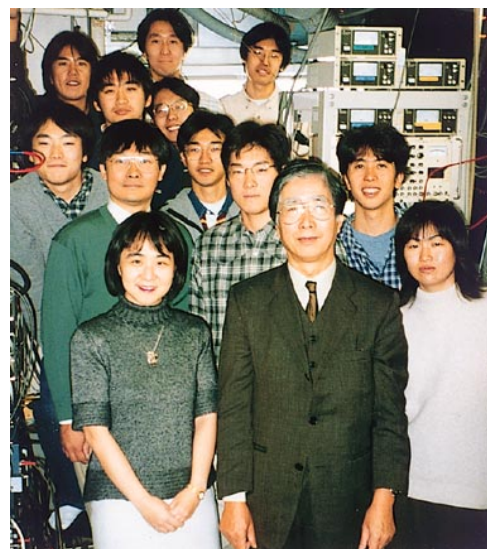
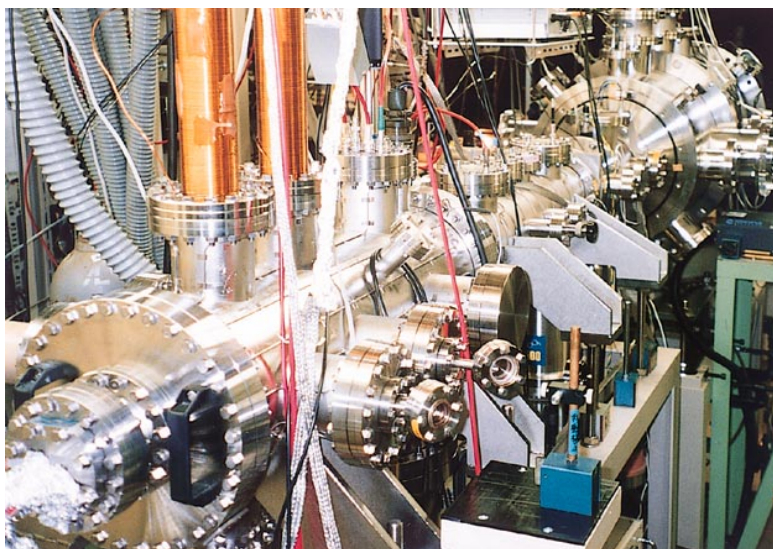


Development of sub-nanosized aggregates having novel optical properties 新奇な光物性をもつサブナノ集合体の開発

プロジェクトリーダー 中 嶋 敦

慶應義塾大学 理工学部 助教授

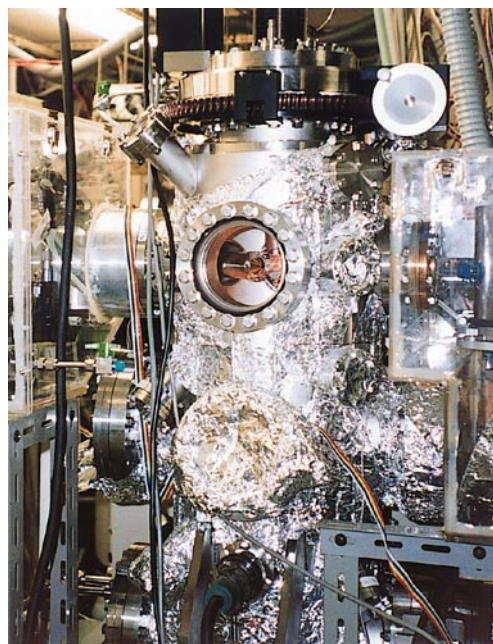


1. 研究の目的

21世紀は光の世紀とも呼ばれている。光ファイバーによる情報通信、光エネルギーの効率よい利用など、レーザーを含めた光デバイスの開発の重要性は説明の必要もない。一方、これらのデバイスのミクロ化が急速に進み、ナノメートルスケールのオプトエレクトロニクス素子の開発研究が世界的に進行している。それらの研究対象の大半は、大きさが数ナノメートル以上（原子数1,000以上）である。本研究では、集合数にして100個程度までの原子・分子のサブナノ集合体に注目して、いくつかの新奇なサブナノ少数集合体をレーザースパッタリングなどにより構築し、それらのもつ新奇な光物性をさまざまな光科学の手法を用い解明し、次世代の光科学の基盤とすることを目的とする。本研究は、レーザー化学、クラスター化学の分野での研究を統合して、サブナノサイズ領域での新しい光科学、光物質科学を推進するという特色があり、本研究では、本申請人などが従来から推進してきた、原子・分子の集合系の研究を踏まえて、以下の3つのテーマをこの5年間に遂行する。

