

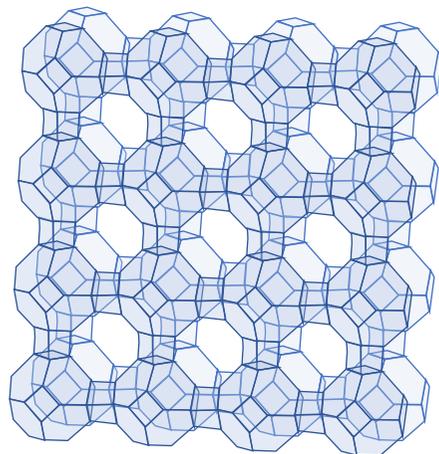
# 鹿児島県産シラスを活用した 軽石状ゼオライト複合体

神奈川県立産業技術総合研究所  
機械・材料技術部

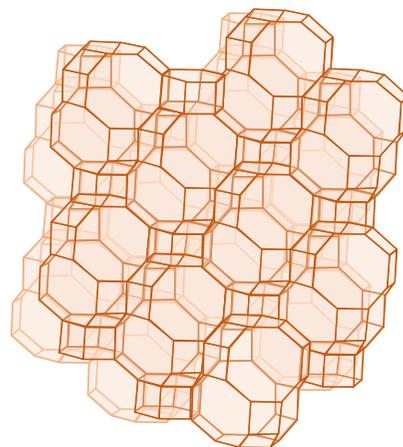
主任研究員 小野 洋介

# ゼオライト

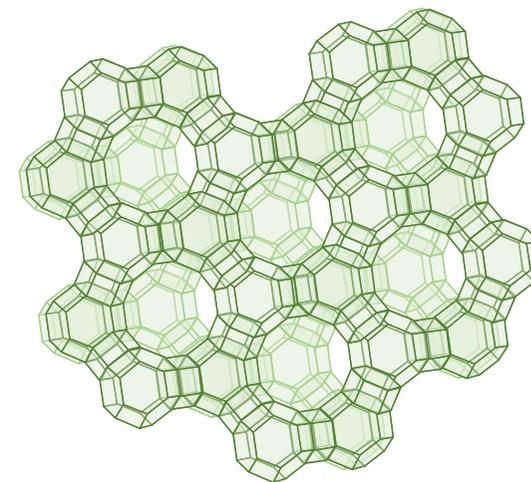
- ▶ 原子配列からなる骨格構造が規則的なマイクロ孔を形成する結晶
- ▶ 骨格構造は多様、2021年10月時点で255種存在する  
(国際ゼオライト学会がアルファベット3文字のコードを付与)



