

## 火山噴出物「シラス」を有効利用！！ 軽石状のゼオライト複合体を開発しました

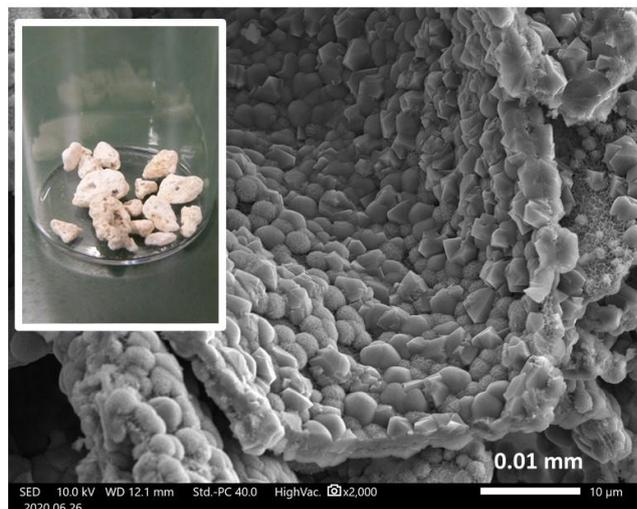
－ KISTEC と鹿児島県工業技術センターの交流事業の成果 －

地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所(KISTEC)の小野洋介 主任研究員、鹿児島県工業技術センター シラス研究開発室の袖山研一 室長、増永卓朗 研究員らの研究グループは、鹿児島県産シラス軽石<sup>(用語1)</sup>の孔構造を部分的に残したまま表面をゼオライト化<sup>(用語2)</sup>することに成功し、軽石状のゼオライト複合体を開発しました。本研究成果は、天然資源であるシラスの有効利用及び水環境浄化の観点において、持続可能な社会の実現に貢献すると期待されます。

### ●特徴

分子サイズの超微細な孔(穴)と肉眼で見える大きな孔を併せ持つ

分子サイズの孔を持つゼオライトの選択的なイオン吸着能と、軽石の浮水性・取扱性を併せ持つ新規な水処理材としての利用が期待されます。孔の大きさが0.38 ナノメートル(1 ナノメートルは1 ミリメートルの100 万分の1)のCHA 型ゼオライトと、0.74 ナノメートルのFAU 型ゼオライトを、除去対象となるイオンに応じて作り分けることができます。



シラスの孔構造を残したままゼオライトが緻密に生成

本成果は、令和3年10月16日付でElsevier社のMicroporous and Mesoporous Materials 誌にオンライン掲載されました。

タイトル：In situ crystallization of CHA / FAU zeolites on volcanic stone in the absence of organic agents (有機添加剤を使わない、CHA 型またはFAU 型ゼオライトの火山石へのその場結晶化)

著者：Yosuke Ono、Takuro Masunaga、Ken-ichi Sodeyama

DOI：10.1016/j.micromeso.2021.111500

## 【詳細な説明】

### (1)研究背景

最近「サステナブル」や「SDGs（エスディーゼーズ）」という言葉をよく見聞きするように、持続可能でよりよい世界を目指す活動が世界中で取り組まれています。KISTECと鹿児島県工業技術センターは、それぞれの持つ技術や知見を活用し、火山噴出物「シラス」から機能性材料を開発する共同研究を昨年度から開始しました。

日本は100を超える活火山を有する火山大国です。鹿児島県本土の半分以上がシラスと呼ばれる火山灰土壌で覆われており、これを有効利用しようと半世紀以上前から研究開発がなされてきました。代表的な利用方法の一つとして、シラスのゼオライト化が挙げられます。従来は、反応しやすくゼオライト化しやすい粉末状のシラスが原料に用いられてきましたが、私達は軽石状のシラスに着目しました。軽石の孔構造を残しながら表面のみをゼオライト化することによって、軽石とゼオライトの特徴を併せ持つ新材料が得られると期待して本研究を実施しました（図1）。

