

Star Formation Newsletter

#266 1-5本目

麻生 有佑

Formation of prestellar cores via non-isothermal gas fragmentation

S. Anathpindika (2015)

- 分子雲中でのコアの形成過程をSPHで追った。
- 特に(a)熱的不安定(TI)と重力不安定(GI)の相互作用、(b)warm gasとcool gas、(c)これまでに報告されたコアに矛盾しないかに興味がある。
- R=2.5 pc, n=250 cm-3の板を考える。加熱冷却も考慮。
- 初期に重力的にsuper criticalなcase 1は半径方向に収縮、subなcase 2,3はフラグメント。
- Fig.3を見るとフィラメントに見える大きな構造が分裂して小さなコアになるヒエラルキー。

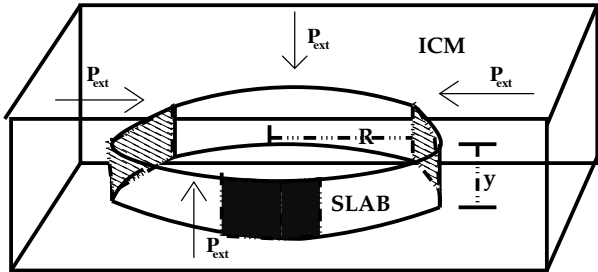


Figure 1. A sketch of the gas-slab of radius, R , and height, y , confined by the ICM has been shown in this cartoon. The small ICM exerts pressure, p_{ext} , externally on all faces of the slab as demonstrated by the direction of arrows.

Table 1 Physical parameters for the two cases.

Serial	\bar{n}_{gas}^a	\bar{n}_{icm}	$\frac{T_{gas}}{[K]}$	$\frac{T_{icm}}{[K]}$	$\left(\frac{P_{therm}^b}{k_B}\right)$	$\left(\frac{P_{grav}}{k_B}\right)$	$\left(\frac{P_{ext}}{k_B}\right)$	$\frac{h_0}{[pc]}^c$	$\frac{N_{tot}^d}{\times 10^5}$	$\frac{h_{avg}^e}{[pc]}$	$\frac{M_{gas}^f}{M_{Jeans}}$
1	2.5×10^2	125	40	131	1.0	0.63662	1.63662	0.572	6.4	0.044	1.4
2	2.5×10^2	125	100	328	2.5	1.592	4.092	0.905	7.21	0.052	0.6
3	2.5×10^2	125	150	491	3.75	2.388	6.138	1.108	7.61	0.055	0.36

^aNumber density for gas and the ICM listed in columns 2 & 3 in units of $[cm^{-3}]$.

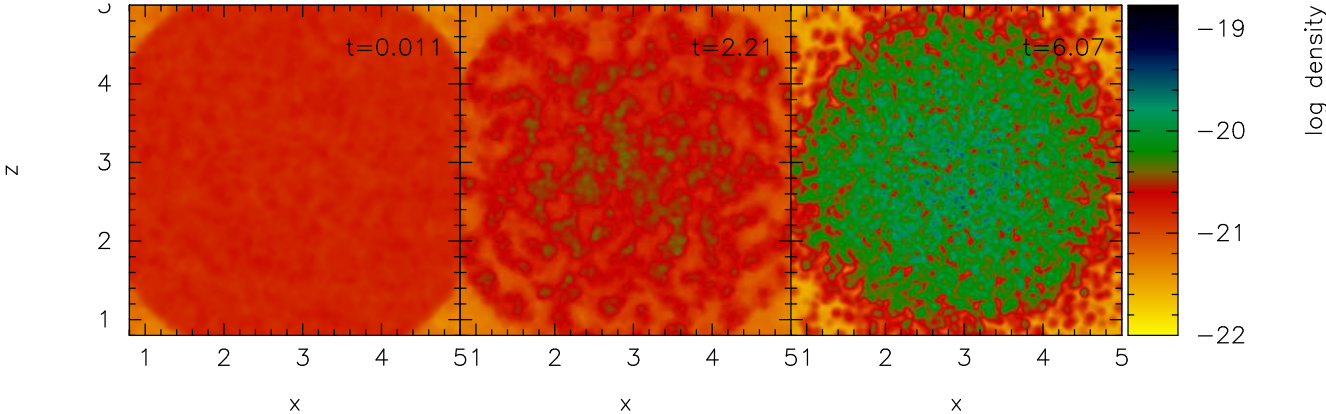
^bComponents of pressure listed in columns 6, 7 & 8 in units of $10^4 \times [K\ cm^{-3}]$.