例) LTA



CHA

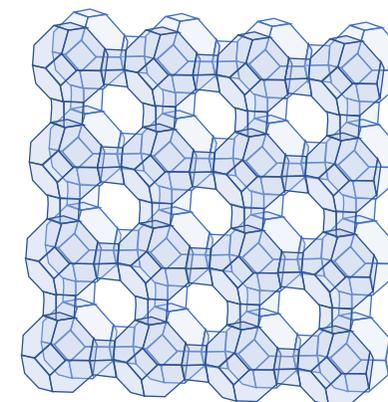


FAU

# 紹介する新技術の概要

※ 鹿児島県工業技術センターとの共同研究の成果

軽石のマクロ孔とゼオライトのマイクロ孔を併せ持つ新材料



$\mu\text{m} \sim \text{mm}$ の軽石の大きな孔

$\text{\AA} \sim \text{nm}$ の分子レベルの細孔

軽石状  $\left( \begin{array}{l} \text{水に浮く} \\ \text{指でつまめる} \end{array} \right)$

+

イオン交換能・吸着能  
分子ふるい触媒能

Y. Ono, T. Masunaga, and K. Sodeyama, *Microporous and Mesoporous Materials* 328 (2021) 111500.

# 紹介する新技術の概要

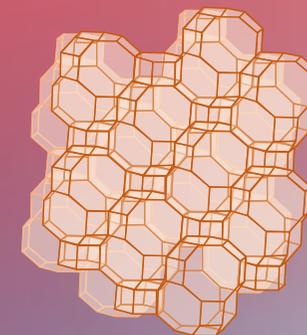


天然資源の有効利用

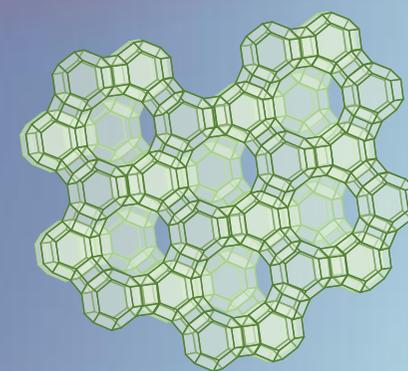
軽石の表面のみに  
ゼオライトを生成



化学反応  
100°C以下



CHA zeolite



FAU zeolite

鹿児島県産シラス軽石を用いた実施例を紹介

※特許請求項ではシラス軽石に限定していません

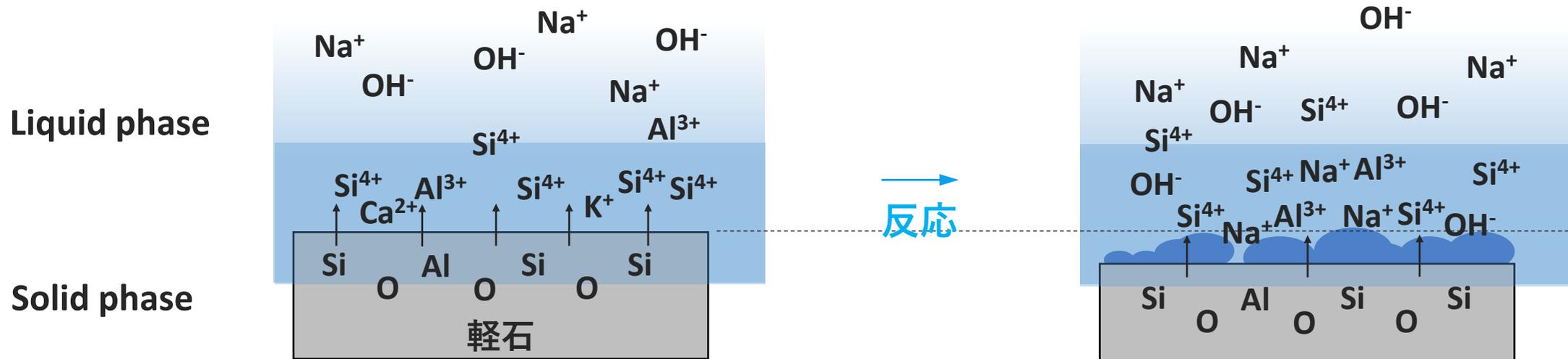
# キーポイント



## 軽石原料が担う 2つの役割の両立

- ▶ ゼオライトの原料として、Si、Al成分の溶解 & 析出
- ▶ 析出したゼオライトの支持体として、多孔構造の維持

※軽石を「溶解したい役割」と「溶解したくない役割」を両立しなければならない



# 従来技術・類似品

高

類似性

低

- 多孔体表面にゼオライトを析出した複合体
- ゼオライトをメインとする天然の多孔体
- 多孔体にゼオライトを担持した複合体
- 成形した多孔性ゼオライト(複合体)
- 粉末状のゼオライト複合体

