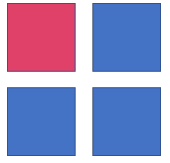


初代星形成時における 周連星円盤について

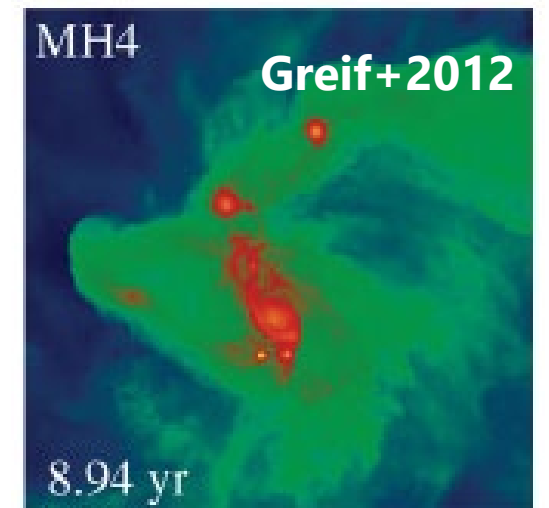
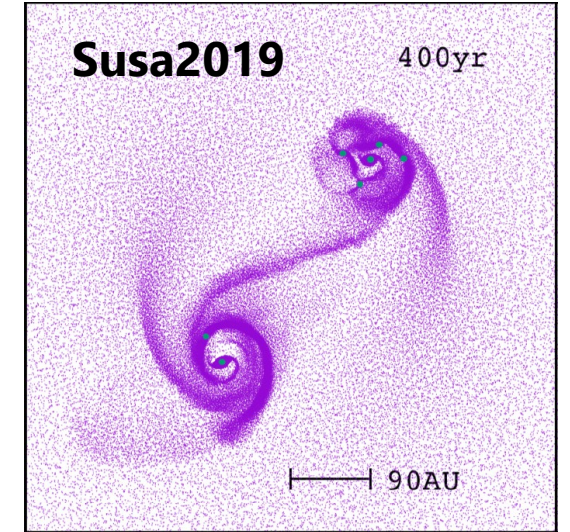
甲南大学 織田篤嗣 須佐元

