Star Formation Newsletter No. 334, 36-42

野村英子 (国立天文台)

36. Dust trapping around Lagrangian points in protoplanetary disks

Matías Montesinos[1,2,3], Juan Garrido-Deutelmoser[4,3], Johan Olofsson[1,3], Cristian A. Giuppone[5], Jorge Cuadra[6,3], Amelia Bayo[1,3], Mario Sucerquia[1,3] and Nicolás Cuello[7]

37. ALMA Observations of Giant Molecular Clouds in M33. II. Triggered High-mass Star Formation by Multiple Gas Colliding Events at the NGC 604 Complex

Kazuyuki Muraoka[1], Hiroshi Kondo[1], Kazuki Tokuda[1,2], Atsushi Nishimura[1], Rie E. Miura[2], Sachiko Onodera[3], Nario Kuno[4,5], Sarolta Zahorecz[1,2], Kisetsu Tsuge[6], Hidetoshi Sano[2], Shinji Fujita[1], Toshikazu Onishi[1], Kazuya Saigo[2], Kengo Tachihara[6], Yasuo Fukui[6,7] and Akiko Kawamura[2]

38. The dipper light curve of V715 Per: is there dust in the magnetosphere?

Erick Nagel[1] and Jerome Bouvier[2]

39. A new parameterization of the star formation rate-dense gas mass relation: embracing gas density gradients

G. Parmentier[1] and A. Pasquali[1]

40. The brown dwarf population in the star forming region NGC2264

Samuel Pearson[1], Aleks Scholz[1], Paula S Teixeira[1], Koraljka Muzic[2] and Jochen Eisloffel[3]

41. From the CMF to the IMF: Beyond the Core-Collapse Model

V.-M. Pelkonen[1], P. Padoan[1,2], T. Haugbolle[3], A. Nordlund[1]

42. Oumuamuas passing through molecular clouds

Susanne Pfalzner[1,2], Melvyn B. Davies[3], Giorgi Kokaia[3] and Michele Bannister[4]

41. **From the CMF to the IMF: Beyond the Core-Collapse Model**

V.-M. Pelkonen[1], P. Padoan[1,2], T. Haugbolle[3], A. Nordlund[1]

Accepted by MNRAS

・MHDシミュレーションにより、コア質量関数(CMF)と初期質量関数(IMF)の相似性の原因が分子雲コア収縮モデルに従っているのか否かを調べた。

・結果は、CMFとIMFの類似性は単なる統計的なものであり、星の質量とその星が誕生した分子雲コアの質量の間には、弱い相関しかなかった。

・もとの分子雲コアから供給された質量の割合は、大質量星の場合は10%程度、小質量星の場合でも平均値は50%程度のみであった。

・背景

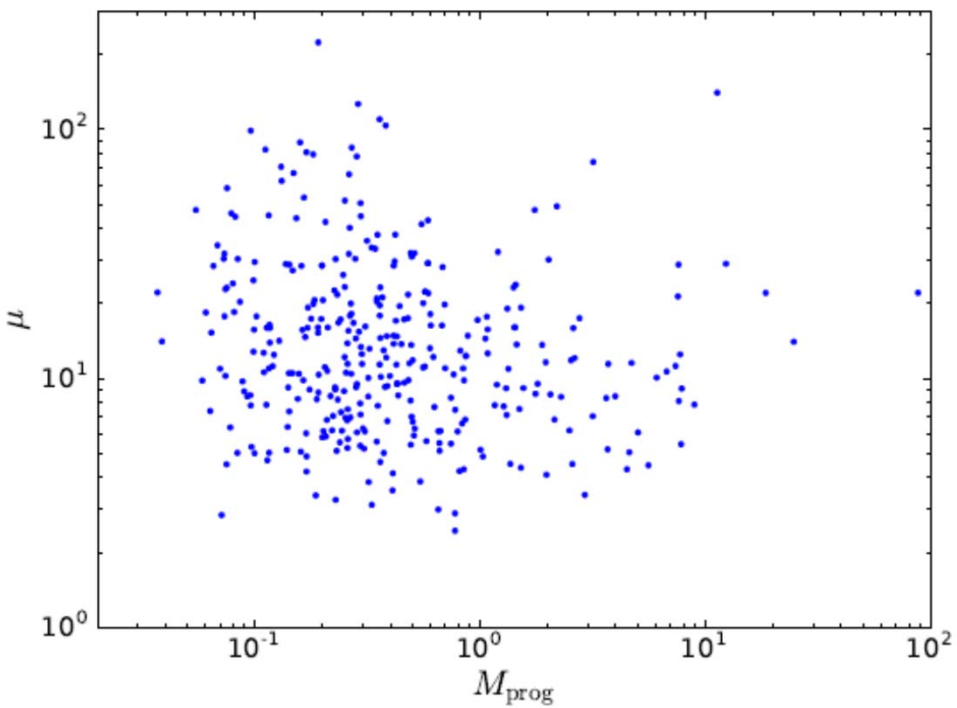
Haugbolle et al. (2018)の高解像度・長積分時間のMHDシミュレーションにより、

