

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	1-3. タンパク質化学・タンパク質工学
小項目	1-3-4. 光合成モデル

概要（200字以内）	
<p>光合成膜ではタンパク質複合体が生体色素を積み木のごとく組み立てて光エネルギー変換機能をもつ自己組織化膜を作る。この膜機能は、ナノレベルで高度に制御されており、将来のナノテクノロジーが必要とする基本的な考えはすべて見出すことができる。このメカニズムをモデル的に検討することより、この膜を構成するタンパク質色素複合体の構造と機能を明らかになり、また、この機能をもつ材料をナノレベルで構築できるであろう。</p>	
現状と最前線	
<p>植物や光合成細菌の光合成膜での光エネルギー変換過程に関わる主な膜タンパク質複合体は、アンテナ複合体(LH)および反応中心(RC)を内包するアンテナコア複合体(LH-RC)である。この膜タンパク質はクロロフィルやカロテノイドなどの生体色素と複合体を形成し光合成の光化学初期過程で重要な役割を担っている。このメカニズムをモデル的に明らかにすることは、科学の問題として興味深いばかりでなく、エネルギー、食料増産や医療・健康とも関係する重要な課題である。また、この膜タンパク質の機能は、ナノレベルで高度に制御されており、将来のナノテクノロジーが必要とする基本的な考えはすべて見出すことができる。最近、光合成膜の光エネルギー変換過程に関わる膜タンパク質複合体の構造が明らかになってきている。その例として、光合成細菌のアンテナ複合体(LH2)およびアンテナコア複合体(LH1-RC)のX線構造解析をもとにした構造を図1に示した。また、構造面だけでなく機能面でも明らかになってきており、社会的要請の強い光合成膜での太陽エネルギーの光電変換および水の光分解による水素発生システムを有効利用したナノバイオテクノロジーの開発が可能となってきている。この光合成膜タンパク質は、ナノスケールで生体色素分子の組織化を行い、超高速の単一光励起、単一電子移動を制御していることは非常に興味深い。このメカニズムを分子レベルで明らかにできれば、光エネルギー変換機能をもつ色素材料の設計がタンパク質のアレーによってナノサイズで実現でき、その光励起や電子機能はナノスケールで利用できると期待される。また、最新のナノテクノロジーをもとにした自己組織化の方法と計測技術の発展で光合成膜タンパ</p>	

ク質およびそれによる色素配列が観察可能になってきている。これらのことから、光エネルギー変換機能をもつ色素複合体を人工的に配列組織化するためにはナノレベルでの膜タンパク質色素複合体の構造と機能の関係を明らかにすることが望まれる。また、膜タンパク質色素複合体の自己組織化的な配列の認識やそれに基づく構造形成について知識を深めることが一段と重要になっている。

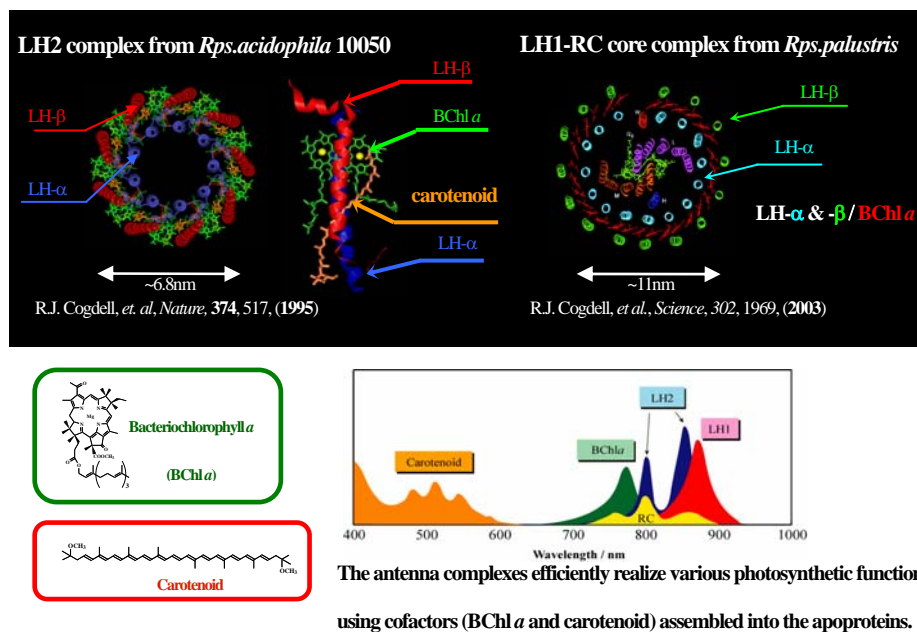


図1 光合成細菌のアンテナ複合体(LH2)およびアンテナコア複合体(LH1-RC)のX線構造解析をもとにしたモデル構造

将来予測と方向性

今後推進すべき課題

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - i) 植物の光合成膜での光エネルギー変換機能をもつアンテナ系タンパク質複合体の構造と機能の関係を明らかにする研究；超高速の単一光励起、単一電子移動観察、光合成膜タンパク質およびそれによる色素配列の観察
 - ii) ナノバイオテクノロジーならびに合成化学的手法を用いる植物の光合成膜での光電変換機能をもつアンテナ系タンパク質複合体モデルの自己組織化
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 光合成機能をもつ新規なナノデバイスの開発；光電変換および水の光分解機能を併せもつ超微細材料デバイス開発

キーワード

ナノデバイス、光エネルギー変換、アンテナ系タンパク質色素複合体、自己組織化タンパク質、光合成膜

(執筆者： 南後 守)