

# 柔軟なポリマー基材に積層した 二酸化チタン光触媒材料

東京理科大学 工学部 先端化学科  
教授 郡司 天博

2019年10月31日

# 従来技術とその問題点

既に実用化されている二酸化チタン担持体には、シランカップリング剤によるチタニアナノ粒子のコーティングと有機高分子との複合化があるが、

- ・シランカップリング剤を多量に必要とする
- ・有機高分子とチタニアナノ粒子が混和しない
- ・基材表面をチタニアナノ粒子で被覆できない

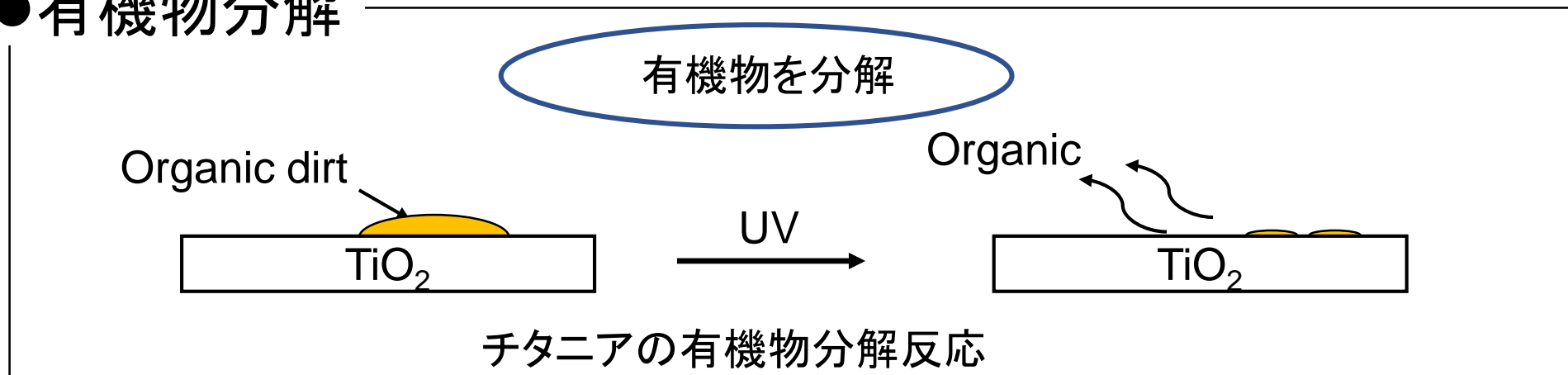
等の問題があり、柔軟な有機高分子表面にチタニアナノ粒子を担持するには至っていない。

# 新技術の特徴・従来技術との比較

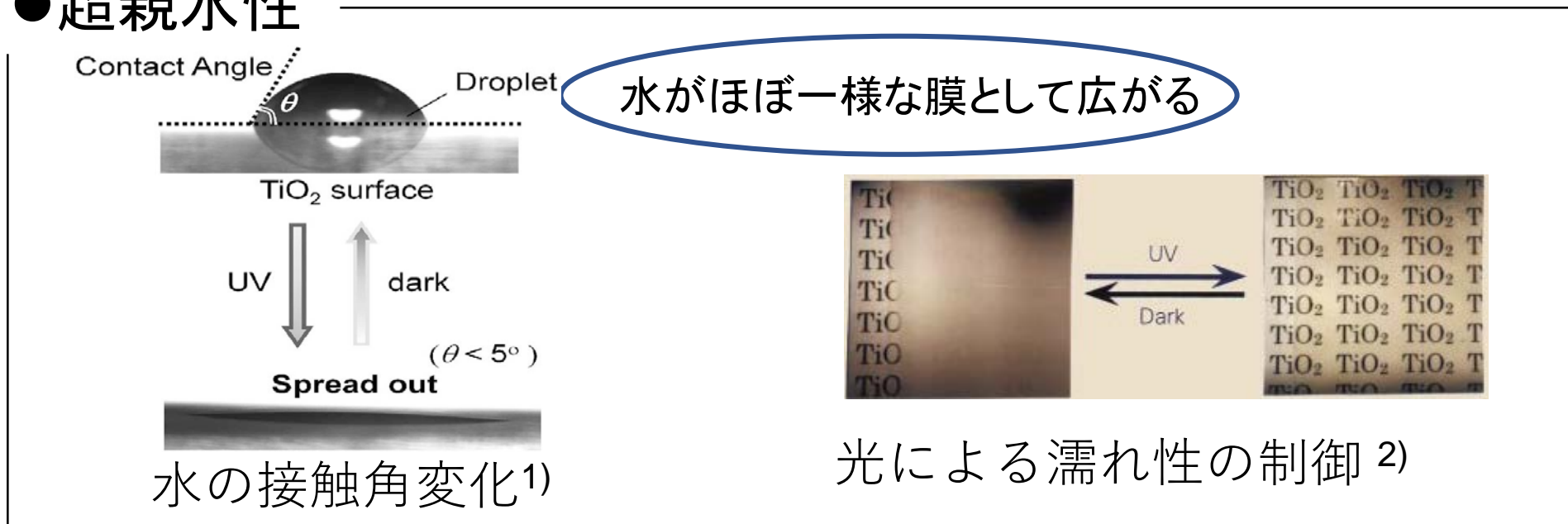
- ホスホン酸により二酸化チタンを有機高分子に担持する。
- チタンに対するシランカップリング剤の使用量を低減し、光触媒としての機能を高度に発揮できる。
- ガラスやセラミックスなどの無機基板に加えて、有機高分子から調製する柔軟な基板に低温で光触媒を担持できる。

