

# Dust Disk Structure around Young Stars

Taku Takeuchi

## COE期間中の主な論文

- [1] Takeuchi, T., Velusamy, T., & Lin, D.N.C. 2005, ApJ, 618, 987-1000
- [2] Takeuchi, T., & Lin, D.N.C. 2005, ApJ, 623, 482-492
- [3] Takeuchi, T., Clarke, C. J., & Lin, D.N.C. 2005, ApJ, 627, 286-292
- [4] Takeuchi, T., & Krauss O. 2008, ApJ, in press, astro-ph0801.090

COE Exchange Program の成果

## COE教科書

- [5] Takeuchi T., "From Protoplanetary Disks to Planetary Disks: Gas Dispersal and Dust Growth", chapter in "Small Bodies in Planetary Systems" eds. I. Mann, A. Nakamura, & T. Mukai, Springer-Verlag GmbH, submitted

共同研究者:

D.N.C. Lin (UC Santa Cruz)

T. Velusamy (JPL)

C.J. Clarke (Cambridge Univ.)

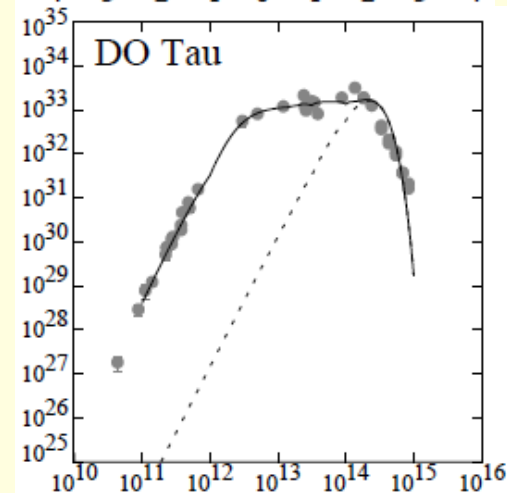
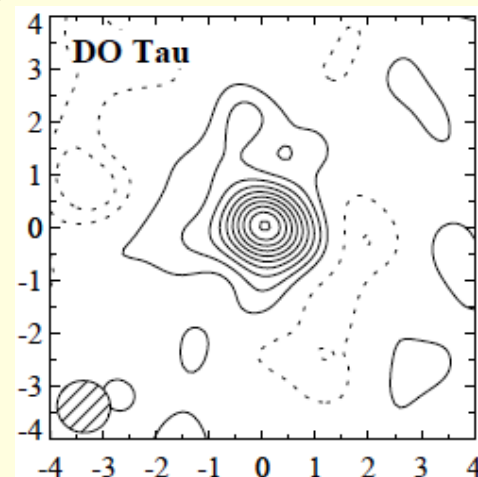
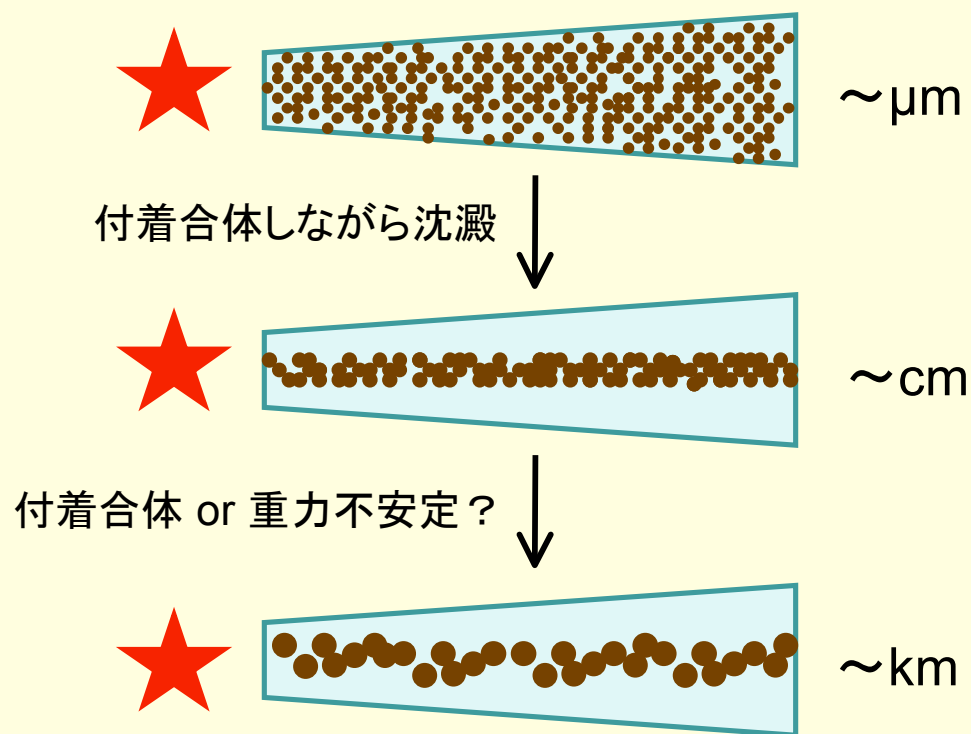
O. Krauss (Muenster U.)

