

赤外吸収における フォルステライト微粒子の 形状及び凝集の効果

○今井 悠太¹⁾, 小池 千代枝¹⁾, 茅原 弘毅¹⁾,
村田 敬介¹⁾, 土山 明¹⁾, 野口 高明²⁾

¹⁾ 阪大・理・宇宙地球

²⁾ 茨城大・理

Introduction

- 赤外分光観測と室内実験の比較
 - ダストの性質を推定
 - 若い星、晩期星の星周に
結晶質ケイ酸塩粒子 (ol, px)
- 赤外吸収の依存性 (intrinsicなもの)
 - ✓ 組成 (Koike et al. 2003)
 - ✓ 温度 (Koike et al. 2006)
 - 結晶性
 - 異方性 etc.

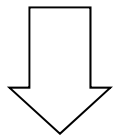
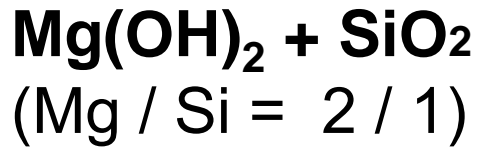
Introduction

- **ダスト**（微粒子）の赤外吸収はextrinsicな性質にも影響を受ける。

- サイズ
- 粒子形状
- 凝集

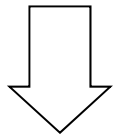
赤外吸収における粒子形状・凝集の効果を
実験的に調べる

Sample Preparation



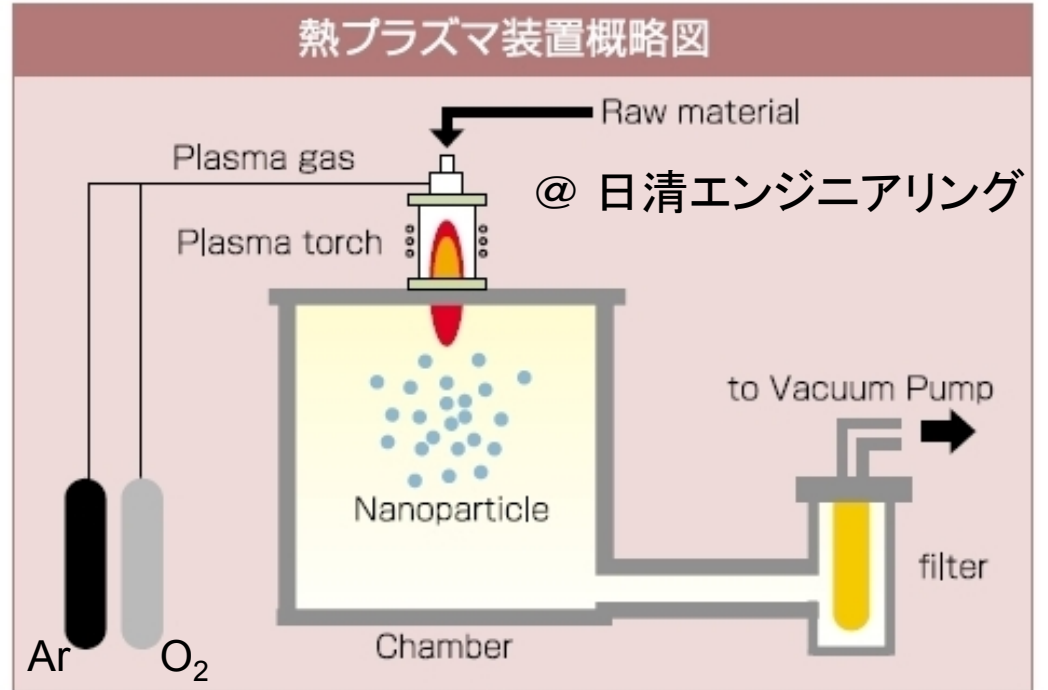
加熱蒸発
& 冷却凝縮

球形アモルファス粒子

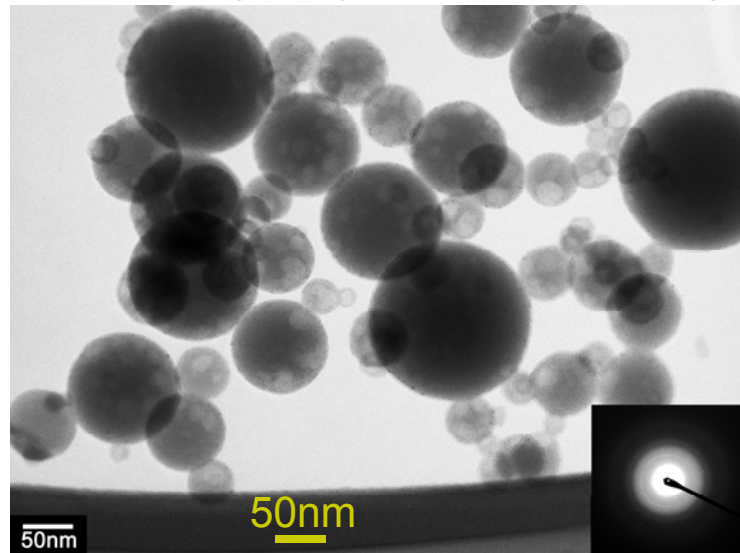


加熱結晶化

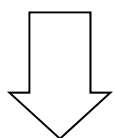
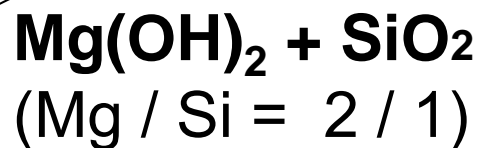
球形forsterite (Mg_2SiO_4)
粒子



