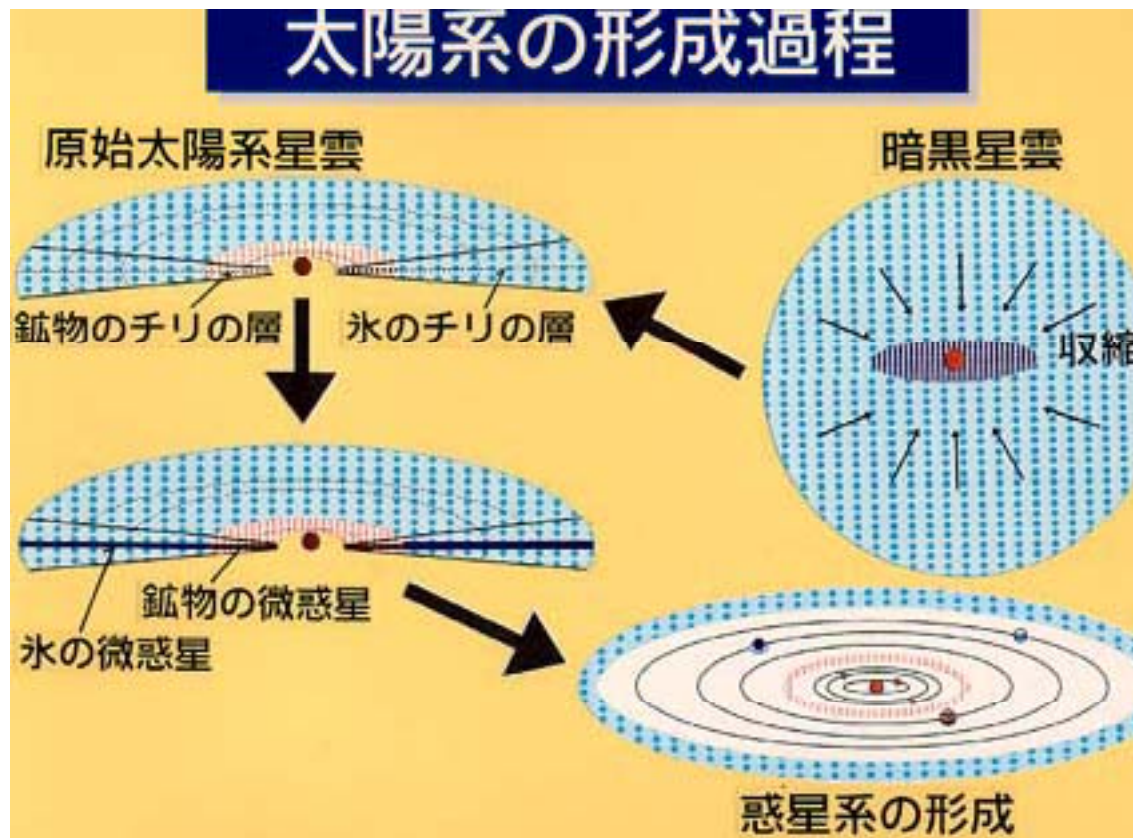


原始惑星系円盤における ダストアグリゲイトの焼結領域

名大・環境学

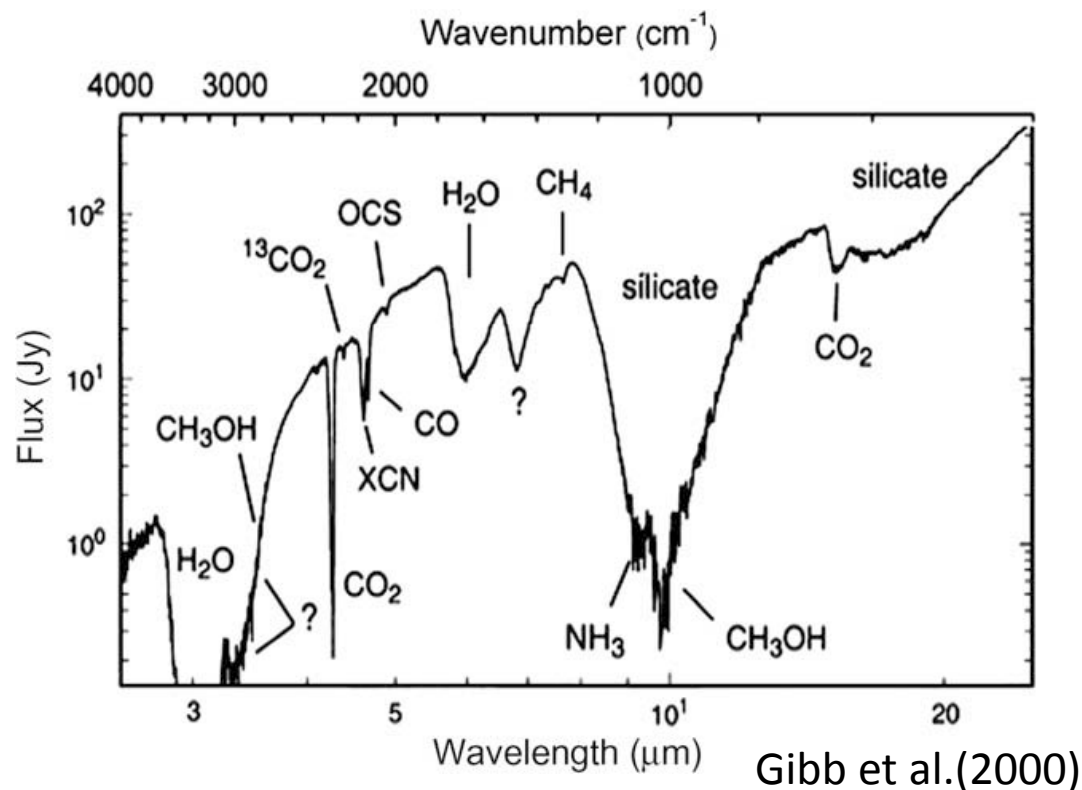
城野信一

惑星形成のシナリオ



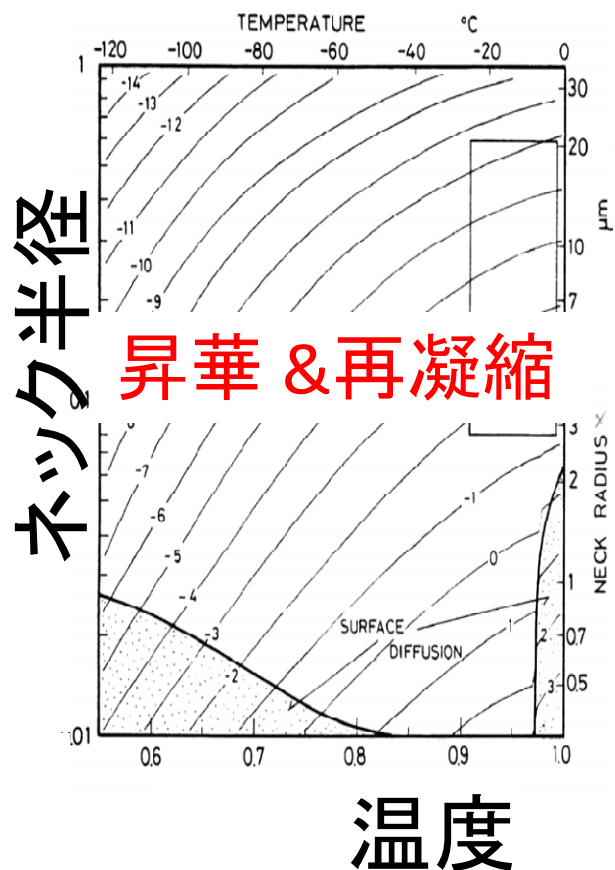
- 分子雲に含まれていた固体成分「星間塵」から惑星が形成

星間塵の氷の組成

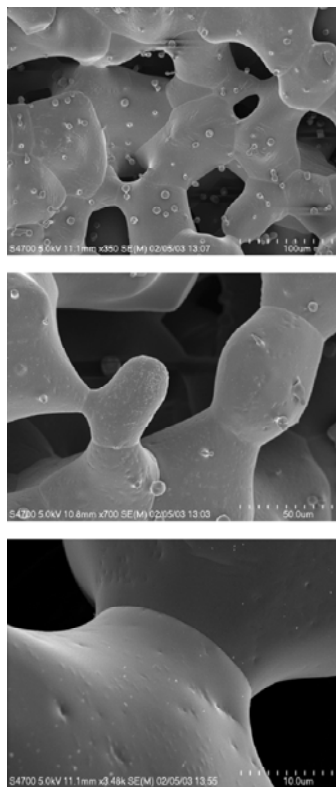


