

## 電気で色が変わる材料の安定供給を実現

～低価格で高性能な調光ガラスの普及に大きく前進～

配布日時：2020年6月26日14時

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 (NIMS)

東京化成工業株式会社 (TCI)

### 概要

1. 物質・材料研究機構 (NIMS) は東京化成工業株式会社 (TCI) と共同で、電気をかけると色が変わる材料「メタロ超分子ポリマー」を安定的に供給できる合成プロセスを確立しました。本材料は、TCI より6月30日から一般販売を予定しています。今後、本材料の普及により、遮光状態と透明状態が電気で切り替え可能な調光ガラス窓 (図1) の市場拡大が期待されます。

2. 電気で着色と透明が切り替わるエレクトロクロミック (EC) 材料を使った調光ガラス窓は、ブラインドやカーテンの機能をガラス自体が担うため、すっきりしたオフィス空間や生活空間を作り出す次世代ガラス窓として世界で実用化研究が進められています。EC 調光ガラスは、EC 材料を透明電極が付属した2枚のガラス板で挟み、電極間に電気を流すことで色を変えます。ガラス上に EC 材料を製膜するには真空蒸着設備が必要となるため、ガラスサイズが大きくなると設備コストが非常に高くなり、一般の窓への普及が進んでいません。そんな中、NIMS は2005年に EC 調光ガラスの低価格化が可能な塗布での製膜が行える EC 材料「メタロ超分子ポリマー」を開発しました。この材料は、発色性や色変化の応答性にも優れ、電源を切ってもその発色状態が維持される低消費電力性といった特徴があり、量産に向けた生産プロセスの開発が期待されていました。

3. 今回、NIMS と TCI は、メタロ超分子ポリマーの生産プロセスの検討を行った結果、原料の有機分子から本 EC 材料の合成に至るまでの一貫プロセスを確立することで、安定した品質で量産できる体制を確保しました。月産で百グラムスケール (EC 調光ガラスにして数十平米分) の製造を可能としており、本材料の実用化を推進するためにさらなるスケールアップにも取り組んでいます。

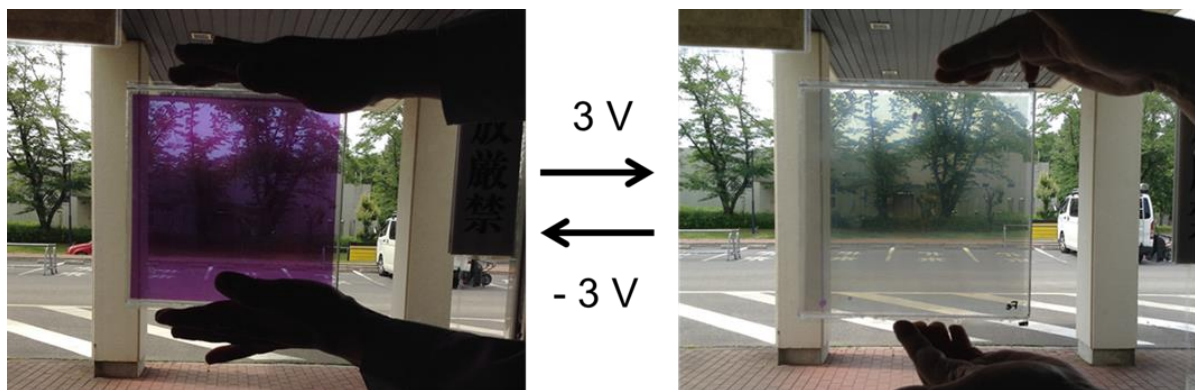


図1 メタロ超分子ポリマーを用いて作製した EC 調光ガラス

4. 本 EC 材料は、本年6月30日に TCI より Poly(Fe-btpyb) Purple の製品名 (製品コード:P2789) で一般販売を開始する予定です。今後、TCI から調光ガラスを製造する企業への本材料の販売と、NIMS からの用途特許 (調光ガラス及びその構成モジュール等を製造するための特許) のライセンスをセットで行うことによって、次世代ガラスの市場育成が促進されることが期待されます。

5. 本開発は、国立研究開発法人物質・材料研究機構 機能性材料研究拠点 電子機能高分子グループ 樋口昌芳グループリーダーらの研究グループと TCI の共同で行われました。

## 研究の背景

オフィスや商業施設は、近年高層ビル化やオープンスペースフロア化が進んでおり、広い室内空間と開放的な大きな窓が特徴となっています。しかし実際には、窓の前にロールカーテンやブラインドを設置して外からの日差しを防いでいます（図2）。電気で遮光状態と透明状態を切り替えることができる EC 調光ガラスは、ブラインドやカーテンの機能をガラス自体が担うため、すっきりしたオフィス空間や生活空間を作り出す次世代ガラスとして世界的に実用化研究が進められています。しかし、いまだ大規模な普及には至っていません。原因の一つとして高い製造コストが挙げられます。また、従来の EC 材料を用いた場合、遮光と透明の切り替えに時間がかかるといった性能上の問題も無視できません。これまで NIMS では、塗布による簡便な製膜が可能で、また、わずかな電力で大きな色変化を示す高性能 EC 材料としてメタロ超分子ポリマーを開発してきました。



図2 ブラインドによる遮光の例

## 研究内容と成果

本 EC 材料の合成は、原料となる有機分子からの多段階合成を必要とします。これまで各合成工程を異なる企業が行っていたために、全体の製造コストの上昇と、各工程での品質のばらつきが量産の障害となっていました。今回、NIMS と TCI は共同でメタロ超分子ポリマーの生産プロセスの検討を行い、原料の有機分子から本 EC 材料の合成に至るまでの一貫した合成プロセスを確立することで、中間体の品質管理が可能となり、安定的に良質の EC 材料を供給できる合成プロセスを確立することに成功しました（図3）。

