

ディビジョン番号	8
ディビジョン名	生体機能関連化学・バイオテクノロジー

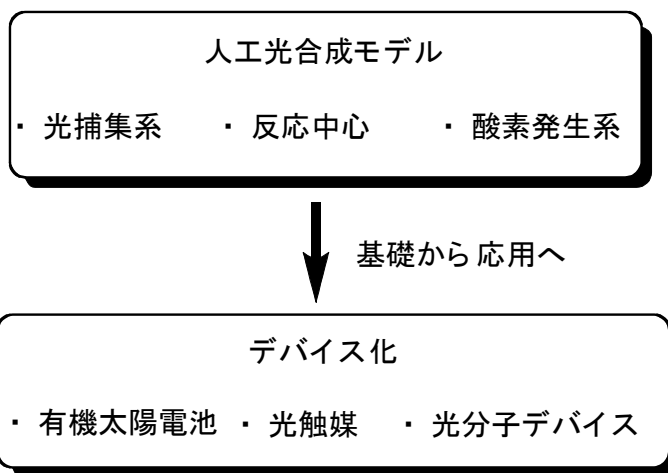
大項目	1. 生体機能関連化学
中項目	1-1. グリーンバイオ
小項目	1-1-1. 人工光合成

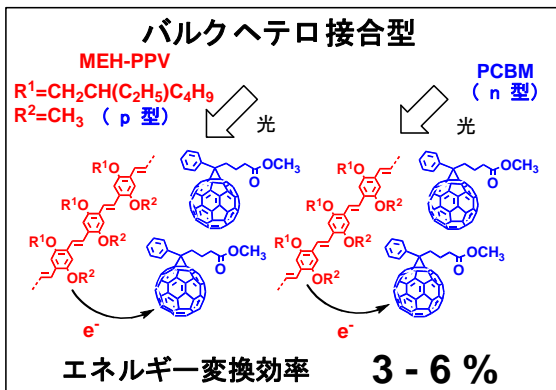
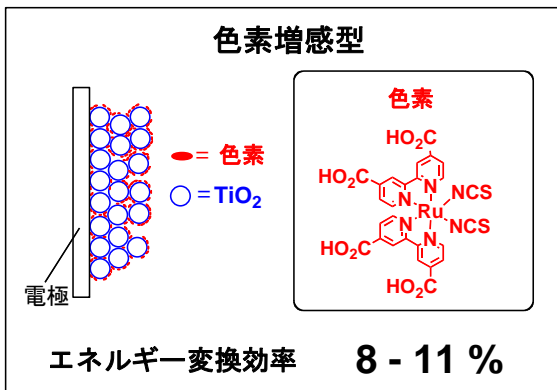
概要（200字以内）

人工光合成の分野では、光捕集系、光合成反応中心のモデル化に成功し、残された課題は、マンガン錯体を用いた水の4電子酸化による酸素発生である。一方で、光合成をまねるだけの人工光合成は終わりをつげつつあり、その原理を活かした応用展開に研究の最前線はシフトしている。色素増感太陽電池、バルクヘテロ接合太陽電池などの有機太陽電池の高効率化、可視光を用いた新規な高効率光触媒、光分子デバイスの開発が急務である。

現状と最前線

石油・石炭・天然ガスなどの化石燃料の大量消費、森林の大規模な破壊に伴って、二酸化炭素濃度は増加し続け、その結果、地球温暖化が顕著化してきた。また、エネルギー消費は、生活の快適指向、大量の情報処理、交通の高速化などにより、増加の一途をたどっている。これらの観点から低コストでかつ環境に負担をかけない代替エネルギーの開発が急務である。太陽エネルギーは事実上無尽蔵であり、環境への負荷が小さいことから代替エネルギーとして注目を集めている。実際に、地球上ではバクテリア、藻類、植物の光合成によって、太陽エネルギーを用いて、二酸化炭素と水から炭水化物と酸素を生み出すことで、地球環境を維持してきた。また、化石燃料も光合成活動の結果により生成したと考えられている。このように考えると、光合成による太陽エネルギー変換は人類にとって不可欠のものである。しかしながら、一方で、地球上での太陽エネルギー密度は低く、また植物によるエネルギー変換効率は最高で数%程度と、決して効率のよいシステムでないことを十分に理解する必要がある。光合成の原理を取り入れながらも、太陽エネルギーを効率よく化学・電気エネルギーに変換する人工系の開発が必要となってくる。光合成モデルに関しては、光合成反応中心の光電荷分離過程を人工的に再現できることは実験的に証明されている。また、紅色光合成細菌の光捕集系に存在する発色団環状構造など光捕集系のモデル化も報告されている。





1990年の初頭における色素増感太陽電池の高効率化、1990年台前半におけるバルクヘテロ接合太陽電池の開発により、現在前者で変換効率は、8-11%、後方で3-6%が実現されている。一方、光触媒に関しては、現在、可視光を用いたエネルギー変換は非常に低い性能にとどまっている。

- 1) 光化学エネルギー変換、金子正夫編、アイピーシー（1997）。
- 2) 有機薄膜太陽電池の最新技術、上原赫、吉川暹、シーエムシー（2005）。

将来予測と方向性

光合成モデルで残された課題は、光に開始されるマンガン錯体を用いた水の4電子酸化による酸素発生である。一方で、光合成をまねるだけの人工光合成は終わりを近づつつあり、その原理を活かした応用展開に人工光合成の研究は向かうと予測される。有機太陽電池に関して、色素増感太陽電池での今度の課題は、実用レベルと考えられる変換効率15%の達成と、電解質の固体化があげられる。また、バルクヘテロ接合太陽電池で、変換効率を向上させるためには、新規なドナーの開発が重要である。さらに新しい原理に基づく有機太陽電池の開発も望まれる。光触媒に関しては、可視光を用いた新規な高効率光触媒系の開発が急務である。さらに、光電子移動、エネルギー移動などを用いた分子スイッチ、メモリーなどの光分子デバイスの可能性も今後の研究課題である。

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

有機太陽電池の高効率化（変換効率10～15%）、可視光を用いた光触媒の高効率化

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

有機太陽電池の高効率化（変換効率15%以上）、可視光を用いた金属錯体による水の酸化と酸素発生（酸素発生モデル）、可視光を用いた水の分解による水素発生の高効率化、光分子デバイスの可能性の検証

キーワード

有機太陽電池、光触媒、酸素発生、水素発生、光分子デバイス