OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	Studies on Photoluminescence, Electroluminescence and Exciton Dynamics of Conducting Polymers
Author(s)	Hidayat, Rahmat
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42369
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

氏名	Hidayat（ひだやっと） Rahmat（らふまっと）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 16239 号
学位授与年月日	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子工学専攻
学位論文名	Studies on Photoluminescence, Electroluminescence and Exciton Dynamics of Conducting Polymers （導電性高分子の蛍光、電界発光および励起子ダイナミックスに関する研究）
論文審査委員	（主査） 教授 吉野 勝美 （副査） 教授 濱口 智尋　教授 尾浦憲治郎　教授 森田 清三 教授 西原 浩　助教授 尾崎 雅則

論文内容の要旨

本論文は導電性高分子の蛍光（PL）、電界発光（EL）及び励起子ダイナミックスに関する研究成果をまとめたもので、8章から構成されている。

第1章では、導電性高分子のPLとELに関する研究を概観し、本研究の背景、目的及び各章の意義を述べている。

第2章では、無置換トランス型ポリアセチレン（PA）のPLが非常に弱いのに対して、二置換ポリアセチレン（PAPA及びPDPA）において強いPLとELが観測されることを見出し、それが置換基導入効果により励起状態1 Buが励起状態2 Agよりエネルギー的に低くなったことに起因すると説明している。さらに、これらのPL、ELが置換基の分子構造に依存することを見いだしている。

第3章では、一置換ポリアセチレン（PPA）における電子物性、PL及びELとその置換基効果について検討しており、PPAにおいては、PLが非常に弱いにも関わらず、ELが観測されることを明らかにしている。

第4章では、二置換ポリアセチレンPAPAとPDPAとの複合体において、PDPAのモル比率の増加に伴って、PLとELのスペクトルがPDPAの発光に向かって大きくシフトすることを明らかにしている。さらにPDPAとPPAとの複合体においてPPAの添加によりPDPAのPL消光が起こることを見出している。

第5章では、PDPAとPPAとの複合体における時間分解PL測定を行い、PL特性と励起子ダイナミックス及び主鎖間相互作用との関係を明らかにしている。また、この複合体において励起子移動によりPL消光が観測されることを見出している。

第6章では、ポリ（3－アルキルチオフェン）（PAT）及びPDPAにおいて、PL特性が製膜方法に依存したモルフォロジーや置換基の分子構造により影響を受けることを明らかにしている。さらに、主鎖間相互作用を弱め励起子解離を抑制させることによりPL寿命及び蛍光（PL）量子効率が増大することを見出している。

第7章では、PDPAを高強度超短パルスレーザーで励起することにより観測される発光のスペクトル狭帯域化が置換基の分子構造に依存せず、ほぼ同じ閾値で観測されることを見出し、そのメカニズムを説明している。また、ポリ（p－フェニレンビニレン）（PPV）誘導体の高強度パルス光励起により観測されている非線形光伝導が、単純な励起子－励起子消滅によるものではないことを明らかにしている。

第8章では、本研究で得られた成果を総括し本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

π共役系の発達した導電性高分子は、優れた電子光物性に加えて近年エレクトロルミネッセンス（EL）デバイスへの応用の可能性から極めて注目されている。特に、従来蛍光（PL）を示さないものと考えられてきた基底縮退型のトランス型ポリアセチレンが側鎖置換基の導入により強いPLを示すなど、その電子状態と分子構造、高次構造との間に密接な関係があることが予想され、この解明が工学的応用の見地からも極めて重要である。そこで、本論文は導電性高分子の蛍光（PL）、電界発光（EL）及び励起子ダイナミックスの詳細を明らかにしており、得られた成果を要約すると、以下の通りである。

(1)無置換トランス型ポリアセチレンがほとんどPLを示さないのに対して、PDPAやPAPAなどの二置換ポリアセチレン誘導体が強いPLを示すことを見出し、さらにこれらを用いたEL素子を実現している。

(2)PLがほとんど観測されない一置換ポリアセチレン誘導体PPAにおいて、ELが観測されることを見出しており、このことを、もともと励起状態2 Agが1 Buに対して低いエネルギー位置にあり発光禁制であったものが、電界印加による対称性の破れなどの原因でELが観測されるようになったものと説明している。

(3)PAPAとPDPAとの複合体の電子状態とPL、EL特性の検討を行い、混合比の制御により青から緑の任意の波長の発光が得られることを明らかにしている。さらに、PDPAとPPAの複合体において、PPAの添加によりPDPAからの発光が抑制され、逆にPPAのELが観測されることを明らかにしている。

(4)PDPAにおける時間分解PL測定を行い、PL減衰過程の波長依存性、ダイナミックストークスシフトを観測し、これらが試料のモルフォロジーの影響を受けることを見出し、励起子ダイナミックスが主鎖間相互作用の違いの影響を顕著に受けることを指摘している。

(5)PDPAとPPAとの複合体における時間分解PL測定を行い、PDPAのPL寿命が、PPAの添加により短くなることを明らかにし、先に明らかにしたPL消光の原因が単なる自己吸収によるものではなく励起子ダイナミックス、すなわち、PDPAからPPAへの励起子主鎖間移動に起因することを明らかにしている。

(6)ポリ（3－アルキルチオフェン）（PAT）の発光・吸収特性が製膜過程により影響を受けることを見出し、このことが膜のモルフォロジーの違いによる主鎖間相互作用の違いに起因するものとして説明している。

(7)PAT、PDPAにおける蛍光量子効率の置換基分子構造等による影響を、時間分解PL測定により詳細に検討し、適当な側鎖の導入により主鎖間相互作用を弱め励起子の解離を抑制することにより蛍光量子効率の増大が図れることを見出している。

(8)PDPAにおいて、高強度短パルスレーザー励起によるスペクトルの狭帯域化が起こることを見出し、その閾値が置換基の分子構造に依存しないことを明らかにしている。

(9)ポリパラフェニレンビニレン誘導体（OO－PPV）における光電流が高強度光で励起した場合、励起光の強度に対して非線形に増大する現象を見出し、その詳細をポンプ・プローブ分光法を用いて明らかにしている。その結果、非線形光伝導が単純な励起子－励起子消滅によるものではなく、二光子励起過程やポーラロンの対消滅などを考慮する必要があることを明らかにしている。

以上のように本論文は、導電性高分子の蛍光、電界発光と励起子ダイナミックスに関する詳細な検討を行い、それらの励起電子状態と緩和過程を明らかにするとともに、次世代の表示デバイスとして期待される導電性高分子EL材料の設計指針を与えており、ELディスプレイ分野に新しい展開をもたらすものであり、電子工学の発展に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。