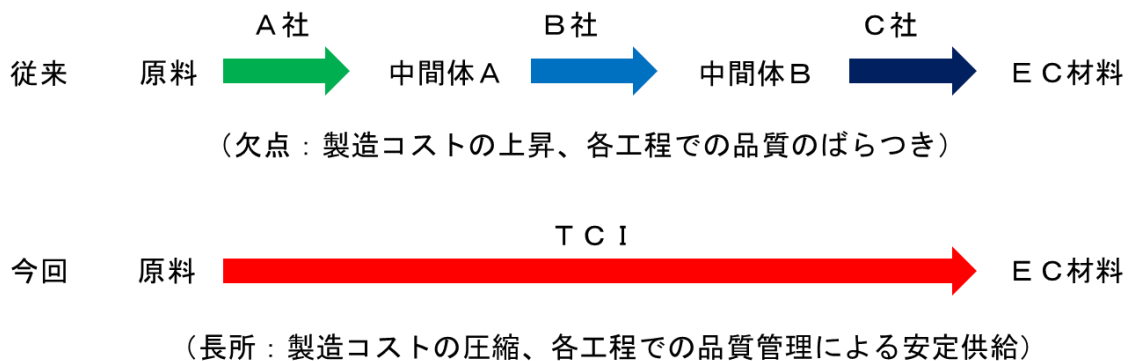


図3 従来と今回の合成工程の違い

本 EC 材料はメタノールなどの有機溶剤に可溶であるため、透明電極がついたガラス上に塗布により製膜することができます。本材料を塗布した膜に電位を印加すると、材料に含まれる鉄イオンが酸化還元することで、可逆な色変化（EC 変化）を示します（図4）。

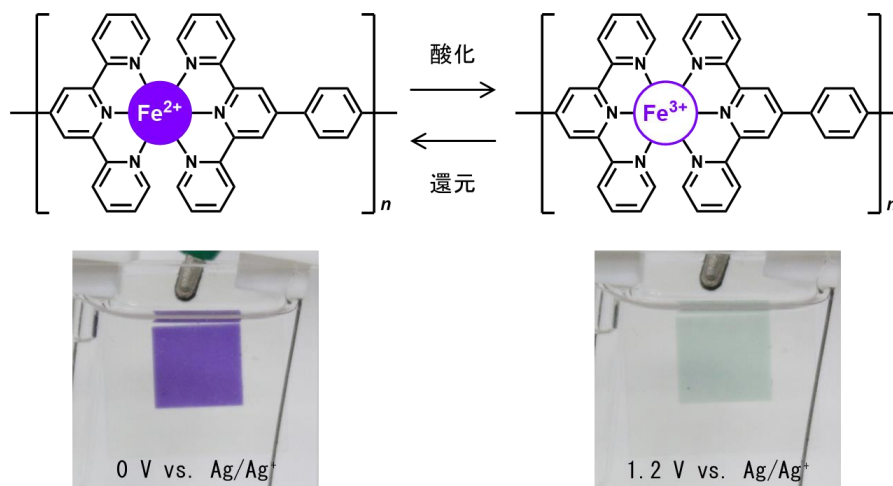


図4 メタロ超分子ポリマー膜に電位を印加し、鉄イオンの酸化状態をかえることで色が変わる様子

## 今後の展開

本材料の安定供給により、本材料を用いた高性能エレクトロクロミック調光ガラスの生産量が増大し、国内外のオフィスや商業施設の他、車や電車等の窓への調光ガラスの導入が普及すると期待されます。また、塗布による本 EC 材料の製膜はコスト以外にも利点があり、例えば、ガラスの代わりにプラスチックフィルムを用いて本 EC 材料を製膜すれば、今ある窓に貼って使用できる EC 調光フィルムの作製も可能になります。

## 用語解説

- (1) エレクトロクロミック材料（Electrochromic 材料（EC 材料））  
電気化学的酸化還元により色が変わる特性を持つ材料。
- (2) メタロ超分子ポリマー（有機／金属ハイブリッドポリマー）  
金属イオンと有機配位子が錯形成することで合成されるポリマー（高分子）。金属から有機配位子への電荷移動吸収（MLCT 吸収）に基づいて着色する。ポリマー中の金属イオンを電気化学的に酸化還元すると、MLCT 吸収が消失／発現するために、消色／着色のエレクトロクロミック特性を示す。

## 本件に関するお問い合わせ先

（研究内容に関すること）

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 機能性材料研究拠点 電子機能高分子グループ  
グループリーダー 樋口 昌芳（ひぐち まさよし）

E-mail : HIGUCHI.Masayoshi@nims.go.jp

Tel : 029-860-4744 Fax : 029-860-4721

URL : <https://www.nims.go.jp/fmg/index.html>

東京化成工業株式会社 製品マーケット戦略部  
シニアマネージャー 野村 光城（のむら みつしろ）

Tel : 03-5640-8910

E-mail : mitsushiro.nomura@tcichemicals.com

URL: <https://www.tcichemicals.com/JP/ja/>

(ライセンスに関すること)

国立研究開発法人 物質・材料研究機構  
外部連携部門 企業連携室  
TEL: 029-859-2600, FAX: 029-859-2500  
Email: contract\_administrator@nims.go.jp

(報道・広報に関すること)

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 経営企画部門 広報室  
〒305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1  
Tel : 029-859-2026 Fax : 029-859-2017  
E-mail : pressrelease@ml.nims.go.jp

東京化成工業株式会社 マーケティング室  
〒103-0023 東京都中央区日本橋本町 4-10-2  
Tel : 03-5640-8858  
E-mail : globalmarketing@tcichemicals.com