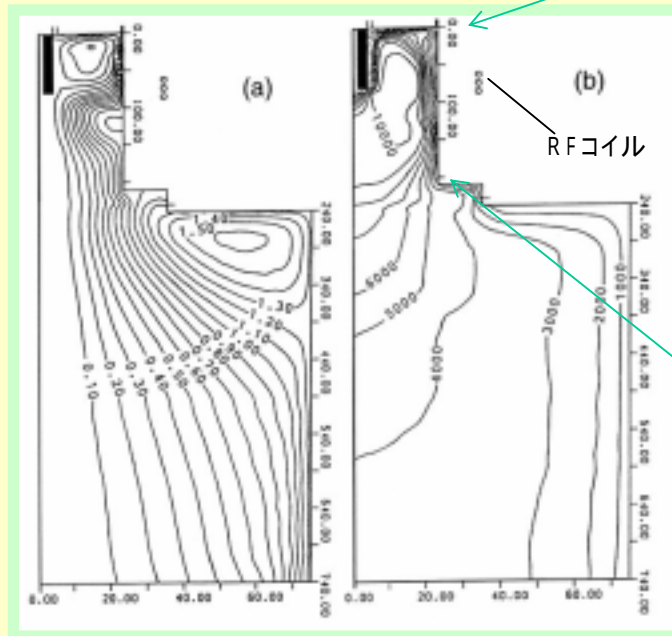


# 材料合成“化学反応場”としての熱プラズマ



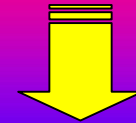
流線

温度分布



高周波熱プラズマ発生の様子

高温の利用



化学反応性の顕在化

高温熱源として利用されてきた熱プラズマから、Chemistryを取り出して材料プロセスに利用する。

- ✓ プラズマ発生法の高度化
- ✓ 反応場の探索

## 熱プラズマ(アーク放電プラズマ)の特徴

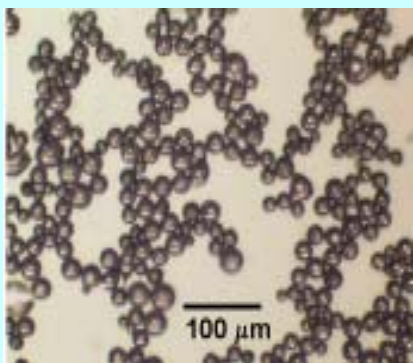
1. 10,000 ~ 15,000 Kの高温:  
大気圧付近の高い発生圧力: 平衡プラズマ ( $T_e/T_g \sim 1$ )、高濃度の活性化学種
2. 尾炎部の急冷プロセス:  $10^{4-6}$  K/s
3. 高周波誘導法は無電極放電: 酸化、還元、反応性といった、広い雰囲気制御が可能

# 材料合成 “ 化学反応場 ” としての熱プラズマ

## 化学反応性の顕在化



### 熱プラズマ中の球状化プロセス

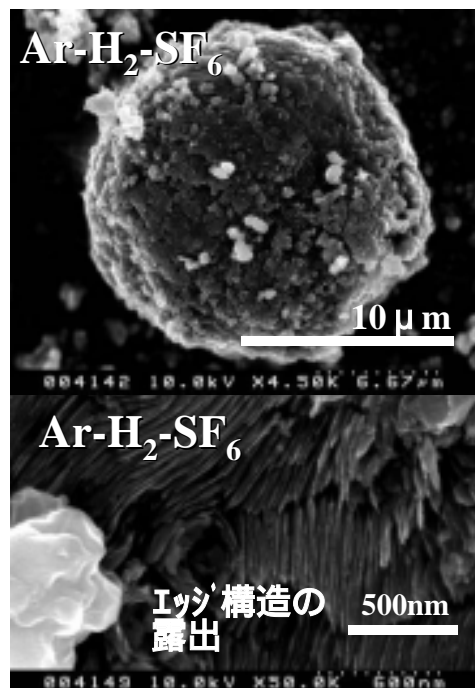


高周波熱プラズマ中で溶融、球状化した高融点炭化チタン粉末

[*J. Am. Ceram. Soc.*, 84, 1929(2001).]