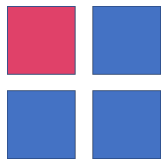


初代星降着期の円盤分裂

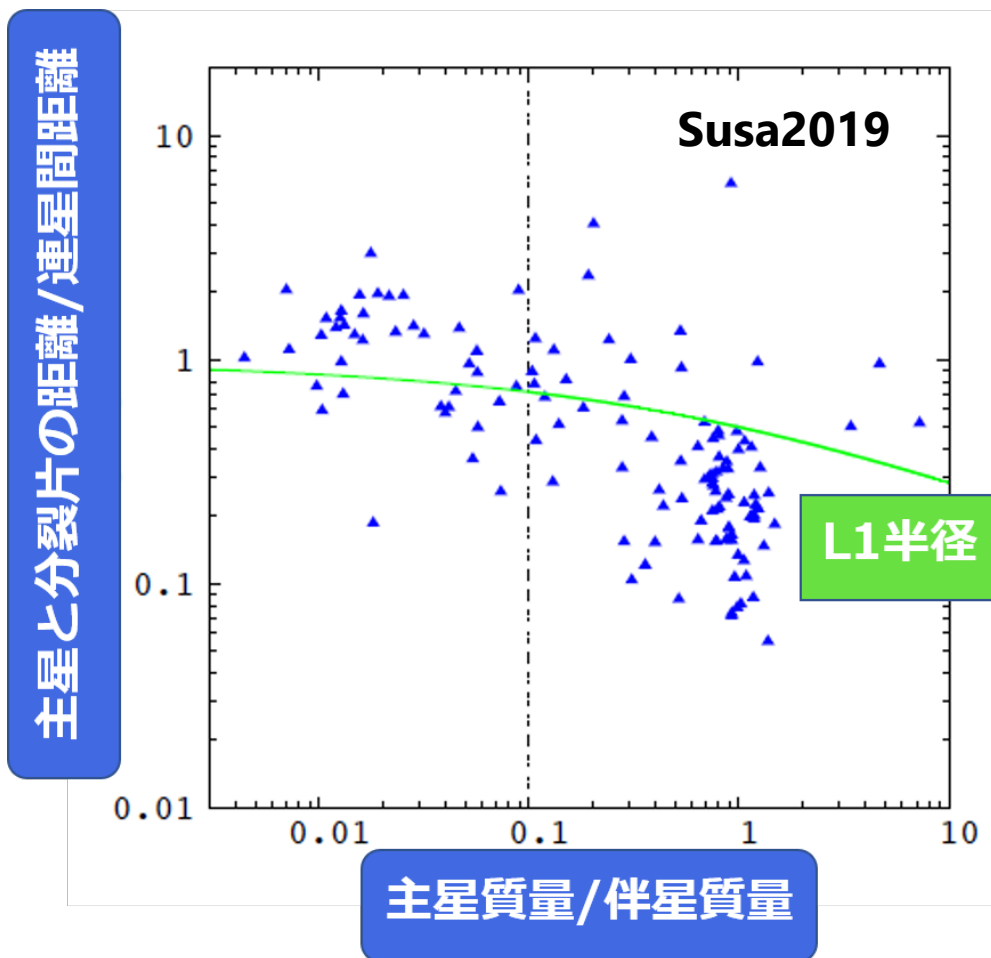
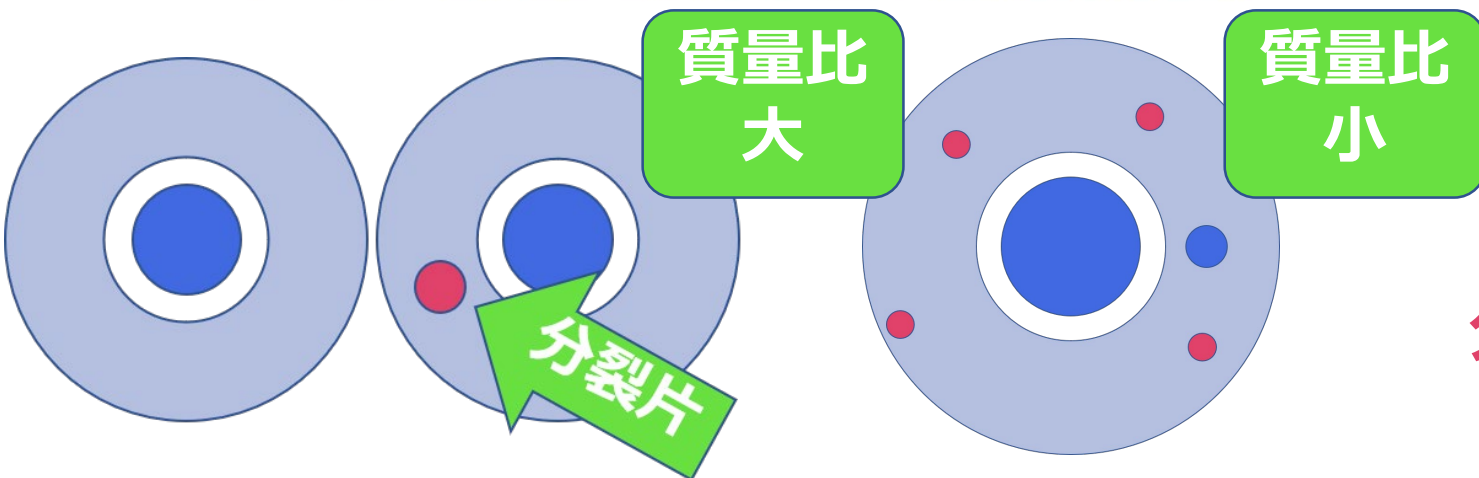
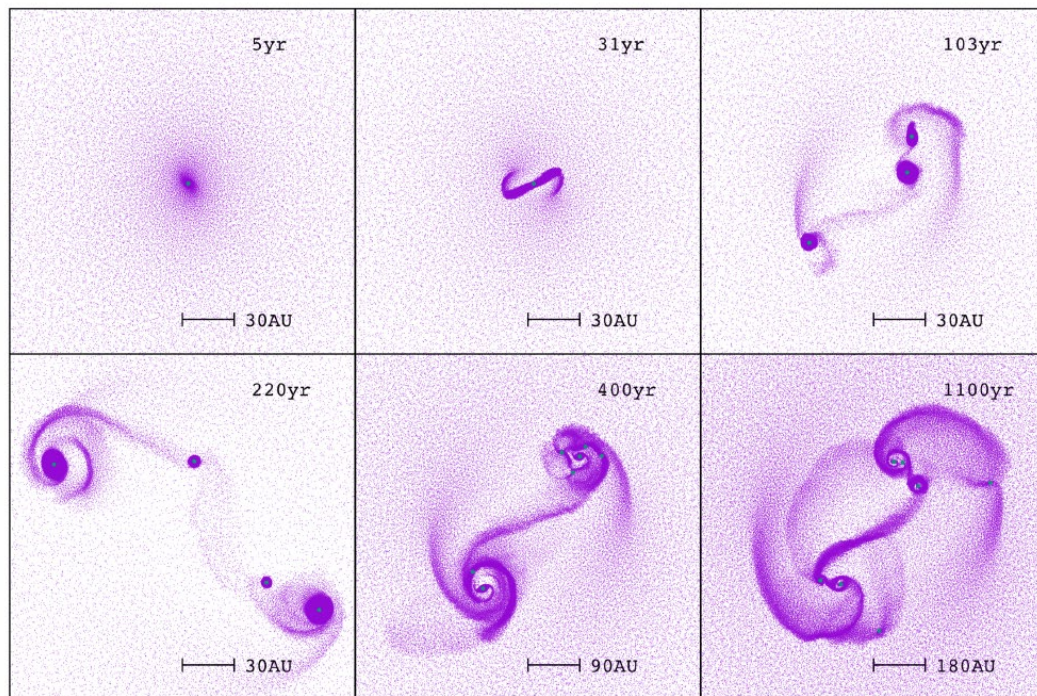
初代星降着期の質量降着率 $\dot{M} = 10^{-2} \sim 10^{-3} [M_{\odot}/yr]$

