

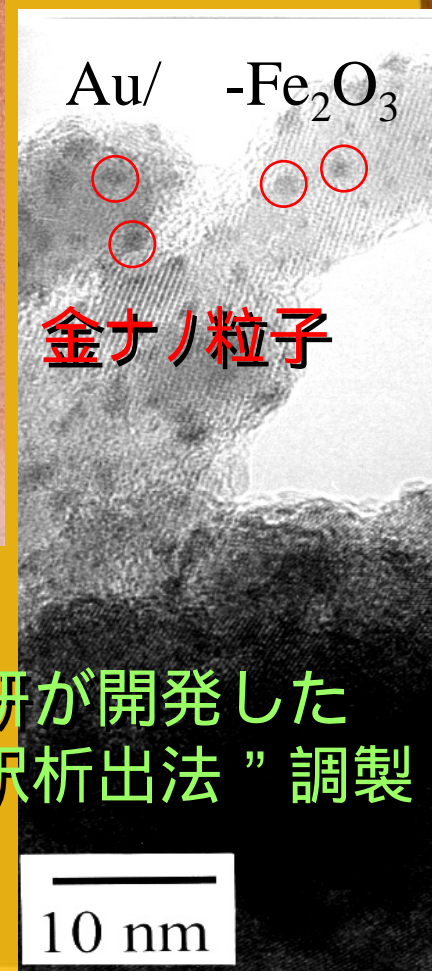
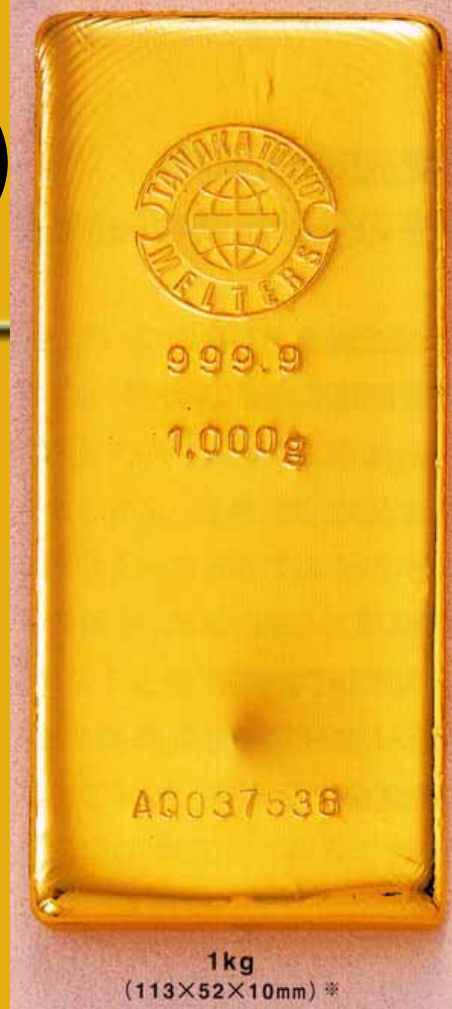
# ドリーミングマテリアル

~ 未来志向型実用化素材 ~

多元物質科学研究所 村松 淳司

# 例えば、金(GOLD)

- 金の延べ棒
  - スリーピングマテリアル
  - 寝ていることがお仕事
- 金ナノ粒子
  - ドリーミングマテリアル
  - これから人のためにお仕事



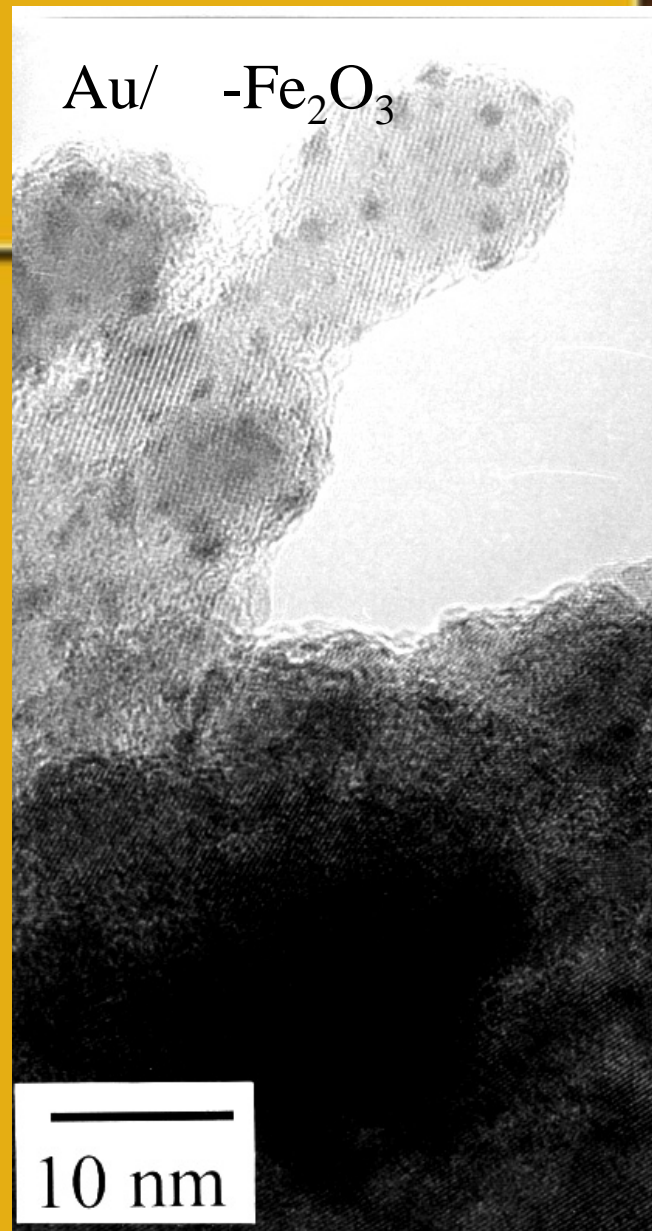
多元研が開発した  
“選択析出法”調製

# GOLD



1kg  
(113×52×10mm)※

- ナノ粒子 1 nm  
=  $1.9 \times 10^{-20}$  g
- 1000 g中に  
 $5.2 \times 10^{22}$ 個
- おそらく・・・  
1万軒以上の家の  
シックハウス原因  
物質を除去できる  
量かもしれない



10 nm

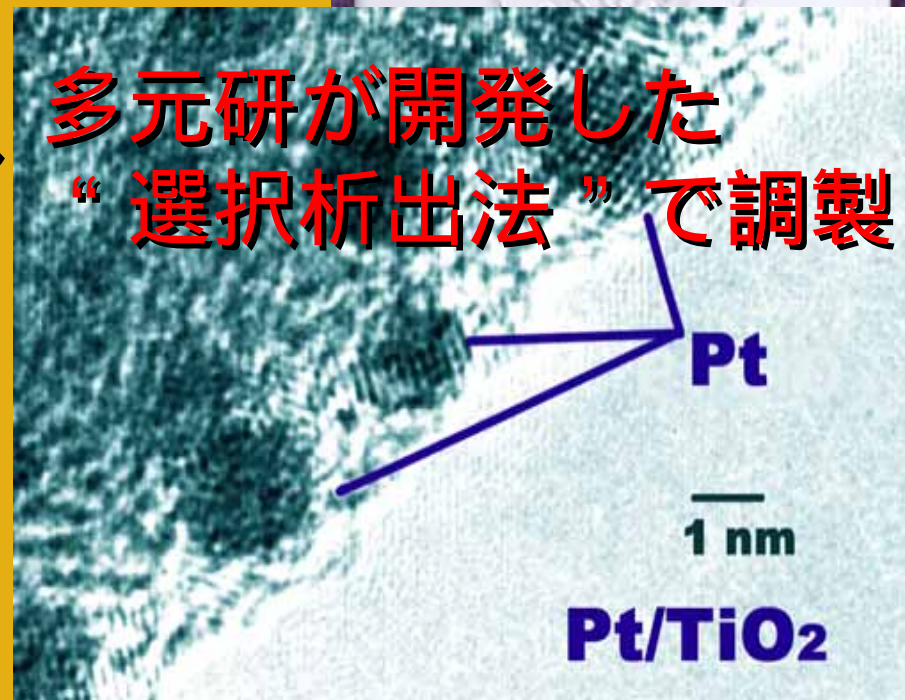
# 例えば、白金(PLATINUM)