^cScale-height for the slab

^dTotal number of particles including those representing the ICM.

^eAverage smoothing length for gas particles.

^f M_{Jeans} is the thermal Jeans mass calculated for the initial gas temperature, T_{gas} .



←Fig.3 case 2

Formation of prestellar cores via non-isothermal gas fragmentation

S. Anathpindika (2015) 続き

TIとGIの成長率を調べた。 ω と k の分散関係。
 初期に重力的にsuperなcase 1ではGIが発達。
 速度、密度の分布やMss-size関係も調べている。

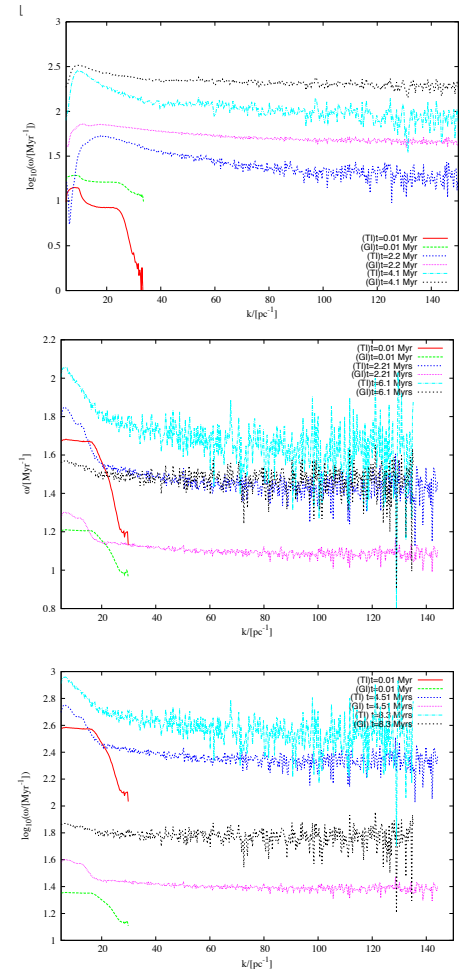
...

$$\tau_{TI} \equiv \frac{E_{therm}(T)}{(n\Lambda(T) - \Gamma)}, \quad \omega_J \equiv (4\pi G\mu\bar{n})^{1/2}$$

th-rate,

$$\omega_{TI} = \frac{1}{\tau_{TI}}.$$

まとめると、
 分子雲は安定で低温、安定で高温、不安定な3つが混ざっている。
 フラグメントは熱的不安定で始まりフィラメントができ、質量降着や合体で重力不安定を起こしてコアができる。
 これらの不安定性によって、dense coreなどでよく観測されるような弱い速度場が得られる。



Stability of filaments in star-forming clouds and the formation of prestellar cores in them

S. Anathpindika and J. Freundlich (2015)

フィラメントの力学的安定性を他の論文より現実的に調べる。

(i) 等温一様密度ではなくcooling functionも含めたエネルギー方程式を解く。

(ii) 初めから動的ではなく、圧力平衡

(iii) 重力的にsupercriticalな必要があるか調べる。

- 初期条件は、重力収縮せず一様密度で周囲と圧力平行にある筒。
- 筒は半径方向に収縮し、軸上にジーンズ長間隔でコア(10⁵cm⁻³)ができる。
- R~0.1 pcになり、密度分布はOstriker (1964)と合う。(Plummer-like; p=2)
- 重力的な安定性をSturges criterion S(r)で評価。

