

研究紹介

東北大学大学院工学研究科
応用化学専攻
分子システム化学講座
極限材料創製化学分野
滝澤研究室

教授 滝澤博胤

准教授 林 大和

助教 福島 潤

研究概要

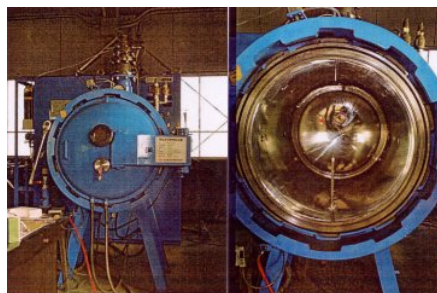
- * 極限反応場を利用した
新しい材料の創製・新規材料プロセッシングの構築
- * 極限反応場とは、化学反応において非平衡・非線形な応答を示す反応場と定義しており、以下のエネルギーを主軸とした材料・プロセッシング開発を推進
 1. マイクロ波
 2. 超高压
 3. 超音波

マイクロ波合成

- * マイクロ波をセラミックスに照射すると、マイクロ波の交番電磁界と物体の直接的な相互作用により物質が加熱され、急速に焼結(物質の拡散)が進行し、同時に熱的に非平衡と、また電磁界による影響により、様々な現象が起こる

これまでにアモルファス酸化物磁性体や金属窒化物の合成、格子欠陥の導入による新たな物性発現等の発見

新材料合成への展開を目指した、触媒材料、エネルギー変換材料、磁性材料、ナノ・メゾ構造体等の材料合成に関する研究



28 GHzマイクロ波照射装置



2.45 GHz電磁界集中型
マイクロ波照射装置



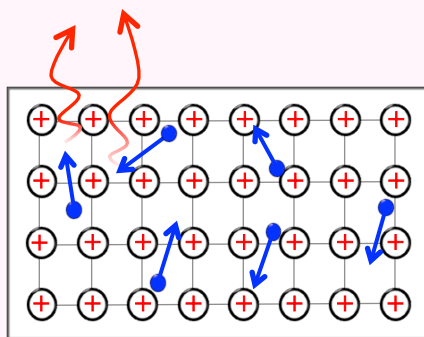
2.45 GHzマイクロ波照射装置

材料合成におけるマイクロ波プロセスの特徴

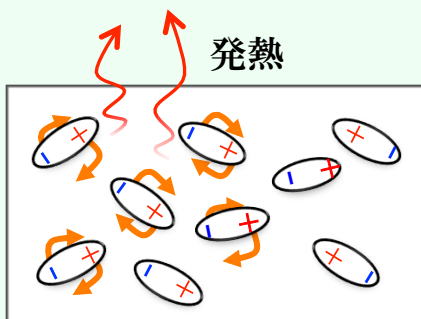
熱的效果

自己発熱

ジュール損失



誘電損失



磁気ヒステリシス損失

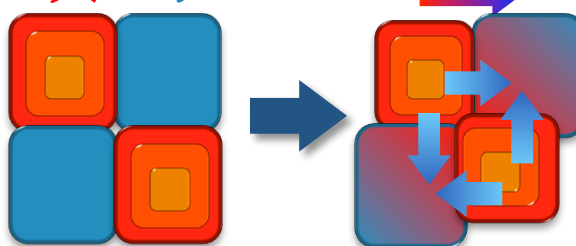
- ヒステリシス
- 渦電流
- 磁気共鳴

急速加熱

選択加熱

マイクロ波吸収特性

大 小



温度勾配

非熱的效果

格子欠陥の生成、固相拡散促進効果

特異的な反応場

= 熱的・非熱的效果



- 反応速度・収率の向上
- 非平衡物質の創製

超高压合成

- * 大容量超高压発生装置であるベルト型装置を用い、高温高压環境下 ($\sim 8 \text{ GPa}$, $\sim 2000^\circ\text{C}$) での無機材料の合成
- * 高压下では原子間距離の縮小や構成原子の圧縮率の違いに伴う原子配列の変化 (相転移) が起こり、常圧下では生成しない高密度相が生成

