

光を操る新材料—不揮発なソフトフォトニック膜—を開発

ブロック共重合体ブレンドからなるイオン液体膨潤ソフトフォトニック膜の作製とその性質
 (名大院工) 富田裕介、提嶋佳生、○野呂篤史、松下裕秀、(東大新領域) 篠原佑也、
 (マサチューセッツ工科大) Joseph J. Walish、(ライス大) Edwin L. Thomas

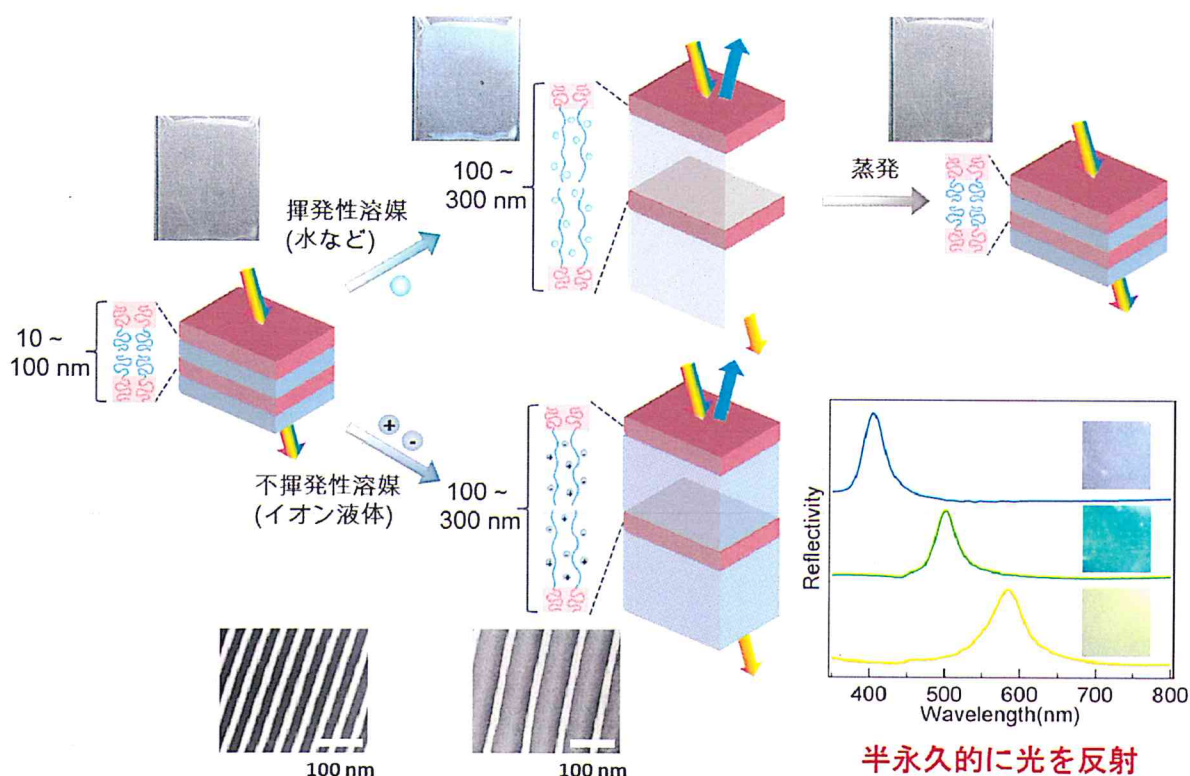
[2Pc055]

混合イオン液体による膨潤を利用したブロック共重合体ソフトフォトニック膜の作製
 (名大院工) 大野真穂、富田裕介、○野呂篤史、松下裕秀、
 (マサチューセッツ工科大) Joseph J. Walish、(ライス大) Edwin L. Thomas

[2Pd054]

(Tel : 052-789-4587、e-mail : noro@nagoya-u.jp)

