高分子フォトニック結晶を用いる核種分析法の開発

(1) ランタノイド分析用 Core/Shell フォトニック結晶の創製

Development of novel analytical device of radionuclides using photonic crystal polymer

(1) Creation of Core/Shell photonic crystal for lanthanide sensing

*シン ジン¹, 佐賀 要¹, 塚原 剛彦¹

¹東京工業大学先導原子力研究所

コロイダルナノ粒子とイミダゾール官能基を含有する感応性ポリマーから成る Core-shell 型の高分子フォトニック結晶を用い、ランタノイドイオン分析を可能とする迅速・簡便な分析法を開発し、その特性を評価した。

キーワード：フォトニック結晶、高分子ゲル、放射性核種分析

1. 緒言

東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置に伴い発生する放射性廃棄物の分析は、廃棄物を安全かつ合理的に処理処分する見通しを得るうえで不可欠となっている。現状、ICP-MS や放射線スペクトロメトリ等が用いられるが、難分析核種（や 放出核種）においては、長時間で複雑な分析作業が必要で、二次廃液量も増大するという課題がある。一方、我々のグループでは、フォトニック結晶と金属イオン選択性高分子ゲルを組み合わせた新しい金属イオン分析法を開発してきた。ナノ粒子の規則的な配列から成るフォトニック結晶は特定波長のみ反射するという光学特性を有しており、金属イオン吸着に伴う高分子ゲルの膨潤・収縮に応じて色変化として検出できる。本研究では、この高分子フォトニック結晶の感度向上をめざし、ナノ粒子 1 つ 1 つを高分子ゲル膜で被覆した Core/Shell 粒子を用いた高分子フォトニック結晶を創製すると共に、そのランタノイドセンシング機能を評価することを目的とした。

2. 実験

超純水にスチレンモノマー、N-isopropylacrylamide(NIPAAm)モノマー、1-ビニルイミダゾール(VI)、N,N'-メチレンビスアクリルアミド(架橋剤)、ペルオキソ二硫酸アンモニウム(開始剤)を溶解させ、Ar 雰囲気下でエマルジョン重合した後、透析によって目的の Core/Shell 粒子懸濁液を得た。粒子懸濁液を親水/疎水処理したガラス基板上に滴下し緩やかに蒸発させることで Core/Shell フォトニック結晶を作製した。

3. 結果・考察

精製した Core/Shell 粒子を動的光散乱法(DLS)によって粒度分布を確認した。さらに、作製したフォトニック結晶を原子間力顕微鏡によって形状観察を行った。その結果、粒子のサイズは 240~320nm であり、規則的に配列していることが分かった。フォトニック結晶の反射光スペクトルを UV-Vis 反射光プローブを用いて測定したところ、400 ~ 430nm 付近に反射光ピークを確認できた。また、このフォトニック結晶に La(NO₃)₃, Sm(NO₃)₃, Lu(NO₃)₃ 水溶液をそれぞれ接触させたところ、それぞれ異なる色を呈することを確認した。

VI 共重合 Core/Shell 粒子を用いて作製したフォトニック結晶は、ランタノイドセンシングに適応可能であることを示唆する結果を得たと言える。

*Chen Shen¹, Kaname SAGA¹, Takehiko Tsukahara¹

¹Tokyo Tech. Institute of Innovative Research. LANE