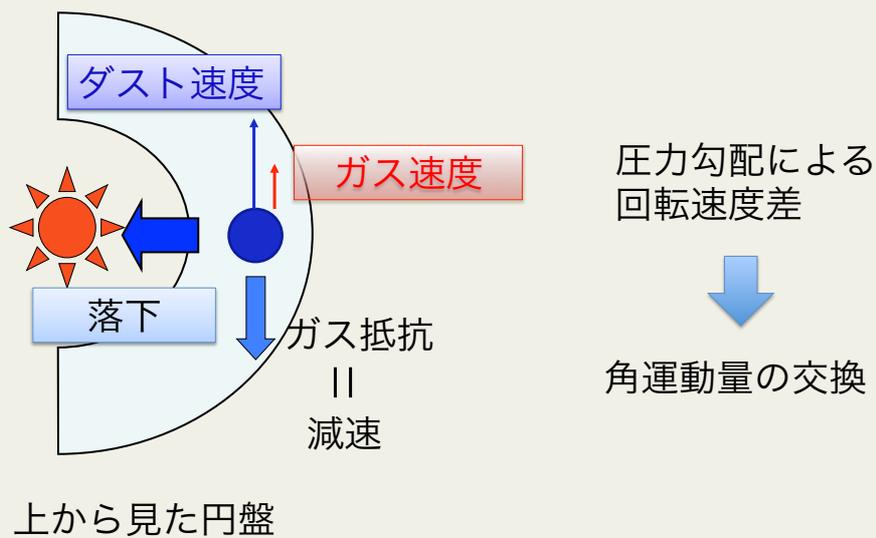


## 原始惑星系円盤の非一様密度 分布とダスト集積

瀧 哲朗 (東工大修士1年)  
藤本 正樹 (宇宙科学研究所)  
井田 茂 (東工大)

