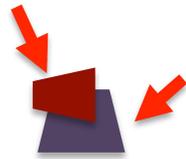


小惑星探査により展開されるサイエンスの一案

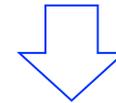
中本泰史(東工大)



~ 1 km

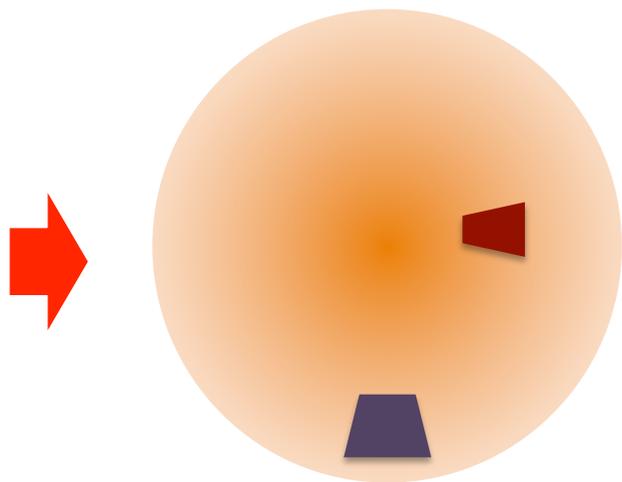
現在の小惑星

小惑星の異なる部分の化学組成



微惑星形成過程を読み解く

可能か？



未分化の母天体

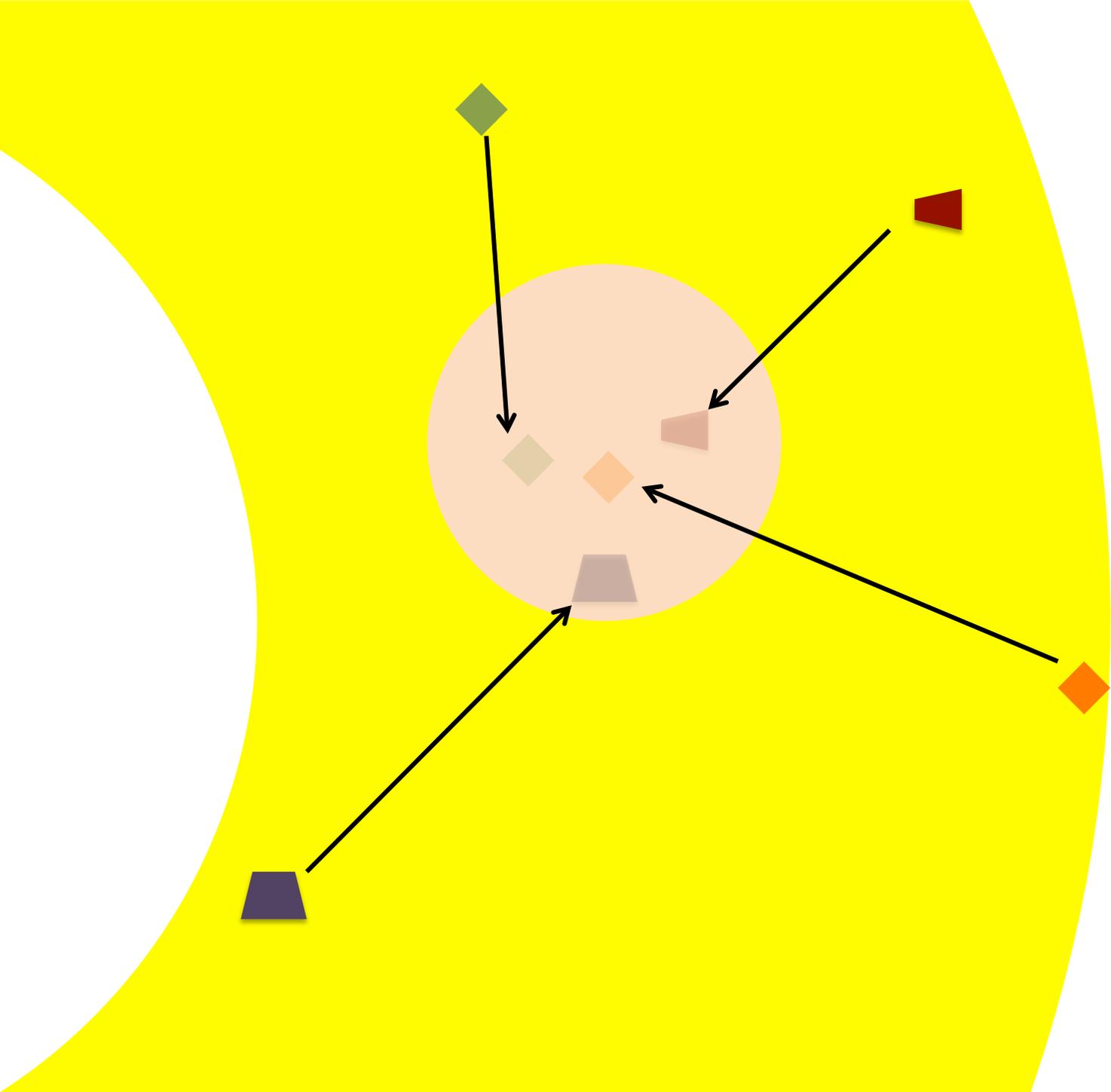
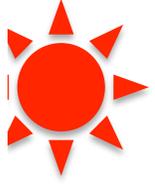


