

教授: 村松淳司



助手: 山本勝俊



助手: 蟹江澄志

村松研究室・紹介

多元物質科学研究所

素材工学研究棟3号館

多元ナノ材料研究センター

(HyNaMセンター)

ハイブリッドナノ粒子研究部

P. D.

君島 堅一

研究留学生

Salomon Eduardo Borjas Garcia

大学院生

砂川 洋二

柿本 一利

吉永 勝己

酒井 洋

小野寺 麻衣子

佐々木 将寿

学部学生

小西 範和

佐山 公一

畑山 峻

2006/1/13 版



東北大学多元物質科学研究所

多元ナノ材料研究センター

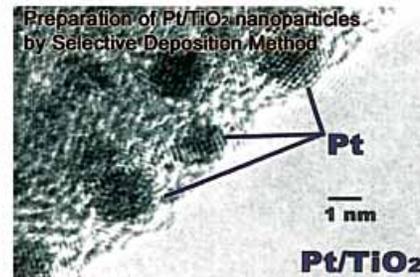
ハイブリッドナノ粒子研究部

教授：村松淳司・助手：山本勝俊・助手：蟹江澄志

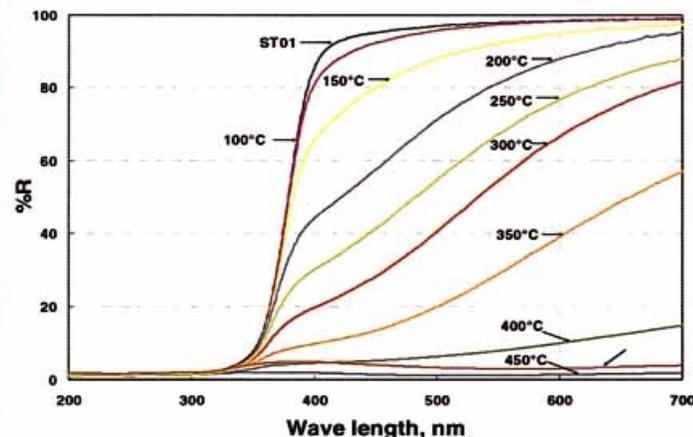
当研究部では、ナノ粒子のハイブリッド化研究を中心に、10 nm以下のいわゆるシングルナノ粒子の新規合成法の開発、無機-無機や有機-無機ハイブリッドナノ粒子（ナノコンポジット）の合成、素材表面のナノヘテロ構造制御、素材のメソポア、ナノポア制御などの研究を実施している。また、気相法、液相法いずれの手法においても核生成と成長の分離と粒子成長中の凝集を排除することによって、サイズと形状がよく揃った単分散粒子を得る手法の開発も実施している。これらのハイブリッドナノ粒子は、最先端の触媒、センサー材料、電極材料として応用が期待されている。

主な研究内容

1. 液相還元選択析出法によるNi-TiO₂、Pt-TiO₂ナノコンポジット粒子の合成と生成機構解明
2. チタニアナノ粒子の部分硫化による光触媒の可視光動作化
3. レーザーアブレーションによる素材表面のナノヘテロ構造制御と新規光機能材料の創製
4. 気相法による新たな金属ナノ構造体の創製
5. 鉄酸化物ナノ構造体の成長メカニズムの解明
6. 有機-無機ハイブリッド材料合成による新規磁性材料の開発



TiO₂の部分硫化による可視光動作化



村松研はどこにある？

所在



キーワード

- 光触媒(可視光応答)
- ナノコンポジット
- ハイブリッドナノ粒子
- 有機－無機ハイブリッド
- ナノ粒子触媒

突然ですが...