IMFの観測を再現できるようなった。

それまでの短積分時間のシミュレーションでは、星へのガス降着が終了するまで計算できておらず、また、磁場なしのシミュレーションでは、分裂過程がきちんと扱えていなかった。

本研究では、 Haugbolle et al. (2018)のシミュレーションをもとに、CMFとIMFの関係を調べた。

・MHDシミュレーション：AMR code RAMSES
等温、周期境界条件、グリッド：256^3、refinement：6段階
(box size：4pc、smallest cell size：50AU)
積分時間：~20 dynamical time (~20Myr)(自己重力なし)+~2.6Myr (自己重力あり)
M_{box}=3000Msun、平均密度=795cm^{-3}、B_{box}=7.2uG

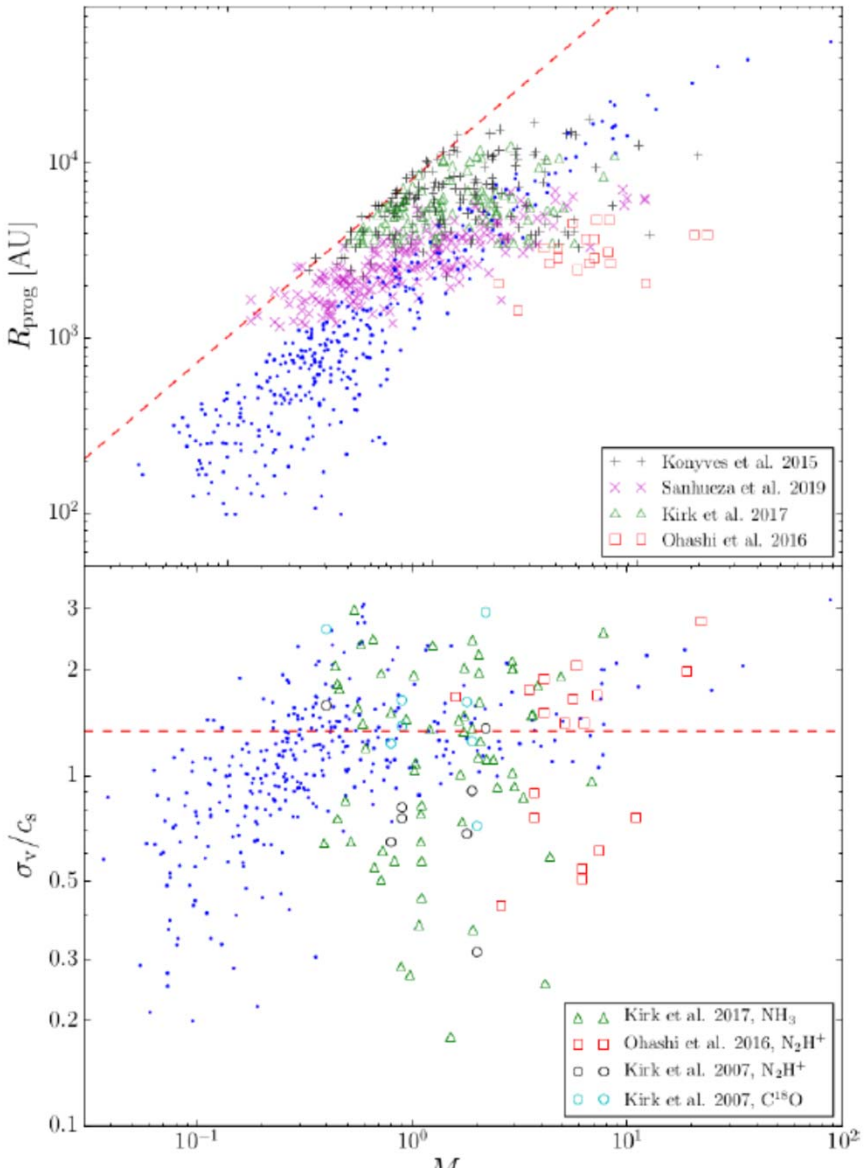


・最終的に形成された星(sink particle)：413個、sink particleの密度：1.7x10^9cm^{-3}
・clump finderで分子雲コアを同定
・tracer particlesで星を形成したガスの軌道を追尾
・分子雲コアの安定性

$$\mu = M_{\rm prog}/M_{{\rm c}\phi}, \quad M_{{\rm c}\phi} = \frac{c_1}{3\pi}\left(\frac{5}{G}\right)^{\frac{1}{2}}\phi$$

全てのコアはmagnetically super critical
(重力不安定)

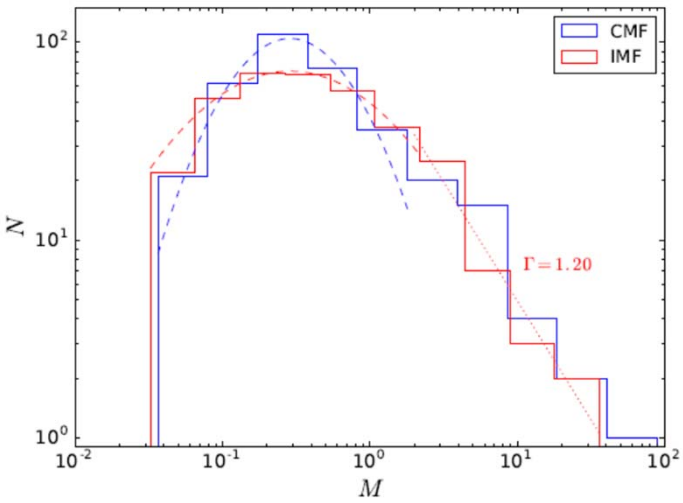
・分子雲コアの観測と比較



・シミュレーション：青点
・観測：Aquila(ハーシェル)・黒点
　　オリオン
　　(ALMA・ピンク、赤、SCUBA・緑)
・赤線：臨界Bonner-Ebert半径(上のパネル)
　　運動エネルギー=熱エネルギー(下のパネル)

