

# β-C<sub>2</sub>S単一相の低温合成

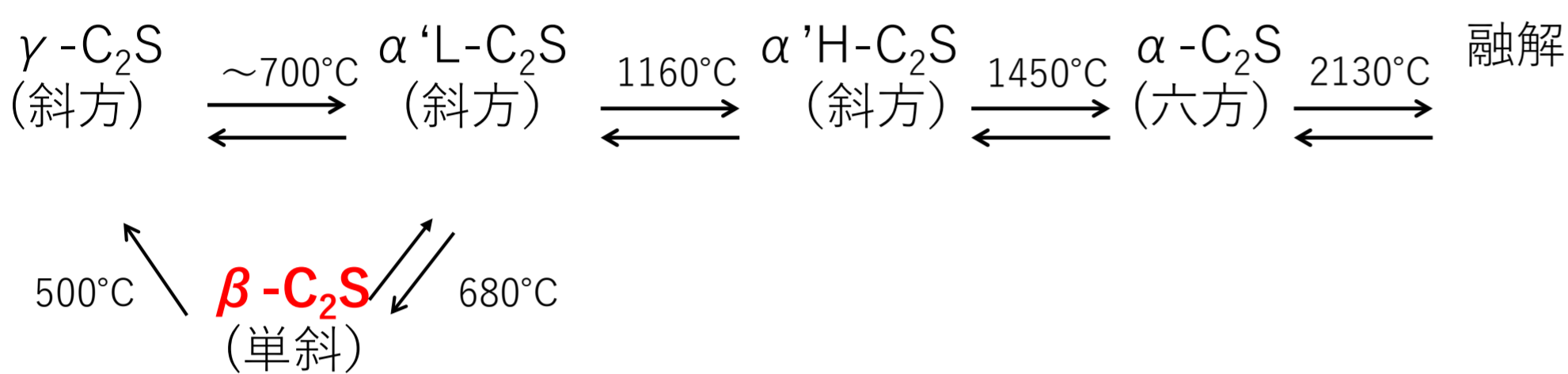
理工学部 物質応用化学科 教授 小嶋 芳行

## 目的・背景

セメントの原料は炭酸カルシウムであり、粘土などとともに1450°Cで焼成することにより得られている。このため、原料および燃料から二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が多く排出され、日本でのその量は4500万t程度となっている。そこで、CO<sub>2</sub>の削減として原料の炭酸カルシウムの使用量を少なくし、低温でセメントを作ることが望まれている。我々は、セメント化合物の一つである2CaO・SiO<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>S)に注目した。これはセメント化合物の中で最も使用する炭酸カルシウム量が少ないためである。本研究では、融剤を用いてC<sub>2</sub>Sを低温で合成すること目的とし、添加量と温度の関係、出発原料の影響、生成物の水和について検討を行った。

