

文献セミナー回答

2023/09/14 川畑恵一

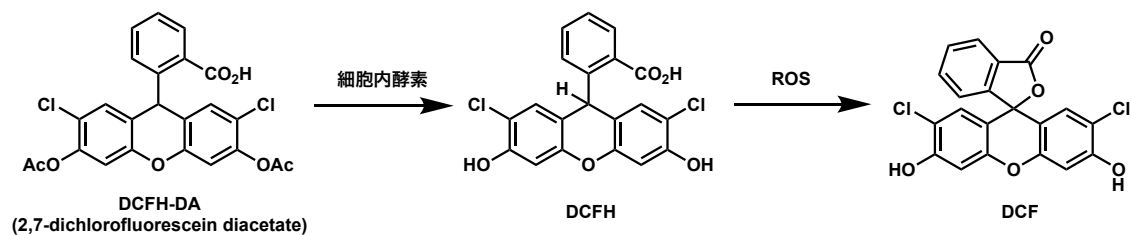
・圧壊の温度や圧力の算出方法

キャピテーションによる水泡の挙動を測定し、流体力学などの理論を用いて計算している報告がありました。

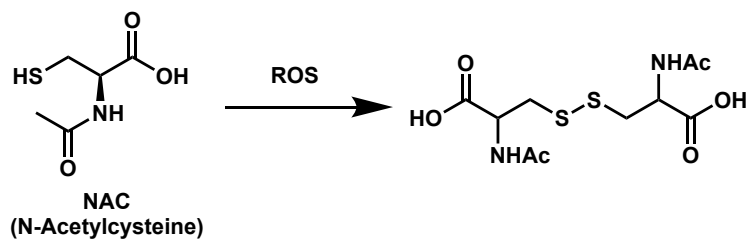
Tzanakis, I. *et al. Ultrason. Sonochem.*, **2014**, *21*, 2, 866-878.

・DCFH-DA と NAC の作用機構

DCFH-DA は細胞内のエステラーゼで代謝され DCFH となり、ROS により DCF に酸化されると蛍光を発します。



NAC は ROS 捕捉剤としてよく用いられている分子で、グルタチオン前駆体でもあります。

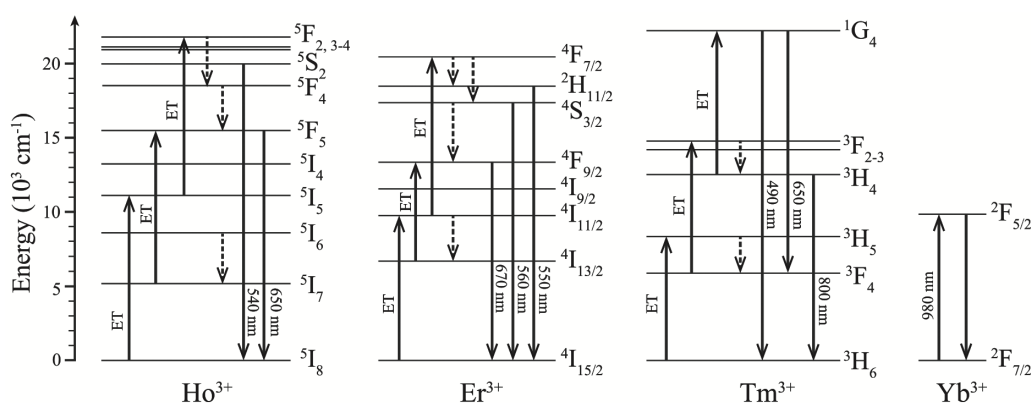


・UCNP の構造とアップコンバージョンの仕組み

UCNP 部分($\text{NaGdF}_4:\text{Yb,Er}$)は GdCl_3 , YbCl_3 , ErCl_3 を 40:9:1 の比率で混ぜソルボサーマル法で合成しているそうです。室温に戻した後 NaF と $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{NPs}$ を加えてコアシェルを形成しています。