・シミュレーションと観測はよく一致
1000AU以下のものは、観測では分解できていない
分子雲コアは重力不安定、エネルギー等分配

・CMFとIMFのシミュレーション結果

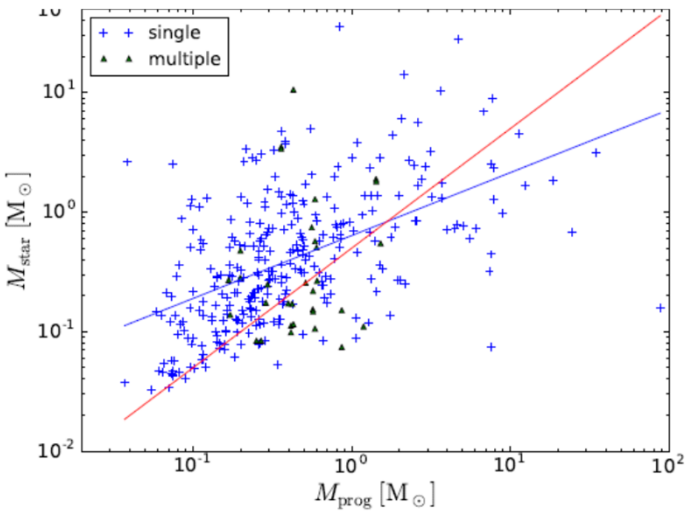


・CMFとIMFがほぼ一致

$$M_{\rm star} \approx \epsilon_{\rm prog} M_{\rm prog}$$

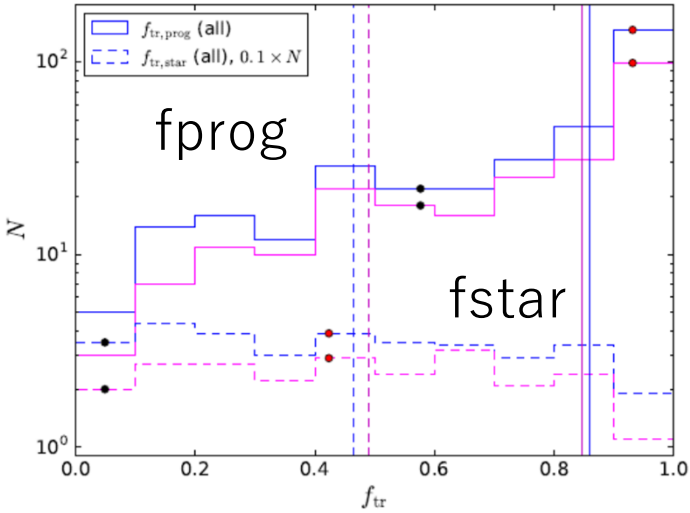
星形成効率 ε _{prog}~1
(Taurus, Ophiucusの観測結果と一致)