# チタニアのセルフクリーニング効果

## ●有機物分解



## ●超親水性

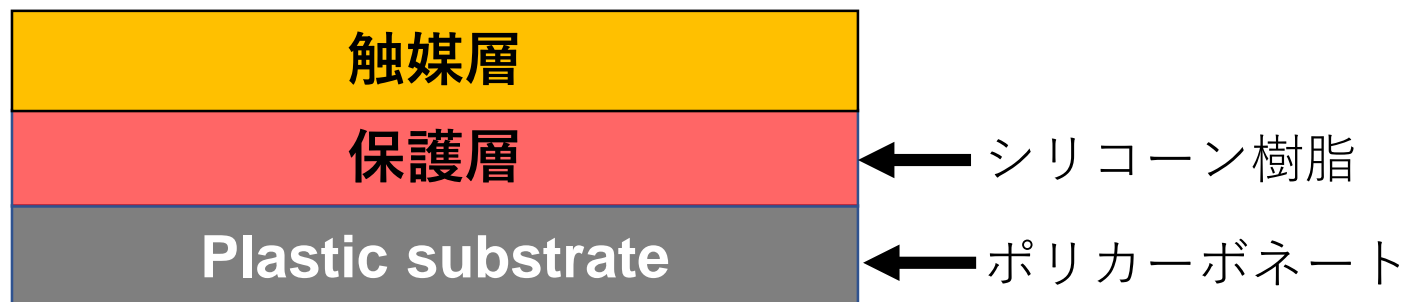


1) A. Nakajima, *J. Vac. Soc. Jpn.*, **58**, 417-423 (2015).

2) R. Wang *et al.*, *Nature*, **388**, 431 (1997).

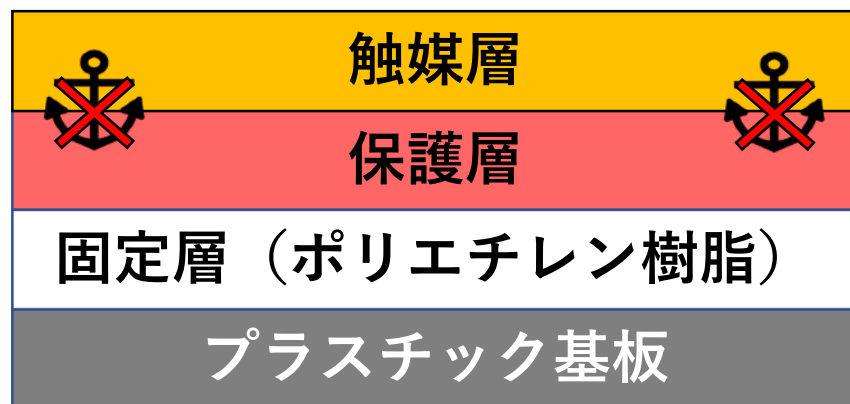
# セルフクリーニング膜の作成技術

非耐熱素材に利用可

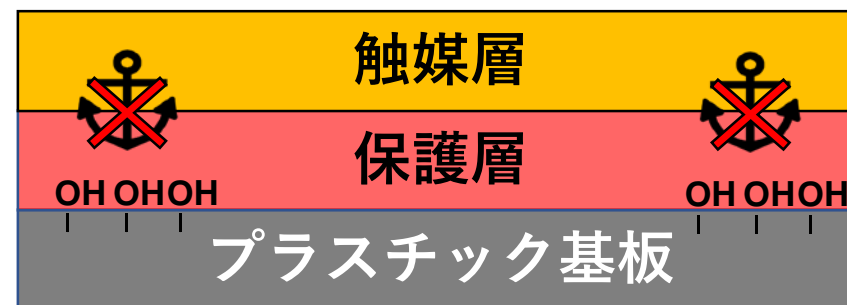



平滑面に利用可能なセルフクリーニング膜

固定層挿入型<sup>1)</sup>



水酸化処理型<sup>2)</sup>



 層間に結合が生じないため、耐久性と密着性が低い

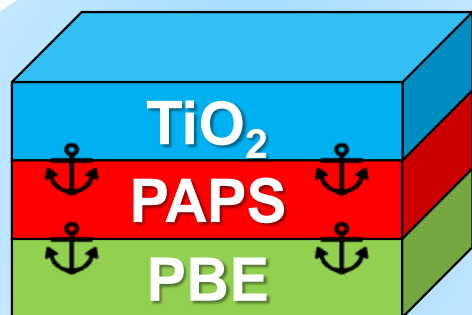
1) M. Machida, K. Norimoto, M. Yamamoto, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **125**, 168–174 (2017).

2) T. Adachi et al., *Appl. Surf. Sci.*, **458**, 917–923 (2018).