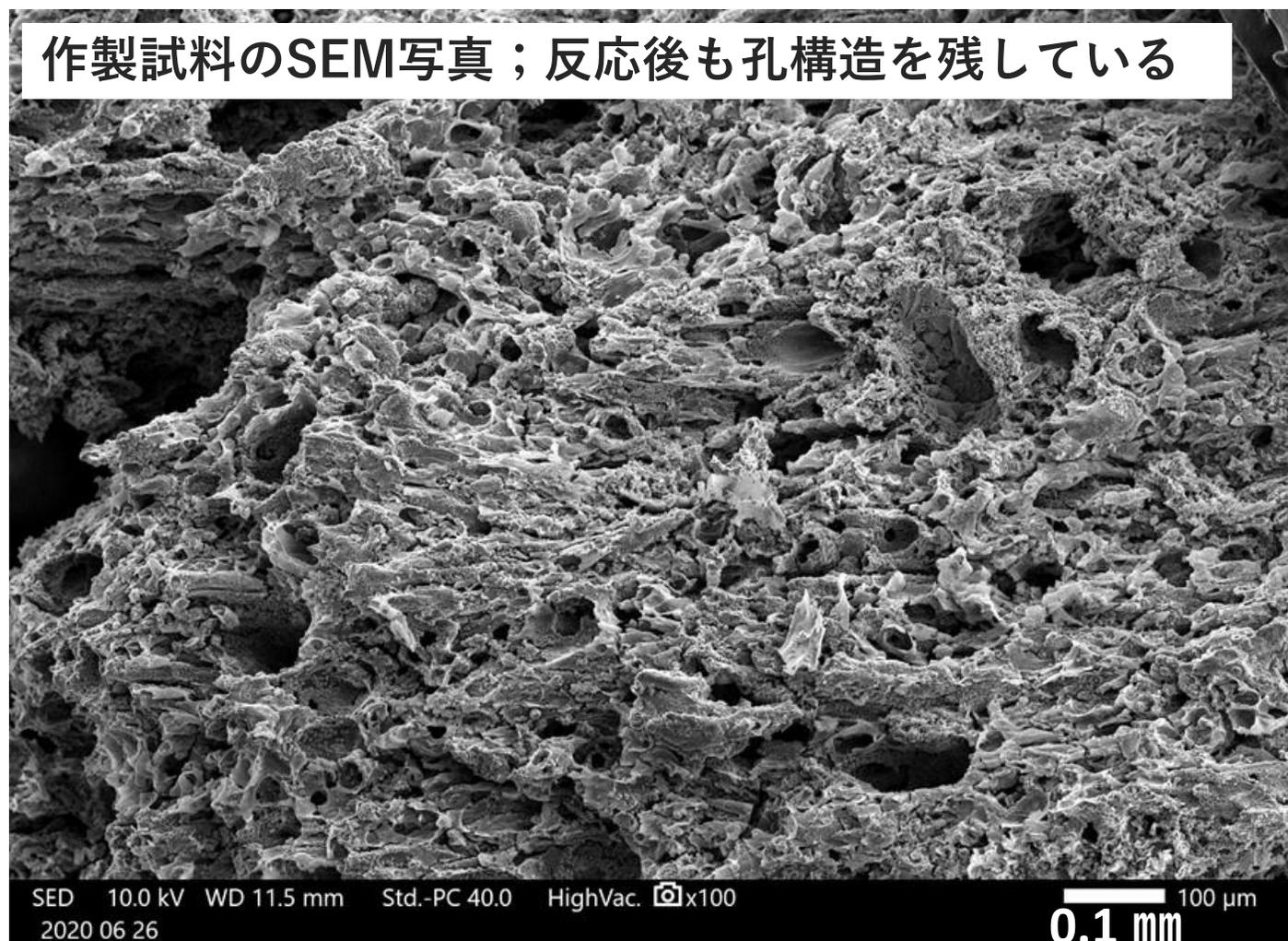
※これらと比較した本技術の特徴を次頁以降に記す

# 特徴 1 : 軽石状

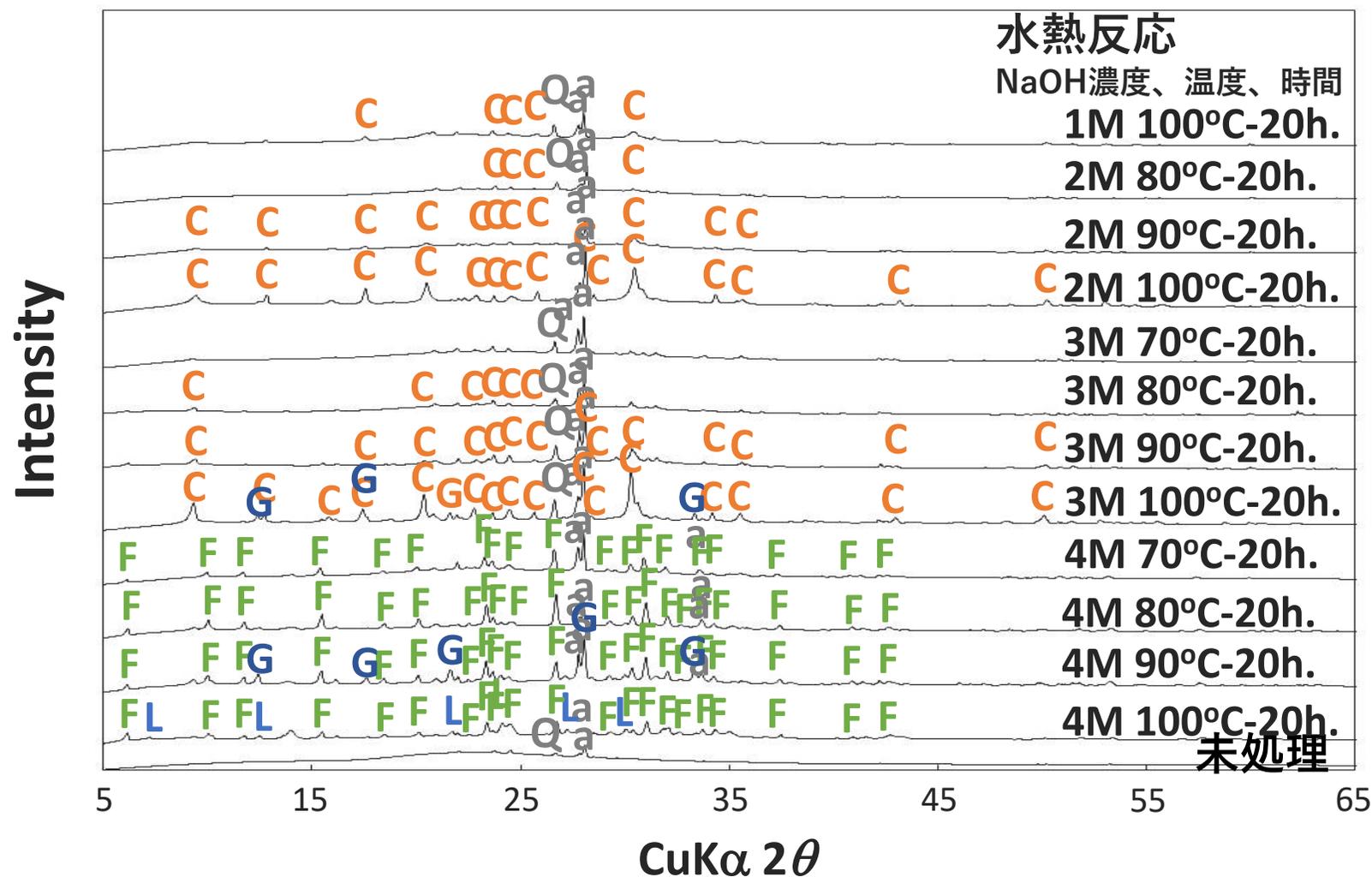


- ・ 水に浮く  
→ 回収性、分離性
- ・ つまめる  
→ 取扱性、作業性

作製試料のSEM写真；反応後も孔構造を残している



# 特徴 2 : 高機能種のゼオライト



C: CHA zeolite

F: FAU zeolite

L: LTA zeolite

G: GIS zeolite

a: Anorthite, Albite

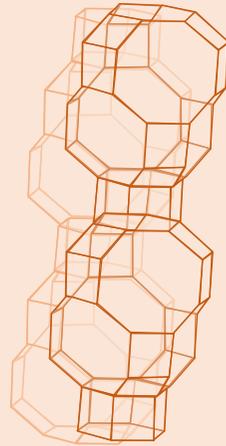
Q: Quartz

※C, F, L, Gがゼオライト

# 特徴 2 : 高機能種のゼオライト

## CHA型

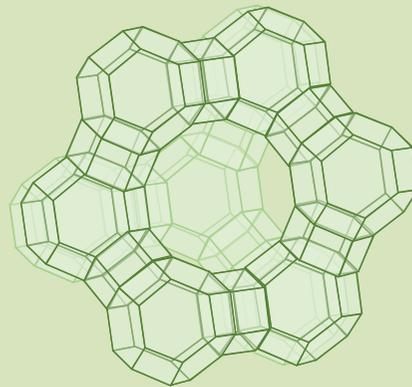
細孔径  
0.38 nm



- ・放射性物質 ( $\text{Cs}^+$ ) 除染
- ・排ガス ( $\text{NO}_x$ ) 浄化触媒
- ・工業触媒 (MTO)