- H_2O 以外にも様々な分子種
- 原始惑星系円盤に取り込まれる
- 分子種毎に異なる昇華温度

焼結によるネックの成長



Maeno & Ebinuma (1983)



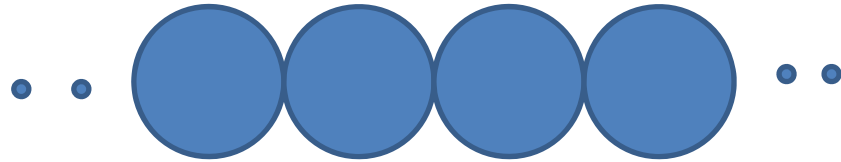
Blackford (2007)

- ダストグレインの衝突・付着⇒アグリゲイト
- アグリゲイト⇒微惑星
- 昇華 + 再凝縮により分子がネックに移動
- 力学的性質が大きく変化 (Sirono (1999))

研究の目的

- ネットワーク成長の数値計算を行い、焼結のタイムスケールを求める
- 焼結に要するタイムスケールから、どの領域が影響を受けるか明らかにする
 - グレイン間の付着力が変化
 - ダストアグリゲイトの成長に影響

数値シミュレーション



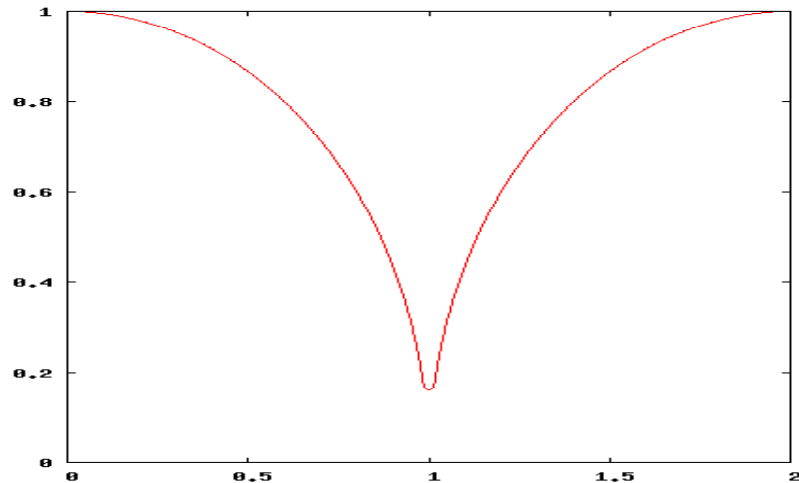
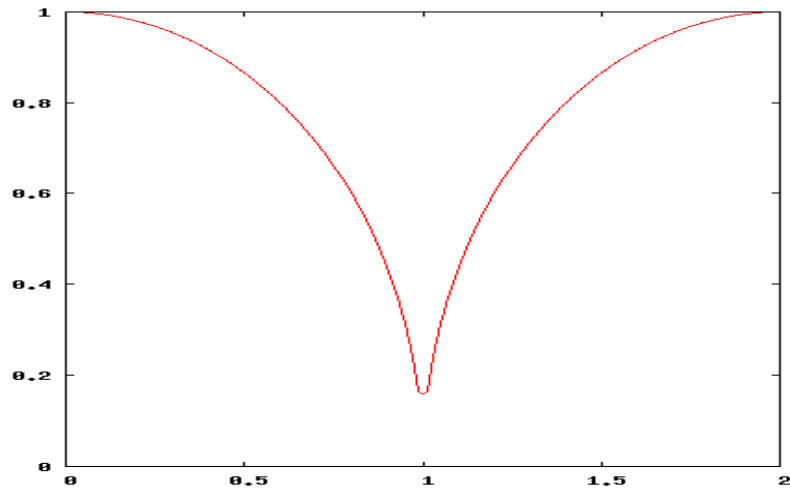
$$\frac{ds}{dt} = \frac{P_e(T)\gamma\Omega^2}{\sqrt{2\pi mkT kT}} (\bar{K} - K)$$

