

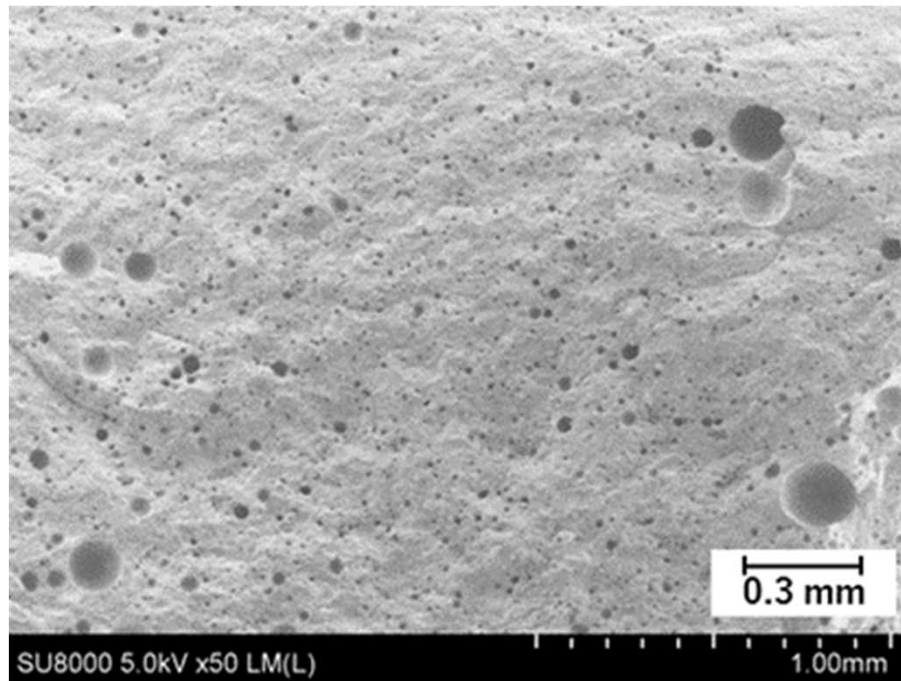
ユニークな構造を特徴とする 多孔質ガラス粉体

都城工業高等専門学校 物質工学科
教授 野口 大輔

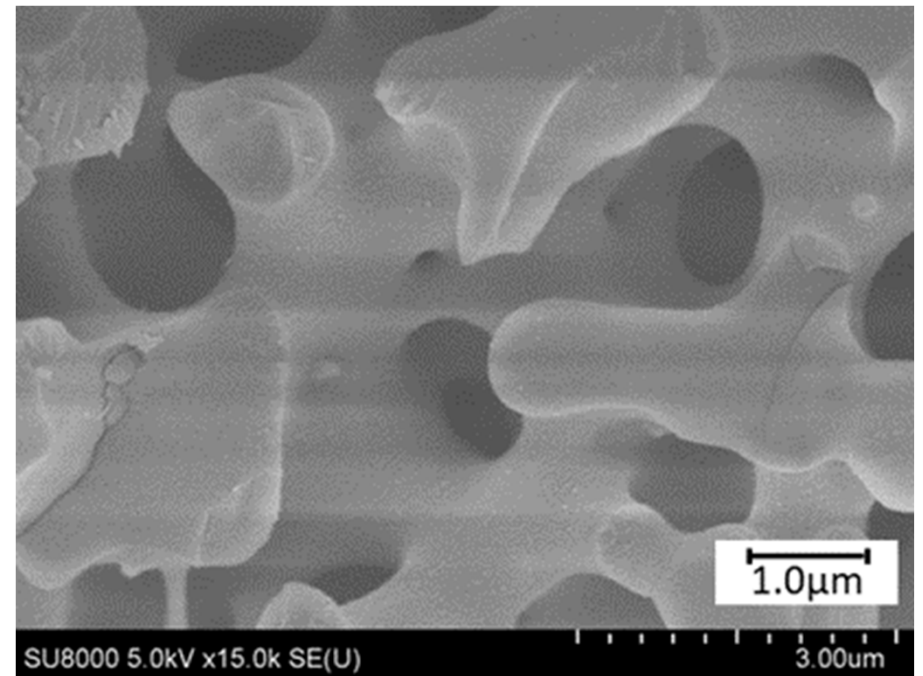
2025年12月4日

多孔質材料とは

多孔質材料とは、内部に非常に多く孔が空いている材料。
その孔のサイズや材質を利用して「化学」「環境」「食品」など様々な分野で機能性材料として利用されている。



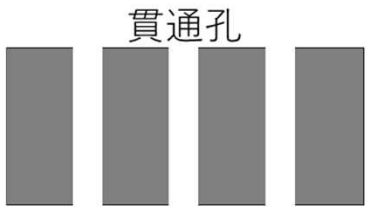
ドロプレット(液滴)構造