http://www.nisshineng.com/jpn/powder_processing/service.html

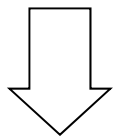


Sample Preparation



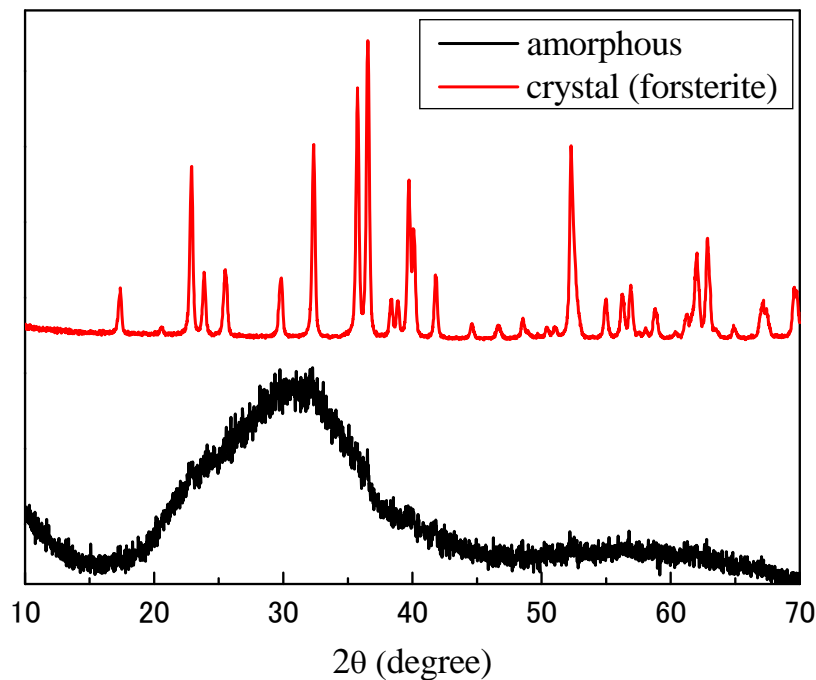
加熱蒸発
& 冷却凝縮

球形アモルファス粒子



加熱結晶化

球形forsterite (Mg_2SiO_4)
粒子



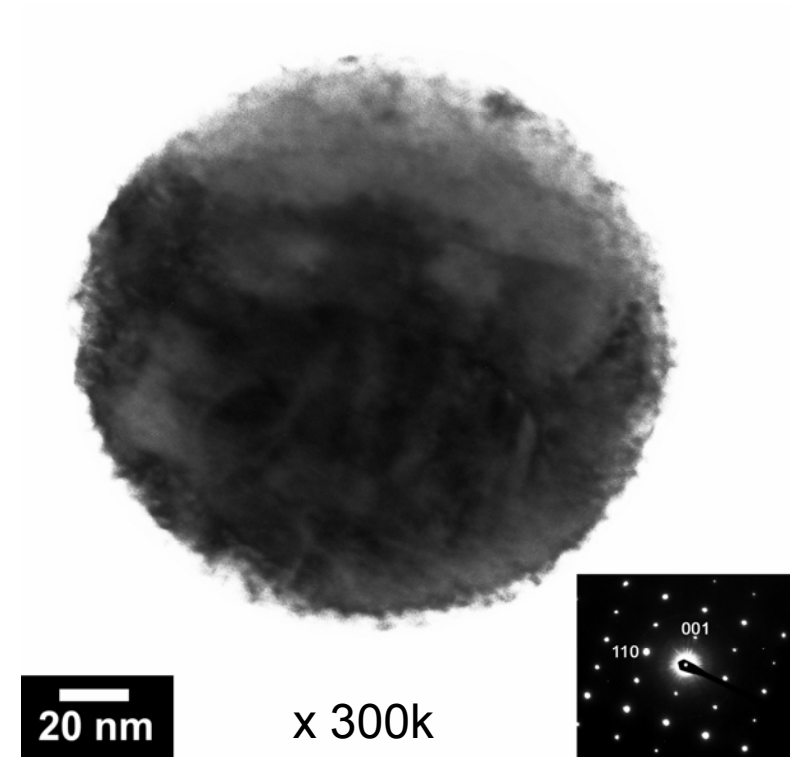
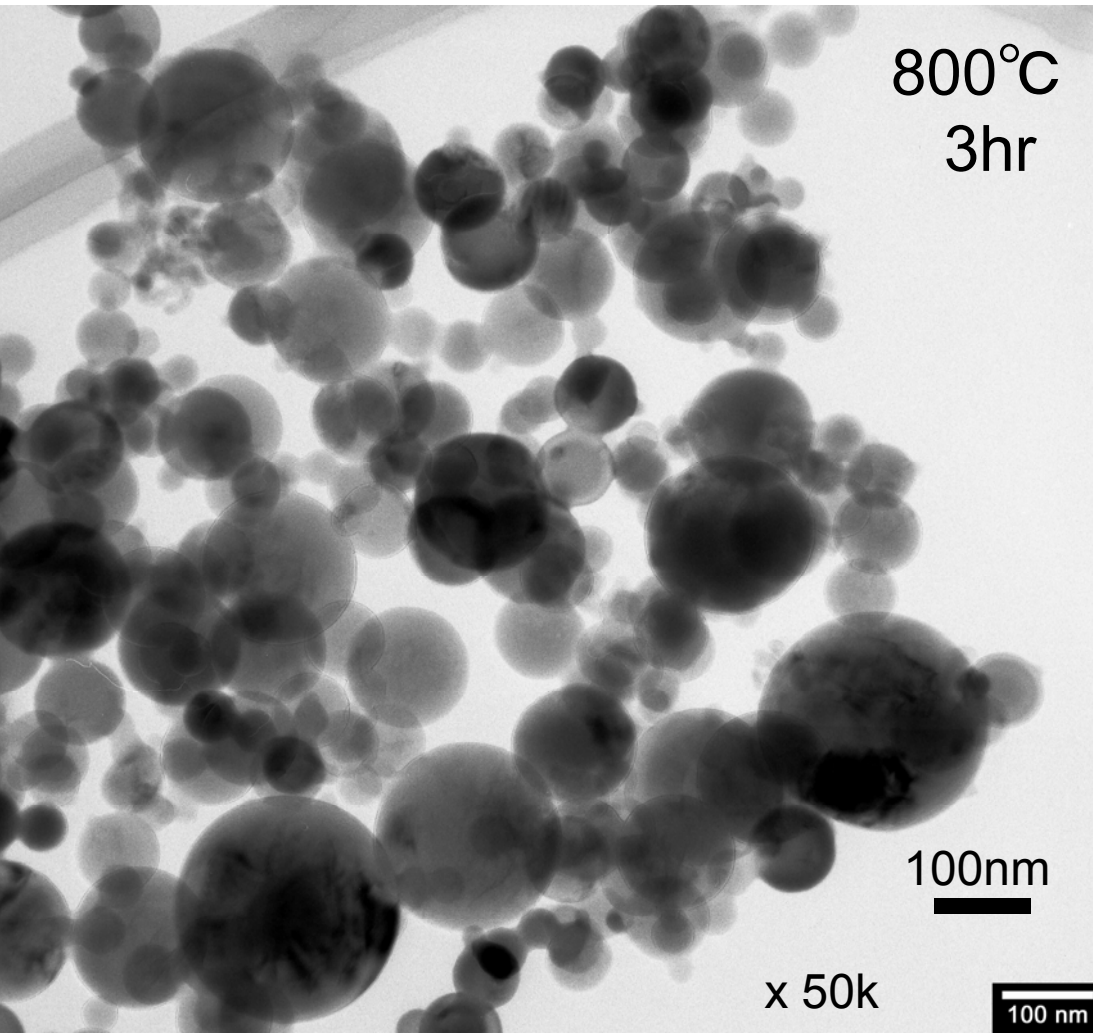
800 °C 900 °C 1000 °C 1100 °C 1150 °C 1200 °C

3hr	●	○	○	○	○	○
6hr	○					
12hr	○					
24hr	○					
48hr	○					

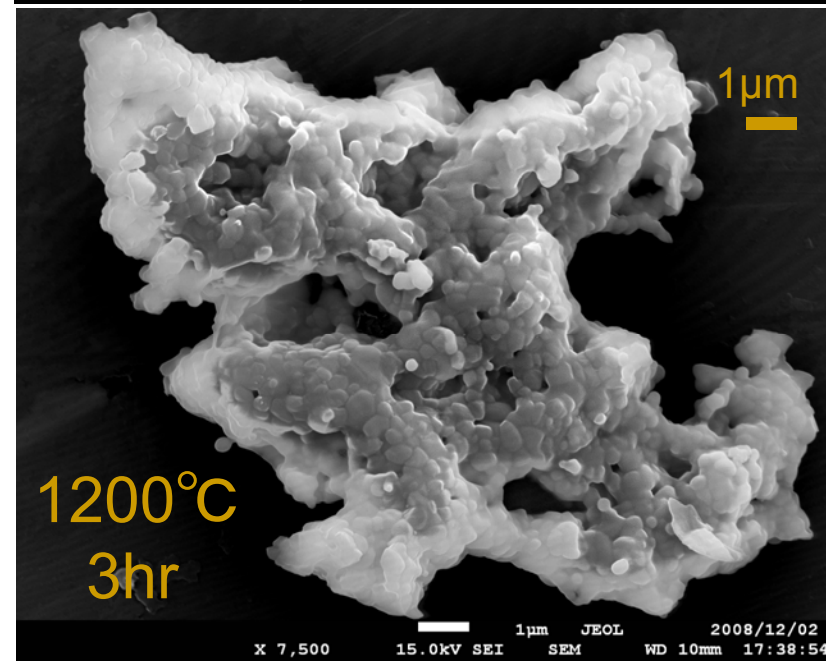
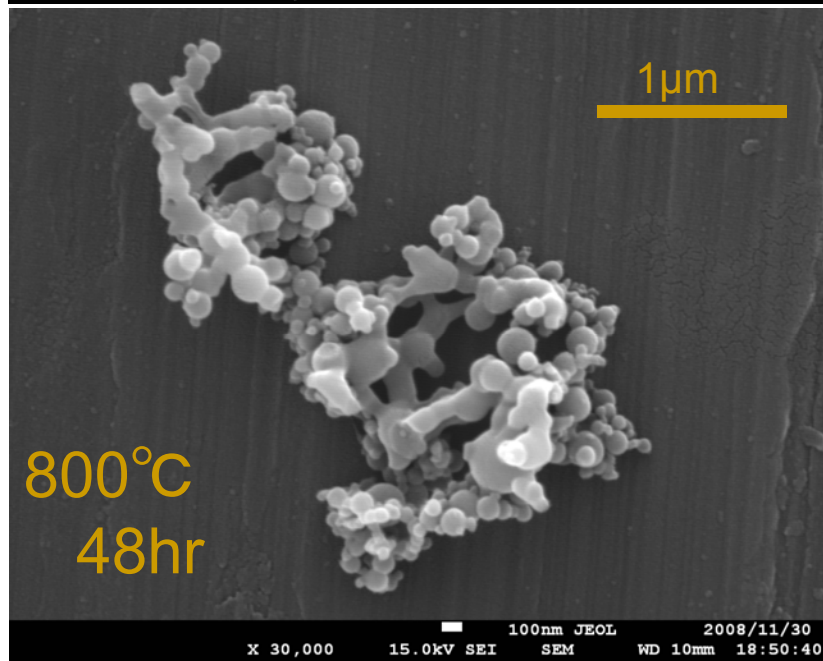
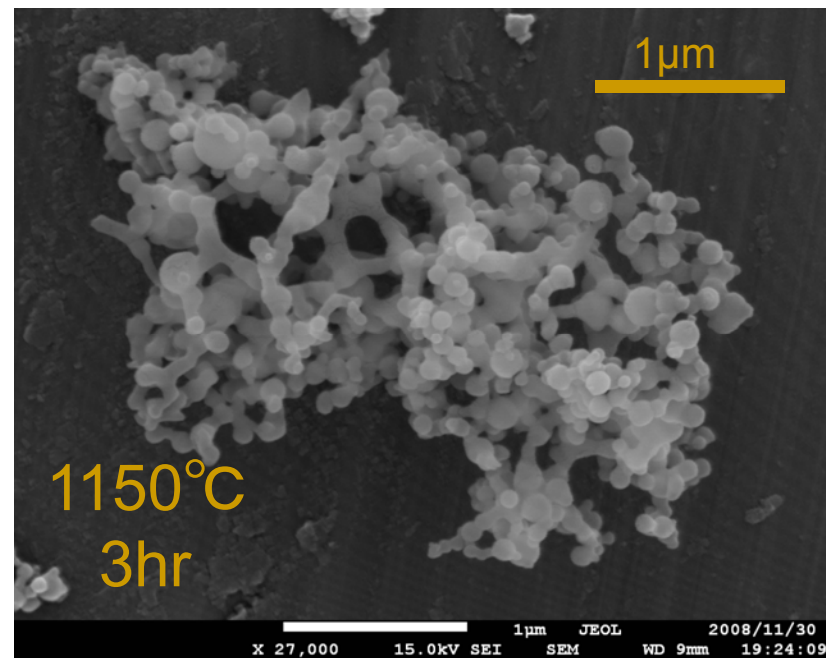
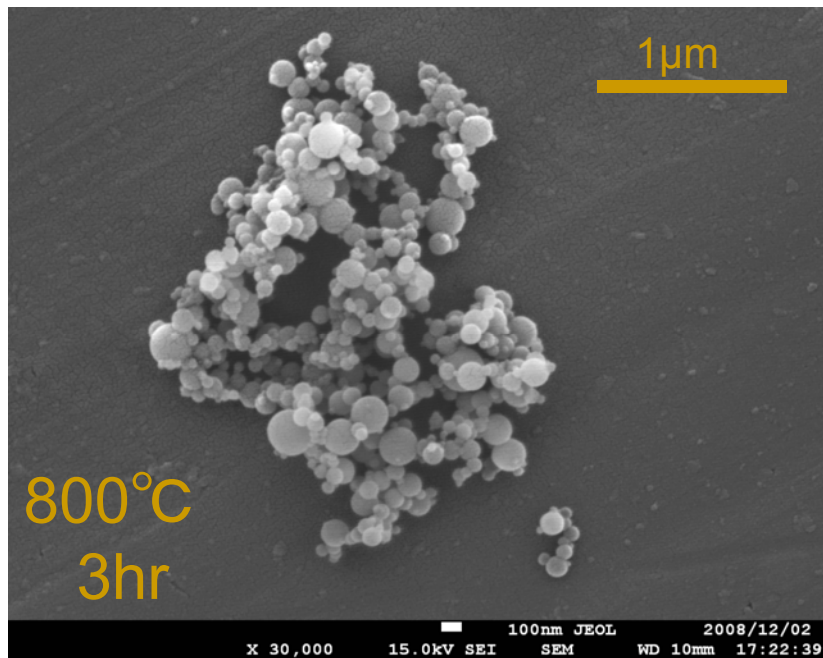
TEM-Images (800°C 3hr)

