

水系の光硬化性スラリーで低環境 負荷なセラミックス3D造形を実現

横浜国立大学 大学院環境情報研究院 人工環境と情報部門
准教授 飯島 志行

2026年6月23日

セラミックス3D造形に対する期待



セラミックス(ZrO_2)3D造形体

- ✓従来の成形手法では作製困難な形状をセラミックス材料に付与可能
- ✓デジタル技術を活用したモノづくりに高い親和性

本技術の概要



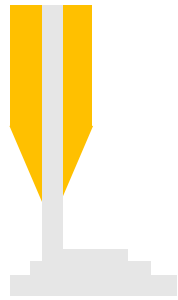
セラミックス(ZrO_2)3D造形体

- ✓セラミックスの3D積層光造形等に活用可能な光硬化性スラリー
- ✓有機系添加剤の配合量を極力抑えた水系スラリー
- ✓本スラリーから得る造形体は、高速焼成による脱脂と焼結緻密化が可能

主なセラミックス3D造形法

製品の要求サイズ、造形分解能、コスト等に応じて適切なプロセスを選定

✓材料を押し出す



樹脂+原料粒子(フィラメント)
原料粒子ペースト

✓粉体層の粉体を焼結する



粉体層

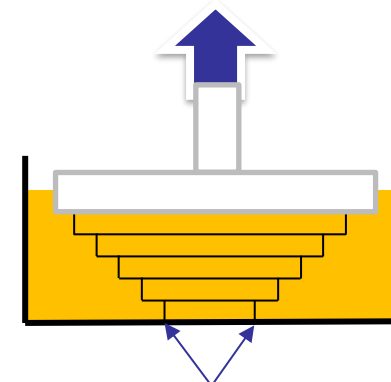
✓粉体層の粉体を接着する



バインダー

粉体層

✓スラリーを光硬化させる

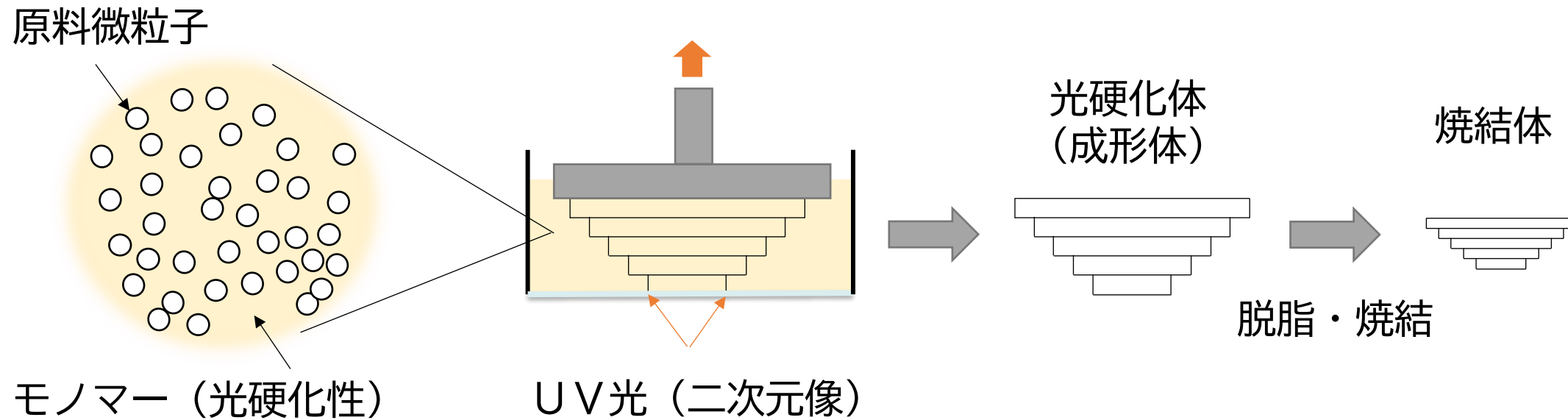


光硬化性スラリー

紫外光

本技術の対象

DLP型積層光造形プロセスと技術的要求



- ✓ 粒子の高度分散
- ✓ スラリー流動性

- ✓ 光硬化性(余剰硬化は抑制)
- ✓ 層間接着性

- ✓ 割れ、反り、たわみ防止

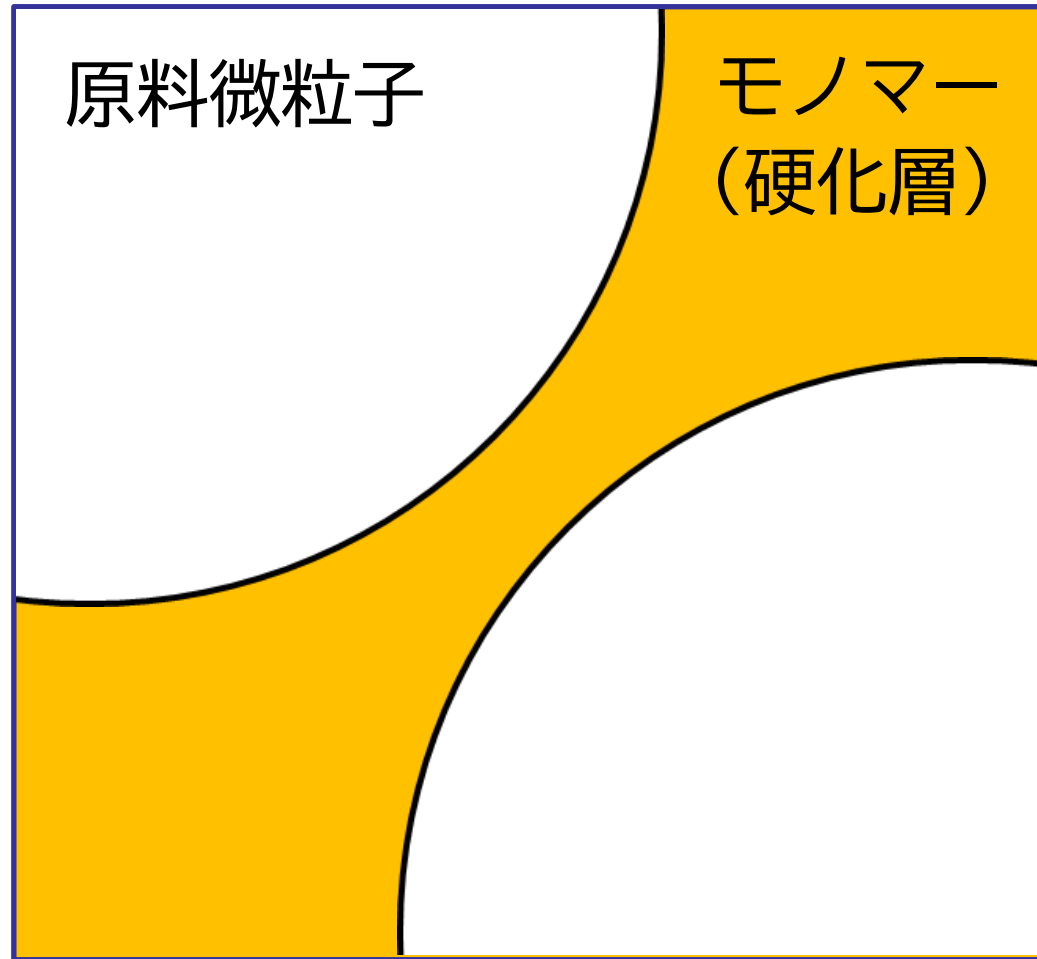
従来技術とその問題点

従来技術では、セラミックス原料微粒子を“モノマー”、または“モノマーを溶解した溶剤”に分散した光硬化性スラリーが用いられているが、

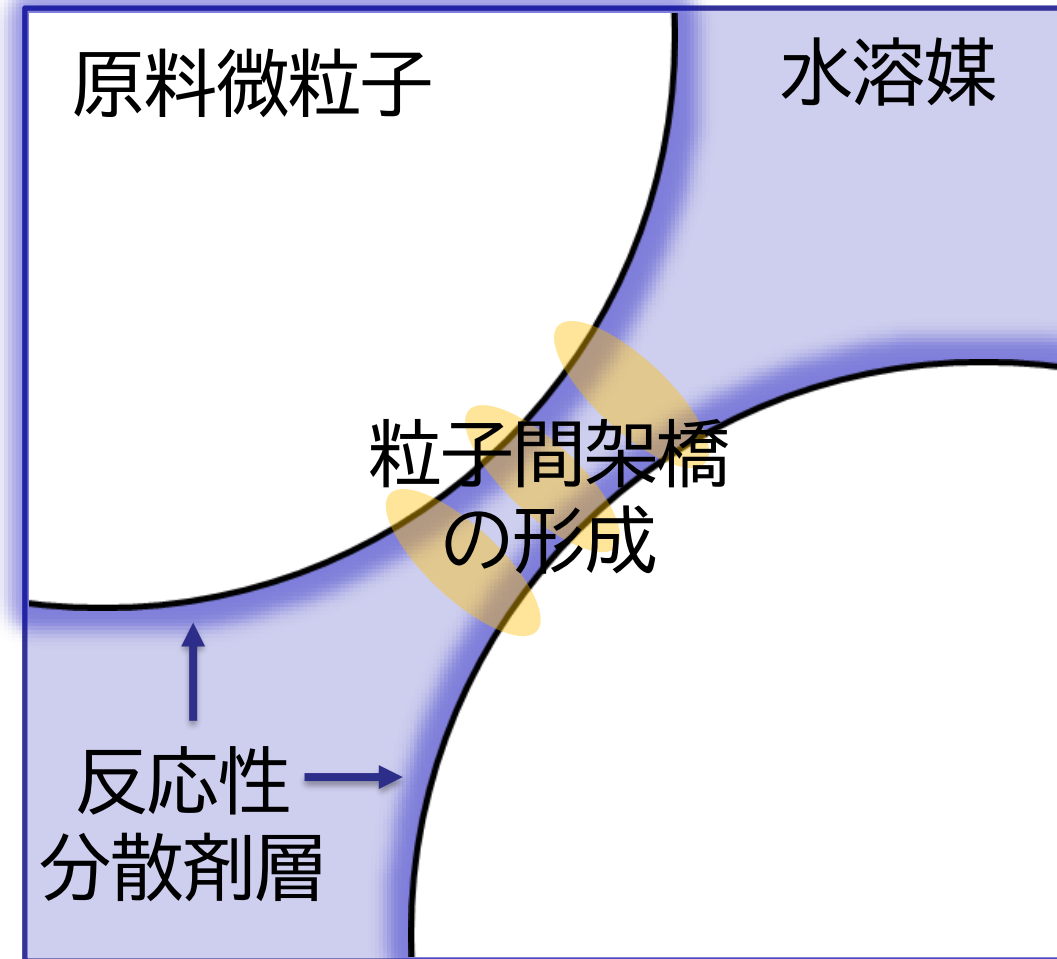
- ・多量の溶剤使用に伴う作業環境安全性の管理を要する
- ・多量の樹脂分による長時間の焼成(脱脂)工程を要する