# 本研究

## 高柔軟・親水性セルフクリーニング膜の調製

光触媒活性

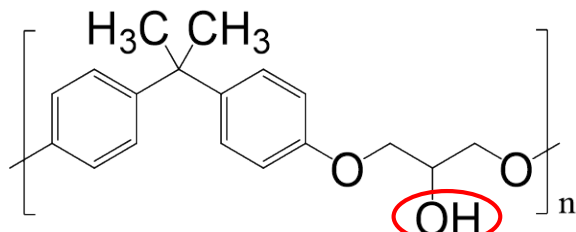


チタニア固定  
保護層

柔軟・成膜性

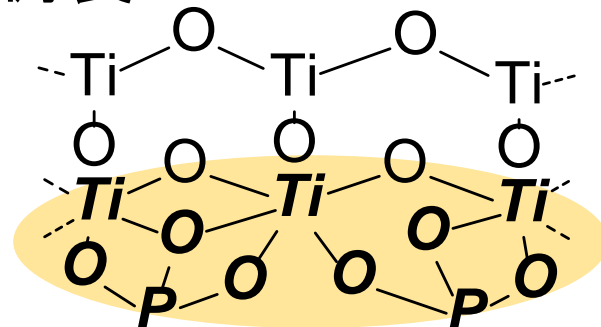
### 各層間が結合する三層構造

- 高密着性
- 高耐久性
- 高柔軟性

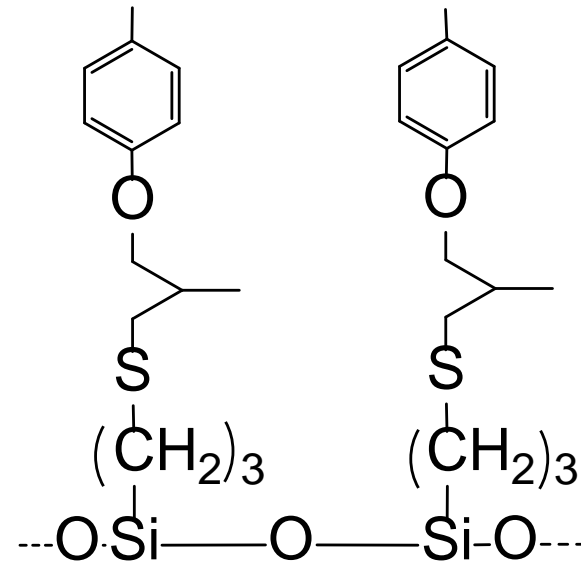


ポリ (ビスフェノールA-co-エピクロロヒドリン)  