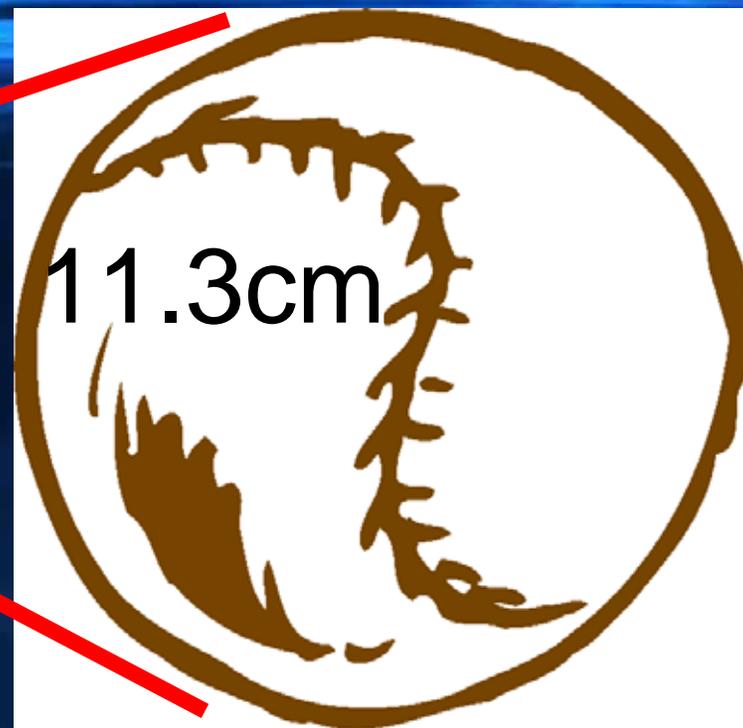
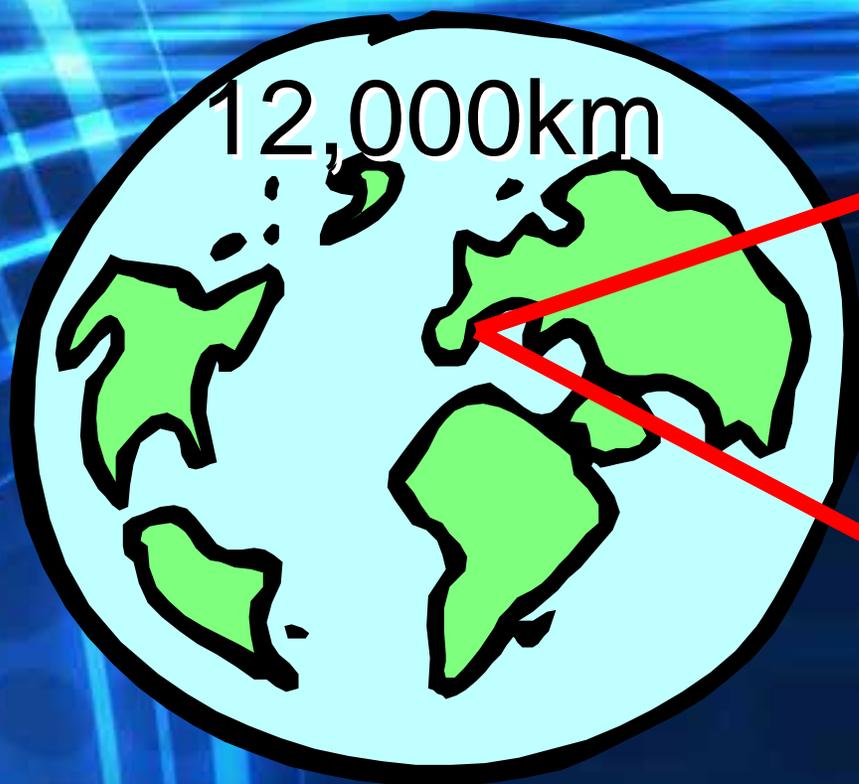
ナノってなんなの？

1 mの1/1000は1 mm(ミリメートル)

1 mmの1/1000は1 μ m(ミクロン)