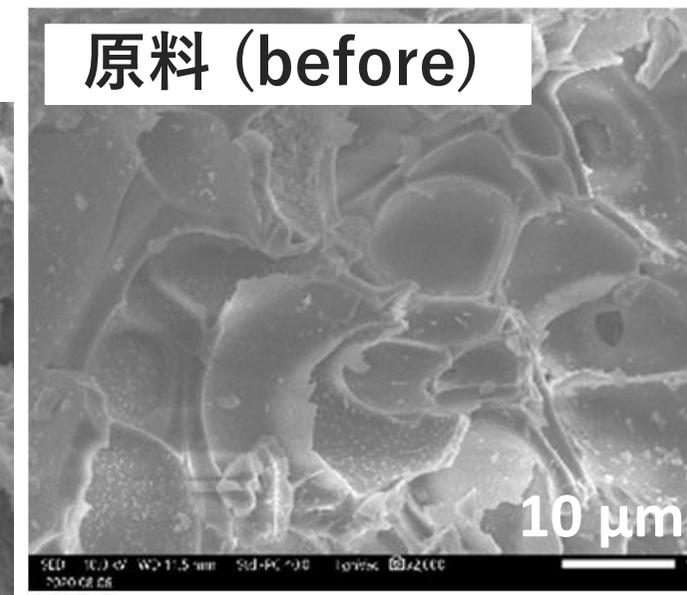
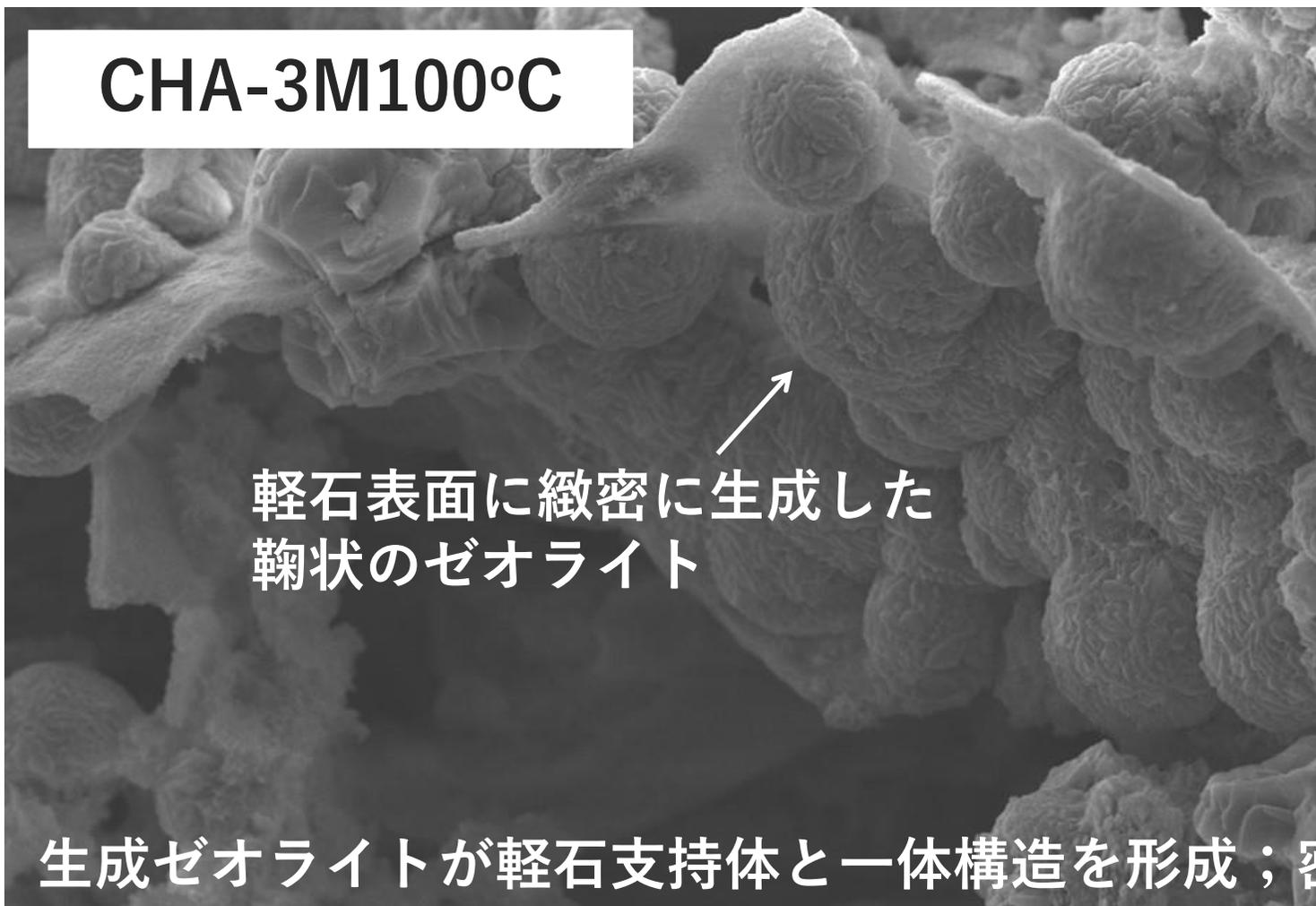
## FAU型

