

解説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 89 [12], 425-429 (2016)

特集 植物と色材

光合成システムで機能する色素

佐賀佳央^{*,**,*†}

^{*}近畿大学理工学部 大阪府東大阪市小若江3-4-1 (〒577-8502)

^{**}科学技術振興機構 さきがけ 埼玉県川口市本町4-1-8 (〒332-0012)

[†] Corresponding Author, E-mail: saga@chem.kindai.ac.jp

(2016年8月31日受付, 2016年9月25日受理)

要 旨

光合成は自然界の優れた太陽光エネルギー変換システムであり, このシステムにとって可視光領域に強い吸収を有する色素分子は重要な役割を果たしている。これらの光合成色素は, タンパク質への結合や色素分子間相互作用によって秩序だった色素集積構造を形成し, 太陽光エネルギーの捕集・伝達や, 電荷分離・電子伝達の高効率化を実現している。本稿では, このような光合成システムとそこで機能している光合成色素について概説する。

キーワード: 光合成, 光化学系, クロロフィル, バクテリオクロロフィル

1. 緒 言

太陽光は地球に供給される唯一かつ最大のエネルギーであり, このエネルギーの利用はこれからの持続可能型社会の形成に重要であると考えられる。また, 現在のおもなエネルギー源や炭素源である化石資源は, 地球上の生命体が過去に太陽光エネルギーを変換して蓄積したものである。このように太陽光エネルギーは地球の過去・現在・未来において重要である。そのような観点から, 太陽光エネルギー変換に関しては, 太陽電池や人工光合成の開発分野などを代表として近年盛んに研究が行われている^{1,2)}。

その一方で自然界では, 高等植物や藻類, 光合成細菌などの光合成生物が効率良く太陽光エネルギーを吸収し化学エネルギーに変換している。天然光合成の太陽光エネルギー変換の基盤は, 太陽光の大部分を占める可視光を吸収できる光合成色素である。これらの光合成色素がタンパク質に結合する, もしくはタンパク質には結合せずに色素分子間の相互作用のみで自己組織化することで, 精密に分子配向が制御された色素集積構造を形成し, 可視光によって誘起される励起エネルギー移動と電子移動を効率良く行っている。このような秩序だった色素集積構造による光合成超分子(おもに色素タンパク質複合体)自身の高い光機能性に加えて, これらの超分子が物質変換機能を有する酵素などの触媒系と生体膜内で精密に連携していることも, システムとしての光合成にとって重要である。天然光合成

の効率化を達成しているこれらの基盤の理解は生命科学の進展に寄与するとともに, 太陽光エネルギー変換システムを人工的に構築するうえで有用な情報を与えると考えられる。

本稿では, 天然の光合成システムとそのなかで働く光合成色素に関して概説する。あわせて, 主要な光合成色素であるクロロフィル類の利用について, 光機能性ナノ材料への展開を指向した最近の研究を簡単に紹介したい。

2. 光合成システムの概要

光合成では, 役割が異なった多くの機能性タンパク質が生体膜内で集積し連携することで効率良い太陽光エネルギー変換を達成している。光合成反応の概要をFig. 1に示す。光合成反応は, 複数の素過程の組み合わせで成り立っていると言える。まず最初に, 太陽光エネルギーの大部分は光捕集アンテナ複合体と言われる光合成色素が結合したタンパク質(緑色光合成細菌の主要アンテナであるクロロゾームのようにタンパク質が構造形成に関与しない色素集積複合体の場合もある)によって吸収

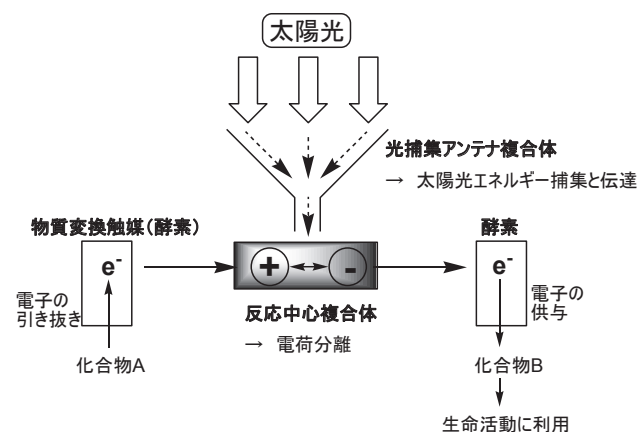


Fig. 1 Schematic illustration of natural photosynthetic systems.



〔氏名〕 さが よしたか
 〔現職〕 近畿大学理工学部 准教授
 〔趣味〕 囲碁
 〔経歴〕 1999年東京大学大学院工学系研究科博士後期課程修了(博士(工学))。同年立命館大学博士研究員。2002年日本学術振興会特別研究員PD。2003年同SPD。2005年近畿大学理工学部講師。2010年同准教授。2014年科学技術振興機構さきがけ研究者兼任。