

熱発光を示す励起ビラジカルの発見と新規発光素子 「有機ラジカル EL」の開拓

大阪府立大学
池田 浩

I 研究内容

本研究では、メチレンシクロプロパン(1)のガンマ線照射誘起による熱発光現象の発見を契機として、特徴ある以下の研究(1)~(3)を行った。

(1) 熱発光を示す励起ビラジカルの発見

基質1 のガンマ線照射およびエックス線照射で誘起される「励起ビラジカル($^3\dot{2}^*$)」の熱発光現象の発見
セレンディピティー:偶然の発見

*過去の新聞発表

<http://www.chem.osakafu-u.ac.jp/ohka/ohka5/ikedayomiuri20070811.JPG>

<http://www.chem.osakafu-u.ac.jp/ohka/ohka5/ikedayomiuri20071126.PDF>

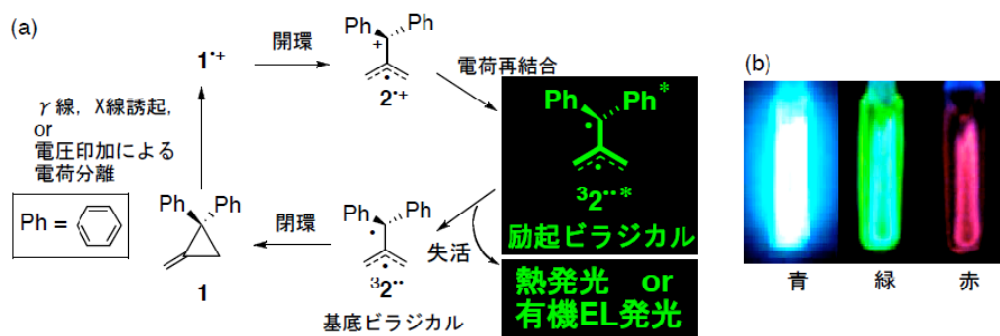


図 1. (a) 基質1の熱発光あるいは有機EL発光の機構. (b) 基質1で見られる鮮やかな緑色熱発光(中央). 置換基を変えれば, 青色や赤色も出せる.

(2) 熱発光現象から新規発光素子「有機ラジカルEL」の開拓

熱発光現象を示す上記の反応を使って新規発光素子「有機ラジカルEL」の開発に成功。(i) 化学反応を含み, (ii) 励起ビラジカルが発光する, 初めての有機EL。従来は, ラジカルの利用=素子の劣化, と考えられていて, これまでラジカルは用いられたことが全くなかった。逆転の発想による研究. 大学ならではのアイデア。日本発で世界初! **社会に対する影響としては, 新機構で発光し, より安価でより輝度の高い有機ELの開発が期待できるということである。**

*「有機ラジカルEL」の特徴

- ①長波長発光の簡易実現(ラジカルを使えば, 従来は難しかった赤色発光でも簡単に!)
- ②内部量子効率の飛躍的増大(ラジカルを使えば, 最高で従来比4倍の効率で光る!)
- ③耐久性向上のための新機構(ラジカル=耐久性低下, ではない。再生可能なラジカルの利用=必要時にだけ出し, 不要な時には仕舞っておけばよい=オンデマンド方式!)

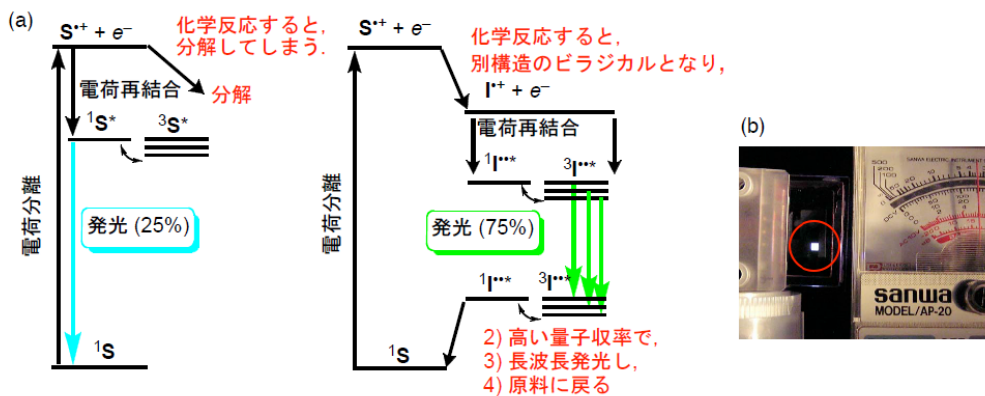


図2. (a) 従来の有機EL(左)と有機ラジカルEL (右) の違い. $1S$: 閉殻分子, $3T^*$: 閉殻中間体(基底三重項). (b) 試作した有機ラジカルELの発光