細孔径  
0.74 nm



- ・分子ふるい
- ・空気精製 ( $\text{CO}_2$ 吸着分離)
- ・石油精製触媒

# 特徴 3 : 一体構造





KISTEC

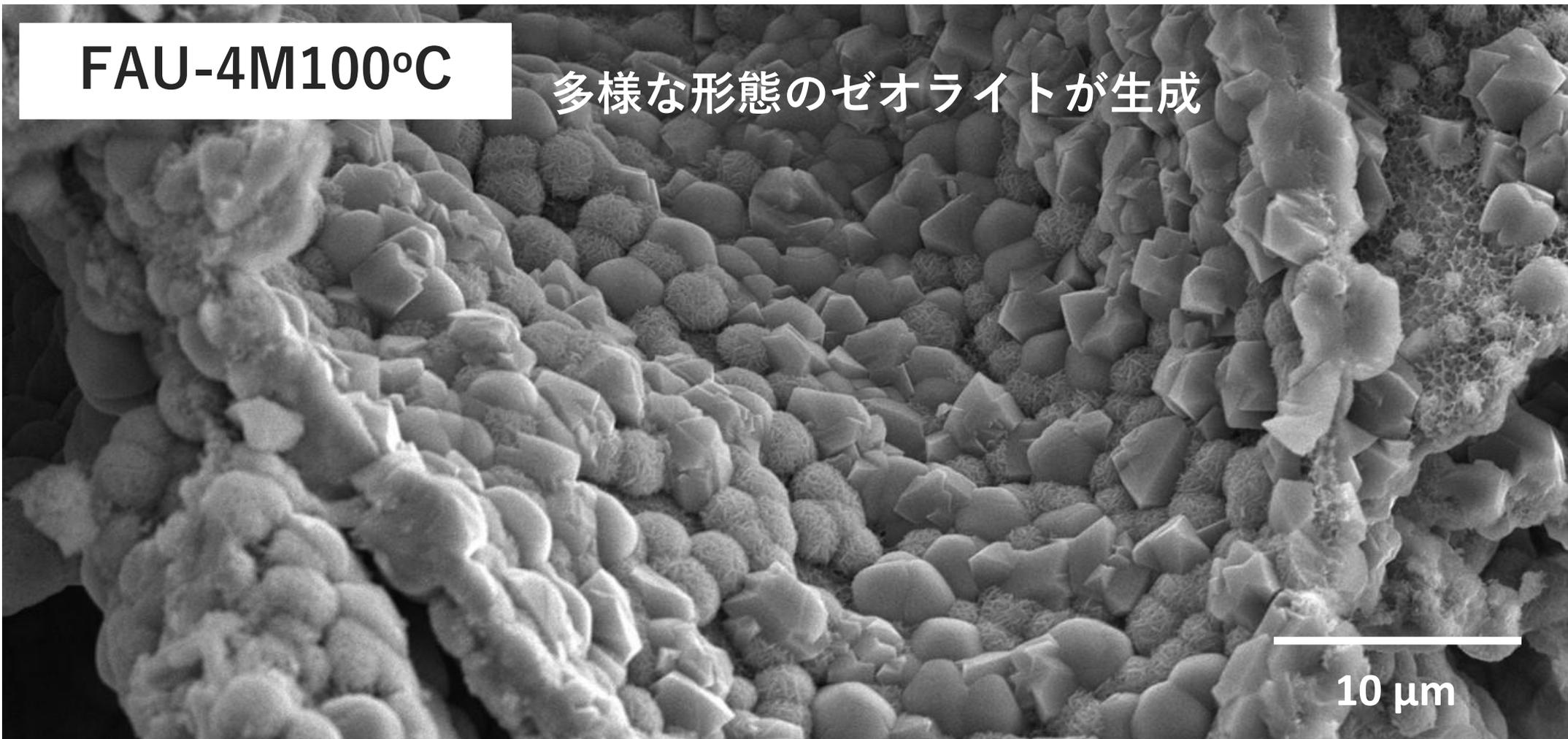


新技術説明会  
New Technology Presentation Meetings

# 特徴 3 : 一体構造

FAU-4M100°C

多様な形態のゼオライトが生成



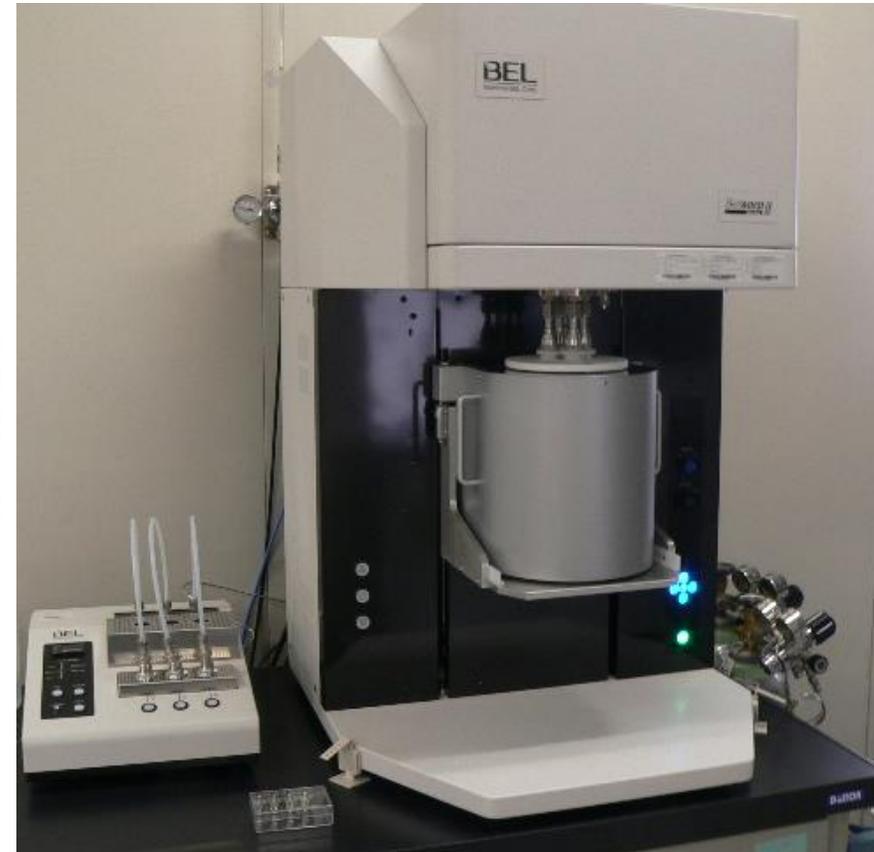
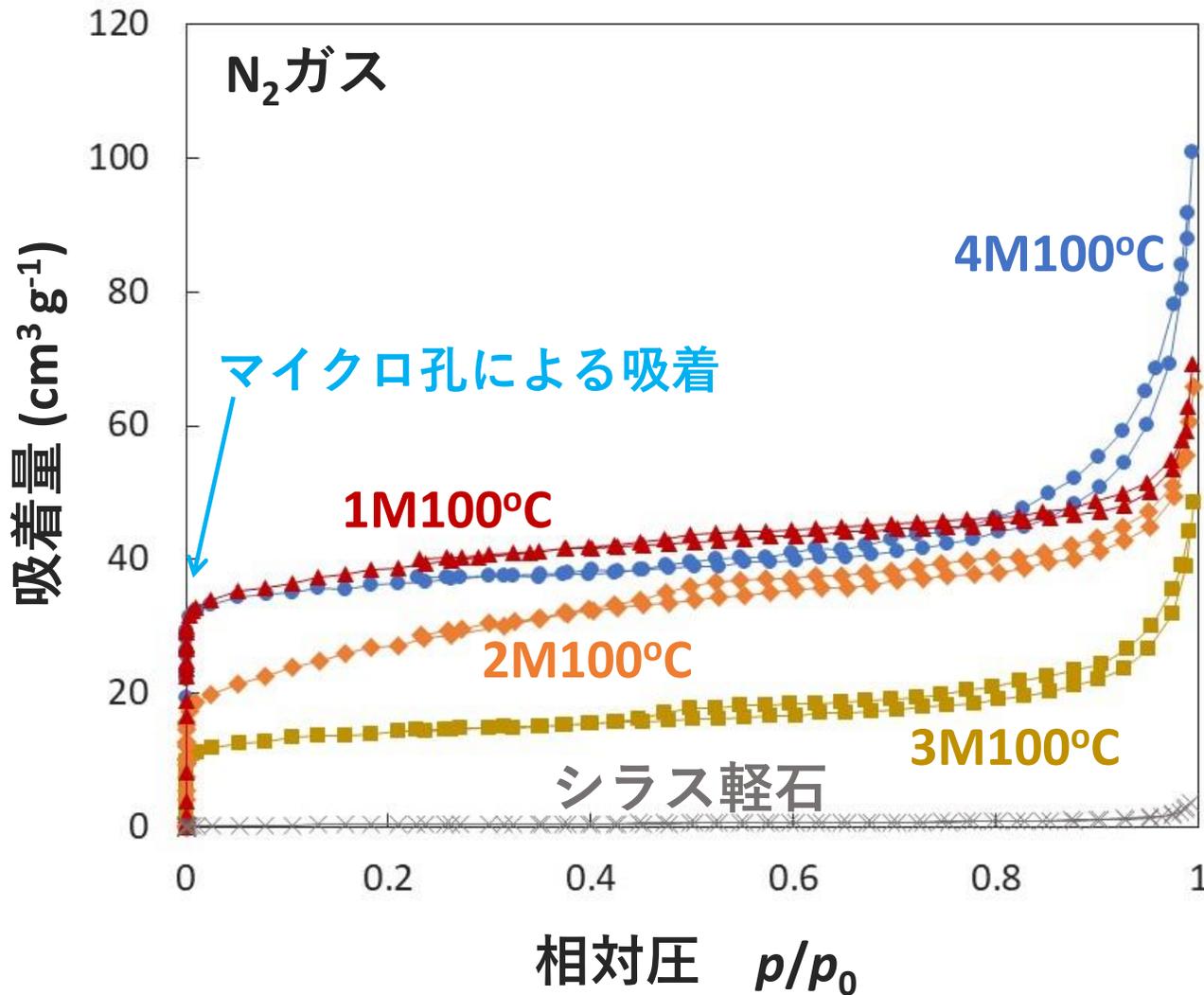
10 μm



