

アップコンバージョンによる近赤外光利用技術の展開 — 太陽電池から生体応用まで —

早稲田大学 先進理工学部
石井あゆみ

1. はじめに

近赤外光は、およそ 750~2500 nm の波長領域に位置する、人の目には見えない光である。この領域の光は、可視光に比べて散乱や吸収の影響を受けにくいという特性を有しており、光通信、リモートセンシング、生体イメージング、医療診断など、さまざまな分野で利用されている。近年では、情報通信技術の高度化や医療・環境分野における高精度計測への要求の高まりに伴い、近赤外領域における微弱光の高感度検出および高効率利用がますます重要となっている。

一方で、近赤外光は既存の半導体材料や光機能材料にとって、必ずしも利用しやすい波長領域ではない。例えば、代表的な近赤外検出材料である InGaAs などの化合物半導体は高い感度を有する一方で、暗電流やコストの面で課題が残されている。太陽電池や光触媒などのエネルギー変換材料においても、多くの場合、可視光領域のみが有効に利用されており、太陽光スペクトルの約 4 割は近赤外領域に分布しているにもかかわらず、その多くは未利用のまま失われているのが現状である。例えば、シリコンに代わる次世代太陽電池材料として注目されているハロゲン化鉛ペロブスカイトでは、太陽光中に豊富に含まれる近赤外成分の大部分を電気エネルギーへ変換することができない。この未利用光を有効活用できれば、従来の理論限界を超える高効率エネルギー変換の実現が期待される。

また、近赤外光は生体組織に対する透過性が高く、紫外・可視光に比べて光毒性や散乱の影響が小さい。この特性は、生体深部イメージングや光線力学療法(PDT)、光制御型治療などの分野において大きな利点となる。しかしながら、生体応用においても、近赤外光を直接利用できる材料系は限られており、さらなる機能拡張が求められている。すなわち、近赤外光という未利用光資源を高度利用することは、エネルギー効率向上のみならず、低侵襲医療や環境技術の革新にも直結する重要課題である。

このような背景のもと、低エネルギーの近赤外光を高エネルギーの可視光へ変換するアップコンバージョン現象が注目されている。アップコンバージョン材料を用いれば、近赤外光を既存の可視光応答型材料やデバイスで利用可能な光へと変換することができ、光検出、エネルギー変換、光化学反応、生体医療など幅広い分野への応用が可能となる(図 1)。筆者らはこれまでに、色素増感型アップコンバージ

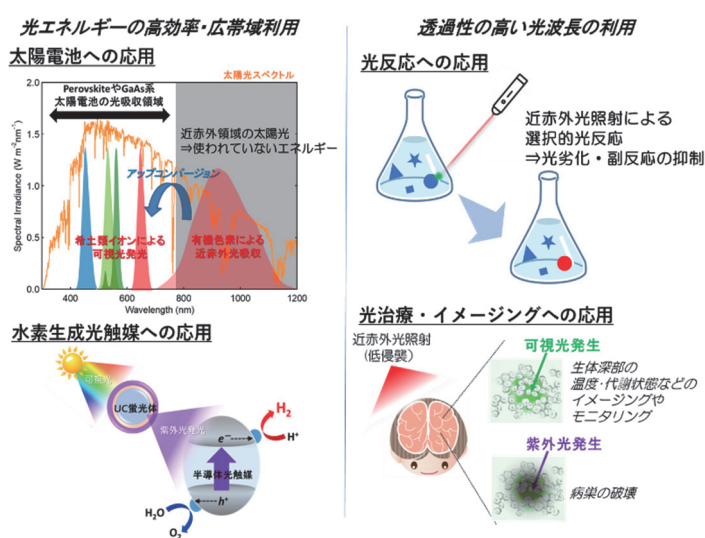


図 1 アップコンバージョン材料を用いた近赤外光利用