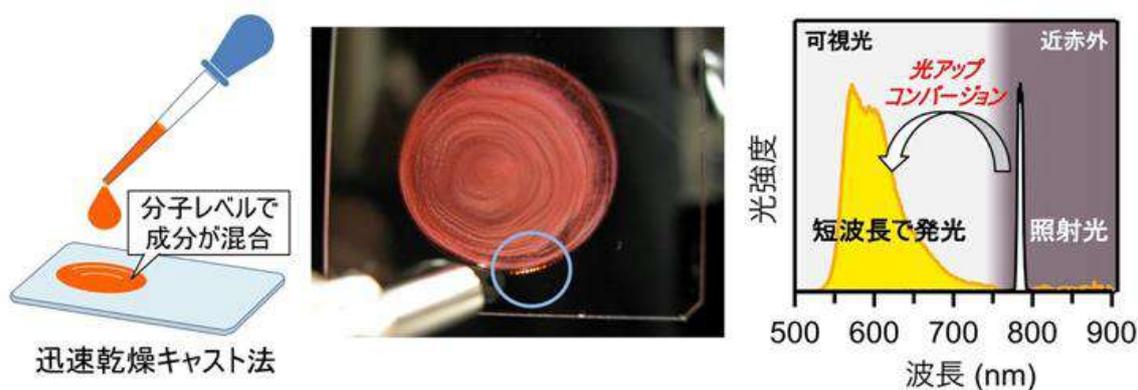


近赤外光を可視光に変換する固体材料を溶液塗布法で実現

国立研究開発法人 産業技術総合研究所は、岩手大学、奈良先端科学技術大学院大学と共同で、2成分の分子から成り、近赤外光を可視光に変換（光アップコンバージョン（UC））する固体材料を溶液塗布法（迅速乾燥キャスト法）によって作製した。

今回、新たに合成した近赤外光を吸収する金属錯体分子を、発光材料中に均一分散させたままでガラス上に塗布し固体化することで、近赤外光照射で黄色の可視光発光が得られる固体材料を実現した。また、時間分解分光測定などさまざまな方法で解析して、この材料の光アップコンバージョン過程のメカニズムを解明し、各中間過程の効率を特定して、効率向上の指針を得た。

この技術の詳細は、2019年5月30日に米国化学会の学術誌 ACS Applied Materials and Interfaces に公開された。



概要図 成分分離を防ぐ迅速乾燥キャスト法（左）で作製した固体材料への近赤外光照射による可視光への変換（アップコンバージョン）（中央写真の円内）と照射した近赤外光と発光した可視光のスペクトル（スペクトルはピークの最大値で規格化）（右）

これまで同様の成分を用いた固体 TTA-UC 材料があったが、高分子中に増感剤と発光体を分散させた3成分系であったために、光を吸収した増感剤から発光体への三重項-三重項エネルギー移動の効率が低かった。そこで、今回、そのエネルギー移動の効率を向上させるため、発光体からなる固体中に少量の増感剤が均一に分散している構造の固体 TTA-UC 材料を作り出すこととした。このような構造を作製するには、2成分を含む混合溶液を乾燥させて固体化する際に、2成分が分離しないようにする必要があるので、迅速乾燥キャスト法を用いた。

増感剤と発光体を含む混合溶液を、条件を最適化してガラス基板の上にキャストした後、乾燥して直径 1 cm ほどの増感剤と発光体の混合固体膜を作製した。この固体膜は数十 μm 程度の多数の丸い固体微粒子から成り、790 nm の近赤外光を照射すると、570 nm をピークとする可視光（黄色）のアップコンバージョン発光を示した（図 1）。今回の結果は、溶液キャスト法を用いて近赤外光からアップコンバージョン発光する固体材料を初めて得たもので、均一な塗布やスプレーなどの簡便な成膜法での作製も期待できる。