衝突・破壊
再集積
水質変成
熱変成

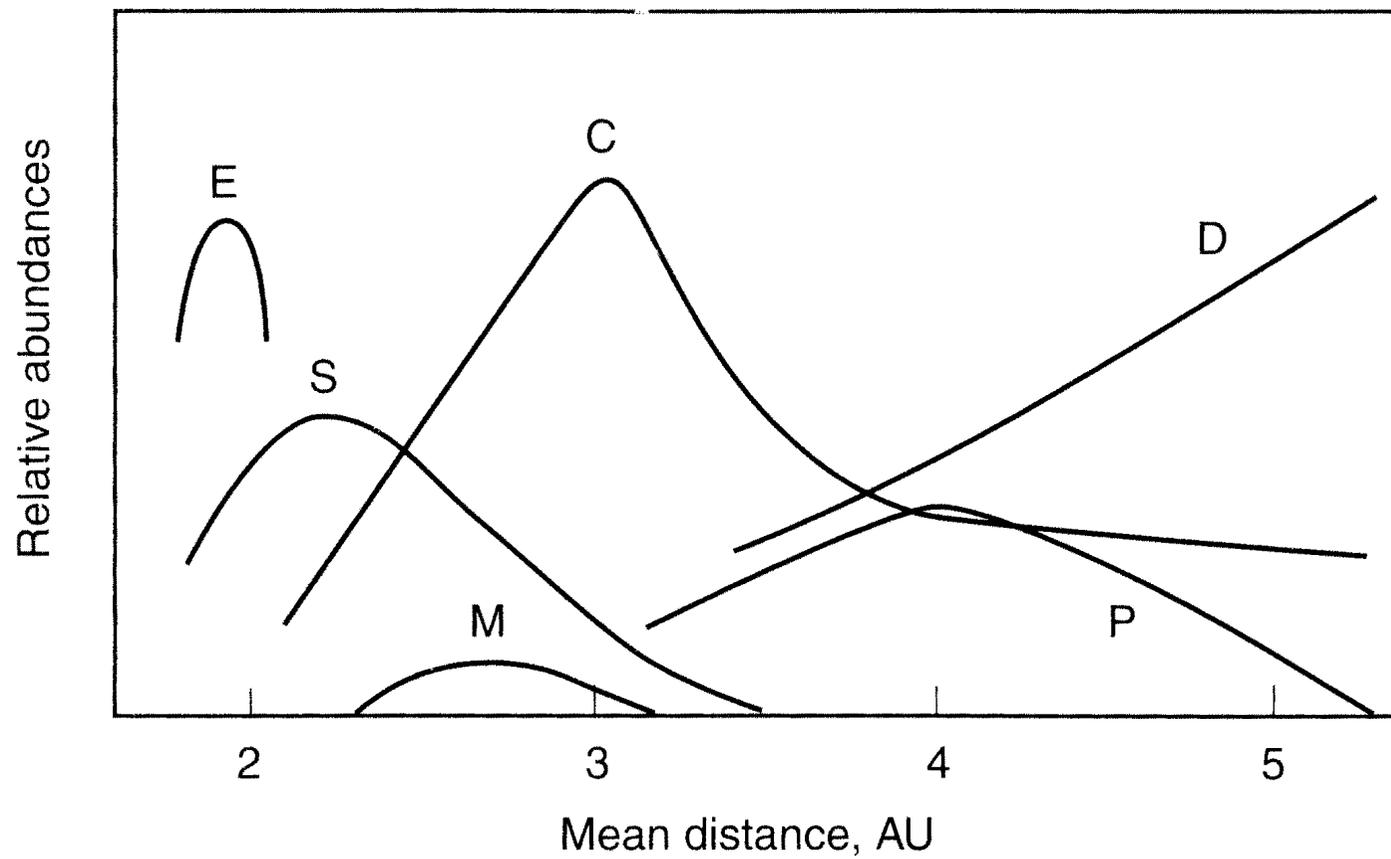


~ 1 km

現在の小惑星

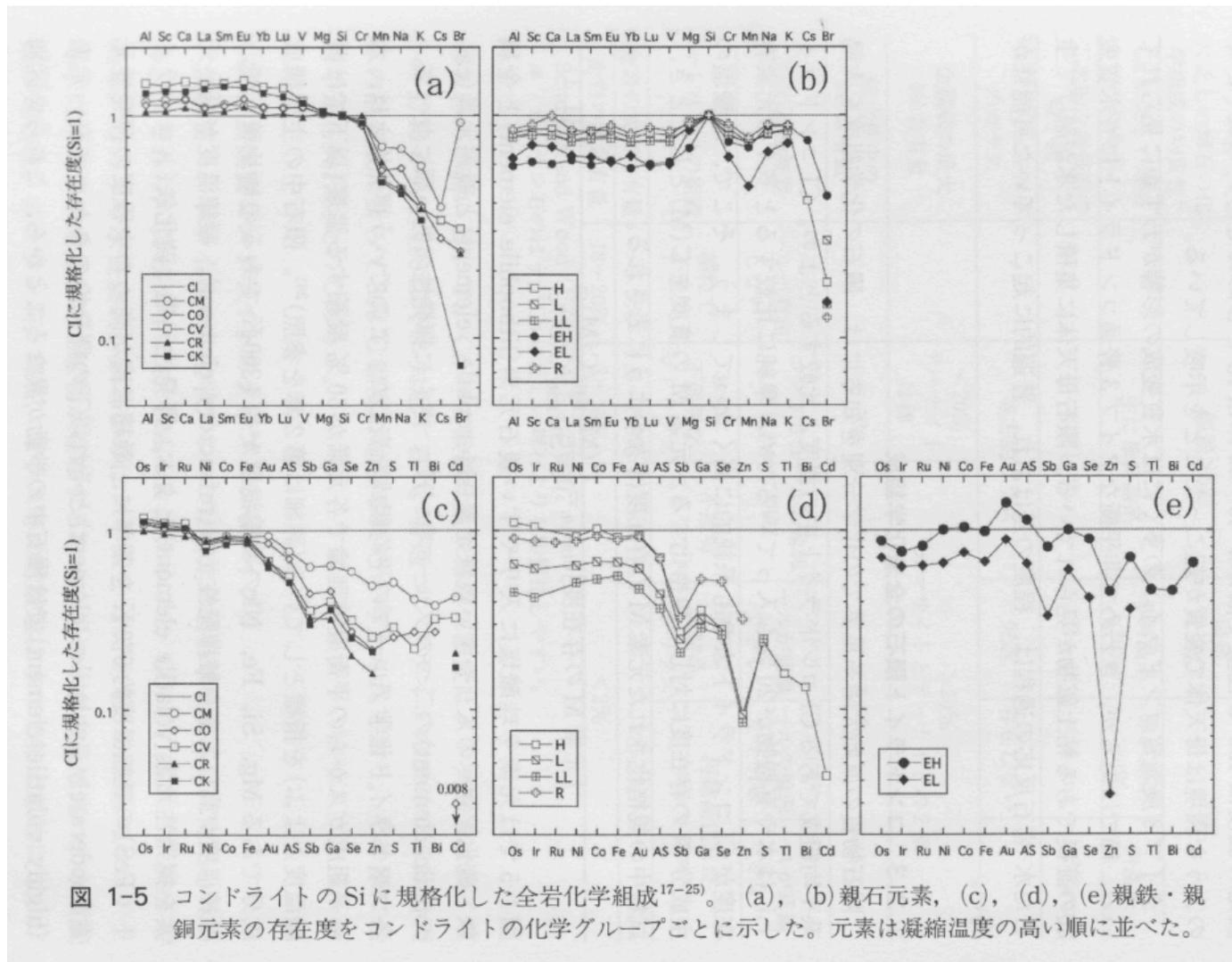


小惑星タイプの動径分布



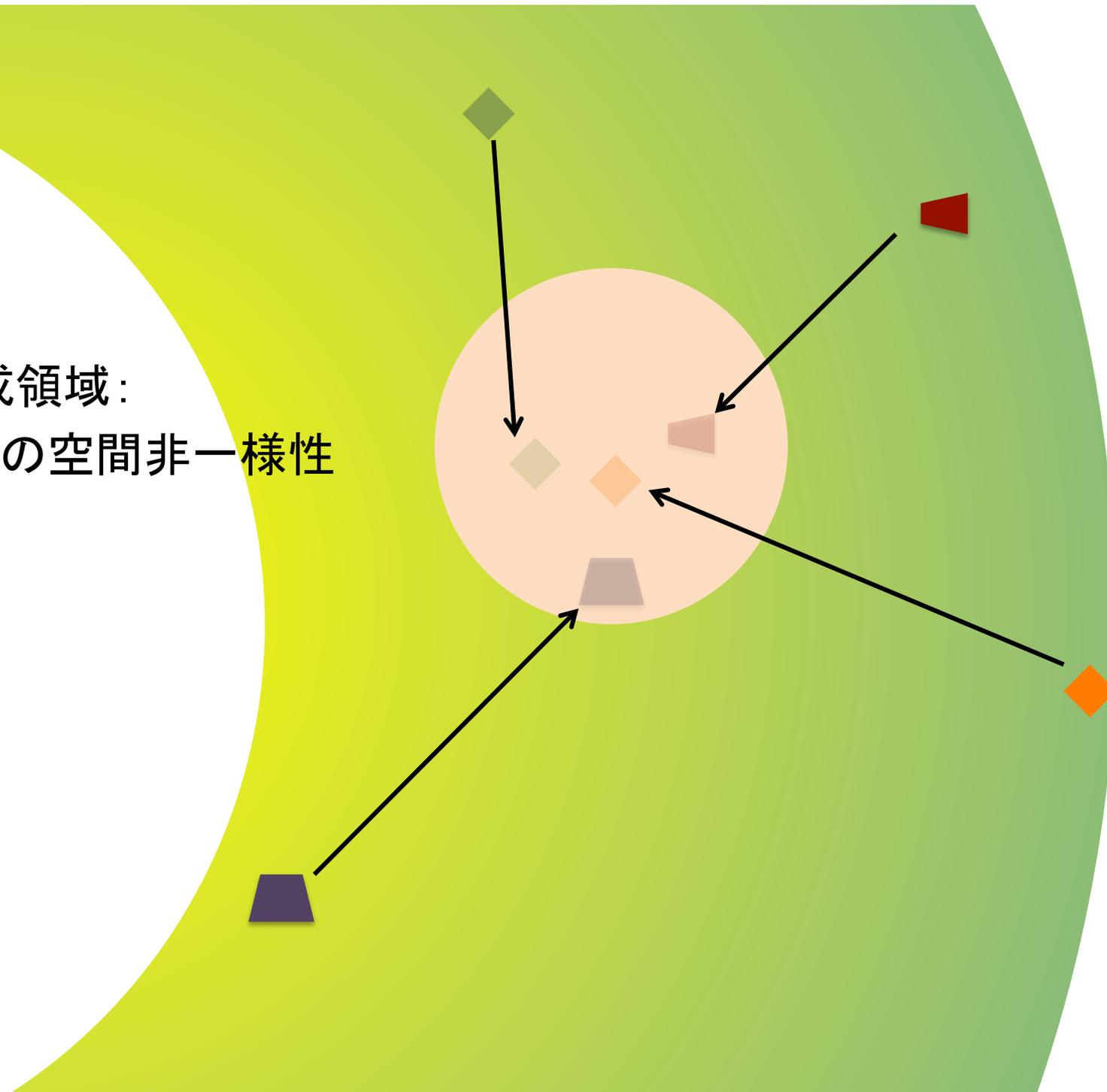