(PBE) SIGMA-ALDRICH,  $M_w \sim 40,000$

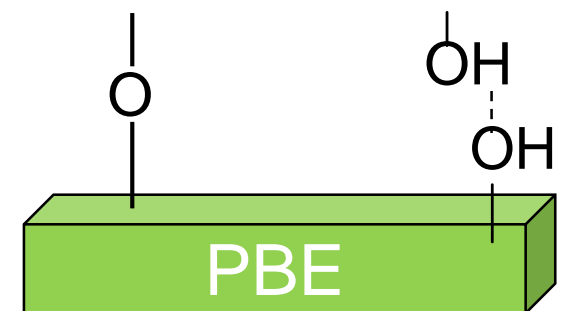
TiO<sub>2</sub> 層



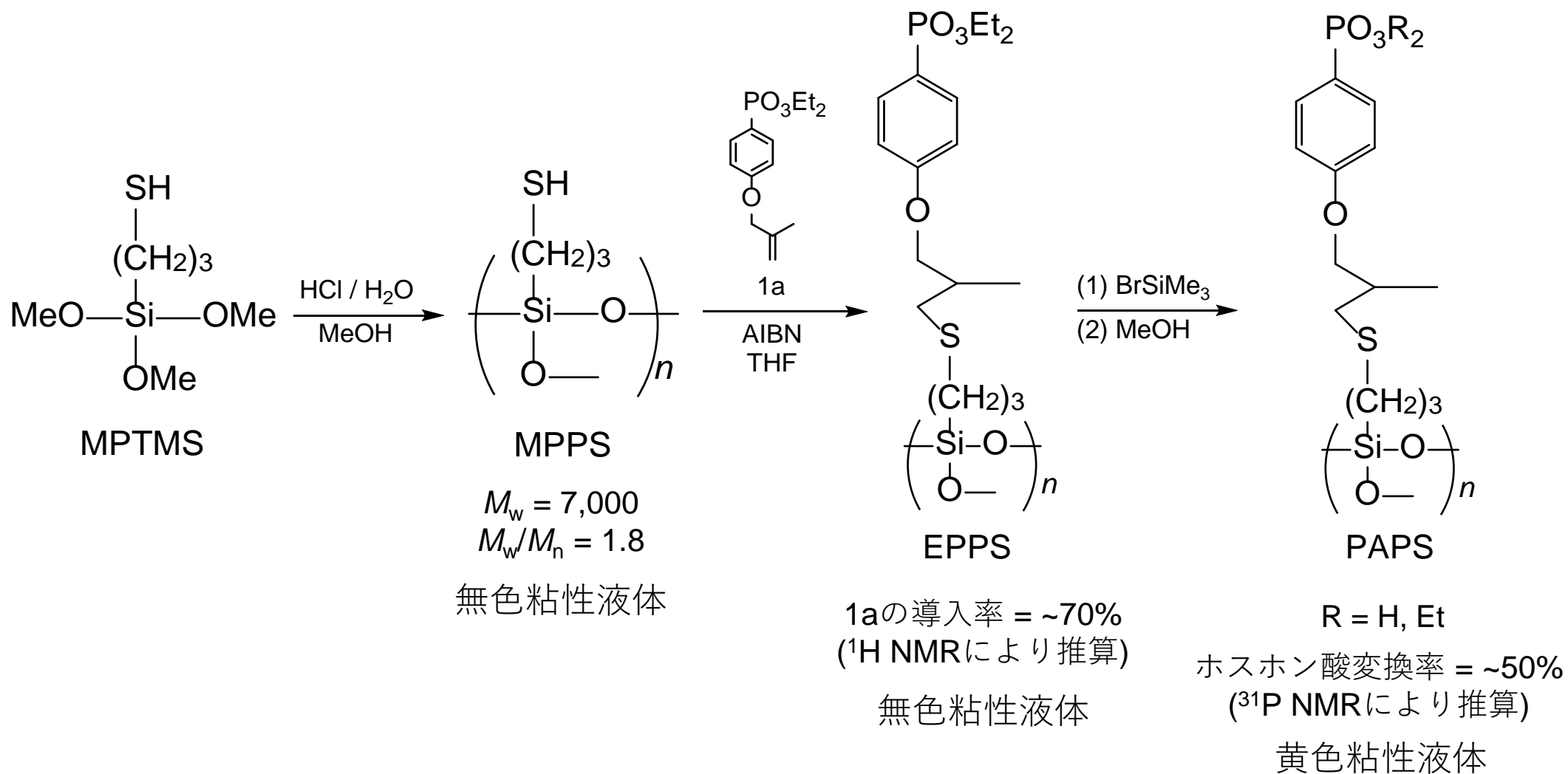
PAPS 層



PBE 層

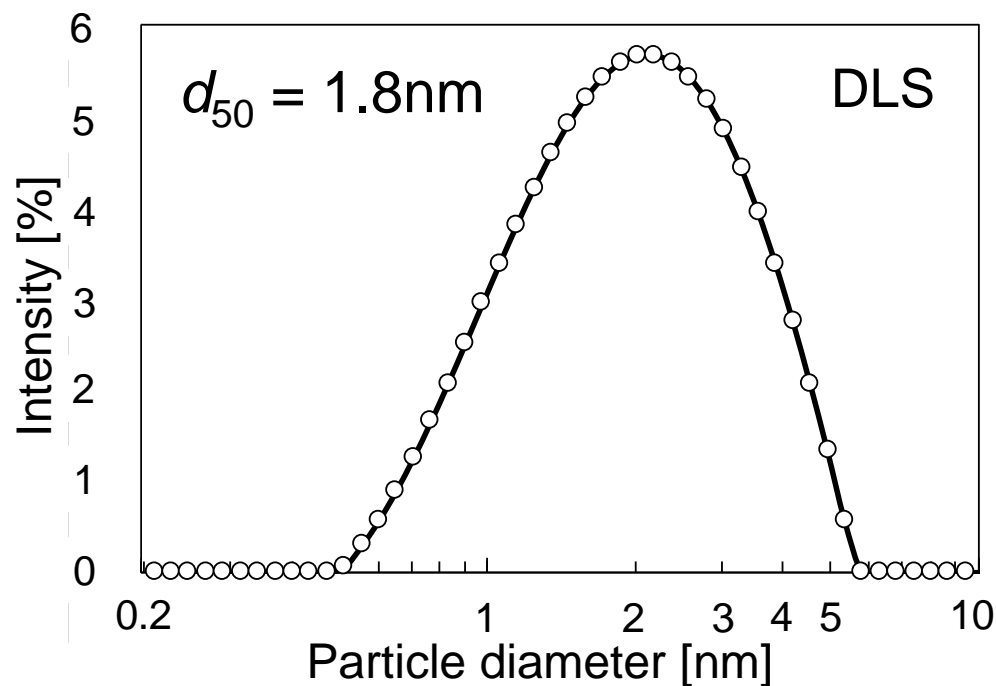
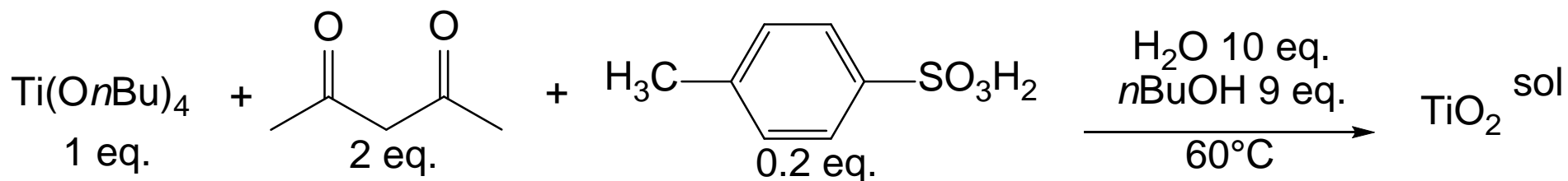