自己重力不安定により、円盤分裂が頻繁に起きる

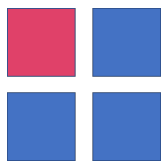




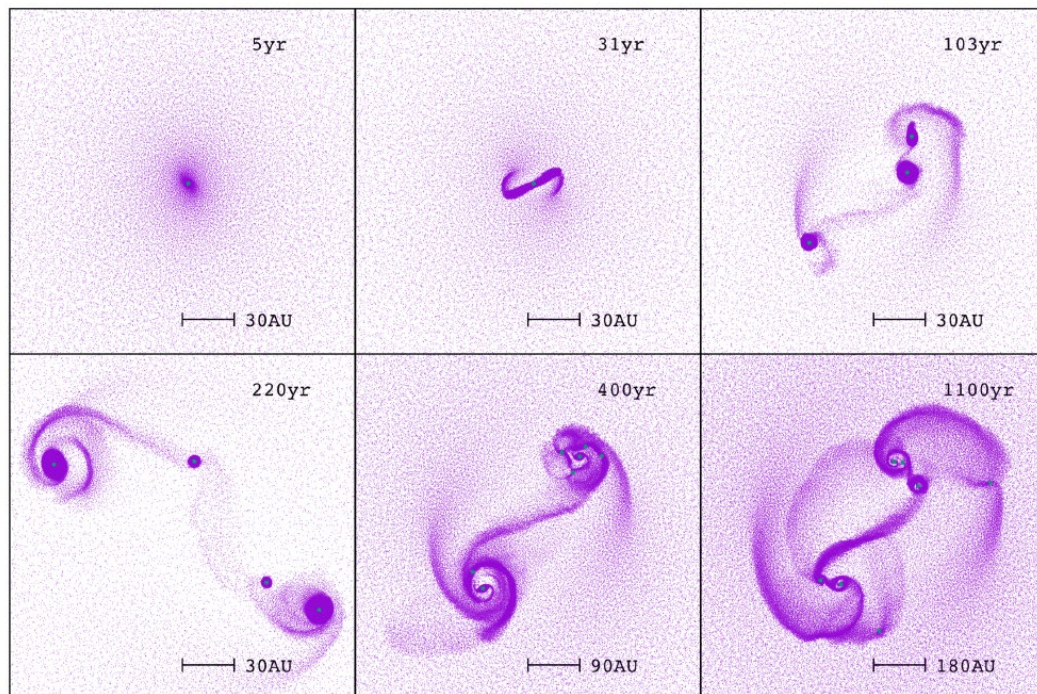
分裂は星周円盤で“主に”起きる？



分裂は星周円盤で主に起きた



一般的に、分裂は星周円盤で起きるのか？

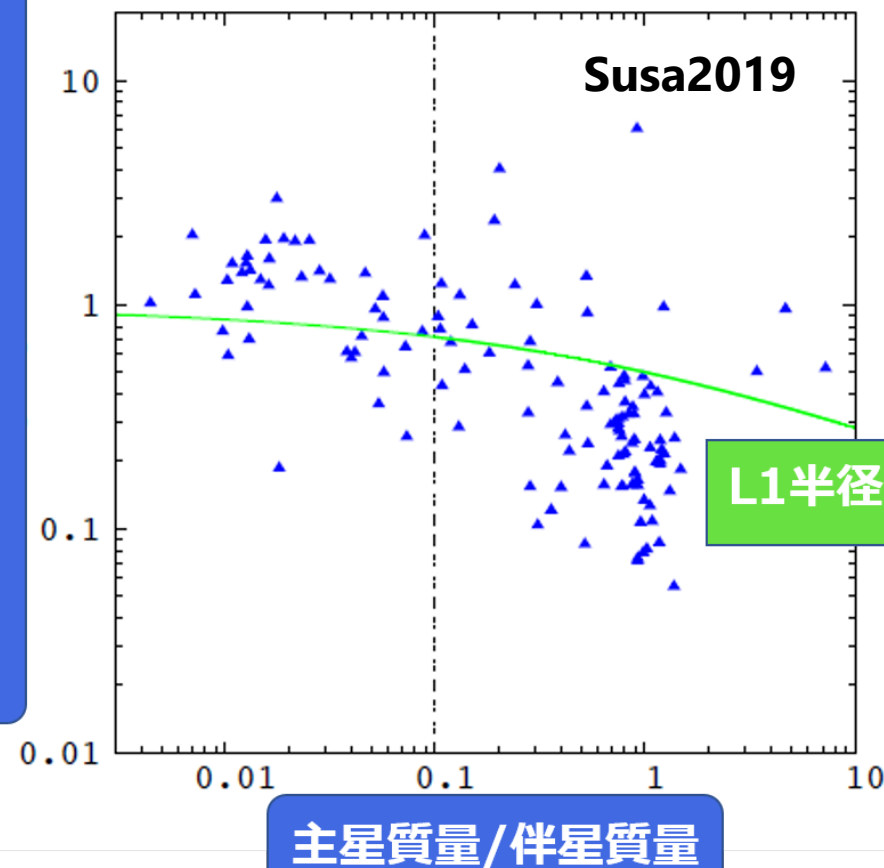


質量比
大

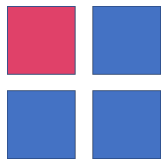
質量比
小

分裂片