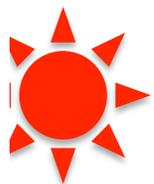
From Gradie & Tedesco (1982)

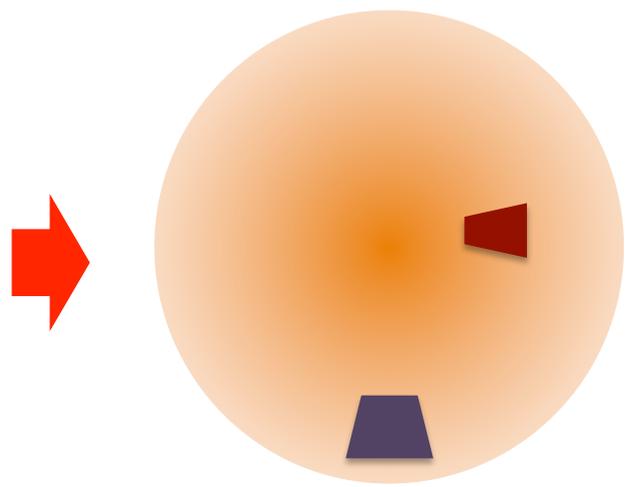
コンドライト隕石の全岩化学組成



宇宙・惑星化学 (2008)

小惑星形成領域：
化学組成の空間非一様性





未分化の母天体



衝突・破壊
再集積
水質変成
熱変成



~ 1 km

現在の小惑星

考慮すべき点

* 小惑星形成過程:

- 外部に十分な化学的不均質があるか？

← 小惑星はどの範囲のものを集めてできるか？ 問1

- 外部の化学的不均質を内部に取り込めるか？

← 形成過程で不均質を維持できるか？ 問2

* 小惑星進化過程:

