

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：「ナノ材料を用いた水中汚染物質の超高感度センシングと水処理」
2. 研究期間：平成 22 年 11 月～平成 26 年 3 月
3. 支援額： 総額 19,998 千円
4. 主な参加研究者名：

日本

	氏名	所属	役職
研究代表者	藤嶋 昭	東京理科大学	学長
研究者	工藤昭彦	東京理科大学	教授
研究者	栄長泰明	慶應義塾大学	教授
研究者	中田一弥	東京理科大学	准教授
研究者	落合 剛	神奈川科学技術アカデミー	常勤研究員
研究者	本田有紀	慶應義塾大学	学生
参加研究者 のべ6名			

スペイン

	氏名	所属	役職
研究代表者	Arben Merkoçi	Fundación Privada Institut Català de Nanotecnologia	教授
研究者	Alfredo de la Escosura	Fundación Privada Institut Català de Nanotecnologia	研究員
研究者	Flavio Pino	Fundación Privada Institut Català de Nanotecnologia	学生
研究者	Mariana Medina Sánchez	Fundación Privada Institut Català de Nanotecnologia	学生
研究者	Gemma Aragay	Fundación Privada Institut Català de Nanotecnologia	研究員
研究者	Sergio Marin	Fundación Privada Institut Català de Nanotecnologia	研究員
参加研究者 のべ12名			

5. 研究・交流の目的

本研究交流では、水中における環境汚染物質のモニタリング、微量センシングを行うとともに、高効率にて水処理・水浄化を実現するシステムの構築を目標とし、水の安全、水環境に関する諸問題解決のための基礎技術を確立することを目的とする。

具体的には日本側の「ダイヤモンド電極」および「光触媒による水浄化技術」と、スペイン側の「高感度センシング技術」および「lab-on-a-chip 作製技術とその応用」に関する技術を組み合わせ、上記の目的を達成する。

## 6. 研究・交流の成果

### 6-1 研究の成果

大きく分けて、センシングおよび水処理に関する成果を得た：1) ナノ構造を有するハイブリッド型センサー、ラボオンチップ、修飾型ナノ粒子を用いた水中の様々な環境汚染物質に対する超高感度センシング、2) ナノ構造可視光応答性光触媒と上記センシングシステムを複合した多機能水処理装置の開発

特に相手側との協力によって下記の成果が得られた：

- ・電極を組み込んだラボオンチップの開発：スクリーン印刷によって作製する炭素電極を組み込んだPDMSをベースとするラボオンチップのナノ粒子検出システムを開発した。さらに、ボロンドープダイヤモンド電極を用いて同様の検知システムを開発し、最適化を行った。
- ・農薬免疫センサーへの応用に関するダイヤモンド電極を用いたチオコリンの電気化学的検出：アセチルコリンの酵素反応によって得られるチオコリンの直接検出について、ボロンドープダイヤモンド電極を用いることでその検出に成功した。0.01  $\mu\text{M}$  (3.5 ppb)のクロルピリホスの検出について上記のシステムを用いることで達成した。有機リンの検出にも役立つことが示唆された（栄長グループおよびピノ氏の共同研究により達成した）。
- ・農薬の検出と除去システムの開発：酵素阻害反応をベースとする農薬検出のバイオセンシングラボオンチップの開発を行った。
- ・ボロンドープダイヤモンド電極を組み込んだラボオンチップの開発を行った（栄長グループとメディナ氏との共同研究により行われた）。

### 6-2 人的交流の成果

人的交流について下記の成果が得られた：

- ・日本-スペイン間の研究交流を進めるためにH24年2月28日からH24年9月15日までスペインよりPino Flavio氏を留学生として迎え、慶応大学・栄長泰明教授のもとで研究を行った。研究テーマは本課題であるダイヤモンド電極の作製と水質のモニタリングである。また、スペイン側の研究代表者であるArben Merkoçi氏とAlfredo de la Escosura氏も来日し（H24年2月28日～3月2日）、当時の研究状況の発表とそれについてのディスカッションを行った。今後の交流についても確認した。Pino氏は博士課程の学生であり、本留学を通じてボロンドープダイヤモンド電極を用いた水質のモニタリングに関する知見を得ただけでなく、海外のラボでの生活の経験の得ることができた。また日本側の研究室にとっても、スペイン側のセンサーに関する研究の知見が得られただけでなく、スペイン側のラボの生活に関する情報を得ることができ、双方にとって良い交流となった。また本共同研究を通して、スペイン側がもつ技術である免疫システムおよび磁性微粒子を用いたセンシング技術と、日本側がもつダイヤモンド電極を組み合わせた高感度・高選択性センシングシステムを開発し、農薬の検出に成功した（論文投稿中）。
- ・H24年11月10日からH24年12月11日まで、スペイン側からMariana Medina氏が来日し、同様に慶応大栄長研に長期滞在した。共同研究を行うことによってダイヤモンド電極を組み込んだラボオンチップの作製に成功し、共同の論文を作製した（論文投稿中）。
- ・H25年6月4日からH25年8月27日まで、日本側から本田有紀氏がスペイン側に留学した。研究交流のみならず、人材の交流を行うことによってお互いの刺激となり、研究が活発化した。

7. 主な論文発表・特許等

論文 or 特許	<ul style="list-style-type: none"> <li>・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年</li> <li>・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</li> </ul>	備考
論文	Stephane Fierro, Takeshi Watanabe, Kazumi Akai, Yasuaki Einaga, “Highly sensitive detection of Cr <sup>6+</sup> on boron doped diamond electrodes”, <i>Electrochim. Acta</i> , 82, 9-11 (2012)	
論文	Stéphane Fierro, Takeshi Watanabe, Kazumi Akai, Mikito Yamanuki, Yasuaki Einaga, “Highly sensitive detection of Cd <sup>2+</sup> on boron doped diamond electrodes”, <i>J. Electrochem.</i> , 158 (11), F173-F178 (2011)	
論文	Stephane Fierro, Christos Comninellis, Yasuaki Einaga, “Simultaneous detection of iodine and iodide on boron doped diamond electrodes”, <i>Talanta</i> , 103, 33-37 (2013)	
論文	Taisuke Kato, Stéphane Fierro, Takeshi Watanabe, Kenji Yoshimi, Yasuaki Einaga, “Dopamine detection on boron-doped diamond electrodes using fast cyclic voltammetry”, <i>Chem. Lett.</i> , 41, 224-226 (2012)	
論文	K. Nakata, T. Kagawa, M. Sakai, S. Liu, T. Ochiai, H. Sakai, T. Murakami, M. Abe, A. Fujishima, “Preparation and Photocatalytic Activity of Robust Titania Monoliths for Water Remediation”, <i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> , 5, 500-504 (2013).	