## C<sub>2</sub>Sの多形について

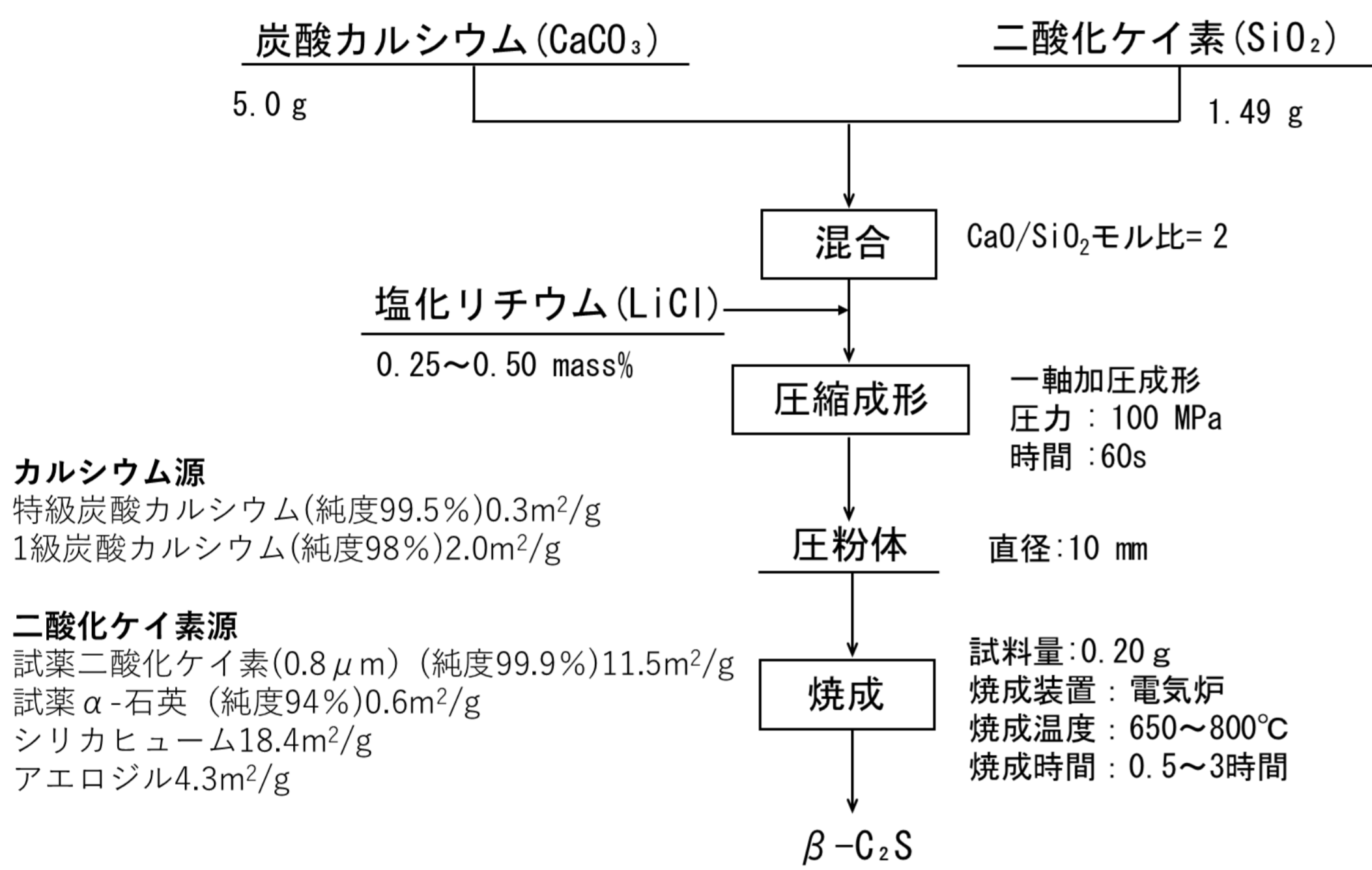
Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> 酸素酸塩



## β-C<sub>2</sub>Sの特徴

- ・短期強度の発現はないが、長期強度はある
- ・水和熱が少ない
- ・乾燥収縮が少ない
- ・ダムなどのマスコンクリートにはβ-C<sub>2</sub>Sを多く含むセメントが使用される

## 原理・方法



**カルシウム源**  
 特級炭酸カルシウム(純度99.5%)0.3m<sup>2</sup>/g  
 1級炭酸カルシウム(純度98%)2.0m<sup>2</sup>/g

**二酸化ケイ素源**  
 試薬二酸化ケイ素(0.8μm)(純度99.9%)11.5m<sup>2</sup>/g  
 試薬α-石英(純度94%)0.6m<sup>2</sup>/g  
 シリカヒューム18.4m<sup>2</sup>/g  
 アエロジル4.3m<sup>2</sup>/g