### ダスト落下のメカニズム



## 微惑星形成のモデル

ダスト集積 … 何らかの原因



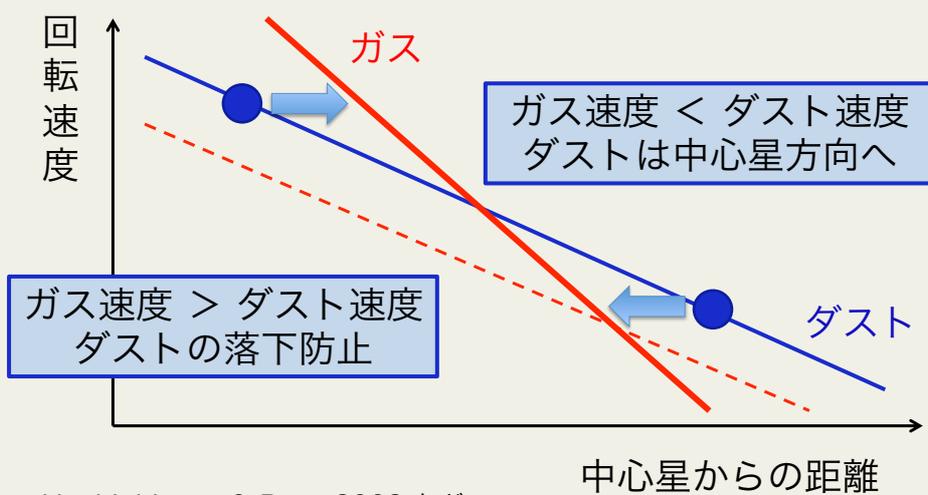
→ 準定常 super-Kepler 領域

自己重力不安定 … m サイズを飛び越え km サイズへ

※ Safronov(1969)など

- ダスト集積が必要（ダストの移動が有利に働く？）
- 集積した領域ではダストの運動が支配的

## 準定常 super-Kepler 領域による ダスト集積



Haghighipour & Boss 2003 など

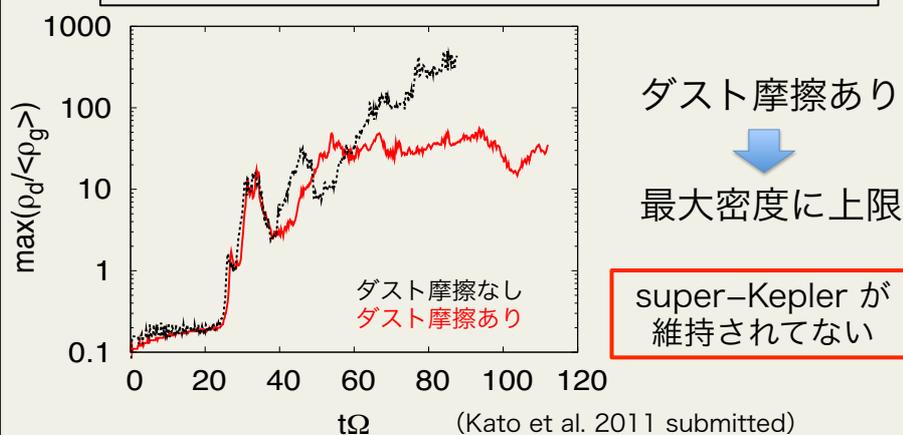
## 準定常 super-Kepler 領域の 形成メカニズム

- 円盤ガス自己重力不安定による密度波 (Rice et al. 2004)
  - 密度バンプ内側に super-Kepler 領域
  - ガス円盤が標準モデルより重い場合のみ
- 巨大惑星による密度ギャップ (Lyra et al. 2008 など)
  - 密度ギャップ外側に super-Kepler 領域
  - 巨大惑星がある場合のみ
- 磁場による不安定性による準定常状態 (Kato et al. 2009)
  - 非一様 MRI の拡散後に super-Kepler 領域
  - 非一様 MRI が必要

ただし、これらの先行研究は  
ダスト摩擦の効果を入れていない

## ダスト摩擦の効果

ダストが集積した領域では  
ダストからガスへの摩擦が無視できなくなる



## 研究目的 1

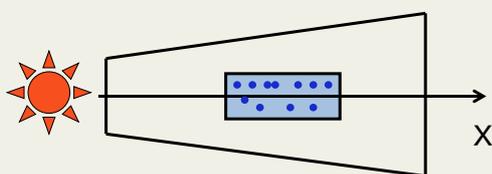
微惑星が形成されるようなダスト集積は  
どのようにして起こるのか明らかにする



- 非一様密度分布による準定常 super-Kepler 領域に注目
- ダスト摩擦の効果を自己無撞着に入れる
- 見通しのよい1次元流体計算でダスト摩擦の効果の本質を理解したい

## 計算モデル

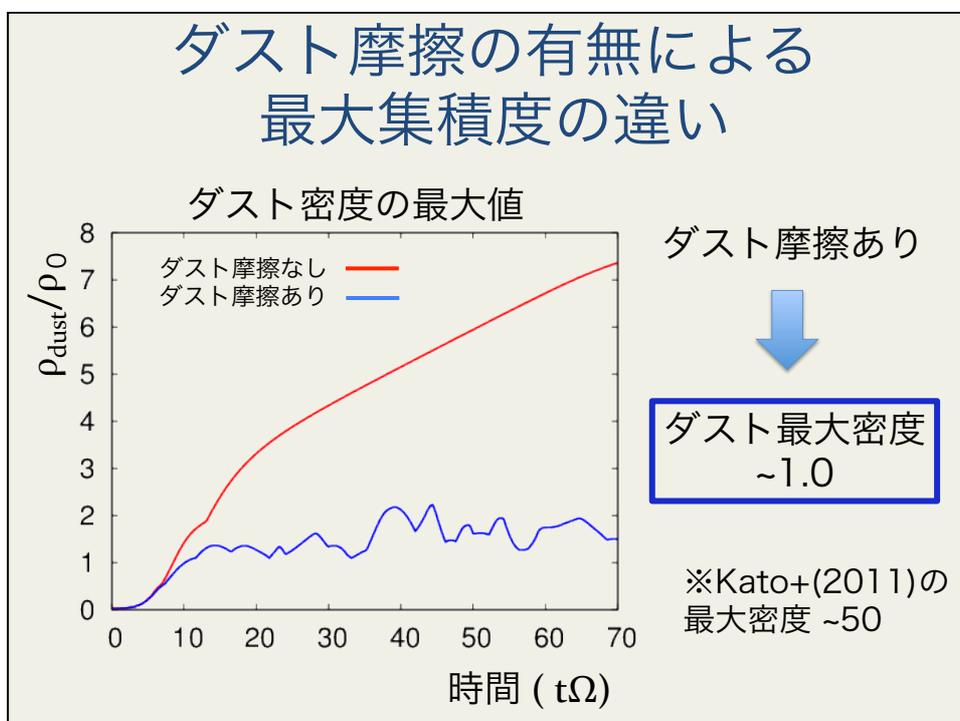
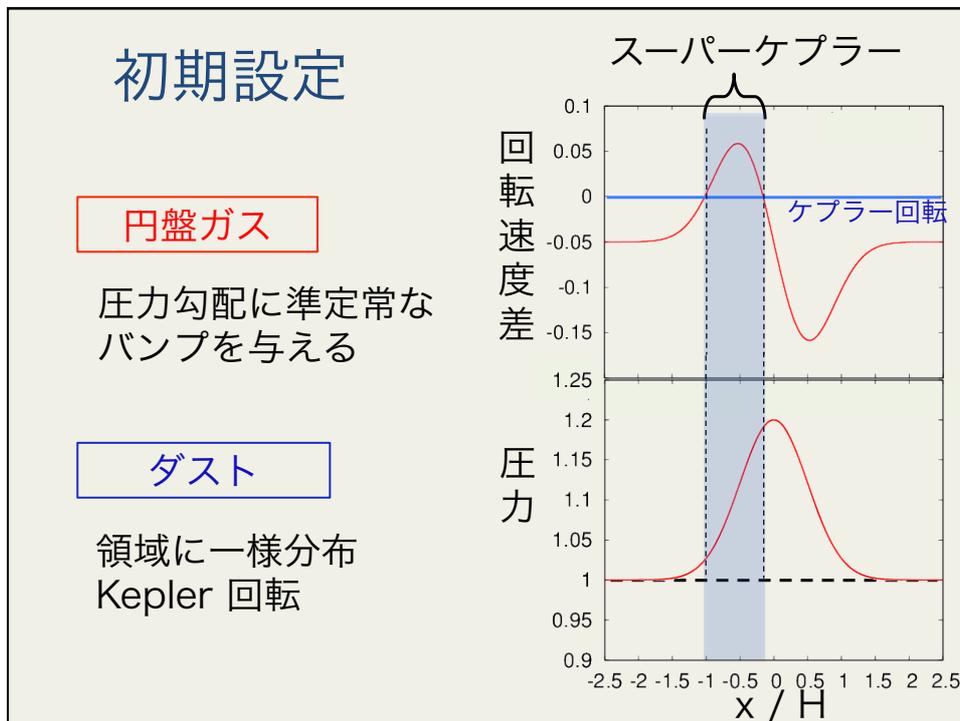
### 1-D local HD simulation + dust