・個々の分子雲コアと形成された星の質量の関係は、大きく分散

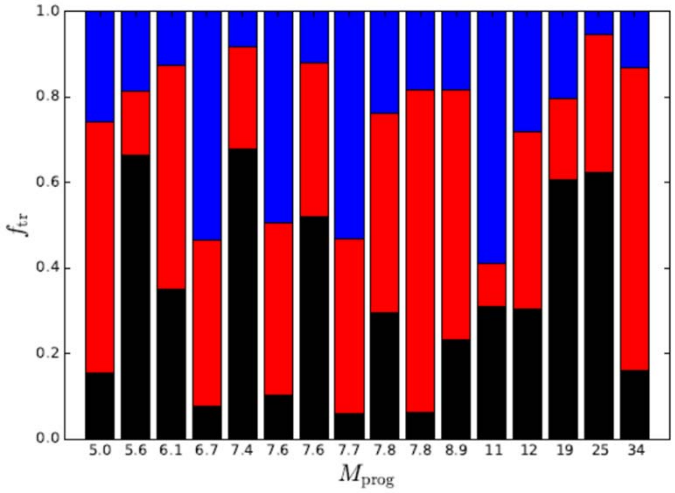


赤線：$M_{star}=0.5M_{prog}$

・分子雲コアから星への質量降着の軌跡



青：fprog、赤：fstar、
黒：他の星に降着した割合



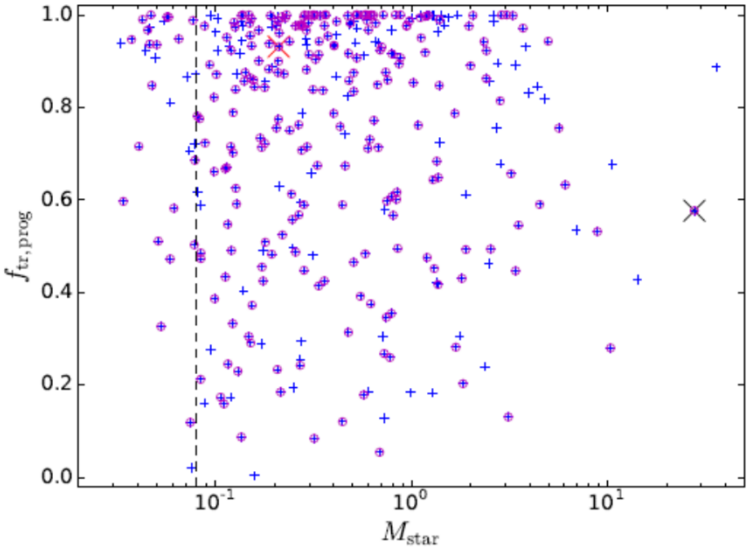
・fprog：分子雲コアの質量のうち、星に降着した割合