単一粒子の形状

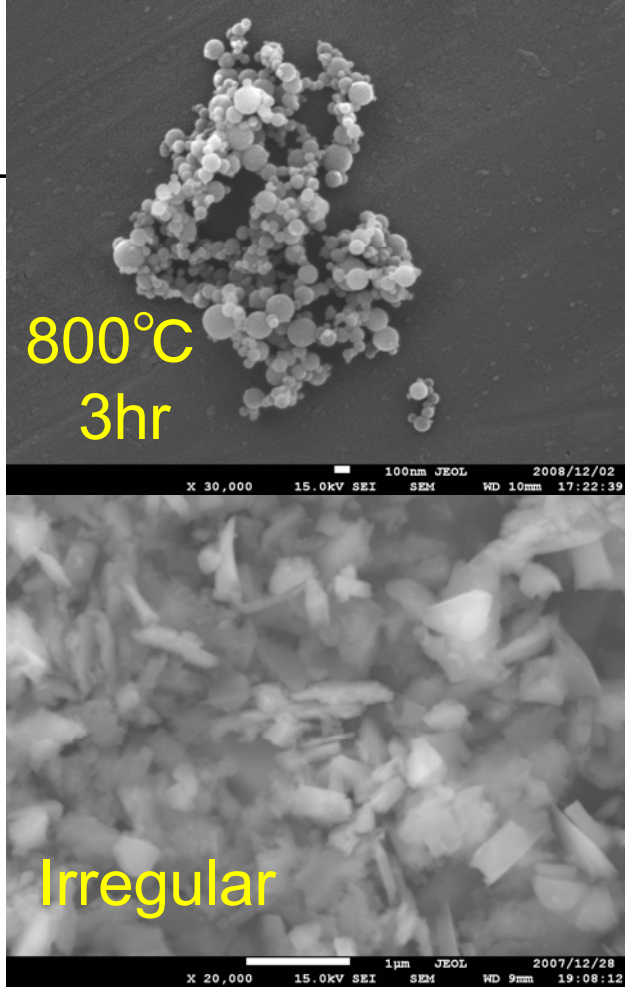
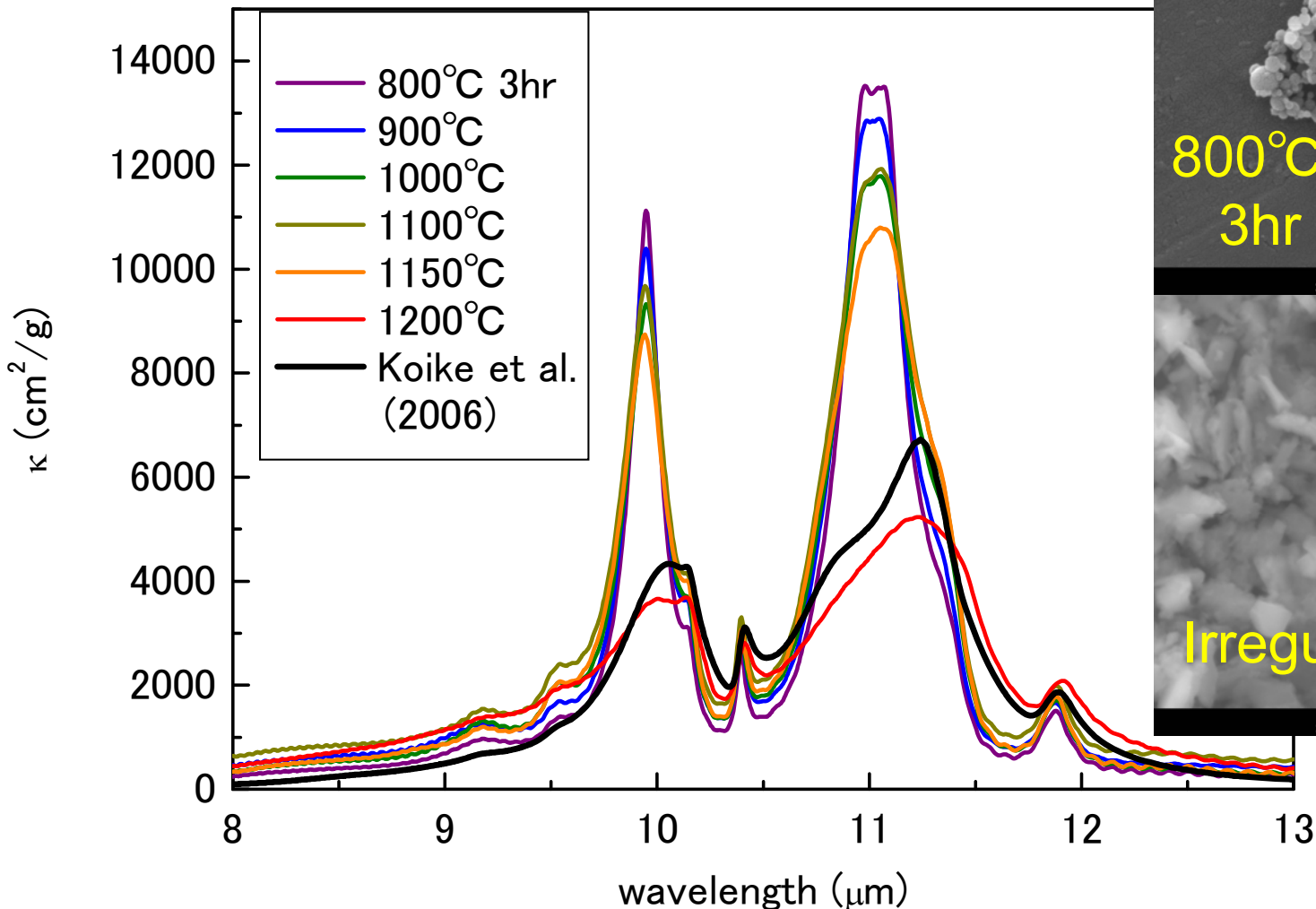
→ サブミクロンサイズの球形結晶粒子(単結晶)



