

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：「内包フラーレンを鍵物質とする有機光電変換材料開発」
2. 研究期間：平成 22 年 11 月～平成 26 年 3 月
3. 支援額： 総額 19,910,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本

	氏名	所属	役職
研究代表者	赤坂 健	公益財団法人国際科学振興財団	主席研究員
研究者	永瀬 茂	京都大学 福井謙一記念研究センター	教授
研究者	前田 優	東京学芸大学教育学部	准教授
研究者	山田 道夫	東京学芸大学教育学部	助教
研究者	高野 勇太	京都大学 物質-細胞統合システム拠点	助教
研究者	Lai Feng	筑波大学 生命領域学際研究センター	外国人研究員
参加研究者 のべ 8 名			

スペイン

	氏名	所属	役職
研究代表者	Nazarío Martín	マドリッド・コンプルテンセ大学	教授
研究者	M. Ángeles Herranz	マドリッド・コンプルテンセ大学	准教授
研究者	Emilio M. Pérez	IMDEA ナノサイエンス研究所	博士研究員
研究者	Juan L. Delgado	IMDEA ナノサイエンス研究所	博士研究員
研究者	Salvatore Filippone	マドリッド・コンプルテンセ大学	助教
研究者	Jaime Mateos	マドリッド・コンプルテンセ大学	博士課程学生
参加研究者 のべ 8 名			

5. 研究・交流の目的

本研究交流は、フラーレン分子の内部に金属原子を有する金属内包フラーレンを鍵物質とし、その特異な分子特性を利用して効率的な太陽光エネルギーの変換を実現する分子材料の創製を目的とした。具体的には、日本側は金属内包フラーレンの合成と、物性解明およびその化学的アプローチによる分子機能化法の開発を分担し、スペイン側は金属内包フラーレンへの導入を目的とした優れた光吸収特性や電子移動特性を付与した機能性分子の開発を分担した。そして、実際的な人的交流を通して両国の研究チームがお互いの研究環境や実情を綿密に把握しながら相互補完的に研究課題に取り組むことで、新規フラーレン分子を鍵物質とする、革新的な光機能性分子の創出を行った。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

これまで生成量が少なかったために化学的、電子的、光物理学的性質がほとんど解明されて来なかった金属内包フラーレンについて、本研究の目標達成に向けた試行を通して、新しい化学反応性、特異な電子的特性、分子構造を種々明らかにすることに成功した。

特にスペイン側研究チームが有する、電子供与性置換基/フラーレン連結型分子の開発における知見を最大限活用することにより、スピーディーな分子設計・開発・評価が可能となり、結果として多くの研究成果を権威ある学術雑誌に報告するに至った。

また特筆すべき成果のひとつとして、一部の金属内包フラーレンは従来の空フラーレンらと異なり、電子ドナーとして働くことが本研究プロジェクトにより明らかとなった。その分子材料を用いたデバイスについて性能評価を行い、フラーレン類を電子ドナーとして用いた初めての光電変換デバイス素子の開発に成功した。今後、各種条件や分子構造の最適化を行うことにより変換効率の向上が見込まれるとともに、フラーレン特有の π 電子系を利用した新規光電変換デバイスの実現性を提示することが出来たと言える。

6-2 人的交流の成果

本プロジェクトによる国際シンポジウムを毎年開催し（1、3年目はスペイン開催。2年目は日本開催）、日本―スペインの研究者チームを中心として活発な人的交流が行われた。その国際シンポジウムでは、当該研究チームの内外から招待講演者、一般講演者を募り、一般聴衆を合わせて毎回 50-80 名程度の規模のシンポジウムを盛会にて終えることが出来た。当該研究チームの外からの参加者も相当数居たことにより、当初の期待以上に研究ネットワークの拡張に成功したと言える。

また、スペイン側あるいは日本側の研究者（主に若手研究者と学生）が共同研究のために相互訪問と滞在（1週間～3か月）を行った。これによって、研究の遂行に加えて両国での人脈作りと文化的な深い相互理解を行い、将来的な研究交流の基盤的役割を担い得る人材育成に成功した。さらに、この短期・中期滞在により、研究メンバーリストに加わっていない研究者や学生たちに対しても、両国の相互理解と両国に対する大きな興味関心を育む機会創出につながった。

更には、本プロジェクトによる両国の研究メンバー（特に若手研究者や学生）同士の交流をきっかけとして、既存の研究の展開のみならず、若手研究者主導の新しい共同研究創出が期待でき得る相互訪問を行う関係性が持続しており、本プロジェクトが目的とする人的交流の礎が築かれたと言える。

7. 主な論文発表・特許等

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 ・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	備考
論文	L. Feng, M. Rudolf, S. Wolfrum, A. Troeger, Z. Slanina, T. Akasaka, S. Nagase, N. Martin, T. Ameri, C. Brabec, D. Guldi, "A Paradigmatic Change - Linking Fullerenes to Electron Acceptors", J. Am. Chem. Soc. 誌 134巻, 12190-12197頁, 2012年	
論文	Y. Takano, S. Obuchi, N. Mizorogi, R. Garcia, M. A. Herranz, M. Rudolf, D. M. Guldi, N. Martin, S. Nagase, T. Akasaka, "An Endohedral Metallofullerene as a Pure Electron Donor: Intramolecular Electron Transfer in Donor-Acceptor Conjugates of La2@C80 and 11, 11, 12, 12-tetracyano-9, 10-anthra-p-quinodimethane (TCAQ)", J. Am. Chem. Soc.	

	誌 134巻, 19401-19408頁, 2012年	
論文	Y. Takano, S. Obuchi, N. Mizorogi, R. Garcia, M. A. Herranz, M. Rudolf, S. Wolfrum, D. M. Guldi, N. Martin, S. Nagase, T. Akasaka, "Stabilizing Ion and Radical Ion Pair States in a Paramagnetic Endohedral Metallofullerene and a pi-Extended Tetrathiafulvalene", J. Am. Chem. Soc. 誌 134巻, 16103-16106頁, 2012年	
論文	K. Sawai, Y. Takano, M. Izquierdo, S. Filippone, N. Martin, Z. Slanina, N. Mizorogi, M. Waelchli, T. Tsuchiya, T. Akasaka, S. Nagase, "Enantioselective Synthesis of Endohedral Metallofullerenes" J. Am. Chem. Soc. 誌, 133巻, 17746-17752頁, 2011年	
論文	L. Feng, S. G. Radhakrishnan, N. Mizorogi, Z. Slanina, H. Nikawa, T. Tsuchiya, T. Akasaka, S. Nagase, N. Martin, D. Guldi, "Synthesis and Charge-Transfer Chemistry of La ₂ @Ih-C80/Sc ₃ N@Ih-C80 - Zinc Porphyrin Conjugates: Impact of Endohedral Cluster" J. Am. Chem. Soc. 誌, 133巻, 7608-7618頁, 2011年	