β-C<sub>2</sub>Sの合成のためのフローシート

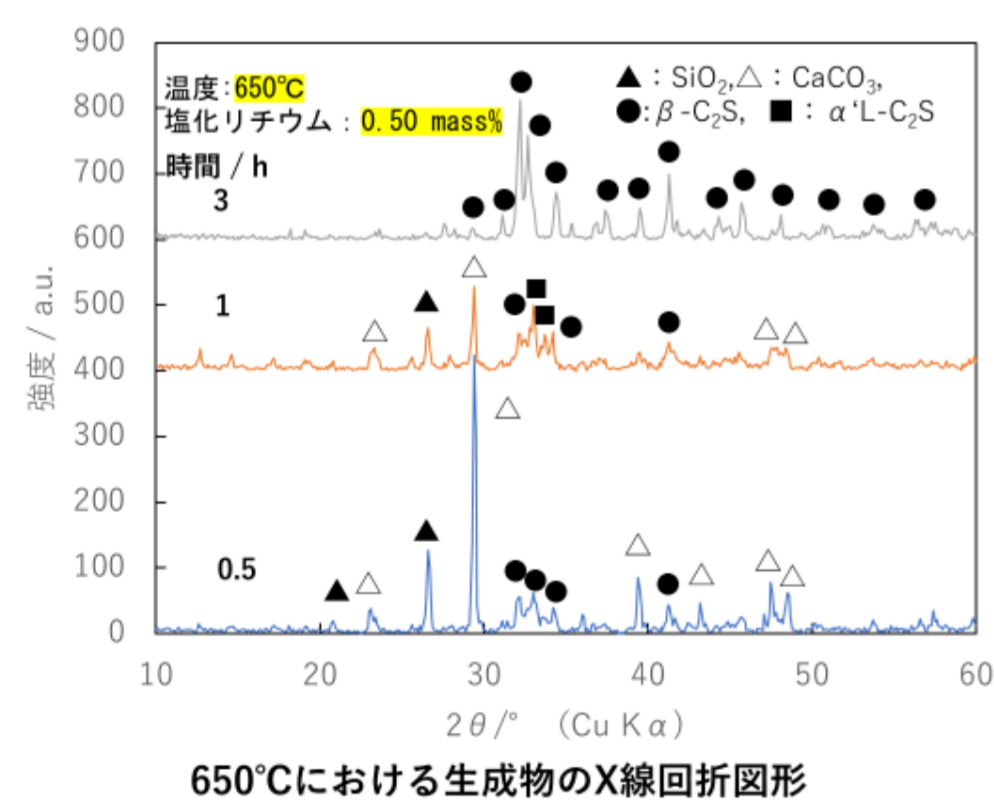
## 従来の方法

- ・1450°Cで製造 ⇒ 高温を必要
- ・低温で合成 ⇒ γ-C<sub>2</sub>Sが生成
- ・1000°Cで合成 ⇒ 2回繰り返す必要がある

## 本法でのβ-C<sub>2</sub>Sの特徴(まとめ)

- ・低温で合成できる⇒700°C, 1時間
- ・水和が速い⇒9日で水和

## 結果・まとめ

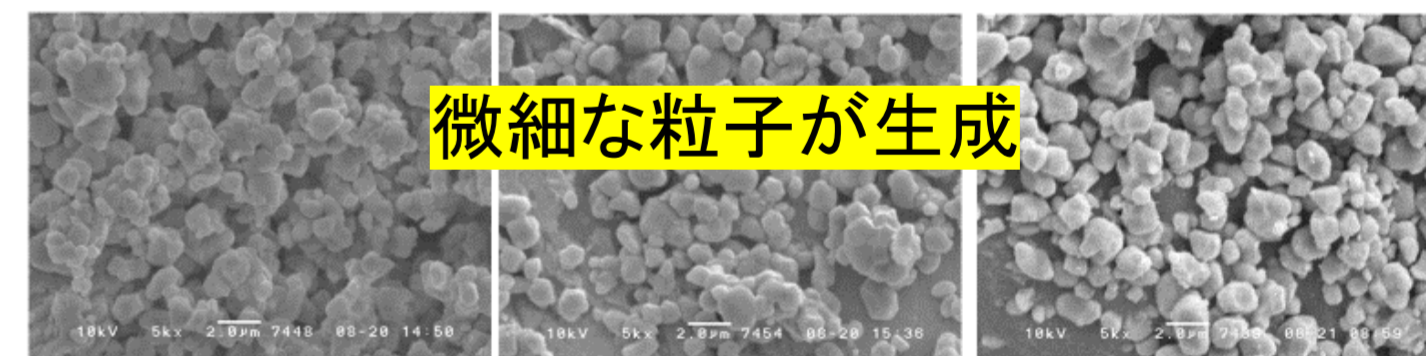


反応初期においてα'-L-C<sub>2</sub>Sの生成  
 α'-L-C<sub>2</sub>S → β-C<sub>2</sub>S 転移  
 650°C, 3hでβ-C<sub>2</sub>S合成