名古屋大学大学院工学研究科の野呂篤史助教、松下裕秀教授（工学研究科長を兼任）、マサチューセッツ工科大（MIT）のウォリッシュ博士研究員、ライス大学のトーマス工学部長（MIT 客員教授）らは、**イオン液体**と呼ばれる揮発しない液体（**不揮発性液体**）を複合プラスチック薄膜に添加することにより、光の反射を制御できる**不揮発なソフトフォトニック膜**を作製できることを見出しました。この不揮発なソフトフォトニック膜に対して光を当ててやると特定の色を見せます、つまり**特定の色**の**光を反射**します。さらに用いる複合プラスチック膜や不揮発性液体の特性を変化させることで反射する光の色を変化させることもできます。このような材料はレンズ、偏光子、センサー、ディスプレイ、レーザーなど、様々な光学部品、製品への応用が期待されるものであり、本成果について名古屋大学とMITで特許を共同出願しています。



半永久的に特定の色を光を反射する不揮発なソフトフォトニック膜を開発

ここでソフトフォトリック膜の「フォトリック」とは**フォトリック結晶**を意味しています。フォトリック結晶についての概念は1987年にヤブロノビッチやジョンによって提唱されており、異なる屈折率の成分を周期的かつ規則的に配列させた構造、と説明することができます。このようなフォトリック結晶材料はナノ構造のサイズ、形態、屈折率などに応じて反射する光の色を変化させることができます。ナノ構造の構築を工夫することによって光の導波路と呼ばれる光の通り道も作製でき、電気ではなく光を用いた「光速」情報通信も可能にする次世代材料として期待されています。

ソフトフォトリック膜の研究は今に始まったわけではありません。共同研究者であるMITのトーマス教授ら（2011年7月よりライス大学）は、2000年代後半から**ブロックポリマー**と呼ばれる素材を組み込んだソフトフォトリック膜の開発に着手しています。ブロックポリマーとはプラスチックやビニール袋などで知られる高分子（ポリマー）と呼ばれる材料の一種で、たとえばカップ麺容器に使われる素材とアクリル板として知られる素材をレゴやダイヤブロックのように分子レベルで連結させたポリマーのことです。ブロックポリマーはその分子構造に由来して10~100nm程度の周期的かつ規則的なナノ構造を自発的に形成します。トーマス教授らはブロックポリマーを用いた薄膜、つまり内部ナノ構造を水により膨潤させることでソフトフォトリック膜にできるとNature姉妹誌のNature Materials誌で2007年に報告しています。特定の色を反射する特性は内部ナノ構造の形態、構造サイズ（100~300nm程度）、屈折率などで規定されていますが、水で膨潤して得られるナノ構造（100~300nm程度）は水の蒸発により収縮して元のサイズ（10~100nm）に戻ってしまい、その特性も容易に失われてしまうため、材料として使用するのには不十分なものでありました。

一方、野呂助教と松下裕秀教授らも現在までにブロックポリマーのナノ構造に関して精力的に研究を進めてきており、2000年代後半にはブロックポリマーと不揮発性イオン液体とを組み合わせることで感温性かつ不揮発性のゲルの開発に成功しています。名古屋大学の研究者、MITの研究者両者の知識、経験を持ち寄って2011年からコラボレーションを進めた結果、ブロックポリマー薄膜をイオン液体で膨潤させた不揮発なソフトフォトリック膜の作製にいたりしました。

今回得られたソフトフォトリック膜は従来までのものとは異なり、不揮発性であるがために**半永久的に特定の色を反射**する材料として使用できます。また無機物などのハードな素材からなるハードなフォトリック結晶とは異なって柔軟性を有していますので、ハードなフォトリック結晶では実現の難しかった**刺激応答光学材料**、たとえばメカノクロミック（力学応答）材料、サーモクロミック（温度応答）材料、また難燃かつイオン性の溶媒を用いていることからエレクトロクロミック（電場応答）材料などとしての利用も可能です。力、熱、電気などを加えられたときにそれらに応じて反射光の色を変化させる光学製品への応用が強く期待されます。

<適用分野>

レンズ、偏光板、センサー、ディスプレイ、レーザーなどの光学部品、機器に関わる製品全般