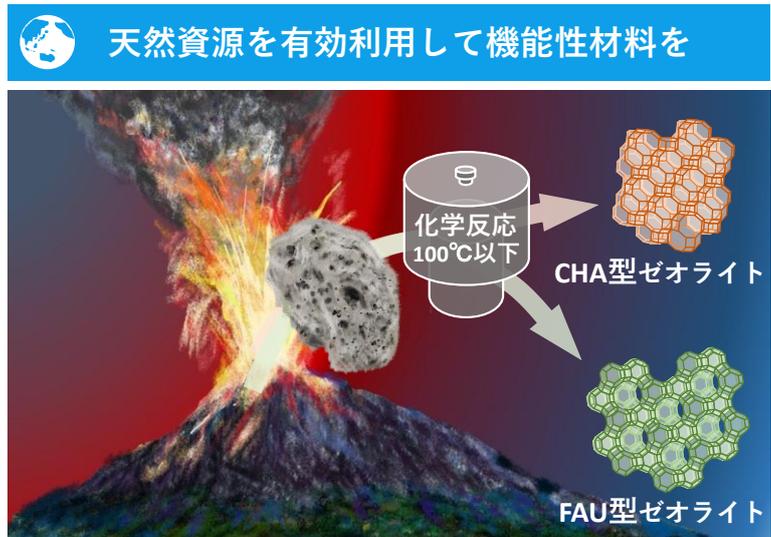


図1 本研究の概要を表すイメージ図。

### (2)本研究の成果

上記のコンセプト通り、シラス軽石の孔構造を部分的に残しながらシラス表面にゼオライトが結晶化した複合体が得られました。作製方法は、シラス軽石を水酸化ナトリウム水溶液に投下して、密閉容器中 100°C以下で加熱するだけのシンプルでコストのかからないプロセスです。シラス軽石は、ゼオライトの原料（シリコン、アルミニウム等）としての役割と、ゼオライトの支持体としての役割を担っており、これらの両立が本研究のキーポイントです。生成したゼオライトの形態は、実験条件に依存して異なりました。図2では、鞠（まり）状の粒子が確認できます。本研究では、数多くあるゼオライトの中でも工業的に価値の高いCHA型とFAU型のゼオライトを作り分けて結晶化することに成功しました。

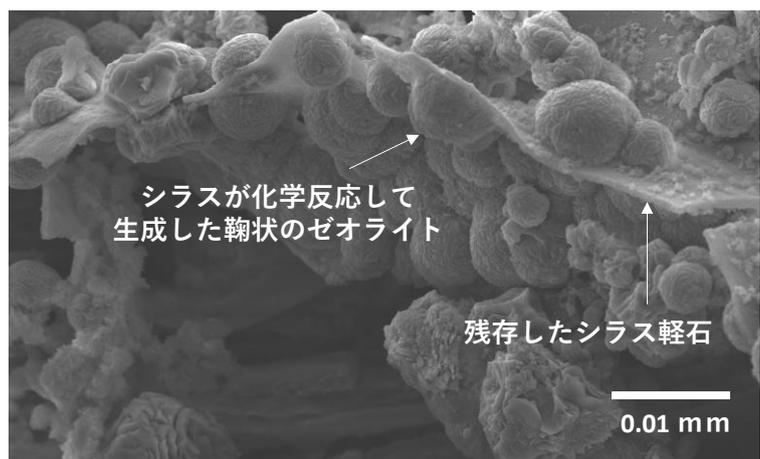


図2 走査型電子顕微鏡による拡大観察像。

表 1 各合成条件において結晶化したゼオライトの種類と複合体の比表面積値

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

表面反応を利用する応用分野で重要な比表面積（単位重さ当たりの表面積）の値は、シラス軽石の 1.4 m<sup>2</sup>/g と比較して大幅に向上し、439 m<sup>2</sup>/g を示すゼオライト複合体も得られました（表 1）。高機能種のゼオライトが結晶化した点や、複合体でありながら高い比表面積を示した点においては、当初の予想を超える良い結果が得られました。また、アンモニウムイオンを除去対象とした吸着実験では、市販のゼオライト粉末よりも吸着能に優れる結果が得られました。

### (3)今後

本研究のオリジナリティである「軽石」形態と、ゼオライトのイオン吸着能を組み合わせることにより、水処理材としての新しい使用方法（例えば、水槽にばら撒いて網で回収する簡便な水質維持、遠隔操作ロボットを用いた放射性物質除染、光触媒と組み合わせた植物プランクトンの効率的分解等）が想定されます。このような潜在的なニーズを掘り起こしながら企業に技術移転し、実用化を目指します。

### 【用語説明】

(1)シラス軽石:「シラス台地」として知られる火山灰土壌から分級された軽石状のシラス。軽量骨材、洗濯(ストーンウォッシュ)、垢すり、耐火材、タイル、園芸土壌等として使用されており、鹿児島県で年間 54,613t(2004 年)出荷されている。

(2)ゼオライト化:ゼオライトを生成させること。ゼオライトは原子の規則配列からなる骨格構造が細孔を形成する。分子サイズの孔径が均一に揃っており、吸着材や触媒として工業的に利用されている。ゼオライトやその類似物質の骨格構造には 3 文字のアルファベットからなるコードが付与されており、現時点で 250 種以上に及ぶ。

### 【問い合わせ先】

#### <研究全般に関すること>

神奈川県立産業技術総合研究所 機械・材料技術部 部長 高木 電話 046-236-1500 (代表)

#### <シラスに関すること>

鹿児島県工業技術センター シラス研究開発室 室長 袖山 電話 0995-43-5111 (代表)