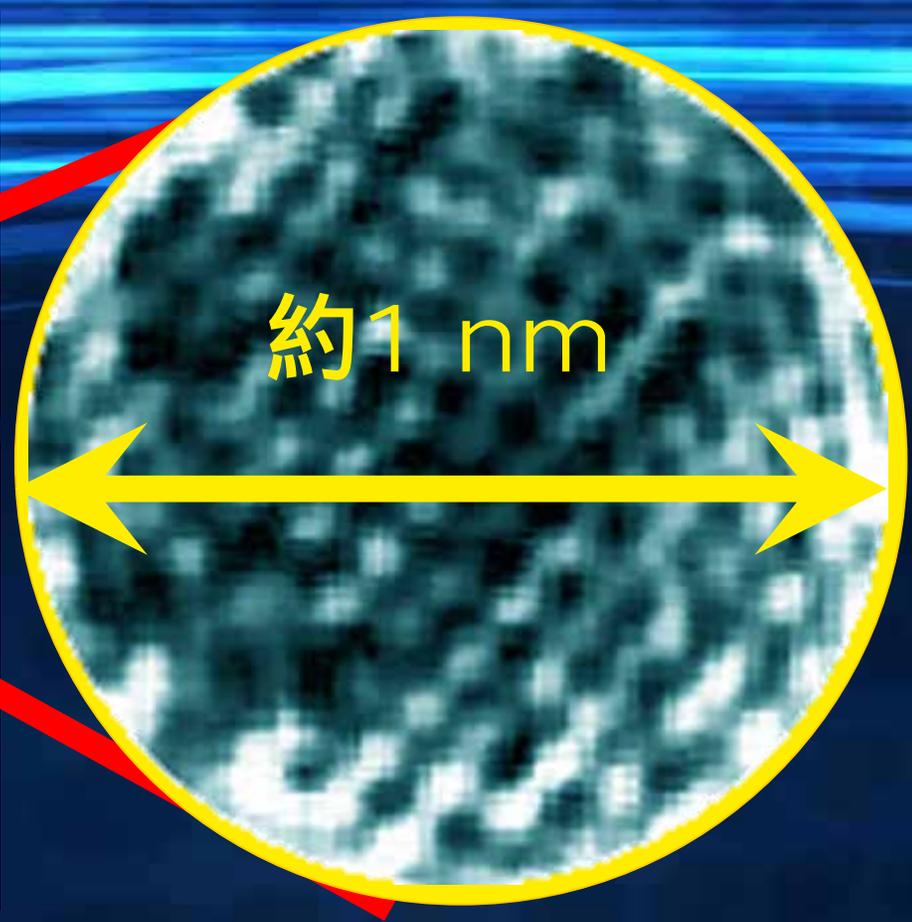
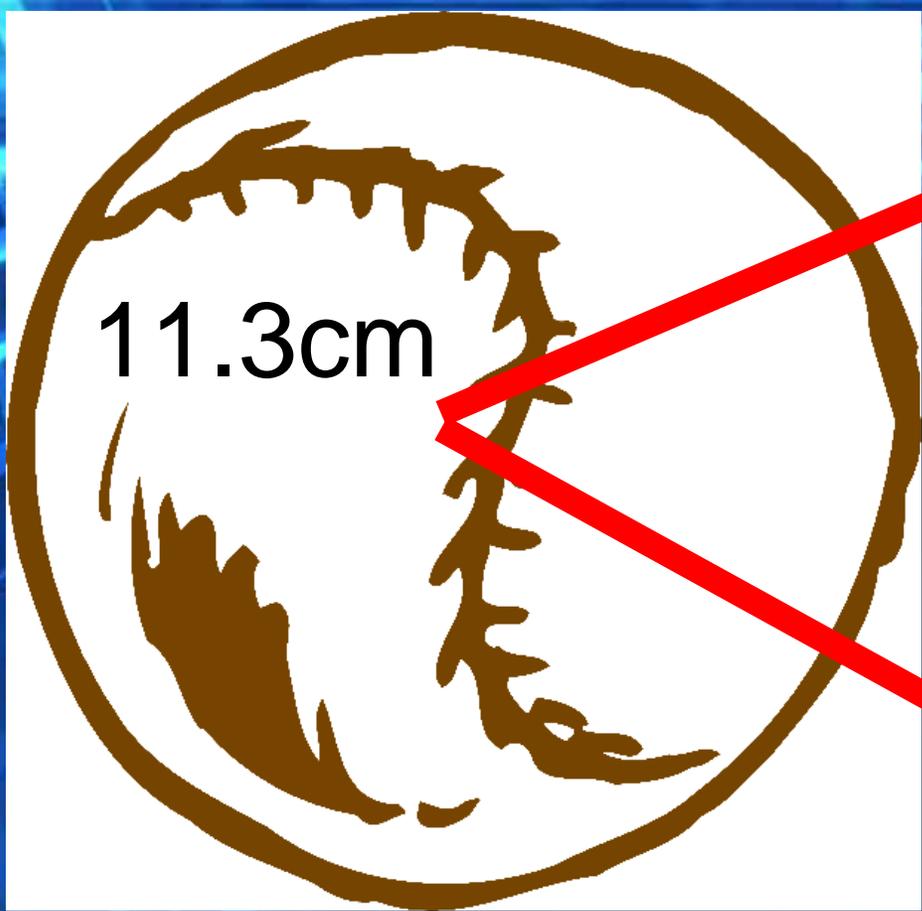
1 μ mの1/1000は1 nm(ナノメートル)

