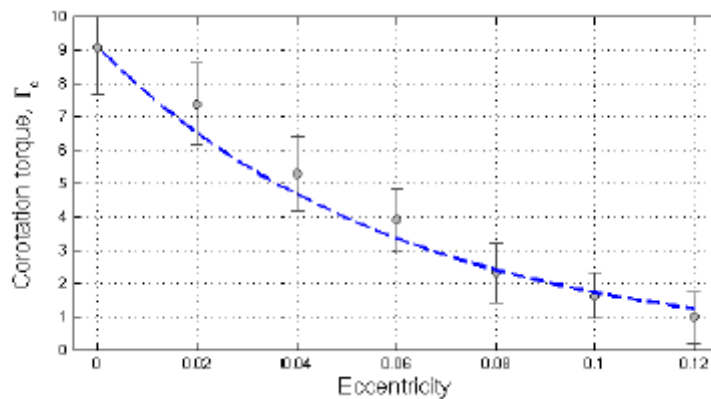


Figure 13. Corotation torque for a $10 M_{\oplus}$ planet embedded in a $h = 0.10$ disc, measuring using our method (iii). Error bars are given to 1σ . We superimpose a fit of the form $\Gamma_c(e) = \Gamma_{c,e=0} \exp(-e/e_f)$, using e_f from equation 10, derived from a study of $5 M_{\oplus}$ planets.

THREE-DIMENSIONAL RADIATION-HYDRODYNAMICS CALCULATIONS OF THE ENVELOPES OF YOUNG PLANETS EMBEDDED IN PROTOPLANETARY DISKS

Gennaro D'Angelo and Peter Bodenheimer

太陽質量の中心星から 5 or 10AU 離れたところにある、5,10,15 M_{\oplus} の若い惑星コアのエンベロープについて global 3D radiation-hydrodynamics 計算を行った。

→orbital-radius length scale でのディスクの熱力学と、core-radius length scale でのエンベロープの熱力学を nested-grid technique を適用して計算した。

ガス組成は太陽混合比率の水素分子及び水素原子、ヘリウム原子とそれらのイオン。状態方程式はガスと輻射を考慮し、さらに水素分子の振動と回転の準位と原子の電離の寄与を含めたガスのエネルギーも考慮した。ダストのオパシティーはミー理論から第一原理的に計算した。固体降着によるエンベロープのエネルギー析出量は惑星形成の 1D 計算を用いて 3D 計算を補足している。

→1D 計算と 3D 計算の間で質量とガス降着量は 2 倍以内の差、エンベロープ温度も同様。

3D エンベロープの大きさの定義には passive tracers の軌道を用いた

→Hill 半径や Bondi 半径よりも小さくなった。

エンベロープの慣性モーメントと角運動量、回転数は rigid-body approximation を用いて算出したので、slow bulk rotation になっている。極の flattening ≤ 0.05 。

Accretion flow の dynamics はエンベロープに向かって動く tracer の運動を追って評価した。

→この流れの異方性は元々のものと、エンベロープ表面とぶつかる場所で特徴付けられる。

ガスはエンベロープの中~高緯度地点で優先的に降着する。

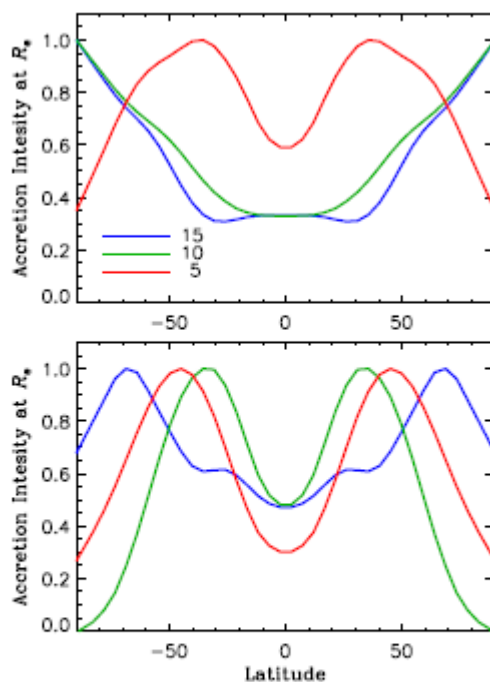


Figure 13. Normalized intensity of accretion at the envelope surface, integrated in longitude, as a function of the latitude. The curves represent the relative tendency for accreting gas to penetrate the envelope surface. The top and bottom panels refer to planets located at 5 and 10 AU, respectively. The core mass is indicated in the top panel in units of M_{\oplus} .

