

研究種目	<input type="checkbox"/> 奨励研究助成金	<input type="checkbox"/> 研究成果刊行助成金
	<input checked="" type="checkbox"/> 21世紀研究開発奨励金 (共同研究助成金)	<input type="checkbox"/> 21世紀教育開発奨励金 (教育推進研究助成金)
研究課題名	DA型PEデンドリマーを光増感モジュールとした高効率太陽電池の開発	
研究者所属・氏名	研究代表者：理工学部 理学科 教授 山口 仁宏 共同研究者：理工学部 理学科 准教授 大久保 貴志、助教 松本浩一	

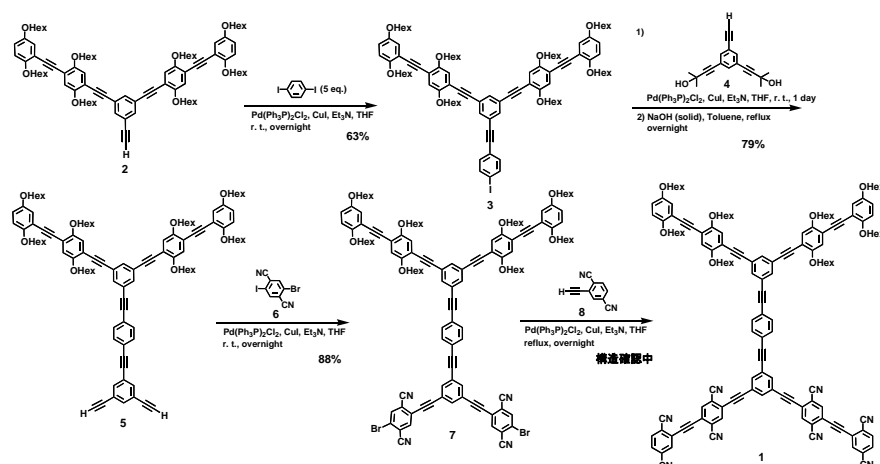
## 1. 研究目的・内容

本研究では、有機合成を専門とする研究代表者の山口が光増感特性を有するデンドリマーの開発を、共同研究者の大久保が実際の太陽電池の作成と光電変換特性の評価およびそれぞれのデンドリマーユニットの物性評価を、そして共同研究者の松本がデンドリマーを電極基板上に規則的に配列させるための置換基の導入やポリマー鎖への導入を、それぞれ担当し、デンドリマーを光増感モジュールとした高効率太陽電池という新たな分野を開拓することを目的とする。

## 2. 研究経過及び成果

研究代表者の山口は、光増感特性を有するデンドリマーの開発を目指して、スキーム1に示した1,4-ビス(フェニルエチニル)ベンゼン誘導体(1)を分子設計し、その合成研究を行った。目的化合物(1)は、複数のドナーおよびアクセプター官能基から構成されるドナーおよびアクセプターユニットを分離した形(非共役系)で同一分子内に持ち、光増感特性を発揮することが期待される化合物である。

目的化合物(1)の合成経路をスキーム1に示した。すなわち、まず、これまでに研究室で確立された方法でドナーユニットを含む末端アセチレン誘導体(2)を調製し、ヨード体3を経て、化合物4との縮合反応後、引き続き加水分解を行い、末端アセチレン2個を含む化合物5へと誘導した。得られた5は、アクセプ

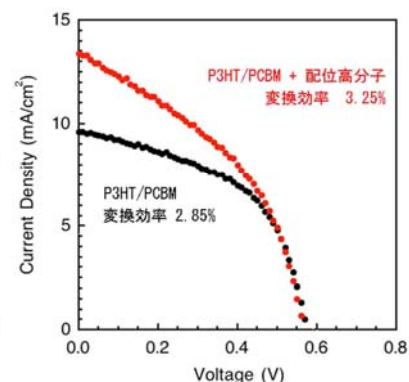
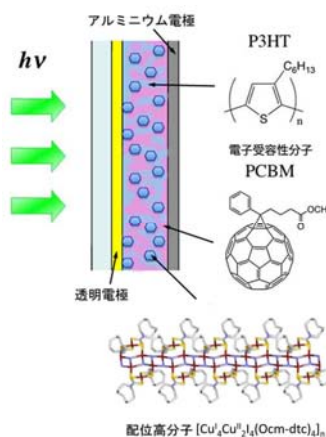