スピノーダル(連結)構造

従来技術とその問題点

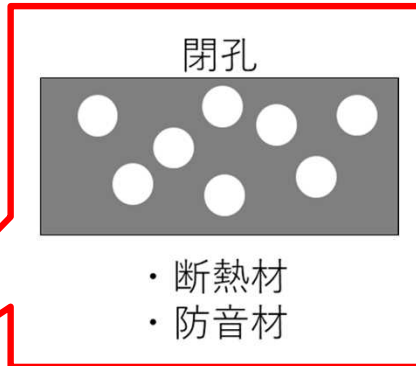
①孔の形状と代表的な用途



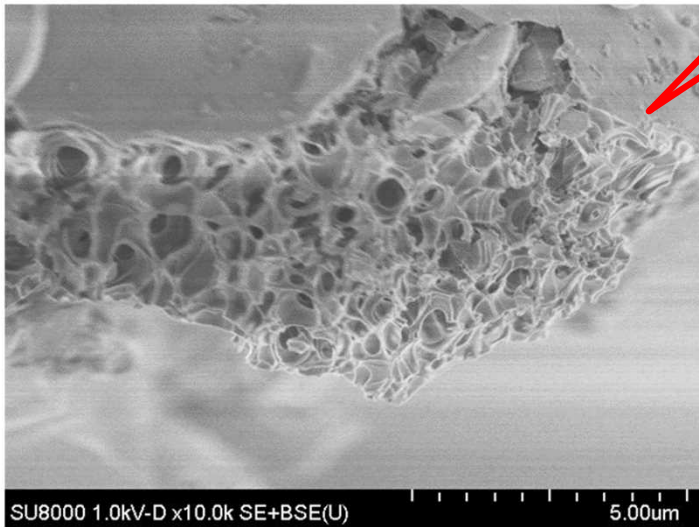
・濾過材



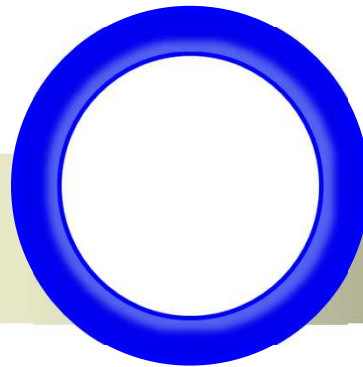
・触媒担体
・吸着材



・断熱材
・防音材



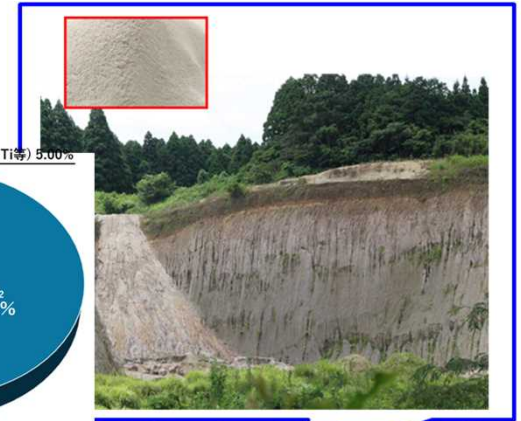
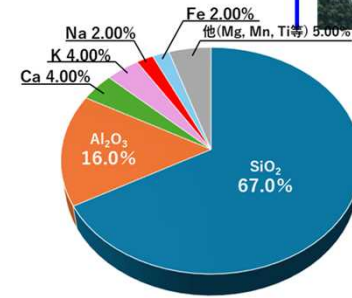
シリスパルーン中空体のSEM写真