主星と分裂片の距離/連星間距離



分裂は星周円盤で主に起きた



連星進化と周連星円盤形成の先行研究（準定常状態）

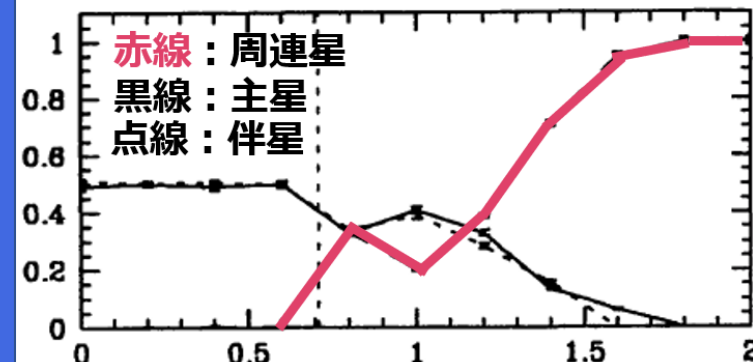
Bate&Bonnell1997

$j_{inf} > 1$ のとき、周連星円盤形成可能（質量比 = 1）

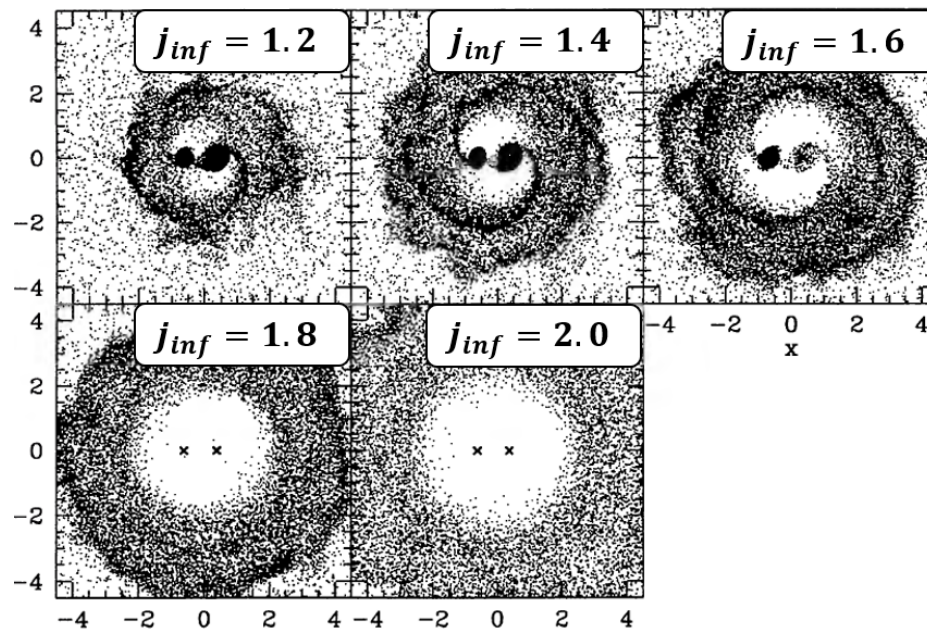
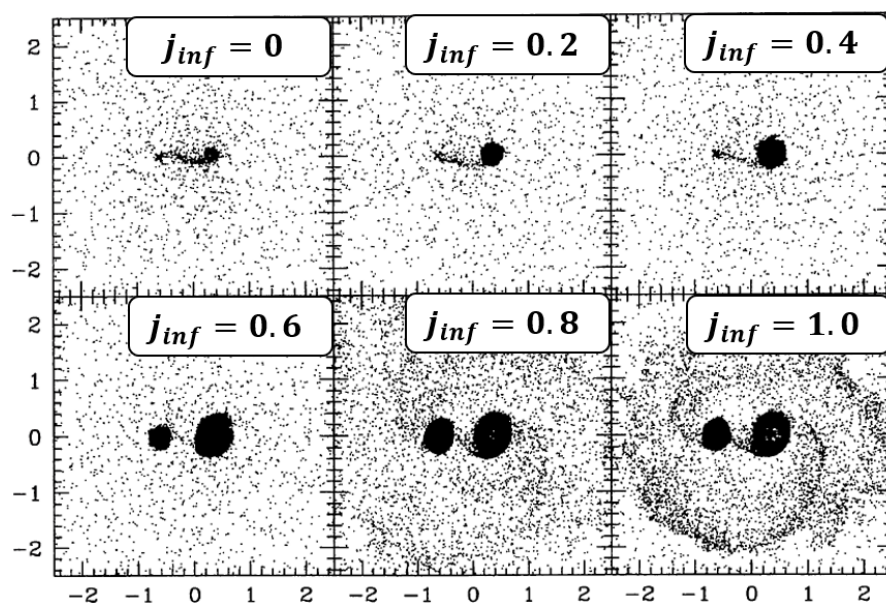
$\sqrt{GM_b a_0} = 1$ と規格化

