

熱ルミネッセンスの発見と革新的「有機ラジカルEL」の開発

大阪府立大学 大学院工学研究科 教授

池田 浩



研究の背景

有機ELの重要な課題の一つに耐久性の向上があり、材料として使う有機物のホール(ラジカルカチオン)状態での化学反応は、一般には最も避けるべきものです。しかし、我々は「逆転の発想」で、化学反応を使って反応性の高い励起ビラジカルをわざと作り出し、これを発光させて有機ELにするという、新しい研究を行っています。事の発端は、有機ビラジカルの熱ルミネッセンス(TL)現象の偶然の発見でした。

研究の成果

TLは加熱によって誘起される発光現象で、有機ELの機構と同様に電子移動と逆電子移動の組み合わせで発生した基質の励起状態が発光します。本研究では基質1を含む低温マトリックスをγ線照射し、次にそれを加熱してTL実験を行ったところ、トリメチレンメタン型励起三重項ビラジカル($^3\text{2}^{**}$)が発生し、これが鮮やかな発光を示すことを偶然見出しました。置換基を変えることで、発光色を青、緑、赤と自在に変化させることができます(図1)。

そこで、我々はこの現象を有機ELに適用し、従来にはないタイプの「有機ラジカルEL」を試作しました(図2)。このデバイスには、①長波長発光が容易に実現する、②発光の内部量子効率が飛躍的に増大する、など、典型的な有機ELが達成できなかった課題を一気に解決する可能性があります。①の特長は、発光がラジカル特有のLUMO→SOMOあ

るいはSOMO→HOMO遷移であることに起因しています。またこの特長は $^3\text{2}^{**}$ が低炭素型でしかもメタルフリーの発光材であることにもつながります。②の特長は $^3\text{2}^{**}$ の発光がスピン許容の三重項→三重項蛍光であることによるものです。さらにこのデバイスには、③ $^3\text{2}^{**}$ が発光した後は化学的に安定な基質1を再生することで劣化を防ぐ、という特長もあります。

今後の展望

TLの偶然の発見に触発された「有機ラジカルEL」の研究は、企業では展開しがたい、大学ならではの研究として高い評価を頂いています。これらにはまだ多くの謎や課題が残されていますが、これら一つずつ解決することによって、有機ラジカルの新しい物性化学と次世代分子デバイスの開発に貢献したいと考えています。

関連する科研費

平成21-23年度 挑戦的萌芽研究「安定ラジカルを用いた「有機ラジカルEL」への挑戦」

平成23-24年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「ねじれたπ空間がもたらす革新的「有機ラジカルEL」と特異な軌道相互作用」

平成23-25年度 基盤研究(B)「発光ビラジカルのダブルレーザー解析と「有機ラジカルEL」の開発」

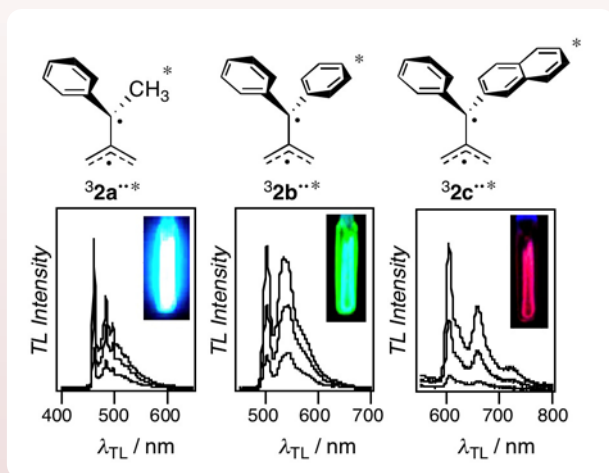


図1.トリメチレンメタン型励起三重項ビラジカル($^3\text{2}^{**}$)による基本三原色(青緑赤)の熱ルミネッセンス

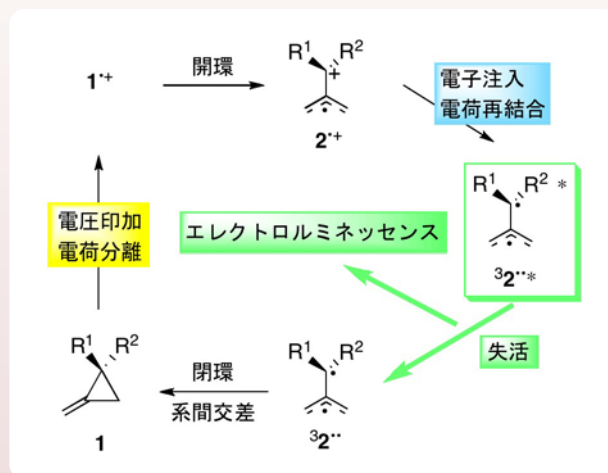


図2.基質 1 を用いて三重項ビラジカル($^3\text{2}^{**}$)を発光させる「有機ラジカルEL」の機構