

国際科学技術協力基盤整備事業（日本－台湾研究交流）
「バイオエレクトロニクス」「バイオフォトニクス」 課題終了報告書

1. 研究交流課題：「バイオセンサ，バイオ燃料電池，徐放，培地への応用を目指した多重応答性を有する階層秩序性メソ多孔材料」

2. 研究期間：平成 26 年 1 月～平成 29 年 3 月

3. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	所属	役職
研究代表者	山内悠輔	NIMS・MANA	MANA-PI/グループリーダー
研究者	有賀克彦	NIMS・MANA	MANA-PI/グループリーダー
研究期間中の全参加研究者数：22名			

相手側チーム

	氏名	所属	役職
研究代表者	Kuo-Chuan Ho	台湾大学工学部	教授
研究者	Kevin C W Wu	台湾大学工学部	教授
研究者	Lin-Chi Chen	台湾大学工学部	教授
研究期間中の全参加研究者数：15名			

4. 研究・交流の目的

本研究は、多重応答性・階層秩序性ナノポーラス材料の作製と形態の制御，及びバイオセンサ，バイオリアクタ，バイオ燃料電池への応用に向けた機能の集積化を推進し，これらの知見を活かし効率・感度・選択性の向上を目指したデバイスの設計を目的としている。基本的な構想としては，日本側グループは，材料の合成とそれらの機能化を行い，台湾側グループは，材料の集積化を中心に進める。研究期間後半においては，バイオセンシング，バイオ燃料，電池放出制御実験が両国側で行われる。双方の研究チームが相互補完的に取り組むことで，これまでの材料系では不可能であった高機能な新規ナノデバイスの創出が期待できる。

日台の参画メンバーは，各分野での世界レベルのトップ研究者であり，多くの研究成果を出すことが大いに期待できる。共同で多くの特許や国際論文を投稿し，多くのインパクトの高い研究成果を世界に発信することが両国の科学技術の更なる発展につながると考えている。また，本プロジェクトに参画する学生・教員には，単なる日本と台湾の研究交流の機会を提供するだけでなく，英語力の向上，両国の文化交流など，価値のある高等教育を提供することができる。

5. 研究・交流の成果

5-1 研究の成果

本プロジェクトでは，日本側グループは，材料の合成とそれらの機能化を行い，台湾側グループは，材料の集積化を中心に進めてきた。バイオセンシング，バイオ燃料，電池放出制御実験に関しては，両国で行われた。以下，具体的な研究成果を箇条書きで示す。

1. **メソ多孔体シリカ・チタニアの作製**

・最適な条件でのメソ多孔体薄膜の作製（日）

- ・最適な条件でのメソ多孔体ナノ粒子の作製 (台)
 - ・電子顕微鏡・GI-SAXS などを用いたメソ多孔体の構造解析 (日)
 - ・有機修飾などによるメソ多孔体の細孔壁への修飾 (台)
- 2. メソ多孔体のパターンニング**
- ・リソグラフィーによるパターンニング (日)
 - ・エッチング法によるパターンニング (台)
 - ・電子顕微鏡・GI-SAXS などを用いた制限空間におけるメソ構造変化の調査 (日)
 - ・メソ多孔体酵素電極の作製, 及び評価 (台)
- 3. メソ多孔体の応用**
- ・バイオセンサの作製 (日・台)
 - ・ゲスト分子制御放出用の基板作製 (日・台)
 - ・細胞機能のための培地作製 (日・台) <発表予定>
 - ・グルコース型生物燃料電池の作製 (日・台) <発表予定>

5-2 人的交流の成果

研究のプロジェクトに参画するすべてのコアメンバーが直接あって、プロジェクトの進行状況に関して打ち合わせする機会を作ってきた (合計8回). それ以外にも、数週間に一度、学生レベルでの連絡などは、スカイプなどを利用したウェブミーティングを通して、お互いの問題点、現状などを報告し合うようにしてきた. このような密な連携のもとで、本プロジェクトは推進され、多くの新しいアイデアなどが生まれた.

また、本プロジェクトのコアメンバーが発起し、日台ナノ空間ワークショップ、また国際会議 **Nanospace** をそれぞれ隔年開催してきた. 特に、国際会議 **Nanospace** は年々規模が大きくなり、2017 年は中国で開催予定である.

6. 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

- [1] A Drying-Free, Water-Based Process for Fabricating Mixed-Matrix Membranes with Outstanding Pervaporation Performance
Yu-Heng Deng, Jung-Tsai Chen, Chia-Hou Chang, Kuo-Sung Liao, Kuo-Lun Tung*, William E. Price, Yusuke Yamauchi, and Kevin C.-W. Wu*
Angewandte Chemie International Edition, 55, 12793-12796 (2016).
- [2] Nanoarchitectures for Mesoporous Metals
Victor Malgras, Hamed Atae-Esfahani, Hongjing Wang, Bo Jiang, Cuiling Li, Kevin C.-W. Wu, Jung Ho Kim, and Yusuke Yamauchi*
Advanced Materials, 28, 993-1010 (2016).
- [3] Electrochemical Synthesis of Mesoporous Gold Films toward Mesospace-Stimulated Optical Properties
Cuiling Li, Ömer Dag, Thang Duy Dao, Tadaaki Nagao, Yasuhiro Sakamoto, Tatsuo Kimura, Osamu Terasaki, and Yusuke Yamauchi*
Nature Communications, 6, Article number: 6608 (2015).
- [4] Platinum-Free Counter Electrode Comprised of Metal-Organic-Framework (MOF)-Derived Cobalt Sulfide Nanoparticles for Efficient Dye-Sensitized Solar Cells (DSSCs)
Shao-Hui Hsu, Chun-Ting Li, Ting Li, Heng-Ta Chien, Rahul R. Salunkhe, Norihiro Suzuki, Yusuke Yamauchi, Kuo-Chuan Ho, and Kevin C. W. Wu*
Scientific Reports, 4, Article number: 6983 (2014).
- [5] Highly Efficient Plastic-Based Quasi-Solid-State Dye-Sensitized Solar Cells with Light-Harvesting Mesoporous Silica Nanoparticles Gel-Electrolyte
Hsin-Wei Chen, Ya-Dong Chiang, Chung-Wei Kung, Nobuya Sakai, Masashi Ikegami, Yusuke Yamauchi, Kevin C.-W. Wu*, Tsutomu Miyasaka*, and Kuo-Chuan Ho*
Journal of Power Sources, 245, 411-417 (2014).