（連星質量 M_b の質点を原点に置いたとき、
連星間距離 a_0 の半径を円回転するのに必要な比角運動量）

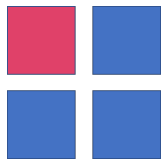
主星、伴星、周連星外側からの降着率
/ 周連星外側からの降着率



降着流の比角運動量： j_{inf}



Ochi+2005
Hanawa+2010
Young&Clark2015
Young+2015
Matsumoto+2018



シミュレーション概要

2DSPH

状態方程式：one-zone model (Susa+2015)

Sink半径0.565AU

連星の軌道進化有り

自己重力有り

シミュレーション事に一定の

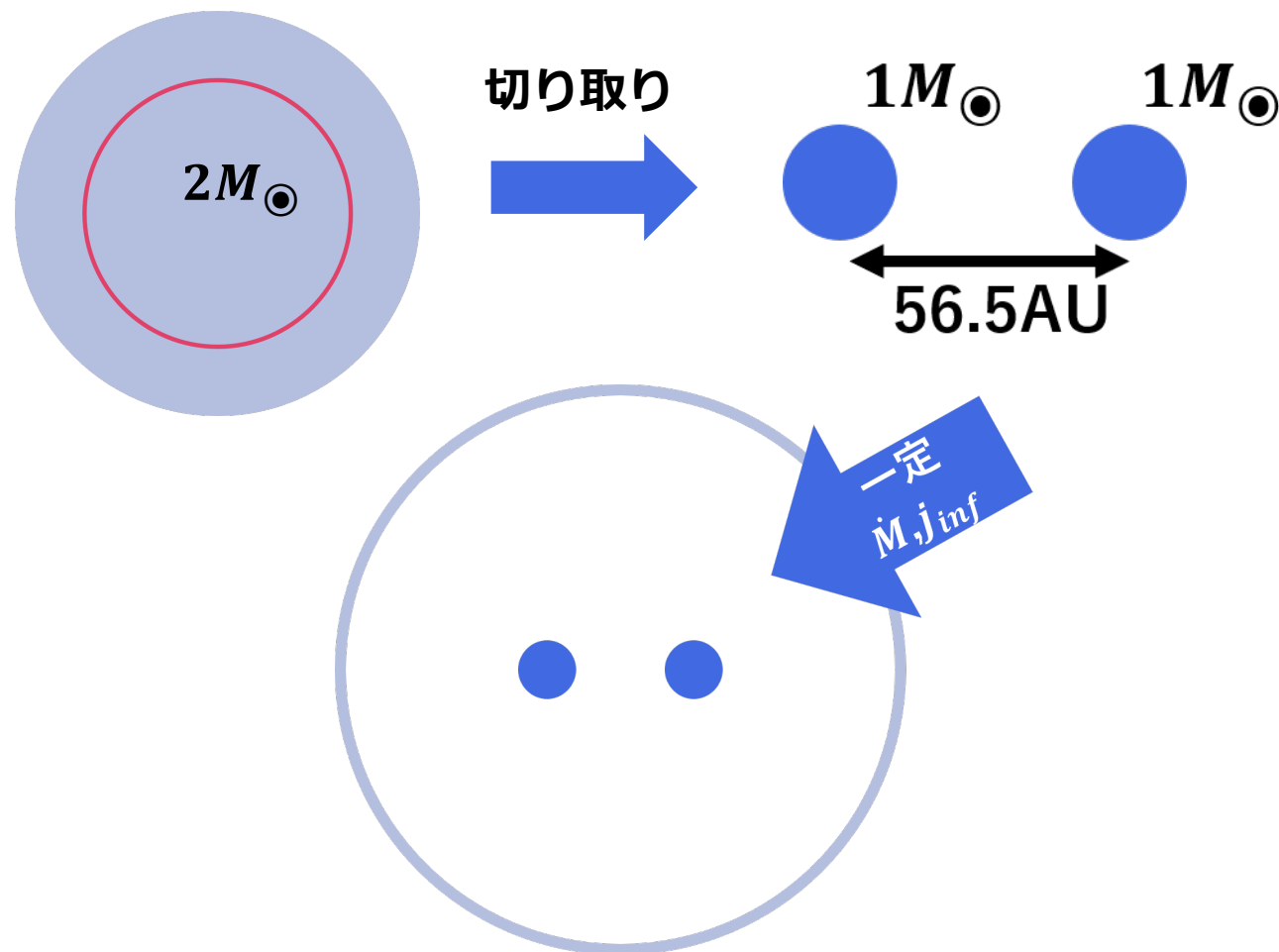
降着率 $\dot{M} = 0.01, 0.005$

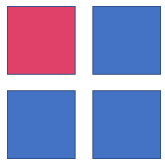
比角運動量 $j_{inf} = 1.0 \sim 2.0$

で分裂が起きるまで外側から粒子投入

$$v_r = \left(\frac{2GM_b}{r} - \frac{j_{inf}^2}{r_{xy}^2} \right)^{1/2}$$

コア分布：Susa2019



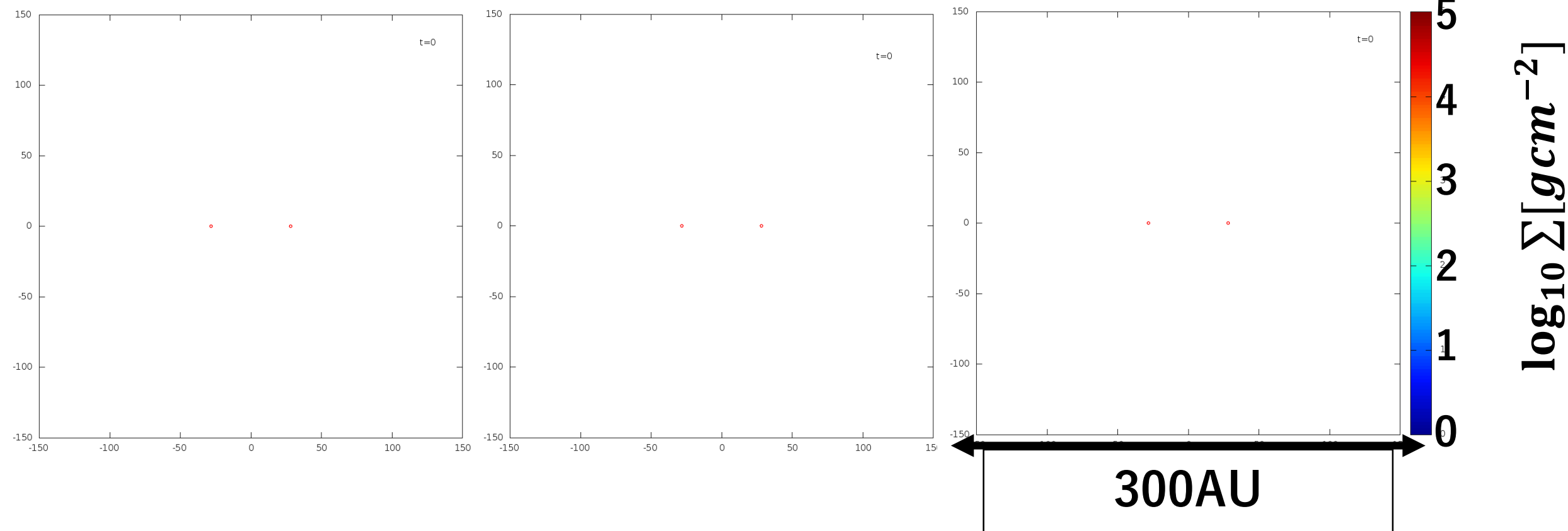


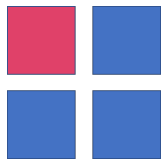
計算結果 ($\dot{M} = 0.01[M_{\odot}/yr]$)