1mの10億分の1が 1nmなのだ！



地球上にあるソフトボールを拡大！

10^8 倍



ソフトボールの中を拡大！

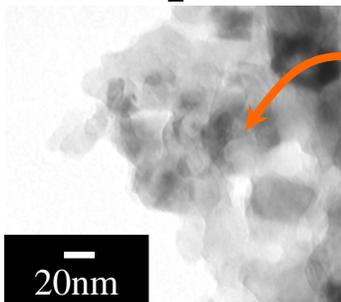
10^8 倍

主な研究題目

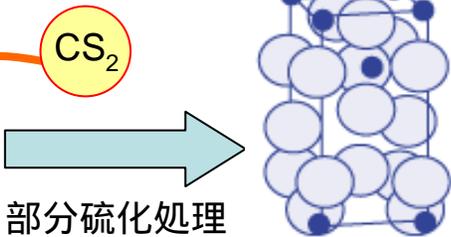
- 液相還元選択析出法によるNi-TiO₂, Pt-TiO₂ナノコンポジット粒子の合成と生成機構解明
- チタニアナノ粒子の部分硫化による光触媒の可視光動作化
- レーザーアブレーションによる素材表面のナノヘテロ構造制御と新規光機能材料の創製
- 気相法による新たな金属ナノ構造体の創製
- 鉄酸化物ナノ構造体の成長メカニズムの解明
- 有機-無機ハイブリッド材料合成による新規磁性材料の開発
- 有機-無機ハイブリッド液晶の合成