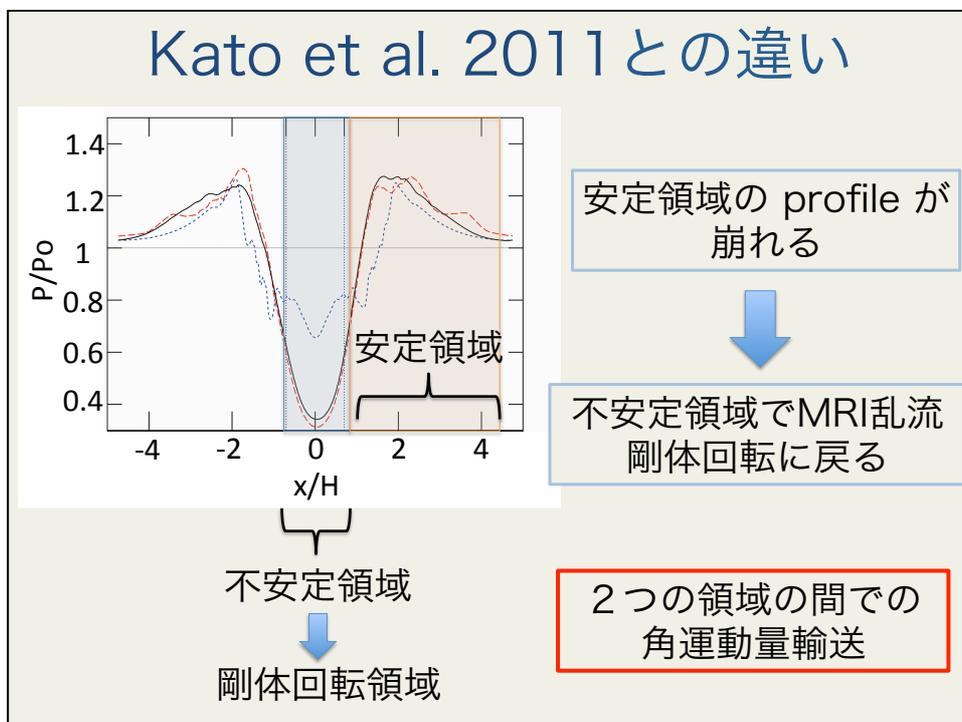
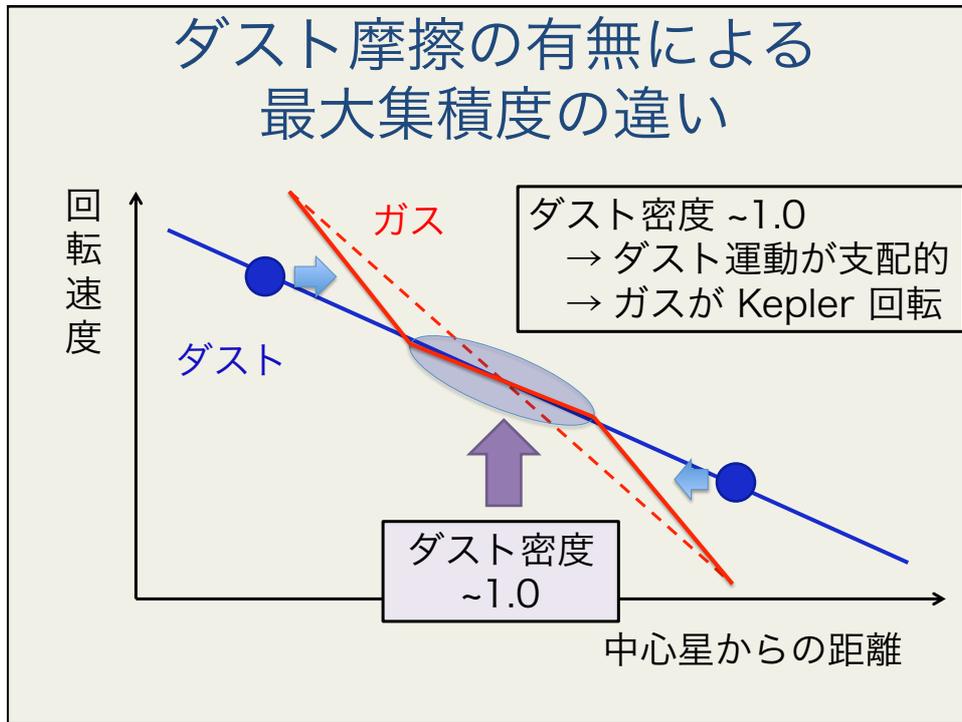