A lithium depletion boundary age of 21 Myr for the Beta Pictoris moving group

A. S. Binks and R. D. Jeffries

8つの低質量 the young Beta Pic moving group (BPMG)候補天体を可視分光観測し、その確認を行った。

→Li I 6708Å resonance feature の有無を確認し、他の BPMG グループ天体の文献値と合わせて the age-dependent lithium depletion boundary (LDB)を求めた。(同年代のグループ内で Li が燃えない光度)

→LDB から求めた BPMG の年齢は 21 ± 4 Myr で、低質量星の進化モデルに依らなかった。これは従来の想定より年老いた結果となったが、より正確な結果と考えられる。従って BPMG 天体に付随する substellar や惑星の質量が本当はもっと重いのかも知れない。

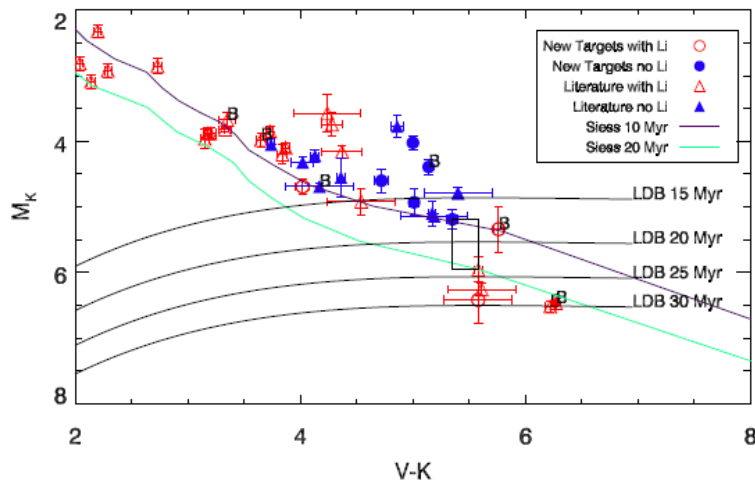


Table 2. LDB ages for the BPMG. Each column corresponds to a diagram in Fig. 2; each row gives ages based on a different evolutionary model.

	M_K vs V-K	M_K vs J-K	M_K vs SpT
LDB location	$M_K = 5.575 \pm 0.385$ $V-K = 5.465 \pm 0.115$	$M_K = 5.575 \pm 0.385$ $J-K = 0.885 \pm 0.040$	$M_K = 5.575 \pm 0.385$ $SpT = 4.475 \pm 0.525$
M_{bol}	8.280 ± 0.544	8.321 ± 0.556	8.307 ± 0.546
Ages (Myr)			
Chabrier & Baraffe (1997)	$20.3^{+3.7}_{-3.2}$	$20.7^{+4.6}_{-4.1}$	$20.6^{+3.8}_{-3.2}$
Siess et al. (2000)	$19.9^{+4.1}_{-3.7}$	$20.5^{+5.0}_{-4.9}$	$20.2^{+4.1}_{-3.8}$
Burke et al. (2004)	$18.5^{+3.8}_{-3.0}$	$18.9^{+4.6}_{-3.8}$	$18.8^{+3.8}_{-3.0}$

