

様々なプロセスを活用した無機蛍光粉末材料の合成とその応用

Preparation of Inorganic Fluorescent Powders via Various Synthetic Processes and Their Applications

広島大院先進理工 °片桐 清文

Hiroshima Univ., °Kiyofumi Katagiri

E-mail: kktgr@hiroshima-u.ac.jp

蛍光特性を発現する固体材料は、色素やタンパク質などの有機系と錯体やセラミックスなどの無機系に大別される。このうちセラミックス系無機蛍光体は、構造が堅牢で耐熱性も高く、長時間使用しても蛍光特性の劣化が少ないなどの点で有機系蛍光体と比べて利点があり、様々な分野で利用されている。しかし、一般的な合成法である固相法ではナノ～サブミクロンサイズの粉末としての合成は必ずしも容易ではなく、また組成や表面物性の制御にも課題がある。応用展開を見据えれば、組成、サイズ、表面物性の制御は極めて重要であり、それを可能とするセラミックス系無機蛍光粉末材料の新規合成法の開発が期待されている。本講演では、複合アニオン系蛍光体としての希土類オキシカルボジイミドの新規合成法とその蛍光特性、有機修飾アップコンバージョン蛍光ナノ粒子の液相合成とハイブリッド化によるバイオ応用展開の2つのトピックについて紹介し、それぞれにおける将来的な放射線関連分野への展開の可能性についても議論したい。

1つ目のトピックでは RE_2O_2X (RE = 希土類, X = S, Se, Te など) で表される希土類系複合アニオン化合物に注目した。この材料は蛍光体のマトリクスとして優れた特性を有し、例えば $Gd_2O_2S:Pr^{3+}$ はセラミックスシンチレータとして X 線 CT などにも広く活用されている。ここで、カルボジイミドイオン (NCN^{2-}) は擬カルコゲナイドイオンとして知られ、 RE_2O_2NCN は RE_2O_2S と類似した結晶構造をとる。 NCN^{2-} はカルボジイミドとシアナミドの互変異性など S^{2-} などの単原子アニオンには無い特性があることから RE_2O_2NCN は新しい蛍光体マトリクスとして期待できる。しかし、その合成は、通常は毒性の高いアンモニアガスが必要であり検討が十分には進んでいない。そこで安全かつ安価な尿素を用いた合成法を新たに開発し、得られた材料の蛍光特性の評価を行った。

2 つ目のトピックではナノ粒子の蛍光体に着目した。通常、バルク体で合成したセラミックス蛍光体を粉砕してもサブミクロンサイズにするのが限界であり、かつ粉砕した試料の蛍光特性は欠陥の生成によって著しく低下してしまう。ここで、ボトムアップの手法として液相プロセスを活用すると 100 nm 以下のサイズでかつ高い蛍光特性を有するナノ粒子として合成できる。特にオレイン酸など有機物で粒子表面を修飾すると凝集することなく溶媒に分散するナノ粒子が合成できる。 $NaYF_4:Er^{3+}/Yb^{3+}$ は近赤外光によって励起し可視光発光するアップコンバージョン蛍光を示す。ここでは $NaYF_4:Er^{3+}/Yb^{3+}$ を有機修飾ナノ粒子として液相法での合成を行い、さらに脂質分子とフラーレンとハイブリッド化した材料を調製した。この材料は水に分散可能で、蛍光ナノ粒子とフラーレン間の励起エネルギー移動により近赤外光照射によって一重項酸素が発生する機能が発現した。この材料は近赤外光線力学療法への応用が期待できるが、これと同様のコンセプトを放射線で発光するナノ粒子シンチレータに適用すれば、X 線誘導光線力学療法への展開も可能になると考えられる。

