

撥水性と抗菌・抗ウイルス活性を 併せ持つ革新的複合酸化物

東京工業大学 物質理工学院
教授 中島 章

2019年11月19日

酸化物の表面と濡れ性

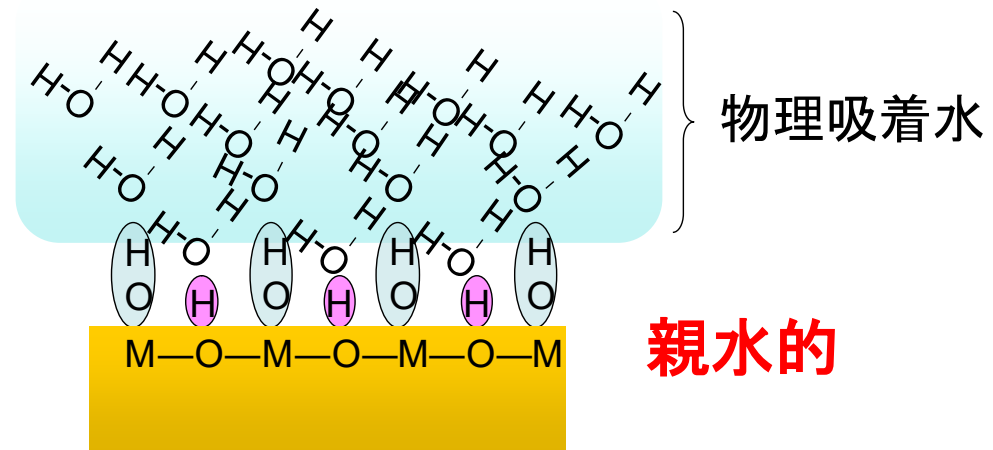
◆ 酸化物表面

- ・陽イオンより大きいO原子で覆われている
- ・水分子の解離吸着



OH基で覆われた構造

+ 数分子程度の物理吸着水



◎酸化物の表面は基本的には親水的

酸化物の撥水化方法

- ・ シラン、ワックス、ポリマー等による表面処理 (一般的)
- ・ 希土類酸化物の利用¹⁾
- ・ 合成空気焼成²⁾

1) Azimi *et al.*, *Nature Mater.*, 12, 315 (2013)

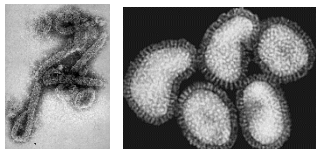
2) R. Tanimoto *et al.*, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, 125, 638 (2017)

ウイルスパンデミックの脅威

鳥インフルエンザ(A/H5N1型)
MERSコロナウイルス(中東呼吸器症候群)
SARSコロナウイルス(重症急性呼吸器症候群)
エボラウイルス



2009年5月にメキシコで発生した
新型インフルエンザの対応
(Secretaria de Salud, Mexico, CDC,
Public Health Agency of Canada,
European CDC, WHO 発表より)



ほとんどの人が**免疫無し**



**ウイルスパンデミックは、
地震と同様に近未来に
人類が必ず遭遇する危機**

多くの細菌学者が断言

◎我が国の状況

- ・世界保健機構(WHO)の要請に従い、2003年から厚労省を中心に対策を協議
- ・2004年に高病原性鳥インフルエンザが**国内で発生**(山口・大分・京都)

- ・発生時の**行動計画**の確立と周知
- ・医療分野で**ウイルス感染症の治療法に関する研究**

しかし……ワクチンが医療機関で接種可能になるには、**数ヵ月程度必要**

この間は国民が自力で持ちこたえないとダメ!

菌とウイルス

◎菌

- ・ ミクロンレベルの単細胞原核生物
- ・ 遺伝子や酵素等の物質の生合成
- ・ 細胞分裂により増加
- 栄養があれば自分で増殖

◎ウイルス

- ・ 菌の1/10以下の大きさ
- ・ タンパク質に遺伝子が包まれている形が基本
- ・ 自分を複製する機能なし。
- 他の細胞の中に寄生しないと増殖不可

ウイルスは生物というより物質に近い

一般には「抗菌活性の高い物質」≠「抗ウイルス活性の高い物質」

従来技術（抗菌・抗ウイルス①）

◎有機系と無機系

★有機系

- ・ 2000年以上の歴史
- ・ 非常に多くの種類

★無機系

- ・ 30年程度
- ・ 未だ発展途上
- ・ 有機系の弱点を克服できるものが多い。

[課題]