様々な元素の組み合わせを
検討することにより、

- ・導電性材料・磁性材料
- ・イオン伝導体・ワイドギャップ半導体等

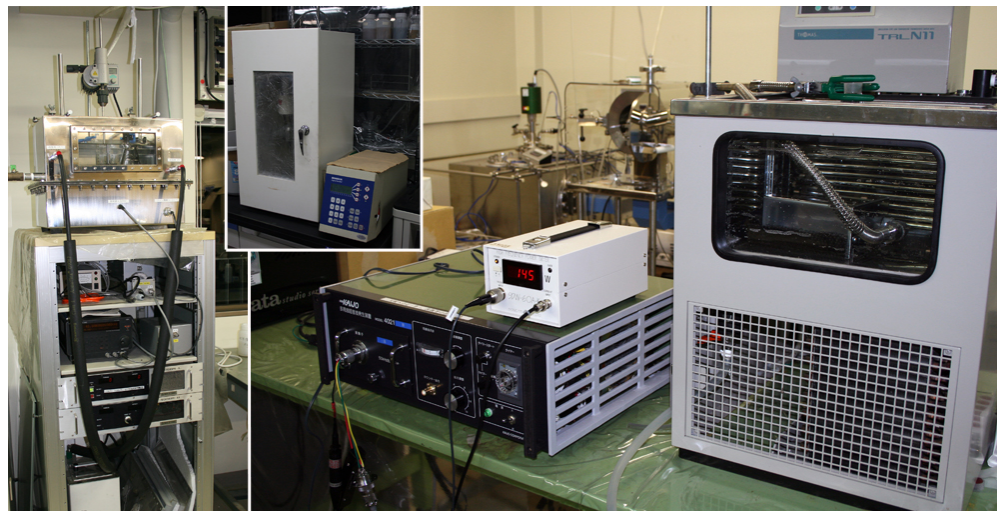
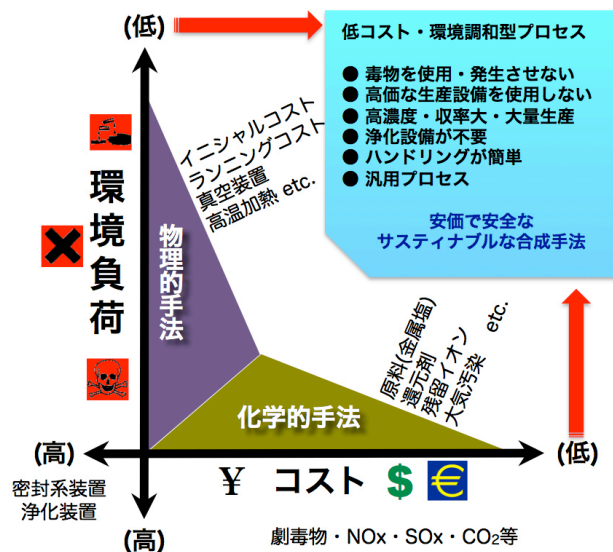
の新物質の創製



ベルト型超高压発生装置

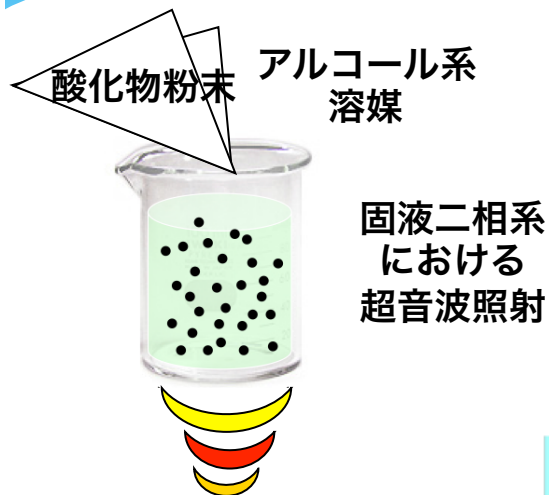
超音波合成

- * 超音波によって発生するキャビテーション(泡)は、局所的に高温・高圧のホットスポットを形成し、化学的・物理的現象において非線形的・カオス的な作用を示す。この現象・作用を利用した、低コストと低環境負荷を同時に実現する新規ナノ材料やそのプロセス開発を中心にした研究開発



各種超音波装置

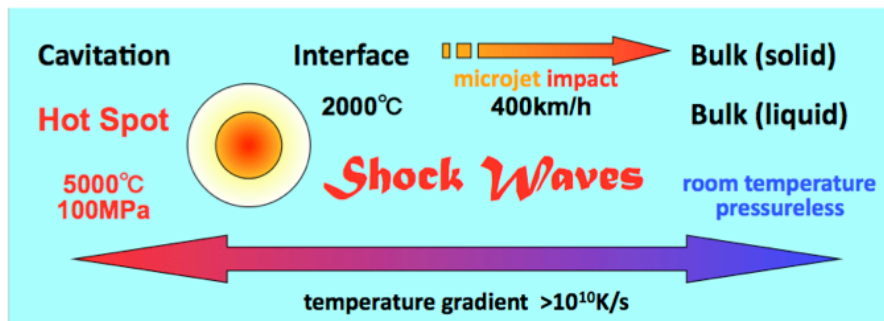
固液系超音波材料合成プロセスの特徴



- ・キャビテーションの圧壊時にホットスポットを形成
- ・5000℃、数百気圧の場を局所的（ミクロ的）に形成
- ・キャビテーションはミクロンサイズ、マイクロ秒で生成消滅
- ・系（マクロ的）としては常温・常圧
- ・キャビティと外部バルクで実現する冷却速度は $10^9 \sim 10^{10} \text{K/s}$