中空体状構造

一粒一粒が空洞になっているため、
物理的衝撃力に対する強度が弱い

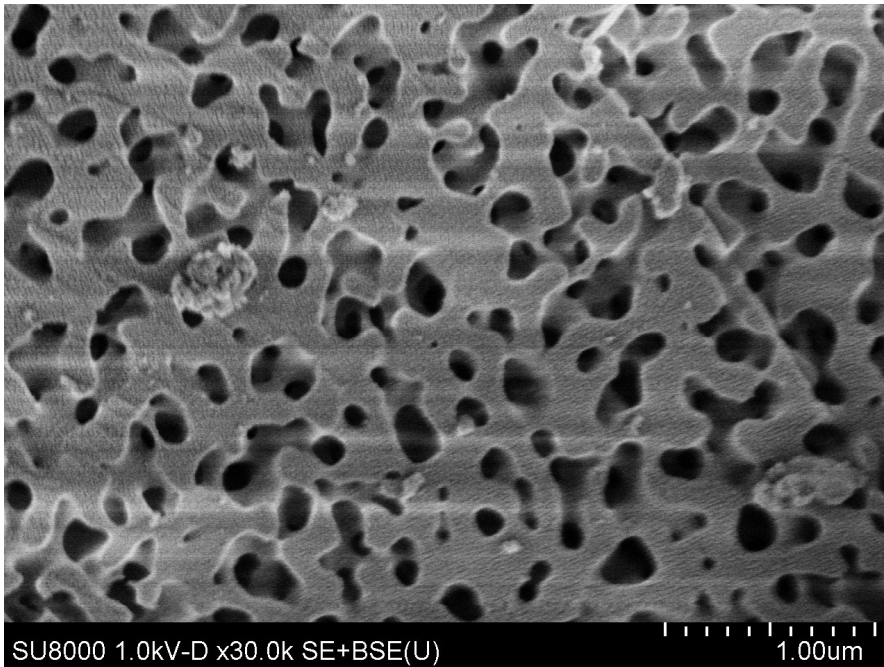
②シリカをもっと活用したい



コア技術とその強み

多孔質(網目状連結孔)である

原料：シラス(火山噴出物)



- メソ~マクロ孔の連結孔を有した多孔質粉体
- 完全無機質材料
- 安価で作成容易

新技術の概要

- ・ 南九州特有の火山噴出物である**シラスを原料**とし、ガラスの相分離現象を利用してスピノーダル構造体の粉体を作製した。
- ・ この粉体は、**網目状連結孔**を有する**アモルファス**構造を特徴とし、細孔径も**メソ～マクロ孔**から構成されている。
- ・ 高い機械的強度、耐熱性、耐薬品性を備え、サイズや細孔構造を制御できることから、幅広い用途への応用が期待される。

代表的な製造工程

原料加工（ガラス化）工程

組成開発



シラス
+
 $B_2O_3 \cdot CaO$ 等

溶解

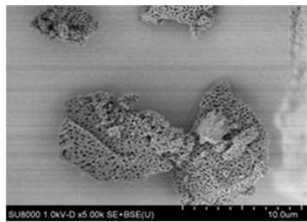
1300°C以上の
熱処理

成形

急冷処理による
成形



相分離・多孔質化工程



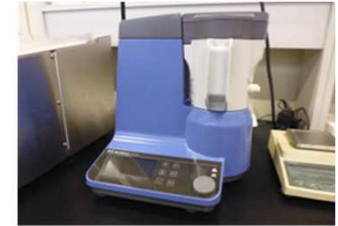
完成

エッチング
(1N-塩酸等)

熱処理
(650°C × 24h)

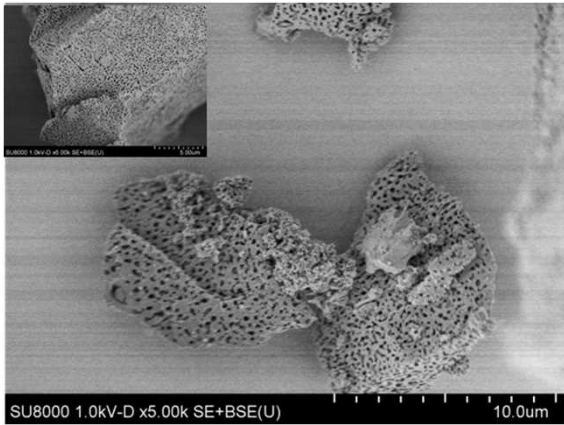
振るい分け
(各粒径に分級)