# PAPSの合成

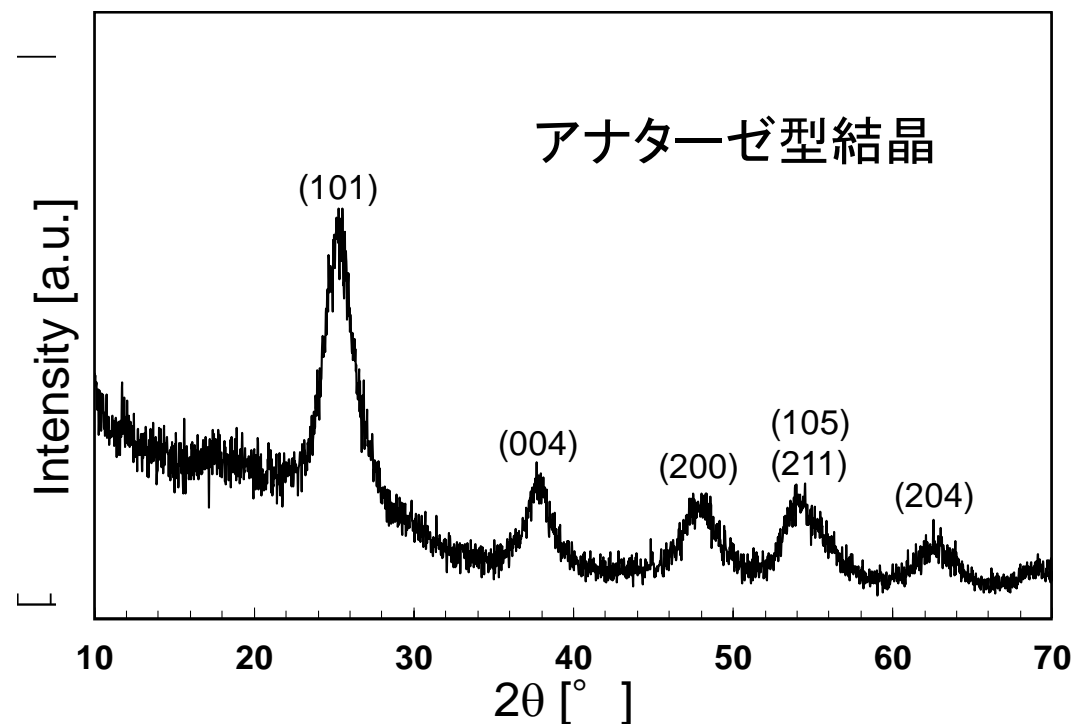


# チタニアナノ粒子の合成

## チタニアナノ粒子の合成<sup>1)</sup>



チタニアナノ粒子の粒径分布

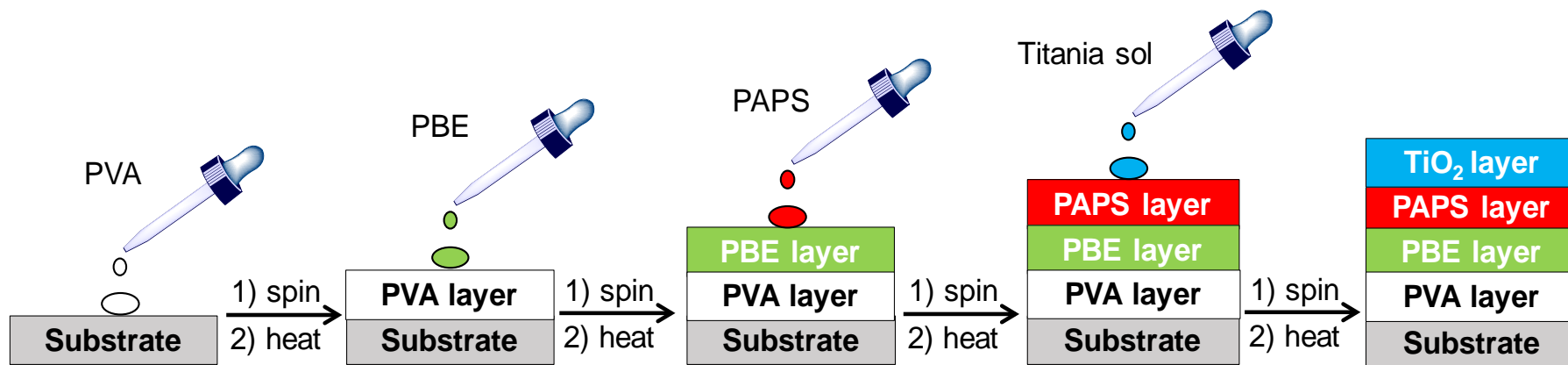


チタニアナノ粒子のX線回折

1) E. Scolan, C. Sanchez, *Chem. Mater.*, **10**, 3217–3223 (1998).