- 内部の不均質を保持し得るか？

- 衝突・破壊・攪拌などで消されないか？

← 衝突・攪拌・破壊・再集積現象に依存 今回は考慮せず

- 水質変成・熱変成で消されないか？

← 今回は考慮せず

問2 形成過程で不均質を維持できるか？

小惑星はどうやって形成されるか？ 例：半径100 kmの小惑星は？

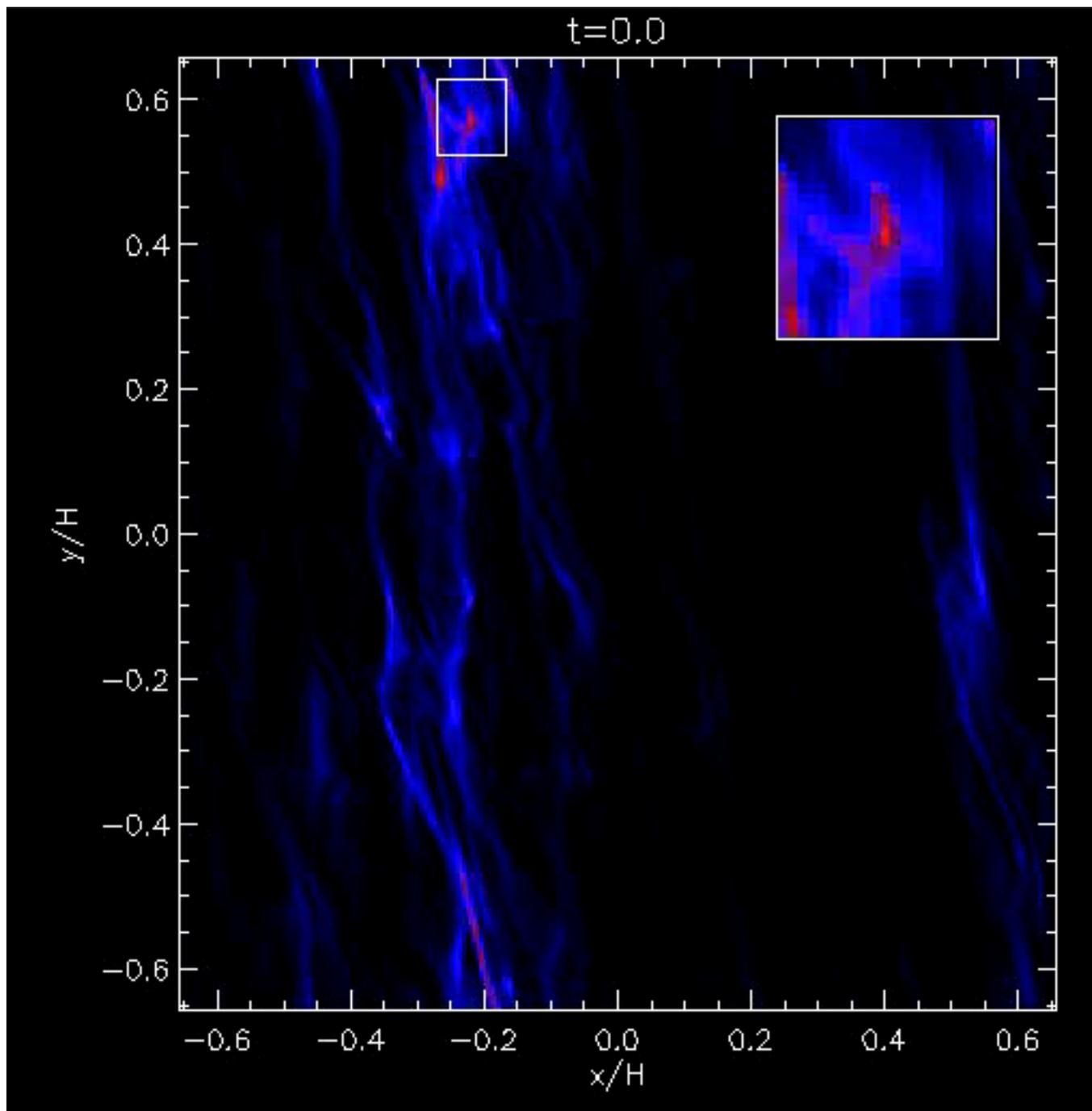
古典的描像

微惑星同士が重力で集積して形成

微惑星の大きさ = 1 – 10 km

最近の微惑星形成理論

微惑星の大きさ	理論
1 – 10 km	GI (古典的, Secular GI)
10 - 100 km	Turbulence + GI
100 - 1000 km	Streaming Inst. + GI