温度と時間を変化させて得られた生成物

	650°C	680°C	700°C	750°C	800°C
0.5h	CaCO <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub> + β-C <sub>2</sub> S	α'-L-, β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S
1h	CaCO <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub> + α'-L- + β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S
3h	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S

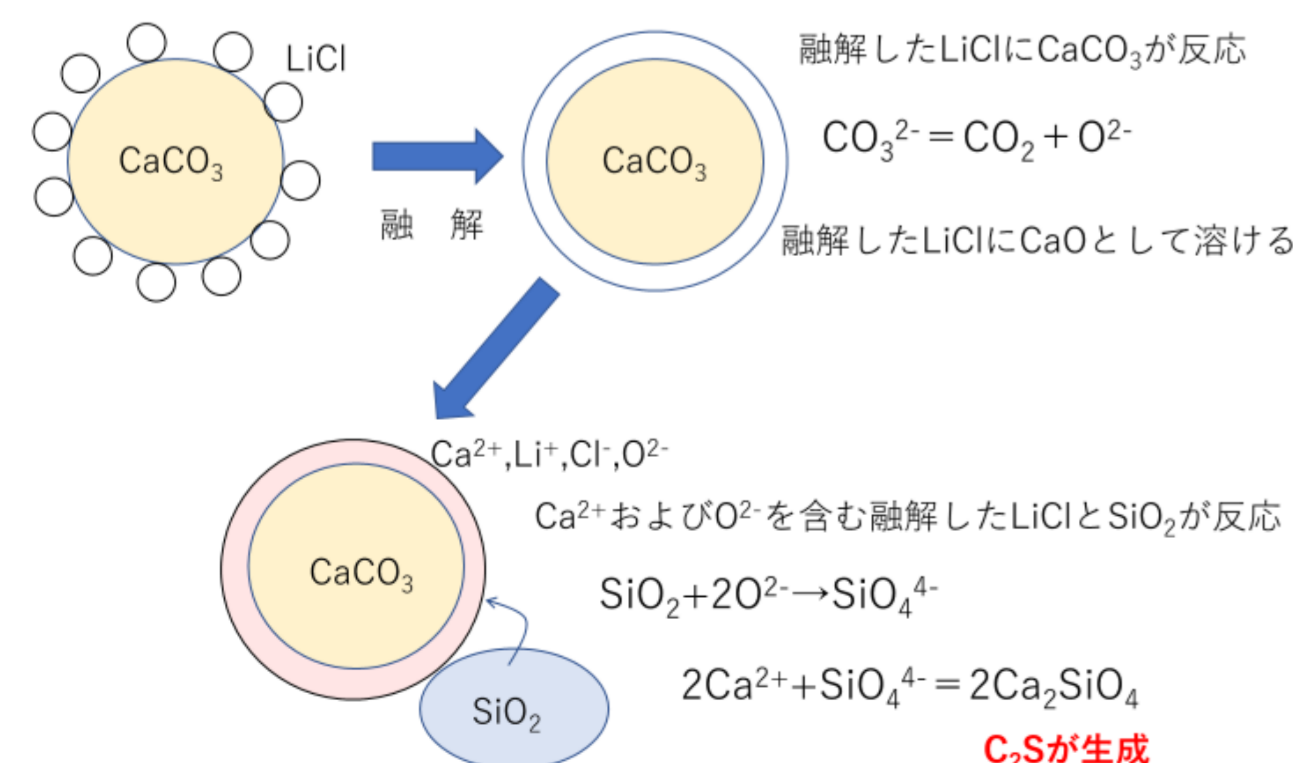
融剤: 0.5mass%, 特級炭酸カルシウム, 試薬二酸化ケイ素(0.8μm)



微細な粒子が生成

680°C, 1h 1.73m<sup>2</sup>/g  
 700°C, 1h 1.52m<sup>2</sup>/g  
 800°C, 1h 1.24m<sup>2</sup>/g