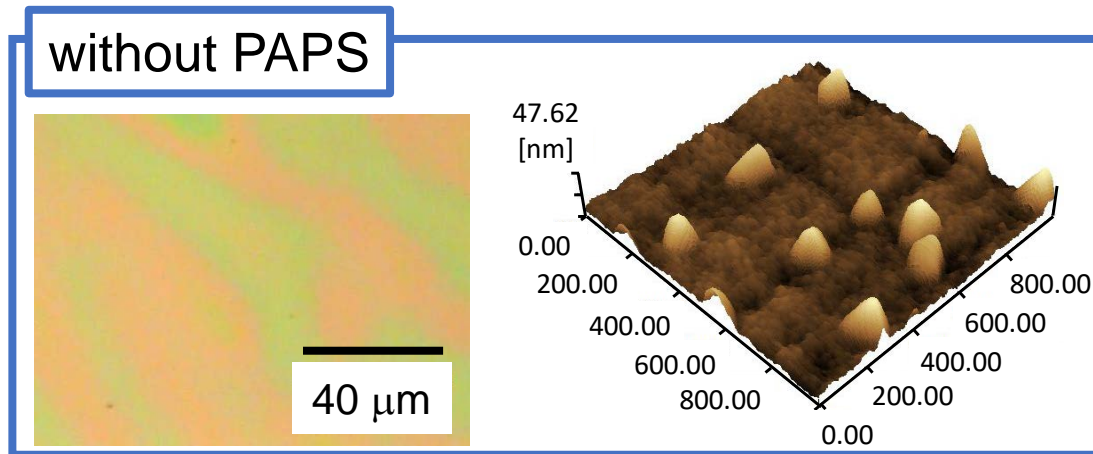
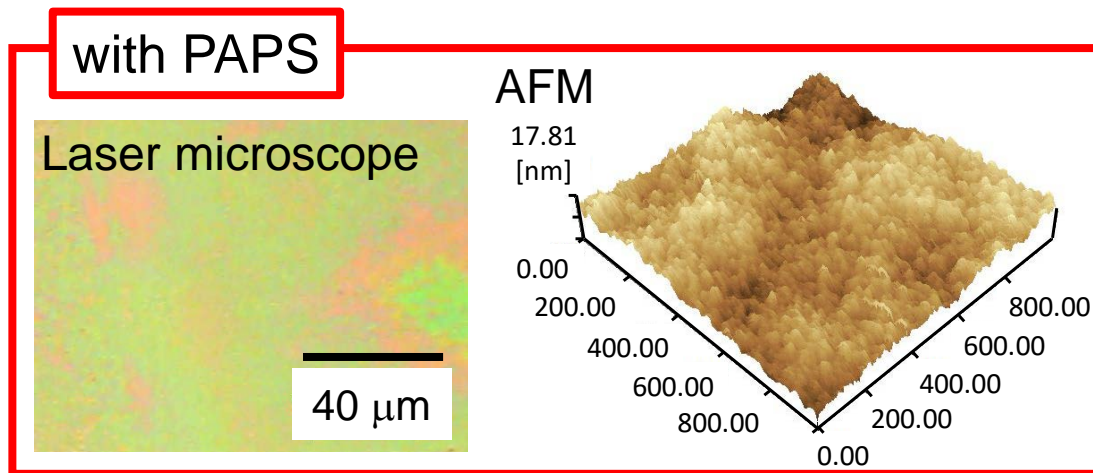
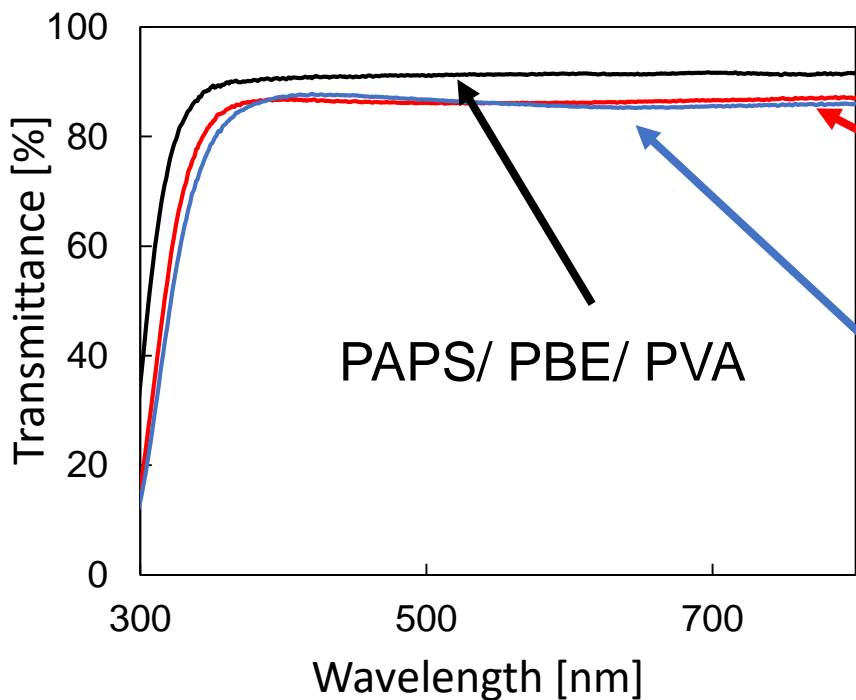


# セルフクリーニング膜の調製



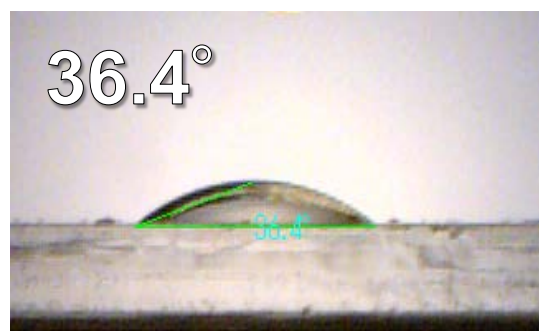
Substrate: ガラス, シリコンウェハ

## 透過率及び表面観察



# 濡れ性試験

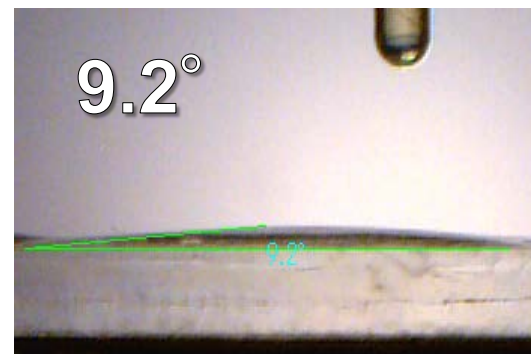
## UV ( $\lambda = 254 \text{ nm}$ )照射による超親水化



