

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－スペイン研究交流）

1. 研究課題名：「溶液プロセスによる高効率太陽電池への応用に向けた新規ナノ結晶／ポリマーハイブリッド材料の開発」
2. 研究期間：平成 23 年 12 月～平成 27 年 3 月
3. 支援額： 総額 18,731,883 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	但馬 敬介	理化学研究所	チームリーダー
研究者	橋本 和仁	東京大学	教授
研究者	樋口 荘祐	東京大学	学生
研究者	伊澤 誠一郎	東京大学	学生
研究者	中野 恭兵	理化学研究所	特別研究員
研究者	宮西 将史	東京大学	学生
研究期間中の全参加研究者数		16 名	

相手側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	Gerasimos Konstantatos	ICFO - The Institute of Photonic Sciences	Group leader
研究者	Maria Bernechea	ICFO - The Institute of Photonic Sciences	Research fellow
研究者	Arup K. Rath	ICFO - The Institute of Photonic Sciences	Post doctoral fellow
研究者	Alexandros Stravrinadis	ICFO - The Institute of Photonic Sciences	Post doctoral fellow
研究者	Luis Martinez	ICFO - The Institute of Photonic Sciences	Ph.D. student
研究者	Francisco P. Garcia de Arquer	ICFO - The Institute of Photonic Sciences	Ph.D. student
研究期間中の全参加研究者数		6 名	

5. 研究・交流の目的

有機薄膜太陽電池は、溶液プロセスによって作成できることで、軽量で安価、かつ環境負荷が低い太陽電池として近年多くの注目を集めている。一方、同じく溶液プロセスが使用できる無機ナノ結晶は、バルクにはない様々な優れた特性を有している。そのため有機太陽電池の効率は、有機材料と無機のナノ結晶を組み合わせることで飛躍的な向上が達成できると期待できる。本研究では、低バンドギャップ特性を有する有機／無機のハイブリッド材料を開発し、高効率太陽電池に応用することを目的とした。

スペイン側のグループは、コロイド状ナノ結晶の合成・物性・デバイス応用についての研究で世界のトップを走っている。日本側のグループは、有機高分子半導体の合成とその薄膜太陽電池への応用について優れた研究を行っている。この 2 つのグループの間で、独

自の材料とそれぞれの分野における知見を活発に交換する事で、有機／無機ハイブリッド太陽電池の研究を強力に推進することが可能となる。2つのグループの全く異なる得意分野を組み合わせることで、ナノスケールの構造制御が可能となり、この分野における大きなブレークスルーをもたらすことを目指した。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

有機半導体ポリマーと無機ナノ粒子という、全く異なる種類の材料の組み合わせによって、新しい有機／無機ハイブリッド型の太陽電池の開発を行うことができた。とくに、高い毒性をもつ元素を含まないBi₂S₃ナノ粒子を用いてハイブリッド型太陽電池を作成できることを示したことは、CdやPbなどの高い毒性を持つ元素を含む無機ナノ粒子の利用に関する研究が多い中でユニークな点であるといえる。

また、無機半導体ナノ粒子と相互作用するチオール基を有機半導体ブロックコポリマーの一部に導入することで、有機／無機ハイブリッド薄膜の混合形態を制御するという新しいコンセプトを提出することができた。このアプローチは太陽電池だけでなく、その他の有機／無機ハイブリッド材料のナノレベルの構造制御に幅広く応用できると考えられる。

6-2 人的交流の成果

平成24年夏に日本側研究者がICFOに約3か月間滞在し、スペイン側研究者と共にハイブリッド型太陽電池の作成および評価に関する実験を行った。この際日本側からスペインを訪問した修士課程学生は、研究期間内に本研究に基づく修士論文で卒業している。また平成25年夏には、スペイン側研究者が理化学研究所に約3か月間滞在し、日本側研究者と共にナノ粒子の合成、デバイスの作成、評価に関する実験を行った。この際スペイン側から日本を訪問した博士課程学生は、研究期間内に本研究に基づく博士論文でICFOから博士号を取得している。現在、イギリスの大学の関連研究室でポスドク研究員をしており、現在も当研究チームとの間に研究上の交流がある。平成26年1月にはスペイン側チームリーダーが来日して理化学研究所の研究室を訪問し、理研内でのセミナー（公開）と、日本側研究者とのディスカッションを行った。平成26年10月には日本側研究者がスペインICFOを訪問し、有機／無機ハイブリッド太陽電池に関するワークショップを開催し、活発な議論と交流を行った。

7. 本研究交流による主な論文発表・主要学会での発表・特許出願

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年、DOI ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、出願番号、出願人、発明者等	特記事項
論文	Martinez L.; Stavrinadis A.; Higuchi S.; Diedenhofen S. L.; Bernechea M.; Tajima K.; Konstantatos G.; Hybrid Solution-processed Bulk Heterojunction Solar Cells Based on Bismuth Sulfide Nanocrystals, Phys. Chem. Chem. Phys. 2013, 15, 5482-5487. DOI:10.1039/C3CP50599E	共著論文 IF: 4.198
論文	Martinez L.; Higuchi S.; Maclachlan A.; Stavrinadis A.; Miller N. C.; Diedenhofen S. L.; Bernechea M.; Sweetnam S.; Nelson J.; Haque S. A.; Tajima K.; Konstantatos G.; Improved electronic coupling in hybrid organic-inorganic nanocomposites employing thiol-functionalized P3HT and non-toxic bismuth sulfide nanocrystals, Nanoscale, 2014, 6, 10018-10026. DOI:10.1039/C4NR01679C	共著論文 IF: 6.739