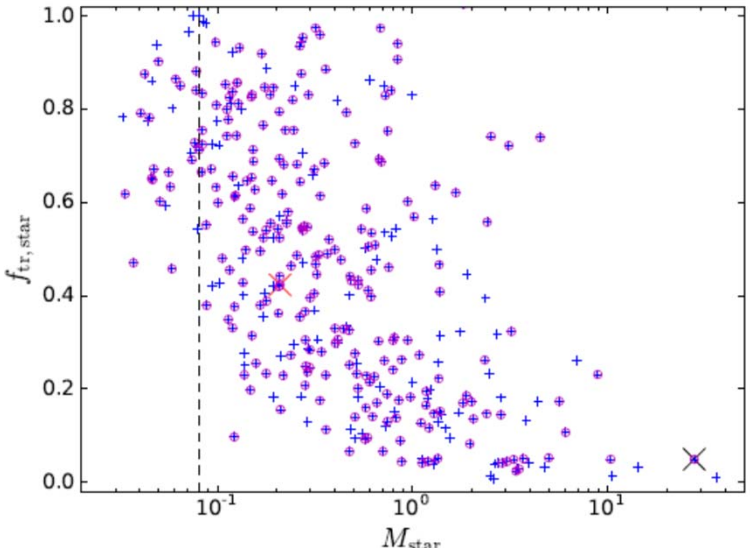
・fstar：星の質量のうち、もとの分子雲コアから降着した割合

・fprogは1付近に集中しているが、Mprogが大きい場合は特に、低い値になる。

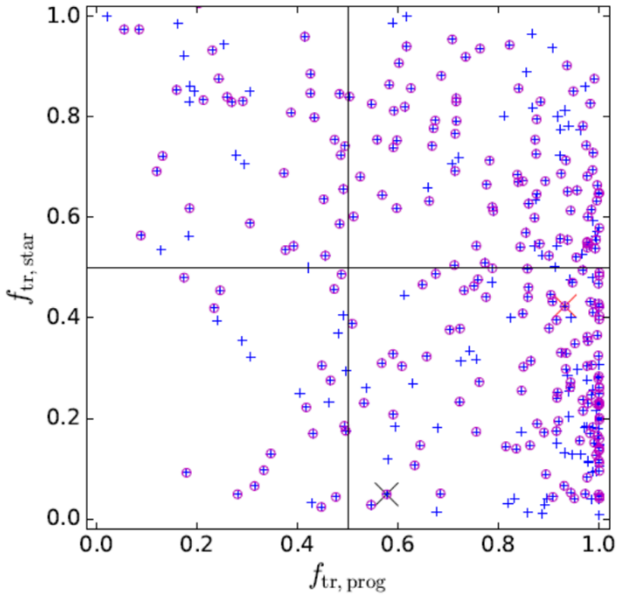
・fstarは様々な値に分布

・fprog、fstarのMstar依存性



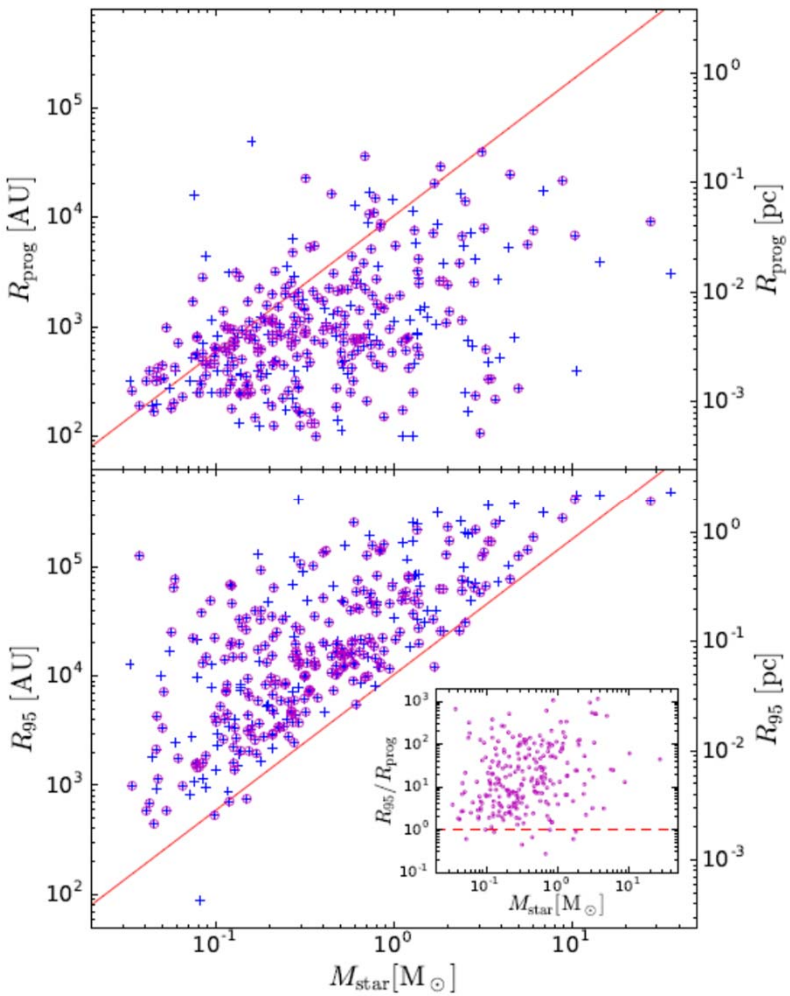


