

第65回日本学生科学賞 最終審査進出研究作品概要

HC022CE	高校	化学	埼玉県
学校名	埼玉県立熊谷西高等学校		
研究作品タイトル	硫化亜鉛ナノ粒子の発光特性		
研究者氏名 (共同の場合はグループ)	渡辺 悠里、木村 公祐、佐野 心咲、樋口 稜岳		
指導教諭氏名	柿沼 孝司		

【動機】

LEDの発光材料はレアメタルを使うことで赤や青など様々な色表現を可能にしている。しかし、レアメタルは貴重であり、埋蔵量に限りがある。また、発光材料の発光スペクトルは、LEDのような電荷注入でも、紫外線などの光励起でも基本的には同様となる。そこで、私達は硫化亜鉛をナノ粒子化させ量子サイズ効果を利用することで、レアメタルを用いずに同一物質から多色発光を示したいと考えた。

【方法】

ナノ粒子化を簡便に実現するため、逆ミセル法を用いた。疎水性溶媒であるヘプタンと界面活性剤、水を混合、攪拌して逆ミセルを形成した。界面活性剤にかさ高いジ(2-エチルヘキシル)スルホコはく酸ナトリウム(NaAOT)を用いることで、ナノ粒子の逆ミセルを生成できる。酒石酸KNaでキレートした銅()イオンと亜鉛イオンを導入し、安定度定数の差から、銅()イオンを取り込んだ硫化亜鉛ナノ粒子を生成可能とした。

【結果】

界面活性剤の増加に伴い、発光ピークが短波長へ移動した。57nm粒子分布から硫化亜鉛ナノ粒子を生成できた。キレート無しでは硫化亜鉛を生成せず、サリチル酸NaではCu²⁺ による発光は見られず、酒石酸KNaではCu²⁺ を取り込んだ発光を確認した。x = [Zn²⁺]/[S²⁻]=2、4では417nm付近にS²⁻ 空位からの発光が増加した。y = [Cu²⁺]/[Zn²⁺] = 0でもS²⁻ 空位からの発光が見られ、y=6.7 × 10⁻³にて最もS²⁻ 空位からCu²⁺ への発光量が最大となった。

【まとめ】

酒石酸イオンのようにCu²⁺ とZn²⁺ に対する安定度定数の差が小さいキレートを用いると、硫化亜鉛ナノ粒子へのCu²⁺ 取り込みに成功した。[Zn²⁺] > [S²⁻]の差が大きくなるほどS²⁻ 空位の発光量は増加した。Zn²⁺ に対するCu²⁺ の量を増やしたところ、[Cu²⁺]/[Zn²⁺]=6.7 × 10⁻³にてS²⁻ 空位からCu²⁺ への発光量が最大となり、Cu²⁺ 量をさらに増やすと発光量は減少した。Zn²⁺ がCu²⁺ に置換され結晶が歪み、熱失活した。

【展望】

界面活性剤量によるナノ粒子化による発光の短波長化、ナノ粒子における $[Zn^{2+}] > [S^{2-}]$ における S^{2-} 空位から価電子帯への発光と S^{2-} 空位から Cu^{2+} への発光を組み合わせることで、銅()イオンを取り込んだ硫化亜鉛ナノ粒子からレアメタルを用いずに多色発光を実現できる。