# 原始惑星系円盤からの電波放射

Takeuchi & Lin 2005

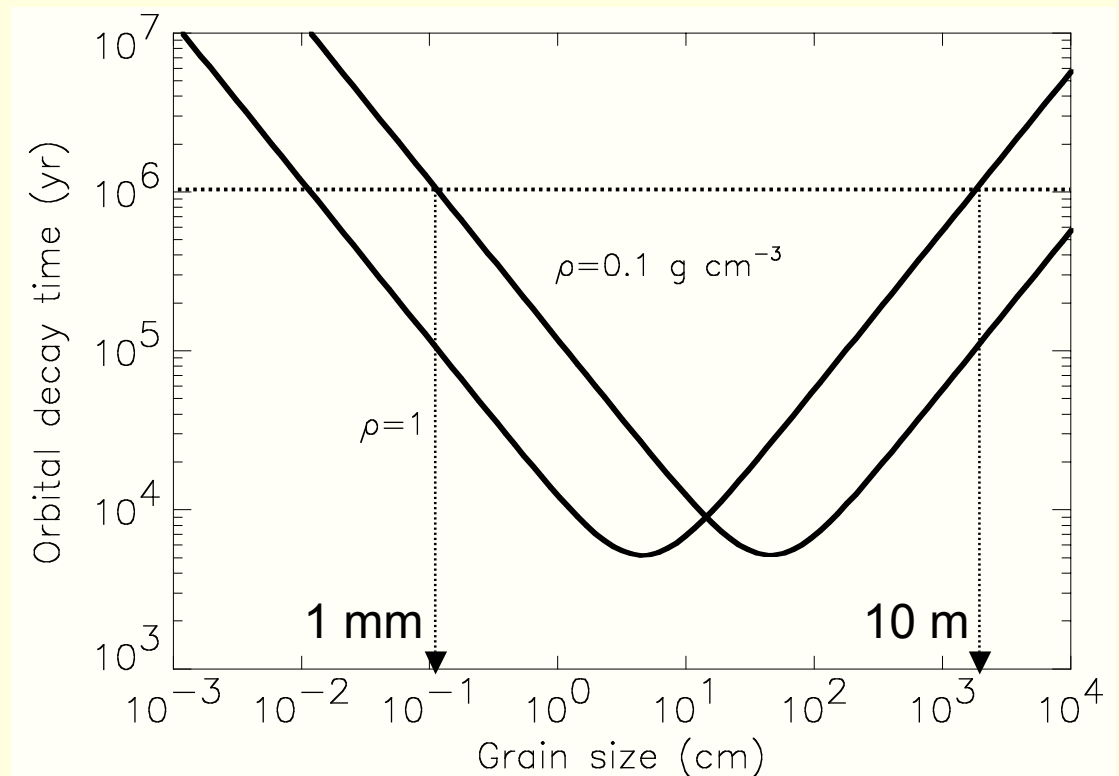
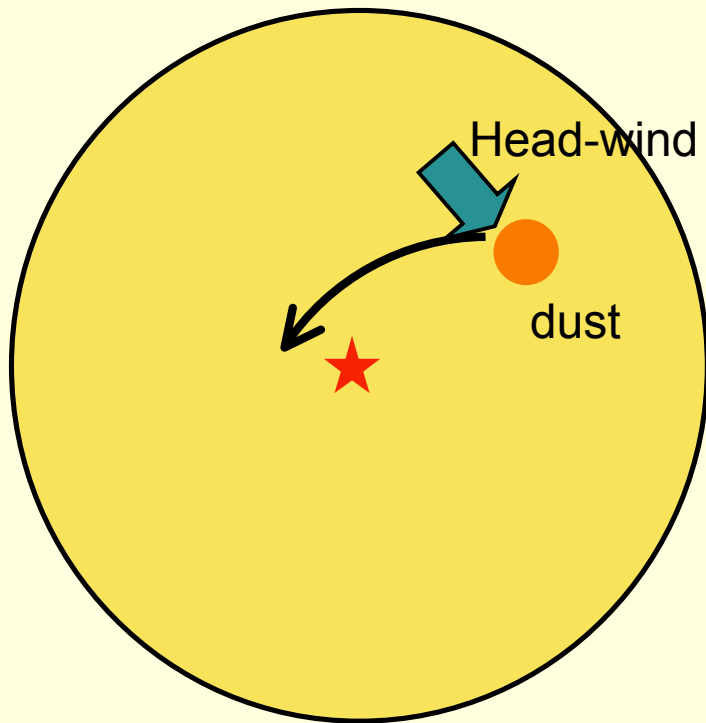
- 円盤からのミリ波電波放射  $10^6$  yr
- ダスト粒子の mm以上への成長