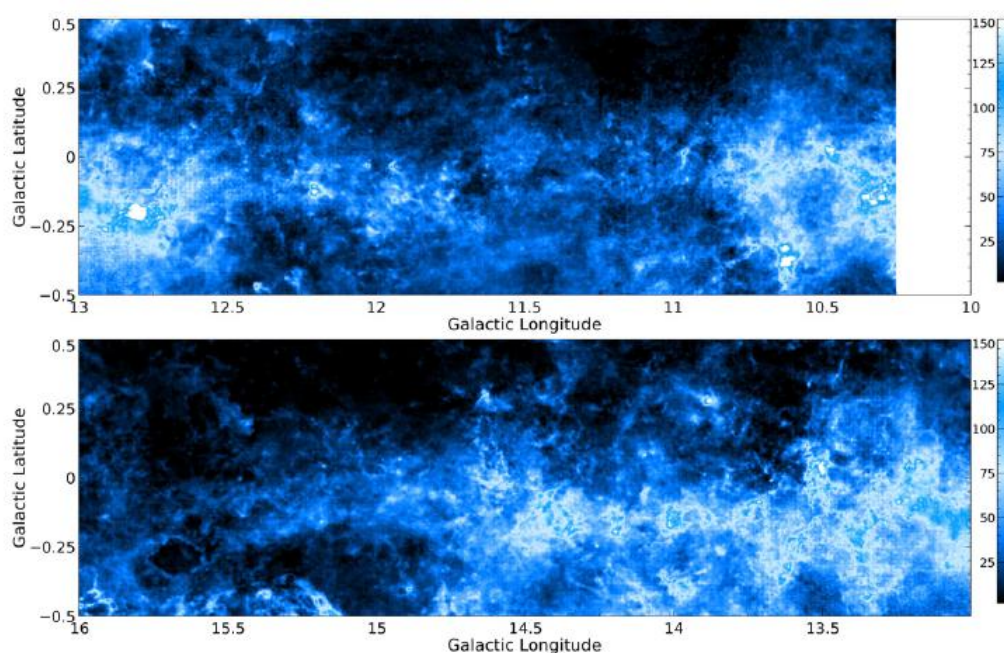
CO (3 – 2) HIGH-RESOLUTION SURVEY OF THE GALACTIC PLANE: R1

J. T. Dempsey, H. S. Thomas, and M. J. Currie

銀河面 ^{12}CO ($J=3 \rightarrow 2$)サーベイ the CO High-Resolution Survey (COHRS)の最初のリリース(R1)についての報告。

JCMT を用いた分解能 $\sim 14''$ のサーベイで、最終的には $|b| \leq 0.5$ between $10^\circ < l < 65^\circ$ の範囲をカバーする。R1は $|b| \leq 0.5$ between $10.25 < l < 17.5$ and $50.25 < l < 55.25$ 及び $|b| \leq 0.25$ between $17.5 < l < 50.25$ の観測範囲が公開された。

データは速度幅 $\sim 1\text{km/s}$ 、分解能 $\sim 16''$ にスムージングされ、平均 $\text{rms}\sim 1\text{K}$ を達成している。この論文ではデータ取得とそのリダクション手法について、そしてデータのノイズ特性について述べられている。高空間分解能はバブルやフィラメント構造を調べるのに、そして速度情報は渦状腕や outflow の調査に役立つはず。サーベイデータは既存の、そして将来のサーベイを補完することを意図している。(BGPS, ATLASGAL, Hi-GAL, JPS)



Radiation Magnetohydrodynamics In Global Simulations Of Protoplanetary Disks

M. Flock, S. Fromang, M. González, and B. Commerçon

輻射輸送と MRI による MHD 乱流を含む global な simulation で PPD の熱的、力学的な進化を追いたい。

→flux-limited diffusion approximation を用いた周波数依存の主星からの輻射を含む輻射輸送の hybrid な計算手法を PLUTO コード内で実現した。より高いパフォーマンスの輻射輸送計算を目指した結果、MHD 計算ステップより 3 倍早い計算を実現した。

→初めて階層化した PPD の大局的な輻射 MHD 3D シミュレーションを行った。ディスクモデルは Ophiuchus の AS209 系の近似モデルを採用。

輻射静水圧平衡の初期条件から、MRI が直ぐに MHD 乱流を起こし、ディスクを加熱した。

乱流の特性は、近年の局所等温な global simulation の結果と似ている。 $(\alpha \sim \text{a few } 10^{-3})$

ディスク内の乱流散逸で midplane の温度が passive disk model に比べて 15%上昇し、垂

直方向の温度プロファイルでは midplane にピークはなかった。

→midplane 付近で光学的に厚いディスク:古典的な viscous disk model で再現可能(2D viscous disk: the stress tensor is constant in the bulk of the disk and vanishes in the disk corona)