参考: 工業的には 30kg/h (1ton/week) のタンゲステン粉末の球状化が可能。

### 炭素粉末の反応性熱プラズマ処理



グラファイト端面の露出、  
表面グラファイト構造の乱相化、  
表面官能基の導入

プラズマ処理によりリチウムイオン電池の  
充放電効率がアップ

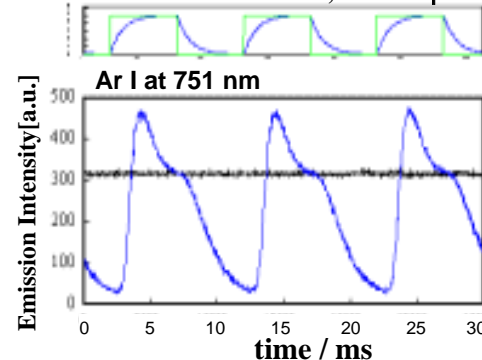
[*Carbon*, 42, 3229(2004) .]

### 化学反応場

熱プラズマの化学的側面を引き出す  
新しいプラズマ発生法の開発  
パルス変調 高周波熱プラズマ

#### Switching signal

Time constant, : 940 μs.



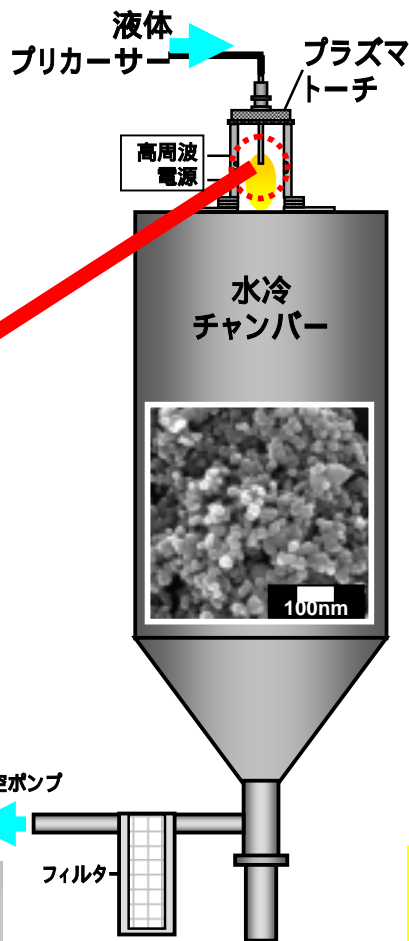
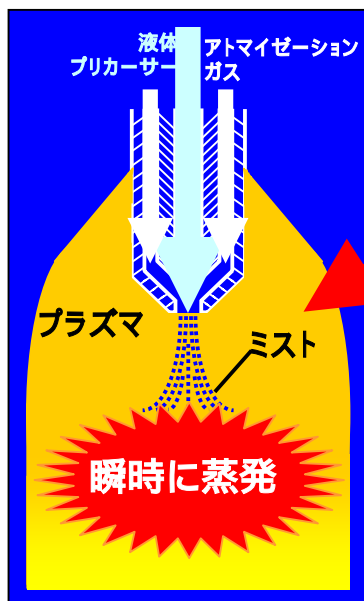
スイッチングシグナルに対応したプラズマの応答

水素ドーピングによる酸化亜鉛の  
UV発光効率の増大

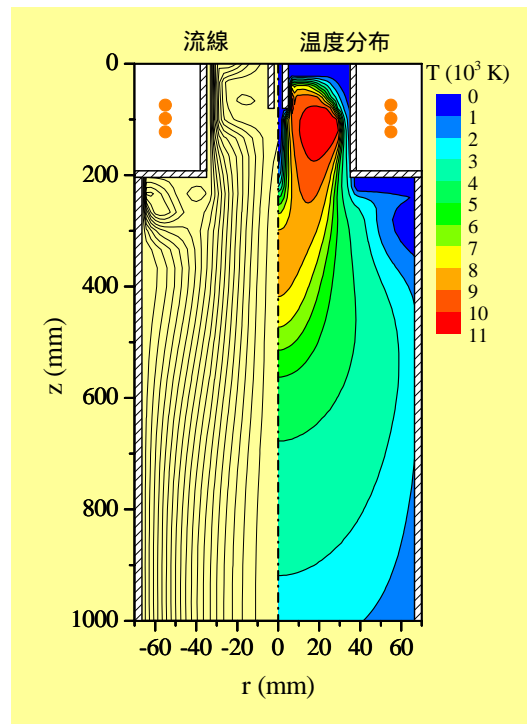
[*Appl. Phys. Lett.*, 71, 3787(1997);  
*ibid.*, 80, 2869(2002).]