Kitamura et al. 2002



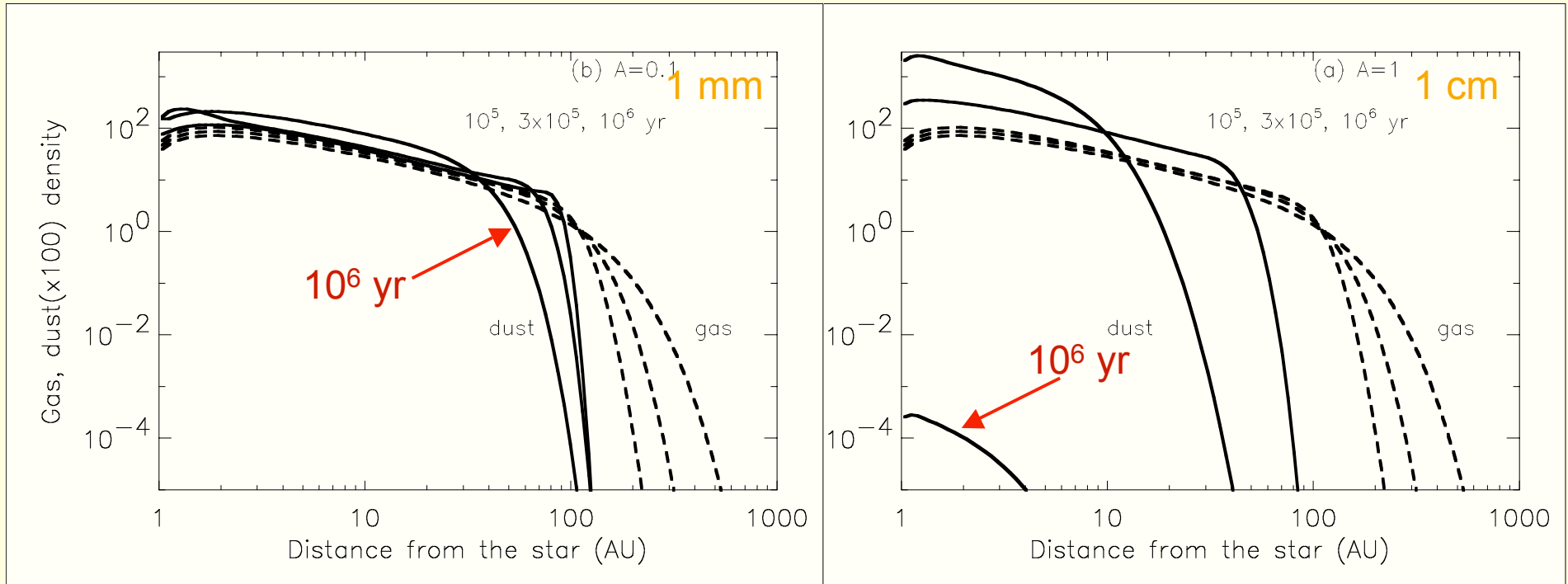
# ダスト円盤(からの電波放射)の消失

- ダストは円盤のガス抵抗により落下
- 1mm-10mは $10^6$ yr以下で落下



# ダスト円盤の進化

- サイズの違いによる、進化の違い

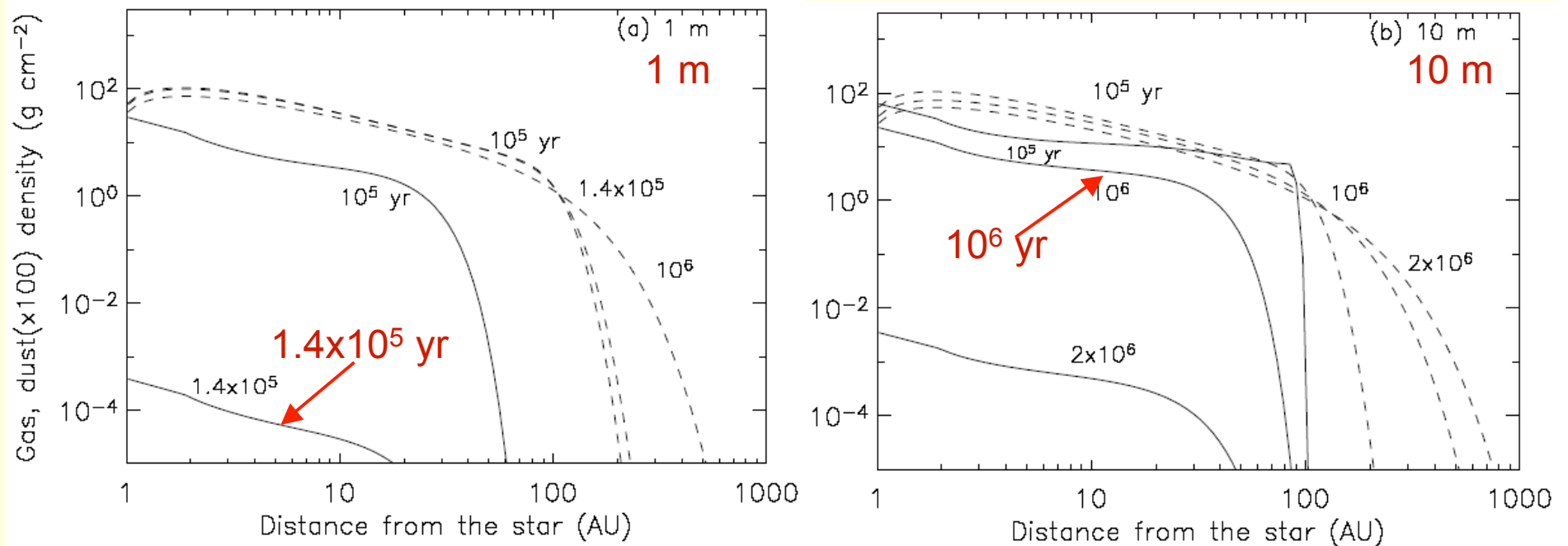


$10^6$  yr ダスト円盤が維持される