等の問題を抱えている。

新技術の特徴



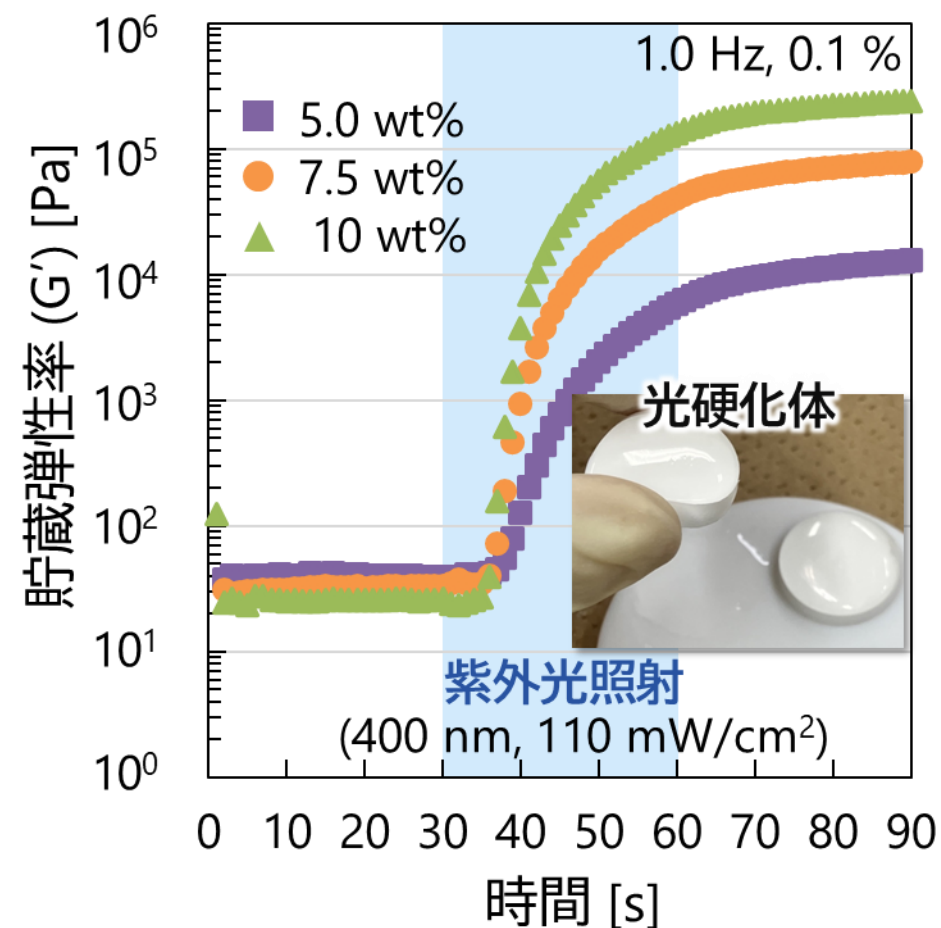
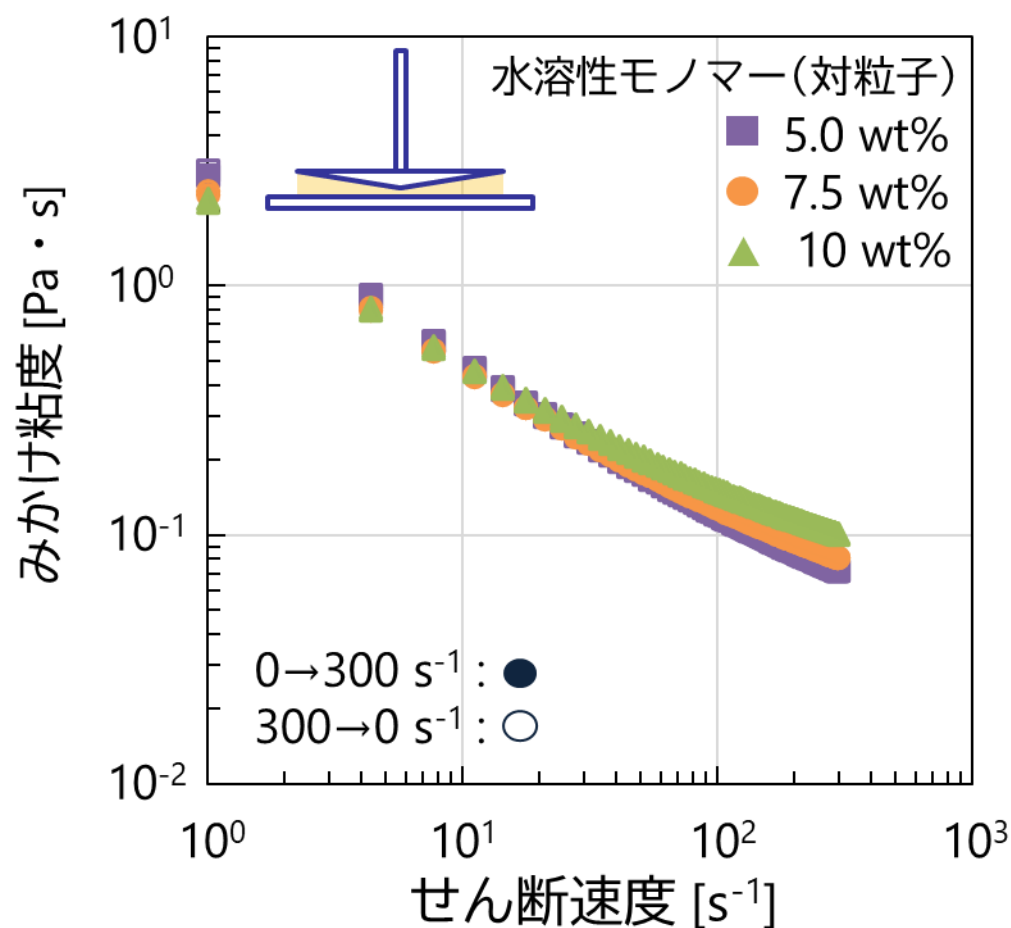
従来技術