希土類元素におけるアップコンバージョンの原理は次のように考えられています。

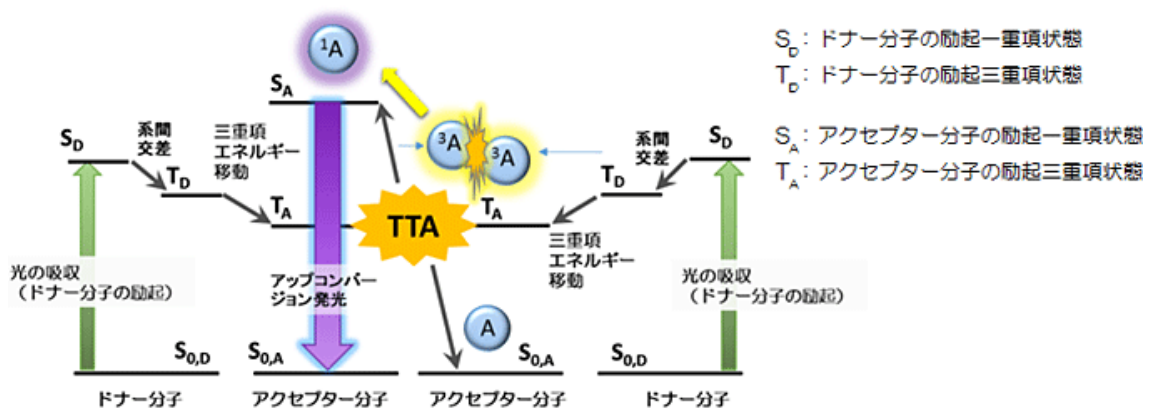
UC のメカニズムは大きく分けて 1)励起状態吸収(excited state absorption;ESA), 2)エネルギー移動アップコンバージョン(energy transfer upconversion;ETU), 3)協同過程(cooperative process)の 3種類に大別される。ESA は基底状態から 1つ目の光子によって励起された希土類に対し、別の光子によってさらに上の準位へと励起されるプロセスである。希土類イオンは外部からの影響を受けにくく、励起状態の寿命が $\mu\text{s}\sim\text{ms}$ オーダーと長いことが多段階励起(多光子励起)を可能にしている。ETU は既に励起状態にある希土類イオンに対し、別の励起された希土類イオンのエネルギー伝達を受けて、上の準位へ励起する過程である。希土類イオンの離散的な 4f 電子準位は、互いに距離が離れていても双極子相互作用等の共鳴によるエネルギー交換をすることが知られており、これにより ETU プロセスが生じる。協同過程は協同遷移(cooperative transition)とも呼ばれ、隣接した希土類イオン間の相互作用によって、両者のエネルギーの和が仮想準位を介して発光し観測されるものである。しかし、協同過程の効率は ETU 過程と比較して 10^4 ほど低く、UC 蛍光体においては ESA および ETU 過程が支配的である。



参考文献

https://www.jstage.jst.go.jp/article/oleoscience/22/5/22_203/_pdf/-char/ja

このような多段階励起に基づく機構は非常に強い光を必要とするため、近年は弱い光でもアップコンバージョンを引き起こすことのできる三重項—三重項消滅を経る機構が注目されているようです。



三重項-三重項消滅機構による光子・アップコンバージョン（エネルギーレベル図）

- (1) 光励起されたドナー分子からアクセプター分子への三重項エネルギー移動 (T T E T) を経て、アクセプター分子の励起三重項状態 (T A) がつくられる。
- (2) 励起三重項状態 (T A) にある 2 つのアクセプター分子が溶液中で拡散し、衝突することによって三重項-三重項消滅 (T T A) がおこる (これまでの溶液系における T T A は励起された分子の拡散と衝突が必須)。
- (3) その結果、アクセプター分子の高い励起一重項エネルギー状態 (S A) が生成する。
- (4) この高い励起一重項エネルギー状態 (S A) からアップコンバージョン発光 (励起光よりも大きなエネルギーをもつ光) が発せられる。

参考文献

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20150804/index.html>