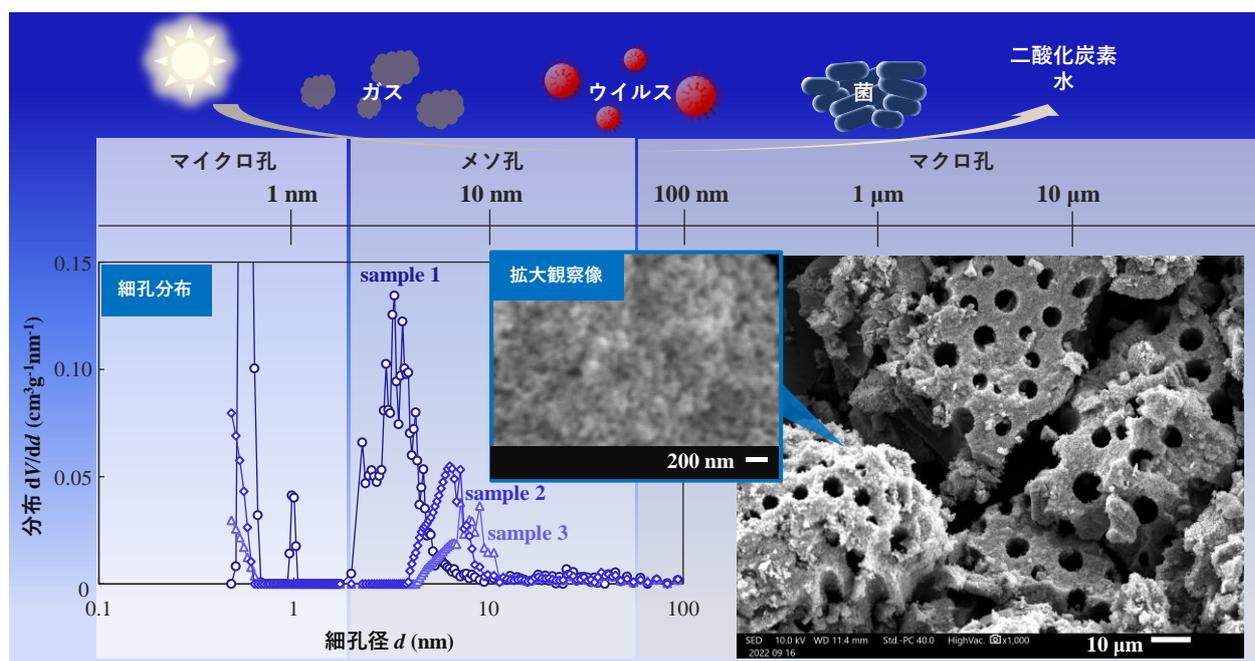


特殊な細孔構造を持つ光触媒を開発

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 主任研究員は、大きさの異なる3種の細孔が連結する“トリプルポーラス”光触媒を開発しました。3種の細孔で吸着した有機物を、太陽光照射下で分解することができます。自然エネルギーによる効率的な環境浄化を可能とする本研究成果は、持続可能で安全・安心な社会の実現に貢献すると期待されます。

●特徴

顕微鏡で観察すると、下図のようにレンコンに似た形に見えますが、穴の大きさは髪の毛よりも細い、直径1~10 μmのマクロ孔です。マクロ孔の壁面はナノ粒子で構成されており、1 nm以下のマイクロ孔と、2~10 nmのメソ孔を形成しています。このような特殊な細孔構造により、高い光触媒性能と調湿性能をあわせ持ちます。



本成果は、令和5年9月25日付（現地時間）でElsevier社のCeramics International誌にオンライン掲載されました。

タイトル：Lotus-root-like titanium dioxide photocatalyst with a hierarchical micro-/meso-/macroporous structure（階層的なマイクロ-/メソ-/マクロ孔構造を持つレンコン状二酸化チタン光触媒）

