

氏名(本籍)	むか い こういちろう 向 井 宏一郎 (三重県)		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 甲 第 2341 号		
学位授与年月日	平成12年3月24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	光合成アンテナ系における励起移動の理論		
主 査	筑波大学教授	理学博士	往 齊
副 査	筑波大学教授	理学博士	大 成 誠之助
副 査	筑波大学助教授	工学博士	小 林 正 美
副 査	筑波大学併任助教授 (電子技術総合研究所)	理学博士	阿 部 修 治
副 査	物質工学工業技術研究所主任研究官	工学博士	北 尾 修

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

紅色光合成細菌のアンテナ系は、光合成反応中心を取り巻くコアアンテナLH1とその周りに散らばる周辺アンテナLH2により構成される。いずれも膜貫通型蛋白質とその中に固定された色素の複合体であり、高い回転対称性を持つ環状構造を有する。LH2を構成する色素は、B850と呼ばれ850nm付近の光を吸収するバクテリオクロロフィル(BChl)群と、B800と呼ばれ800nm付近の光を吸収するBChl群、およびもっと高いエネルギーの光を吸収するカロテノイド群の3つである。B800で吸収された光のエネルギーは、非常に高速に(室温では約0.8ピコ秒、窒素温度では約1.3ピコ秒で)B850に伝達され、そこから更に数ピコ秒でLH1に伝達される。

色素間における励起エネルギー移動の速度は、従来、Försterの理論により記述されてきた。この理論では、速度定数は励起ドナーの発光スペクトルと励起アクセプターの光吸収スペクトルの重なり積分に比例する。しかし、上記のアンテナ系における励起エネルギー移動では、この重なり積分が殆どゼロであるため、この理論は全く適用できない。このことは光合成初期過程における重要課題として、今まで多くの議論的となってきた。

光合成アンテナ系における色素群の間の距離は、群中の色素会合体の大きさに比べて同程度かそれ以下である。また、会合体の励起状態は励起子である。このような場合には、Förster理論は適用できず、会合体の光禁制な励起子状態が励起移動の始状態にも終状態にもなり得る。このことを考慮すると、アンテナ系における非常に速い励起エネルギー伝達の速度は、温度変化も含めて全て(フォノンとの相互作用および構造乱れを取り入れた)計算により再現できる。このようにして、光合成初期過程における積年の難問が解決されると共に、励起移動研究の新しい地平が開かれることになった。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

この論文は、光合成初期過程における積年の重要課題をほぼ完全に解決するものであり、非常に重要な成果となっている。生体系では一般に、光合成アンテナ系のように、関連する色素群が会合体からなり、それらの間の距離が会合体の大きさに比べて同程度かそれ以下である場合が多い。この論文は、このような場合において励起

エネルギー移動の速度をどのように計算すれば良いかを明瞭な形で提示するものであり、今後における重要な理論的基礎となって行くであろう。また、現在進行しつつある人工光合成系研究における指導原理の一つともなっているであろう。この点においても、この論文の重要性が評価できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。