

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 王 海 濱

近年、無機材料から有機材料まで様々なナノ構造を持つ材料の構造制御や基礎物性に関する研究が活発に行われている。一方、太陽電池や発光素子などのデバイスでは、励起子の挙動に深く関係するナノ構造の制御が重要な課題となっている。しかしながらこれまで、これらのデバイスにおける光機能材料における励起子とナノ構造の相関に関する研究は限られていた。本論文は、ナノメートルスケールで薄膜を構築できるラングミュアープロジェクト法(LB法)を用いて、ナノ材料間の励起エネルギー移動に関して論じたもので、以下の五章から構成されている。

第一章では、序論として、ポルフィリン誘導体を用いたJ会合体や、半導体量子ドットなどで作るナノ構造体の研究の背景とともに、これまでの励起エネルギー移動の基本的な考え方が示されている。

第二章では、光機能材料に用いるナノ構造体の一つとして、置換基の異なるポルフィリンが形成するJ会合体のLB膜の構築方法が述べられている。ここでは安定なポルフィリンJ会合体ができるための分子構造が検討され、その光物性とLB膜構造が議論されている。その結果、ポルフィリンの置換基と水の相互作用が、分子の配向とともにLB膜構造の安定性に影響を与えていることが見出されている。

第三章では、異なる吸収と蛍光を示す二種のポルフィリンのJ会合体を用いて、そのヘテロ積層構造体をLB法により作製し、これらのポルフィリンJ会合体膜間でおこる励起エネルギー移動に関する検討を行っている。時間分解蛍光分光により、これらのJ会合体層間の高速励起エネルギー移動を実験的に初めて確認している。

第四章では、有機-無機ハイブリッドナノ材料の励起エネルギー移動が検討されている。強い蛍光を示す半導体量子ドットをエネルギードナーとし、高い吸光度を示すテトラフェニルポルフィリンJ会合体をエネルギーアクセプターとし、これらのヘテロ積層構造体の層間距離をポリ(N-ドデシルアクリルアミド層で制御している。その結果、半

導体量子ドット層からポルフィリン J 会合体層への励起エネルギー移動の層間距離依存性から、励起エネルギー移動が共鳴励起エネルギー移動機構によりおこっており、臨界移動距離が約 14 nm と見積もられることを述べている。この臨界移動距離は、これまで報告されたものの中で最も長く、半導体量子ドットの大きな遷移双極子モーメントと J 会合体の非局在化した励起子物性に関係していると結論されている。

第五章では、以上の研究を総括し、有機色素分子に局在した遷移双極子モーメント間の相互作用に基づく共鳴励起エネルギー移動理論は、本研究で対象としたナノ材料間の励起エネルギー移動を解釈するときにも利用できることを述べている。また、本研究は、励起エネルギー移動を利用するナノデバイスの原理として重要であると総括している。

本論文は、ナノメートルスケールで制御されたヘテロ積層構造を構築する新しい手法を示し、これらのヘテロ積層構造体でおこる励起エネルギー移動を詳細に検討し、高速励起エネルギー移動や長距離励起エネルギー移動を実験的に明らかにしており、基礎科学として高く評価できる。

よって、本論文は博士（学術）の学位請求論文として相応しいものであると審査委員会は認め、合格と判定する。