新技術

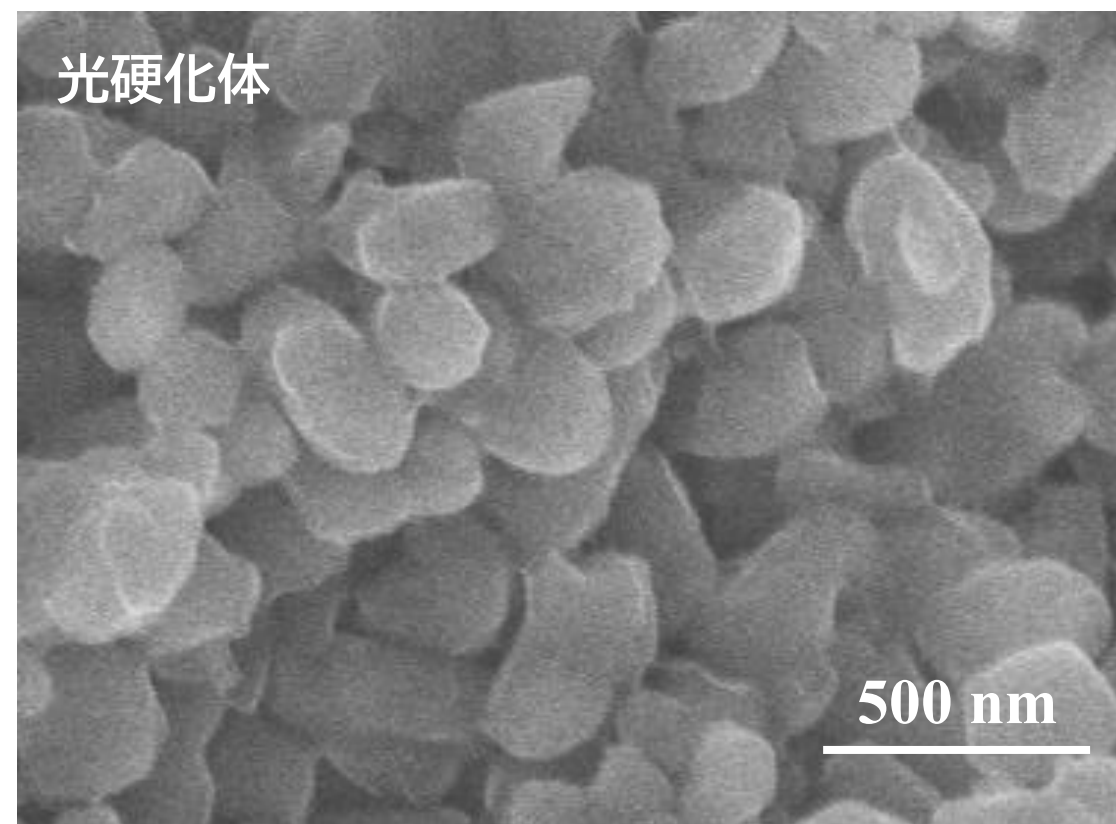
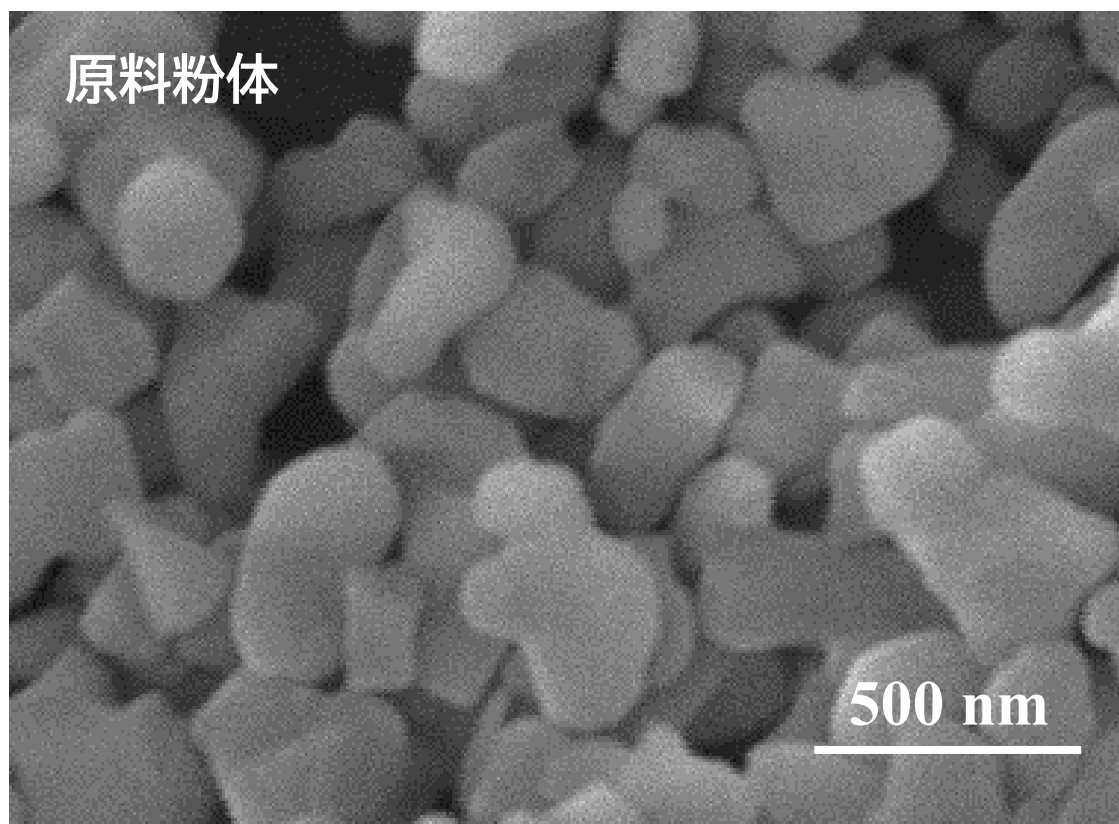
新技術の実証データ: Al_2O_3 ①

42vol% Al_2O_3 水系スラリー (反応性分散剤、開始剤配合)