Johansen + 07

問2 形成過程で不均質を維持できるか？

小惑星はどうやって形成されるか？ 例：半径100 kmの小惑星は？

古典的描像

微惑星同士が重力で集積して形成

微惑星の大きさ = 1 – 10 km

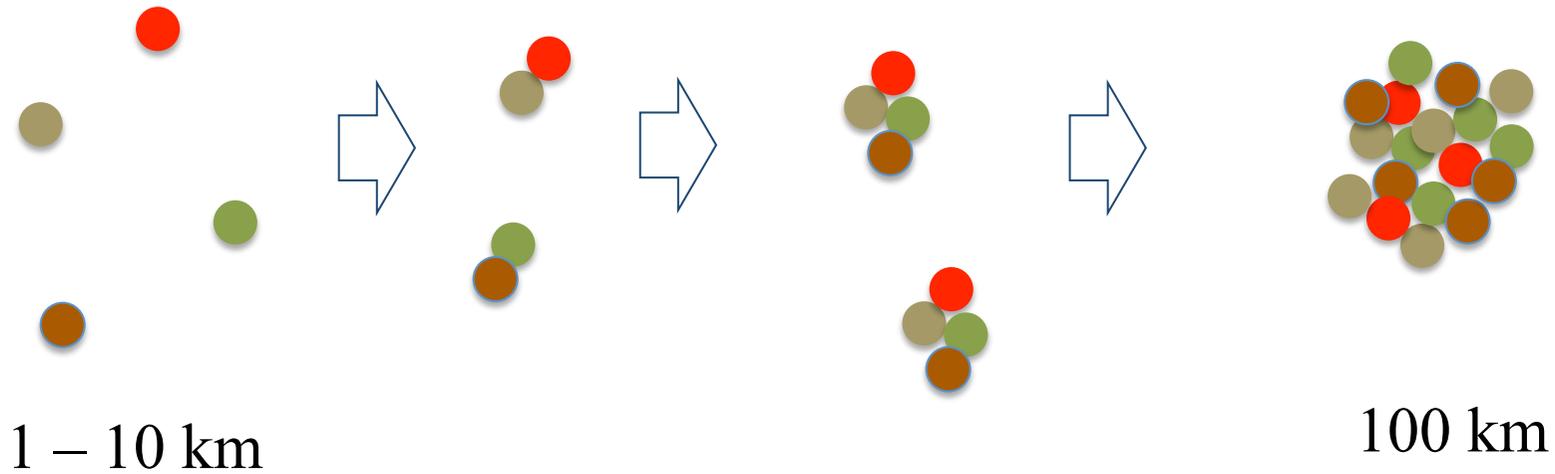
最近の微惑星形成理論

微惑星の大きさ	理論
1 – 10 km	GI (古典的, Secular GI)
10 - 100 km	Turbulence + GI
100 - 1000 km	Streaming Inst. + GI

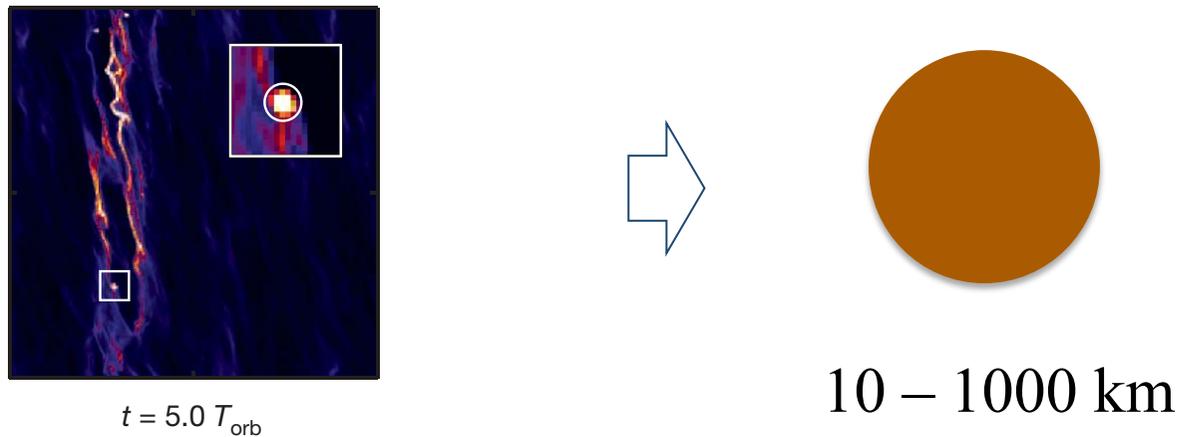
小惑星 形成理論

- * 微惑星同士の重力で集積 (古典的描像と同じ)
- * 大きな微惑星 = 小惑星
- * “雪玉式成長”: 小さな微惑星 + ダスト集積 = 小惑星

小微惑星 + 重力で集積(古典的描像)



大微惑星 (Streaming Inst. + GI, Turbulence + GI)

