

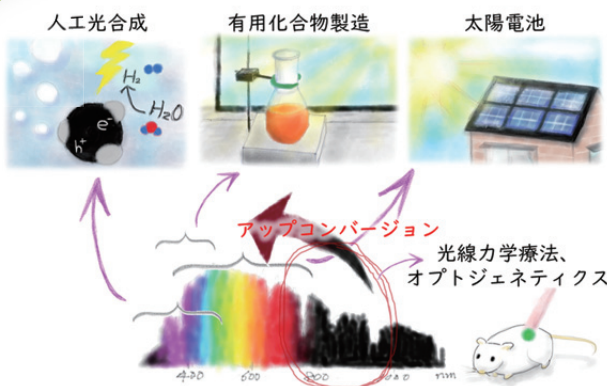


光励起三重項の機能化学： フトン・アップコンバージョンと 超核偏極を可能にする材料の開発

やな い のぶ ひろ
楊井 伸浩

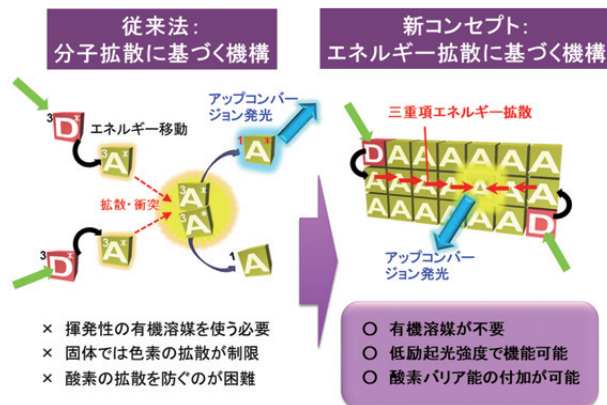
九州大学 大学院工学院 応用化学部門 准教授
国立研究開発法人 科学技術振興機構
さきかけ研究者 (令和元年12月6日時点)

楊井氏は、分子が光により励起された三重項状態の興味深い特性を活かし、再生可能エネルギーからバイオロジー・医療まで幅広い分野に貢献しうる材料の開発を行っています。中でもフトン・アップコンバージョンと超核偏極に関して従来困難であった機能発現を可能にし、その独創性は国内外から高い評価を受けています。



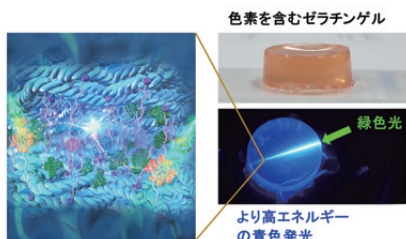
■フトン・アップコンバージョンとその応用

長波長の低エネルギー光を短波長の高エネルギー光に変換することをアップコンバージョンという。太陽光から再生可能エネルギーを創出する全てのデバイス(人工光合成、有用化合物合成、太陽電池)を高効率化する。生体内での光源として用いられ、光を用いたがん治療(光線力学療法)や脳の機能解明に繋がるオプジェネティクスに応用できる。



■新機構により従来困難であった課題を解決

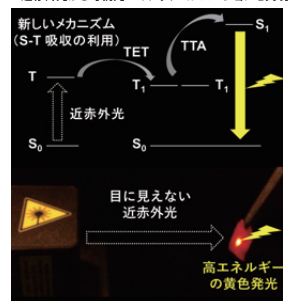
これまでのアップコンバージョンは分子を拡散により行われてきたが、揮発性の有機溶媒を用いるなどの問題点があった。そこで新しいコンセプトとしてエネルギー拡散に基づく機構を開発することにより、有機溶媒が不要になるなど従来法の問題点を克服した。



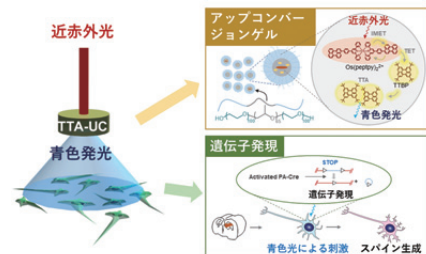
■アップコンバージョン材料の例:ゼラチンゲルの利用

アップコンバージョンに必要な色素をゼラチンのゲル(溶媒は水)に入れることで、空気中でも緑色の光をより高いエネルギーの青色光へとアップコンバージョンすることが可能。

■近赤外光から可視光へのアップコンバージョンを実現



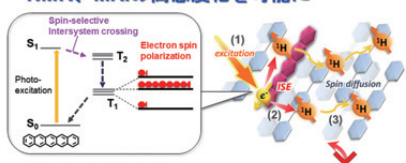
エネルギー・バイオ分野への応用において近赤外光を可視光にアップコンバージョンすることが必要であるが、これまでの分子を用いたアップコンバージョンでは実現困難だった。S-T吸収を利用するという新しいメカニズムを開発することにより、目に見えない近赤外光を黄色の光にアップコンバージョンすることに成功した。



■オプジェネティクスへの応用

近赤外光を青色光にアップコンバージョンするゲルの開発に成功した。これによりニューロンの中の遺伝子発現を引き起こすことに成功し、記憶や学習の初期過程を生体透過性の高い近赤外光により制御できた。今後は脳深部の神経細胞を遺伝子操作することにより、高次脳機能の解明への貢献が期待される。

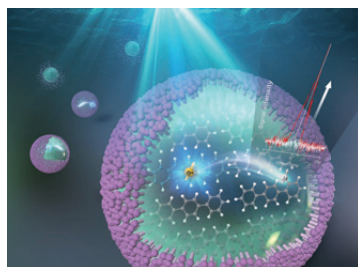
三重項を用いた超核偏極 (triplet-DNP) : NMR、MRIの高感度化を可能に



これまでの課題：
生体分子を高感度化することが困難

■三重項を用いたNMR、MRIの高感度化

光励起三重項を用い、医療・化学分野で用いられる核磁気共鳴画像法(MRI)や核磁気共鳴(NMR)分光法の感度を大幅に向上しうる超核偏極法の開発に取り組んでいる。これまでの研究では主に密な結晶中での高感度化が行われ、実際にMRIで観測したい生体分子を高感度化することは困難だった。



■水中における初の高感度化

従来は固体中でのみ行われてきた三重項を用いた超核偏極を、水中で達成することに初めて成功した。生体分子の高感度観測に繋がることが期待される。



■「量子生命化学」分野の創出へ

量子分野はクリーンでドライな系を扱い、生命分野は複雑でウェットな系を扱ってきた。これらの分野を橋渡しするのが化学の役割である。今後は高感度化した生体分子を用いた超高感度MRIがん診断などを通じ、量子と生命を化学で繋ぐ「量子生命化学」という新分野の創出に繋がると期待される。