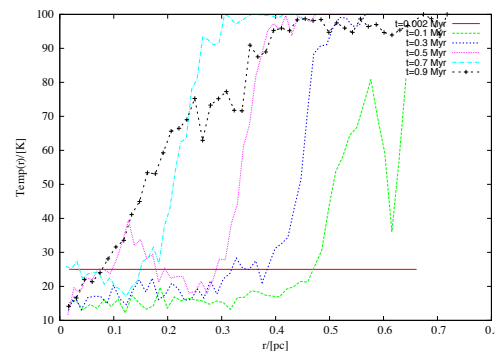
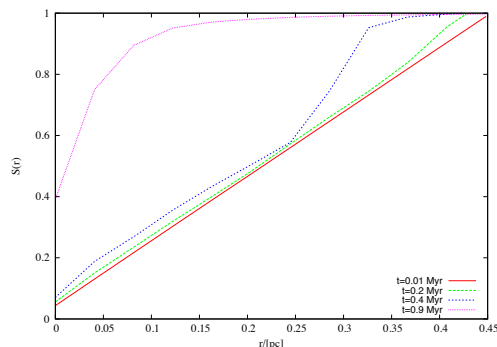
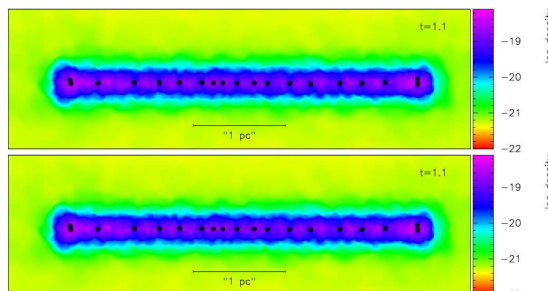
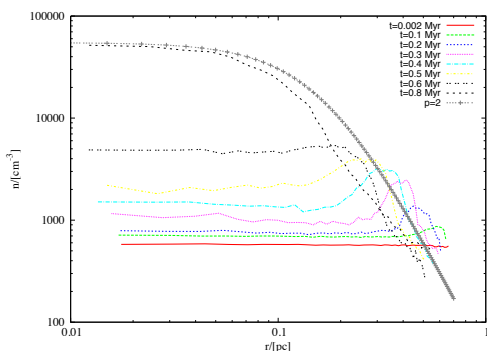
→ずっとsub-critical S(r<R)<1で自由落下していない。

温度も一様ではない。

$$\rho(r) = \frac{\rho_c}{\left[1 + \left(\frac{r}{r_{flat}}\right)^2\right]^{p/2}};$$

$$\frac{\Lambda(T_{gas})}{\Gamma_{CR}} = 10^7 \exp\left(\frac{-1.184 \times 10^5}{T_{gas} + 1000}\right) +$$

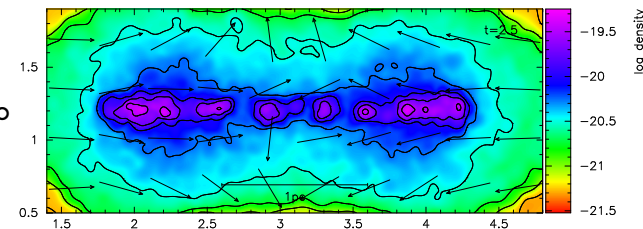
$$1.4 \times 10^{-2} \sqrt{T_{gas}} \left(\frac{-92}{T_{gas}}\right) \text{ cm}^3$$



Stability of filaments in star-forming clouds and the formation of prestellar cores in them