地方独立行政法人

KISTEC 神奈川県立産業技術総合研究所

# 特徴 3 : 比表面積が高い



マイクロトラック・ベル(株)製  
BELSORP-max II

# 特徴 3 : 比表面積が高い

水熱	70°C	80°C	90°C	100°C
1M	–	–	–	(CHA) 145 m <sup>2</sup> /g
2M	–	(CHA)	(CHA) 6 m <sup>2</sup> /g	CHA 95 m <sup>2</sup> /g
3M	XRDピーク無し 10 m <sup>2</sup> /g	(CHA)	(CHA) 44 m <sup>2</sup> /g	CHA, (GIS) 51 m <sup>2</sup> /g
4M	(FAU) 129 m <sup>2</sup> /g	FAU 439 m <sup>2</sup> /g	FAU, GIS 350 m <sup>2</sup> /g	FAU, (LTA) 150 m <sup>2</sup> /g

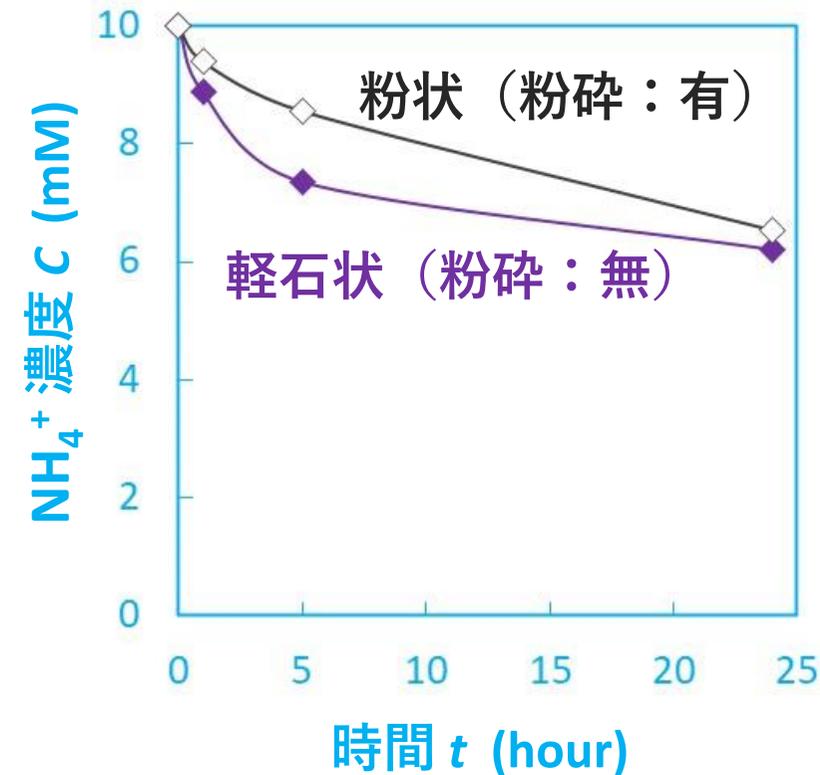
※シラス軽石の比表面積は 1.4 m<sup>2</sup>/g

# 特徴 4 : $\text{NH}_4^+$ 吸着能が高い

試料	$\text{NH}_4^+$ 除去率 (%) $C_i: 10 \text{ mM}, t: 24 \text{ h.}$
1M 100°C 20h.	29
3M 100°C 20h.	48
4M 100°C 20h.	38
4M 80°C 20h.	38
シラス軽石	-1
市販品: FAUゼオライト粉末	15

## 吸着速度の比較

4M 80°C 20h. 試料



# 特徴 5 : シンプルな製造方法

代表的な化学組成 (mass%)

$\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}:\text{CaO}$   
= 72 : 13 : 2 : 4 : 4 : 2