BaTiO₃, SrTiO₃, TiO₂ ナノ粒子の部分硫化による可視光応答性光触媒の開発

例えば TiO₂

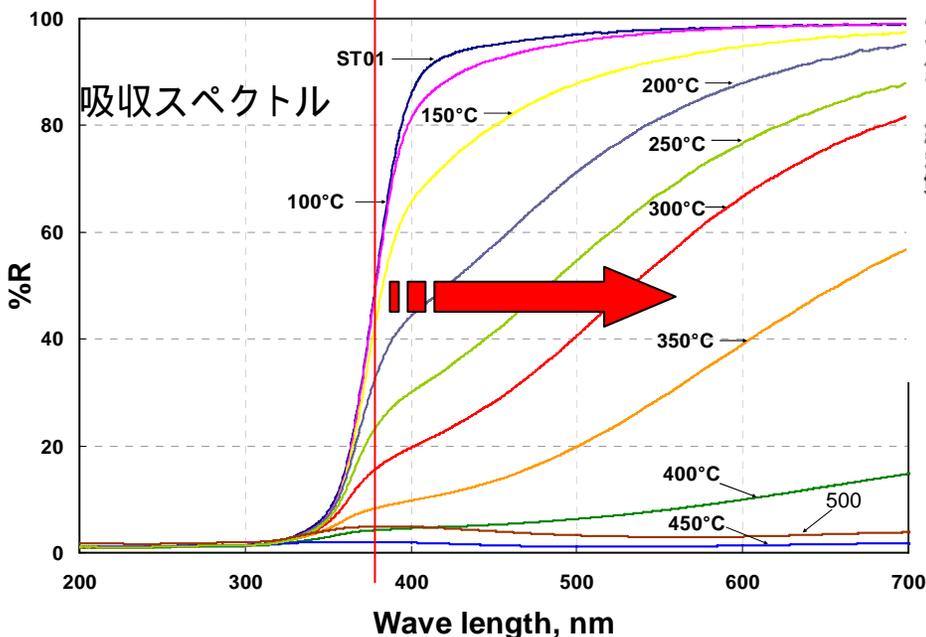


酸化チタンST01



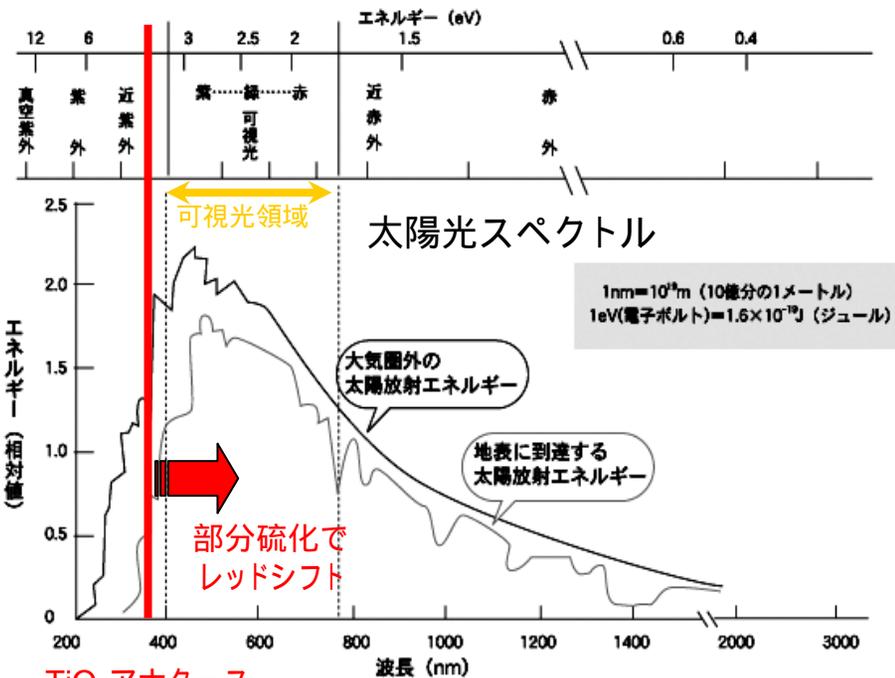
部分硫化処理

アナターズ構造を保ったまま構造中の酸素をイオウに