$$j_{inf} = 1.0$$

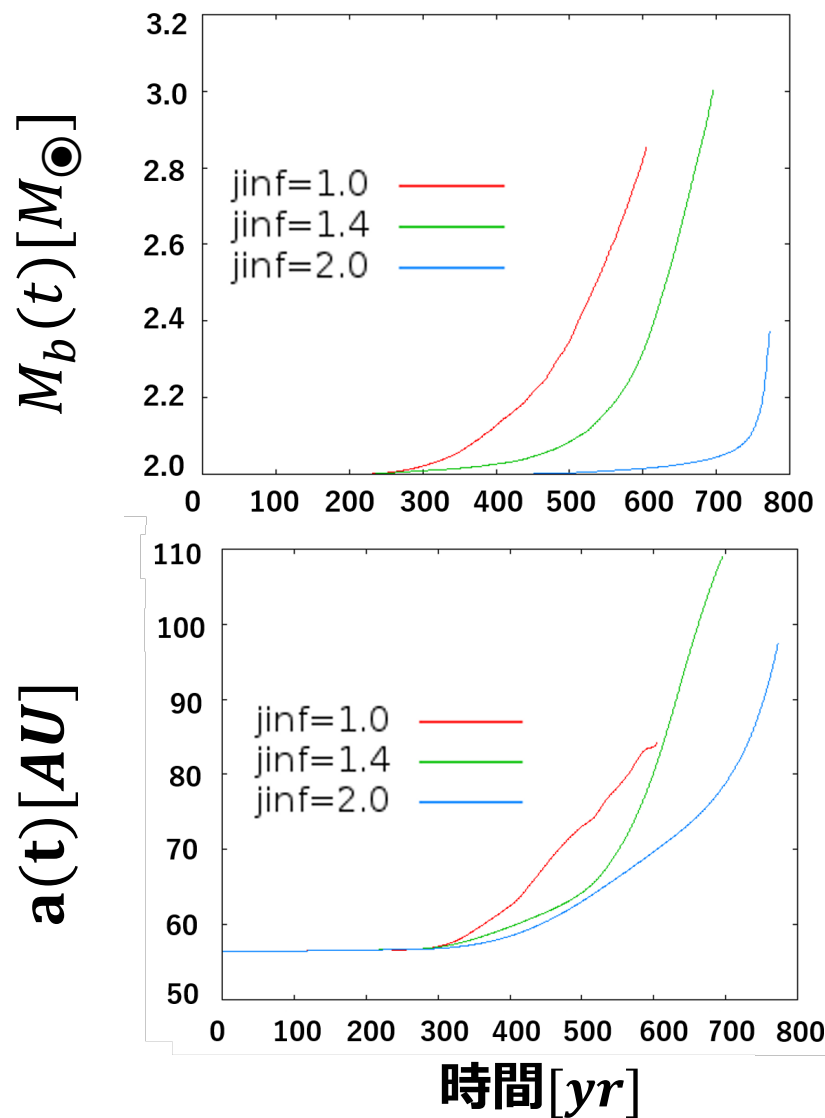
$$j_{inf} = 1.4$$

$$j_{inf} = 2.0$$



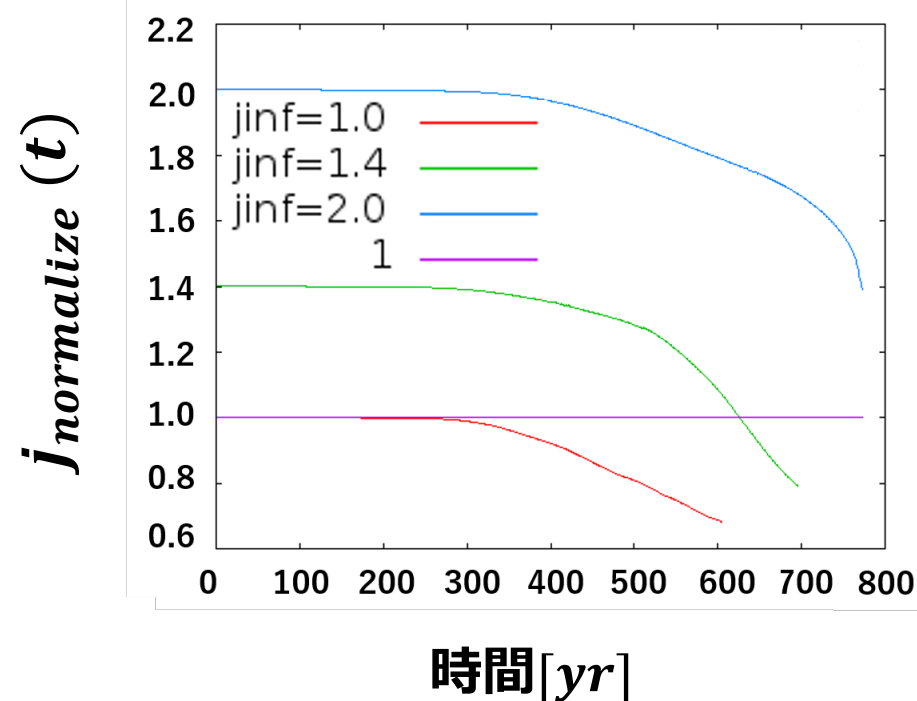


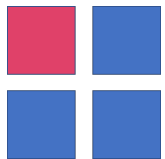
連星進化 ($\dot{M} = 0.01[M_{\odot}/yr]$)



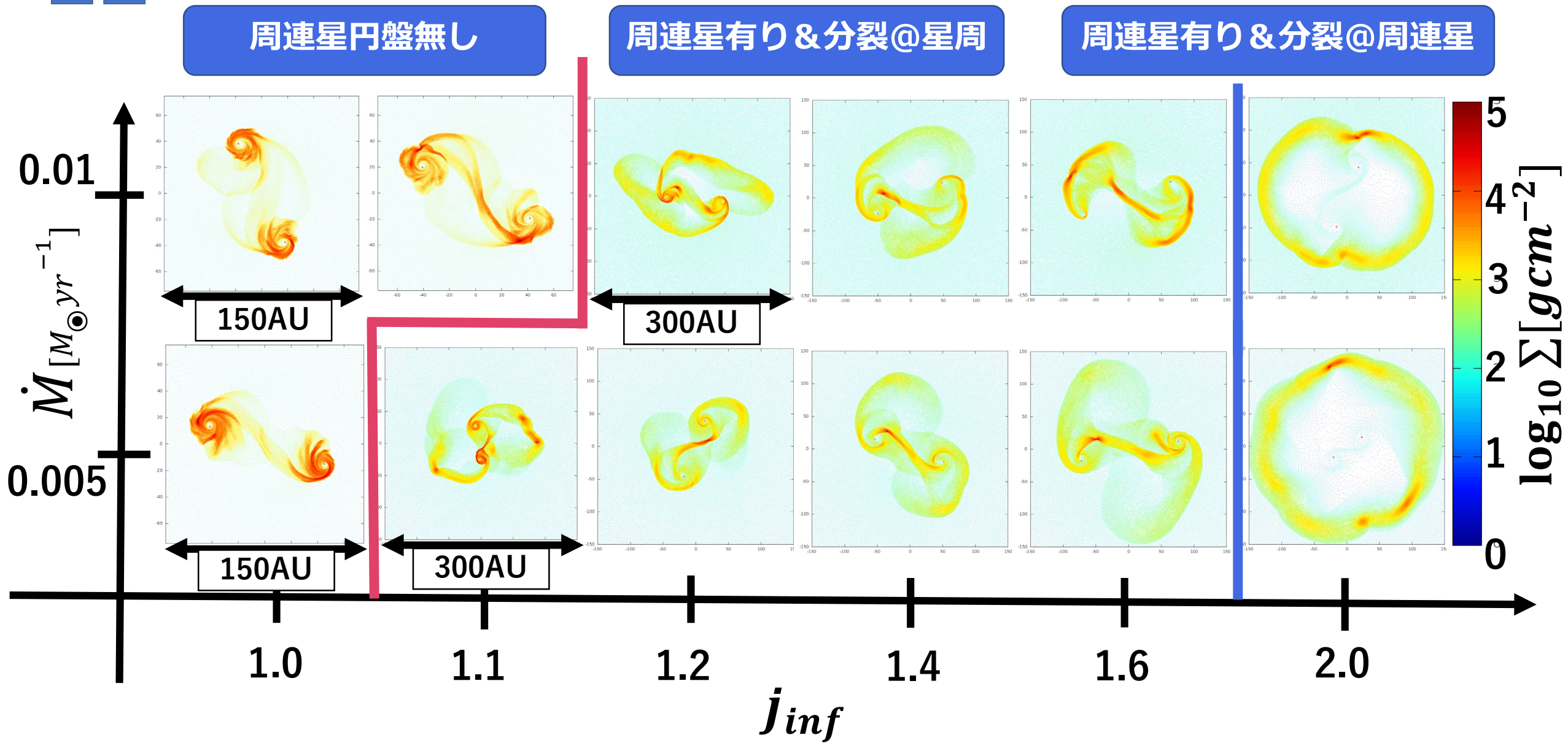
$j_{normalize}(t): \sqrt{GM_b(t)a(t)}$ で規格化