著者：Yosuke Ono

DOI：<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.08.080>

【詳細な説明】

(1) 研究背景

私たちの生活に大きな影響を及ぼした新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受け、パンデミック対策技術として光触媒が注目されています。その代表材料である酸化チタンは、紫外線のエネルギーを利用して有機物を分解できるため、抗菌、抗ウイルス、消臭に利用されています。また、光照射下で表面が超親水性化するため、防汚にも

利用されています。これらの光触媒作用は表面で起こることから、比表面積の高さは重要であり、極微細なナノ粒子やマイクロ孔を主体とする光触媒の開発が進められてきました。

一方、マイクロ孔に加えて、より大きなメソ孔やマクロ孔をあわせ持つカーボンが、ニオイ物質だけでなくウイルスや菌を吸着しやすい新素材として近年注目されています(図1)。しかし、カーบอนは有機物を分解できないため、吸着するにつれて細孔が埋まってしまうと考えられます。同様の細孔構造を光触媒で実現できれば、有機物を吸着するだけでなく光分解して永続的に環境浄化できると考え、本研究を実施しました。

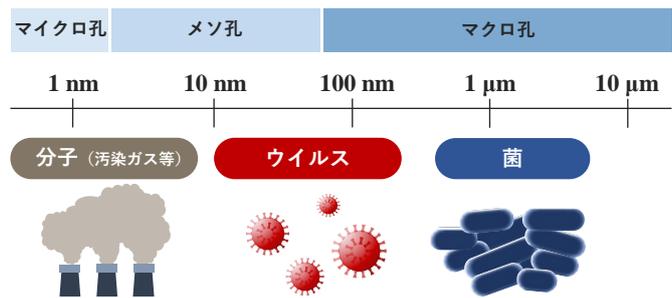
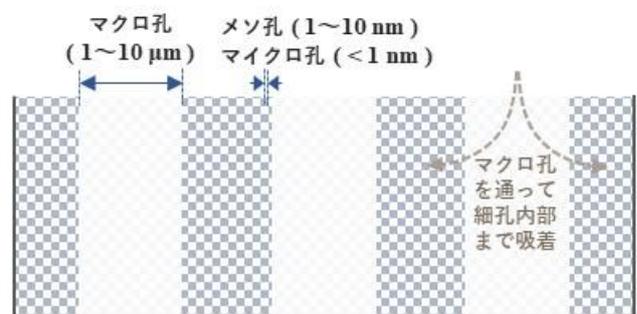
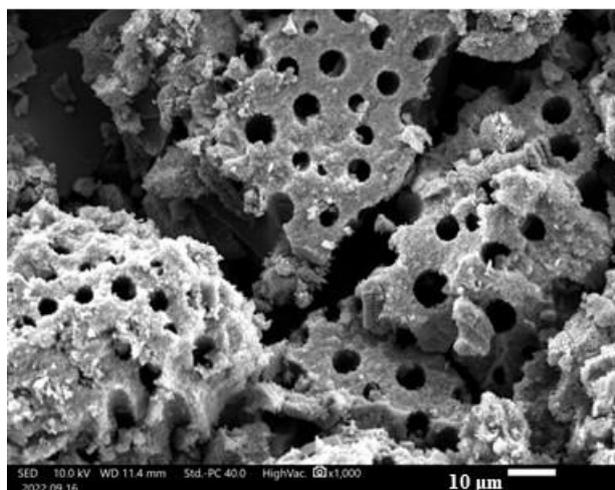


図1 主な有機物と細孔の大きさの対応

(2) 研究成果

チタン化合物の液体試薬に水をスプレーで吹きかけるだけのきわめてシンプルな方法により、直径1 nm以下のマイクロ孔、1~10 nmのメソ孔、1~10 μmのマクロ孔をあわせ持つ“トリプルポーラス”光触媒を合成することに成功しました。円柱状に配列するマクロ孔の壁面はナノ粒子で構成されており、マクロ孔がメソ孔やマイクロ孔に連結する階層的な細孔構造を形成していることが分かりました(図2)。この特殊な細孔構造により、マクロ孔の形成と高い比表面積を両立しました。300~550°Cで加熱すると酸化チタンの結晶性や細孔分布が変化したことから、比較的低温の加熱によって目的に合わせた物性の制御が可能であることが分かりました。



