

有機 EL の新たな発光機構を発見
—三重項励起子を低電圧で選択的に形成—

理化学研究所（理研）は、有機エレクトロルミネッセンス（有機 EL）デバイスにおいて重要な役割を担う三重項励起子を低電圧で選択的に形成する新たな機構を発見しました。本研究成果は、有機 EL デバイスのエネルギー効率の向上や、発光材料の選択肢を広げることにつながると期待できます。

今回、国際共同研究グループは、独自に開発した走査トンネル顕微鏡（STM）発光分光装置を用いて、マイナスに帯電した分子の発光特性を単一分子レベルで詳しく調べました。その結果、分子内に余剰電子が存在することで電子間の相互作用が働き、スピン選択的な電子伝導が生じて三重項励起子が低電圧で選択的に形成されることを突き止めました。

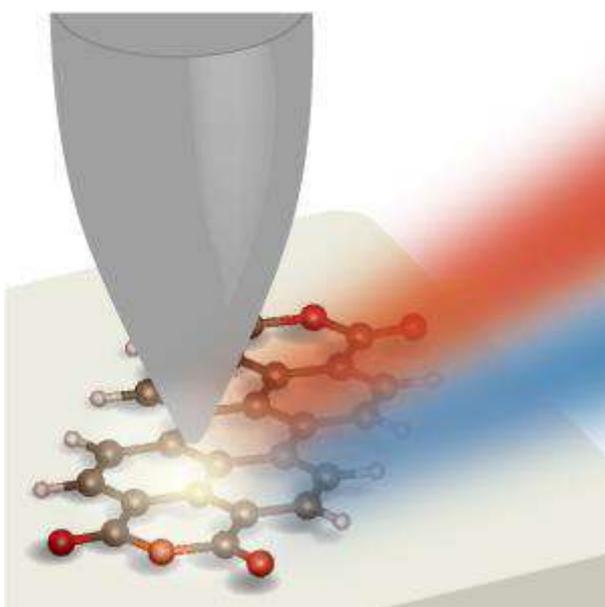


図 PTCDA 分子の STM 単一分子発光測定イメージ

有機分子からの発光には、一重項励起子（S1）が発光する「蛍光」と三重項励起子（T1）が発光する「りん光」の 2 種類があります（図 1）。S1 と T1 では、フロンティア軌道（HOMO と LUMO を占有しているそれぞれの電子スピンの向きが異なります。S1 では二つのスピンの向きは反平行で、T1 では平行です。S1 に比べて T1 の形成効率が高いため、りん光を用いた有機 EL デバイスが主流となっています。しかし、りん光を用いた有機 EL デバイスでは、蛍光を利用したデバイスより駆動電圧が高くなることや、青色

のりん光材料が商用化できていないという問題がありました。

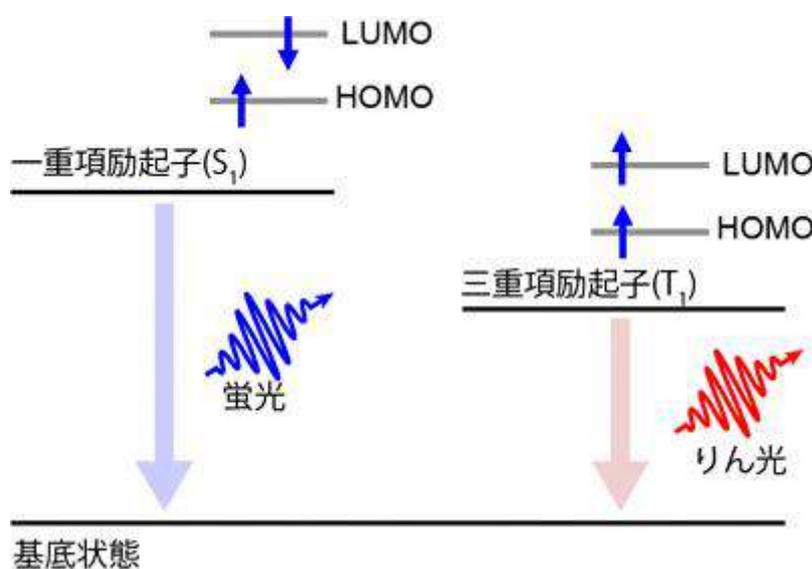


図 1 蛍光とりん光の説明図

国際共同研究チームは、独自に開発した STM 発光分光装置を用いて、単一分子の発光測定を行いました。実験の概念図を (図 2a) に示します。この実験系は、STM 探針と金属基板が正・負の電極になっており、その間に有機分子が存在して電流が流れるという有機 EL デバイスの最もシンプルなモデルです。実験対象として、電子を受け取りやすい性質を持つ 3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物 (PTCDA) 分子を (図 2b)、分子を吸着させる基板として、銀基板上に成長した塩化ナトリウム (NaCl) 絶縁体膜を選びました。PTCDA 分子がこの基板に吸着されると、金属基板から一つ電子を受け取りマイナスに帯電した状態になります。

3.5V の電圧をかけて実験した結果、(図 2c) に示す発光スペクトルが得られました。図の 1.33eV (933nm) に見られる発光ピークが PTCDA 分子からのりん光 (T₁ からの発光) で、2.45eV (505nm) に見られる発光ピークが蛍光 (S₁ からの発光) です。

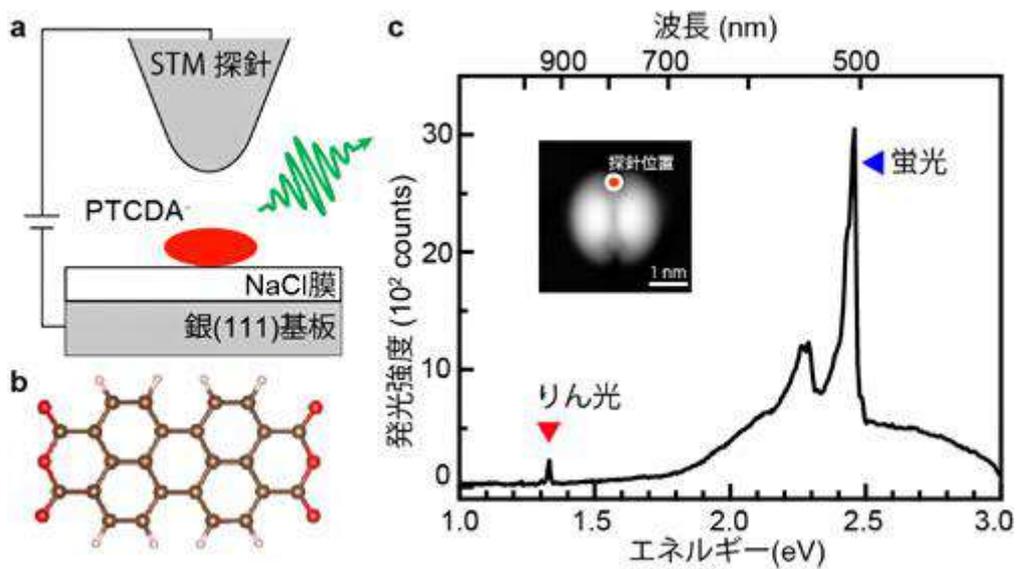


図 2 実験の概念図と PTCDA の STM 発光スペクトル

本研究は、英国の科学雑誌『Nature』（6月13日号）の掲載に先立ち、オンライン版（6月6日）に掲載されました。

（日文全文 http://www.riken.jp/pr/press/2019/20190606_1/ ）

文 JST 客观日本编辑部