

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		自然界最古の光合成分子機械の構造と機能解明			
研究テーマ (欧文) AZ		Structural and functional studies on an ancient photosynthetic machinery			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓)オオトモ	名)セイウ	研究期間 B	2014 ~ 2016 年
	漢字 CB	大友	征宇	報告年度 YR	2016 年
	ローマ字 CZ	Seiu	Otomo	研究機関名	茨城大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		茨城大学理学部・教授			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。) 光合成は太陽の光エネルギーを取り込むことから始まる。今から約 30 億年前に誕生したと考えられる光生物が地球環境の変化に応じて多種多様な光捕集系を進化させてきた。光生物の中で、硫黄光合成細菌由来の光捕集系は最も古いと考えられている。本研究では、米国 Yellow Stone 国立公園の温泉から発見された好熱性紅色硫黄光合成細菌由来の光捕集系(LH1)と反応中心(RC)からなる超分子複合体を対象に以下の研究を行った。その成果の概要について述べる。 1. キノン分子の定量測定 光合成細菌の明反応を巡る研究の中で最大の関心事の一つは、キノン分子がいかに関心中心(RC)とキノンプールとの間に輸送されるかである。結晶構造解析から LH1-RC1 分子あたりメナキノン(MQ₈)とユビキノン(UQ₈)をそれぞれ1分子ずつ確認できたが、本研究では HPLC を用いたキノンの抽出定量実験から結晶中の LH1-RC1 分子あたり 6 分子の MQ₈と 1.3 分子 UQ₈含まれており、結晶化前後でキノン分子の脱離はなかったことがわかった。したがって、現在の分解能(3Å)の LH1-RC の結晶構造では電子密度を確認できないが、より多くの UQ₈が含まれていることが示唆された。 2. 金属置換 LH1 の機能と構造解析 われわれの先行研究から LH1 に 16 個の Ca²⁺が結合し、Ca²⁺を他の 2 価イオン(例えば、Sr²⁺、Ba²⁺、Mg²⁺、Cd²⁺)で置換した場合、LH1 の Q_y 遷移がブルーシフトすることが知られている。本研究では、Sr と Ba 置換 LH1-RC を作製し、構造解析を行った。予想に反して、LH1 中における Sr と Ba の結合部位は Ca のものと異なっていたことが判明した。Ca の場合 LH1-α と β 鎖で構成された二重リングの間に Ca イオンが均等に位置し、リンカーとして両リングを架橋して強固な二重リングネットワークを形成しているのに対して、Sr と Ba の場合内側の α リングのみに架橋し、一重のリング構造を形成していることがわかった。これによって Sr と Ba 置換 LH1-RC 中の色素の配置に変化が生じ、LH1 全体の熱安定性が低下するというこれまでの観測結果に対する構造的要因を突き止めた。					
キーワード FA	光合成	光捕集	エネルギー移動	光電変換	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）										
雑誌	論文標題 _{GB}	Structural basis for the unusual Q _y red-shift and enhanced thermostability of the LH1 complex from <i>Thermochromatium tepidum</i>								
	著者名 _{GA}	Yu, L.-J., et al.	雑誌名 _{GC}	Biochemistry						
	ページ _{GF}	6495~6504	発行年 _{GE}	2	0	1	6	巻号 _{GD}	55	
雑誌	論文標題 _{GB}	Spectroscopic and Thermodynamic Characterization of the Metal-Binding Sites in the LH1-RC Complex From Thermophilic Photosynthetic Bacterium <i>Thermochromatium tepidum</i>								
	著者名 _{GA}	Kimura, Y., et al.	雑誌名 _{GC}	J. Phys. Chem. B						
	ページ _{GF}	12466~12473	発行年 _{GE}	2	0	1	6	巻号 _{GD}	120	
雑誌	論文標題 _{GB}	Characterization of the quinones in purple sulfur bacterium <i>Thermochromatium tepidum</i>								
	著者名 _{GA}	Kimura, Y., et al.	雑誌名 _{GC}	FEBS Lett.						
	ページ _{GF}	1761~1765	発行年 _{GE}	2	0	1	5	巻号 _{GD}	589	
図書	著者名 _{HA}									
	書名 _{HC}									
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}		
図書	著者名 _{HA}									
	書名 _{HC}									
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}		

欧文概要 EZ

Bacterial photosynthesis provides a simplified model system ideally for studying the basic mechanism of light energy conversion. The early events in this process are carried out by two major components, the light-harvesting (LH) complexes and the reaction center (RC). In this study, quinone distributions in the thermophilic purple sulfur bacterium *Thermochromatium (Tch.) tepidum* have been investigated at different levels of the photosynthetic apparatus. The quinone pool in the intracytoplasmic membrane contains 18 ubiquinones (UQ) and 4 menaquinones (MQ) per reaction center (RC) on the average. About one-third of the quinones are retained in the LH1-RC with a similar ratio of UQ to MQ. The numbers of quinones remain essentially unchanged during crystallization of the LH1-RC. There are 1-2 UQ and one MQ associated with the RC-only complex in the purified solution sample. The results suggest that a large proportion of the quinones are confined to the core complex and at least five UQs are still invisible in the current LH1-RC crystal structure.

On the other hand, we have determined the crystal structures of the Sr- and Ba-substituted LH1-RCs with the LH1-Q_y band at 888 nm. Sixteen Sr²⁺ and Ba²⁺ ions are identified in the LH1 complexes. Both the Sr²⁺ and Ba²⁺ are located at the same positions and these are clearly different from, though close to, the Ca²⁺-binding sites. Conformational rearrangement induced by the substitution is limited to the metal-binding sites. Unlike the Ca-LH1-RC, only the α-polypeptides are involved in the Sr- and Ba-coordinations in LH1. The difference in the thermostability between these complexes can be attributed to the different patterns of the network formed by metal-binding. The Sr- and Ba-LH1-RCs form a single-ring network by the LH1 α-polypeptides only, in contrast to the double-ring network composed of both α- and β-polypeptides in the Ca-LH1-RC. Based on the structural information, a combined effect of hydrogen-bonding, structural integrity and charge distribution is considered to influence the spectral properties of the core antenna complex.