SEI- Images

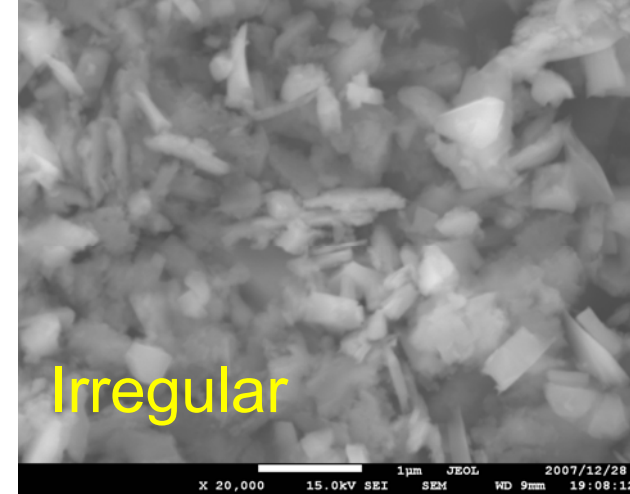
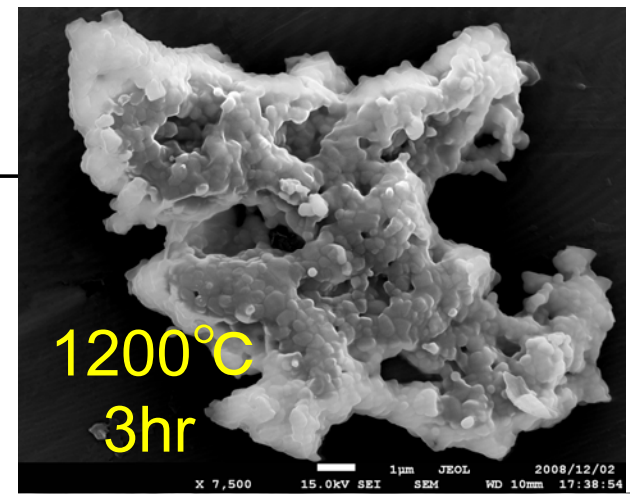
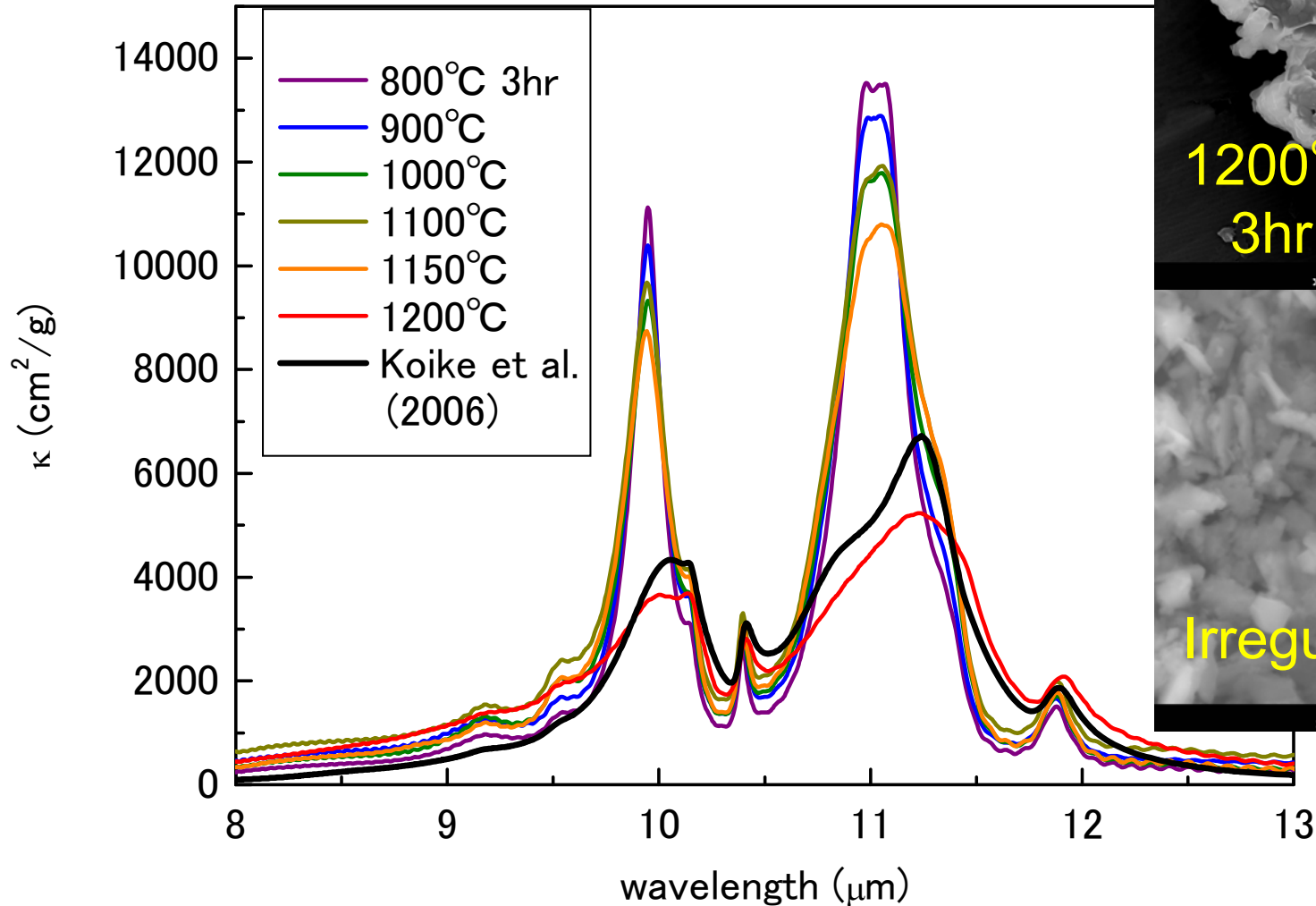


IR-Spectra (8 – 13 μm)



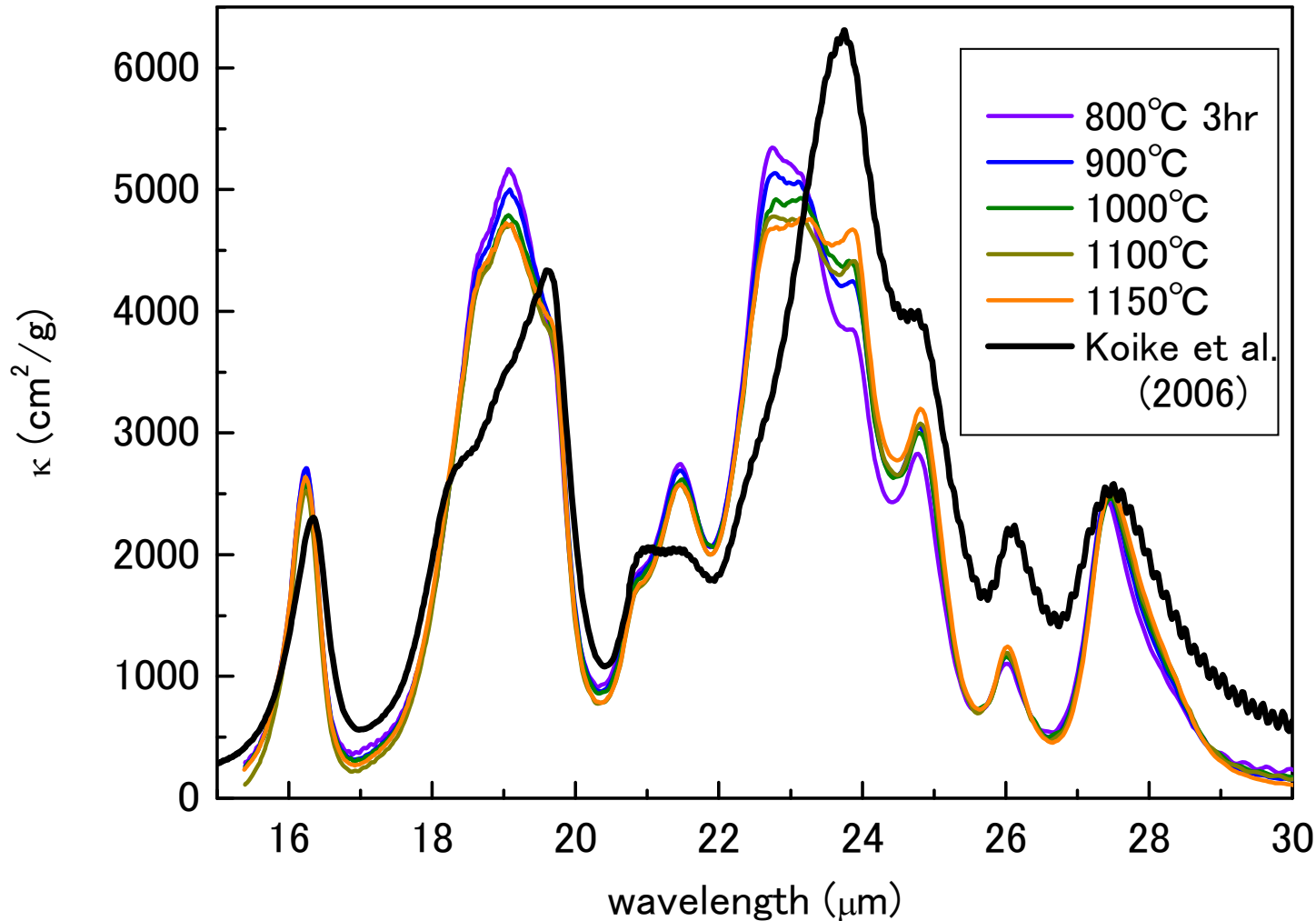
- ・従来の研究(不規則形状; Koike et al., 2006) とは ピーク位置・強度が異なる
- ・加熱温度・時間が増えるほど、ピーク強度が下がる。

IR-Spectra (8 – 13 μm)



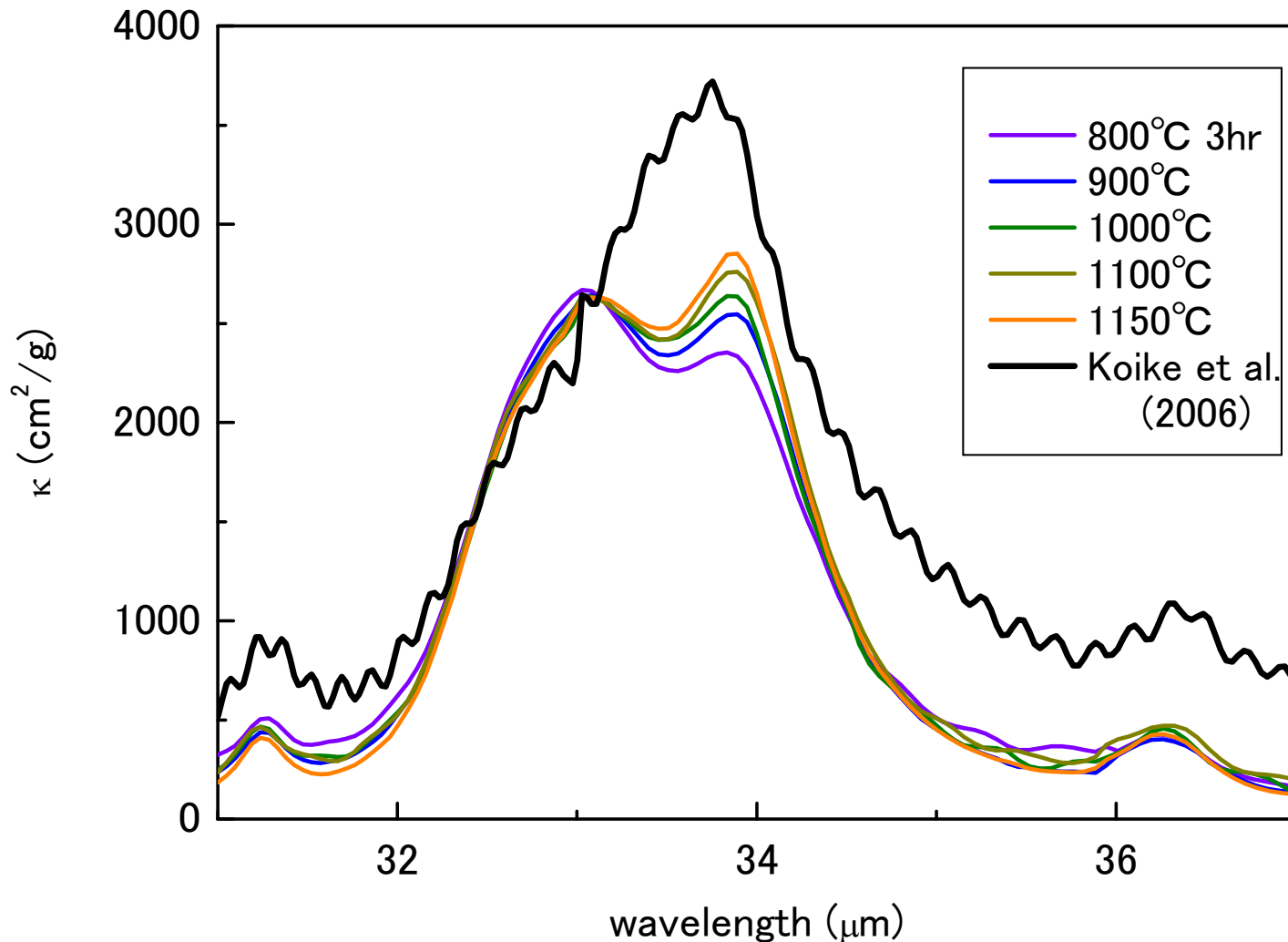
・1200°Cで加熱した試料のスペクトルはKoike et al. (2006) と近い。