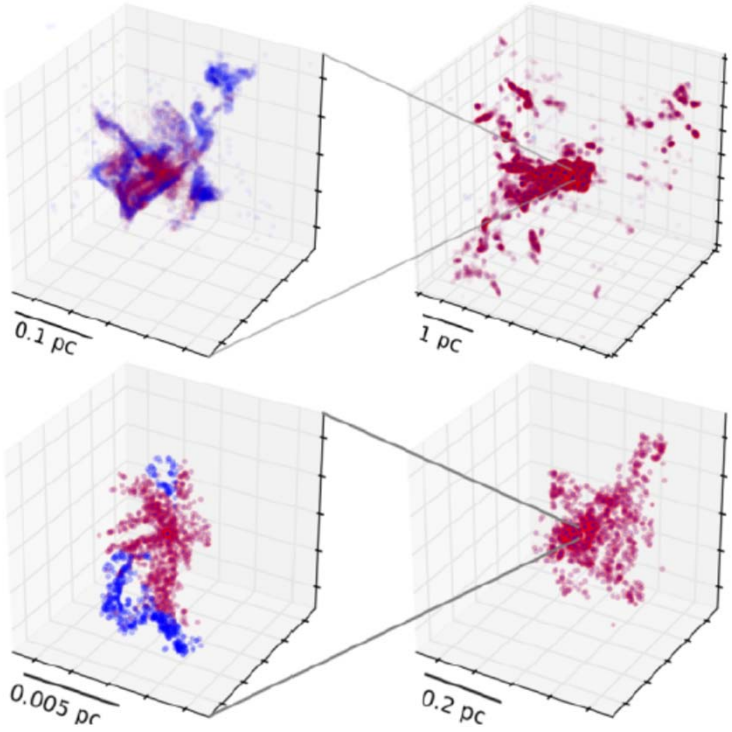
・fprog vs. fstar



・fprogのMstar依存性は小さい
・fstarに関しては、質量の小さい星ほどもとの分子雲からの質量降着の割合が大きい
・分子雲コア収縮モデル($M_{\mathrm{star}} \approx \epsilon_{\mathrm{prog}} M_{\mathrm{prog}}$)に相当するのは、上図の右上部分のみ(全体の~35%)

