

大阪科学・大学記者クラブ 御中
(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会)



2023年2月28日
大阪公立大学

発光効率の向上へ！

有機 EL の「再結合過程」観測に成功

<ポイント>

- ◇電気化学発光セル(LEC)^{*1}の電界発光過程で生じる電子状態の変化を観測することに初めて成功
- ◇LECに限らず、発光素子全般に適用が可能な手法
- ◇発光効率を低下させる要因の早期発見に貢献

<概要>

スマートフォンや大型テレビで利用されている有機 LED (OLED) では、有機材料の電界発光 (EL)^{*2} の特性が利用されています。発光に至る過程を精査することは、発光効率の向上に必要な不可欠ですが、これまで、その過程を直接明らかにする実験手法はありませんでした。

大阪公立大学 大学院理学研究科・南部陽一郎物理学研究所の鐘本 勝一教授、日本化学工業株式会社 (東京都江東区亀戸 9-11-1) らの研究グループは、ポスト有機 LED の一つとして注目されている LEC が電界発光時に時間とともに電子状態を変化させる様子を、ランプ光照射を介してその光吸収を計測することにより、直接観測することに初めて成功しました。(図 1)。

本研究成果は、LEC に限らず一般の有機 LED も含めた発光素子全般に適用が可能です。本手法を活用することで詳細な EL 過程が明らかとなり、発光効率を低下させる要因の早期発見につながると期待されます。

本研究成果は、国際学術誌「Nature Communications」に、2023年3月1日にオンライン掲載されました。

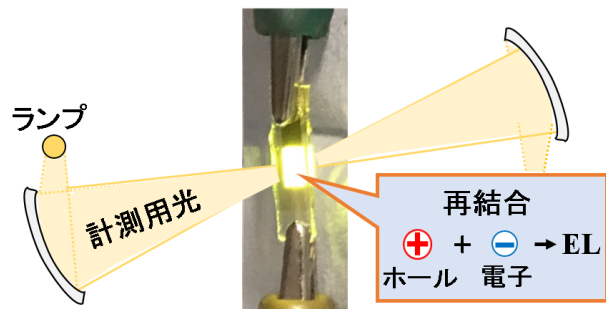


図 1：実験の概要図

昨今、広く流通している有機 LED による発光画面は、世界の研究技術者の叡智・工夫の賜です。現在の高度な技術レベルから、さらなる向上を目指すには、異分野技術の融合が一つの鍵となります。その信念のもと、LEC への新たな計測技術の導入により得られたのが今回の観測手法であり、この成果が世界の開発研究者の方々との架け橋になることを願ってやみません。



鐘本 勝一教授

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Nature Communications (IF = 17.69)

【論文名】 Visualizing electroluminescence process in light-emitting electrochemical cells.

【著者】 Kosuke Yasuji, Tomo Sakanoue, Fumihiko Yonekawa, Katsuichi Kanemoto

【掲載予定 URL】 <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36472-6>

<研究の背景>

最近のスマートフォンや大型テレビでは、有機材料の電界発光（EL）特性を利用した有機LEDが多用されています。ELは、印加電圧により発生する電子と、電子の抜け穴である正電荷のホールが会う再結合反応によって生じますが、同時に再結合を阻害する反応も生じてしまいます。そのため、発光に至る過程を精査することが性能向上に向けた必須課題となっており、国内外でその技術開発競争が加速しています。一方で、再結合過程の情報を直接観測する実験手法はなく、実際の開発現場では、素子に流れた電流や発光輝度をバロメータに、手探りに材料の改良などが進められているのが現状です。

<研究の内容>

本研究では、イオン液体材料（日本化学工業製 P816Mes）から作成した高輝度LECに対して、**EL過程で生じる電子状態の変化を直接観測することに成功**しました。

本研究チームは分光技術を使った独自の手法を用いて、電子とホールがもつ光吸収スペクトル計測とEL動作を同期させました。その結果、ELを起こすための電圧を印加してから、マイクロ秒（百万分の1秒）の時間スケールでスペクトルが変化の様子を初めて観測できました（図2）。

また結果の解析により、LECの発光メカニズムは、(1) 電圧印加の後、直ちにホールが発生し、ホールを收容する層が電子側の電極との界面近くまで成長してから僅かな電子との再結合を経て、ELが発生する (2) その後ホール層の後退と同時に、電子を收容する層が徐々に成長しながらEL量が定常になるという2段階をたどることが分かりました。

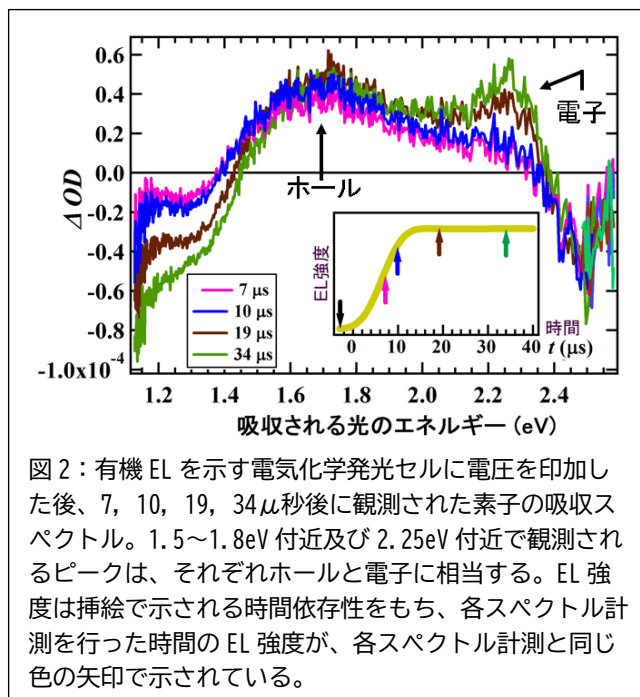


図2：有機ELを示す電気化学発光セルに電圧を印加した後、7、10、19、34μ秒後に観測された素子の吸収スペクトル。1.5～1.8eV付近及び2.25eV付近で観測されるピークは、それぞれホールと電子に相当する。EL強度は挿絵で示される時間依存性をもち、各スペクトル計測を行った時間のEL強度が、各スペクトル計測と同じ色の矢印で示されている。

<期待される効果・今後の展開>

本研究で用いた分光計測による観測手法は、今回適用したLECに限らず、一般の有機LEDも含め発光素子全般に適用が可能なものです。そのため、この手法の活用により、EL過程の詳細を明らかにできることに加え、素子動作を阻害する過程の早期発見につながると期待されます。今後は、測定時間の短縮化に努め、迅速な素子診断システムの実現を目指します。

<資金情報>

科研費（No.17H03135）、平成29年度大阪市立大学戦略的研究（基盤研究）

<用語解説>

- ※1 電気化学発光セル（LEC）：素子内にイオンを導入し、イオンによるアシストを利用した電荷注入により高輝度なELを起こす発光素子の一つ。英語名：Light-emitting electrochemical cell からLECと総称される。
- ※2 電界発光（EL）：素子に電圧をかけると内部に電界が生じ、その電界により光る現象。英語名：Electroluminescence からELと略される。

【研究内容に関する問い合わせ先】
大阪公立大学大学院 理学研究科・
南部陽一郎物理学研究所
教授：鐘本 勝一（かねもと かついち）
TEL：06-6605-2550
E-mail：kkane@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】
大阪公立大学 広報課
担当：國田（くにだ）
TEL：06-6605-3411
E-mail：koho-list@ml.omu.ac.jp