IR-Spectra (15 – 30 μm)



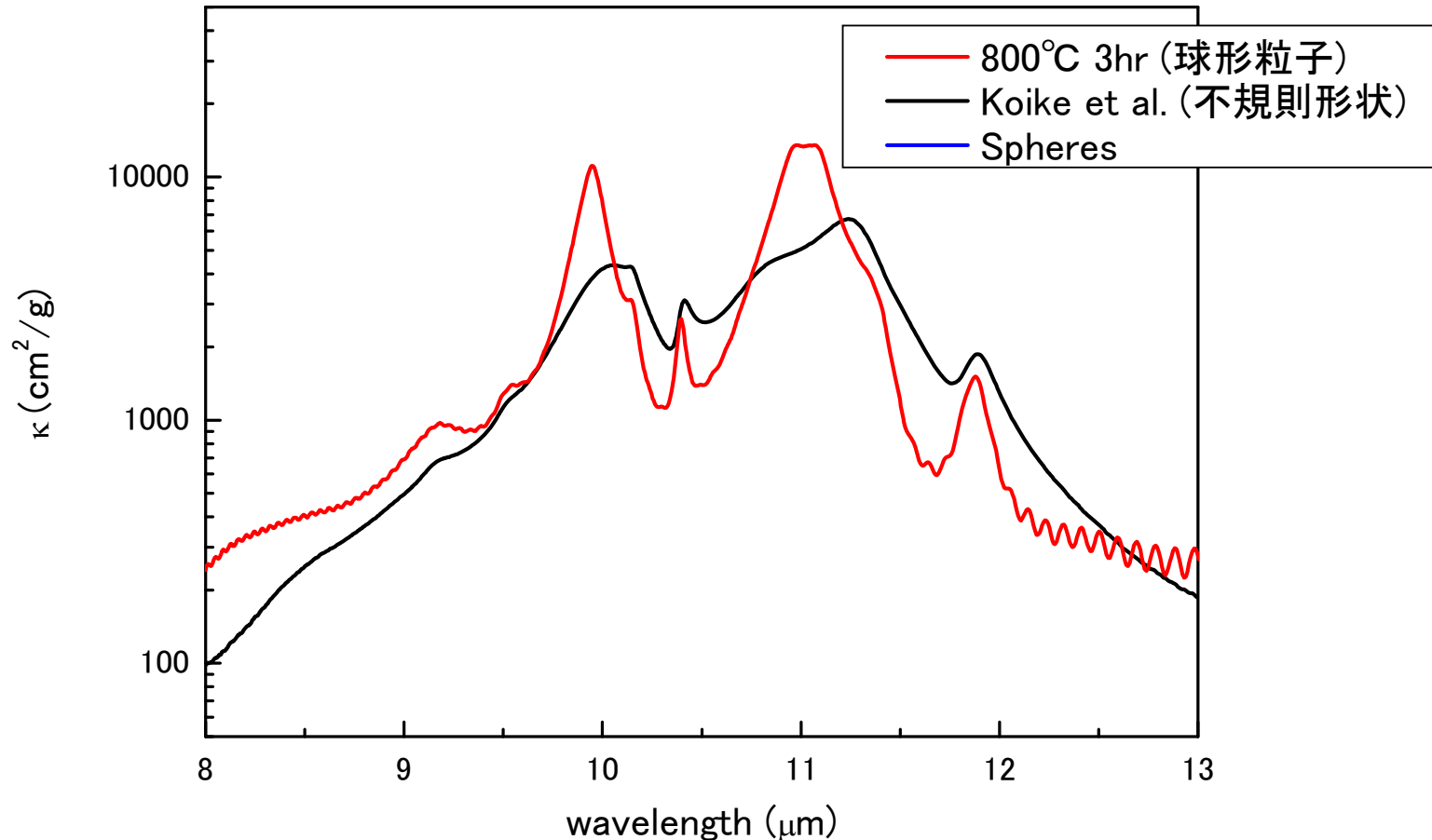
- ・従来の研究(不規則形状; Koike et al., 2006) とは ピーク位置・強度が異なる。
- ・加熱温度・時間が増えるほど、ピーク強度比が変化。

IR-Spectra (31 – 37 μm)



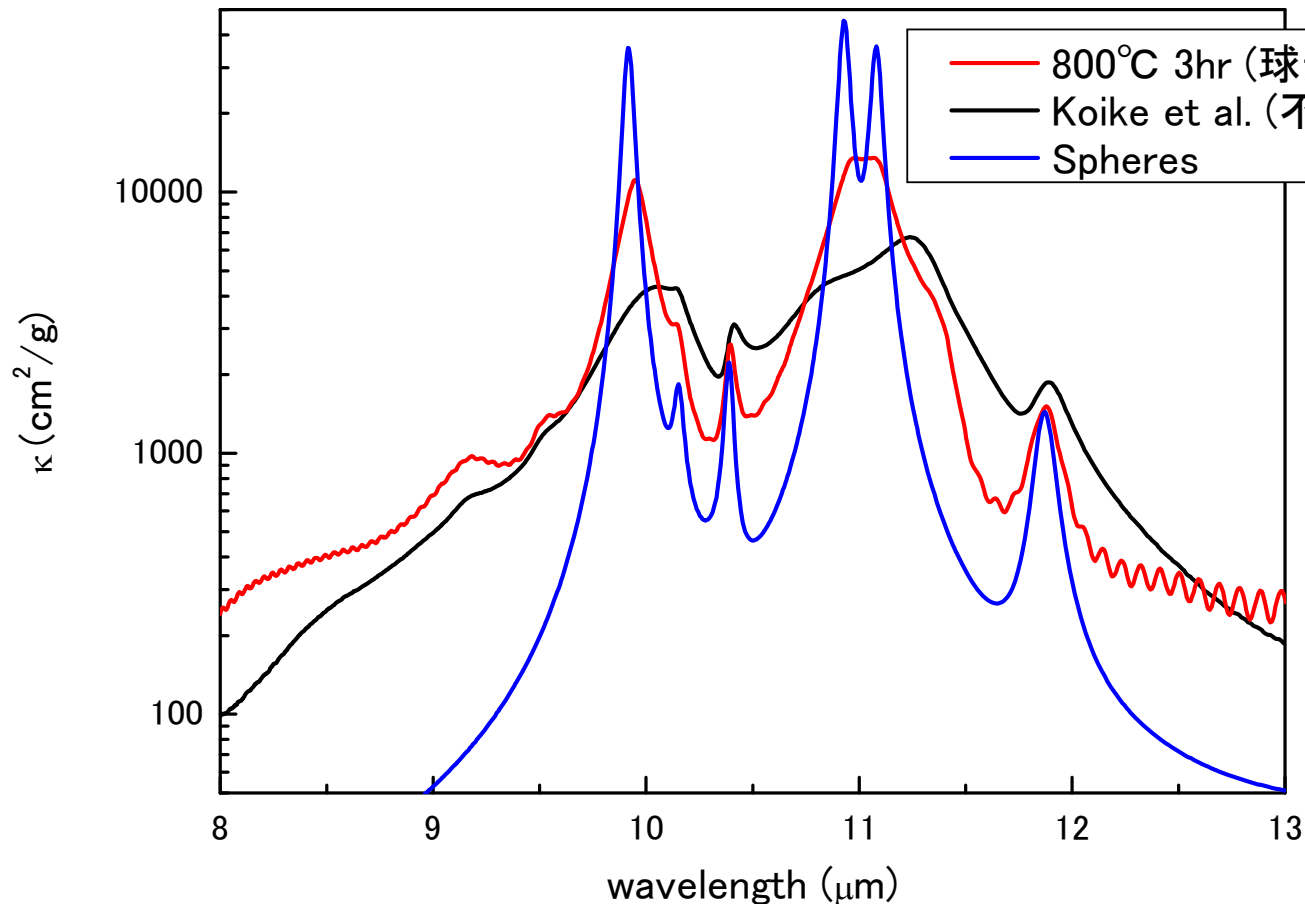
- ・従来の研究(不規則形状; Koike et al., 2006) とは ピーク位置・強度が異なる
- ・加熱温度・時間が増えるほど、ピーク強度比 33 μm /34 μm が変化