- (1) サブナノ半導体発光素子の発光機構とその応用
- (2) 新奇な有機金属クラスター分子の創製
- (3) 水素結合を介した超分子ネットワークの秩序化と光スイッチング

本研究は、サブナノサイズの集合体を対象とした新しい光科学であり、理学と工学の分野の協力が求められる。



2. 研究の内容

本研究ではナノメートル程度あるいはそれ以下の大きさをもつ原子・分子の集合体の新奇な構造と光物性を探索し、ナノ工学の実現が期待される21世紀の光科学の基盤を構築することを目指して、以下の3つの研究主題を推進している。

提案1 サブナノ半導体発光素子の発光機構

従来、半導体の発光素子は化合物半導体が利用されているが、これはシリコンなどの半導体14族元素が、間接半導体であり、発光効率が低いためである。近年、14族元素のナノメートルサイズのクラスターでは、量子サイズ効果によって効率よく可視発光するとの期待から研究がなされているが、いまだにその結論は得られていない。本研究では、サイズを規定した14族元素クラスターあるいはその酸化物を気体として生成させ、それらの発光特性を調べ、さらに、それを固体表面に固定して発光素子としての機能を発揮させようというものである。この成果は、オプトエレクトロニクスの技術発展に大きなインパクトを与えると考えている。

提案2 有機金属クラスター

遷移金属、希土類金属と有機分子とから構成される有機金属化合物の研究は、化学の研究の大きな柱の一つである。本提案では、金属原子と芳香族化合物あるいはフルーレンなどを気体条件下で溶媒の影響なしに混合させ、複数の金属原子と複数の有機分子とによって、今までに例のない、一次元・多層サンドイッチ構造などの有機金属クラスターを生成させる。これらの一次元構造に特徴的なことは、多層構造の層数によって波長選択的に光吸収できる系である点にある。金属および有機分子の種類、およびその混合比、クラスターサイズなどの調節によって、波長、応答時間が可変となり、光エレクトロニクスのナノ素子、ナノ触媒として大きな期待が寄せられる。

提案3 水素結合を介した超分子ネットワーク

水素結合によって2重らせん構造をとるDNAの例からも明らかのように、分子が集合してある程度の大きさになると、全体の協同作用によって秩序のある構造をもつようになる。金属原子では数千個程度集まると固体類似の結晶構造や擬似結晶になることが知られている。本提案は、バルク結晶ではらせん構造をもつフェノール分子などを1個、2個と集積させ、どの程度のサイズで秩序あるらせん構造が出現するかを、そしてこの秩序ある構造で、光励起されたエネルギーの伝搬を追跡する。この系に期待されるプロセスとして、一旦1つの水素結合でプロトンが移動すると、それがナダレ現象的に全体にひろまる、いわばナダレプロトンスイッチ現象を解明し、この制御的誘導により、超分子光スイッチング素子の可能性を検証する。

第1の提案は実用光素子のミクロな解明に立脚した開発研究である。第2の提案は大きな可能性を秘めた有機金属化合物の分野に新奇な構造の分子を導入し、その光物性を明らかにするという、基礎と応用の接点が必要な研究である。第3の提案は、次世代の分子科学へと発展する基礎研究であり、今後の応用研究が基礎研究なしには進展しえないことをこの研究によって示したい。

3. 研究の体制

期 間：1998年6月～2003年3月

構 成：プロジェクトリーダー：中嶋 敦（慶大理工）

コメンター：茅幸二（分子研）、三上直彦（東北大理）、

林真至（神戸大理）

研究協力者：4名（内ポスドク1名）

実施場所：慶應義塾大学理工学部 横浜市港北区日吉3-14-1



Sandwich Rice-Ball

図1. 前期遷移金属-ベンゼンの sandwich 構造と後期遷移金属-ベンゼンの rice-ball 構造

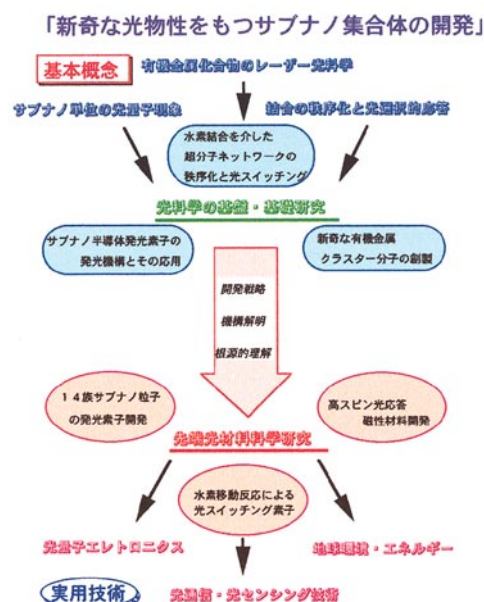


図2. 研究の概念図