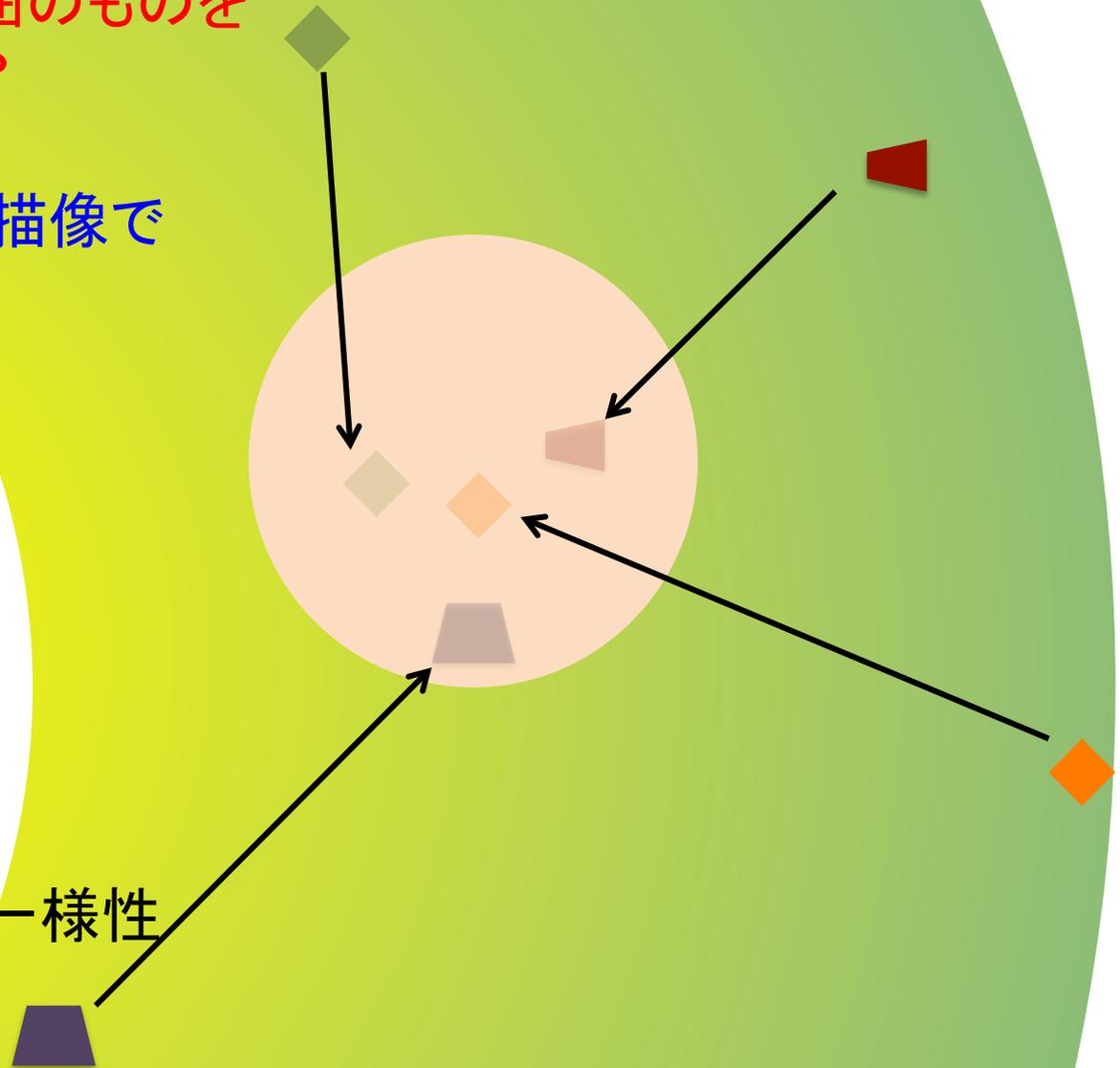


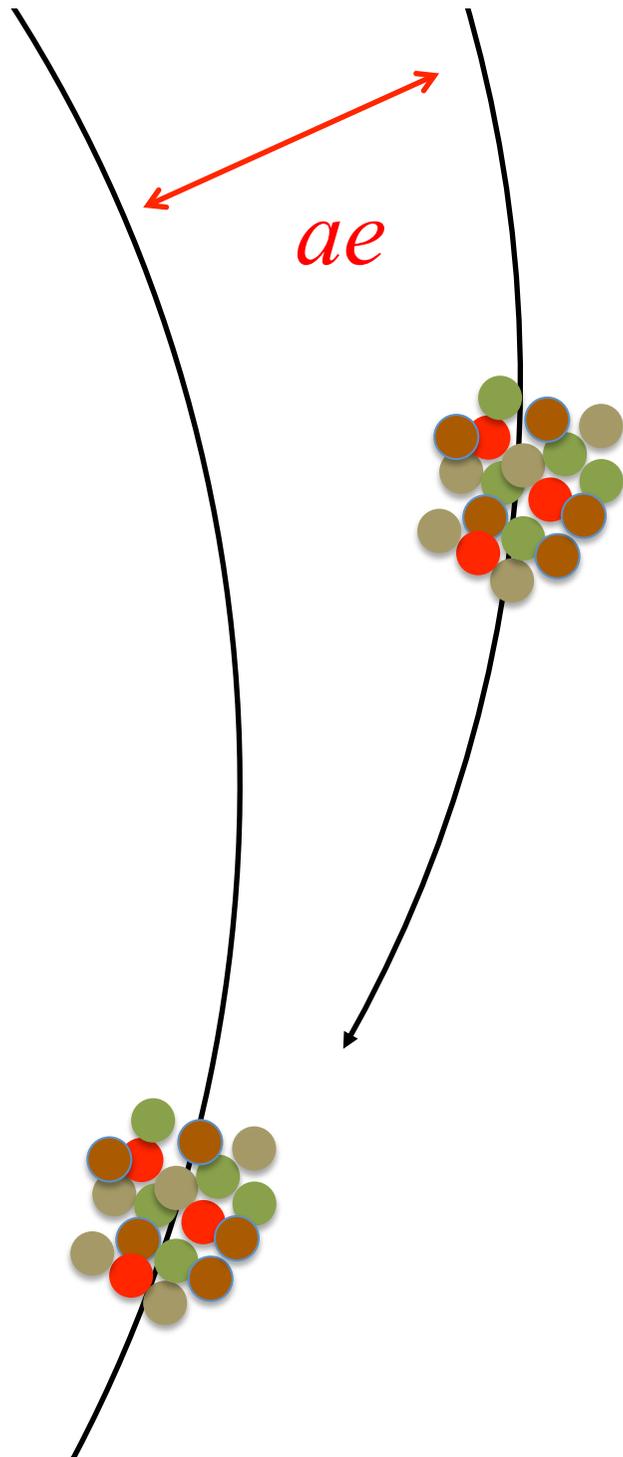
問1 小惑星はどの範囲のものを
集めてできるか？

特に、小惑星が古典的描像で
形成される場合



小惑星形成領域：
化学組成の空間非一様性





小惑星(隕石母天体)への重力集積

$$ev_K = v_{\text{ran}} \approx v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$e \approx \sqrt{\frac{2Ma}{M_{\text{sun}} R}} = \sqrt{\frac{8\pi\rho a}{3M_{\text{sun}}}} R$$

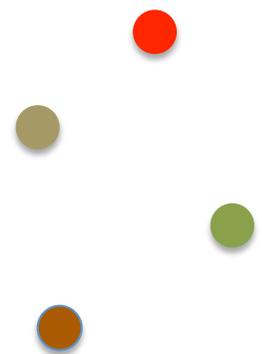
$$= 0.8 \times 10^{-2} \left(\frac{a}{3\text{AU}} \right)^{1/2} \left(\frac{R}{100\text{km}} \right)$$



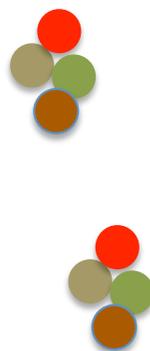
(小惑星領域の化学不均質の程度) $\times e$

の不均質が小惑星内にあり得る

小微惑星 + 重力で集積(古典的描像)