- ・ 効果が出るのに一定の時間がかかる
- ・ 温度に敏感で低温では効きにくい
- ・ 効果の出る対象に限られる
- ・ 耐性ウイルスが出現する場合がある

従来技術（抗菌・抗ウイルス②）

＜主要な無機系抗菌・抗ウイルス材料＞

- ・ 金属系 (Ag, Cu等)
- ・ 光触媒系 (TiO₂等)
- ・ その他 (ZnO, CaO等)

しかし

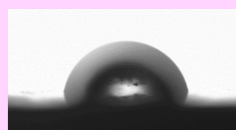
- ・ 金属系 (Ag, Cu等) → コスト、経時劣化
- ・ 光触媒系 (TiO₂等) → 光がないと効き目がない
- ・ その他 (ZnO, CaO等) → 活性が低い、使用環境の問題

新材料：LMO

➤ 希土類の撥水性

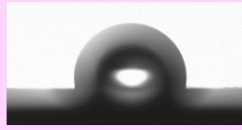
合成空気中での焼成

Al_2O_3



$71.3 \pm 8.1^\circ$

Gd_2O_3

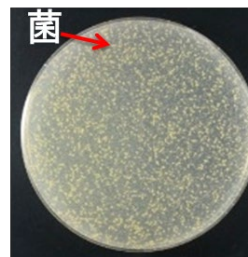


$\ll 95.7 \pm 9.0^\circ$

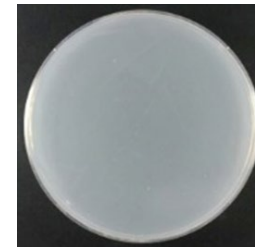
+

➤ MoO_3 の抗菌性

0時間後



24時間後



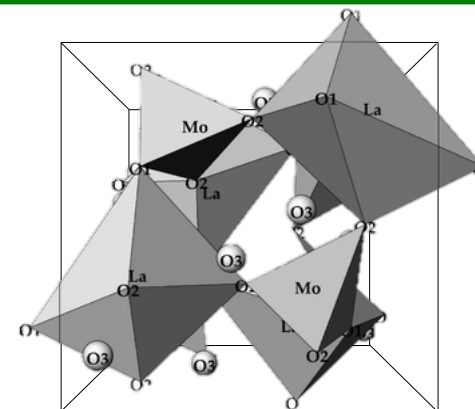
➤ $\alpha\text{-La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$ の構造 (LMO)

R.T. $\sim 570^\circ\text{C}$: $\alpha\text{-La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$ (Monoclinic)

$570^\circ\text{C} \sim$: $\beta\text{-La}_2\text{Mo}_2\text{O}_9$ (Cubic)

従来の研究: イオン導電性材料

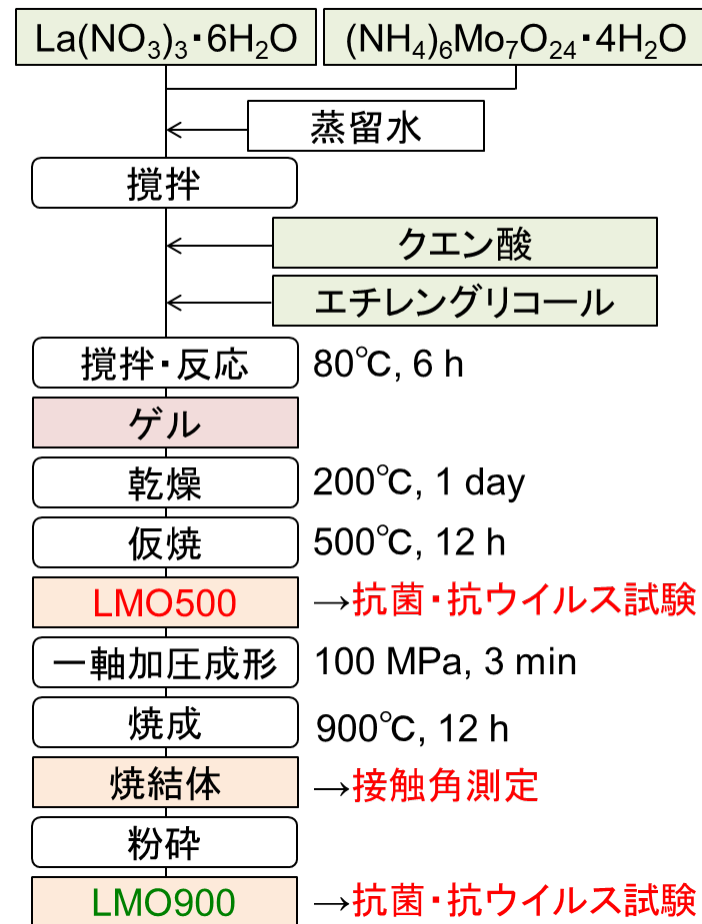
I. Evans, *Chem. Mater.*, 17, 4074 (2005)