$$\tau = \alpha \frac{a^2 \sqrt{2\pi mkT kT}}{P_e(T)\gamma\Omega^2}$$

これを求める

- 無限につながった球
- ネック半径/球半径 0.158
0.1ミクロンH₂O球接触
- 初期ネック形状は内接する円
- 周囲はガスで飽和
 - 昇華と凝縮がつりあい
- タイムスケールにかかる数係数 α を決定
 - 接触半径が倍になる時間

数値計算の結果

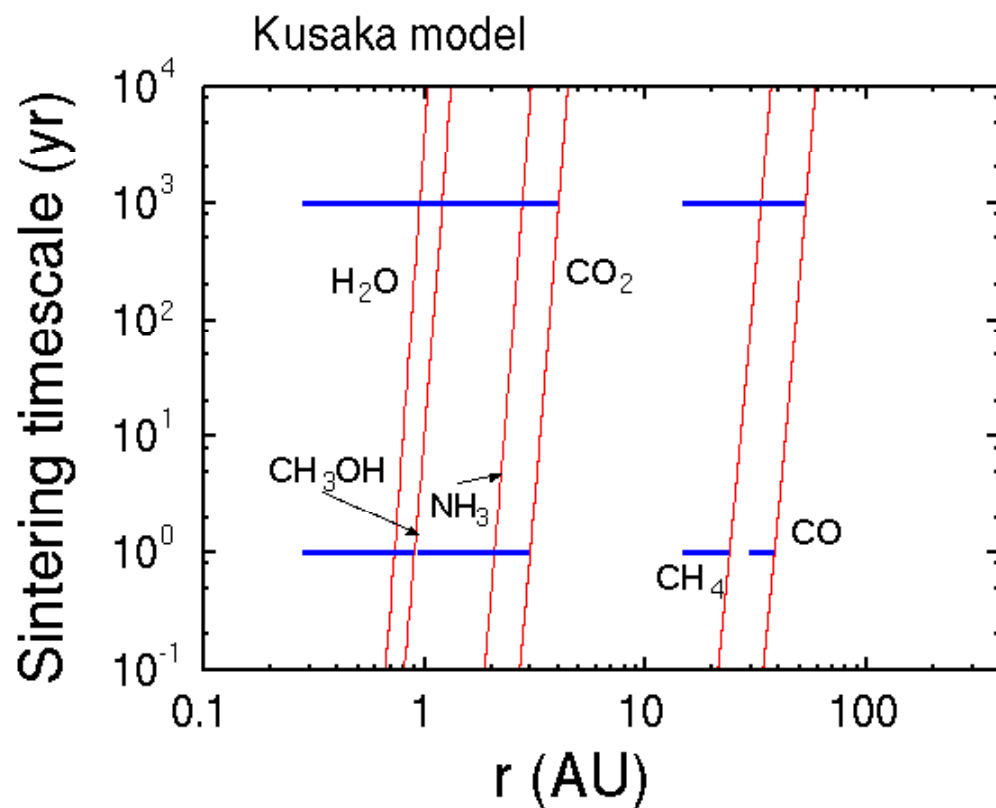


- 初め早く、だんだん遅く
– タイムスケール \propto サイズ²
- $\alpha = 4.7 \times 10^{-3}$
- ネットク体積 = 0.4%