$10^6$  yr でダスト円盤が消失

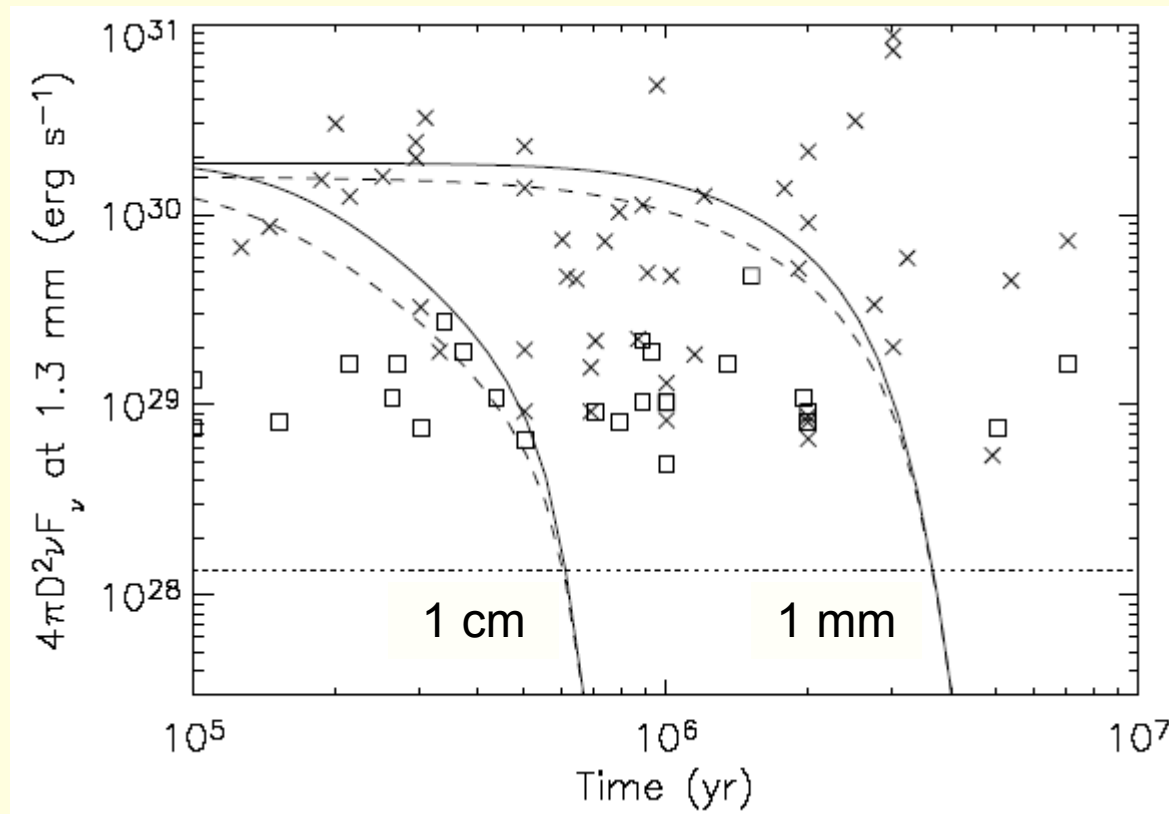
# 大きいダスト

- 大きい(>1cm)ダストがT Tauri型星にあるとすれば、10 m 以上でないと、 $10^6$  yr 生き残れない



# ダスト円盤からのミリ波放射の進化

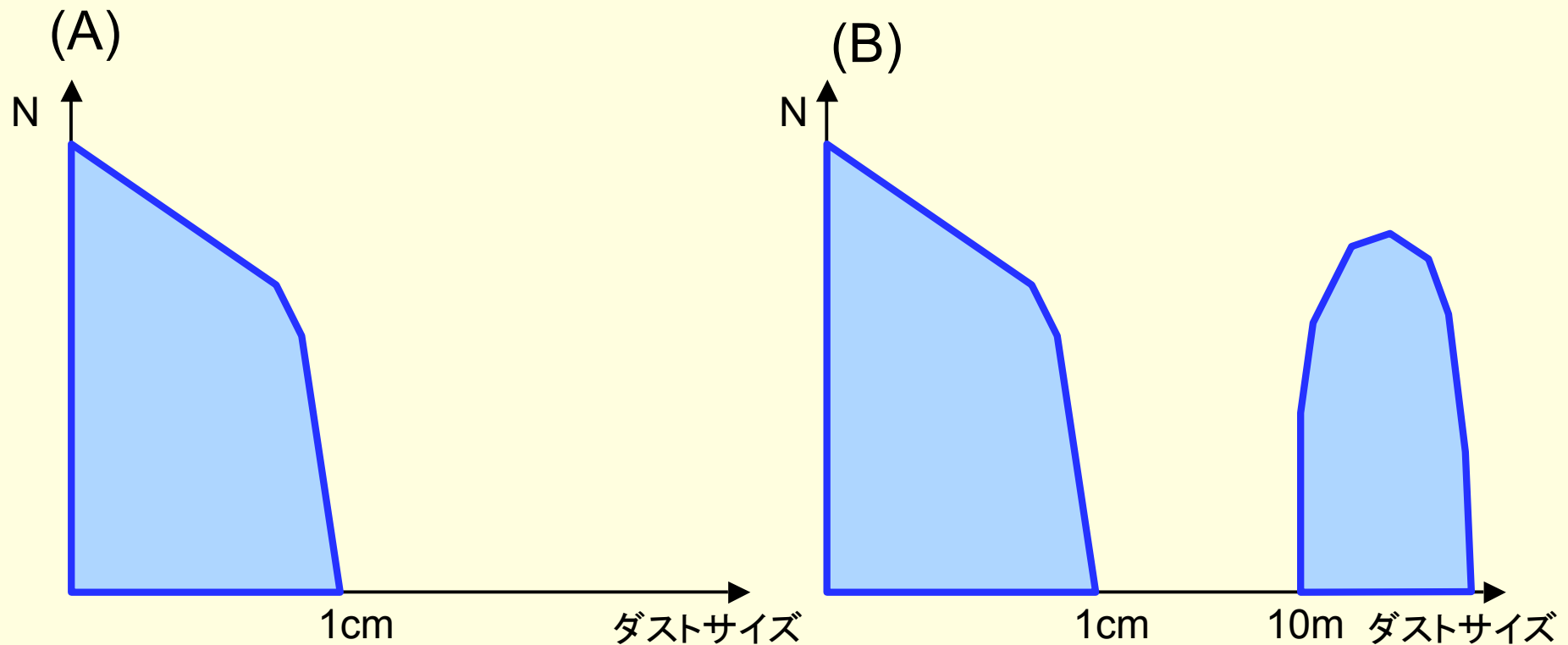
- ミリ波放射をするダストについて、1cm以上が主成分とすると、観測を説明できない