・星への質量降着領域





Mstar=0.21Msun

Mstar=28Msun

・R_{95}：星の質量の95%を構成する粒子が降着する半径
質量の大きな星では、計算領域全域から質量降着する
質量の小さな星でも、 R_{95}/ R_{prog}は大きな値を持つ

42. Oumuamuas passing through molecular clouds

Susanne Pfalzner[1,2], Melvyn B. Davies[3], Giorgi Kokaia[3] and Michele Bannister[4]

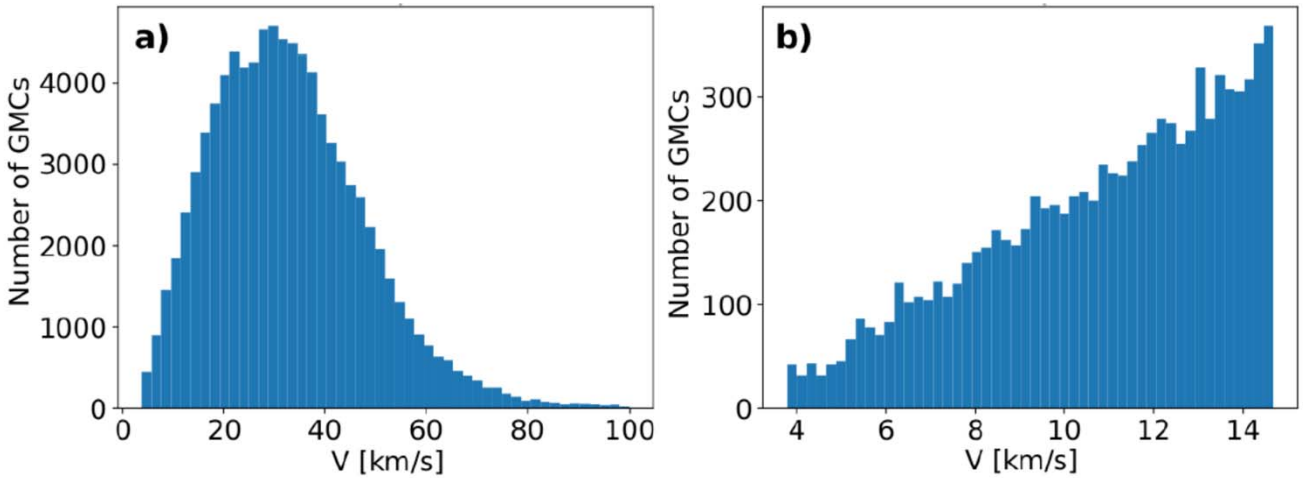
Accepted by ApJ

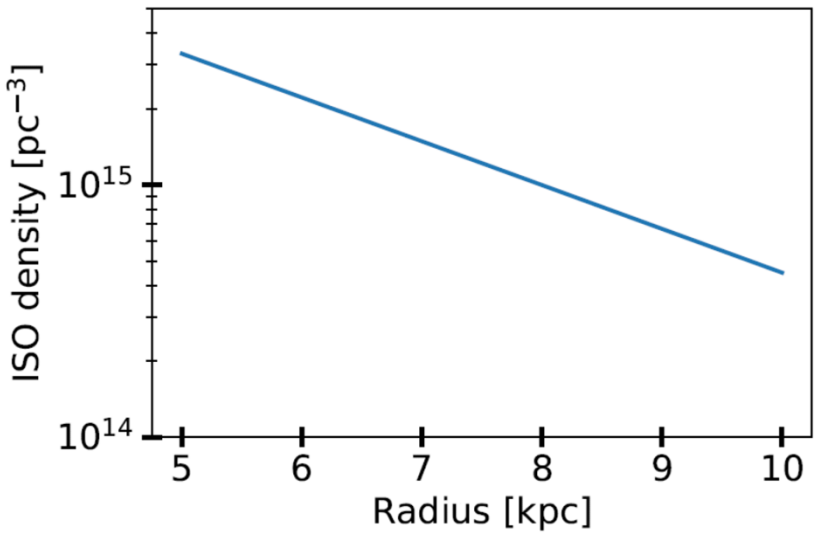
・Oumuamuasのような浮遊彗星(ISO)が、分子雲中にどのくらい存在するかを調べた。
・ISOの速度に依存して、分子雲中の滞在時間は0.1-2%程度ある。
・ISOの分子雲中の滞在確率は、銀河中心からの距離(星と分子雲の密度)にも依存する。