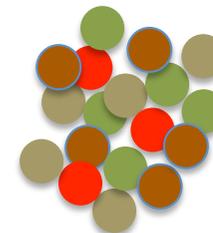


1 - 10 km



(小惑星領域の
化学不均質の程度)

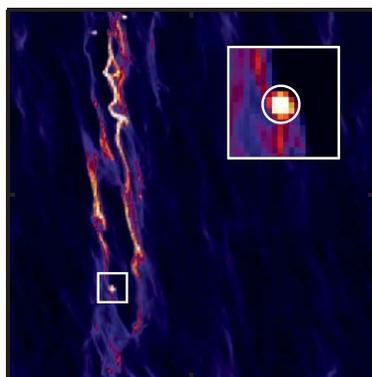
$\times e$



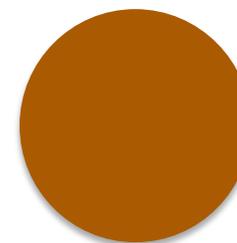
100 km

大惑星 (Streaming Inst. + GI, Turbulence + GI)

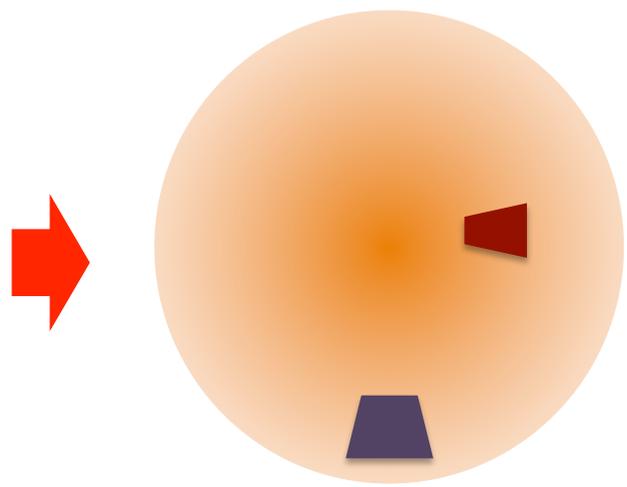
内部は均質



$t = 5.0 T_{\text{orb}}$



10 - 1000 km



未分化の母天体



衝突・破壊
再集積
水質変成
熱変成

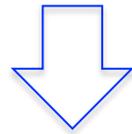


~ 1 km

現在の小惑星

まとめ

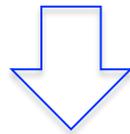
小惑星の異なる場所の化学組成が異なる



構成している微惑星の組成の違いを反映

小さい微惑星 + 重力による微惑星集積 = 小惑星

小惑星の異なる場所の化学組成が同じ



大きい微惑星として誕生, 小さい微惑星 + ダスト集積, ...
(初期情報が消された: 攪拌, 破壊・再集積, 等々)