

■研究テーマ

- 光を用いた有機半導体・超伝導体デバイスの創造
- OLED発光素子として高効率発光する有機化合物の開発
- 抗原・抗体反応を可視化する有機発光分子の開発
- 放射線照射により生成するイオン分子の分解機構の解明と応用

■キーワード

固体発光 紫外・可視光線 有機超伝導 OLED 抗体検出

■産業界の相談に対応できる技術分野

光・放射線が関わる化学反応全般

■主な設備

極短パルスレーザー、時間分解可視・紫外吸収発光測定装置、中圧自動カラムクロマトグラフ装置

連絡先 分子科学部門 山路 稔 TEL:0276-50-2338 FAX:0276-50-2338 e-mail:yamaji@gunma-u.ac.jp



山路 稔教授

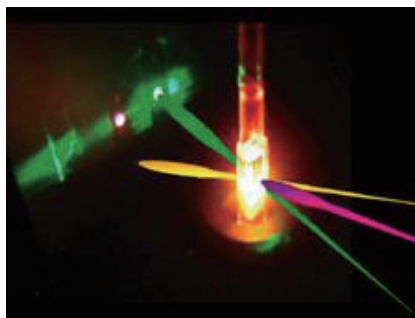
研究概要

有機化合物に紫外線や電子線を照射することにより生成する励起状態が起こる化学反応機構の解明や発光現象を解析し、これらの現象の特徴を利用した電子デバイスや生体に用いる発光プローブへ応用する研究を行っています。

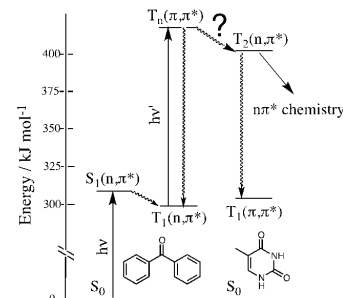
今日の我々の身の回りには石油製品であふれています。これらの化学物質(有機化合物)が太陽からの光(紫外・可視光線)を吸収して起こす主な現象は発光と化学反応です。光はエネルギーの形を変えた姿なので、光を吸収するということは余分なエネルギーを持った状態になるということになります。この状態は励起状態と呼ばれ、通常の状態とは異なる性質を示すようになります。その一つが発光(蛍光と燐光)現象です。

この発光を詳しく解析すると励起状態の性質が判るのです。発光する波長が可視光の場合はディスプレイに応用可能なため目的の色彩を得るためにはどのような分子を選択すれば良いかを考えれば良いことにな

ります。一方、発光現象が起きない場合は光化学反応が進行する場合があります。代表的な光化学反応は植物が行っている光合成です。これは光のエネルギーを利用して電子移動を進行させることにより二酸化炭素と水から炭水化物と酸素を作り出す化学反応です。このように光エネルギーをうまく利用すると物質を組替えることが可能なのです。物質変換は化学結合の切断による組み合わせが必要です。これは光のエネルギーで化学結合を切断することから始まります。



二色レーザー照射による光分解実験例



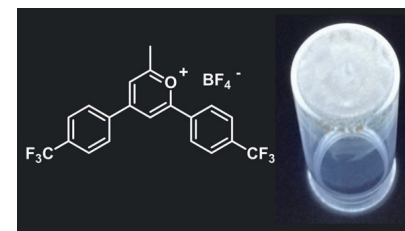
光で皮膚癌が発生する機構が分子モデルで解明された

特徴と強み

光や放射線化学照射で起きる化学反応をリアルタイムで観測し、どのような機構で起こるかを解明できます。その機構を上手く利用して目的の反応を意図的に進行させる分子システムの設計・合成させ、反応効率等の特徴的な物理定数の計測が可能です。



光が物質に吸収される時間はあっという間です。詳しくはアト秒という時間単位(百京分の一秒)で起こります。発光している時間はピコ秒(一兆分の一秒)から数秒にわたり様々です。この時間を測定することにより励起状態の性質を理解することができます。様々な分子の発光様式から分子の性質を特徴付ける事が可能です。一方、化学反応が進行する場合は発光を伴わないことが多いのでその場合は吸収を測定します。時間ごとに変化する化学反応のスナップ写真を撮ること(過渡吸収測定)によりどのような化学反応がどれくらいの速度と効率で進行しているかを解析します。このようにしてそれぞれの光化学反応を特徴付けます。さらにその光反応の終着点である光反応生成物を取り出し、その反応機構でどのような物質ができたかを検討します。このプロセスを目的とする化合物に光を当てれば目的物質ができるかを考えるわけです。



当研究室で開発した白色発光化合物

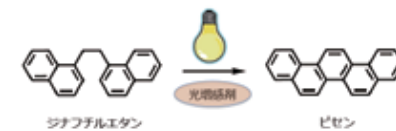
蛍光灯などの水銀製品の撤廃による白色LED照明が普及しない理由の一つには市場価格が十分に下がりにくいことが挙げられます。白色有機電界発光デバイス(OLED)は蛍光灯の次世代をになう照明器具です。通常、白色発光を得るためには、波長が異なる三色の光(赤・緑・青)を混ぜ合わせる必要がありますが、一つの物質で白色光を発することが可能ならば、その分製造コストが引き下げられ、これまでの棒状の蛍光灯から面で発光する照明器具へのパラダイムシフトが可能になります。

今後の展開

光・放射線の特徴を使って目的の物性・機能を持つ化合物を創製していきます。



現在精力的に進めている研究は有機半導体・超伝導体を光により創製することです。有機合成では複雑なステップも光を使えば簡単に有機半導体・超伝導体を作成できることを我々は発見しました。今後は実用化に向けて様々な有機半導体・超伝導物質を発見・開発していきます。



世界初の有機超伝導体であるピレンは光化学反応で作られた(Nature, 464(2010)76)。