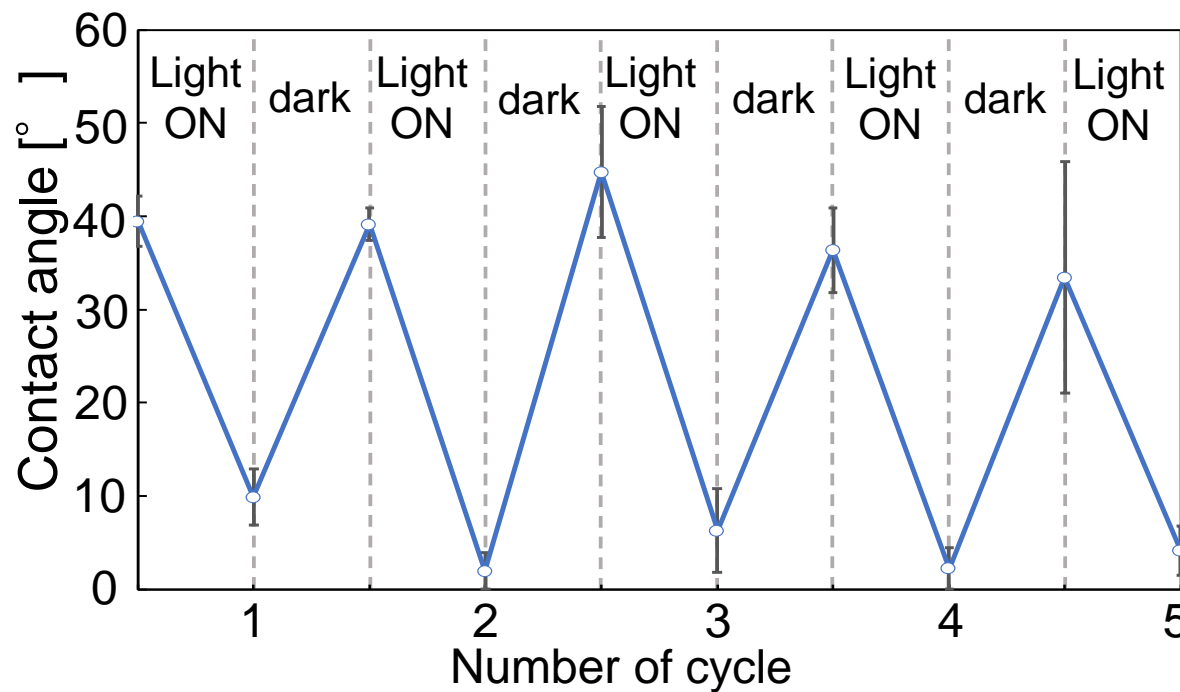
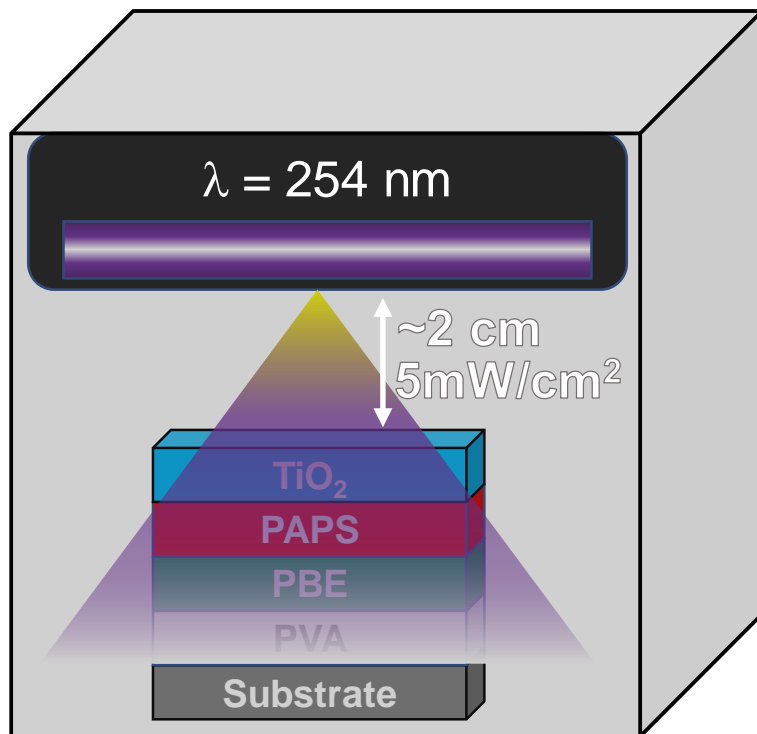
UV ( $\lambda = 254 \text{ nm}$ )  
4h