ター部位(6と8)を順次結合してアクセプターユニットを構築し、合成を進めた。現在、得られた化合物の構造を確認している。

共同研究者の大久保は、より高効率なバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池を作製するための素子作製技術の向上と、これまで共同研究者らによって進められてきた配位高分子を添加したバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池に関して、その性能の向上を目的として実験を行った。まず、本研究費で導入したグローブボックスを利用し、更に基板の洗浄法やアニールプロセスなどを改良することで、従来型のバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池に関しては最高で4%近い光電変換効率を実現できる実験環境を整えた。ただし、配位高分子を添加したバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池に関しては、配位高分子微粒子の粒径が有機半導体層に対して大きすぎることなどいくつかの問題点があり、今のところ期待していたほどの変換効率の向上は達成できていない。また、溶媒アニールなどより温和な条件で素子を作製するためのいくつかの異なるアニール法を試みたが、現在のところ従来の熱アニールを超える特性は得られていない。また、山口らによって合成されたキ

キャリア輸送材料の特性を評価するためのトランジスタ作製技術の確立を行い、実際にペンタセン、フタロシアニンなどに関してはそのキャリア移動度を評価できることを確認した。

共同研究者の松本は DA 型側鎖を有するオリゴチオフェンを電解重合により得るための検討として、チオフェンおよびチオフェン上にアルキル置換基を有するチオフェンモノマーの電解重合をまず行った。ガラスフィルター付の分離型電解セルを用いて、電解を行う際のパラメータ、特に支持電解質(テトラブチルアンモニウムテ



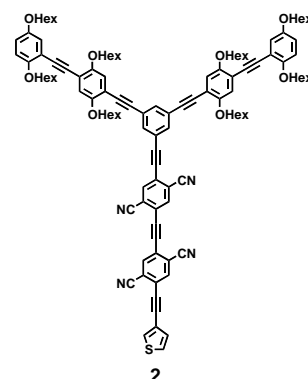
トラフルオロボレート、テトラブチルアンモニウムパークロレート、過塩素酸リチウムなど)、電解溶媒 ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{CN}$  など)、電解温度を中心に種々のパラメータを検討したところ、いくつかのパラメータの組み合わせの場合に陽極上に不溶性のフィルムが形成されることが分かり、電解法によりチオフェンの重合ができることを確認した。生成物の構造は IR による同定を試みた。この結果をもとに、電解法による DA 型側鎖を有するオリゴチオフェンを得るためのチオフェン誘導体の合成に取り組んだ。既に山口らにより報告、確立されている合成ルートをもとに、合成を進めている段階である (step 数 1 3 工程)。目的物の合成が完了次第、上述の条件で電解を行い、オリゴチオフェン誘導体を得ることができるのかを検討する予定である。

### 3. 本研究と関連した今後の研究計画

山口は、まず目的化合物 (1) の合成を完成させ、大久保によるバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池作製のための試料を提供する。次に、複数のドナーおよびアクセプター官能基が存在する OPE で置換されたチオフェン誘導体 (2) の合成を開始する。化合物 (2) については、合成の後に松本に提供し、電解重合法によるオリゴチオフェン化の検討を進める。

大久保は、平成 24 年度に、DA 型 PE デンドリマーを添加剤としたバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池を作製するための実験環境を整えた。平成 25 年度には実際に山口らによって合成された DA 型 PE デンドリマーを添加したバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池を作製し、その光電変換特性を評価する。また、有機トランジスタに関しても素子作製基盤を確立したため、実際に山口らによって合成された種々のキャリア輸送性材料に関して特性評価を行っていく予定である。

松本は、DA 型側鎖を有するオリゴチオフェンを電解重合法により得る検討を行う。この検討がうまく進行しない場合は、酸化の方法を変えて検討を行う。具体的には金属酸化剤や超原子価ヨウ素試薬などを検討する。また、チオフェンモノマー誘導体の酸化電位測定も予定している。



### 4. 成果の発表等

発表機関名	種類 (著書・雑誌・口頭)	発表年月日 (予定を含む)
イギリス化学会 (Chem. Commun.)	学術雑誌 (英文)	2012. 12. 1
日本化学会第 93 春季年会	口頭 (一般講演)	2013. 3. 24
日本化学会第 93 春季年会	口頭 (ポスター)	2013. 3. 23
出版社 WILEY (Eur. J. Inorg. Chem.)	学術雑誌 (英文)	2013. 3. 15