P-78

物質・材料

シリコーン多孔体の光学応用：触覚センサーや受動冷却断熱材へ

■ はじめに

ポリマーフォームやグラスウールなどの多孔質材料は身の周りのさまざまな場面で活躍している。ゾル—ゲル法により作製されるモノリス型（塊状）マクロ多孔体は汎用的多孔質材料よりも細かいスケールで細孔・骨格を制御できるため、より高機能な材料として研究が進められている。

発表者は、高校生の化学実験でも再現可能な簡易なプロセスにより作製されるシリコーン多孔体「マシュマロゲル」の研究に取り組んできた。名前の通りマシュマロのような外観・柔軟性をもつこの材料について、これまでに断熱材、分離媒体、リポソーム/人工細胞生成媒体、ドライシッパー用液体窒素吸着保持材、撥液基板などへの応用可能性を示してきた。この発表では、シリコーンの多孔構造がつくり出す「白さ」すなわち光学特性に注目し、光学式触覚センサーへの応用や高日射反射材料としての可能性について議論する。

■ 活動内容

1. 内部ミー散乱を利用した触覚センサー

光の波長程度の大きさをもつ粒子に光が当たると強い光散乱（ミー散乱）が起こる。マシュマロゲルは平均数μmの粒状骨格をもち可視光を強く散乱するため、白色に見える。マシュマロゲルは巨視的な材料であり連続骨格をもつため、外力により圧縮/除荷すると光の散乱源の密度を簡単に増減することができる。マシュマロゲル内部に光を照射して散乱強度の変化を検出することで簡易的な光学式触覚センサーを作製することが可能になった。既存のスポンジ状光学式触覚センサーと異なり、厚さ1 mm以下でも動作するため、ロボットの皮膚状センサーなどへの応用が期待できる。

2. 受動冷却断熱材

シリコーン粒子をアクリル架橋することで得られる塗膜は、建物などの表面温度上昇を防ぐ遮熱材料（日射反射材料）として応用されている。連続した粒状骨格をもつマシュマロゲルはシリコンフォトダイオードの検出域である波長400-1100 nmの全域にわたってほぼ100 %の光反射率をもち、近赤外域でも良好な反射率特性を示すため、光日射反射材料としての応用が期待できる。30–35 mW m−1 K−1の低熱伝導率や大気の窓にあたる8–14 μmにあたる赤外域に輻射波長をもつ性質とあわせて、断熱・遮熱・放射冷却をあわせもつ熱マネジメント材料としての応用が期待できる。

■ 関連情報等（特許関係、施設）

・特開2022-078394 熱の移動量を調整する方法、及び、熱移動量調整用部材
・改良作製法、触覚センサーに関する特許出願中

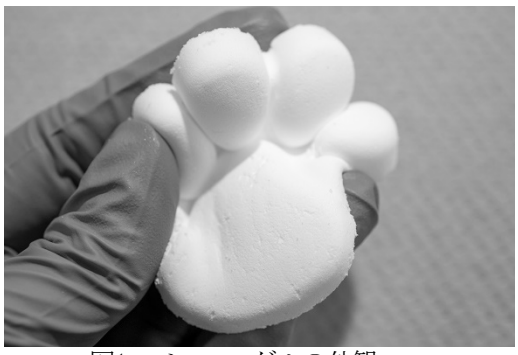

図1 マシュマロゲルの外観

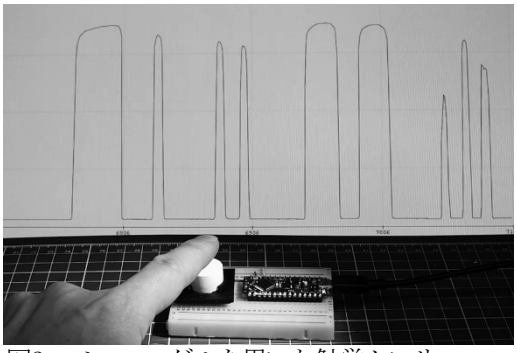

図2 マシュマロゲルを用いた触覚センサー

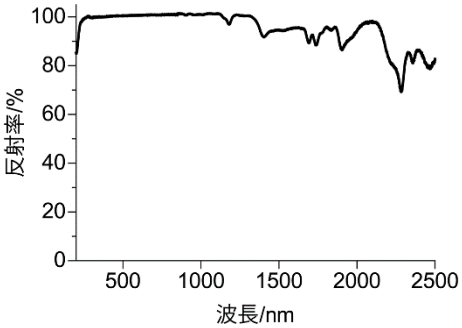

図3 マシュマロゲルの全光線反射率

代表発表者 早瀬 元（はやせ げん）
所 属 物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクトニクス研究拠点
問合せ先 〒305-0044 茨城県つくば市並木 1-1
TEL：029-860-4312
hayase.gen@nims.go.jp

■キーワード：(1)柔軟シリコーン多孔体
(2)光学式触覚センサー
(3)高日射反射