Discussion



800°C3hr(球形粒子)のスペクトルはKoike et al. (2006) (不規則形状)のスペクトルより 計算した球粒子のスペクトルに近づく傾向。 → **粒子形状の効果**

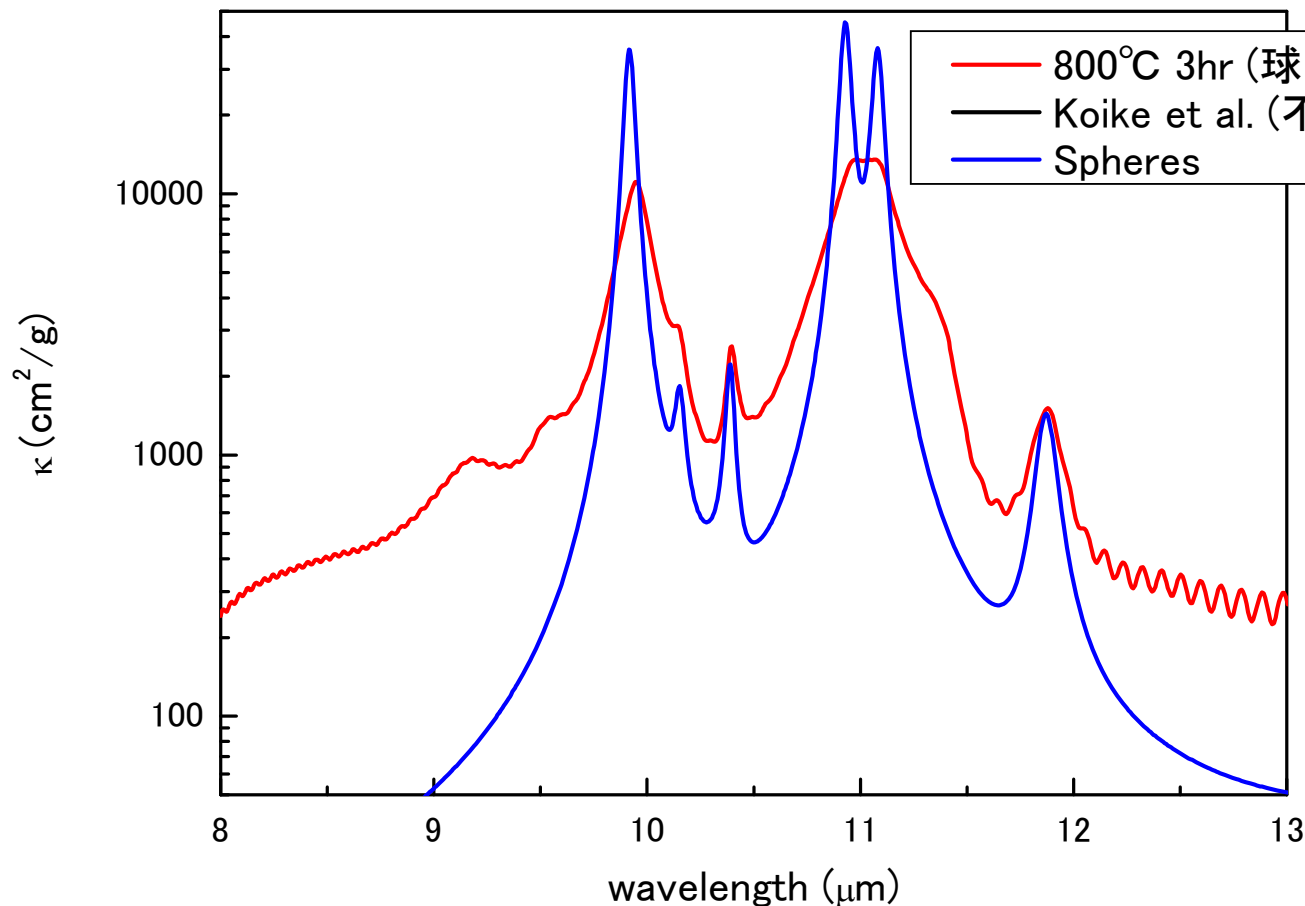
Discussion



光学定数 (Sogawa et al. 2006) から計算した**球粒子**のスペクトルと比較する。

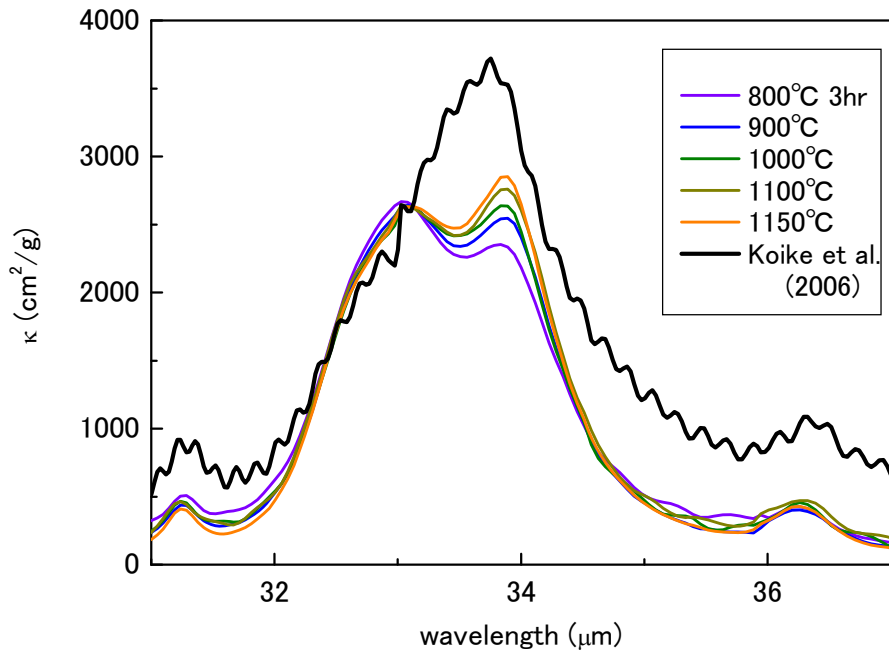
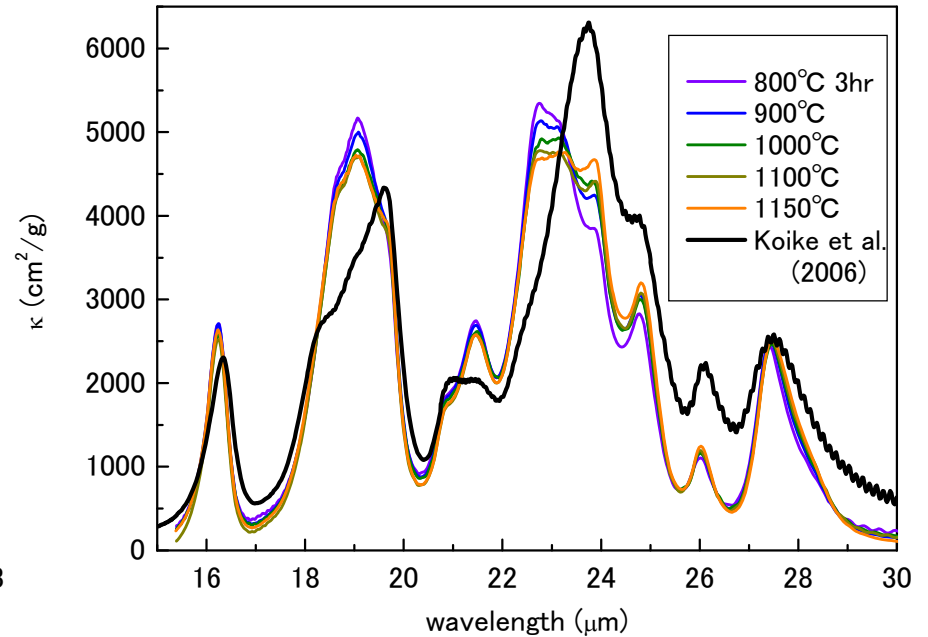
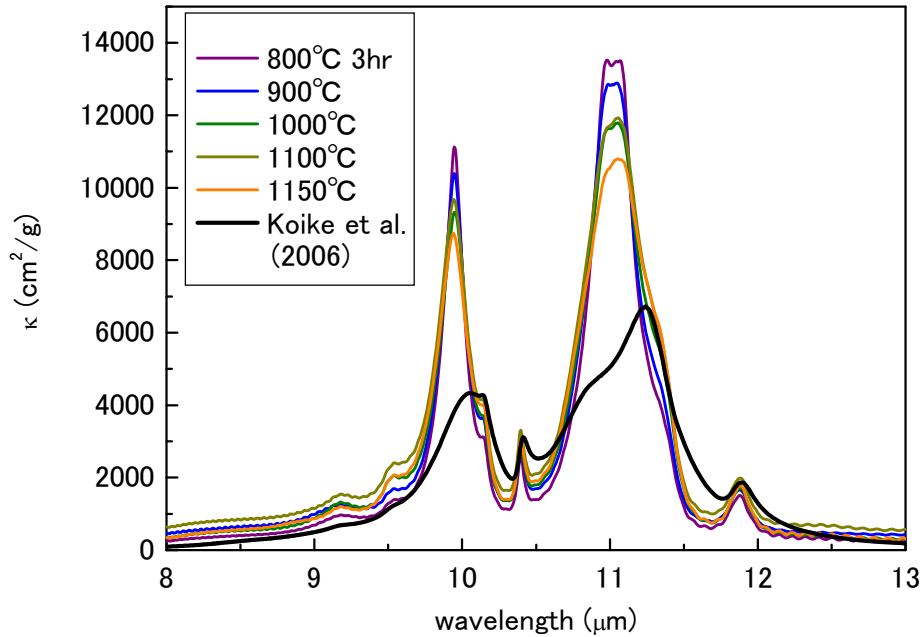
800°C3hr(球形粒子)のスペクトルはKoike et al. (2006) (不規則形状)のスペクトルより 計算した球粒子のスペクトルに近づく傾向。 → **粒子形状の効果**

