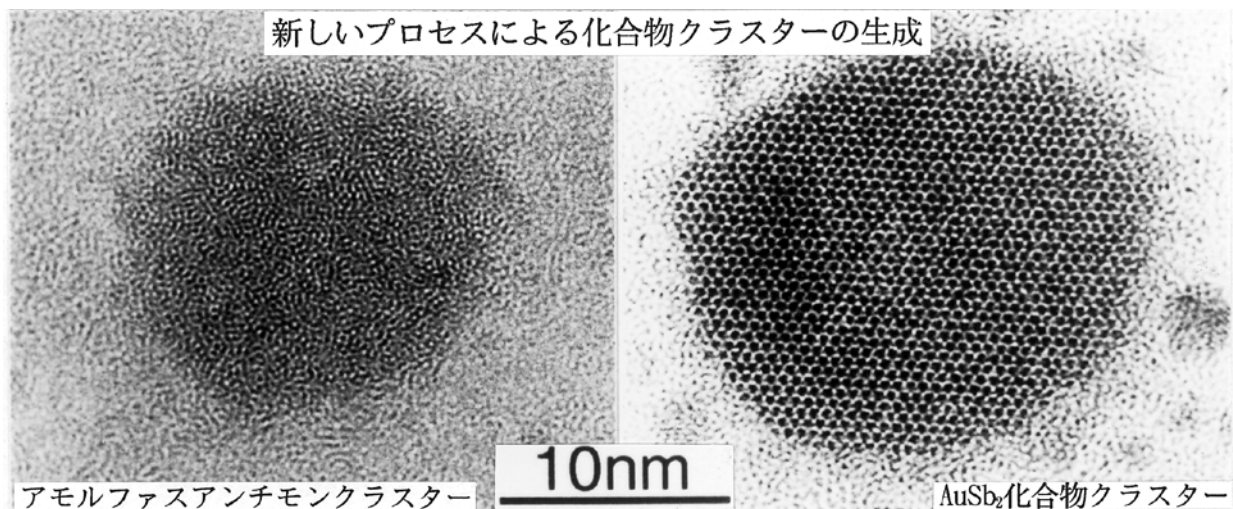


Materials Synthesis with Atom Clusters 原子クラスターによる新物質創製

プロジェクトリーダー 森 博太郎

大阪大学

超高压電子顕微鏡センター 教授



1. 研究の目的

原子が数千から数万個程度集合した物質、原子クラスターは、ここ十数年の間に急速に注目されるに至りましたが、その理由として、この時期に新しい原子尺度顕微鏡関連の技術が急速に発展し、ナノサイズの物質の作製・評価技術に長足の進歩があったこと、VLSIに代表される実用電子デバイスの世界に微細化の波が押し寄せ、ナノサイズ物質の物性理解と物性制御が現実問題として重要になったこと、さらに原子クラスターに新たな物性発現の可能性が秘められていることを示す事実が積み重なったことを挙げるすることができます。

また最近、物質の性質を決定する最小単位は単一の原子ではなく、原子の集合体、すなわち原子クラスターであることが明らかにされつつあり、原子クラスターの研究が材料科学の新しいパラダイムとして注目されています。原子クラスターには確かにクラスターならではの固有の構造、反応性、物性があることが次第に明らかにされています。

本プロジェクトは、原子クラスターの新しい生成プロセスの開発とそこで作製された原子クラスターの原子構造、化学組成、化学結合と発現する物性との関係を定量的に解明することから始め、それらを制御する新しいテクノロジーを開拓して、21世紀に向けて必要とされる新しい光デバイス、電子デバイスさらには新規機能が期待される人工クラスター物質の開発に繋ぐことを目指しています。



2. 研究の内容

固体または液体中に埋め込まれた原子クラスターと、基板上に保持された孤立した原子クラスターを調製するための研究を推進しています。クラスターを固体中に埋め込むためのスパッタリング法や電子照射効果を利用する手法、液体中に埋め込むための電気化学的手法、また基板上に保持された原子クラスターを生成するための新しい手法についての研究を行っています。こうしたプロセス自身の機構究明から生成された原子クラスターの光学特性、電気的特性、光化学特性等の物性までを扱い、原子クラスター生成の基本原理の確立とその応用分野の開拓を目標として次のような研究を進めています。

