

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：「非対称型ハイブリッドスーパーキャパシタのための特異なスーパー多孔質炭素（カーボンアロイ）」

2. 研究期間：平成23年12月～平成27年3月

3. 支援額： 総額 19,450,000 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	京谷隆	東北大学多元物質科学研究所	教授
研究者	西原洋知	東北大学多元物質科学研究所	准教授
研究者	糸井弘行	東北大学多元物質科学研究所	博士研究員
研究者	石井孝文	東北大学多元物質科学研究所	博士研究員
研究者	Nueangnoraj Khanin	東北大学多元物質科学研究所	博士研究員
研究者	野村啓太	東北大学多元物質科学研究所	工学士
研究期間中の全参加研究者数		19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	Diego Cazorla-Amoros	Universidad de Alicante, Instituto de Materiales	Full Professor
研究者	Emilia Morallon	Universidad de Alicante, Instituto de Materiales	Full Professor
研究者	Jose Rodriguez-Mirasol	Universidad de Málaga, Depart. de Ingeniería Química	Full Professor
研究者	Raul Berenguer	Universidad de Málaga, Depart. de Ingeniería Química	Researcher
研究者	Angel Berenguer	Universidad de Alicante, Instituto de Materiales	Researcher
研究者	Aurora Gallardo	Universidad de Málaga, Depart. de Ingeniería Química	PhD Student
研究期間中の全参加研究者数		13名	

5. 研究・交流の目的

本研究の目的は、日本とスペインの研究者が材料と方法をお互い共有することで非対称型ハイブリッドスーパーキャパシタの正極として特異なスーパー多孔質炭素（カーボンアロイ）を合成し、正極、負極とも炭素からなる高性能なキャパシタを開発することである。

## 6. 研究・交流の成果

### 6-1 研究の成果

本研究では、正極材料として疑似容量の非常に大きな炭素を用い、負極材料としては高い負電圧でも安定な炭素を用いることで、炭素材料だけからなる高エネルギー密度のキャパシタを設計、開発することを目指した。そこで、正極材料は日本の研究グループが開発したゼオライト鑄型炭素をベースにして材料開発を進めた。エネルギー密度  $E$  は容量  $C$ 、動作電位幅  $V$  と  $E = \frac{1}{2}CV^2$  の関係があるので、本研究では正極材料となるゼオライト鑄型炭素の疑似容量  $C$  の向上を計り、スペインのグループが開発した高い電気化学的安定性をもつ活性炭を負極材料とすることで動作電位幅  $V$  の増大を計った。その結果、エネルギー密度が極めて高く、しかも電極も厚くできる実用的なキャパシタを開発することに成功した。

### 6-2 人的交流の成果

常勤研究者（主に教授あるいは准教授）の訪問とともに、若手研究者と学生の相互の交流を頻繁に行った。日本とスペインから3年間で延べ15名の博士研究員と大学院生がお互いの国に滞在し研究交流を行った。その全体の延べ日数は542日にも達する。これにより、お互いの実験技術の向上や知識の交換とともに、日本の若手研究者・学生の国際感覚の向上に大いに役立った。さらに、本研究期間にワークショップを2回、シンポジウムを1回開催した。スペインからの研究者とともに、イギリス、ドイツ、中国、タイから研究者を招待した。これらのワークショップやシンポジウムに日本人学生を多数参加させ、本研究分野の動向を理解させると同時に国際会議を経験させた。

## 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	R. Berenguera, H. Nishihara, H. Itoi, T. Ishii, E. Morallón, D. Cazorla-Amorós, T. Kyotani, "Electrochemical generation of oxygen-containing groups in an ordered microporous zeolite-templated carbon", Carbon, 54, 94-104 (2013).	
論文	Angel Berenguer-Murcia, Ramiro R. Ruiz-Rosas, Jaime Garcia-Aguilar, Khanin Nueangnoraj, Hiroto Nishihara, Emilia Morallon, Takashi Kyotani, Diego Cazorla-Amoros, "Binderless thin films of zeolite-templated carbon electrodes useful for electrochemical microcapacitors with ultrahigh rate performance", Phys. Chem. Chem. Phys., 15, 10331-10334 (2013).	
論文	Khanin Nueangnoraj, Ramiro Ruiz-Rosas, Hiroto Nishihara, Soshi Shiraishi, Emilia Morallon, Diego Cazorla-Amoros, Takashi Kyotani, "Carbon-carbon asymmetric aqueous capacitor by pseudocapacitive positive and stable negative electrodes", Carbon, 67, 792-794 (2014).	
論文	S. Leyva-Garcia, K. Nueangnoraj, D. Lozano-Castello, H. Nishihara, T. Kyotani, E. Morallon, D. Cazorla-Amoros, "Characterization of a zeolite-templated carbon by electrochemical quartz crystal microbalance and in situ Ramann", Carbon, 89, 63-73 (2015).	