“レンコン”のマクロ孔がナノ粒子のメソ孔やマイクロ孔に連結する階層構造により、マクロ孔を持ちながら比表面積が高い (35 ~ 405 m²/g)

図2 開発した酸化チタン光触媒の細孔構造

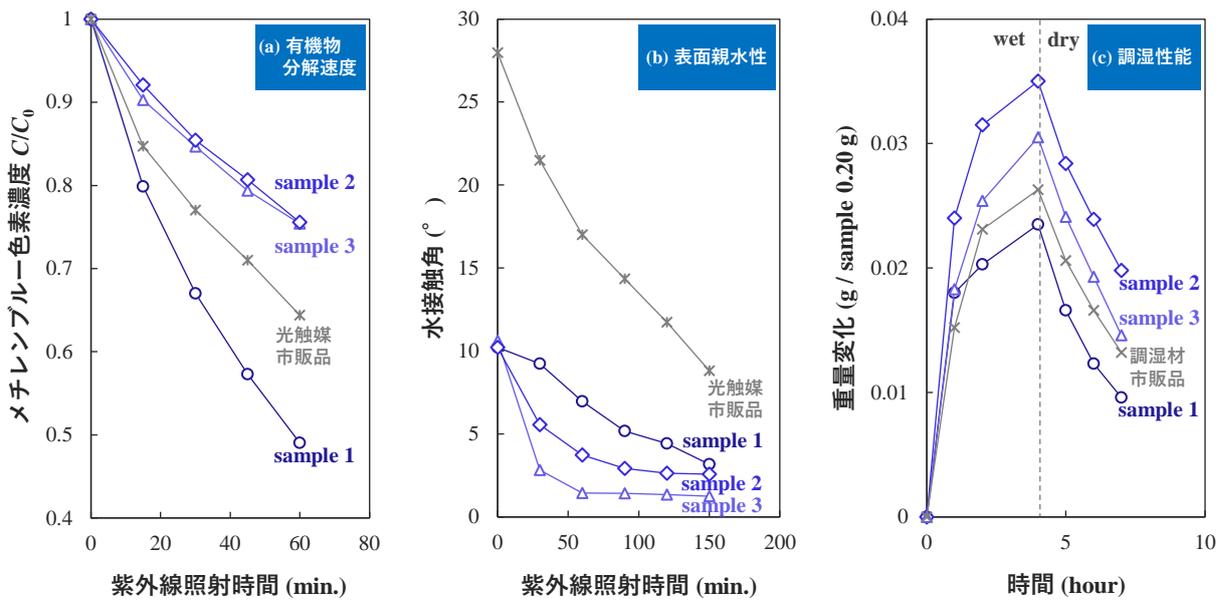


図3 開発した酸化チタン光触媒の性能評価結果

本研究で開発した光触媒は、メチレンブルー色素を分解対象とした懸濁試験において、市販の光触媒ナノ粒子と同等の分解速度を示しました（図 3a）。また、通常の光触媒は、照射に伴い表面が親水化して防汚機能を発揮しますが、本研究で開発した光触媒は、照射前から水接触角 10° の高い親水性を示しました（同図 b）。階層的な細孔構造の広い接触面積と保水性が寄与したと考えられ、日の当たらない場所でも防汚機能を発揮すると期待されます。さらに、これらの光触媒機能に加え、部屋の湿度をコントロールする機能を持つことも分かりました（同図 c）。レンコン状の形態や細孔分布が、代表的な調湿材料である珪藻土に類似しており、市販品と同等の調湿性能を示したと考えられます。

(3) 今後

技術移転先となる企業を募集しております。お気軽にお問い合わせください。

【用語説明】

光触媒: 照射下で有機物分解や表面超親水性化等の作用を示す物質です。

マイクロ孔、メソ孔、マクロ孔: 国際純正応用化学連合 (IUPAC) によって、直径 2 nm 以下の細孔がマイクロ孔、2~50 nm の細孔がメソ孔、50 nm 以上の細孔がマクロ孔と分類されています。1 nm = 0.000001 mm。