結果として現状の PC 環境で globalな 3D 輻射 MHD 計算を初めて実現した。

→今後同様の計算で観測的制限の多い PPD ディスク内側の力学計算ができるはず。

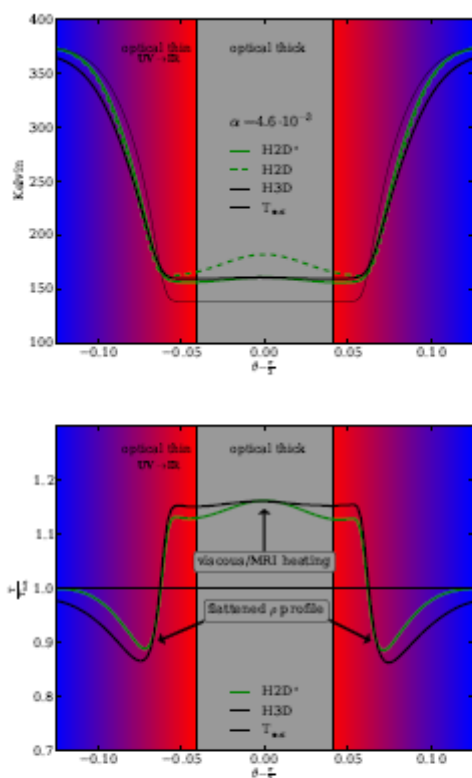


Fig. 8. Top: Vertical temperature profile of the RMHD run (black line) and the viscous RHD runs (green lines) for the high resolution models at 1 AU. Model H2D uses a constant alpha. Model H2D* uses a vertical dependence of $\alpha \sim 1/\rho$ which is more similar to the RMHD run. Bottom: Relative temperature profile compared to the initial passive disk, for models H2D* and H3D. On both panels, the background color shows the region of the disk where the gas is optical thin to its own thermal radiation as well as to the irradiation by the star. The grey background color shows the region where the gas is optical thick to its own radiation. We note that there is also a small region in the disk where the gas is optical thin to its own radiation but still optical thick for the irradiation by the star.

Multiple spiral patterns in the transitional disk of HD100546

A. Boccaletti, E. Panti², A.-M. Lagrange, J.-C. Augereau, H. Meheut, S. P. Quanz

PPD に惑星形成に関する様々な構造が見つかった。特に数例見つかった渦状の

構造は、重力不安定による重い惑星の形成や、既にある惑星の摂動によるものと期待されている。中でも HD100546 は特徴的なサンプル。

→高コントラスト、高空間分解能観測で惑星形成のプロセスを解明したい

→Gemini/NICI で NIR(Ks)の観測を行った。

大局的な構造はデータ処理中に消えてしまったが、HST で見つかった渦をかつてない高空間分解能で撮像することに成功した。

HST で 1 つの渦だった南東の構造が 3 つに分解された。

→2 つの摂動モデルを用いて、各渦が独立だとした際に定性的に摂動に制限を与えることに成功した。

北東部分には HST では渦が見えなかった

→放射強度比の下限值が求まった。可視光で見られるより大きな前方散乱の異方性が示唆される。

渦はだいたい 5-10AU の厚みだった。先行研究(Lp band)で見つかった惑星は見つからず、質量の上限が求まった(16 - 18M_J)。

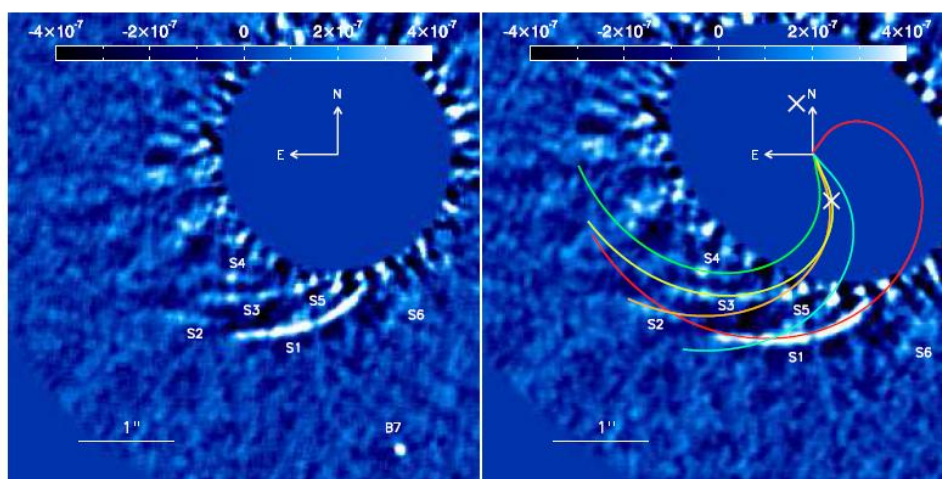


Fig. 5. The southern spiral patterns in the LOCI image, with each pieces being labeled (left), and the corresponding fits with a Muto et al. (2012) model calculated on the deprojected image (right). The positions of the Quanz et al. (2013) candidate forming planet and the southern point-source candidate identified in sec. 3 are indicated by two white crosses on the deprojected image.