S. Anathpindika and J. Freundlich (2015)

- ガスの温度を上げて初期にsub-criticalな場合も調べた。
→細くなるのではなく押しつぶされた。

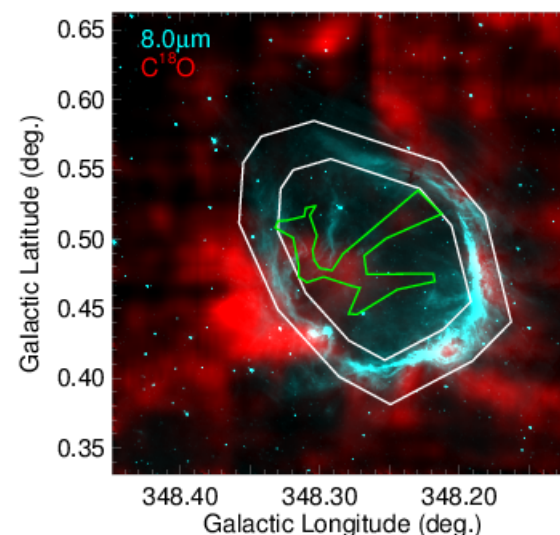
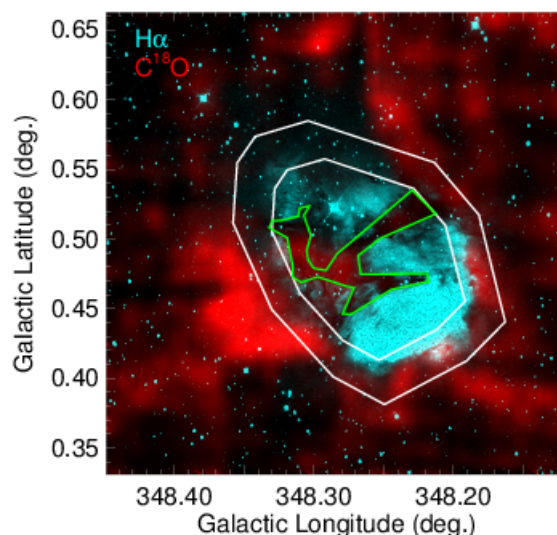
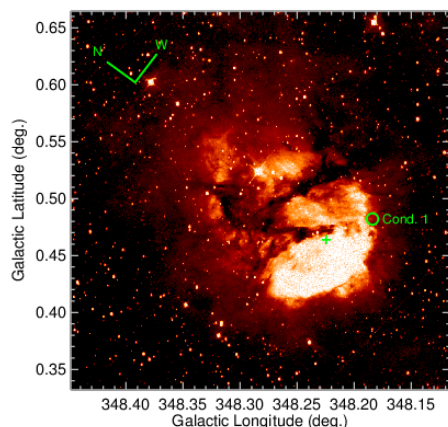


- 高密度フィラメントを作るためには少なくともcritically stable ($S(R) \sim 1$)でなければならない。
- $S(R) \sim 1$ の状態は10 Kの等温一様密度を仮定すると重力的にsuper-criticalに見える。
- 自由落下していなくても軸上にコアはできる。
- フィラメントで観測されるPlummer密度分布は地場なしでも作れる。
- 解析的にもPlummer密度分布から自由落下しないとわかる。
- 観測的にもフィラメントで自由落下でないインフォールを示すフィラメントの例がある (DR21, Perseus MC, Serpens MC)。
- 自由落下でないとすると、極端に強い減光を示すフィラメントがないことや、フィラメントの幅がどの領域でも同じことを説明できる。

Mopra CO Observations of the Bubble HII Region RCW120

Loren Anderson et al. (2015)

- よく知られたHII regionの円状バブル構造は一様膨張を示す。
- しかし、球殻では説明できず<10 pcの薄いシート内のできた2次元のリングとするものも。
- バブルの幾何は誘発的星形成の理解にとって重要(2Dリングではあまりできない)。
- RCW 120 ($d=1.3$ kpc)は20のClass I/IIを含むがバブル($D=3.8$ pc)の中心に2個しかない
→2Dリングか?
- Mopraで ^{12}CO , ^{13}CO , C^{17}O , C^{18}O 。速度分解能は0.7 km/s。
- $\text{H}\alpha$ で見える吸収は手前にあるはずで、球状膨張していれば青方偏移しているはず。
- 吸収部(Absorption)、吸収なし(No Absorption)、両方(Interior)、PDRでスペクトルを比較。