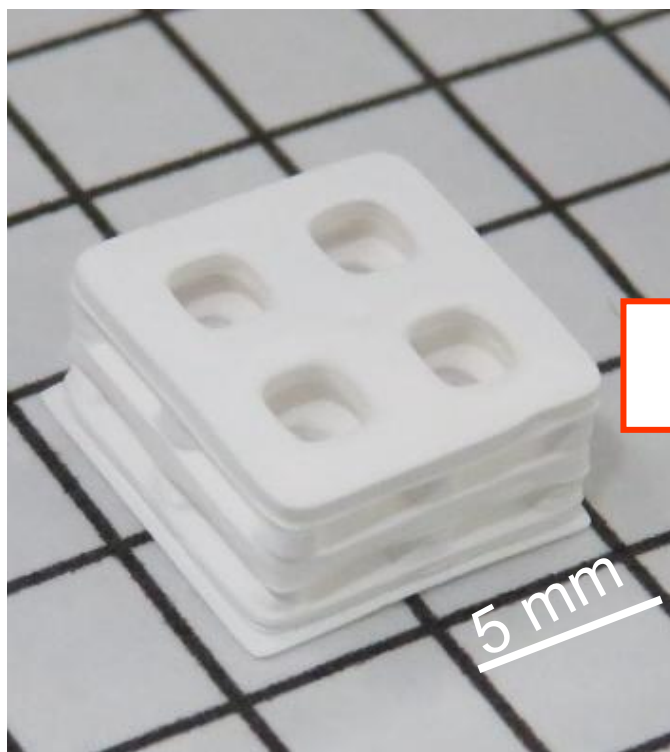
新技術の実証データ: Al_2O_3 ②

光硬化体微構造 (FE-SEM観察像)



新技術の実証データ: Al_2O_3 ③

光硬化体(乾燥後)



焼結体 (相対密度98%)

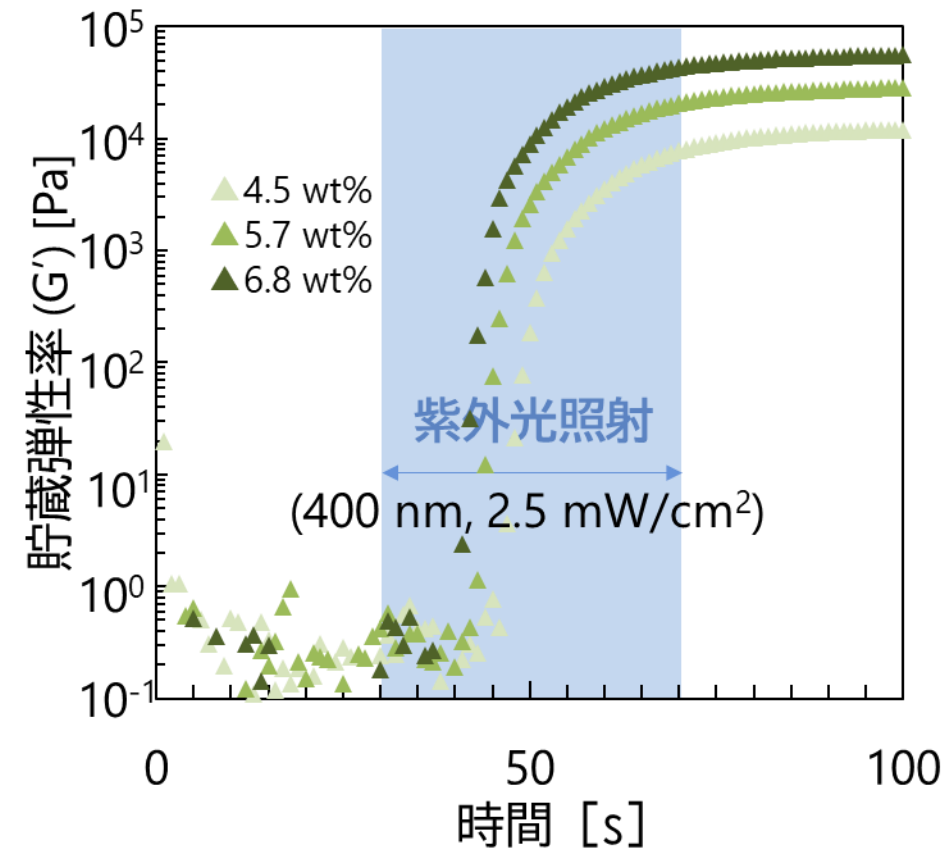
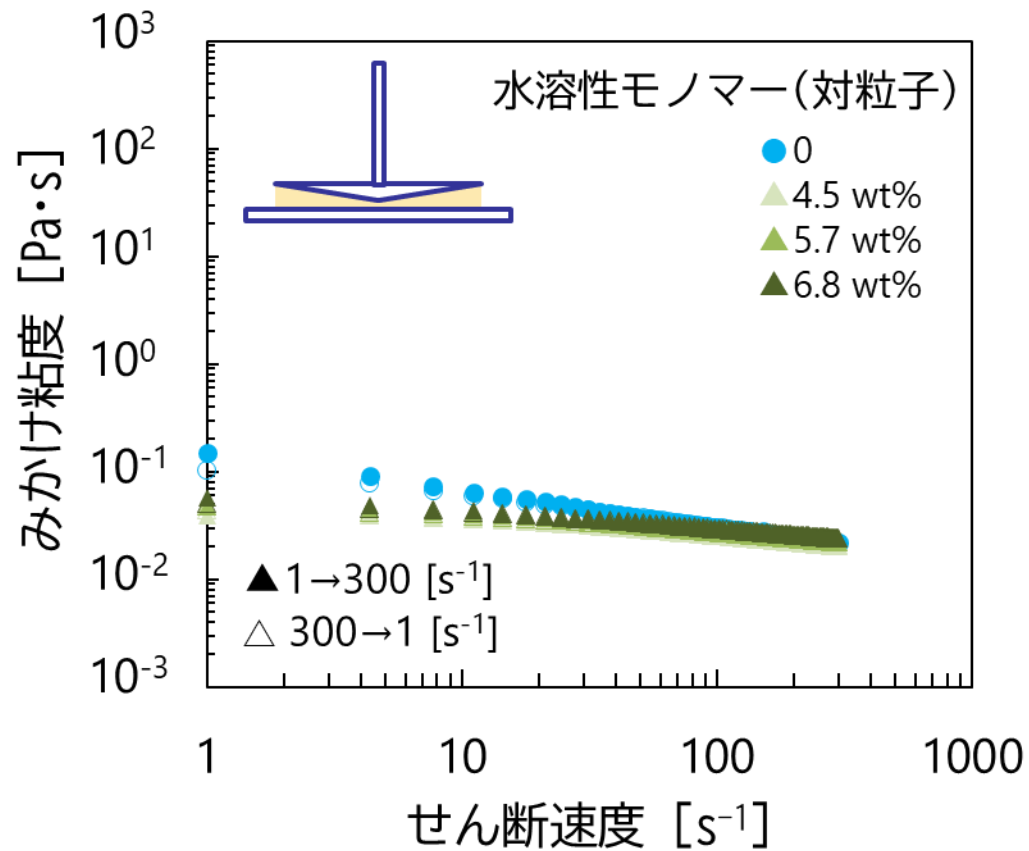