Deuterated water in the solar-type protostars NGC 1333 IRAS 4A and IRAS 4B

A. Coutens et al.

水の重水素比を調べる→水の形成メカニズムや原始星フェーズから惑星形成フェーズへの変化に応じた進化メカニズムについて適切な手段

太陽型の原始星 NGC 1333 IRAS 4A and IRAS 4B の重水素比を調べ、他の原始星と比較。Herchel/HIFI で原始星周辺からその outflow 領域までの観測を行い($E_{\text{up}}/k = 22\text{--}168\text{ K}$)の

→disk の割合は 7.7%、領域の中心部でやや高く外縁部でやや低い。質量関数は Kroupa and Chabrier mass function と一致。IRSN 領域の質量関数は 0.14M までコンプリートなものが得られ、0.5M でブレークが見られた。

Disk の割合の場所による変化→クラスターの中心部の方が若い？

大質量星の年齢のばらつきと小質量星の evolutionary sequence は一致した。

質量関数の解析結果からは、質量分離は見られなかった。

全体的に disk fraction が低い

→しかし領域全体がまだ星形成中で OB 星の ionized photon の及ぶ範囲は狭い

→FUV の広範囲な feedback が有力？

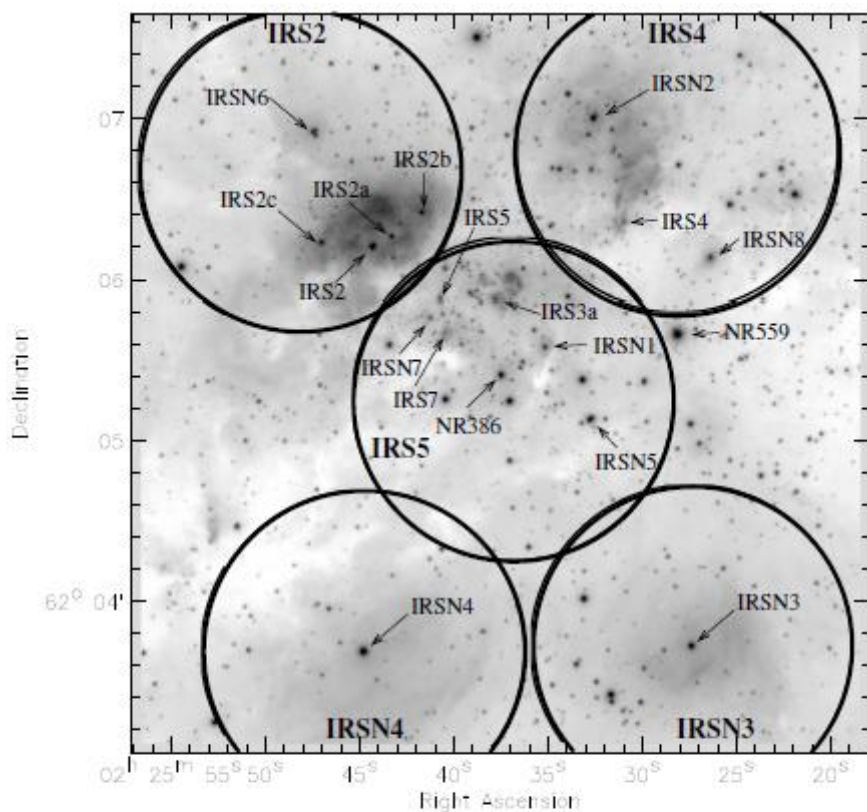


Fig. 1. Overview K_s map of the W3 Main region. Location of the regions discussed in the text and selected for plotting the CMDs (Fig. 9). The areas are circular, covering the bright H_{II} regions with a radius of 1'. The regions centered on IRS N3 and N4 cover the diffuse H_{II} regions W3 J and W3 K respectively. The region on IRS2 contains the compact H_{II} region W3A, and the area around IRS4 encompasses the H_{II} regions W3 D, W3 C and W3 H. The 1' circle around IRS5 covers the youngest H_{II} regions: W3 B, W3 E, W3 F and W3 M.