(3) 熱発光現象の「発信器」としての利用:高反応性中間体の新しい検出法の開拓

重要な中間体としてその存在は噂されていたが、従来の光吸収法では証明できなかった「一重項六員環状1,4-ピラジカル(14^*)」を、光放出法(=熱発光法による蛍光の観測)で初めて証明。「押しでもだめなら引いてみる」作戦。

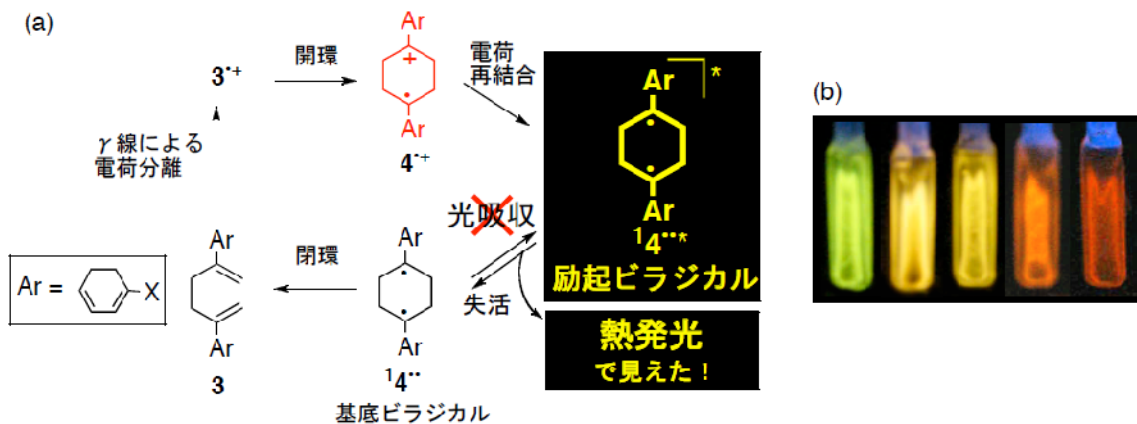


図3. (a) 基質3の熱発光の機構. (b) 基質3で見られる鮮やかな熱発光. 置換基Xが変わると、段階的に発光色が変化する.

*背景となるキーワード

- ・ 「蛍光発光」 1) 蛍光灯, 蛍光ペン, 有機ELなどの基本現象. 我々の生活に欠かせない.
2) 物質や機能の存在を証明する有力な方法(例: 下村脩先生の緑色蛍光蛋白質)。
- ・ 「熱発光」 加熱や昇温によって誘起される発光現象. 熱ルミネッセンスともいう. 「光る宝石」と呼ばれるホタル石が光るのも同じ原理。
- ・ 「電荷分離・再結合」 この組合せは、光誘起電子移動反応, 熱発光, 有機ELの基本原理。
- ・ 「有機EL」 液晶に代わる次世代ディスプレイの一つ. 柔軟性、バックライト不要、高輝度など様々な特徴あり. しかし、①長波長(赤色)発光が得にくい、②効率が低い(励起状態の全てを使っていない)、③耐久性が低い、などの問題もあり。
- ・ 「有機ラジカル」 古くからあるが、近年は最新の機能性有機材料として注目される. NEC の「有機ラジカル電池」が好例。

II 一連の研究発表の日時・会場

(1) 1-F5-53:3 月27 日(金)17:40-17:50

X 線誘起によるトリメチレンメタン(TMM)ピラジカルの熱ルミネッセンス(阪府大院工1・阪府大分子エレクトロニックデバイス研2・和大シス工3)○松井康哲1・池田 浩1,2・秋元郁子3・神野賢一3・水野一彦1,2

(2) 2-SA-15:3 月28 日(金)16:10-16:30

超分子的包接環境場におけるラジカル型中間体 - ゼオライトによる捕捉と有機ELへの応用-(阪府大院工・阪府大分子エレクトロニックデバイス研)○池田 浩

III 本研究についての連絡先

池田 浩(大阪府立大学 大学院工学研究科 応用化学分野)072-254-9389 / ikedada@chem.osakafu-u.ac.jp