- 白金の延べ棒
  - スリーピングマテリアル
  - 寝ていることがお仕事

- 白金ナノ粒子
  - ドリーミングマテリアル  
実用化素材

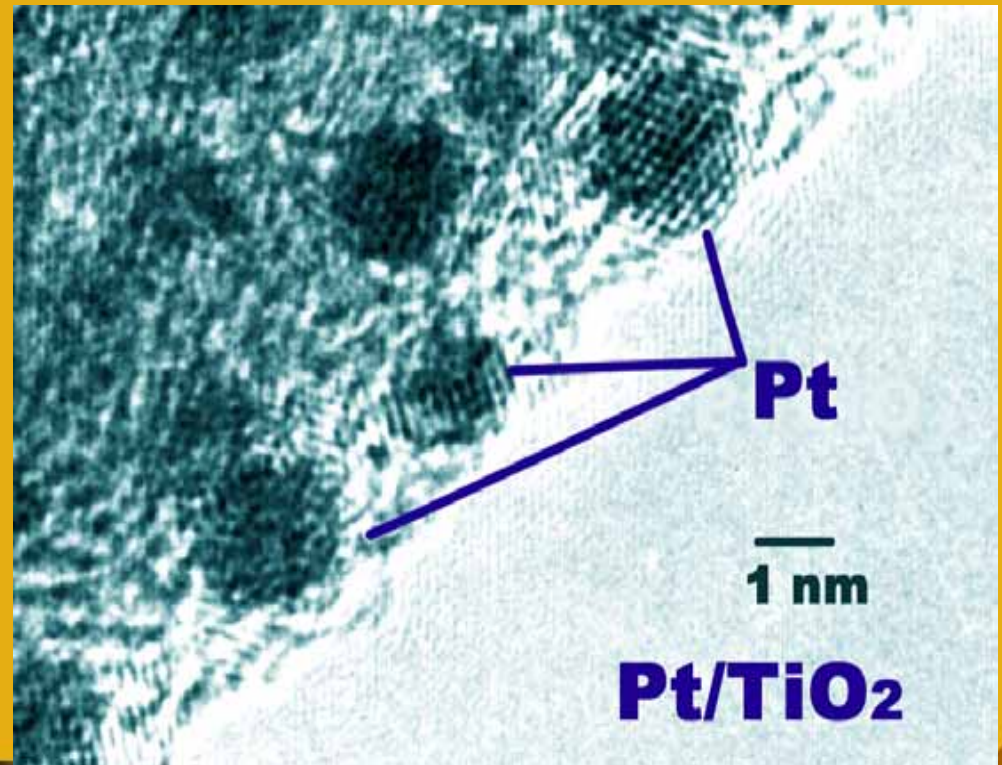
- 自動車触媒などに利用
- 更なる利用拡大と、活性向上が期待されている未来志向型素材



# 白金 Platinum



- ナノ粒子 1 nm =  $2.1 \times 10^{-20}$  g
- 1000 g中に  $4.8 \times 10^{22}$ 個
- 自動車1台に 3 g (Pt+Pd)
  - NOx規制強化により消費量増大

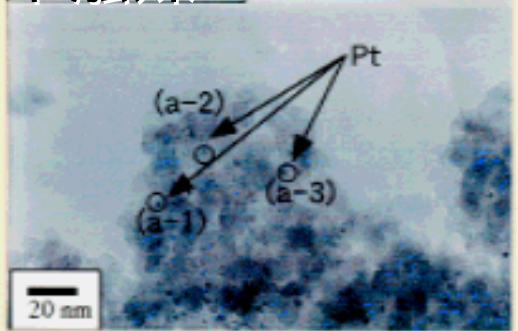


# 自動車触媒

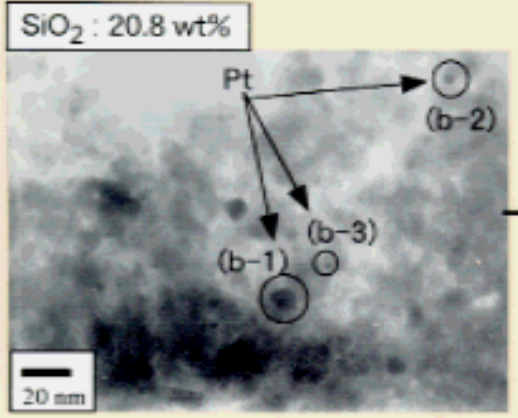
3 ~ 10 nmもある！

# 白金

現状の触媒のPt粒子はこんなに、大きい！



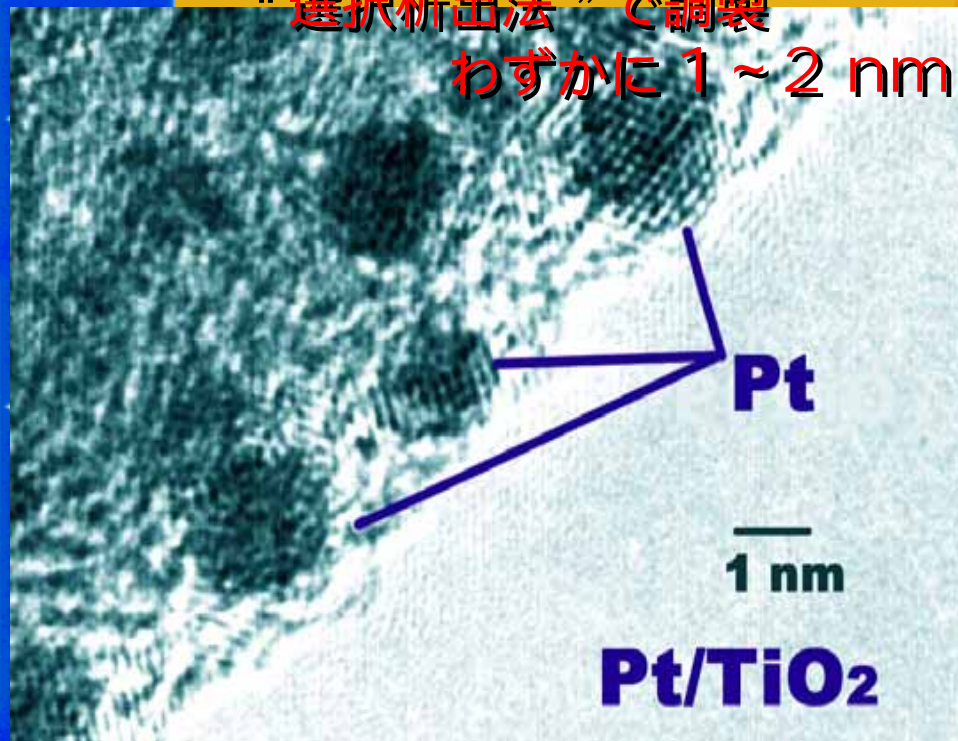
- (a-1) : 5.1 nm
- (a-2) : 3.2 nm
- (a-3) : 3.1 nm