1600°C,
10°C/min.

光造形体の焼成では、
従来法より10-100倍高速！

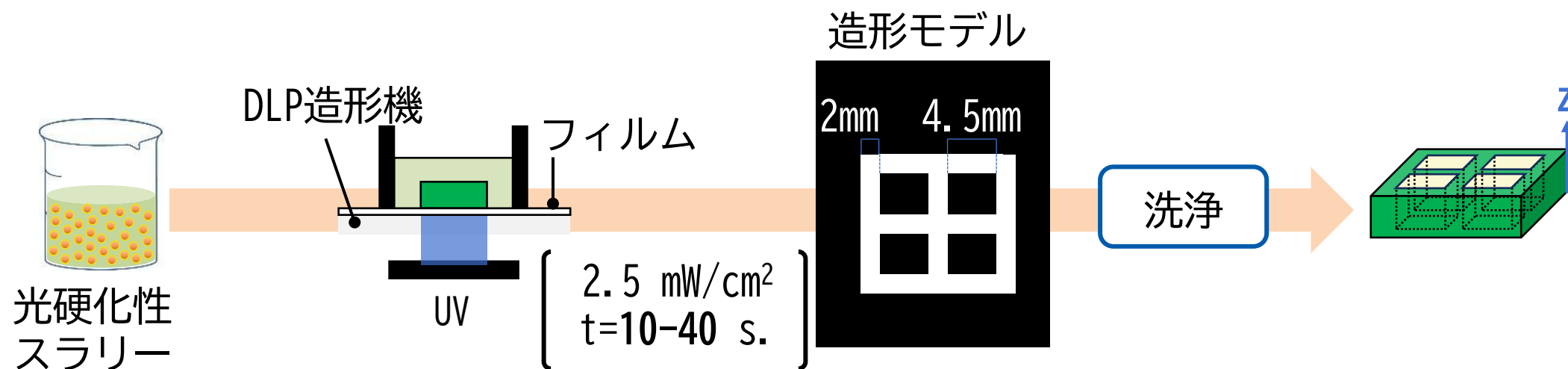
新技術の実証データ: ZrO_2 ①

30 vol% ZrO_2 水系スラリー (反応性分散剤、開始剤配合)