LMOの作製方法

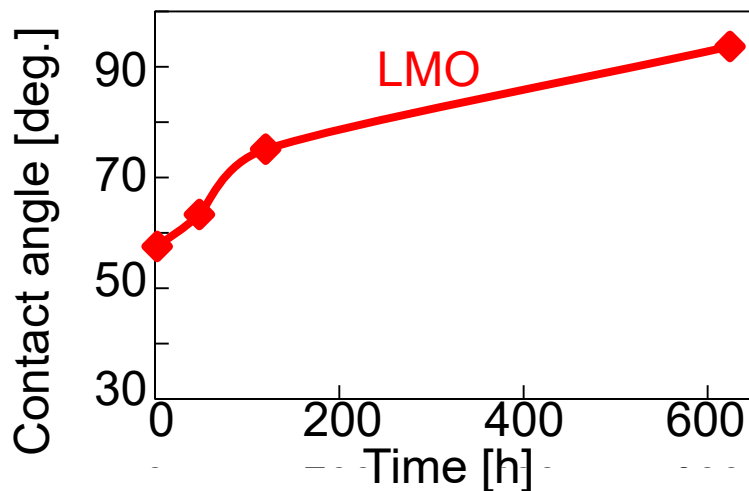
- 錯体重合法
→ 論文用の実験
- 湿式による沈殿法
- 酸化物混合法
→ いずれも可能
(確認済)

➤ LMO作製方法

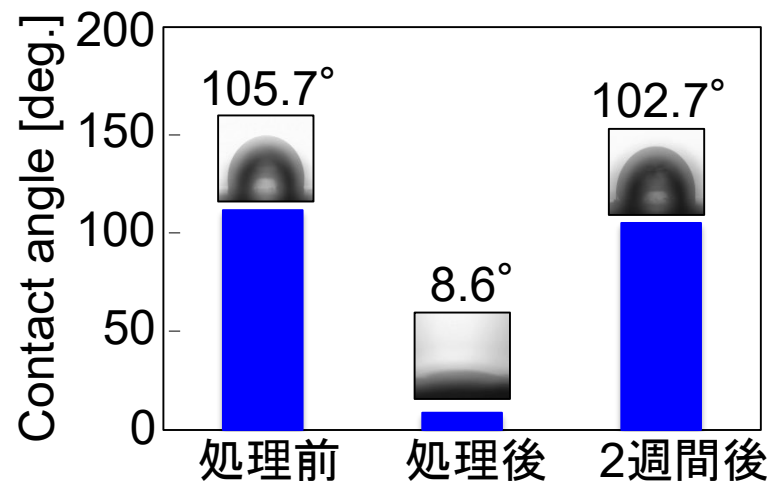


新材料の特徴（撥水性）

➤ 撥水性の変化 (暗所保持)



➤ オゾン処理前後の濡れ性の変化



- 時間経過に伴い、接触角が向上
→ オゾン処理をしても再生

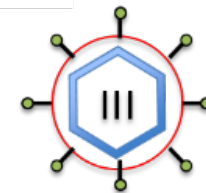
新材料の特徴（抗菌・抗ウイルス活性）

	細菌		バクテリオファージ	
菌 ウイルス 名	大腸菌	黄色ブドウ球菌	バクテリオ ファージQβ*	バクテリオ ファージφ6*
備考	グラム陰性菌	グラム陽性菌	ノロウイルス の代替	インフルエンザ ウイルスの代替
大きさ	3 μm	1 μm	20 nm	30 nm
構造				