Data- Beckwith et al. (1990), Osterloh & Beckwith (1995)

# CTTS( $10^6$ yr)でのダストサイズ分布

- (A) ダストの成長は遅く、1cm まで成長していない
- (B) すでに、10m 以上に成長しているが、1cm 以下のダストも大量にある。



# ガス円盤の散逸

Takeuchi, Clarke & Lin 2005

- 中心星からの紫外線による蒸発

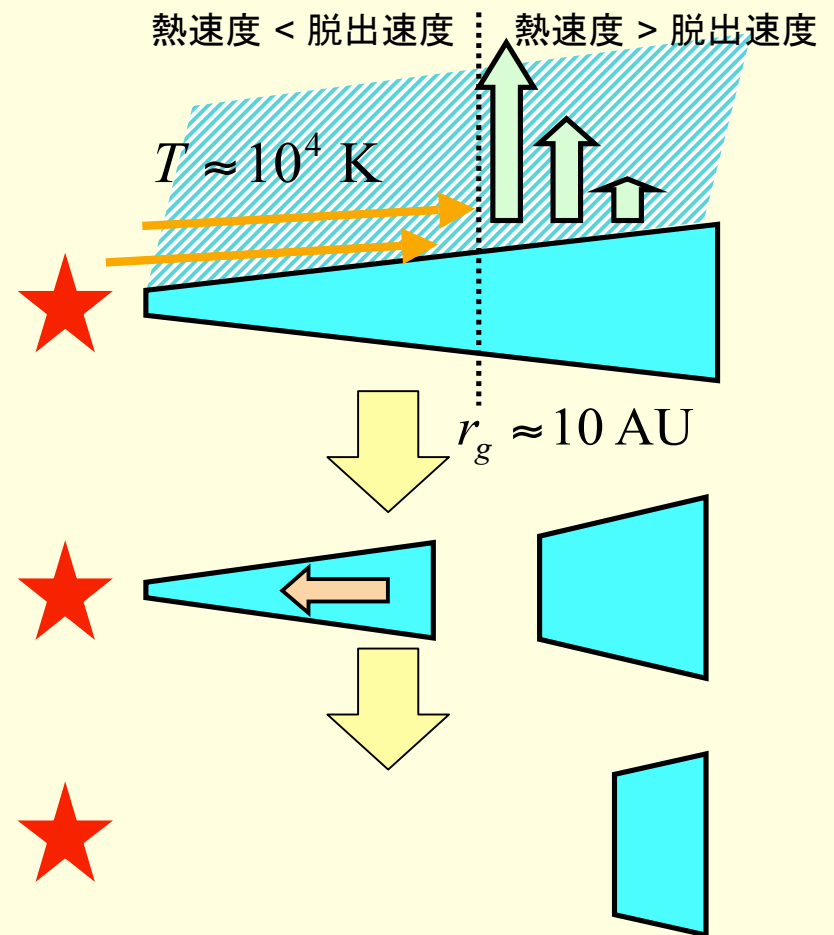
$$F_{wind} \propto \Phi^{1/2}$$

T Tauri型星

$$\Phi \approx 10^{41} \text{ photons / sec}$$

Herbig Ae/Be 型星

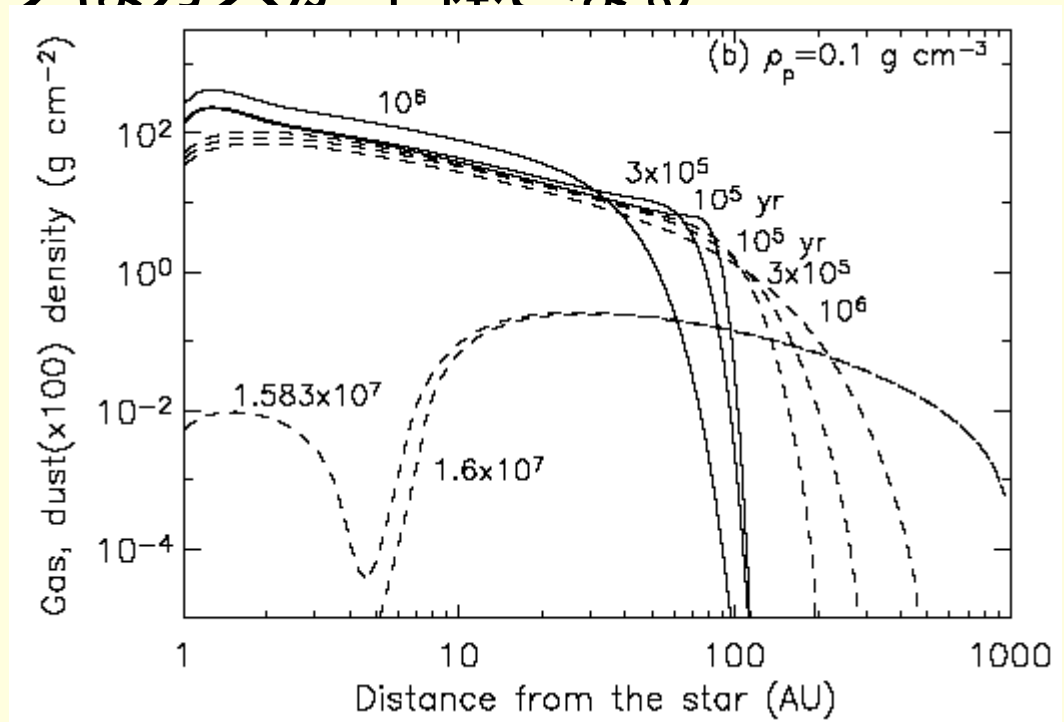
$$\Phi \approx 10^{44} \text{ photons / sec}$$