- (b-1) : 13.0 nm
- (b-2) : 5.4 nm
- (b-3) : 2.7 nm

inhomogeneous

多元研が開発した  
“選択析出法”で調製  
わずかに1 ~ 2 nm



もっと小さくなれば、Pt使用量は激減し、資源の有効利用だけでなく、自動車自身の価格の低下と安定につながるだろう！

まさしくドリーミングマテリアル  
明日の活躍を夢見る、  
未来志向型実用化素材なのだ！



# 出番を待つ、 ドリーミングマテリアル

多元物質科学研究所

～ ナノマテリアル研究の最前線

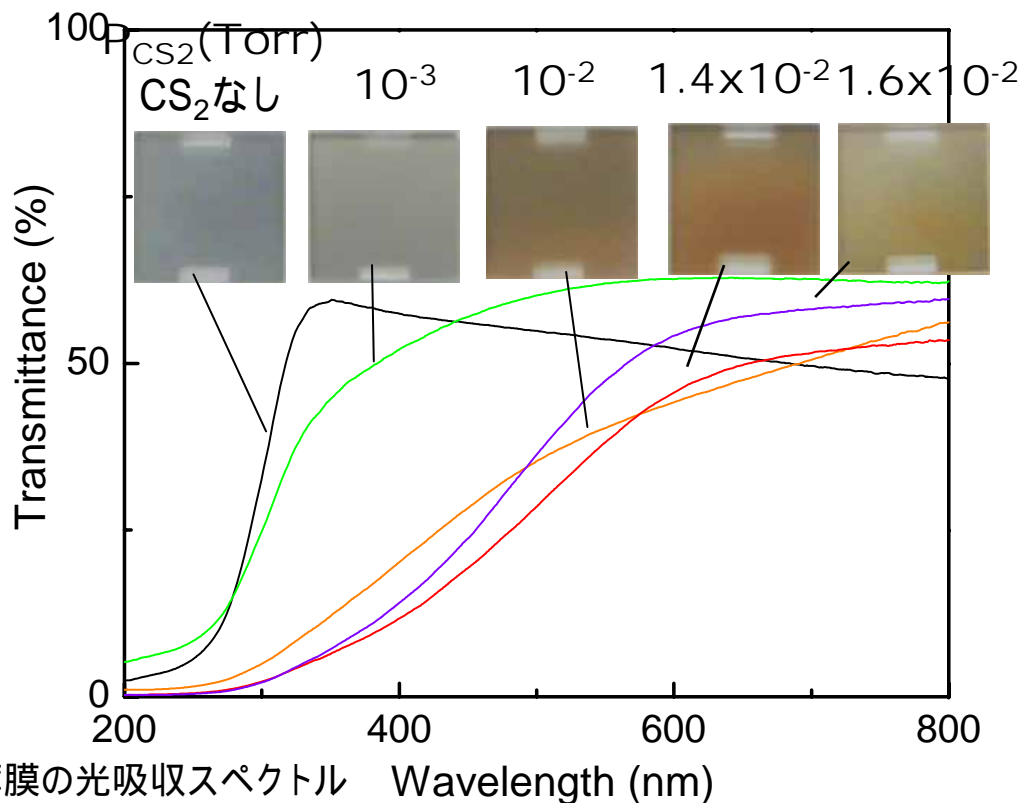
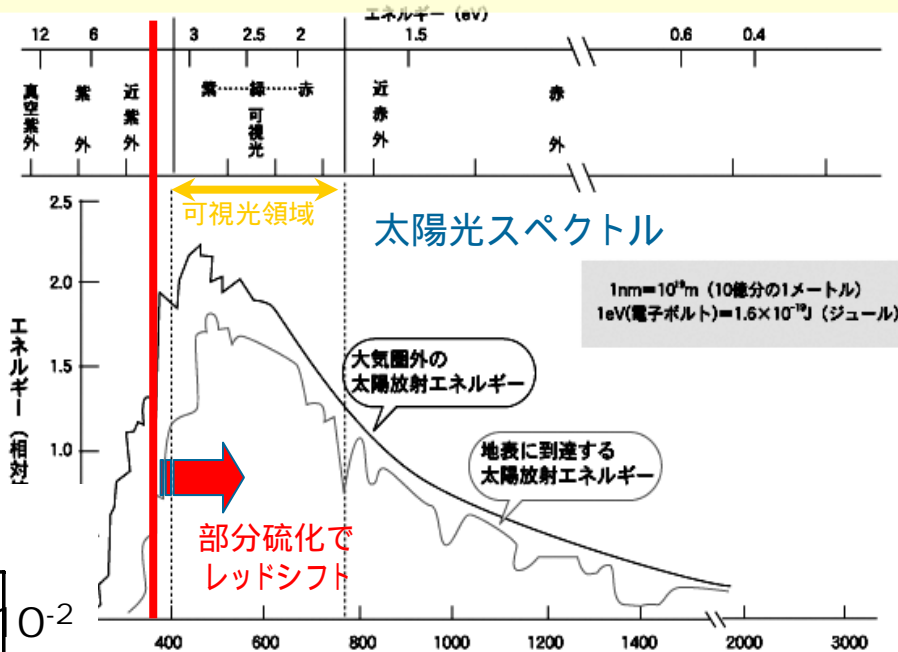
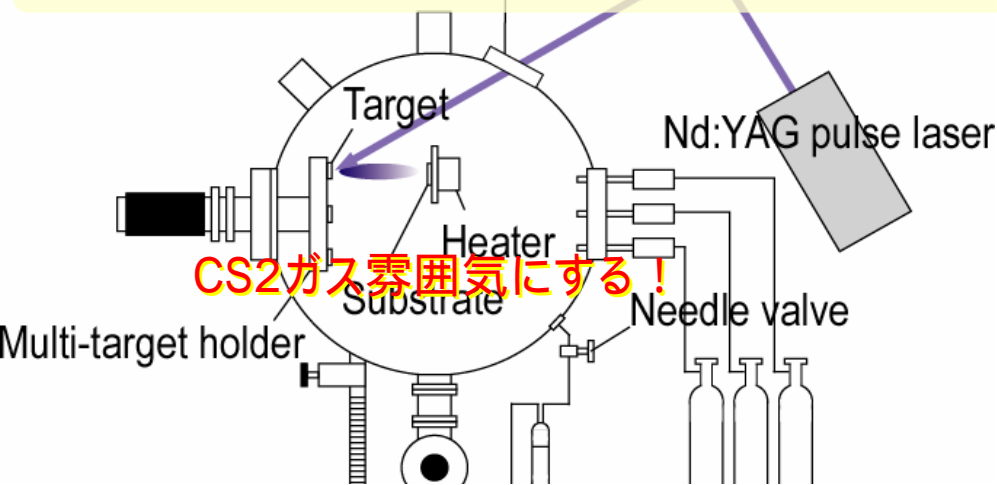
ハイブリッド化された種々のナノ材料