ウイルス

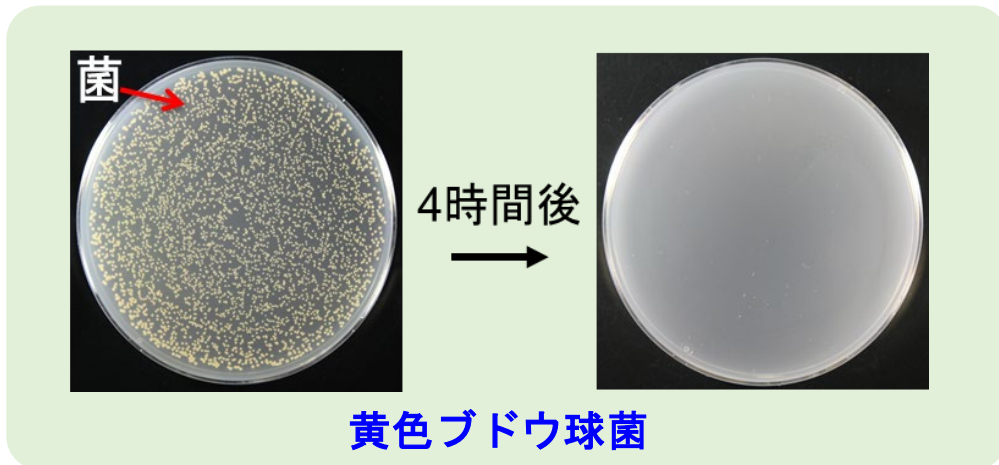


ノロウイルス



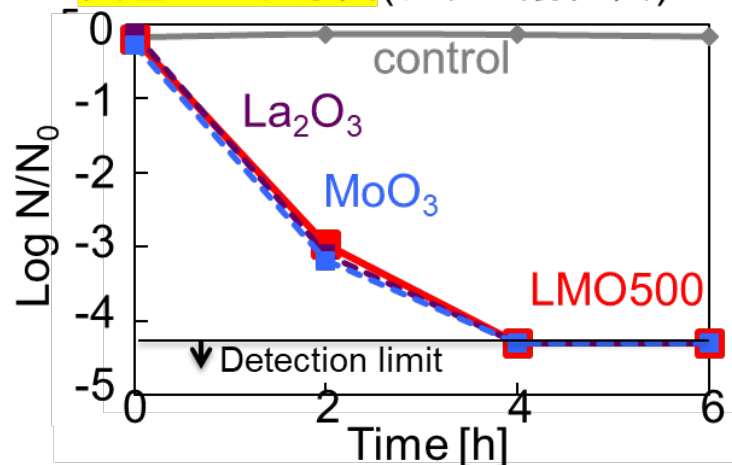
インフルエンザウイルス

新材料の特徴（抗菌活性）

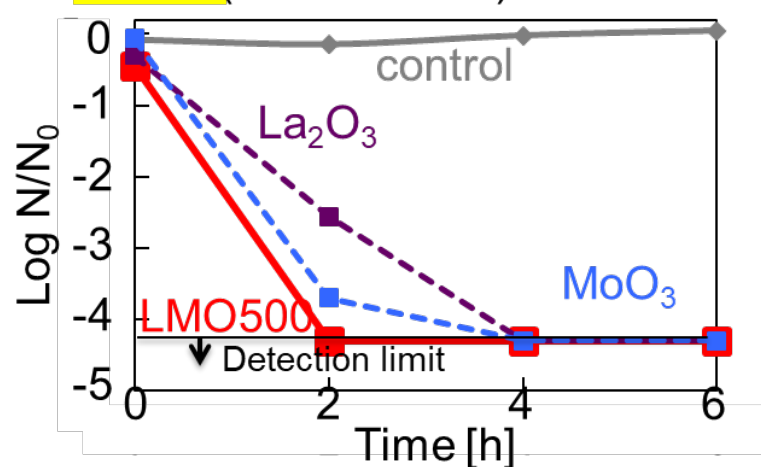


- MoO₃を凌ぐ高活性（光触媒並み）
- 両方の菌に効果

➤ 黄色ブドウ球菌(グラム陽性菌)

