

### 3時間でジオポリマー

名古屋工業大学の橋本 忍准教授らは、通常ジオポリマーの作製に数日から1週間程要していた固化時間を、ウォームプレス法という熱と圧力を同時に印加することで、原料から最終固化体に至るまで3時間以内とすることに成功した。しかも得られた固化体の圧縮強度は、通常養生法では20~30MPaであったものが100MPaを超え、最大で149MPaに達した。

ジオポリマーとは、石炭火力発電所から排出されるフライアッシュや、粘土鉱物のカオリナイトを約700℃で加熱脱水したメタカオリンを原料とする。それらには非晶質アルミノシリケート相が含まれ、比較的濃いアルカリ水溶液と混合する（必要に応じて反応促進剤の水ガラスを加える）と化学反応が生じる。その場合、3次元的なシリカネットワークが形成されつつアルミニウムイオンが一部シリコンイオンと置換して、その電荷保障のためにアルカリイオンが捕縛された構造となり固化する。これはゼオライトの形成機構とほぼ同様に説明されるが、ゼオライトは結晶性物質であり、ジオポリマーは非晶質物質である。フライアッシュから作製し



図 ウォームプレス試料写真

たジオポリマーはポルトランドセメントと外見はほとんど変わらない。違うのは、ポルトランドセメントがカルシウム成分に由来する水和物の形成により固化するが、ジオポリマーはカルシウム成分を含まず、養生中オルトケイ酸塩( $H_2SiO_4$ )などケイ酸の脱水縮重合反応という有機ポリマーと似た形成機構で、先に説明した構造となり固化する点である。その意味で、ジオポリマーは無機ポリマーとも呼ばれている。

フランスのDavidovitz博士により紹介され、さらに彼は古代ピラミッドの巨石は人造物で、その固化にジオポリマー固化技術が使われているという学説も提唱している。その真偽はさておき、日本でも水ガラスを加えるアルカリ活性セメントやアルカリ刺激セメントなどとして、学術的により、一部経験的に利用されている技

術である。これまでは、日本以外のジオポリマー研究が盛んな欧州やオーストラリアでも、養生固化時間、固化後の変容性やアルカリの溶出などの問題から、完全な1次製品としては使われていない。

ジオポリマーは優れた耐久性を備え、耐熱性や耐酸性にも優れることから、まずは2次製品としての利用価値が認識されれば、短時間合成の技術との相乗効果で、日本においても徐々に普及することが期待される。

(名古屋工業大学 准教授 橋本 忍 連絡先：  
〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町, E-mail：  
hashimoto.shinobu@nitech.ac.jp)  
URL：<http://nizty.mse.nitech.ac.jp/~hashimoto/lab/research.htm>

[2014年9月16日]

### 柔軟性を有した フォトニック結晶薄膜

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・工学研究科長らの研究グループは、ライス大学のトーマス教授・工学部長、マサチューセッツ工科大のウォリッシュ博士研究員らとともに、特定波長の光を反射するソフトなフォトニック結晶薄膜を開発した。

フォトニック結晶とは異なる屈折率成分を周期的に配列させた構造体の中で、その中でも異なる層を交互に積み重ねた一次元構造体は一次元フォトニック結晶と呼ばれ、構造周期サイズに応じて特定波長の光を反射する。

今回の開発ではブロックポリマーと呼ばれる複合高分子が用いられている。ブロックポリマーとは、たとえばカップ麺容器に使われている高分子素材とアクリル板として知られている高分子素材とをレゴやダイヤブロックのように

分子レベルで連結（共有結合）させたものことで、それぞれの高分子成分が分子内で反発し合うことに由来して10~100nm周期のナノ構造形成する（形態はラメラ状、柱状、球状などさまざま）。このブロックポリマーの薄膜に一高分子成分のみを溶解するような不揮発性イオン液体を添加して膨潤させることによって、ソフトなフォトニック結晶薄膜（構造周期サイズは100~300nm）を作製するに至っている。

通常の揮発性溶媒とは異なり、不揮発性のイオン液体を用いていることで、半永久的に特定波長の光を反射する材料として利用できる（図参照。より詳細については *Macromolecules*, 47, 4103-4109 (2014)）。また無機物などのハードな素材からなるフォトニック結晶とは異なって柔軟性を有するので、力、温度、電場などの刺激に対して応答するフォトニック結晶としての利用も期待される。なお、本成果に関しては特許出願がなされている。

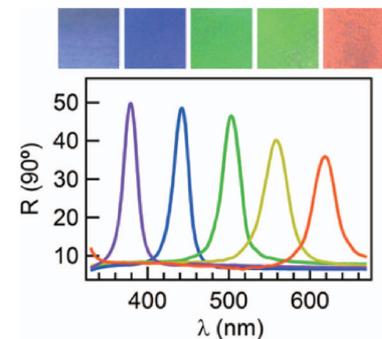


図 反射率スペクトルの一例

(名古屋大学大学院工学研究科 野呂篤史 連絡先：  
〒464-8603 名古屋市千種区不老町, E-mail：  
noro@nagoya-u.jp)  
URL：<http://morpho.apchem.nagoya-u.ac.jp/member-noro.html>

[2014年10月14日]