# 有機－無機 / 無機－無機 ナノハイブリッド

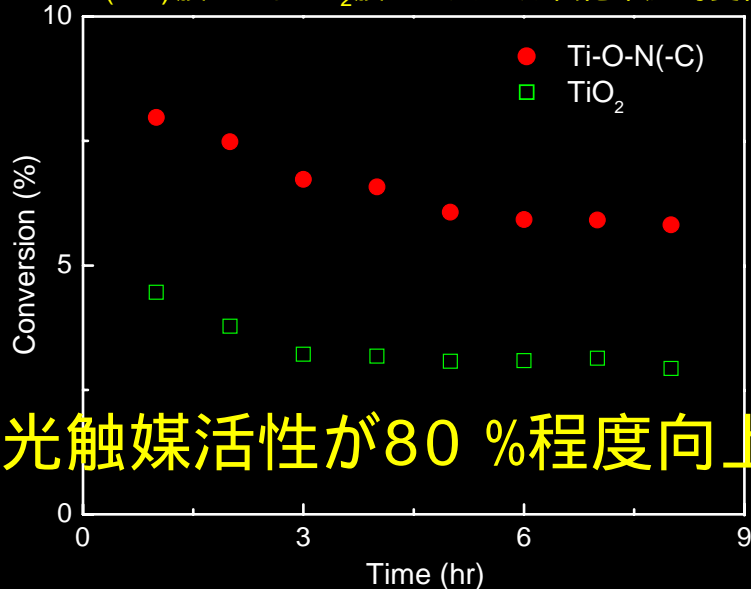
多元ナノ材料研究センター  
ハイブリッドナノ粒子研究部・村松研究室



# 雰囲気制御型レーザーアブレーションによる部分硫化・部分窒化チタン酸化物膜光触媒の創製



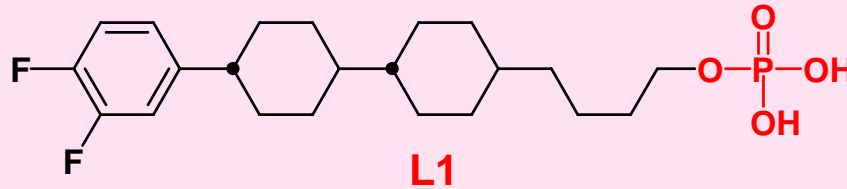
Ti-O-N(-C)膜およびTiO<sub>2</sub>膜のエタノール転化率経時変化



光触媒活性が80%程度向上

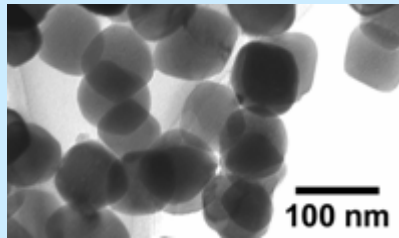
# 単分散 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 粒子 と有機液晶性分子とのハイブリッド化

## リン酸基を有する有機液晶性分子

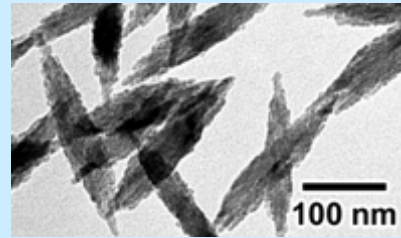


面特異的吸着によるハイブリッド化

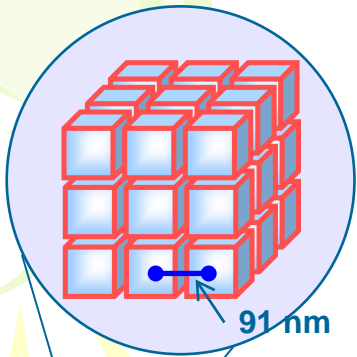
## 単分散 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 微粒子



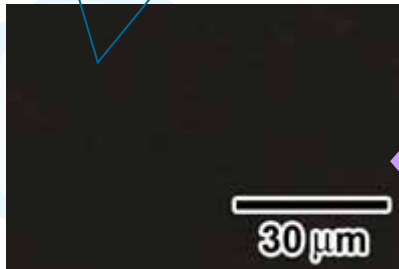
H4



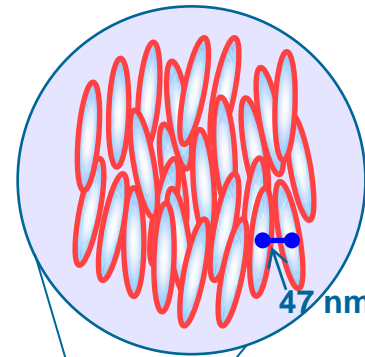
H2



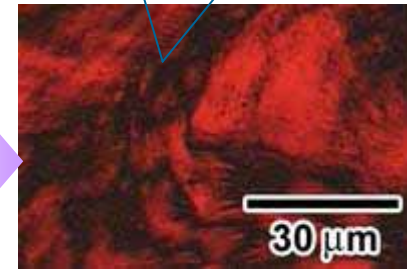
91 nm



サーモトロピック  
キュービック相



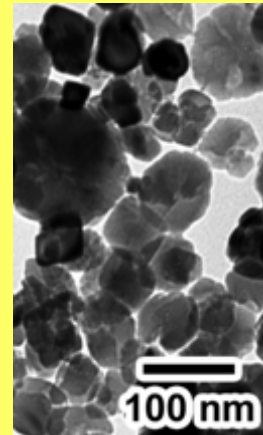
47 nm



サーモトロピック  
ネマチック相

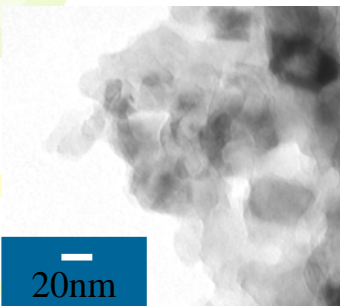
## - 有機無機ハイブリッド液晶化の鍵 -

- 用いる無機微粒子の特徴的な形状と優れた単分散性
- 有機液晶メソゲンの選択と微粒子表面に対して高い吸着性を示す官能基の導入

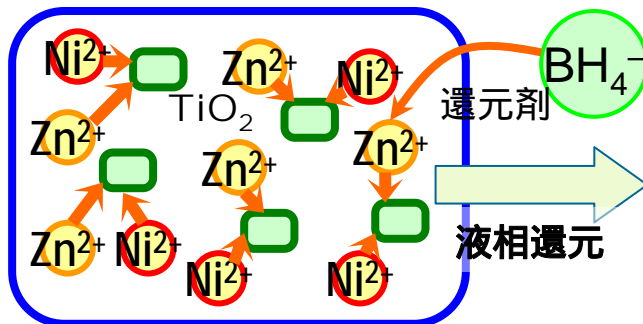


こういう  
粒子は  
ハイブリ  
ッド化  
しない

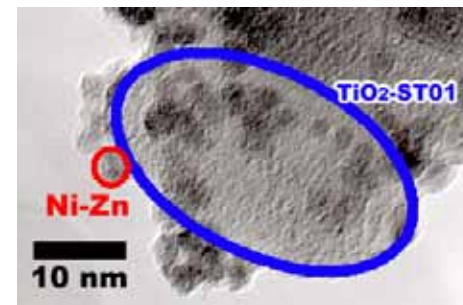
# 液相還元選択析出法によるNiZn-TiO<sub>2</sub>ナノコンポジットの合成