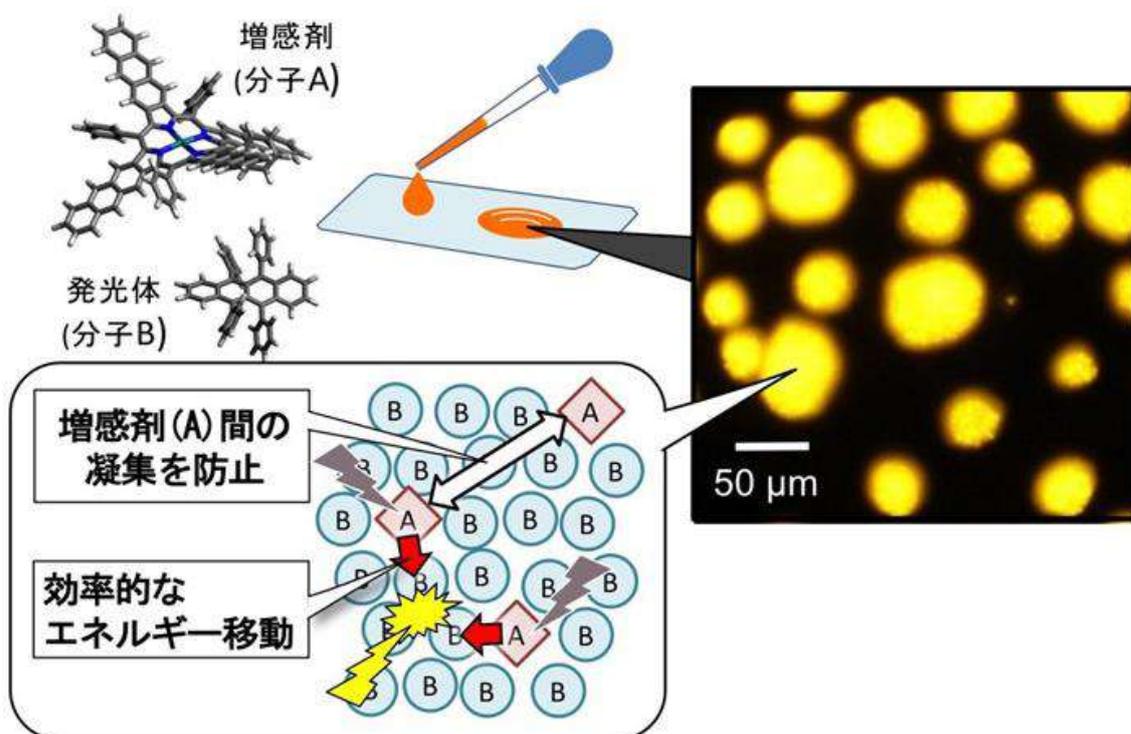


図 1 今回用いた分子系と、迅速乾燥キャスト法による固体膜作製の模式図、および固体膜中の微粒子がアップコンバージョン発光（近赤外光照射により黄色で発光）していることを示す顕微鏡写真

得られた微粒子一粒ごとのアップコンバージョン量子収率を、産総研が開発した顕微分光法で評価したところ、0.5%程度であった。同波長域の溶液系の効率や、既報の近赤外光を変換できる固体系の効率（2~7%）よりも低いが、しきい値光強度は 0.1 W/cm^2 であり、既報（ $1\sim 10 \text{ W/cm}^2$ ）よりも低い光強度で動作する。また今回開発した固体 TTA-UC 材料を脱酸素状態で保管したところ、アップコンバージョン量子収率は 140 日以上変化しなかった。

今回開発した可視光への光アップコンバージョン固体材料は、セキュリティーインク、デ

イスプレーなどの表示用途が期待されるほか、この技術を発展させ、効率が向上すれば、ペロブスカイト太陽電池や人工光合成などの太陽光変換デバイスの効率向上につながると期待される。(日文全文

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20190530_2/pr20190530_2.html)

文 JST 客观日本编辑部