円盤赤道面上にある  
1次元の計算ボックスを  
考える

※軸対称を仮定  
※周期境界を採用

摩擦緩和時間  $\tau_f \Omega = 1.0$  ( ~ m size at  $r = 5\text{AU}$  )  
初期のダスト-ガス密度比  $\epsilon_0 = 0.01$





## 研究目的 2

### 角運動量輸送のモデル化

グローバルなガスの角運動量輸送がダスト集積に与える影響を明らかにしたい

目標：不安定領域からの角運動量輸送を再現

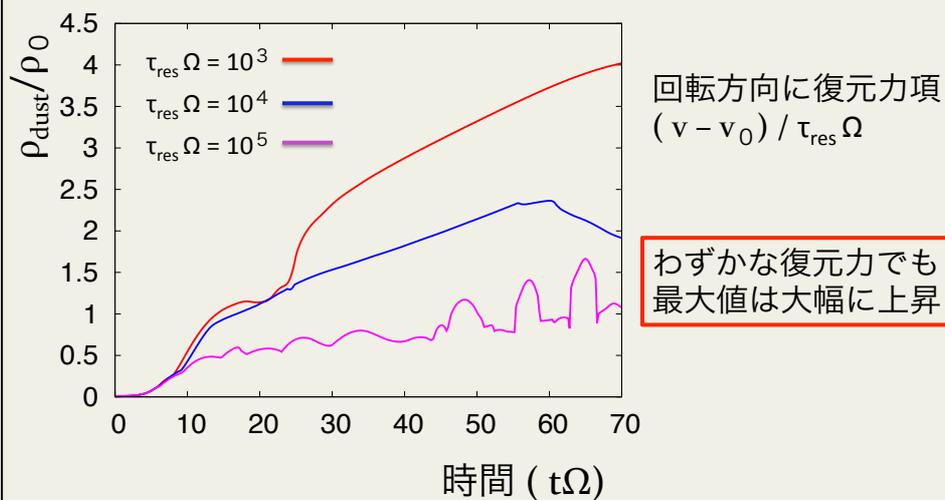
→ 乱流による角運動量輸送を  
「剛体回転に近づける効果」としてモデル化

現状：速度プロファイルを維持する復元力を与える

→ 「回転速度の変化を復元する」タイムスケールを考え角運動量輸送をモデル化

## 復元力を加えた場合

ダスト密度の最大値



## まとめ

- ダストを十分に集積させるには super-Kepler 領域を復元するメカニズムが必要
  - ダスト集積は super-Kepler 領域を壊してしまう
  - そのままだと最大密度は  $\sim 1.0$  で頭打ち
- ガスのグローバルな角運動量輸送に注目
  - 角運動量輸送を復元力としてモデル化
  - わずかな復元力でもダスト最大密度は大きく変わる