粉碎

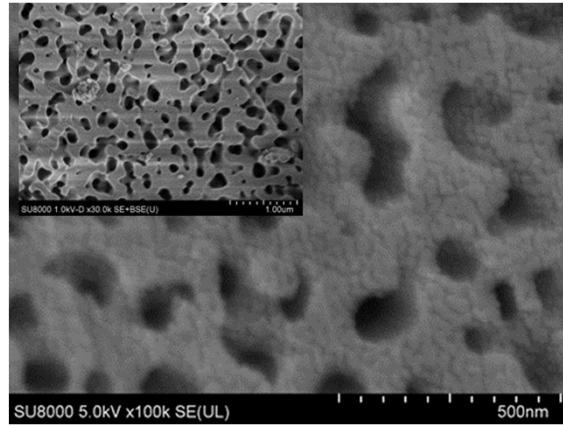


網目状三次元連結孔(モノリス)構造

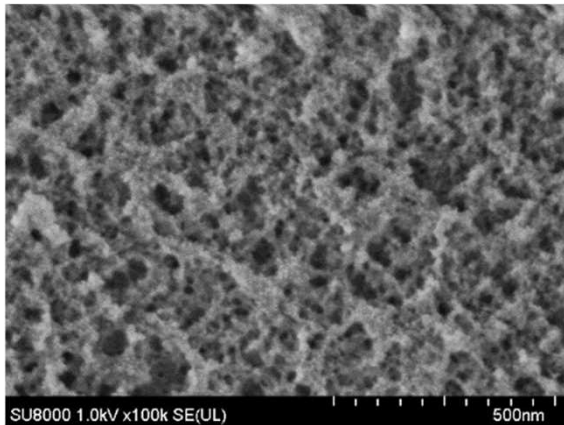
表面構造



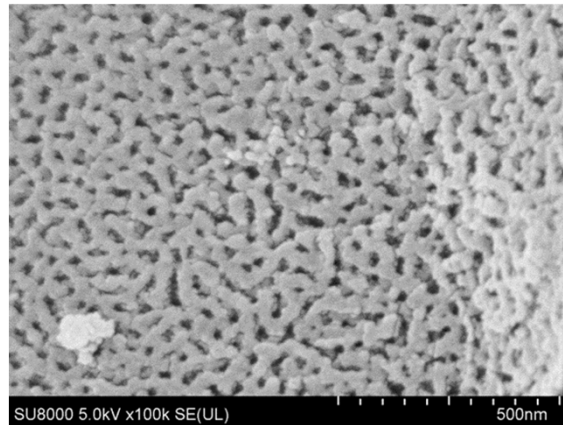
(a) 代表的なスピノーダル構造粉体のSEM写真



(b) 熱処理温度: 680°C × 24h

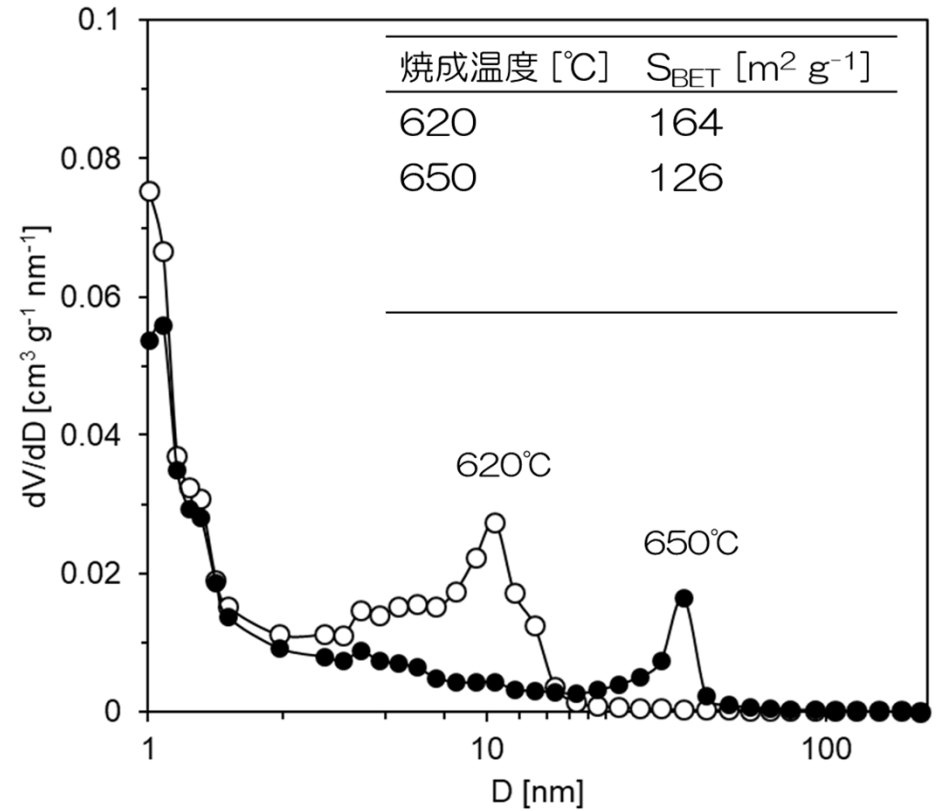


(c) 熱処理温度: 620°C × 24h



(d) 熱処理温度: 650°C × 24h

細孔分布・比表面積

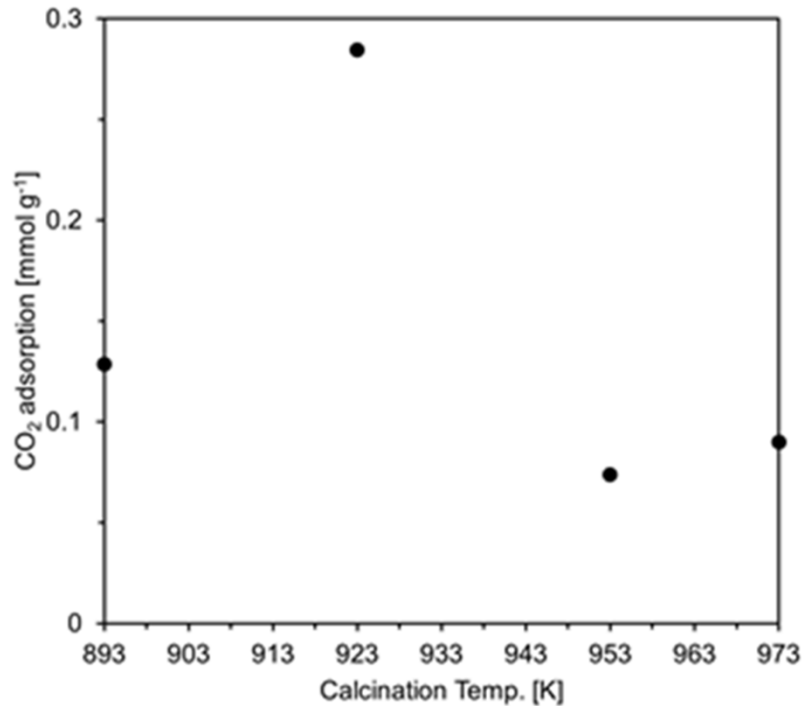


スピノーダル構造体調製時の焼成温度による細孔分布・比表面積の違いを示す図である。この図より焼成温度により細孔制御が可能であり、焼成温度の増大に伴い細孔が増大し、比表面積は減少することが確認された。

ガス吸着(消臭)剤として利用

CO₂吸着特性

得られたシラス多孔質ガラス粉体(試料)3を閉鎖式装置に導入した。そして、298K(25°C)、全圧1MP CO₂/アルゴン混合ガス(0/100-100/0)の雰囲気下で1時間処理して、吸着した二酸化炭素量を評価した。吸着量の評価は熱重量分析(TGA)、吸着状態は拡散反射型フーリエ変換赤外分光法(DRIFT)により解析した。



スピノーダル構造体調製時の焼成温度による二酸化炭素吸着量の違いを示す図である。この図より、923 Kまでは焼成温度の増大に伴い吸着量が増大し、それ以上の温度では吸着量が低下することが確認された。

