

高分子フォトニック結晶を用いる核種分析法の開発

(2) オンチップ型アニオン分析への適応性検討

Development of novel analytical device of radionuclides using photonic crystal polymer

(2) Feasibility study for realizing on-chip anion analysis

*佐賀 要¹, Frederik H. Kriel², Craig Priest², 塚原 剛彦¹

¹東京工業大学先導原子力研究所, ²Future Industries Institute, University of South Australia

高分子フォトニック結晶をマイクロ流路に集積化したアニオン分析デバイスを開発し、無機イオンの種類・濃度に応じた構造色の変化から比色分析へ適用できることを明らかにした。

キーワード：フォトニック結晶、マイクロ化学チップ、放射性核種分析

1. 緒言

放射性廃棄物の安全な保管管理や環境影響評価を行うためには、廃棄物の性状把握が不可欠である。特にアニオンは、その化学形に応じて廃棄体の溶解・腐食や環境中の核種移行挙動変化を引き起こす可能性があるため、継続的な分析が必要となる。アニオン分析にはイオンクロマトグラフィが汎用的に用いられるが、作業の長時間化、二次廃棄物の生成、その場分析が難しい、といった課題がある。一方これまで我々は、フォトニック結晶とイオン選択性高分子ゲルを組み合わせた高分子フォトニック結晶を用いることで、1 滴程度の試料で金属イオンを迅速・簡便に比色センシング可能であることを見出してきた[1]。本研究では、高分子フォトニック結晶をマイクロ化学チップ化した小型分析デバイスを開発すると共に、アニオン分析への適用性を検討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、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)を入れ、Ar 雰囲気下でエマルジョン重合法によって、ポリスチレン(PS)を Core に、Poly(NIPAAm)ハイドロゲルを Shell に持つ Core/Shell 型ナノ粒子を合成した。次に、ガラス基板上に作製した SU-8 モールド(幅:200-750 μm)の上部に透析膜を乗せ、ナノ粒子懸濁液を滴下・乾燥させることでフォトニック結晶を得た。乾燥後にポリジメチルシロキサン(PDMS)を導入・硬化させ、マイクロ流路内に高分子フォトニック結晶を集積化させた。

3. 結果・考察

高分子フォトニック結晶集積マイクロ化学チップを用いて KCl, KNO₃, KI 水溶液のセンシング試験を行った。蒸留水を通水するとナノ粒子が膨潤し、フォトニック結晶は赤色を呈した。その後、各水溶液を通水したところ、2.0 M の KCl 水溶液では緑色、KNO₃ 水溶液ではオレンジ色に変化した。一方、KI 水溶液では色変化が見られなかった。Poly(NIPAAm)と水分子との水素結合ネットワークの切断が進行に伴って、高分子フォトニック結晶内からの脱水が起こり、赤から青色へのブルーシフトが起こったと考えられる。

作製したフォトニック結晶集積マイクロ化学チップは、アニオン分析に適応可能であると期待できる。

参考文献

[1] T.Tsukahara et al., Proc.microTAS2016 (2016)

* Kaname SAGA¹, Frederik H. Kriel², Craig Priest², Takehiko Tsukahara¹

¹Tokyo Tech. Institute of Innovative Research. LANE, ² Future Industries Institute, University of South Australia