酸化チタンST01



有機溶媒中、ST01上に選択吸着

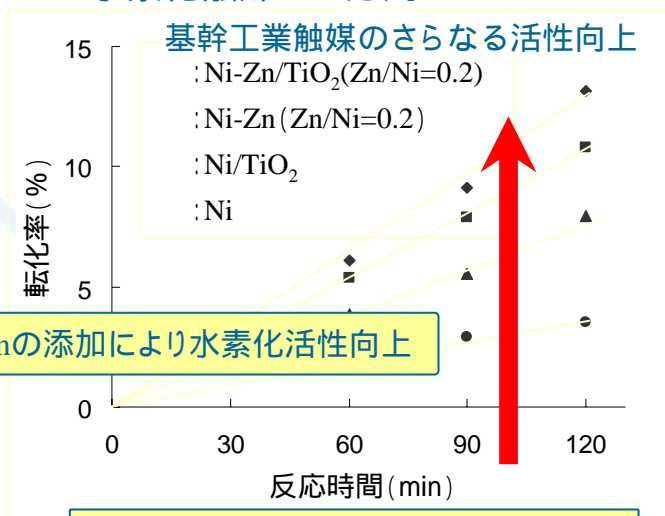


NiZn-TiO<sub>2</sub>ナノコンポジット

NiZn複合ナノ粒子 + TiO<sub>2</sub>ナノ粒子の組合せによるナノコンポジットの誕生

## 応用

### 水素化触媒への応用



Znの添加により水素化活性向上

TiO<sub>2</sub>を用いることによりNiZnナノ粒子の分散度が向上し水素化活性が向上

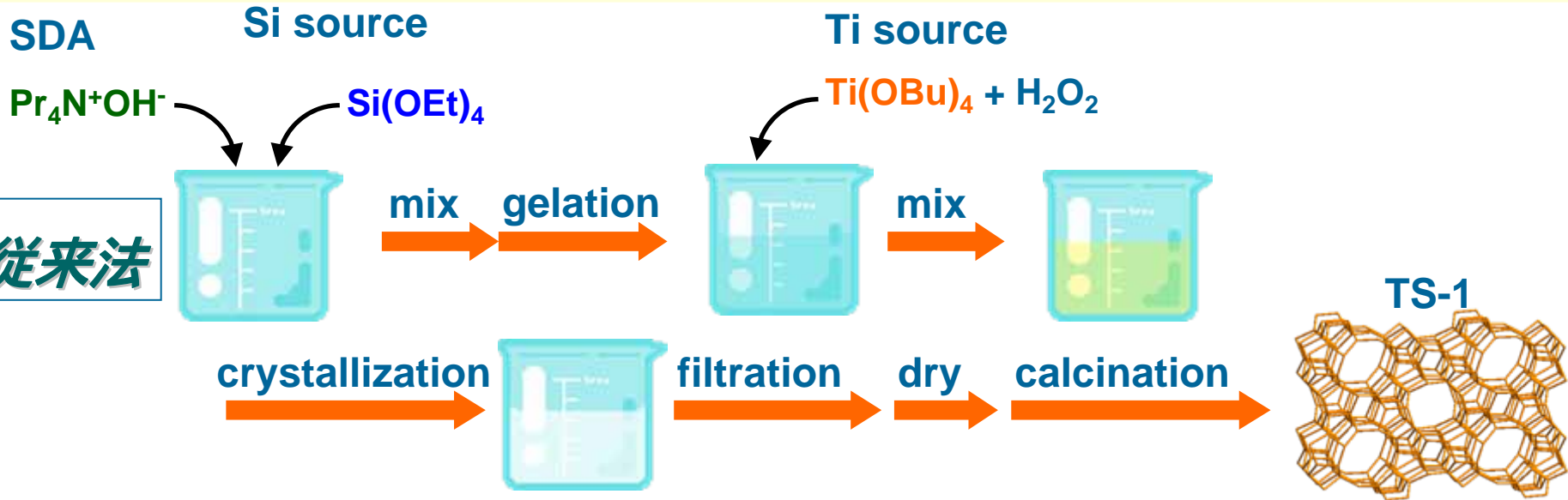
## 新触媒調製法 (当研究室で開発) 液相還元選択析出法とは

溶液中の錯体を担体(TiO<sub>2</sub>)に飽和吸着させ、還元剤を用いてその場(in situ)で金属を担持する方法。常温でも金属ナノ粒子が得られる。

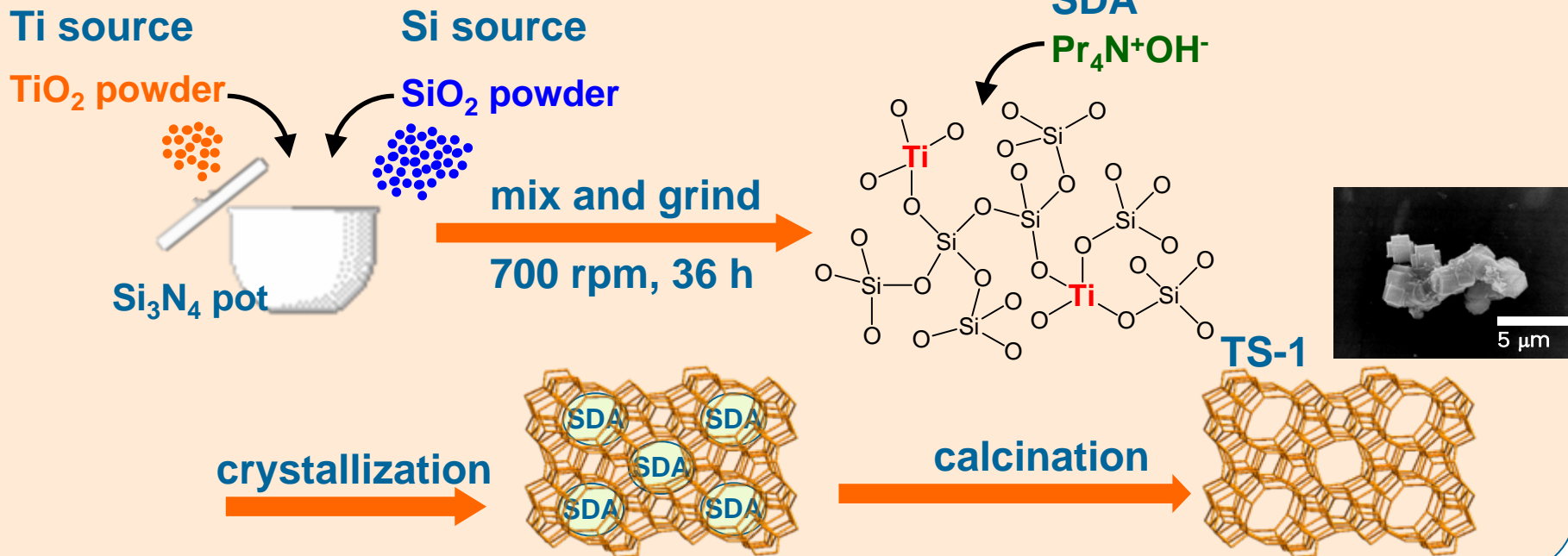
### 特徴

- ・ナノ粒子が凝集せず、高分散状態を維持
- ・被覆率 = 20 ~ 30% 高担持率
- ・下地との強い化学結合 高安定性