DIFFUSE IONIZING RADIATION WITHIN HH JETS

A. Esquivel & A. C. Raga

流体力学シミュレーションで時間変動する ejection velocity と jet 形成を計算した。高励起 HH 天体である HH80/81 のようなモデルをパラメータ設定で用いた。Jet のショック領域の ionizing radiation の輸送を含めて計算した。一定の emissivity を越える全てのセルで ray-tracing scheme で輻射輸送を計算した。

radiative precursor の時間発展を調べ、diffuse radiation の入っていないモデルと形状を比較した。

→計算の有無で $H\alpha$ の形状に影響を与える。

→PV 図のゼロ速度部分に比較的強い成分 : radiative precursor に相当、観測とも定性的に一致する。

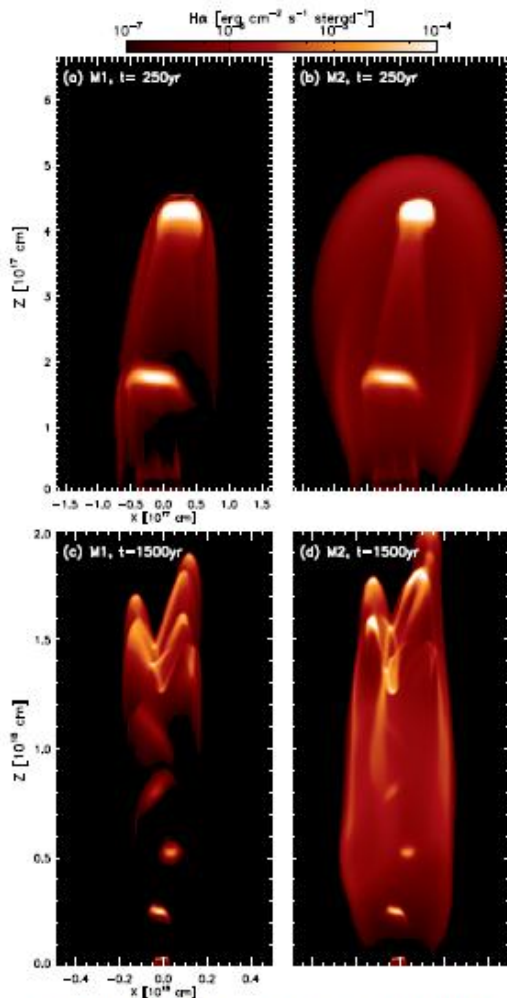


FIG. 4.— $H\alpha$ emission maps, calculated assuming that the line of sight is along the y -direction. In the upper panels (a and b) we show a zoom-in on the computational domain centered on the jet after an integration time of 250 yr. In the lower panels (c and d) we show the emission from the full computational domain at an integration time of 1500 yr. The left column (panels a and c) corresponds to model M1, without the diffuse radiation. The right column (panels b and d) corresponds to the model with the diffuse, ionizing radiation (model M2).

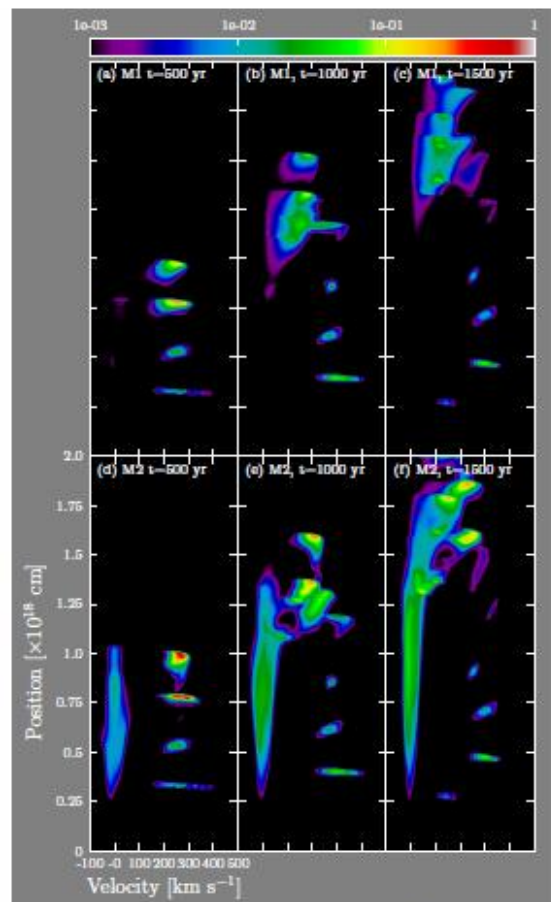


FIG. 5.— $H\alpha$ position-velocity diagrams obtained from our two models at different integration times (indicated in the labels at the top of the frames). The top panels (a–c) correspond to model M1, without diffuse ionizing radiation. The bottom panels (d–f) are for the model with diffuse radiation (M2). The logarithmic grayscale (colorscale in the online version) is the same for all panels, and it has been normalized to the largest value in each of the maps.