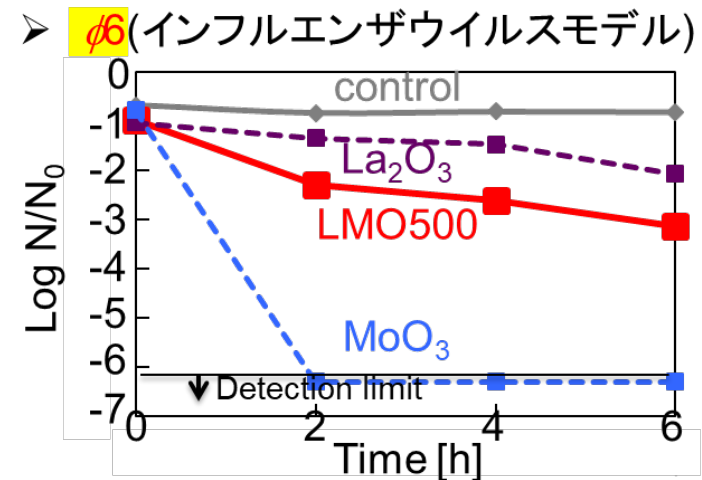
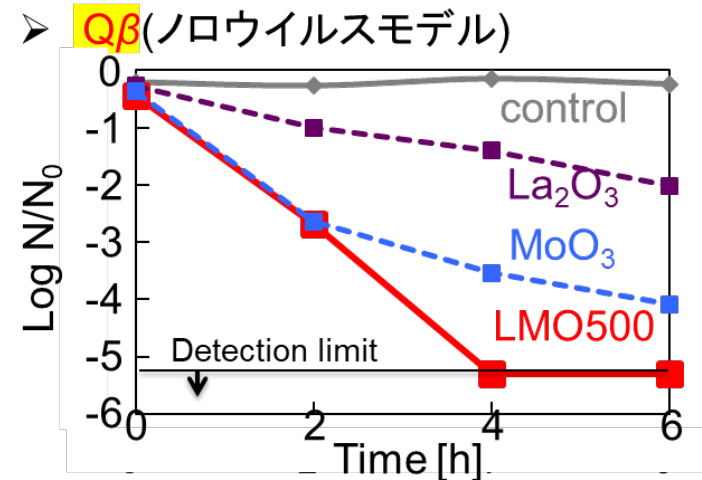
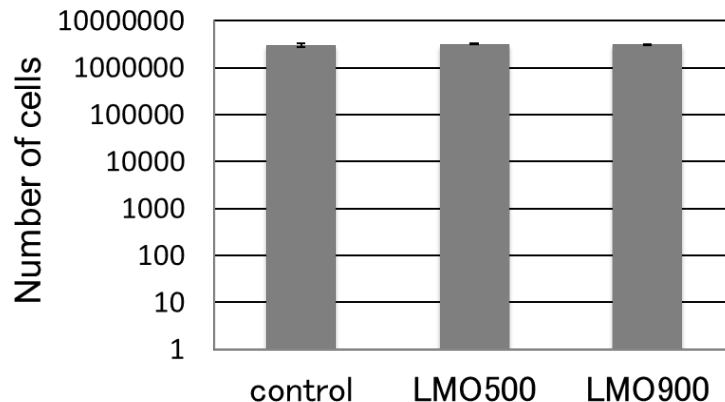


➤ 大腸菌(グラム陰性菌)



新材料の特徴（抗ウイルス活性）

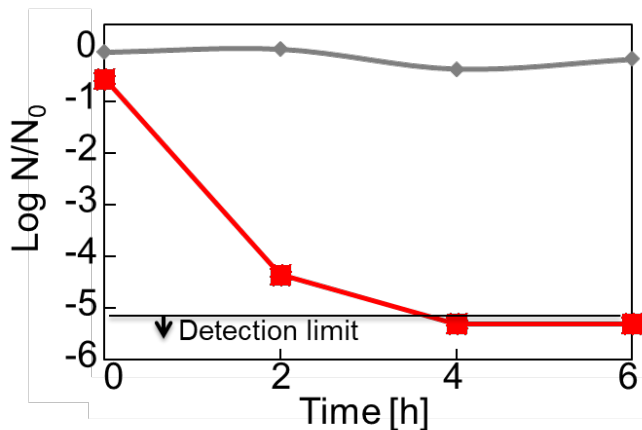
- 両方のウイルスに対応
- インフルエンザウイルスの活性は更なる向上が可能
- 少ない細胞毒性