Discussion



光学定数 (Sogawa et al. 2006) から計算した**球粒子**のスペクトルと比較する。

しかし、800°C3hrのスペクトルと計算した球粒子のスペクトルは依然として同じではない。 → **凝集の効果**

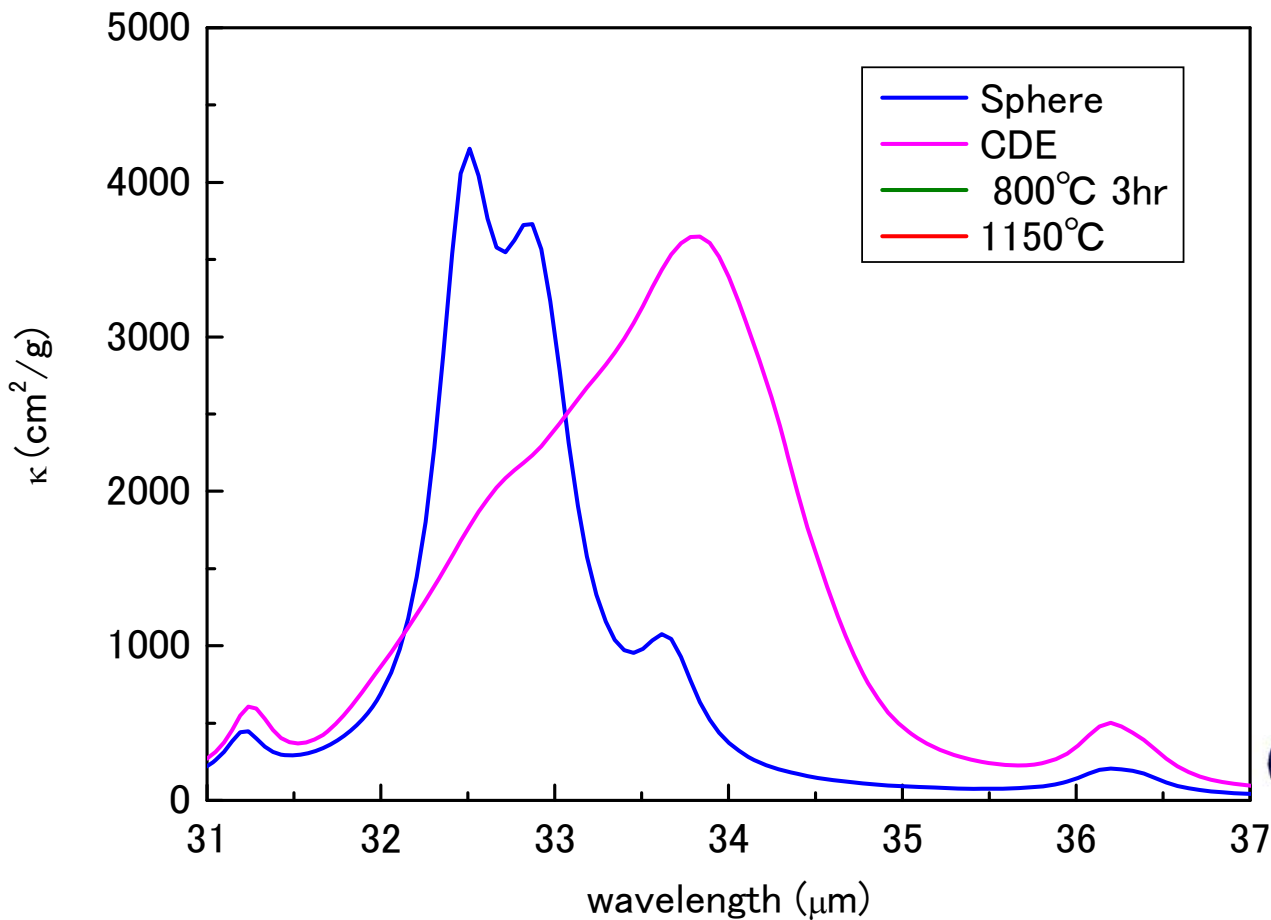


全ての試料において不規則
形状 (Koike et al., 2006) の
スペクトルとは異なる

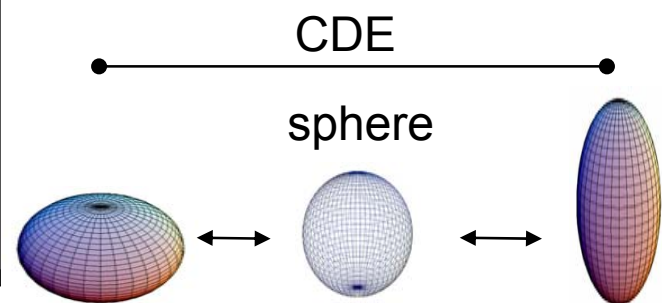
→ 粒子形状の効果

ピーク半値幅・強度の変化

→ 凝集の効果



光学定数 (Sogawa et al. 2006) から計算した球とCDEのスペクトルと比較する。

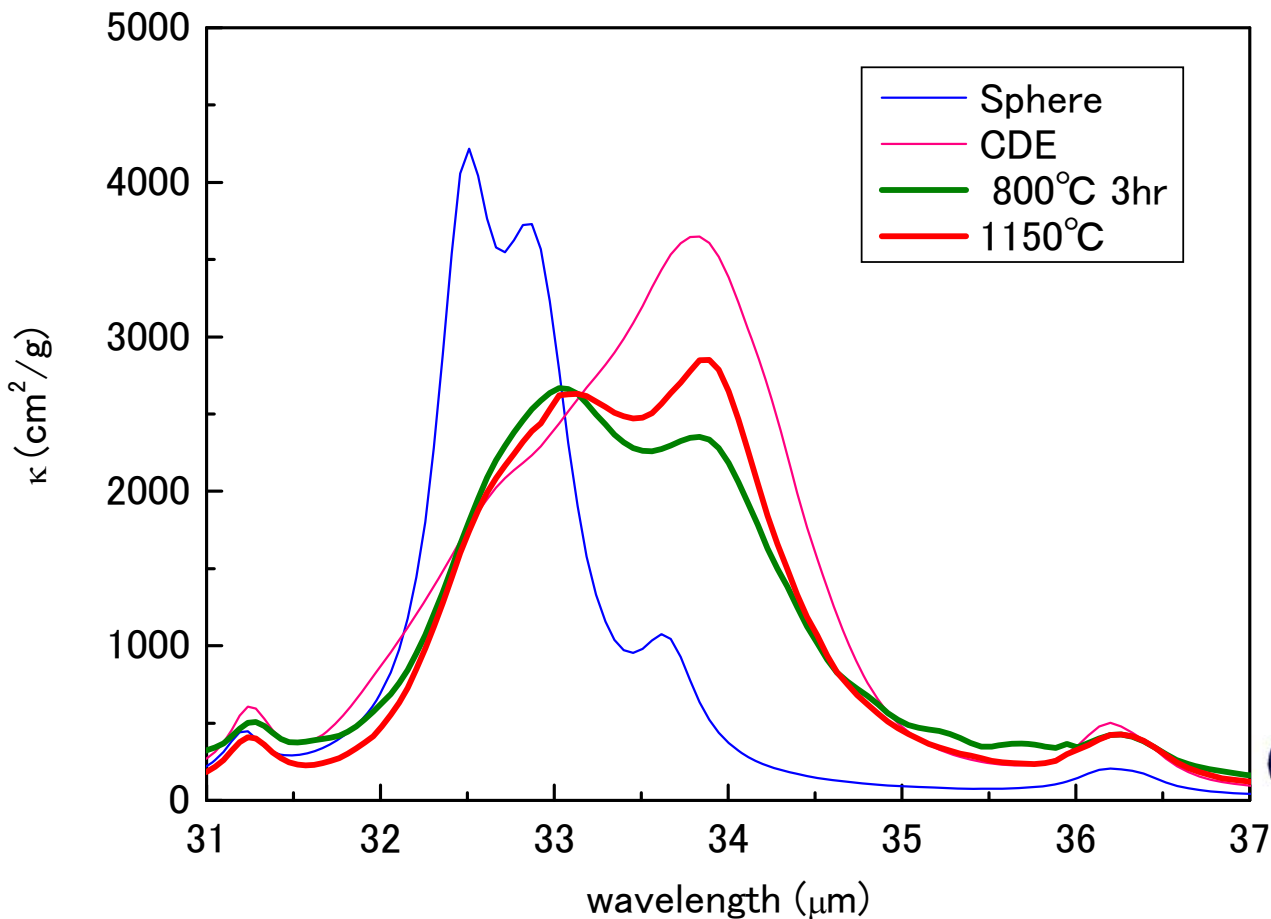


球粒子の計算スペクトルでは33μm近傍に、CDE(不規則形状)の計算スペクトルは34μm近傍にピークを持つ。

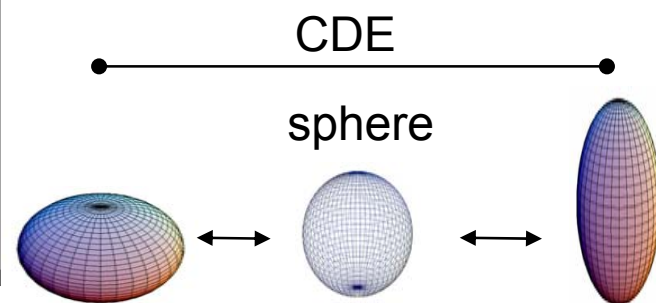
→ 実験のスペクトルにおいて

33μm: 粒子が球形であることに起因

34μm: 凝集により形状が不規則になった効果



光学定数 (Sogawa et al. 2006) から計算した球とCDEのスペクトルと比較する。



球粒子の計算スペクトルでは33 μm 近傍に、CDE(不規則形状)の計算スペクトルは34 μm 近傍にピークを持つ。

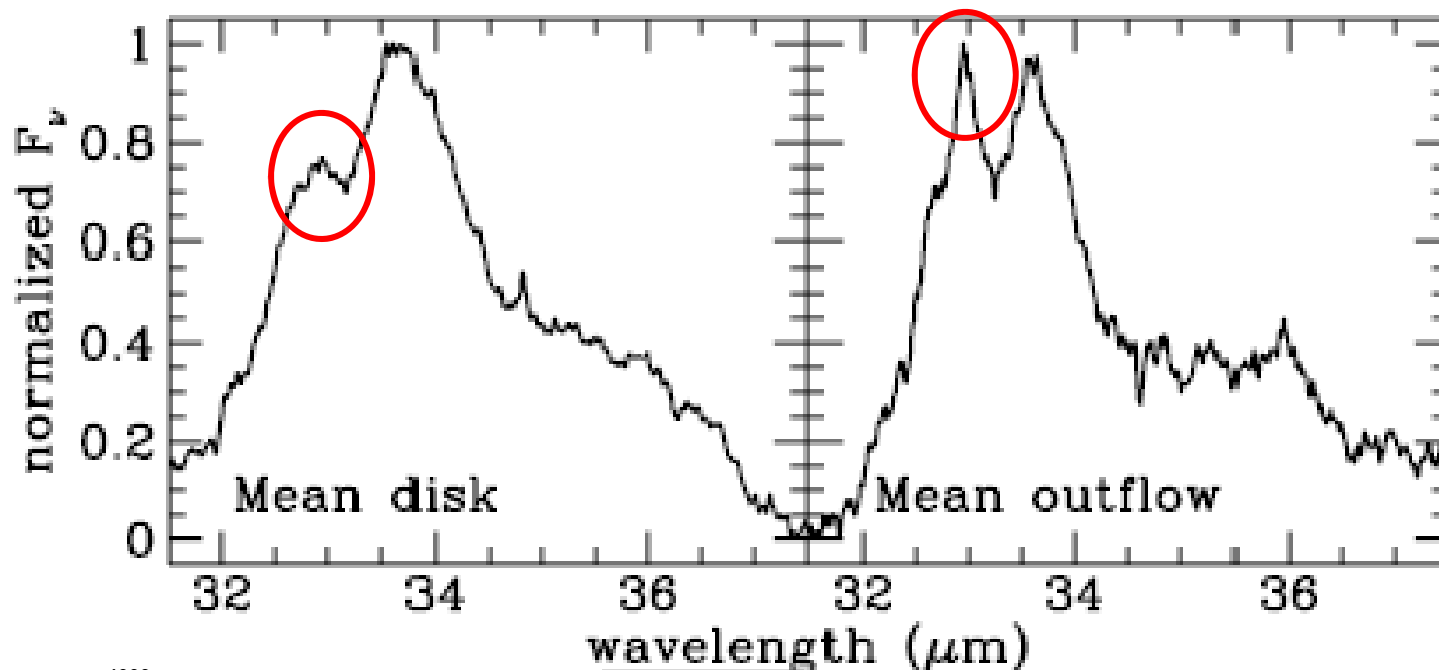
→ 実験のスペクトルにおいて

33 μm : 粒子が球形であることに起因。