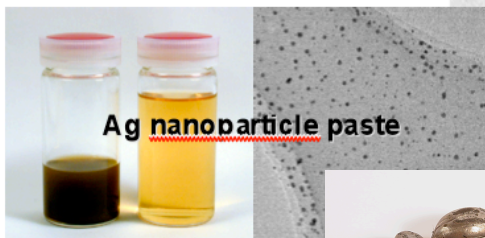
物理的效果

液中の疎密波
ホットスポット
局所・高温・高圧
圧壊・衝撃波 攪拌
等...



Application

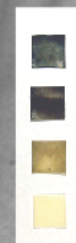
Electronics



Catalysis



Ag/Natural rubber



Medicine

化学的效果

ラジカルの発生
熱分解 等...
→ソノケミカルの領域

固液系金属ナノ粒子合成

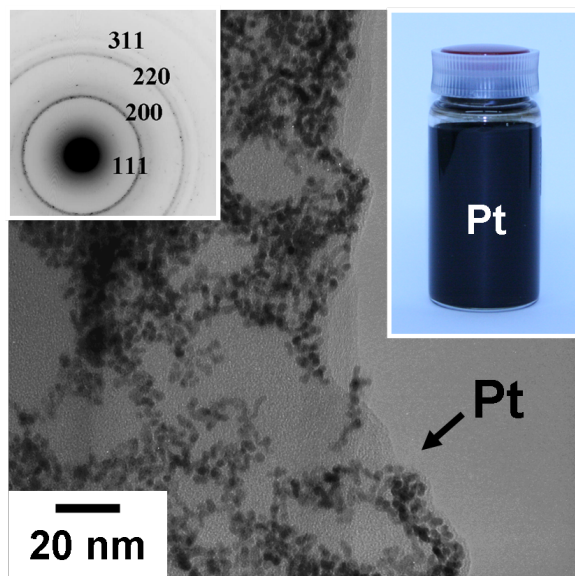
(超音波・マイクロ波合成)

酸化物を原料に高濃度(数十倍)で合成(1mol/L)

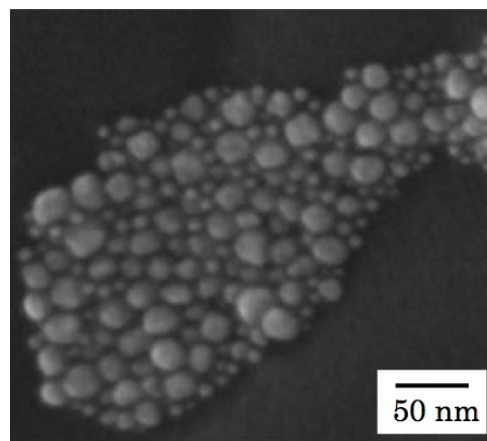
(廃棄物レス・分散剤レス・低価格化)

白金・金・銀・パラジウムナノ粒子・銅ナノ粒子

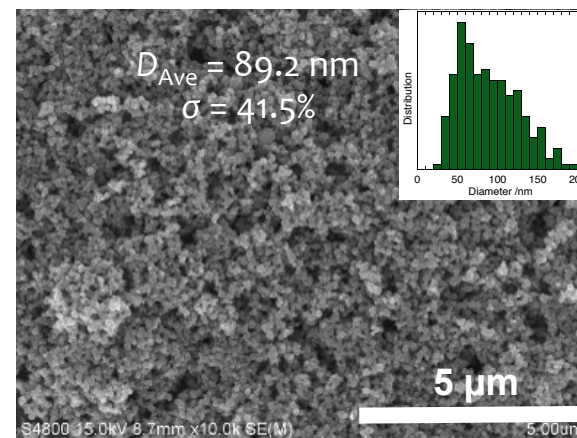
(エレクトロニクス低温実装用・触媒用)



Ptナノ粒子



Agナノ粒子



Cuナノ粒子