消臭特性(官能試験)

試験方法

粒径の異なるシラス多孔質ガラス粉体および市販の消臭剤(ファブリーズ)を各0.6g程度用い、アンモニアミストに対する消臭試験を行った。

- シラス多孔質ガラス粉体および市販の消臭剤(ファブリーズ)を同じ重量計り取り、それぞれ密閉容器に入れる。
- アンモニア(濃度28%)をスプレーにてミスト状にし、コットンに1プッシュ吹きかけ、試験体が入っている容器に入れた後、ふたをして密閉状態にする。
- 適宜時間放置し、容器の中のおいを試験者が嗅ぎ消臭効果を評価する。
- 参照サンプルとして多孔質処理を施していないシラスを用いた。

◎：ファブリーズより良い、○：ファブリーズと同じ、△：ファブリーズより少し劣る、×：ファブリーズより劣る

○評価時間30s

熱処理条件	粒径	20~40um	40~100um	100~150um	150um以上	左粒径を全て混合	シラス
620°C × 24h		◎	◎	◎	◎	◎	×
650°C × 24h		◎	◎	◎	◎	◎	
680°C × 24h		◎	◎	◎	◎	◎	
700°C × 24h		◎	◎	◎	◎	◎	
730°C × 24h		◎	◎	◎	◎	◎	

○評価時間60s

熱処理条件	粒径	20~40um	40~100um	100~150um	150um以上	左粒径を全て混合	シラス
620°C × 24h		◎	◎	◎	◎	◎	×
650°C × 24h		○	◎	○	◎	◎	
680°C × 24h		◎	◎	◎	◎	◎	
700°C × 24h		◎	○	◎	◎	◎	
730°C × 24h		◎	◎	◎	◎	◎	

○評価時間120s

熱処理条件	粒径	20~40um	40~100um	100~150um	150um以上	左粒径を全て混合	シラス
620°C × 24h		◎	○	○	○	◎	△
650°C × 24h		○	◎	○	◎	◎	
680°C × 24h		◎	◎	◎	◎	◎	
700°C × 24h		◎	○	◎	◎	◎	
730°C × 24h		◎	○	◎	◎	◎	

基質、担体として利用

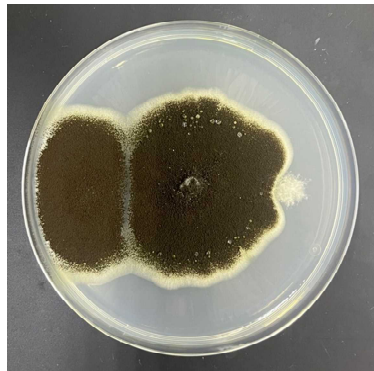
杉精油の抗カビ性能評価

条件 使用菌株：Aspergillus niger (クロカビ、クロコウジカビ)
杉精油含有寒天培地 (杉精油なし, 1%, 5%)

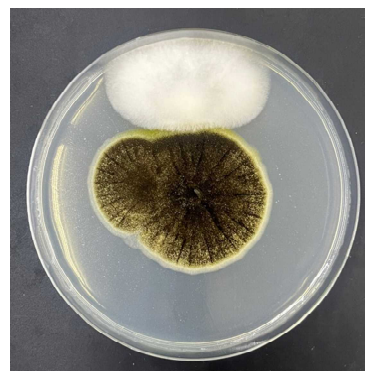
操作 ①寒天の調製
1. オートクレーブしたポテトデキストロース寒天培地を70°C程度まで冷ました。
2. 杉精油を1%または5%になるように攪拌しながら加えた。
3. 10 cmシャーレに流し込み、固めた。

②カビの播種
1. 通常のポテトデキストロース寒天一面にA.nigerを培養。
2. ストローで寒天ごと菌をくり抜き、種菌とした。→ -80°C中で保存
3. ①で作成した杉精油を含むポテトデキストロース寒天培地の中央に種菌を置いた。
4. 26°C下で培養。