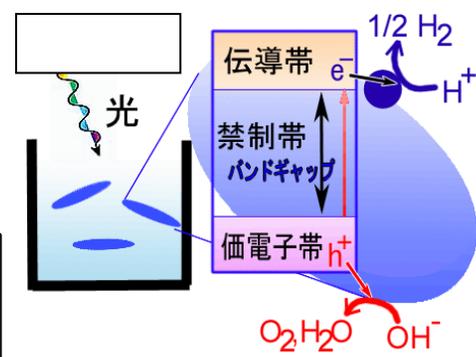


硫化温度の上昇と共に、レッドシフトが見られ、可視光領域に吸収が得られた

可視光に反応する夢の光触媒！

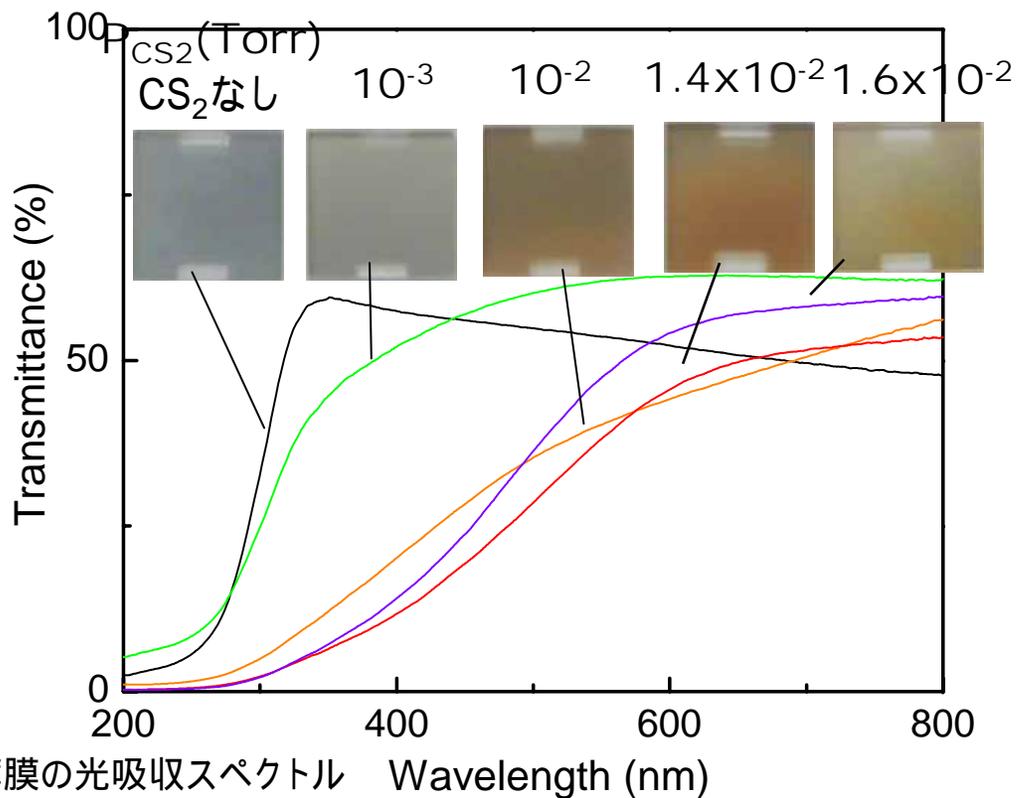
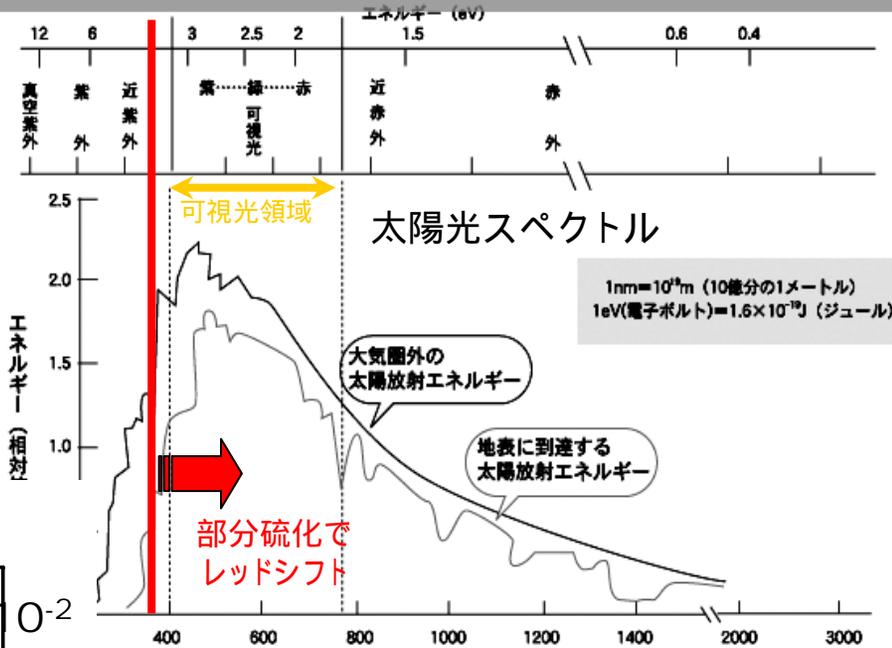
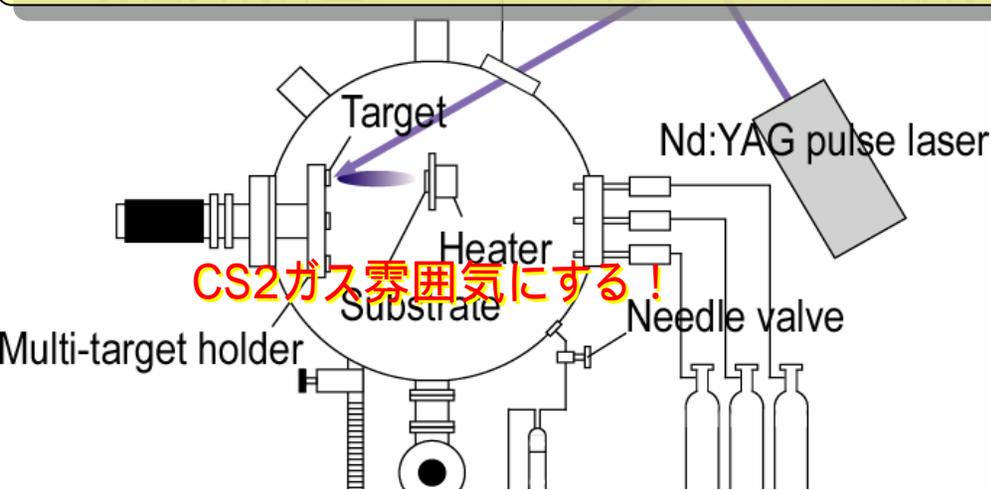