## 紫外線量が少ない場合(小質量星)

- 外側にガスのリングが残される
  - ガスがなくなる時間  $\sim 10^7$  yr
- ダストサイズ  $> 100 \mu\text{m}$  の時は
  - ダストの落下による消失時間  $< 10^7$  yr
  - 外側に残されるリングはガスが主体となる



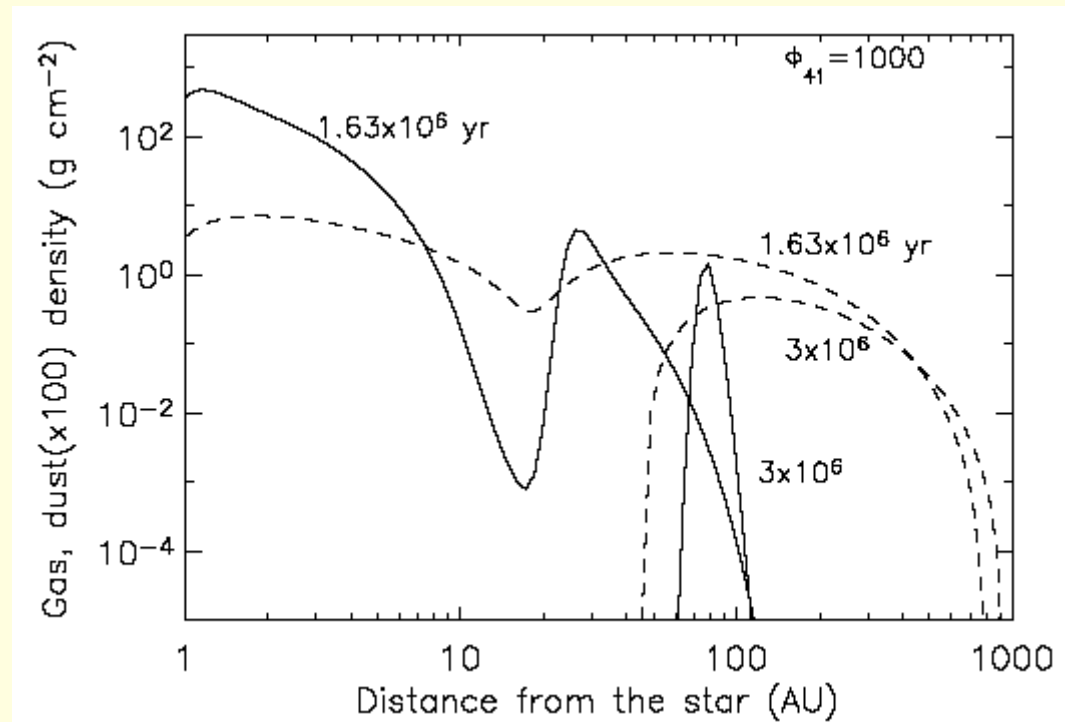
# 紫外線量が多い場合(中質量星)

