

# 光熱変換型カーボン量子ドットを用いた 海水淡水化への展開

SATテクノロジー・ショーケース2022

## ■ はじめに

現在、世界人口の増加に伴う水資源不足が、グローバル問題となっている。そこで、海水の淡水化による水の供給が必要とされている。これまで海水の淡水化では逆浸透法が工業的に応用されている。逆浸透法は必要な量の淡水が得られる一方、設備投資や運転コストが高い。近年、ナノ材料の光熱効果を利用する安価な淡水化方法が提案された<sup>1)</sup>。この方法は、太陽光エネルギーを熱エネルギーに転換して局所的に表面水を蒸発させて淡水を得ている。そのため、過分の設備投資や運転資金も必要としない。しかし、水の大量生産の点においてはまだ難しく、より効率的なナノ材料及びナノ構造の開発が急がれる。そこで本研究では、カーボン量子ドット(CQD) (Fig.1)に注目した。CQDは優れた光吸収能力に起因する光熱効果を有するだけでなく、光触媒性・蛍光特性や生体親和性など、原料や合成方法により様々な機能が付与されている。また、表面改質により他の機能性材料と組み合わせる相乗効果の獲得や水輸送・循環に利する多孔質構造の形成など、光熱変換効率の向上につながる種々の試みも行いやすい。

本研究では異なる表面性質を持つCQD、それに基づく複合構造材料の合成条件を明かし、光熱効果の向上に寄与するナノ材料システムを開発することを目的として行う。

## ■ 活動内容

### 1. CQD材料の検討

スクロースを純水に溶解させ、水熱処理(443K, 1h)を行い、CQDを作製した。同様の条件で、スクロースを純水に溶解後、一定比率でL-システイン(L-Cys)、エチレンジアミン(EDA)、NH<sub>3</sub>、ピペリジン(Pip)、NaOHをそれぞれ添加し、CQDを作製した。EDAでの反応式をFig.2に示す。

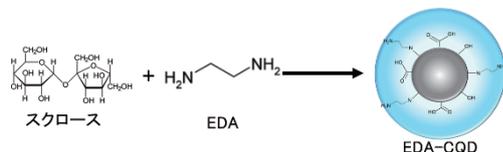


Fig. 2 EDA 添加時反応

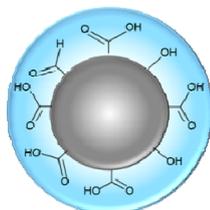


Fig. 1 カーボン量子ドット

## 2. 結果

水熱時間の制御がCQDの生成に重要であり、処理時間1hで得たサンプルは発光性を持つ高い水分散性のCQDが得られるが、更に長い処理では粒子サイズの大きい炭素粒子に変貌することが分かった。Fig.3(a)に各CQDの蛍光量子収率を示す。量子収率は、添加剤L-Cys、EDAの場合大きくなったが、無機アルカリ添加剤の場合は逆に大きく低下した。また、得られたサンプルの吸光スペクトルからL-Cys、EDAを添加する場合、脱水縮合反応が進んだと判断した。

電気泳動可能な粒子サイズを得るために処理時間3h(EDA添加の場合2h)のサンプルを調整し、それらのゼータ電位測定からCQDの帯電特性を推測した。Fig.3(b)より、EDA、NH<sub>3</sub>、添加時にCQDはプラスに帯電し、ピペリジン、NaOH、添加なしの場合マイナスに帯電することがわかった。L-Cys添加の場合は粒子サイズが未だ十分に大きくならずゼータ電位測定がうまくできなかった可能性がある。

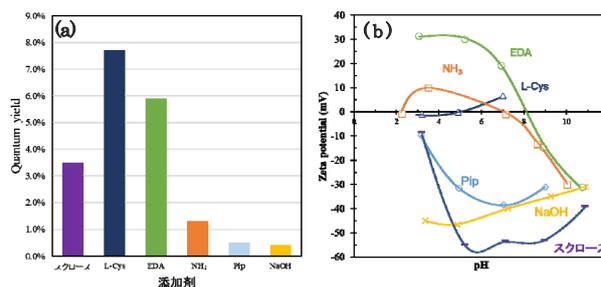


Fig. 3 (a)各種CQDの量子収率 (b)ゼータ電位のpH依存性

これら結果より、添加剤種類により異なる帯電性・表面性質のCQDが得られることが分かった。この知見を今後光熱効果の向上に寄与するナノ複合材料の合成に活かす予定である。

## ■ 関連情報等

本研究は産業技術総合研究所 環境創生研究部門 反応場設計グループと共同で行われた。

○文献

1) Minmin Gao et al., Solar absorber material and system designs for photothermal water vaporization towards clean water and energy production, *Energy Environ. Sci.*, 12, 841-864, (2019)

代表発表者 小井出 涼太(こいで りょうた)  
 所属 千葉工業大学大学院 工学研究科  
 応用化学専攻  
 産業技術総合研究所  
 環境創生研究部門 反応場設計研究グループ  
 問合せ先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1  
 TEL:047-487-0418  
 E-mails:17a6039ce@s.chibakoudai.jp

■キーワード: (1)カーボン量子ドット  
 (2)淡水化  
 (3)水処理

■共同研究者: 王 正明(産業技術総合研究所)  
 及川 睦貴(千葉工業大学)  
 小浦 節子(千葉工業大学)