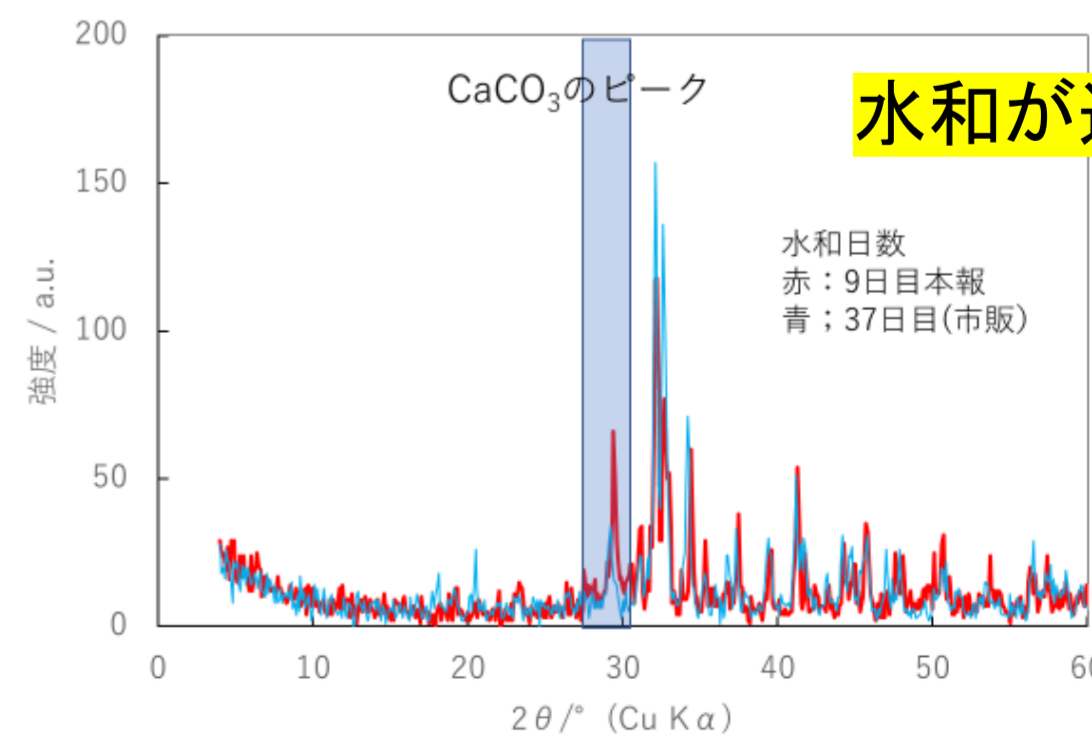
各温度で得られたβ-C<sub>2</sub>SのSEM写真



原料を変化させて得られた生成物

	特級CaCO <sub>3</sub> 試薬SiO <sub>2</sub>	1級CaCO <sub>3</sub> 試薬SiO <sub>2</sub>	特級CaCO <sub>3</sub> α-石英	特級CaCO <sub>3</sub> シリカヒューム	特級CaCO <sub>3</sub> アエロジル
0.5h	α'-L- + β-C <sub>2</sub> S	CaO + SiO <sub>2</sub> + α'-L-C <sub>2</sub> S + β-C <sub>2</sub> S	CaCO <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub> + CaO + α'-L-C <sub>2</sub> S	CaO + α'-L-C <sub>2</sub> S + β-C <sub>2</sub> S	CaCO <sub>3</sub> + CaO
1h	β-C <sub>2</sub> S	CaO + SiO <sub>2</sub> + α'-L-C <sub>2</sub> S + β-C <sub>2</sub> S	SiO <sub>2</sub> + CaO + β-C <sub>2</sub> S	CaO + α'-L-C <sub>2</sub> S + β-C <sub>2</sub> S	CaO
3h	β-C <sub>2</sub> S	β-C <sub>2</sub> S + CaO	SiO <sub>2</sub> + CaO + β-C <sub>2</sub> S	CaO + β-C <sub>2</sub> S	CaO

温度: 680°C, 融剤: 0.5mass%



水和が速い

本法と市販β-C<sub>2</sub>Sの水和の比較

## 応用分野・用途

用途: 将来、短時間で固まる12CaO・7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と混合することにより速やかに固まり、強いコンクリートを生成 ⇒ 道路工事, トンネル工事