34 μm : 凝集により形状が不規則になった効果

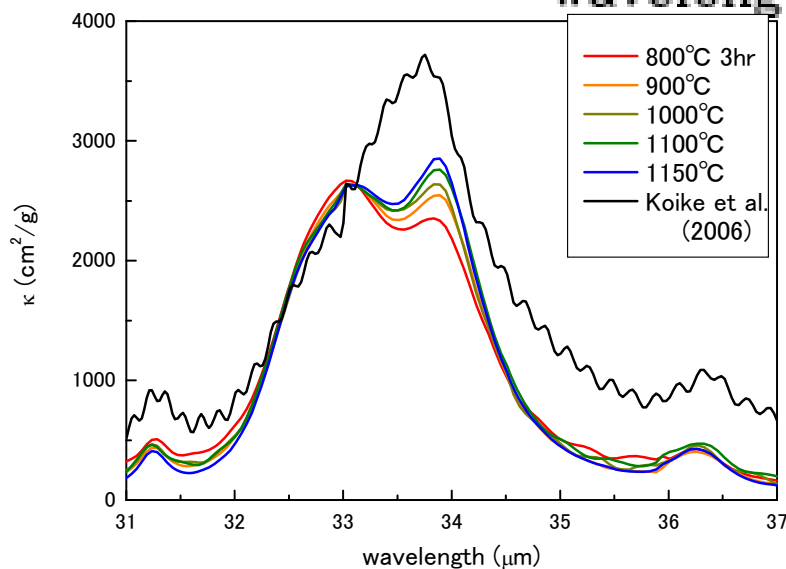
Implication of astronomical observations

晩期星の観測スペクトルとの比較



ディスクを持つ星、持たない星それぞれのスペクトルの平均。

(Molster et al. 2002)

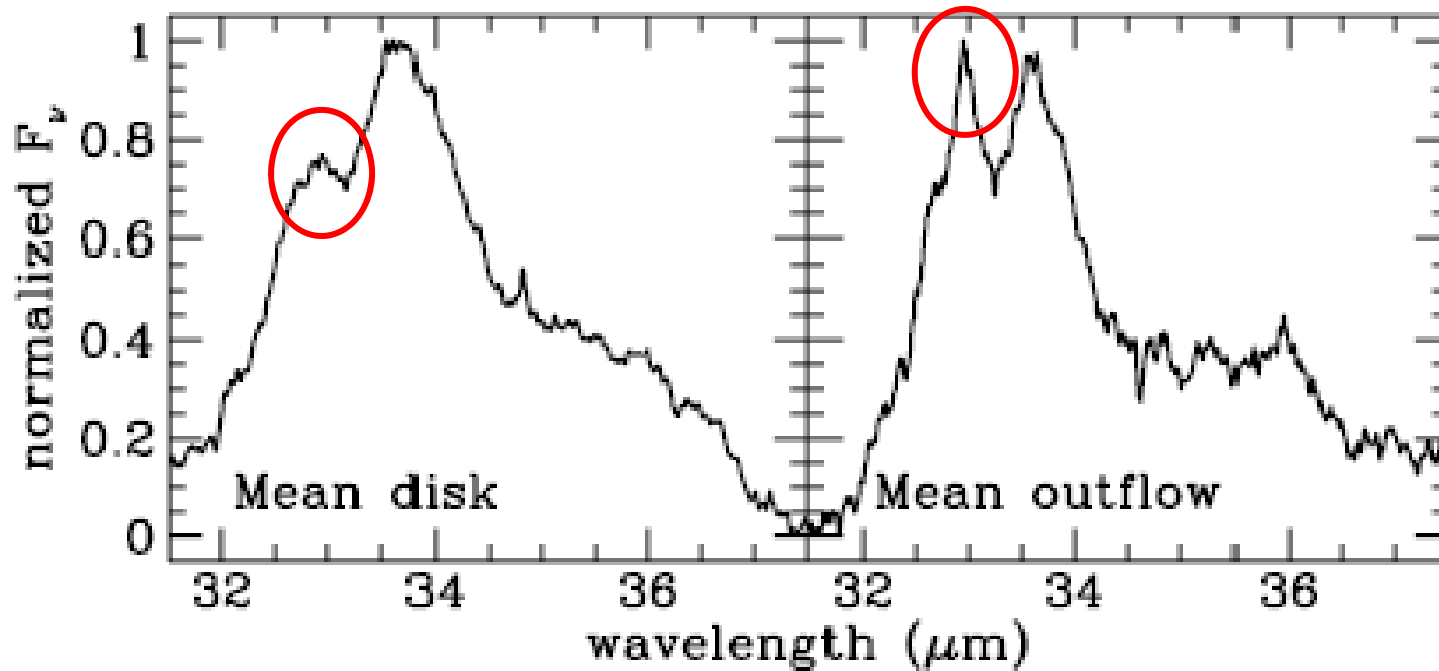


- 未同定ピークは球形のフォルステライト。
- ダストはガスからの凝縮過程により形成。

→ 晩期星の星周には球形のダストが存在。

Implication of astronomical observations

晩期星の観測スペクトルとの比較



ディスクを持つ
星、持たない星
それぞれのスペ
クトルの平均。

(Molster et al. 2002)

33, 34 μm ピークの強度比の違い

- ダスト形状の違いを表す。
- Disk を持つ星のほうが球形のダストの割合が少ない。
- Disk を持つ星の周りではダストが何らかの変形プロセスを受けている。

まとめ

- 球形のforsterite微粒子を作成し、その赤外吸収スペクトルを測定することで、赤外吸収における形状・凝集の効果を調べた。
- その結果、不規則形状の粒子を測定していた既存の研究(Koike et al., 2006)とはピーク位置・強度の異なるスペクトルが得られた。
- 得られたスペクトルから、晩期星のスペクトルにおいてこれまで未同定であったピークを球形のフォルステライトに同定することができた。
- 晩期星の星周には球形のダストが存在することが示唆される。