TiO₂アナターズバンドギャップ

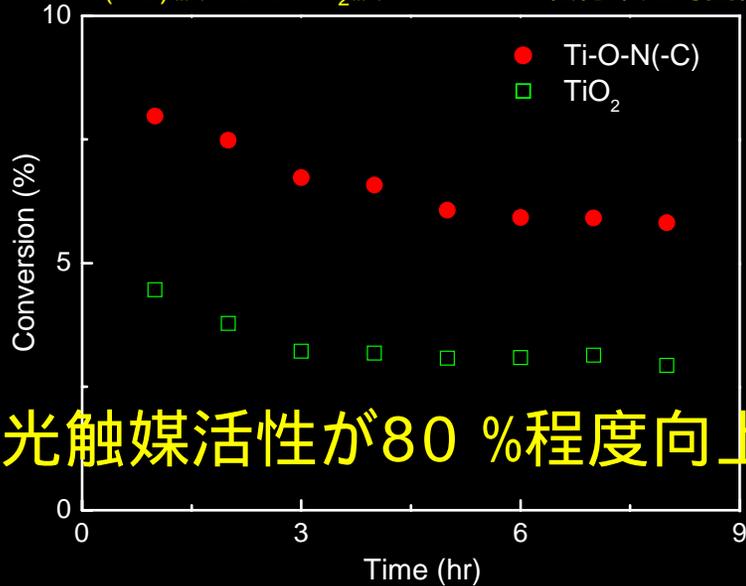


可視光応答性光触媒の誕生！

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

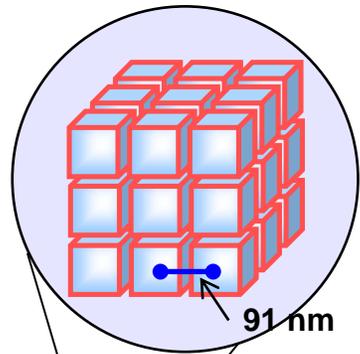


Ti-O-N(-C)膜およびTiO₂膜のエタノール転化率経時変化



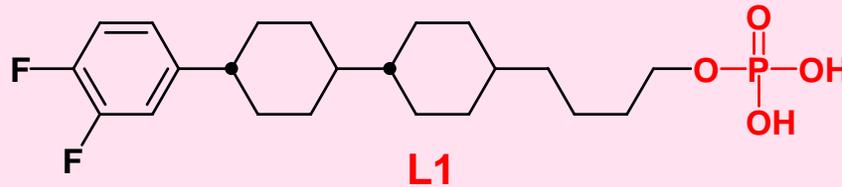
光触媒活性が80%程度向上

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



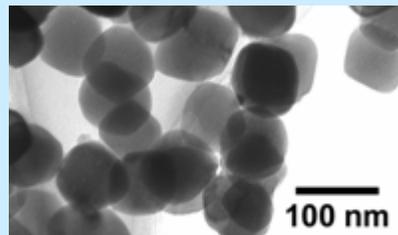
サーモトロピック
キュービック相

リン酸基を有する有機液晶性分子

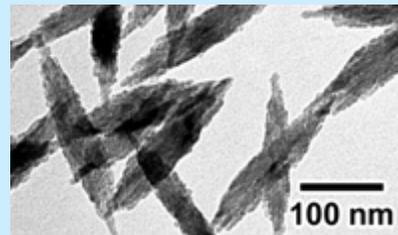


面特異的吸着によるハイブリッド化

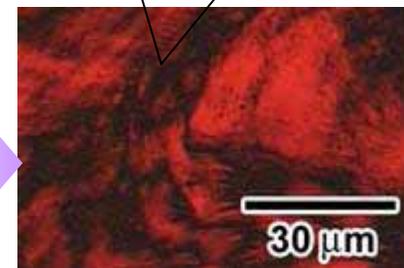
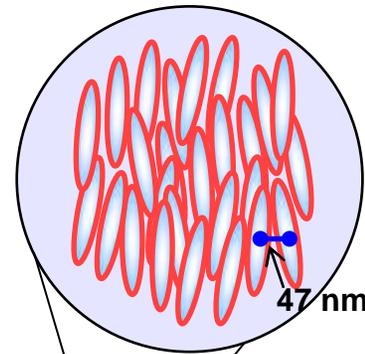
単分散 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 微粒子



H4



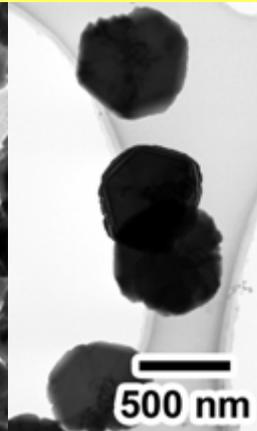
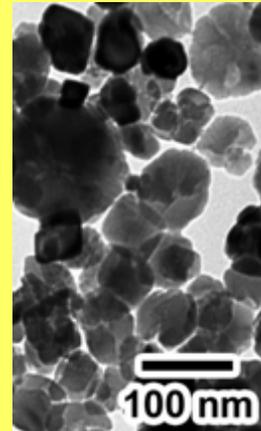
H2



