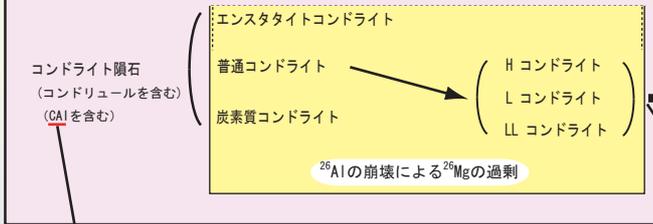


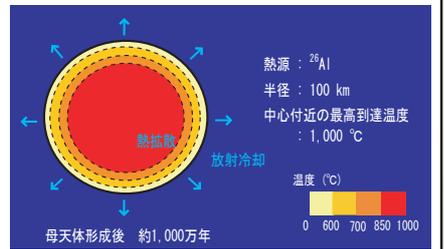
★ 研究内容

$^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}=5.0 \times 10^{-5}$ (CAIの値) $\sim 5.0 \times 10^{-6}$ までの間で微惑星が集積したとき、どのぐらいの半径でどのぐらいの温度まで内部が熱されるのか?

○ CAIとコンドライト隕石の形成年代



普通コンドライト母天体の熱進化 (Onion shellモデル) (Miyamoto et al., 1981; Bennett, M. E. and H. Y. McSween, Jr. 1996)



母天体が短寿命放射線核種 ^{26}Al の崩壊エネルギーによって一様に熱されると同時に、熱拡散と放射冷却によって母天体表面から熱を失う。母天体形成時の $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ の値は 5.0×10^{-5} で、約1,000万年後にそれぞれの場所での最高到達温度に達する。そして約2億年後、内部は完全に冷やされる。



○ 発想

仮定
太陽系初期に微惑星の集積が起こっていたとしたら…
おそらく

予想
 ^{26}Al を多く含むので、普通コンドライト母天体よりも小さい半径で内部が高温度化
しかし

事実
CAIがコンドライト隕石中に含まれる
ということは

問題点
CAIは、形成されてからコンドライト母天体に取り込まれるまでにどのような歴史を経たのか?

数値計算
 $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}=5.0 \times 10^{-5}$ (CAIの値) $\sim 5.0 \times 10^{-6}$ において上述条件を満たす微惑星半径と中心の最高到達温度との関係

○ 熱進化の計算

★ 熱伝導方程式 (変数: t, m)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{4\pi}{C(T)} \frac{\partial r^2 F}{\partial m} + \frac{A(t)}{\rho C(T)} e^{-\lambda t}$$

ここで $F = -4\pi r^2 \rho K(T) \frac{\partial T}{\partial m}$

$$A(t) = 3.65 \times \rho \times (^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}) \quad [\text{W/m}^3]$$

(J. M. Herndon and M. A. Herndon, 1977)

T : 温度 t : 微惑星形成からの時間
F : 熱フラックス r : 微惑星中心からの距離
C(T) : 比熱 m : 半径rまでの球の質量
K(T) : 熱伝導率 λ : ^{26}Al の崩壊定数
 ρ : 密度 A(t) : 熱生成率

上述の計算式をもとに差分法を用いて数値計算した。

□ 微惑星表面での境界条件

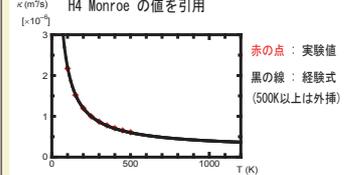
$$\frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\sigma}{K(T)} (T^4 - T_s^4) = 0$$

σ : ステファン・ボルツマン定数
 T_s : 微惑星外の温度 ($\approx 200\text{K}$)

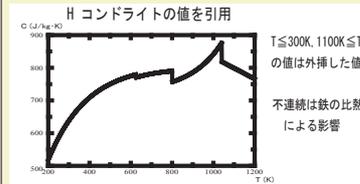
微惑星の内部からの熱拡散と表面からの放射冷却が微惑星外からの熱輻射と釣りあっているとした。

★ 熱特性 (κ, C, K) の温度依存

熱拡散率 κ ... K. Yomogida and K. Matsui (1983)

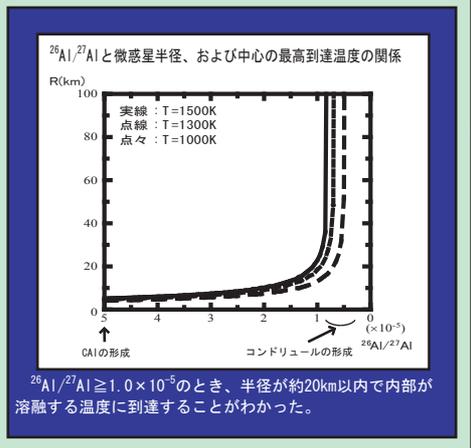
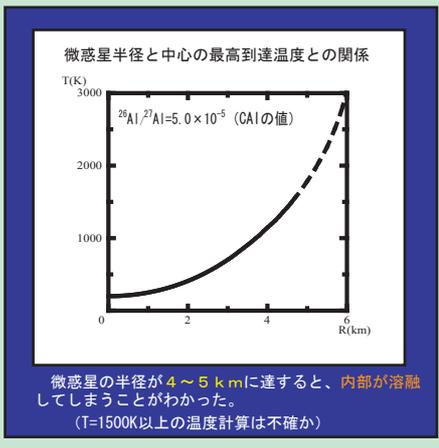


比熱 C ... A. Ghosh and H. Y. McSween, Jr (1999)



熱伝導率 K
 $K(T) = \rho C(T) \kappa(T)$
 $\rho = 3.58 \times 10^3 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
H4 Monroe の値

○ 結果



○ 考察

- コンドライト母天体の源物質の進化として以下の3つの可能性が考えられる。
- 太陽系星雲の初期の約200万年には微惑星はまだ形成されず、CAIは単独で太陽系星雲内に浮遊していた。
 - 太陽系星雲の初期から微惑星は形成されていたがしばらくのあいだ半径は数km~約20kmであった。
 - CAIのもつ $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ 比は、他の太陽系物質の初期値よりも大きいものであった。
- エコンドライトなどの分化隕石は、太陽系星雲の初期に集積し融解したのかもしれない。

○ これからの課題

- 隕石物質の熱特性のデータを詳細に調べる。
- 集積しつつある微惑星の熱進化を考える。
- 惑星成長のシミュレーションと関連付けた計算を行う。