



ナノカーボン光電極

名古屋工業大学 川崎晋司

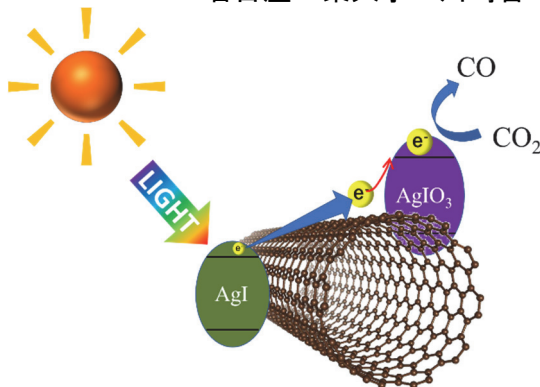


図1 可視光応答 SWCNT 複合 CO₂還元触媒

単層カーボンナノチューブ (SWCNT) は特異な気体吸着能 (低濃度の CO₂ ガスも効率よく吸着)、高い電気伝導性、優れた化学安定性を有している。SWCNT を CO₂ 還元触媒結晶および光吸収結晶と複合化することで太陽光 CO₂ 還元触媒電極を構築できる (図 1)。SWCNT は原子 1 層のグラフェンシートを丸めたものなので、これを透明絶縁体の上に薄く敷き詰めると透明をキープしたまま導電性を付与できる。図 1 の SWCNT 光触媒複合体を PET フィルムにスプレーコートすれば簡単にフレキシブル光電極を作製できる。そんなことを期待して始めた研究だが、SWCNT 複合体の合成はちょっと変わった方法を使っている。ここではその方法を簡単に説明する。詳細は文献をご笑覧ください[1]。

一見複雑に見える図 1 の SWCNT 複合体はヨウ素を内包した SWCNT を硝酸銀水溶液に浸漬するだけで勝手にできあがる。SWCNT に内包されたヨウ素が銀イオンと反応してヨウ素酸銀とヨウ化銀の同時生成が起こり図 1 の複合体が得られる。ヨウ素の内包は私たちが開発した電解酸化法で簡単に行える[2]。ヨウ化物イオンを含む水溶液の中で SWCNT にヨウ素のレドックス電位より高い電位を付与するだけでヨウ素分子がチューブ内に勝手に内包されるのであ

る。つまり、あまり手間をかけることなく図 1 の SWCNT 光触媒複合体を合成できる。

簡単に内包できるとはいえ、わざわざヨウ素を内包する必要があるのだろうか。これにはいくつか理由がある。一つの理由は水に不溶のヨウ素は水中でスムーズに反応しないので SWCNT で保持した分子状のヨウ素を使って反応を効率化するためである。二つ目の理由は SWCNT に機能結晶の微結晶を均一に分散担持させるためである。どうして内包 SWCNT を使うと均一に分散担持できるのだろうか。SWCNT は孤立して存在することはまれで通常はファンデルワールス力により凝集してバンドルと呼ばれる束になっている[3]。したがって、単純に SWCNT に機能結晶を担持させようとしても図 1 のようにはならず、SWCNT の束であるバンドル表面に結晶が析出してしまう。これに対して内包分子を反応物として利用することで一本一本の SWCNT に均一に機能結晶を担持させようというのが私たちの狙いである。また、SWCNT のチューブ内からの反応物供給により生成物の大きさは限定され、自ずと微結晶になる。

ここまで SWCNT 光触媒について良いことしか述べてこなかったがもちろん課題はたくさんある。一口に SWCNT といってもグラフェンシートの巻き上げ方 (カイラリティという) でチューブ径が変わるだけでなく、電子構造が大きく変化する[3]。SWCNT はカイラリティにより金属にも半導体にもなり、バンド位置も変化する。図 1 に描いた電子移動を効率化するにはこのカイラリティ制御が重要だが簡単ではない。また、SWCNT 自身の光吸収の制御も難しい課題である。ただ、こうした課題をクリアしていくことで内包経由の SWCNT 光触媒をより魅力的なものにしていきたい。

参考文献

- [1] A. Al-zubaidi, et al., *Sci. Rep.*, 10140, (2021).
- [2] H. Song, et al., *PCCP*, **15**, 5767 (2013).
- [3] 川崎晋司, 「新炭素材料ナノカーボンの基礎と応用」 (科学情報出版)