(例) シラス軽石 **30 円/kg**

反応温度 **100°C以下**



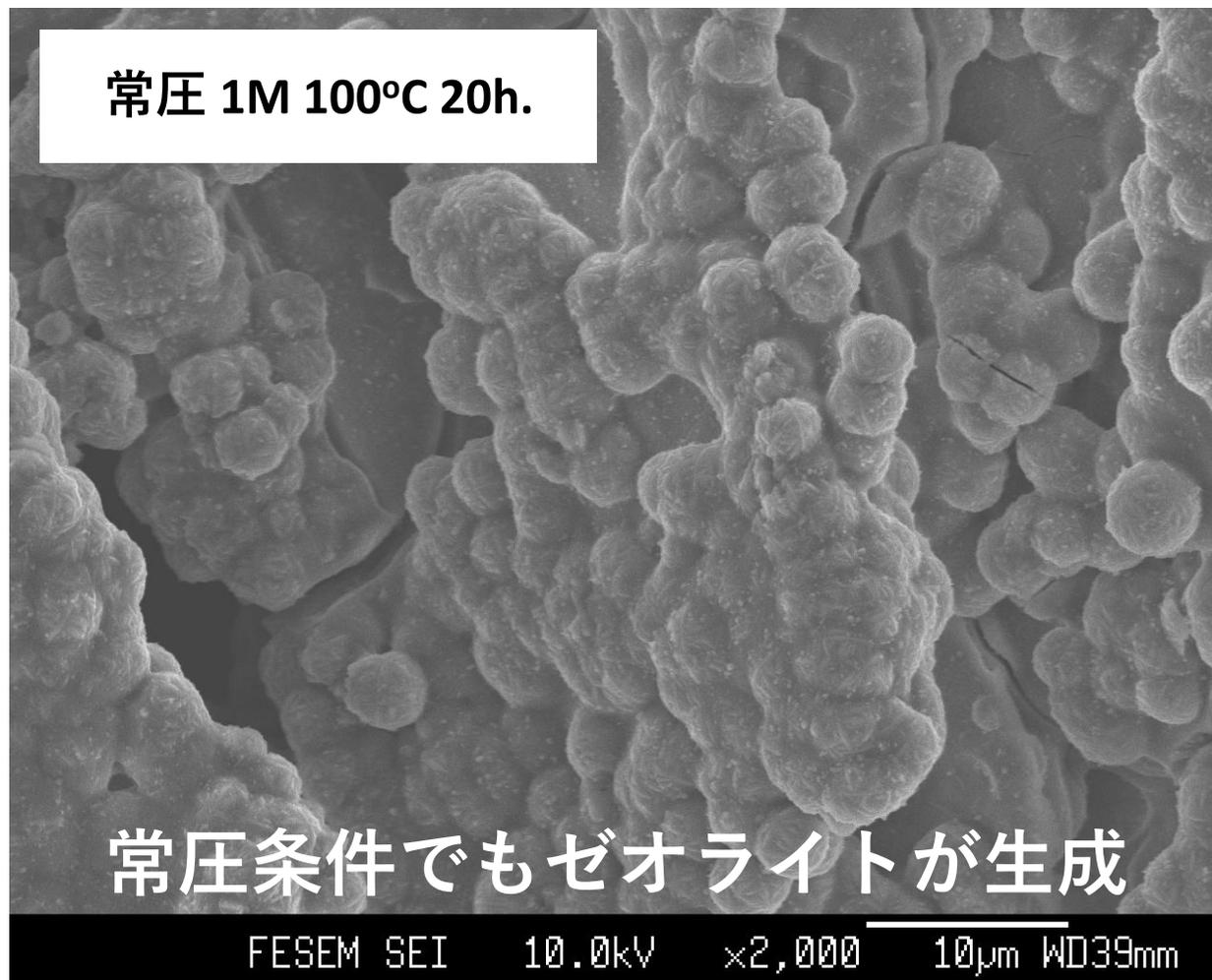
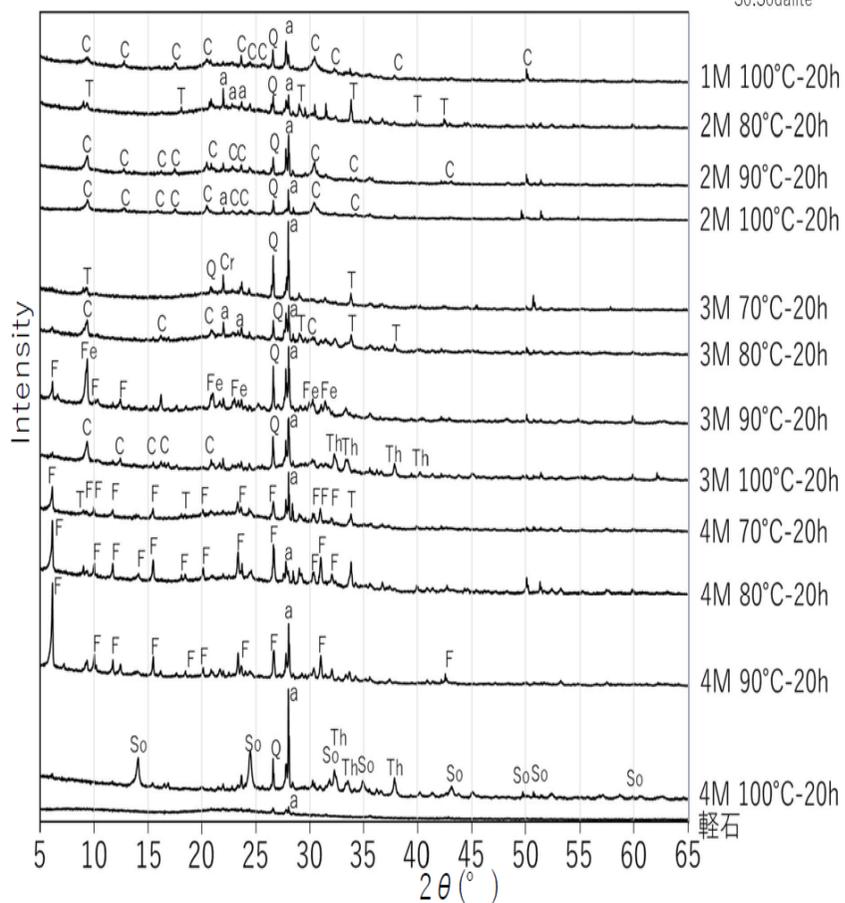
NaOH aq. 中  
密閉容器で  
加熱するだけ