↑ $\text{H}\alpha$ で黒く吸収が見える。

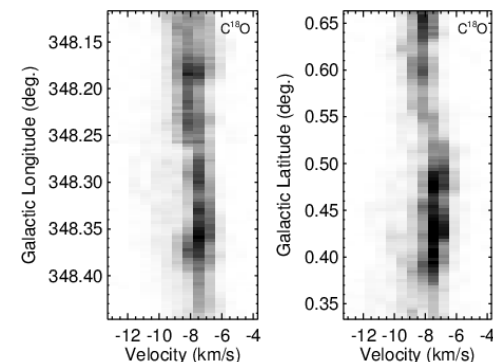
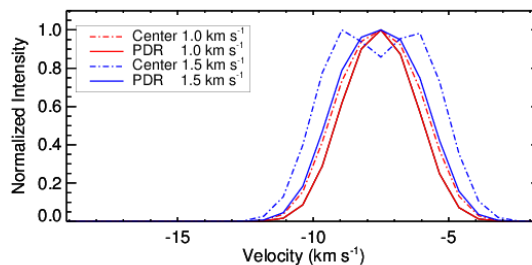
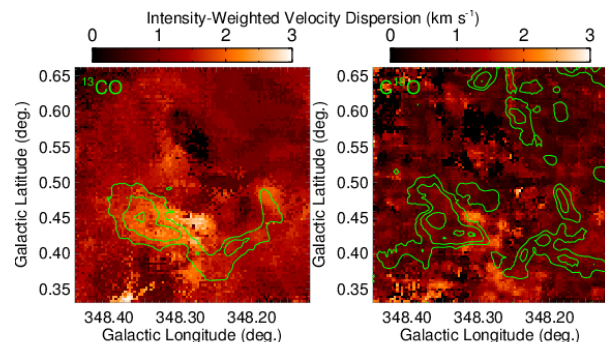
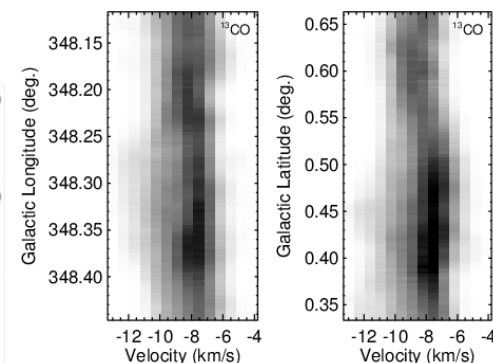
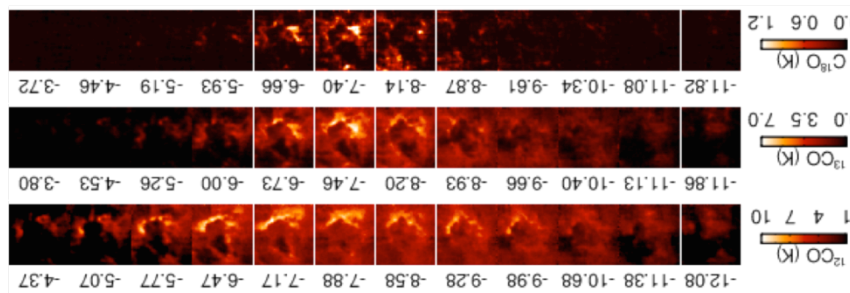
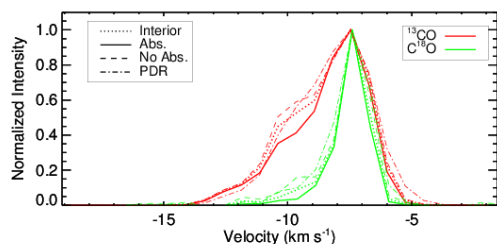
Mopra CO Observations of the Bubble HII Region RCW120

Loren Anderson et al. (2015) 続き

→ **×**4つとも似ていた(-10 km/sの凹みはセンスとしては逆)。

- チャネルマップでは、blueからredで内側、PDR、内側と明るいはず。→ **×**
- moment 2で内側ほど速度分散が大きいはず→ **×**
- PV図で環状に見えるはず→ **×**
- しかし、吸収が見えるので2Dではないはずで、速度分解能が足りないのだろう。
- Stromgren半径を用いた球殻膨張の解析解。膨張速度は~1.2-2.3 km/s。
- 乱流速度1.5 km/s、膨張速度1.0 km/sのモデルが合う(1.5 km/sでは合わない)。

