

温度応答性コロイドフォトニック結晶ゲルの チューニング特性制御

(横国大工^A、物材機構^B) ○杉山 仁美^A・澤田 勉^B・金井 俊光^A

単分散コロイド微粒子を周期配列させた構造体はコロイド結晶と呼ばれており、フォトニック結晶としての応用が期待されている。中でも高分子ゲルでコロイド結晶の粒子配列を固定したコロイド結晶ゲルは、温度や pH などの外部刺激によりゲル体積が変化するため、ゲル内のコロイド結晶のストップバンドを結晶作製後でも外部刺激で制御できる特徴があり、注目されている。しかし一般的に高分子ゲルは体積相転移を示すため、外部刺激に対する変化が急激であり、ストップバンドの精密な調整は難しいのが現状である。チューナブルフォトニック結晶やセンサーとしての応用には、緩やかな変化や線形的な変化なども重要である。そこで本研究では、温度に対して体積相転移を示すポリ-N-イソプロピルアクリルアミド (pNIPAm) ゲルと温度応答性を示さないポリ-N-メチロールアクリルアミド (pNMAm) ゲルを混合したコロイドフォトニック結晶ゲルフィルムを作製し、温度によるサイズおよびストップバンド波長のチューニング特性の制御性を検討した^[1]。

荷電コロイド分散液に NIPAm モノマーと NMAm モノマーを混合したゲル化剤 (NMAm モノマーのモル分率を x とした) を溶解させ、キャピラリーセル内に流動させた。流動させることで高品質な単結晶体をセル全面に作製することができる^[2]。流動停止後、ゲル化剤を光重合してコロイドフォトニック結晶ゲルフィルムを作製し、サイズ変化とストップバンド波長変化を測定した。

Fig. 1 には、NIPAm-NMAm 混合ゲルのモル分率 x を変えて固定化した結晶のストップバンド波長の温度依存性を示す。NMAm ゲルのモル分率が増加すると、ストップバンド波長変化がなだらかになり、相転移温度が高温側にシフトした。興味深いことに $x > 0.4$ では、ストップバンド波長は温度に対して線形的に変化した。特に $x = 0.5$ の試料では線形性を維持したまま $2.1 \text{ nm}/^\circ\text{C}$ もの変化を示していた。このようにゲルのモル分率によりストップバンド波長の変化挙動を制御できることがわかった。特に緩やかな変化を示す結晶や線形応答を示す結晶はチューニングやセンサー応用に有用であると考えられる。

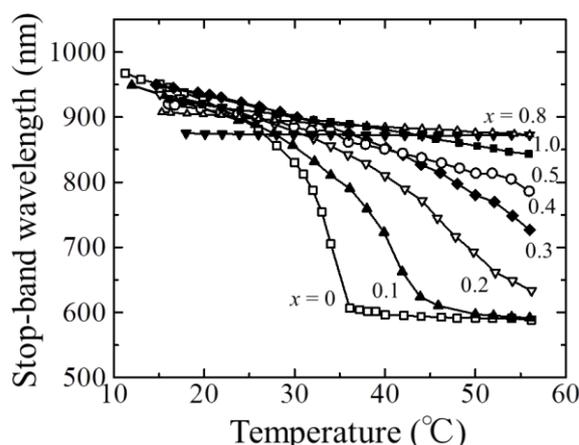


Fig. 1 Plots of the stop-band wavelength of the colloidal crystal gel with different x values as a function of temperature.

< 参考論文 >

[1] H. Sugiyama, T. Sawada, H. Yano, T. Kanai, *J. Mater. Chem. C*. (in press).

[2] T. Kanai, T. Sawada, A. Toyotama, and K. Kitamura, *Adv. Funct. Matter.* **15**, 25-29 (2005).

Control of tuning characteristics of temperature-responsive colloidal photonic crystal gel

H. SUGIYAMA^A, T. SAWADA^B, T. KANAI^A (Yokohama Nat. Univ.^A, NIMS^B, sugiyama-hitomi-jg@ynu.ac.jp)

Colloidal crystal gels are three-dimensional periodic structures of monodisperse colloidal particles immobilized in a gel network and act as photonic crystals in the optical regime. They have the unique characteristic that the lattice constant or the optical stop-band wavelength of the crystals can be altered on demand through the volume change of the gel by the external stimuli, such as temperature. However, in general, the gel's volume change is a type of phase transition, and at the transition point, the change in the volume and the stop-band wavelength are drastic, which would limit the applications of these materials. In this paper, we report that the thermosensitivity of colloidal photonic crystal gels can be controlled by changing the mixing ratio of thermosensitive *N*-isopropylacrylamide (NIPAM) and non-thermosensitive *N*-methylolacrylamide (NMAm) in the gel network. Above an NMAm mole fraction of 0.4, the crystals exhibit linear thermosensitivity. This is potentially useful in applications such as tunable photonic crystals and temperature sensors.