# チタノシリケートの新合成法の開発 ~メカノケミカルルート~



## 新手法 = メカノケミカル反応を利用



# 次世代可視光応答性光触媒

～ エネルギー、環境問題の根本的な解決に向けて～

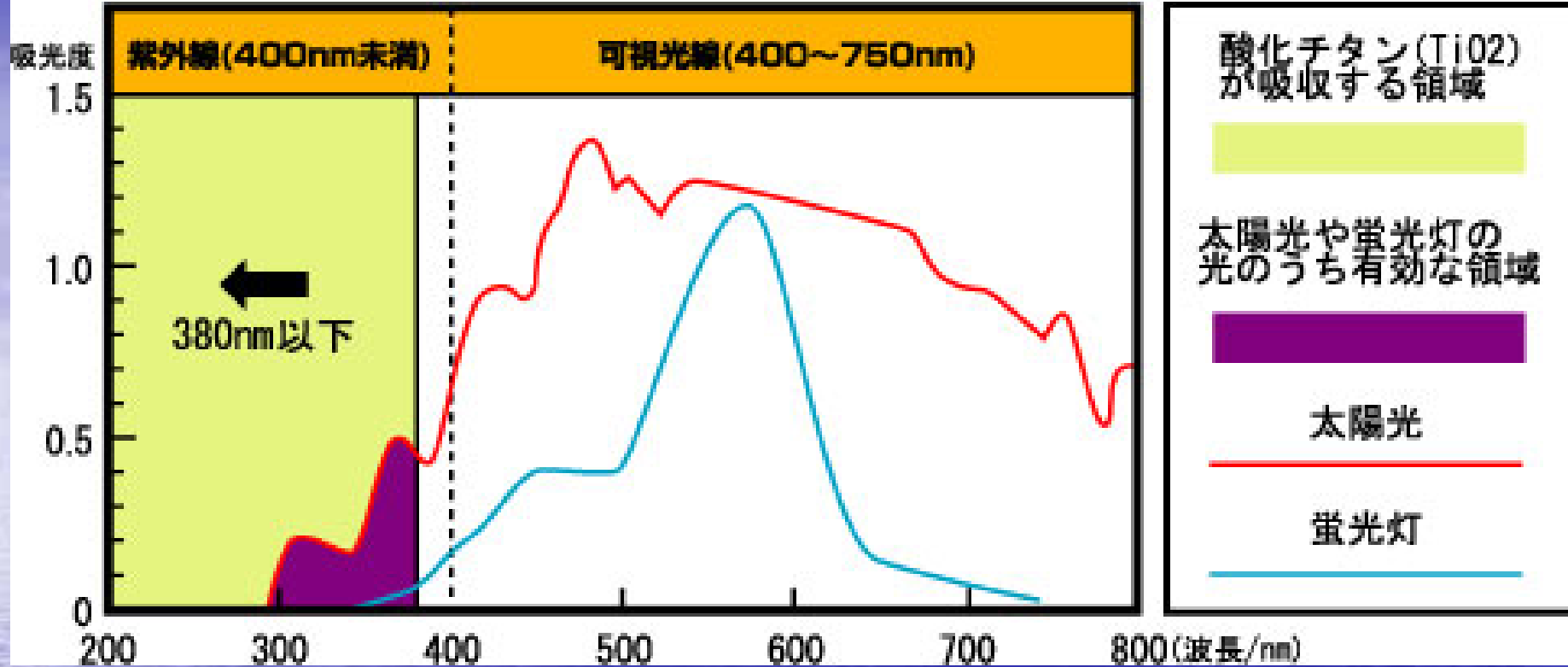
- ・ 特殊硫化 / 窒化処理

ソルボサーマル反応、メカノケミカル反応

- ・ レーザーアブレーション

- ・ ゲルゾル法 & 特殊硫化処理

$\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$



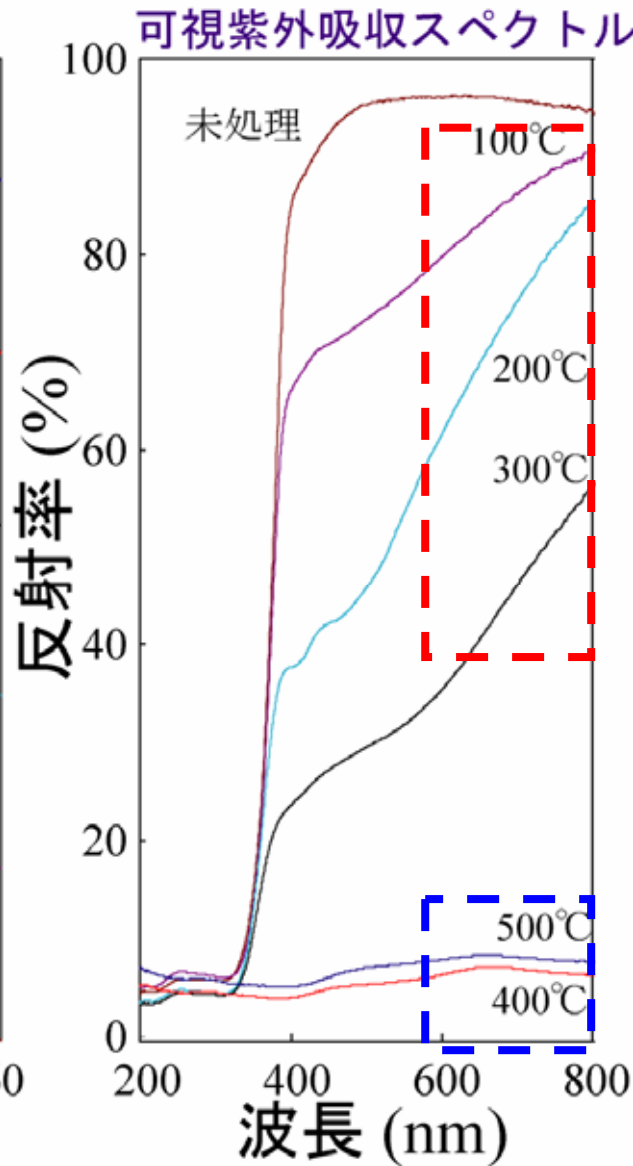
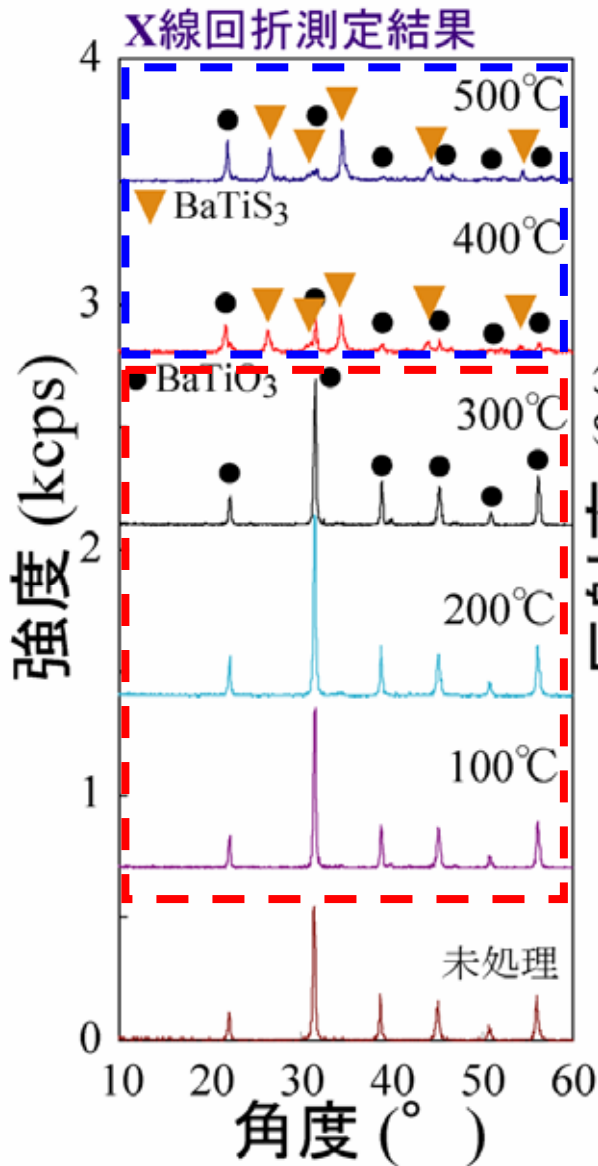
## ● 二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>、チタニア)

- n型半導体に属し、電子によって電気を通すタイプの半導体
- 酸化チタンにあるエネルギー以上の光が当たると、酸化チタンを構成している電子(価電子帯電子)が励起して、上のレベル(伝導帯)の電子になる (これが半導体の光励起状態)
- 価電子帯(下のレベル)と伝導帯のエネルギー差をバンドギャップエネルギーというが、酸化チタン(アナターズ型)は、3.2eV (=約380nm)