・銀河ポテンシャル：$\Phi_G(R;z) = \Phi_h(R;z) + \Phi_b(R;z) + \Phi_d(R;z)$,(ハロー、バルジ、円盤)
・銀河系中の分子雲の空間分布、数分布、半径分布：21cm線等の観測に基づく
・分子雲の質量は、時間進化する。 $M(t) = \left[-0.25\left(\frac{t-t_0}{10}\right)^2 + \frac{t-t_0}{10}\right] \times M_{i*}$

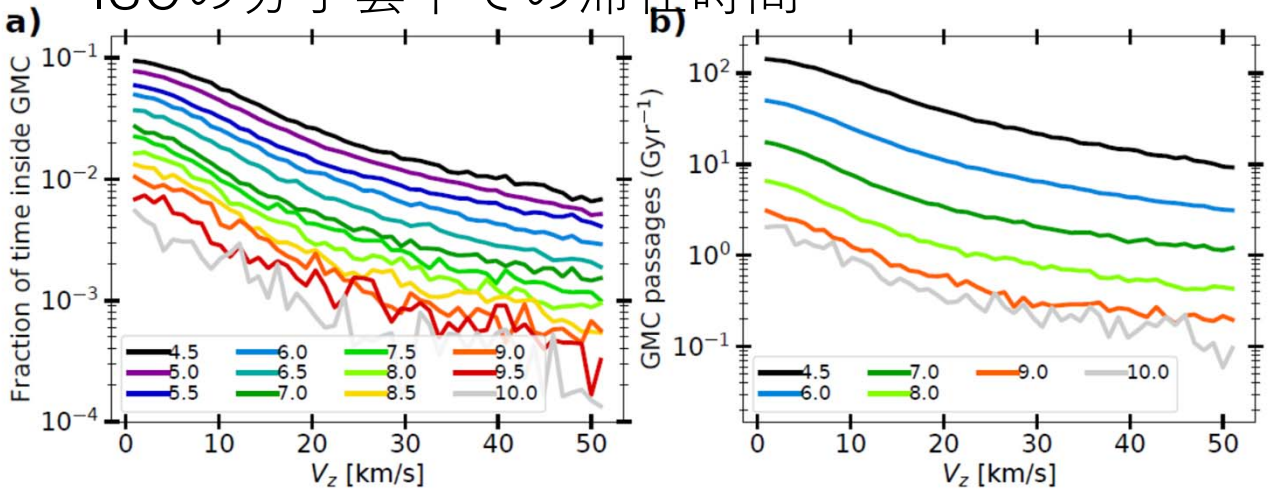
・ISOは惑星系形成時に系から放出されたものとし、400,000個の粒子の軌跡を調べた。

・分子雲中の1-3Myr old starの速度分布





・銀河中心からの距離(color)と速度に依存した
ISOの分子雲中での滞在時間



・大きいな質量のISOが分子雲中に存在する→天体形成過程に影響?
・分子雲中の滞在時間の違いにより、OumuamuaとBorisovの違い(揮発性成分含有量の違い)が生じた？