# 高度制御反応性プラズマプロセスによる 高機能ナノ粒子の創製

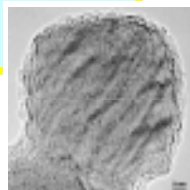
ミスト噴霧分解法による  
ナノ粒子合成



数値解析法による  
反応装置・プロセス条件の  
最適化



- 利 点**
- // 高い気相過飽和状態
  - // 精密な化学組成制御
  - // 非平衡組成の導入



高濃度FeドーピングTiO<sub>2</sub>ナノ粒子  
(Fe/Ti=0.2)

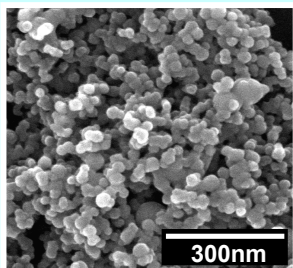
// 急冷条件の最適化、半径方向に平坦な  
温度・流れ分布



// 粒子サイズの制御、シャープな粒度分布

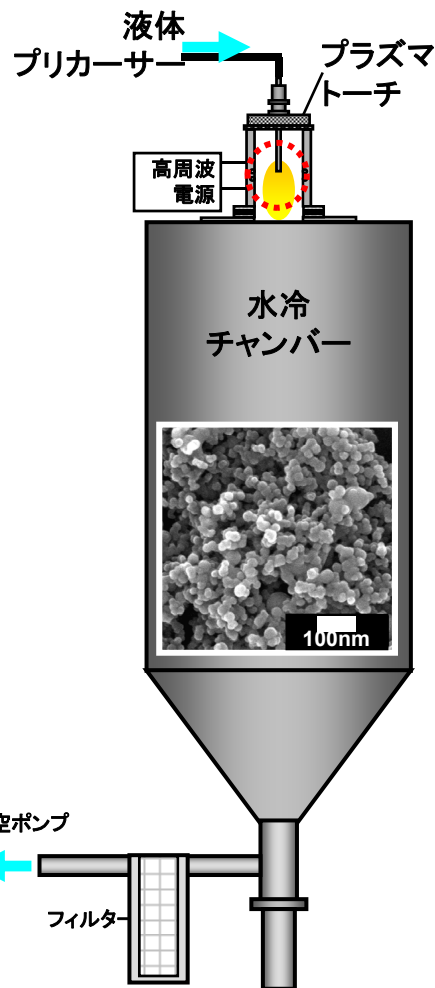
# プラズマ合成機能性酸化チタンノ粒子の完全分散構造体への応用

## ナノ粒子合成と高機能性の付与

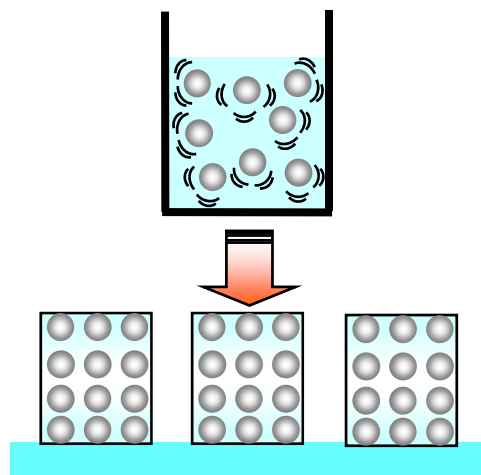


高機能ナノ粒子  
紫外発光体  
近赤外発光体  
磁性体  
誘電体

プラズマプロセスを利用することで、ナノ粒子の非平衡化学組成、均質サイズを持った単分散・高機能ナノ粒子を合成する。



## ナノ粒子表面・分散制御



ナノ粒子の表面修飾、溶媒中の分散制御を行って、ナノ粒子高度分散構造体を形成する。

## ナノ粒子高度分散構造体の作製とその応用

ナノスケール電極    プラスチックレンズ    生体中患部標識粒子    不可視暗号コード  
電磁波吸収体    発光デバイス    ランプ封止用樹脂