結果



杉精油なし



1%杉精油含有

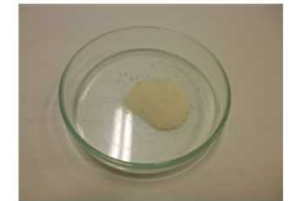
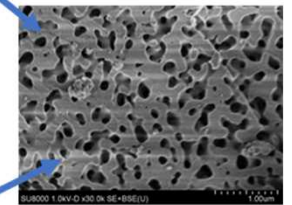
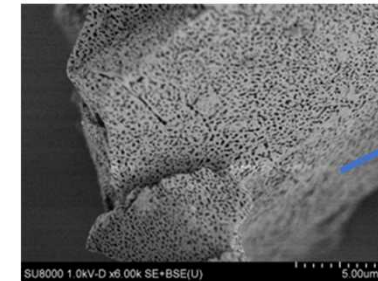


5%杉精油含有

注：「杉精油なし」「1%杉精油含有」にはA.niger以外にコンタミによる別種のカビ(白いカビ)が生えています。



スギ精油を細孔に充填

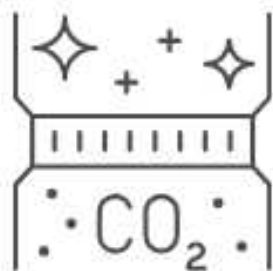


寒天中の杉精油の濃度が高くなるにつれ、カビの増殖は抑制された。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、**高い機械的強度、耐熱性、耐薬品性**を改良することに成功した。
- 従来の多孔体において細孔制御と機械的強度の両立はトレードオフの関係であった。この材料は、**完全無機質材料**で極めて剛性かつ圧縮性に強い構造をしていることによる、高い耐薬品性、耐熱性および優れた機械的強度を有しており、厳密に制御された熱処理と化学処理によって**細孔制御が可能**となった。
- 本技術の適用により、シラスが原料として利用できるため、**材料コストが大幅に削減される**ことが期待される。

想定される用途



ガス吸着
(二酸化炭素・アンモニア)



吸水



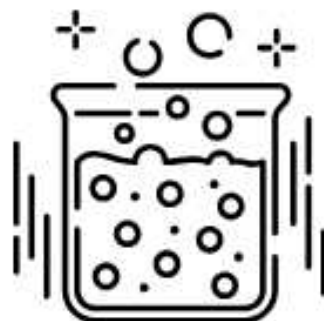
消臭



断熱



調湿



ナノバブル



アロマ固定化
(防ダニ・防カビ)



分散剤
(フィラー)

実用化に向けた課題

- 現在、厳密に制御された熱処理と化学処理によって細孔制御が可能なところまで開発済み。しかし、球状化の点が未解決である。
- 今後、スピノーダル構造に由来したユニークな特性について実験データを取得し、さまざまな想定される用途に適用していく場合の条件設定を行っていく。
- 実用化に向けて、粉体のサイズを任意に制御できるような技術を確立する必要もあり。

企業への期待

- 未解決の球状化については、高速気流中衝撃処理の技術により克服できると考えている。
- 多孔質粉体を材料とした製品化技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、**ガス吸着(消臭)剤・乾燥剤・基質、担体**を開発中の企業、**住宅建材分野への展開**を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

企業への貢献、PRポイント

- 本技術は緻密に制御した熱処理、化学処理により細孔制御が可能なため、幅広いサイズと容積にわたってカスタマイズすることが可能。
- ロバスト性のある長寿命の材料により安定した結果と効率性を実現。特性には、優れた耐熱安定性、高い耐薬品性がある。
- 完全無機質材料。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : シラス多孔質ガラス粉体の製造方法、被コーティング体へのシラス多孔質ガラス粉体の設置方法およびシラス多孔質ガラス成形体の製造方法
- 出願番号 : 特願2025-76346
- 出願人 : 高千穂シラス株式会社、
独立行政法人国立高等専門学校機構
- 発明者 : 新留昌泰、野口大輔

産学連携の経歴

- 2005年-2025年 現在までに民間企業8社と28テーマ共同研究実施。

その他の研究成果は以下URLを参照願います。

<https://researchmap.jp/read0126361>

お問い合わせ先

都城工業高等専門学校
総務企画係

T E L 0986 - 47 - 1305

e-mail kikaku@jim.miyakonojo-nct.ac.jp