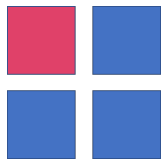
M_b : 連星質量
 $a(t)$: 連星間距離



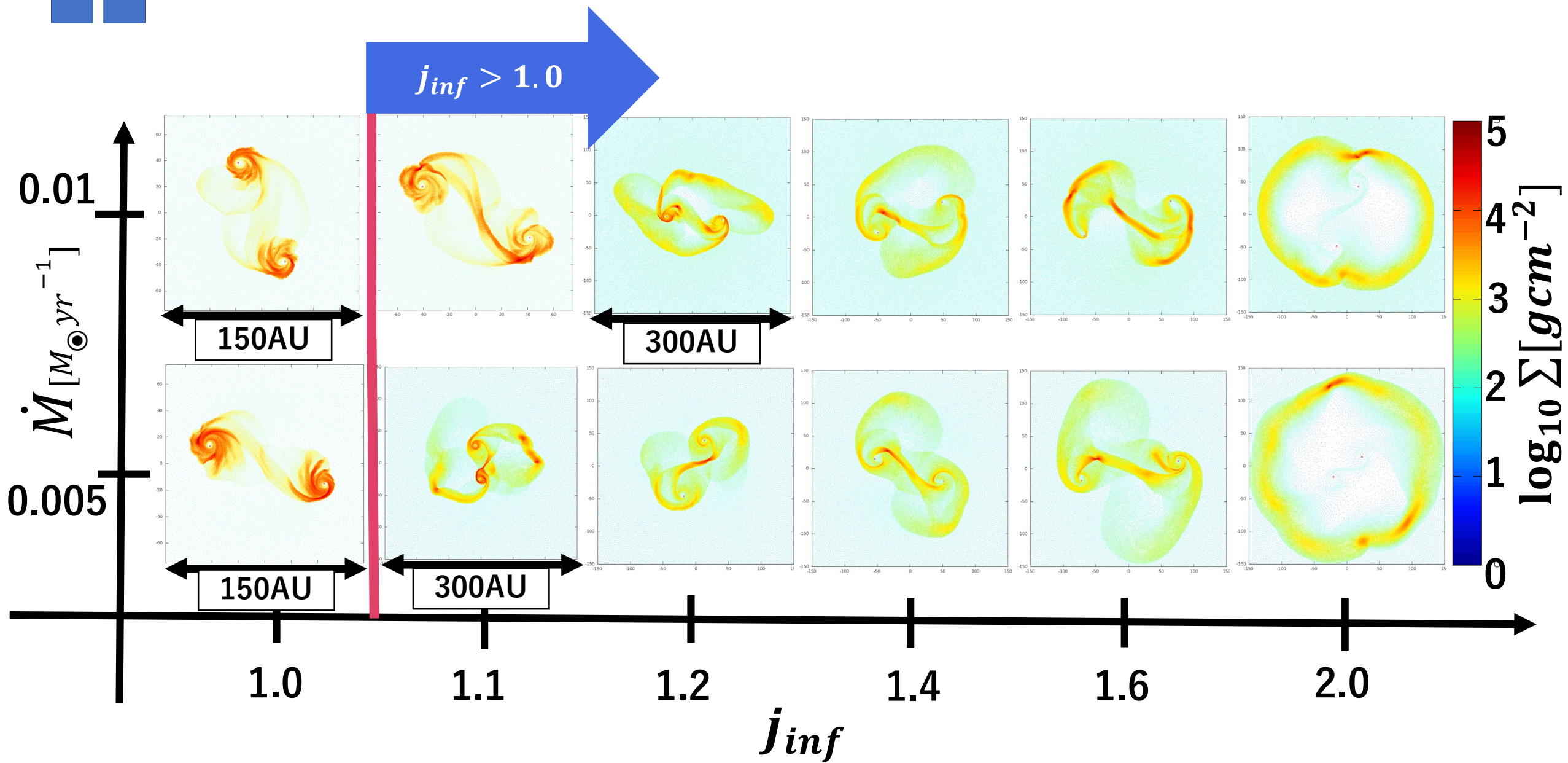


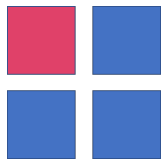
結果まとめ（分裂時のスナップショット）



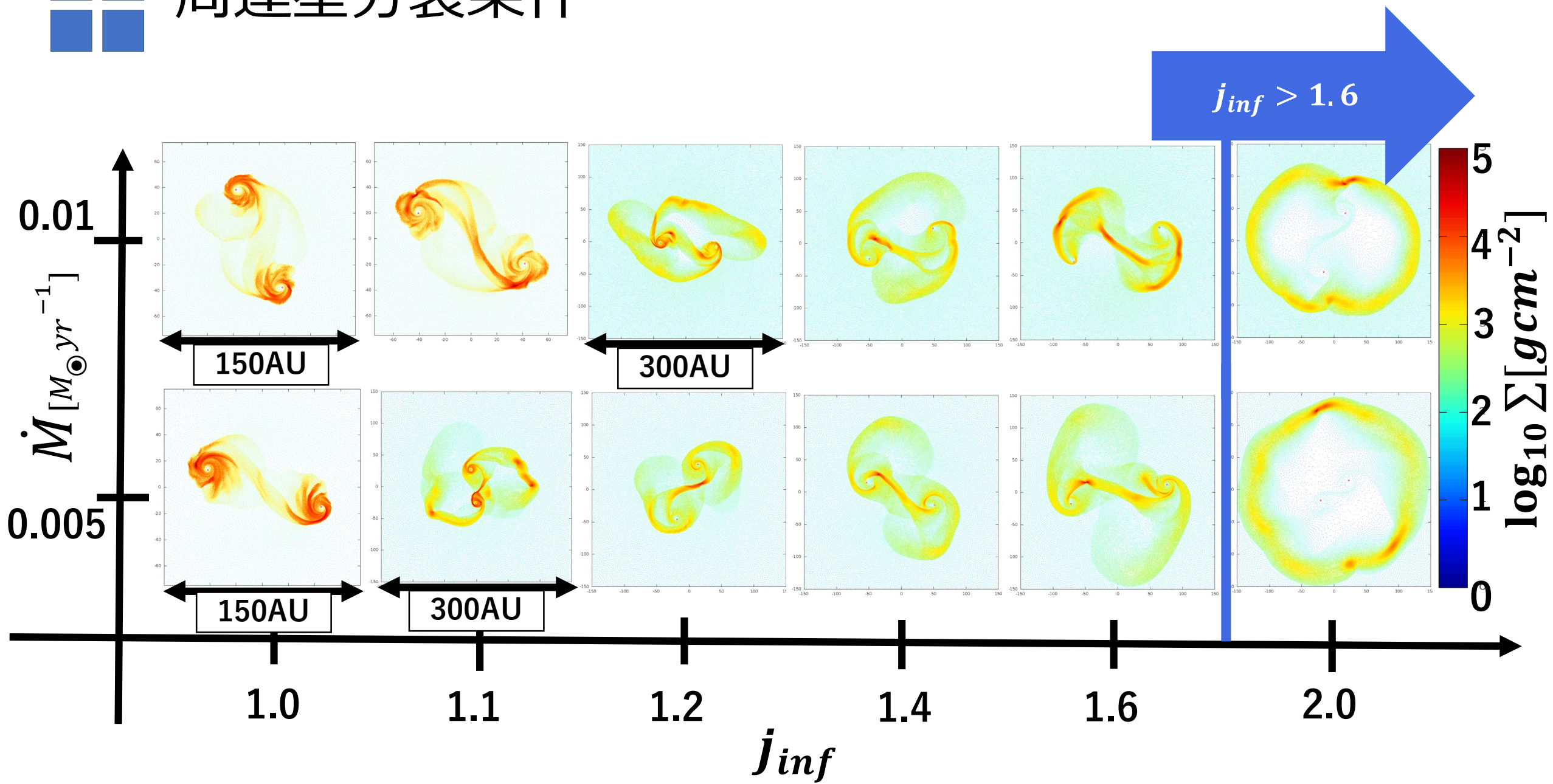


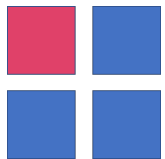
周連星円盤形成条件





周連星分裂条件





現実的な初代星降着の場合

$$J_b = \int_0^{R_{in}} 4\pi r^2 \rho(r) j(r) dr = \frac{1}{2} M_b j_{in}$$
$$\frac{J_b}{M_b} = j_b = \frac{1}{2} j_{in} = 0.25 \sqrt{GM_b a_0}$$
$$j_{in} = 0.5 \sqrt{GM_b a_0}$$

Satsuka&Tsuribe+2017

$$j_{in} = 0.5 \sqrt{GM(R_{in})R_{in}}$$

