

マイクロ波ナノ粒子合成装置

粒子径の揃ったナノ粒子を短時間で合成し、効率的な材料探索や新素材開発を実現

装置の概要

- マイクロ波照射により、反応溶液に高密度の電磁エネルギーを直接供給することで、極めて短時間かつ均一に昇温することが可能です。この加熱方式は、従来の外部加熱法（ホットプレートやマントルヒータなど）と比較して反応速度を著しく向上させ、高い収率および反応選択性の達成に寄与します。
- リアルタイムで温度（最大300℃）および圧力（最大30 bar）を精密にモニタリングする機能が搭載されており、プログラム制御によって繊細な反応条件の設定・再現が可能です。これにより、複雑な化学反応においても高い再現性と信頼性を確保することが可能です。
- さらに、オートサンプラーを備えており、最大12本の反応容器の自動連続処理が可能です。10、35、100mLの密閉容器を用いて幅広い反応に対応可能です。有機・無機合成、水熱反応、ナノ粒子合成、触媒反応など、多様な分野のハイスループット合成に活用できる柔軟性を備えています。

活用事例（参考文献1,2）

- 二酸化バナジウム(VO_2)は、温度により近赤外域の光学特性が変化するサーモクロミック特性を有しています。この材料を自動車や建物の窓に適用することにより、視認性を確保しつつ、季節に応じて日射熱の出入りを制御するスマートウィンドウが実現できます。私たちは、 VO_2 ナノ粒子の水熱合成技術、及び VO_2 ナノ粒子分散液の樹脂フィルムへの塗布技術の開発を行っています。
- 大きなサーモクロミック特性を実現するためには VO_2 ナノ粒子の結晶性を良くすることが重要です。従来の水熱合成技術では一日以上の時間が必要でした。マイクロ波水熱合成法により、結晶性が優れ、粒子径が小さく、且つ粒子径が揃った VO_2 ナノ粒子をわずか8分で高速合成できるようになりました。
- 本装置で合成した VO_2 ナノ粒子の分散液を塗布して作製したサーモクロミックフィルムは、可視光域での高い透過特性と近赤外光域での大きなサーモクロミック特性を併せ持ち、当研究分野で世界トップレベルの性能を示します。

研究者からのメッセージ

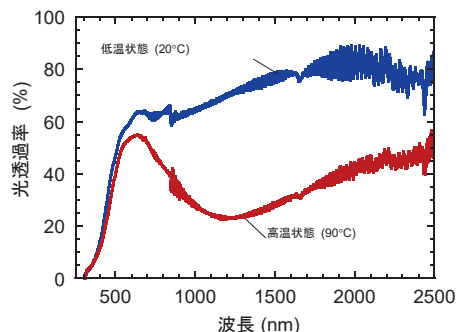
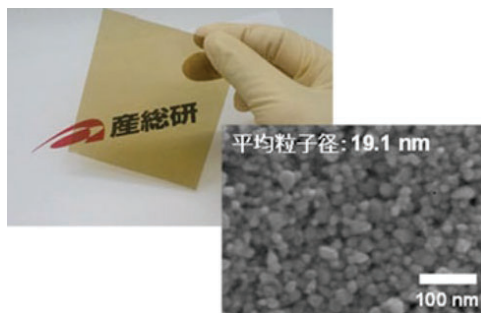
- 本装置は、従来法では数時間を要する反応をわずか数分で高い再現性をもって実施できます。また、異なる組成や条件での試作が容易なため、新規材料のスクリーニングや最適条件の迅速な探索に有効です。触媒、センサー材料、電池材料、磁性材料、無機粉体など、多様な材料開発ニーズに対応可能な柔軟性を備えており、これらの分野に関心のある企業との共同研究を広く募集しております。ご興味ございましたら、お気軽にご相談ください。

参考文献（いずれも活用事例）

1. Masahisa Okada *et al.*, Fast synthesis of monoclinic VO_2 nanoparticles by microwave-assisted hydrothermal method and application to high-performance thermochromic film, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, **255**(2023), 112311.
2. https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20191015/pr20191015.html

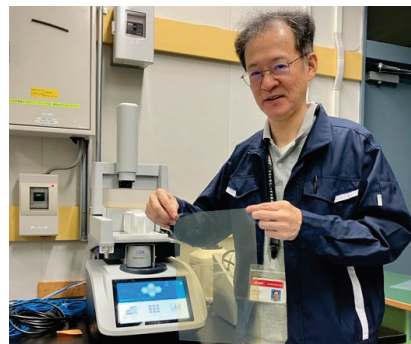


MPIプラットフォームに整備したマイクロ波ナノ粒子合成装置（CEM社製 Discover 2.0）の外観



（上） VO_2 ナノ粒子の走査型電子顕微鏡写真と VO_2 ナノ粒子を用いたサーモクロミックフィルムの外観

（下）マイクロ波加熱で水熱合成した VO_2 ナノ粒子の分散液を塗布した樹脂フィルムの20℃と90℃での分光透過率



岡田昌久技術担当主幹と作製したサンプル