(1) 新しい原子クラスターの生成プロセスの開発

物質のサイズ効果を用いて、熱化学反応によらずに低温で合金や化合物をつくる方法が見いだされています。この方法は、物質を数ナノメートル程度の大きさにすると、外部から熱を加えずとも物質が自発的に混合することを利用するもので、原子クラスターに固有の一種の材料合成反応とも言うべきものです。また、この方法では、バルクの状態では互いに混ざらない異種物質を混合できるほか、溶解度を著しく増大させる効果も見いだされています。こうした効果を利用して、新たな物質生成プロセスの開発を行っています。

(2) 電子照射効果を利用した固体内クラスター生成プロセスの開発

メガ電子ボルトの高エネルギー電子を化合物あるいは多層膜試料に照射すると、物質内部に埋め込まれた原子クラスターを生成することができます。この研究では、電子ビームを走査することによって固体内部の微小領域に選択的に原子クラスターをパターン形成して作製することを試んでいます。

(3) 半導体クラスターの発光特性の高効率化

スパッタリング法によって薄膜マトリックス中に半導体クラスターと希土類元素を同時に埋め込むことによって、原子クラスターにおける発光の高効率化を目指す研究を行っています。また、同じスパッタリング法を用いて銀クラスターの分散したアモルファス酸化珪素膜を作製し、その特異な電気特性を調べる研究も進めています。

(4) 地球環境浄化を目指す省エネルギープロセスの開発

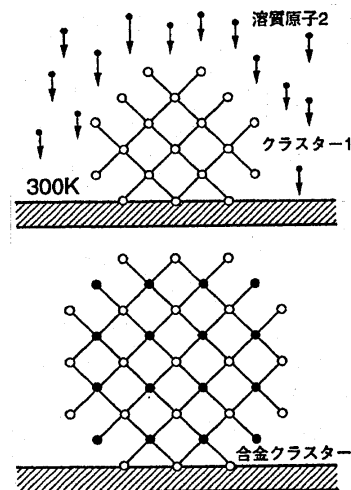
電磁波（光、マイクロ波）を吸収し、物質の化学変換を常温・常圧で進行させる原子クラスターを創製しています。これを用いてダイオキシンやトリクロロエチレンなど、地球環境汚染物質を分解・無毒化する省エネルギープロセスを開発中です。

3. 研究の体制

期 間:1996年10月～2001年3月

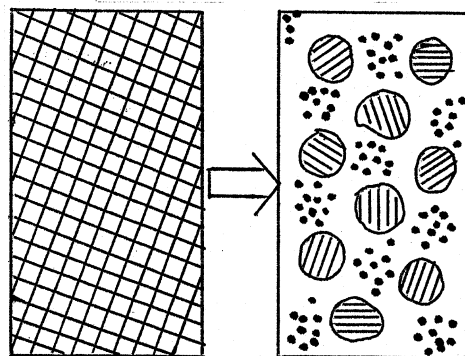
構 成:プロジェクトリーダー1名、コア・メンバー2名、研究協力者10名（内日本学術振興会リサーチ・アソシエイト3名）で構成されています。

実施場所:主拠点は大阪大学ですが、神戸大学と連携を取って研究を進めています。

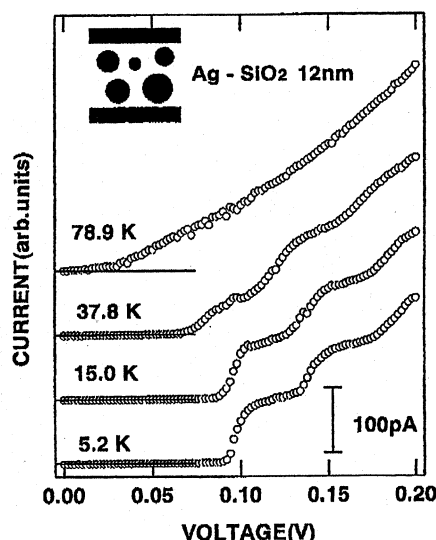


新しい原子クラスター生成プロセス

MeV電子照射



電子照射効果による固体内クラスター生成プロセス



酸化珪素中に埋め込まれた銀クラスターのクローンブロック現象