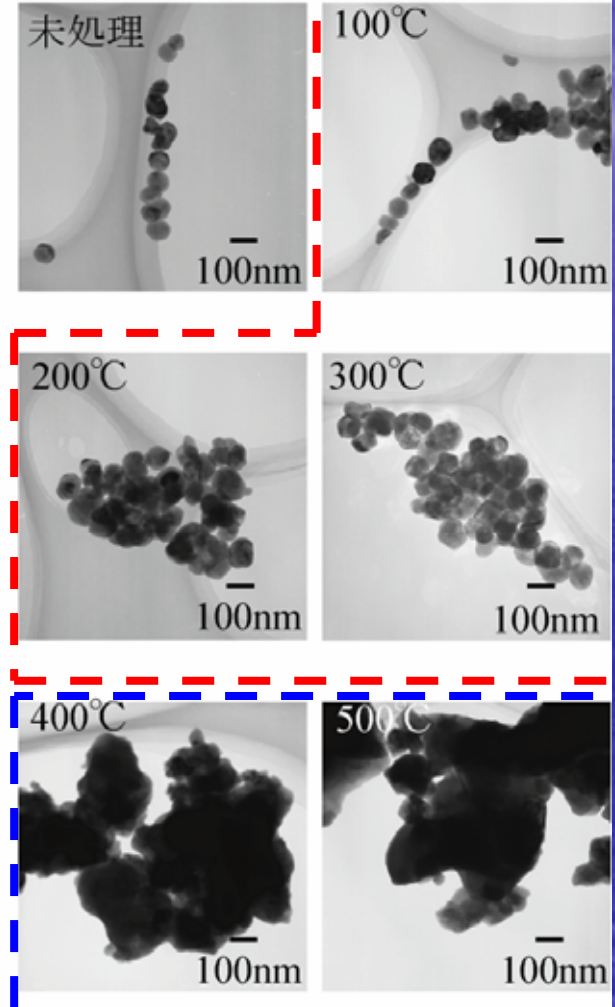
# 二硫化炭素処理チタン酸バリウム / S-dope BaTiO<sub>3</sub>