- ガス消失 $\sim 10^6$  yr
- もし、ダストがなくなる時間  $> 10^6$  yr
  - ダスト + ガスリング

↓  
– ダストのみのリング

↓  
– 衝突破壊で消失

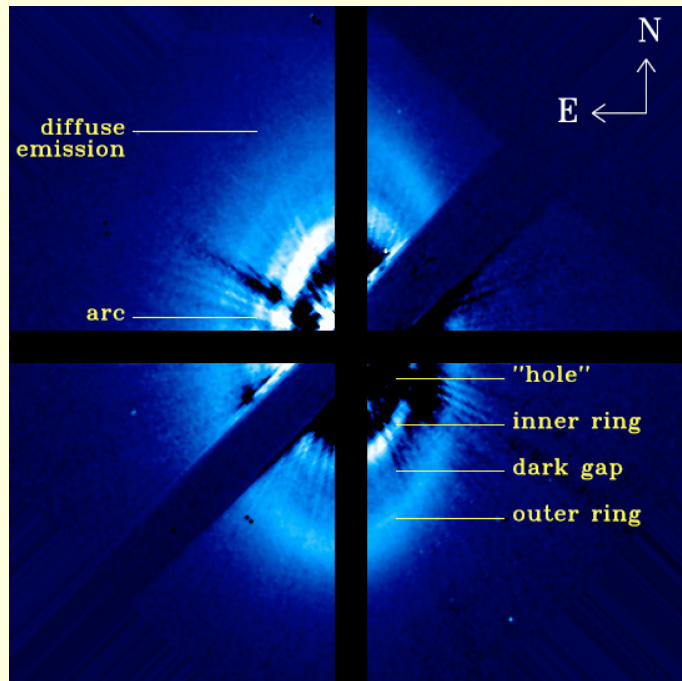
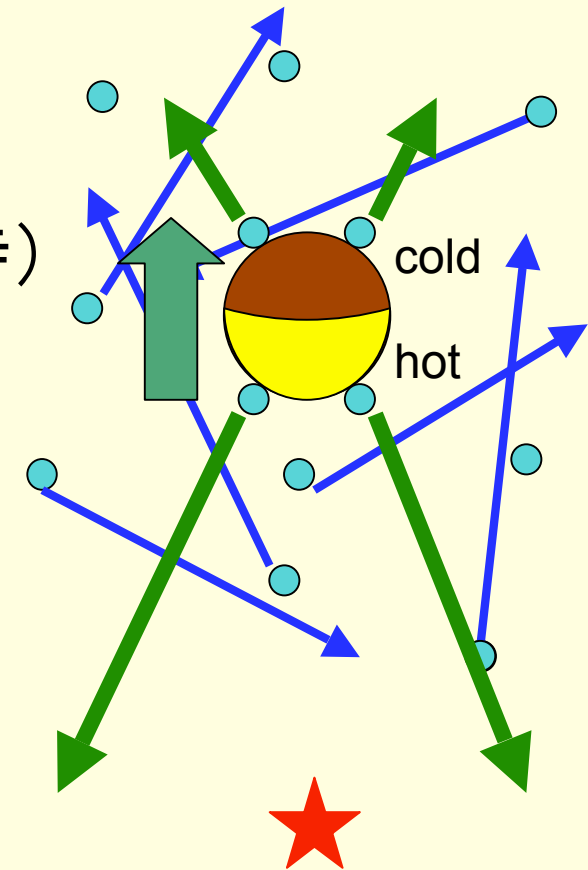
- $\sim 10^{6-7}$  yr



# Vega型星への遷移

Takeuchi & Krauss 2008

- ダストの成長 or 減少
  - → 円盤が透き通ってくる
- ダストの運動への中心星輻射の影響
- 光泳動(ガス成分がまだ残っている時)

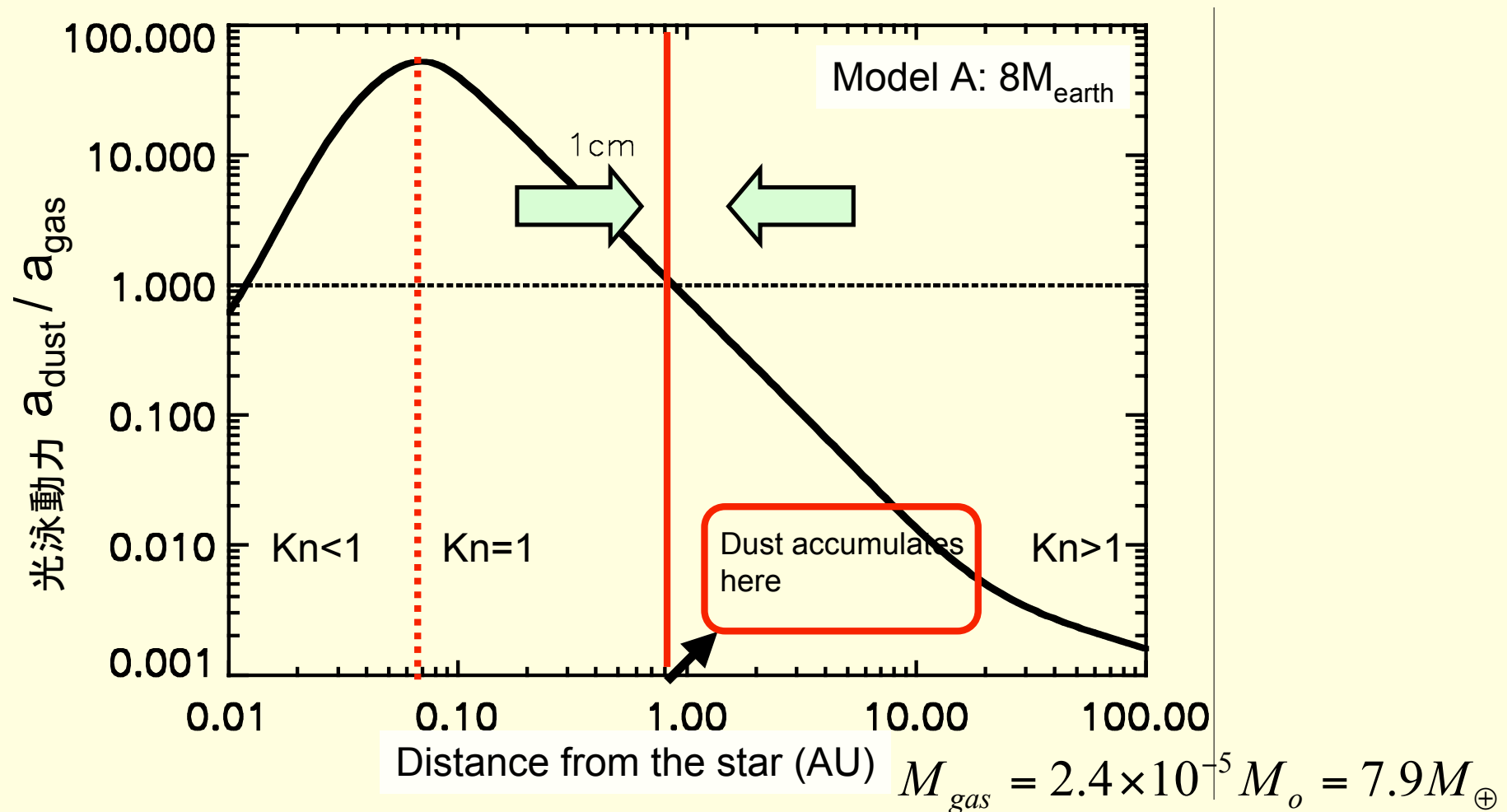


HD141569A (Augereau & Papaloizou 2004)