dark

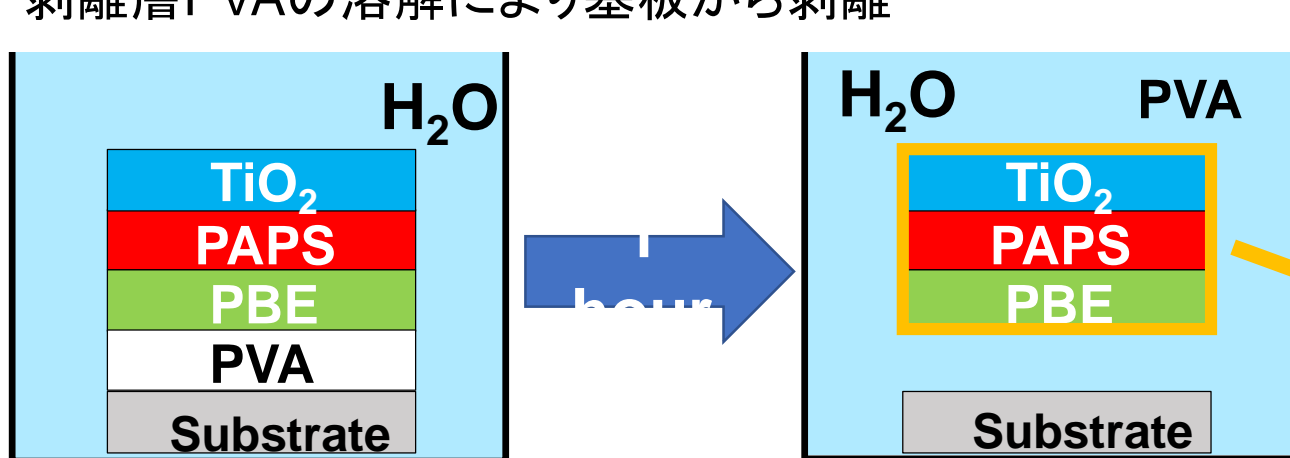


- 4時間のUV照射で超親水化
- 5回の繰り返し試験に耐久



# 剥離方法

剥離層PVAの溶解により基板から剥離

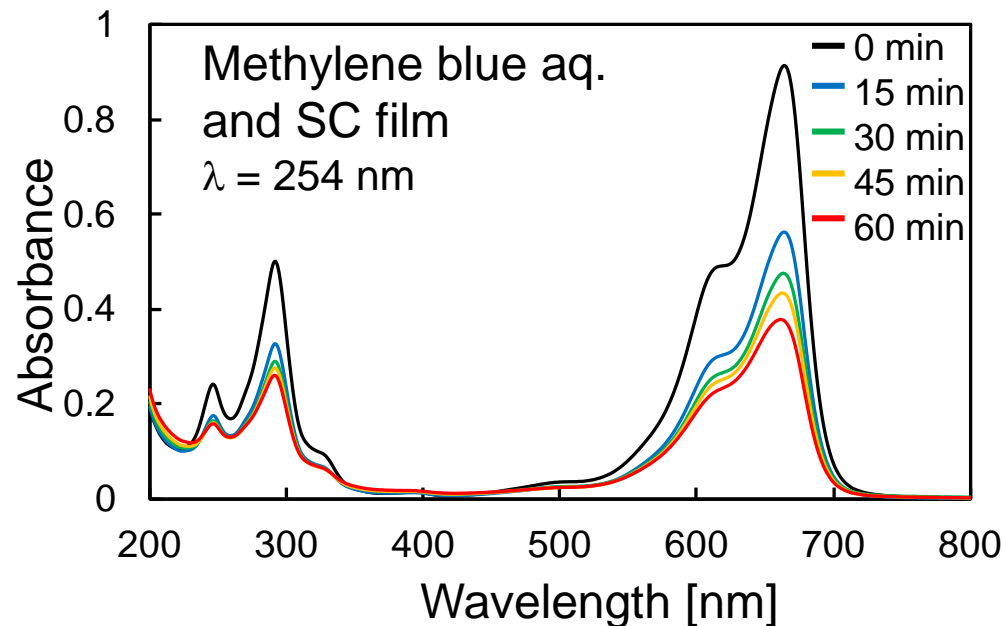
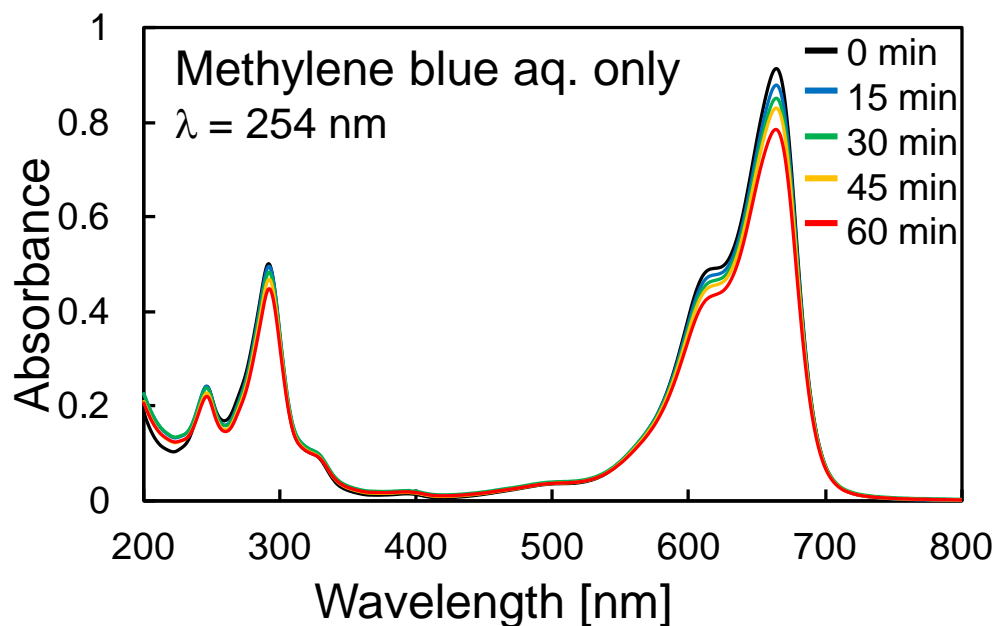


高柔軟性  
SCフィルム



膜厚: ~6.2 [ $\mu\text{m}$ ]

# メチレンブルー分解試験



# 想定される用途

- 本技術により、光触媒能を持つプラスチックの作成が可能になる。
- 特に、曲面へ貼り付けられる光触媒の作成が可能になる。
- また、有機高分子へ光触媒を担持する技術を応用して、さまざまな有機高分子に光触媒能を付与することが可能になる。

# 実用化に向けた課題

- 現在、柔軟な有機高分子表面をチタニアナノ粒子で被覆し、光触媒能を持たせるところまで開発済み。しかし、耐久性と長波長化の点が未解決である。
- 今後、耐候性試験および金属ドーピングについて実験データを取得し、高耐久性で高効率化する場合の条件設定を行っていく。

## 企業への期待

- 未解決の長波長化については、チタニアナノ粒子の高効率化の技術により克服できると考えている。
- 光触媒開発の技術を持つ企業、高分子合成技術を持つ企業との共同研究を希望。
- また、光触媒を利用した高分子材料を開発中、または、この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。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 積層体及び二酸化チタン担持体
- 出願番号 : 特願2019-036274
- 出願人 : 学校法人東京理科大学
- 発明者 : 郡司 天博, 他2名(計3名)

# お問い合わせ先

**東京理科大学**

**研究戦略・産学連携センター**

**是成 幸子（担当URA）**

**TEL 03-5228-7431**

**FAX 03-5228-7442**

**E-mail [ura@admin.tus.ac.jp](mailto:ura@admin.tus.ac.jp)**