BaTiO<sub>3</sub>

部分硫



透過型電子顕微鏡像



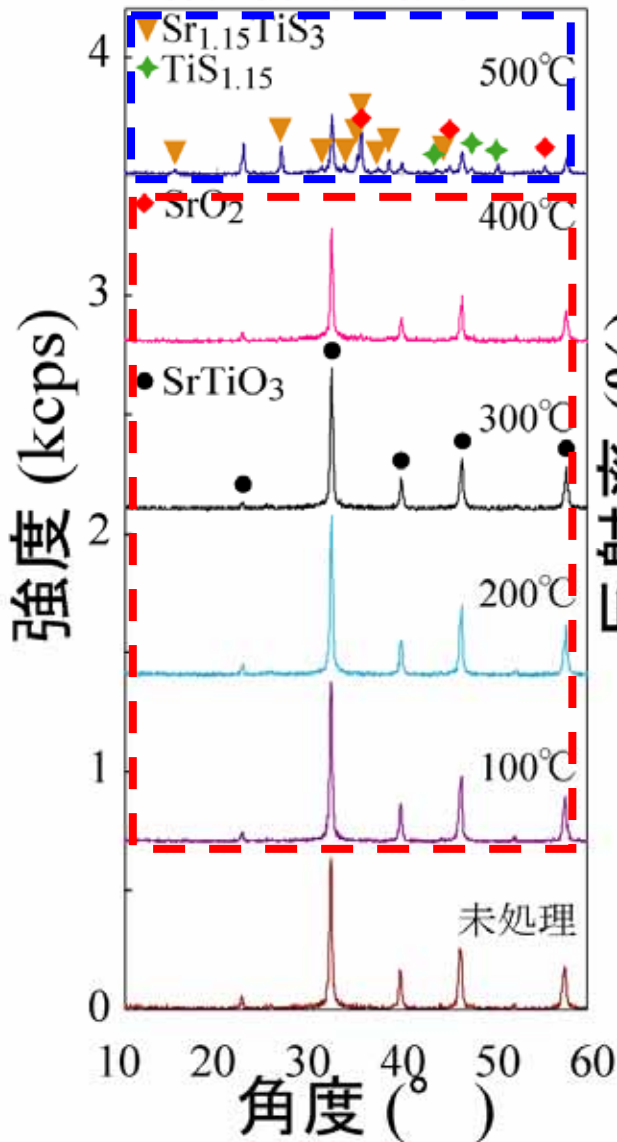
完全硫

# 二硫化炭素処理チタン酸ストロンチウム / S-dope SrTiO<sub>3</sub>

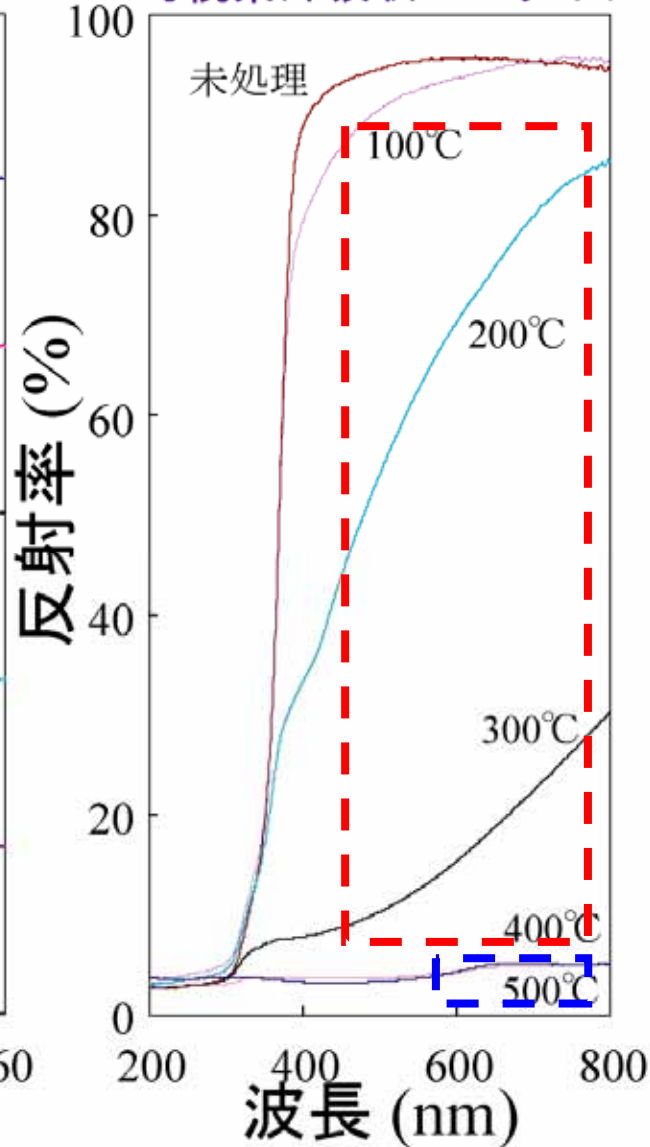
SrTiO<sub>3</sub>

部分硫

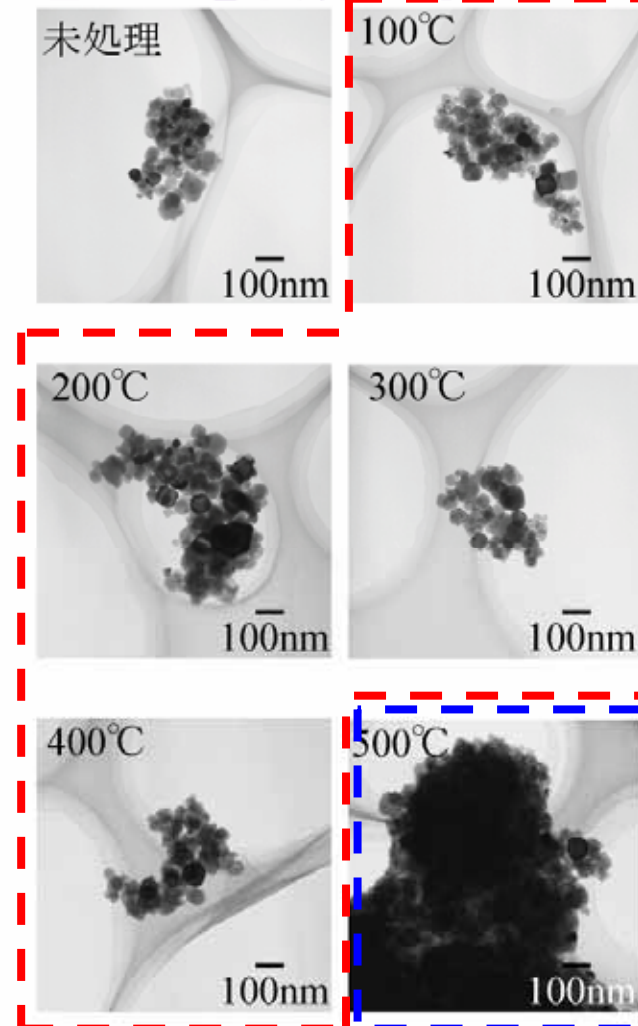
X線回折測定結果



可視紫外吸収スペクトル



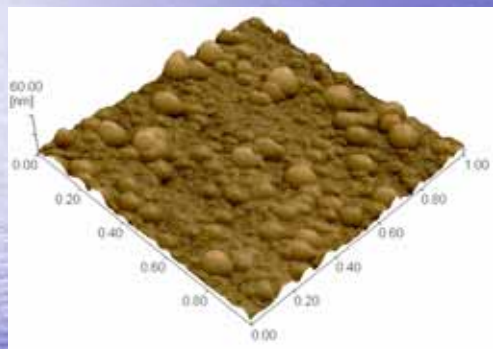
透過型電子顕微鏡像



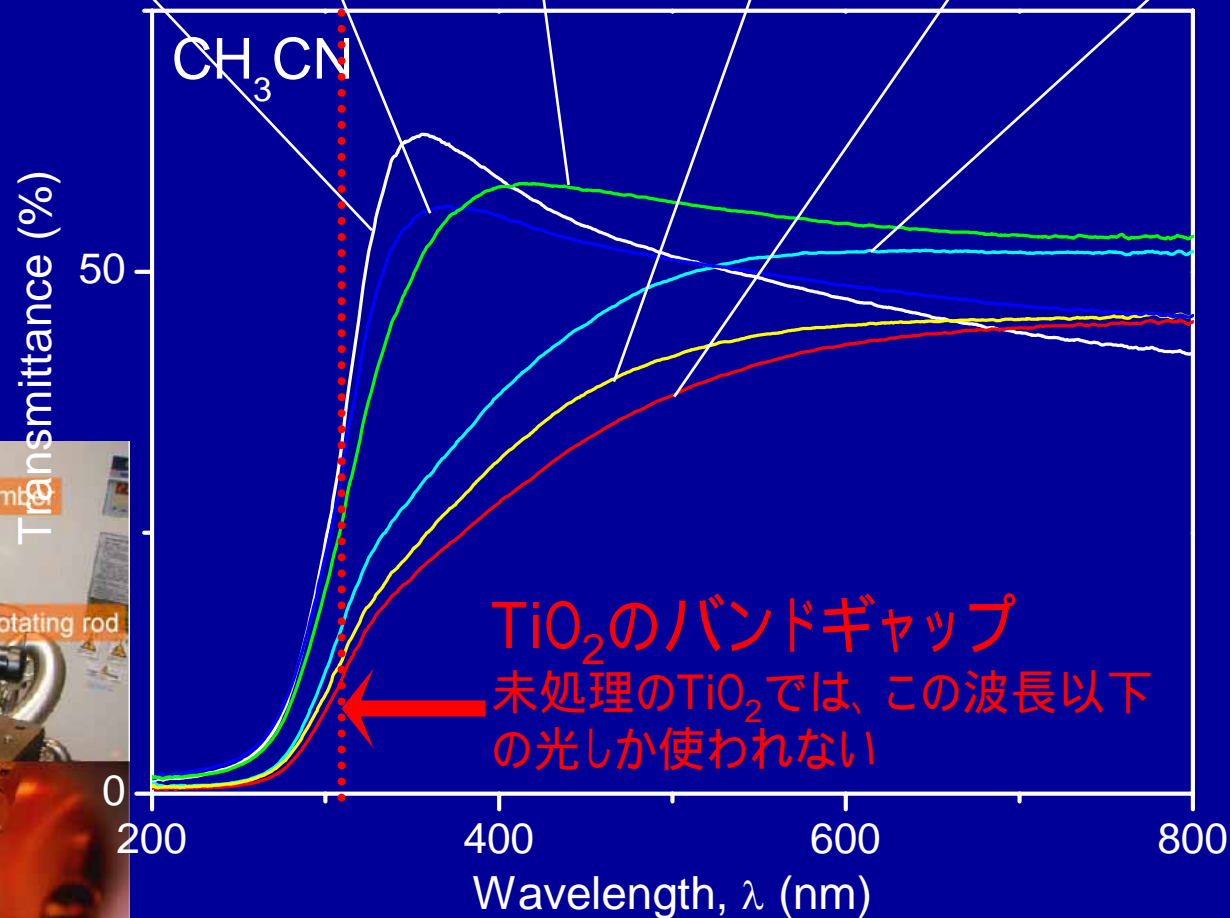
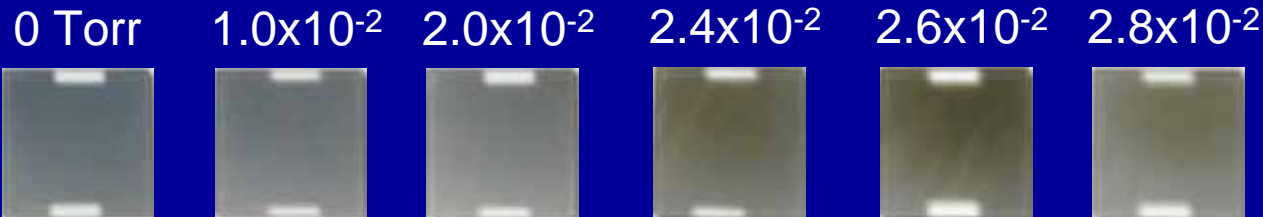
完全硫



# 雰囲気制御型PLD法によるSあるいはNをドープした アナターズチタニア薄膜の合成

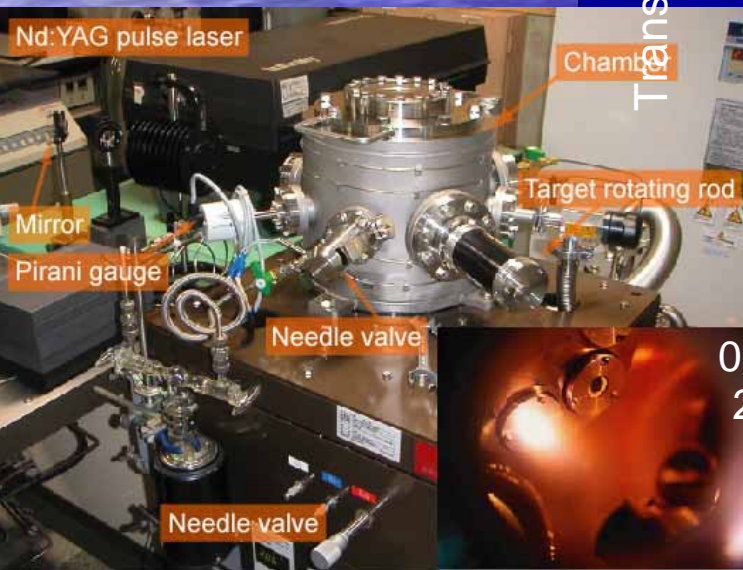



CH<sub>3</sub>CN分圧



**TiO<sub>2</sub>のバンドギャップ**  
未処理のTiO<sub>2</sub>では、この波長以下の光しか使われない

薄膜の光吸収スペクトル





皆様、ぜひ、村松研に  
お越しく下さい。

各種のドリーミングマテリアルを  
取り揃えております。