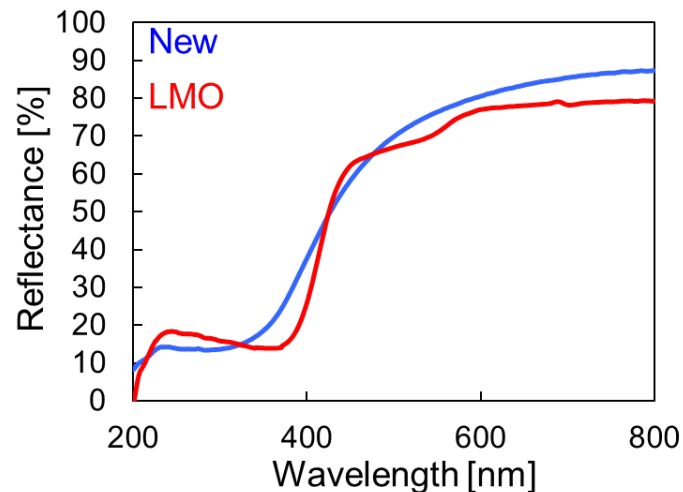
元素置換の効果

◎抗ウイルス活性の向上

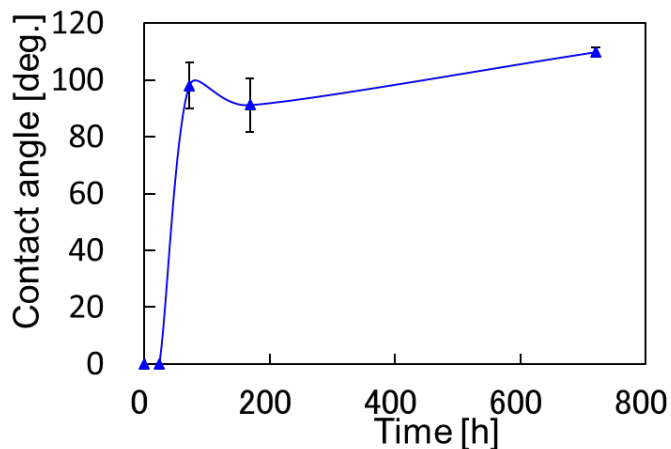
Φ6(インフルエンザウイルスモデル)



◎紫外光吸収特性の付与



◎疎水化速度の向上



医療と化粧の融合？

元素置換により、
活性を維持したまま
様々な特性の制御が可能。

LMOの特徴

- ★ありふれた元素による材料
 - Laは希土類でも安価。
- ★高い抗菌・抗ウイルス活性
 - 光触媒並み
 - 1種で多くの菌・ウイルスに対応
- ★撥水性を兼ね備え、光や熱の照射が不要
 - 有機物との親和性高
- ★元素置換により特性のチューニングが可能

想定される用途

- ウイルスパンデミックの被害を予防してその拡大を抑制
- 光が当たらない場所（畜舎等）の抗菌・抗ウイルス対策
- 被災地の避難所等における衛生環境の確保・維持



- ★ 外壁、壁紙、公共施設や交通機関の部材、フィルム等
 - ★ マスク、衣類、カーテン、カーペット等の各種日用品
 - ★ 避難所で使用する各種製品、段ボール等
- ◎ 一般家庭、公共機関、交通機関、病院、畜舎等

実用化に向けた課題

- LM0の粉をスケールアップして製造する際の安定性の確保。
- LM0の粉を工業製品に展開するためのプロセス技術の開発。
例えば薄膜化、コーティング、練り込み等。

企業への期待

- 実用化に向けた試験をするために、粉から先のプロセスを必要としています。
- 各種基材への薄膜形成、コーティング、練り込み等の技術を持つ様々な企業とのコラボレーションを希望します。
- 想定される用途に係わる製品を手掛けている企業との、実用を意識した試験の実施を希望します。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 複合酸化物セラミックス及びその製造方法、並びに用途
- 出願番号 : PCT/JP2019/027882
- 出願人 : 東京工業大学、
神奈川県立産業技術総合研究所
- 発明者 : 中島章、松本拓巳、松下祥子、
磯部敏宏、砂田香矢乃

お問い合わせ先

東京工業大学

研究・産学連携本部

TEL : 03-5734-2445

FAX : 03-5734-2482

E-mail : sangaku@sangaku.titech.ac.jp