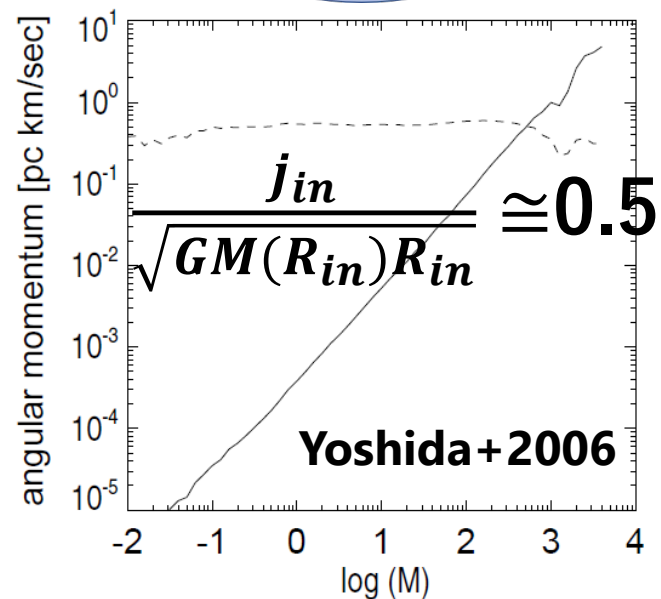
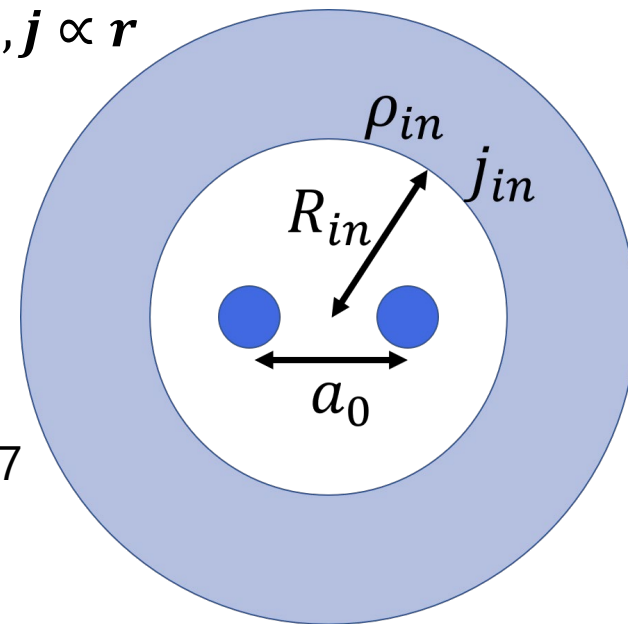
$$\sqrt{GM_b a_0} = \sqrt{GM(R_{in})R_{in}}$$

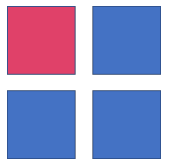
$j_{in} = j_{normalize}(t) = 0.5$ に対応

(連星が進化するので、 $j_{normalize}(t)$ を用いて評価)

周連星円盤形成条件 (連星進化有) **$j_{normalize}(t) > 1.0$**

回転するガス球が
自己重力収縮した際の自己相似解
 $\rho \propto r^{-2}, j \propto r$





まとめ

初代星連星における、周連星円盤について調べた

- ・ 周連星円盤形成条件 $j_{inf} > 1.0$
- ・ 周連星円盤分裂条件 $j_{inf} > 1.6$
- ・ 周連星円盤形成条件（連星進化有） $j_{normalize}(t) > 1.0$
- ・ 現実的な初代星降着では、周連星円盤は形成されないだろう