



News letter

文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究
 領域略称「人工光合成」領域番号 2406
 人工光合成による太陽光エネルギーの物質変換：
 実用化に向けての異分野融合

班員から

「人工光合成」研究の異分野融合・新展開に向けて

A01 班員 山本洋平

筆者は2年前の本領域申請にて A01 公募班に採択頂いた。「人工光合成」に関しては全くの素人であった筆者は、申請書には主に光電変換の内容を記載していたのだが、採択後の最初の班会議の際に班長より「物質変換もよろしくお願いしますね」と発破を掛けられ、以来どのようにすれば自分の研究を「人工光合成」に繋げることができるのかについて頭を悩ませてきた。幸い、後半の公募でも採択頂くことができ、引き続き頭を悩ます機会を得た。本レターでは、これまで2年間で「人工光合成」について自分なりに学んできたこと、および自身の「人工光合成」研究と今後の展開について述べさせていただきたい。

「人工光合成」研究を目的別に分けると、本領域の班分けのように、光捕集 (A01)、水の酸化 (A02)、水素発生 (A03)、二酸化炭素の還元 (A04) に分類される。一方、物質で分類すると、①金属錯体、②無機半導体、③生体分子、④その他の材料、といった分類になるかと思われる。①と②は人工光合成研究の本流であり、③は天然の光合成系の解明など重要な役割を担う。一方、本領域タイトルの最後にくっついている「異分野融合」を都合よく解釈すると、これら以外の物質・材料群からも人工光合成研究に参入するチャンスがあるのではないかと捉えることができる。例えば、金属ナノ粒子、有機半導体、高分子、グラフェン、等々。筆者の専門は「 π 共役分子の自己組織化」「有機・高分子エレクトロニクス」であるが、これらを活かして「人工光合成」研究に一役買うことができれば、「異分野融合」についても貢献できると考えている。

筆者の後半の提案課題は「共役炭素ナノ材料およびペプチド複合体による超広域光捕集系の構築」である。その中に、(1) ドナー-アクセプター分離積層型ペプチド β シートを用いた光誘起電荷分離系の樹立、(2) グラフェン-電荷分離型ペプチド β シートの複合化による光捕集系の樹立、(3) 共役系高分子マイクロ球体の集合化による超広範囲光捕集系の樹立、の3テーマを立てている。用いる物質は、ペプチド、酸化グラフェン、金属ナノ粒子、 π 共役有機分子、 π 共役高分子などで、先の分類では④「その他」に含まれるものが多い。(1)と(2)は、前半のテーマ「生体分子による新しい光電変換系の構築」(図1a)の発展型である。前半では主に機能性ペプチドの自己組織化^[1]と金属ナノ粒子への結合・解離^[2]に関する研究を行った。後半では、金属ナノ粒子・金属錯体-ペプチド-酸化グラ

フェンの複合化による広範囲光捕集とそれに続く電荷分離・光反応に関する研究を進める(図1b)。また、前半の研究の中で、 π 共役高分子の自己組織化により形成するマイクロ球体^[3]において、発光が球体内に閉じ込められ共鳴する現象(WGM発光)を見出した^[4](図2a)。後半ではこの現象を利用し、広範囲に照射した光を、光閉じ込めと球体間光伝搬により1つの球体へ集光し、新しい光捕集系の構築へと拡張する(図2b)。これらの研究を絵に描いた餅に終わらせず、人工光合成研究の一つの展開として発展させることが次の2年の目標である。

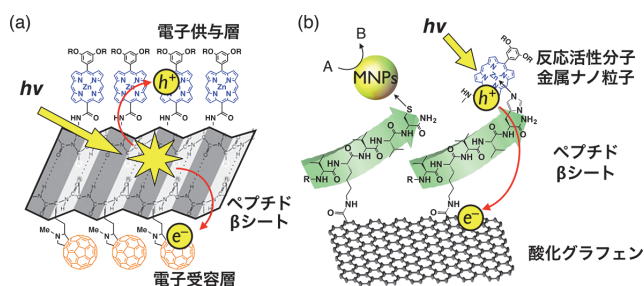


図1. (a) D/A 分離積層型ペプチドを用いた光誘起電荷分離状態の形成. (b) グラフェン-ペプチド β シート-光反応部位複合体による光捕集/電荷分離系.

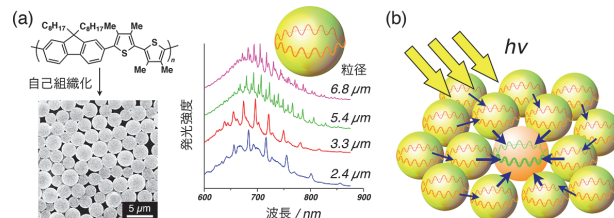


図2. (a) π 共役高分子の自己組織化によるマイクロ球体の形成と光閉じ込めによる WGM 発光スペクトル. (b) 球体間光伝搬を利用した光捕集系の構築.

発表論文

- [1] T. Nakayama *et al.*, *Asian J. Org. Chem.* 2014, *3*, 1182–1188.
- [2] T. Mizutaru *et al.*, *submitted*.
- [3] T. Adachi *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* 2013, *135*, 870–876.
- [4] K. Tabata *et al.*, *Sci. Rep.* 2014, *4*, 5902/1–5.

関連特許

山本他、特願 2015-35656、特願 2014-232410、特願 2014-170974、特願 2014-009724、特願 2013-110898.

新学術領域「人工光合成」ニュースレター

第3巻・第3号(通算第27号)平成27年6月1日発行

発行責任者: 井上晴夫(首都大学東京 都市環境科学研究科)

編集責任者: 八木政行(新潟大学 自然科学系)

<http://artificial-photosynthesis.net/>