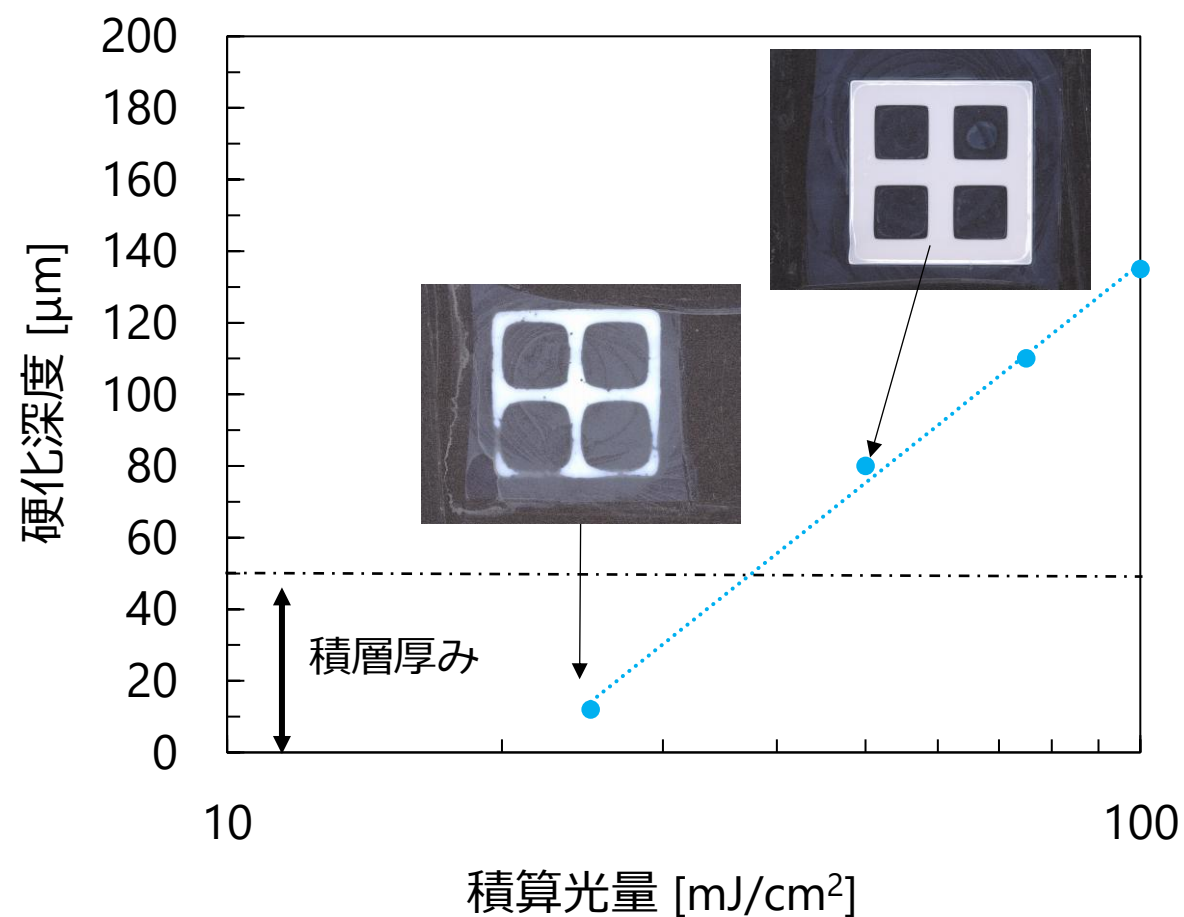
新技術の実証データ: ZrO_2 ②

DLP 3Dプリンターにおける光硬化挙動

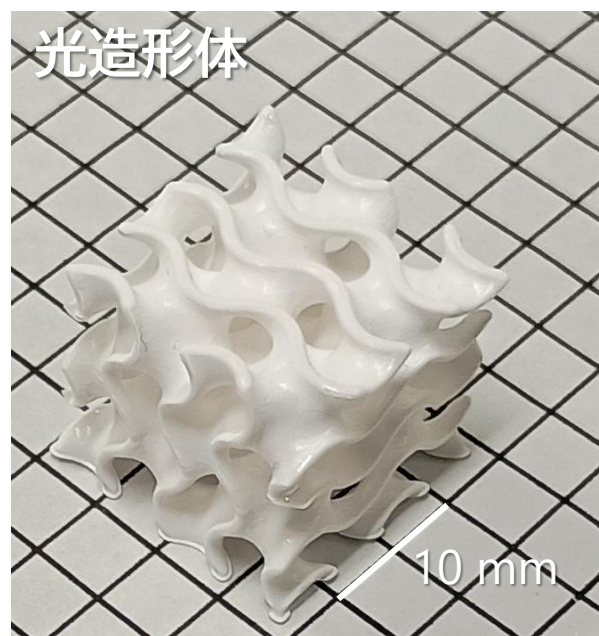


新技術の実証データ: ZrO_2 ②

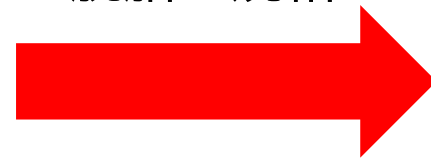
DLP 3Dプリンターにおける光硬化挙動



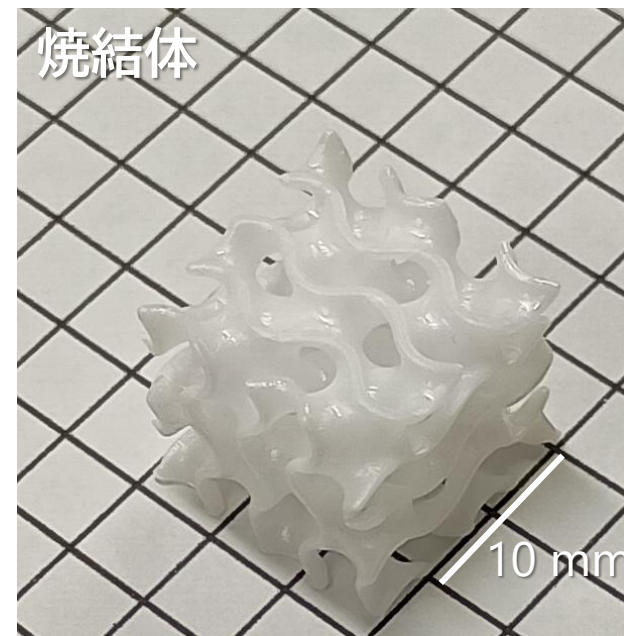
新技術の実証データ: ZrO_2 ③



脱脂・焼結



10°C/min
1450°C , 2h

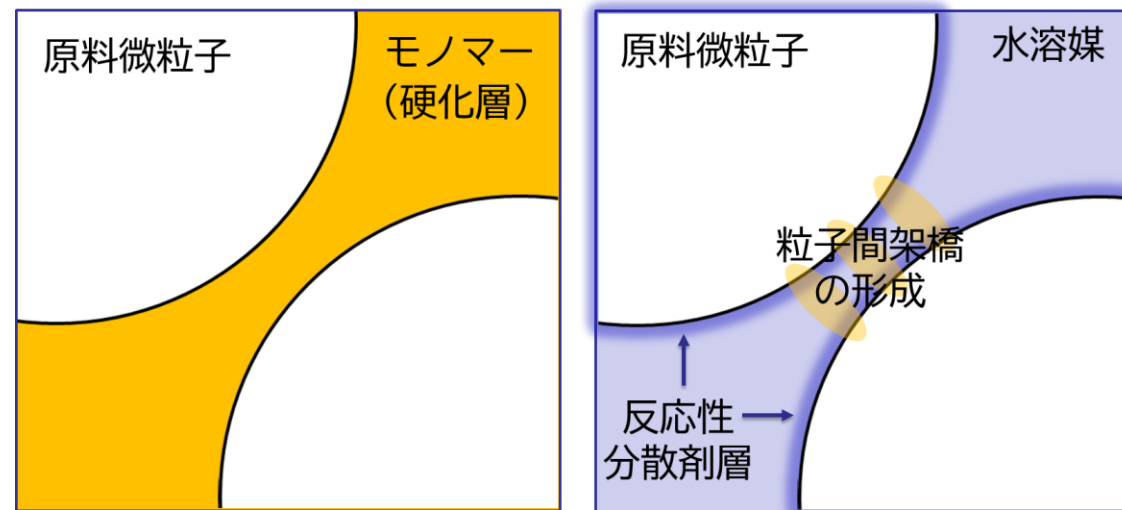


光造形体の焼成では、
従来法より10-100倍高速！

新技術の特徴・従来技術との比較①

<多量の溶剤使用に伴う課題の解決（溶剤使用0%）>

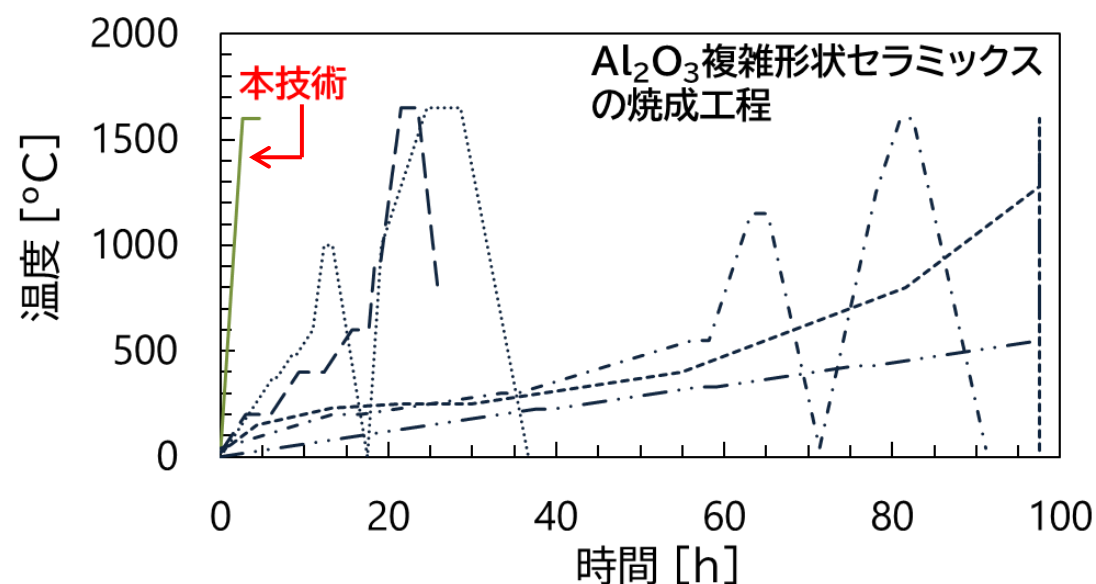
- 本技術の適用により、水系光硬化性スラリーから複雑形状セラミックス材料が設計できる。
- 環境調和型プロセスとしての付加価値の向上、作業安全管理コストの低減が期待される。



新技術の特徴・従来技術との比較②

<多量の樹脂配合に伴う課題の解決(樹脂分60%以上削減)>

- 本技術で得られる光硬化体は微量の樹脂分しか含まないため、高速な脱脂・焼成操作で緻密なセラミックスが得られる。
- 高速、高効率な製造プロセス、焼成工程の短縮化(数10h→5h)による製造コストの低減が期待される。



想定される用途

- 本技術は、環境適合性の高い高効率なプロセスに基づいたDLP型積層光造形法による複雑形状セラミックス材料の設計に資するものであり、以下の分野・用途に展開が可能と思われる。
 - ✓ 任意形状（予め構造最適化された）3D構造材料
 - ✓ 特殊形状フィルター
 - ✓ 特殊流路触媒・触媒担体

実用化に向けた課題

- 現在、 Al_2O_3 、 ZrO_2 をモデル材として水系の光硬化性スラリーの設計、3D造形と緻密化が可能のところまで開発済み。
- 目的素材(材質)や使用原料粉体に応じて光硬化性スラリー配合組成の最適化を要する。
- 目的部材の形状、サイズ、大きさにより、造形条件の最適化を要する。
- 設計部材の用途に応じ、外形付与と機能発現を両立する材料設計プロセスを構築する必要もあり。

社会実装への道筋