焼結タイムスケールの算出

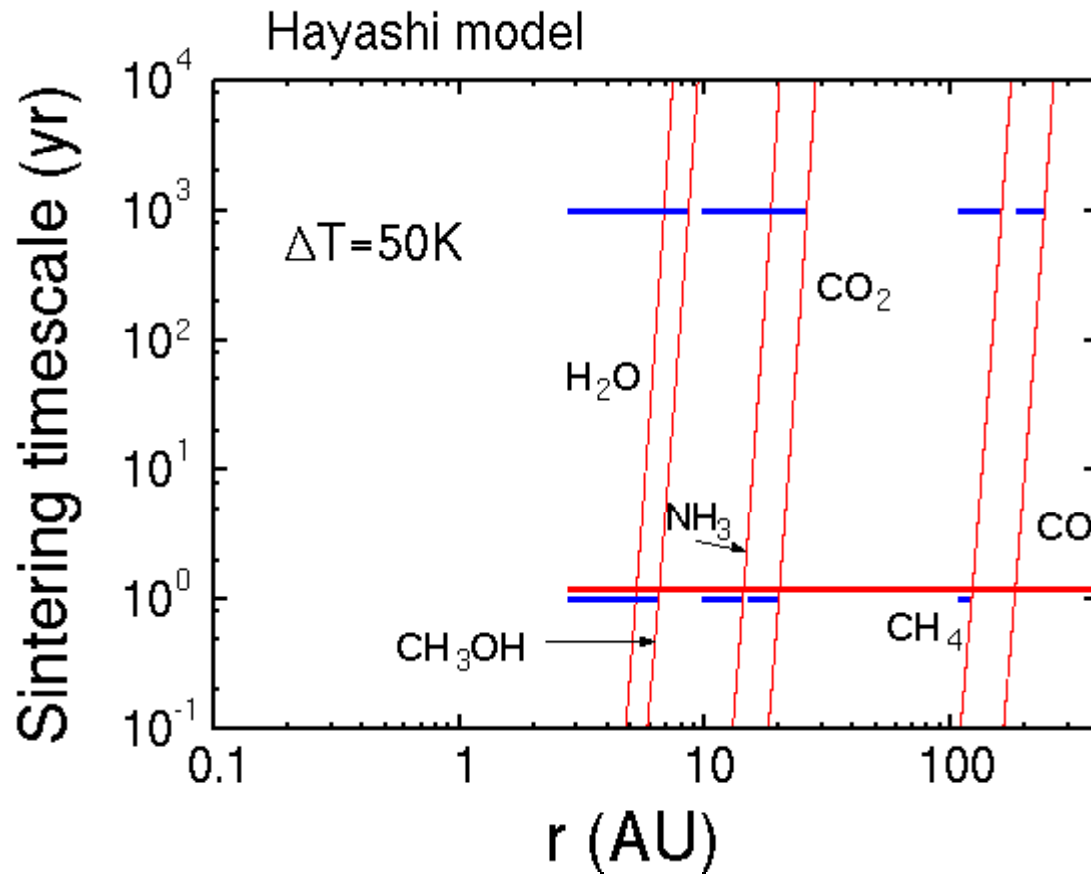
- 質量比でH₂Oの1/10存在
- グレインサイズ 0.1ミクロン
- 飽和蒸気圧データ:
 - Yamamoto et al.(1983) NH₃, CH₄
 - Lucas et al.(2005) CH₃OH
 - Berland et al.(1995) H₂O
 - Sandford & Allamandora (1988) CO, CO₂
- 温度分布: Hayashi (1981), Kusaka et al.(1970)
- 一時的な温度上昇 $\Delta T = 10, 30, 50\text{K}$ 時間0.1yr

ネック成長領域 (温度一定)



- 成長時間 (赤線)
- 成長領域 (青線)
 - 下: 1年
 - 上: 1000年
- 独立した領域でネックが成長

ネック成長領域(温度変化)



- 温度が上昇, 低下
- $\Delta T \uparrow$ 領域大
- 全域でネックが成長

まとめ

- 数値シミュレーションにより、ネックの成長時間を決定した。
- 原始惑星系円盤内でのネックの成長領域を明らかにした。
 - 温度揺らぎ⇒全域でネックが成長
 - グレインアグリゲイトの成長に影響