# ダストにかかる光泳動力

$$a_{dust} / a_{gas} > 1 \text{ at } Kn=1$$

→ Dust accumulation always occurs at  $Kn > 1$



# Accumulation distances

- 100 $\mu$ m-10 cm grains' concentration at 0.1-10AU
- Inner hole of 0.1 AU

Dust properties:

$J_1$ : absorption efficiency of radiation

$k_{th}$ : thermal conductivity

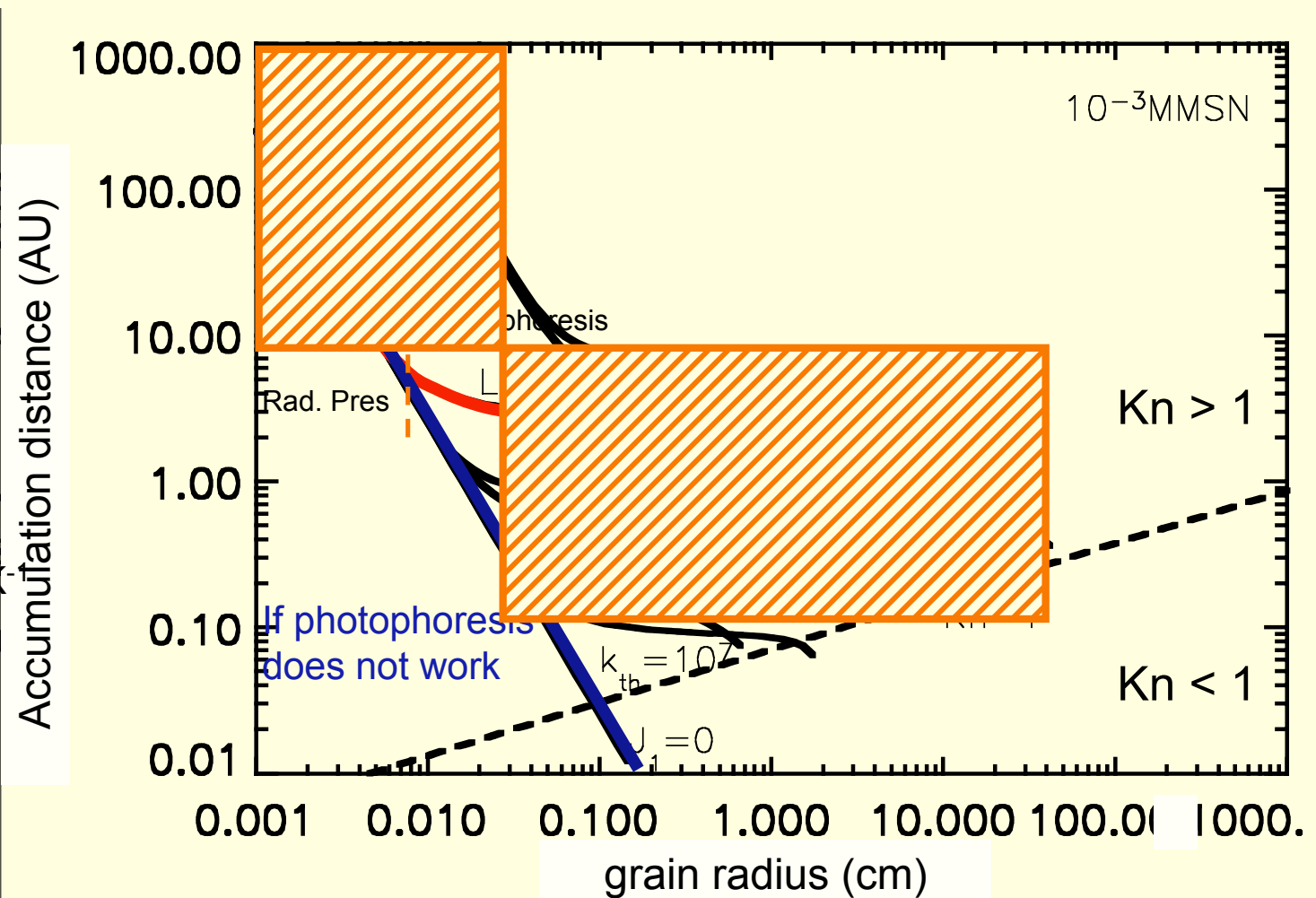
$\rho_d$ : density

Standard:

$J_1=1$

$k_{th}=10^2 \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$\rho_d=1 \text{ g cm}^{-3}$



# まとめ

- ダスト成長の初期段階（ $\sim 1\text{m}$ ）
  - 急速な落下による、電波放射の減衰
  - $1\text{cm}$ - $10\text{m}$  が欠けたサイズ分布？
- 光蒸発によるガス円盤の散逸
  - 中心星紫外線量による進化の違い
    - 紫外線量 小：ダスト成分が先になくなる
    - 大：ガス成分が先になくなる
- Vega型星への遷移円盤でのダスト分布
  - 光泳動による、ダストの移動
  - $0.1\text{AU}$ 程度の穴の開いた円盤が形成される