本技術を材質 A に応用し、機能 B を発現する形状 C の製品設計を目指す際のイメージ

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装への取り組みについて
基礎研究	・水系光硬化性スラリーの基本概念設計が完了	
現在	・ Al_2O_3 , ZrO_2 の 3D 造形と緻密化が実現	
1年後	・水系光硬化性スラリーの設計概念を A へ拡張 ・上記スラリーの光硬化特性評価(硬化厚み・余剰硬化性) ・上記スラリーを用いた単純形状成形体の造形条件最適化	スラリー基礎データの提供 光硬化挙動基礎データの提供
2年後	・上記スラリーを用いた形状 C の成形条件最適化 ・形状 C 成形体の焼成条件最適化	造形体(成形体)サンプル提供 造形体(焼結体)サンプル提供
3年後	・機能 B 達成にむけた焼結体組織制御 (のための、スラリー配合条件調整)	造形体(焼結体)サンプル提供
4年後	・技術移転	

企業への期待

- 複雑形状セラミックス部材の設計活用ニーズ・技術を持つ企業との共同研究を希望。
- 水溶性モノマーや水溶性開始剤を開発中の企業との共同研究を希望。

企業への貢献、PRポイント

- 本技術は高濃度スラリーの分散化技術を基盤にしており、原料粉体の分散・凝集制御と評価にも貢献できると考えている。
- 本技術の導入にあたり、スラリー設計、3D造形、脱脂・焼結の一貫プロセスを俯瞰した材料設計と、必要な追加実験を行うことで、科学的な裏付けを行うことが可能。
- 本格導入にあたっての技術指導等。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 光硬化性スラリー
- 出願番号 : 特願2025-111819
- 出願人 : 国立大学法人横浜国立大学
- 発明者 : 飯島志行、富山亮太

主な産学連携の経歴

- 2021.7-2023.6
NEDO 官民による若手研究者発掘支援事業
(マッチングサポートフェーズ)
- 2022.10-2026.3
JSTさきがけ事業
(持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解領域)
- 2025.4-2028.3
JSPS 科学研究費 基盤研究(B)
- 複数企業と共同研究実績あり

お問い合わせ先

国立大学法人横浜国立大学
研究推進機構 産学官連携推進部門
TEL 045-339-4450
e-mail sangaku-cd@ynu.ac.jp