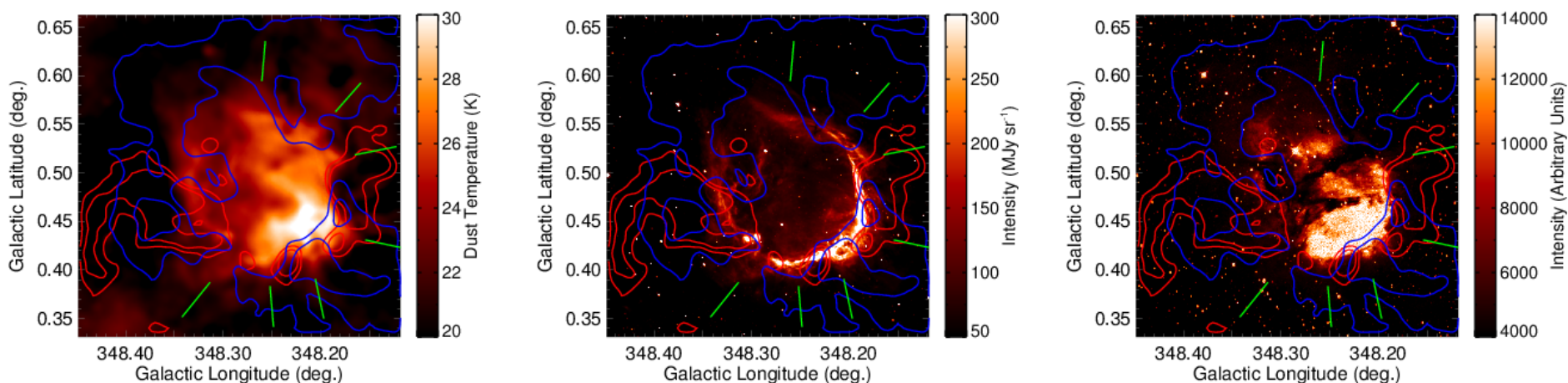
$$\frac{dR}{dt} = c_i \left(1 + \frac{7c_i t}{4R_S} \right)^{-3/7} = c_i \left(\frac{R_S}{R} \right)^{3/4}.$$



Mopra CO Observations of the Bubble HII Region RCW120

Loren Anderson et al. (2015) 続き

- $8.0\ \mu\text{m}$ で見るとPDRの外にダスト温度がエンハンスされた場所がいくつもある。
- 東西のエンハンスは $-8.9\ \text{km/s}$ (青コントア)のCOの隙間に、南は $-6.0\ \text{km/s}$ (赤コントア)のCOのクランプの間にある。
- 北東に開いている部分も $-6\ \text{km/s}$ (赤コントア)のCOがないところに合う。
- 北東も含め、バブルは多孔質になっていて光子が漏れている。(Anderson et al. 2010の確認)。



Resolved photometry of the binary components of RW Aur

S. Antipin et al. (2015)

- 新しい望遠鏡のテスト観測が上手くいったというレポート。
- RW Aur: Aも伴星(B)もCTTS。変光星。
- Shatzharmaz山にあるCaucasus observatory of Lomonosov Moscow State Universityに新しく作られた2.5m望遠鏡でRW Aurをマルチカラーイメージング。U, B, V, Rc, Icフィルター。
- 分解能は0.5-0.7"で、連星を分解。
- Aは20年前より3等暗い← $A_V=2.87$ と $A_V=0.44$ の2成分gray extinction。ダストによる食だろう。
- Bは0.7等明るい。Bは94年に食があり、Aとは逆センス。

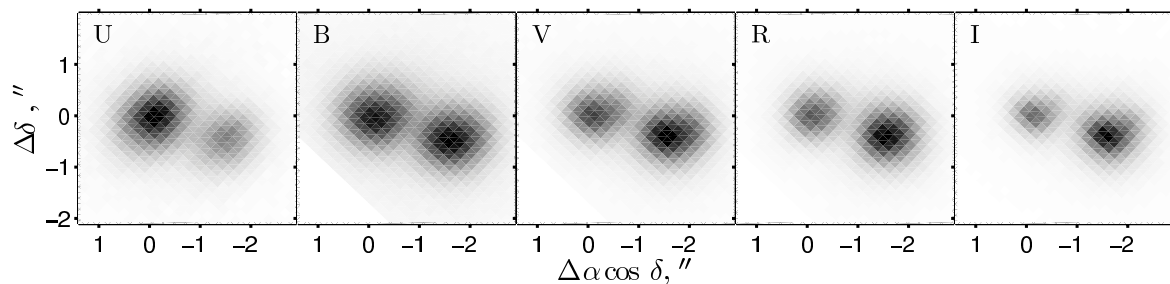
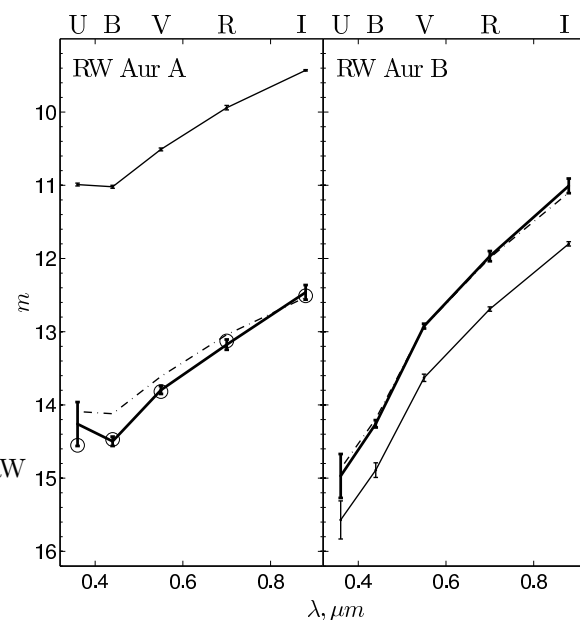