サーモトロピック
ネマチック相

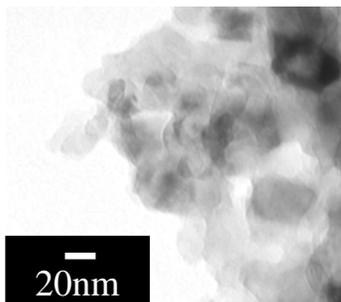
- 有機無機ハイブリッド液晶化の鍵 -

- 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

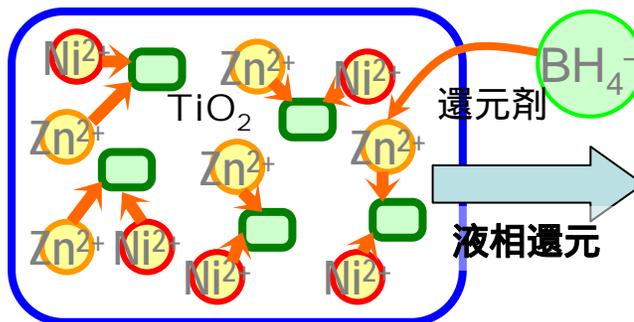


こういう
粒子は
ハイブ
リッド化
しない

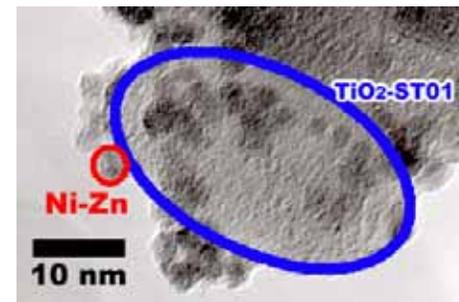
液相還元選択析出法によるNiZn-TiO₂ナノコンポジットの合成



酸化チタンST01



有機溶媒中、ST01上に選択吸着

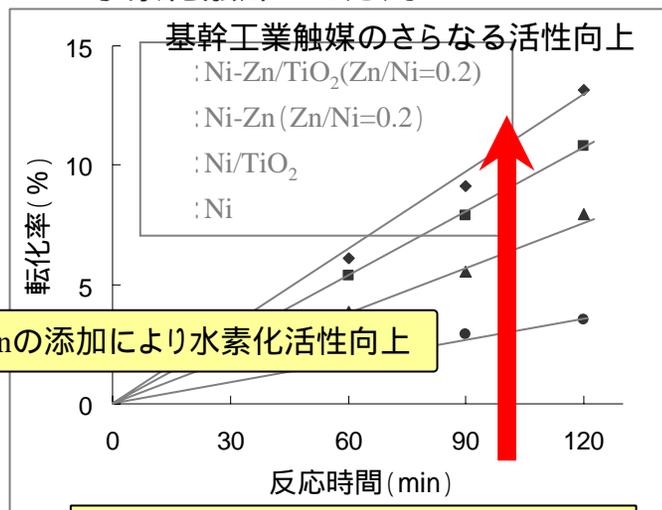


NiZn-TiO₂ナノコンポジット

NiZn複合ナノ粒子 + TiO₂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

TiO₂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(TiO₂)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~

SDA

Si source

Ti source



従来法



mix → gelation



mix →



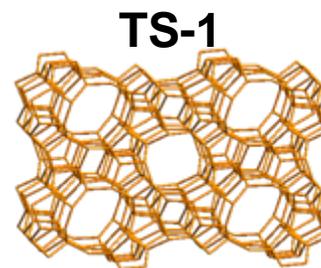
crystallization



filtration

dry

calcination



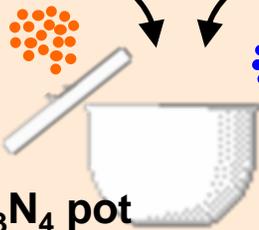
新手法 = メカノケミカル反応を利用

Ti source

Si source

TiO_2 powder

SiO_2 powder

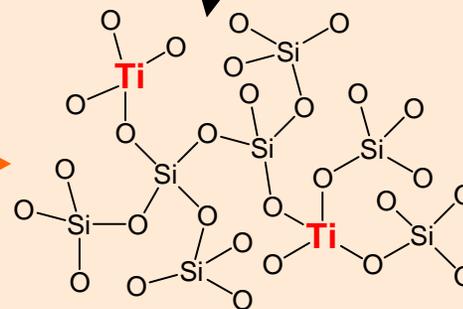


Si_3N_4 pot

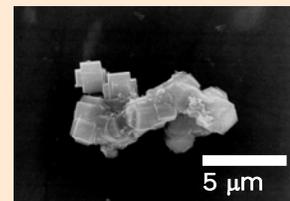
mix and grind

700 rpm, 36 h

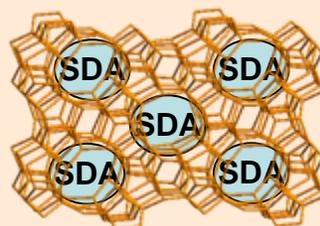
SDA



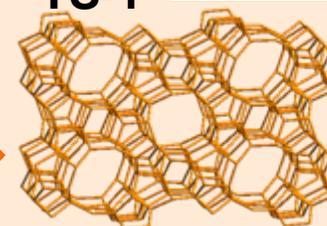
TS-1



crystallization



calcination





というわけで……
いらっしゃい!