

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：「メタンの貯蔵と転換のためのナノ構造的カーボンモノリス」
2. 研究期間：平成21年11月～平成25年3月
3. 支援額： 総額 28,970,000 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	金子 克美	信州大学 エキゾチック・ナノカーボンの 創成と応用プロジェクト拠点	特別特任教授
研究者	藤森 利彦	信州大学 エキゾチック・ナノカーボンの 創成と応用プロジェクト拠点	准教授
研究者	坂本 裕俊	信州大学 エキゾチック・ナノカーボンの 創成と応用プロジェクト拠点	助教
研究者	南 太規	信州大学 エキゾチック・ナノカーボンの 創成と応用プロジェクト拠点	助教
研究者	王 書文	信州大学 エキゾチック・ナノカーボンの 創成と応用プロジェクト拠点	博士研究員
研究者	大場 友則	千葉大学 大学院理学研究科	助教
参加研究者 のべ 10 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	Francisco Rodríguez-Reinoso	アリカンテ大学 無機化学科	教授
研究者	Joaquín Silvestre-Albero	アリカンテ大学 無機化学科	准教授
研究者	Ana María Silvestre-Albero	アリカンテ大学 無機化学科	博士研究員
研究者	Mateus Carvalho Monteiro de Castro	アリカンテ大学 無機化学科	学生
研究者	Manuel Martínez-Escandell	アリカンテ大学 無機化学科	教授
研究者	Mirian Elizabeth Casco	アリカンテ大学 無機化学科	学生
参加研究者 のべ 9 名			

5. 研究・交流の目的

本研究は細孔性カーボンモノリスによる効率的なメタン貯蔵、ナノ細孔内でのメタン水
和物の安定化、メタン分解によるナノチューブ・水素生成触媒の開発を目的とする。

具体的には、日本側はナノ細孔および細孔内包物の構造評価を行い、スペイン側はカー
ボンモノリスと触媒創製を行う。

本研究で日本とスペインが交流を通じて相互的に取り組むことで、広範な生産技術と詳細な構造評価技術が融合し、用途に応じて目的の特性を示す材料が期待される。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

本研究交流によって、7報の共著論文を發表することができた。そのうち4報はインパクトファクター5以上の論文誌への掲載であり、これらの研究成果は高く評価された。発表内容は「カーボンモノリスの調製」、「多孔性炭素材料へのメタン吸蔵メカニズム」、および「メタン転換反応」に大別される。「カーボンモノリスの調製」はスペイン側、「多孔性炭素材料へのメタン吸蔵メカニズム」および「メタン転換反応」は日本側が主導で行った。「カーボンモノリスの調製」については、従来の多孔性材料の二酸化炭素補足能を超える分子ふるい炭素の開発、および、調製条件の選択によるカーボンモノリスの元になる活性炭のミクロ孔・メソ孔分布のコントロールに成功した。「多孔性炭素材料へのメタン吸蔵メカニズム」については、炭素細孔のナノサイズの空間中ではメタンの回転・振動が通常のメタンとは異なる挙動をとることを分光学的に明らかにした。また、毛管凝縮力の活用により炭素ナノ空間を制御することでメタン吸蔵能を向上させる手法を開発した。また、サンプルの形態が粉末であるかモノリスであるかによって、メタン吸着の速度にあまり影響なく、モノリスの有用性を明らかにした。「メタン転換反応」については、触媒担体に表面積の大きい炭素材料を用いることによって、メタン分解による水素およびナノカーボン生成反応を高活性かつ、一酸化炭素や二酸化炭素といった不純物なく進行させることに成功した。以上のように、メタンの貯蔵と転換というテーマに対して、互いの専門性が発揮できる部分を補い合うことで論文発表という成果に結びつけることができた。

6-2 人的交流の成果

研究期間中に日本側研究代表者は3度スペインへ渡航、スペイン側研究代表者は4度来日した。双方の研究代表者は、その他にも、共に参加した国際学会で面会する機会があった。これにより、本プログラムの進捗状況などの情報交換を半年に1度ないしは2度のペースで密に行い、着実に研究を進めていくことができた。若手研究者の交流も活発に行われた。日本側からは毎年1名ずつ2週間ほどスペインに渡航し、カーボンモノリス調製を習得した。スペイン側から若手研究者3名がそれぞれ1ヶ月長野に滞在し、カーボンモノリスへのメタン吸着実験や反応追跡実験を共同で行った。日本・スペインの双方でシンポジウムを開催し、本プログラムに関連する研究者が一堂に会し、密接な意見交換を行うことができた。以上のように、研究代表者、および、若手研究者、それぞれのレベルで活発な研究交流が行われたことによって、共著論文としての成果を出すことができ、将来の更なる共同研究を円滑に進める上での確固たる基盤を築くことができた。

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

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	Sachie Hashimoto, Toshihiko Fujimori,* Hideki Tanaka, Koki Urita, Tomonori Ohba, Hirofumi Kanoh, Tsutomu Itoh, Michihiro Asai, Hirotohi Sakamoto, Subaru Niimura, Morinobu Endo, Francisco Rodríguez-Reinoso, and Katsumi Kaneko, “Anomaly of CH ₄ Molecular Assembly Confined in Single-Wall Carbon Nanohorn Spaces”, <i>Journal of the American Chemical Society</i> , 133巻、2022-2024ページ、2011年	

論文	Joaquín Silvestre-Albero,* Anass Wahby, Antonio Sepúlveda-Escribano, Manuel Martínez-Escandell, Katsumi Kaneko and Francisco Rodríguez-Reinoso, “Ultrahigh CO₂ adsorption capacity on carbon molecular sieves at room temperature” , <i>Chemical Communications</i> , 47巻、6840-6842ページ、2011年	
論文	Ana Silvestre-Albero, Maraisa Gonçalves, Tsutomu Itoh, Katsumi Kaneko, Morinobu Endo, Matthias Thommes, Francisco Rodríguez-Reinoso, Joaquín Silvestre-Albero*, “Well-defined mesoporosity on lignocellulosic-derived activated carbons” , <i>Carbon</i> , 50巻、66-72ページ、2012年	
論文	Shuwen Wang, Tsutomu Itoh, Toshihiko Fujimori, Mateus Monteiro de Castro, Ana Silvestre-Albero, Francisco Rodríguez-Reinoso, Tomonori Ohba, Hirofumi Kanoh, Morinobu Endo, and Katsumi Kaneko*, “Formation of CO_x-Free H₂ and Cup-Stacked Carbon Nanotubes over Nano-Ni Dispersed Single Wall Carbon Nanohorns” , <i>Langmuir</i> , 28巻、7564-7571ページ、2012年	
論文	Takashi Kubo, Hirotohi Sakamoto, Toshihiko Fujimori, Tsutomu Itoh, Tomonori Ohba, Hirofumi Kanoh, Manuel Martínez-Escandell, José M. Ramos-Fernández, Mirian Casco, Francisco Rodríguez-Reinoso, Koki Urita, Isamu Moriguchi, Morinobu Endo, and Katsumi Kaneko*, “Diffusion-Barrier-Free Porous Carbon Monoliths as a New Form of Activated Carbon” , <i>ChemSusChem</i> , 5巻、2271-2277ページ、2012年	