# 特徴 5 : シンプルな製造方法 (常圧)

X線回折装置による結晶相の調査

C:CHA Zeolite T:Trona  
F:FAU Zeolite Th:Thermonatrite  
a:Albite,Anorthite Cr:Cristbalite  
O:Quartz Fe:Ferrierite  
So:Sodalite



# 他の原料は？(課題)

  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ を主成分とする物質であれば可能性あり

- ▶ 岩、石
- ▶ 無機系建材（レンガ）
- ▶ 無機系産業廃棄物

結晶化するゼオライト相のコントロールやロット間バラつき、性能の確認、スケールアップ等が必要

# 想定用途 1 : 水槽の水質維持

★水に浮くため回収作業が簡単（水面から網ですくって回収）

◇設備を持たない小規模養殖業者

家庭用水槽（熱帯魚など）

イメージ図



# 想定用途 2 : 放射性物質の除染

- ★取扱性が高いため遠隔操作ロボットを利用  
汚染水に撒いてすくって回収、汚泥と混ぜて比重差で回収
- ◇福島第一原発等

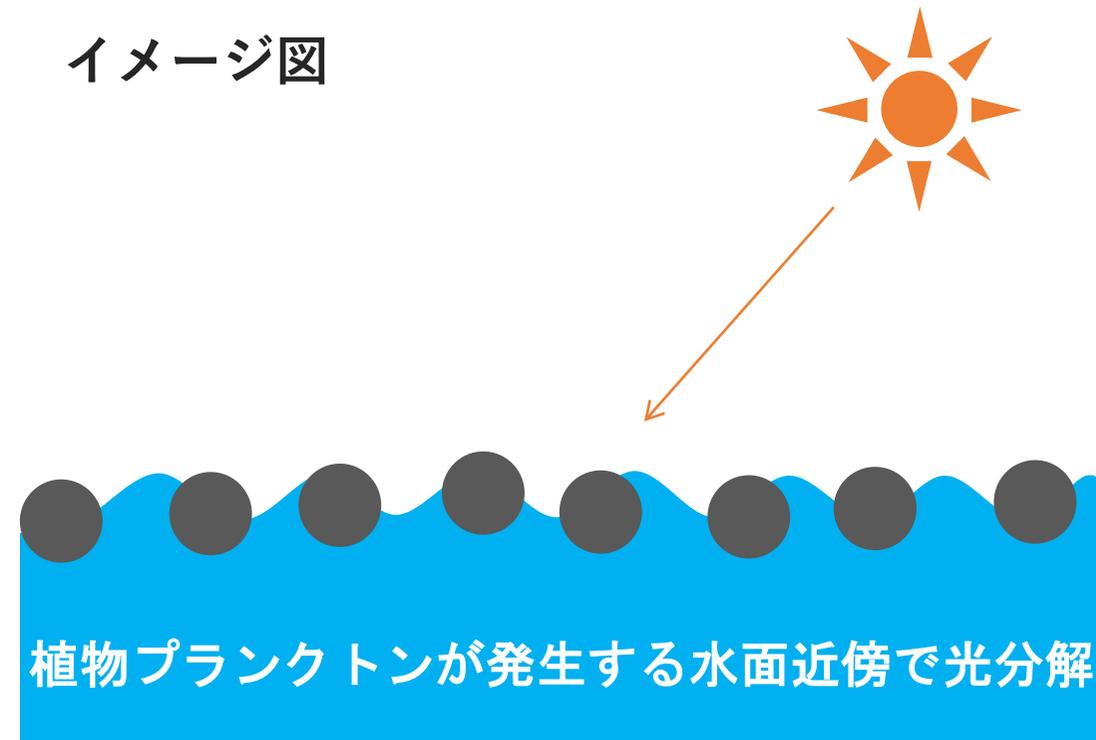


# 想定用途3：アオコ・赤潮対策

## 光触媒と複合化

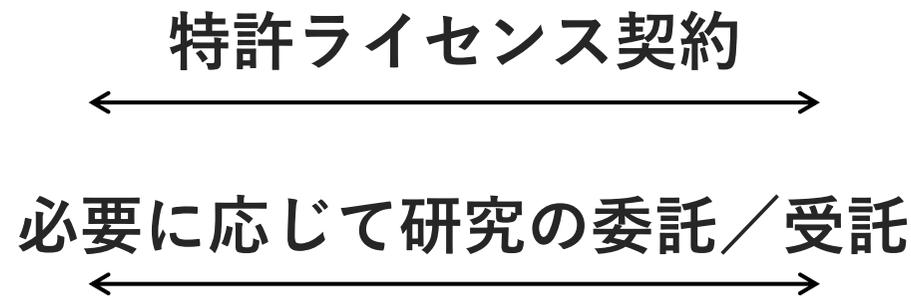
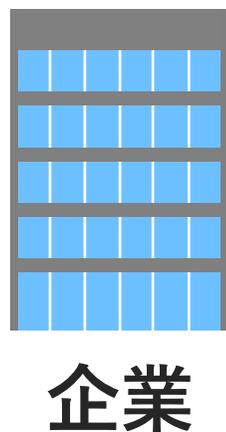
★プランクトンは光合成しやすい水面近傍で繁殖するため  
効率よく光分解&窒素成分吸着

イメージ図



# 企業への期待

- 特許ライセンス契約による技術移転
- 他材料への水平展開の場合は研究受託も検討  
※外部資金への共同申請の可能性もあり



# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ゼオライト複合体及びその製造方法  
出願番号 : 特願2021-018750  
出願人 : 神奈川県立産業技術総合研究所  
鹿児島県  
発明者 : 小野 洋介、袖山研一、増永卓朗

# お問い合わせ先

## － ライセンスについて －

神奈川県立産業技術総合研究所（溝の口支所）

企画部 知財戦略課

TEL 044-819-2035

FAX 044-819-2026

E-mail [chizai@kistec.jp](mailto:chizai@kistec.jp)

# お問い合わせ先

## －技術について－

神奈川県立産業技術総合研究所（海老名本部）  
機械・材料技術部

技術相談専用電話（平日 8:30～12:00, 13:00～17:15）

TEL 046-236-1510

FAX 046-236-1527

※メール相談をご希望の場合は、KISTECホームページの  
メール技術相談フォームをご利用ください。

KISTEC 技術相談

検索