Figure 1. Images of RW Aur binary in the *UBVRI* photometric bands. The primary component, RW Aur A, is placed in the origin of the coordinate system.

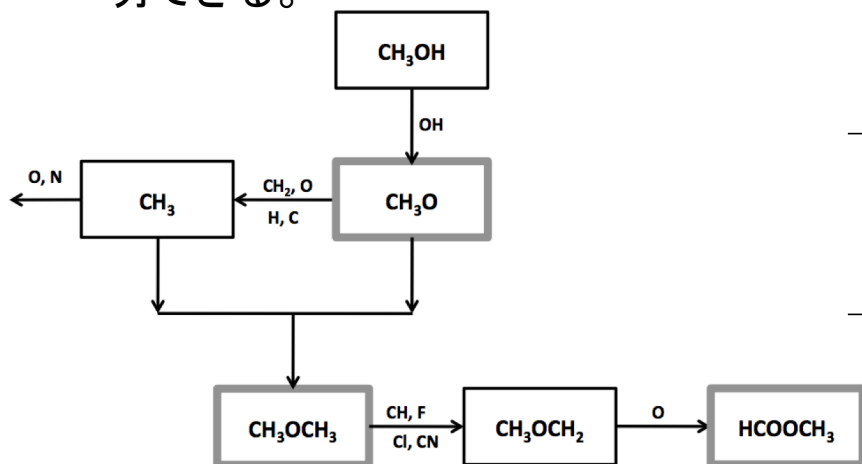
Aが左上、Bが右下。



Formation of complex organic molecules in cold objects: the role of gas phase reactions

Nadia Balucani, Cecilla Ceccarelli and Vianney Taquet (2015)

- 複雑な有機分子(COMs)の生成は、水素を含む分子が<20 Kの粒子表面でできて加熱されて気相へ出て反応する”warm gas-phase”から、~30 Kなった粒子表面でCOMsもできる”grain surface”が主流になった。
- しかし、観測は30 K以下でCOMsを検出←高密度コア内できると説明←L1544ではコアの外側(~10 K, $3 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$)で検出。↓
- 蟻酸メチル(MF)とジエチルエーテル(DME)を低温下気相反応で作る新しいモデルを提唱。
- 既存のchemical networkにMF, DME, メトキシ基を追加。
- 10 K , $6 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$ を基準に比較。
- L1544観測に対して他のモデルでは大きく出てしまうメトキシ基、MF、DMEの上限(2×10^{-10} , 2×10^{-10} , 2×10^{-9})に合う。
- DMEとMFは別の観測で6桁に渡る相関が示されており、今回加えた反応で説明できる。



Reaction	Rate coefficient ($\text{cm}^3 \text{ s}^{-1}$ at 10 K)	References & Notes
(1) $\text{OH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	3.0×10^{-10}	1
(2) $\text{CH}_3\text{O} + \text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{photon}$	3.0×10^{-10}	see text
(3) $\text{O} + \text{CH}_3\text{OCH}_2 \rightarrow \text{HCOOCH}_3 + \text{H}$	2.0×10^{-10}	2, 3
(4) $\text{F} + \text{CH}_3\text{OCH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_2 + \text{HF}$	2.0×10^{-10}	2
(5) $\text{Cl} + \text{CH}_3\text{OCH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_2 + \text{HCl}$	2.0×10^{-10}	4

Formation of complex organic molecules in cold objects: the role of gas phase reactions

Nadia Balucani, Cecilla Ceccarelli and Vianney Taquet (2015) 続き

