

# 日中韓フォーサイト事業 平成19年度 実施報告書

## 1. 拠点機関

日本側拠点機関：	早稲田大学
中国側拠点機関：	復旦大学
韓国側拠点機関：	仁荷大学

## 2. 研究交流課題名

(和文)：新規メソポーラス材料の合成と構造解明

(交流分野：ナノテクノロジー)

(英文)：Synthesis and Structure Resolution of Novel Mesoporous Materials

(交流分野：Nanotechnology)

研究交流課題に係るホームページ：[http://www.waseda.jp/sem-kuroda\\_lab/](http://www.waseda.jp/sem-kuroda_lab/) に作成中

## 3. 開始年度

平成17年度 (3年度目)

## 4. 交流実施期間 (業務委託期間)

平成19年4月13日 ～ 平成20年 3月31日

## 5. 実施体制

### 日本側実施組織

拠点機関：早稲田大学

実施組織代表者 (所属部局・職・氏名)：理事長・白井 克彦

研究代表者 (所属部局・職・氏名)：理工学術院・教授・黒田 一幸

協力機関：産業技術総合研究所

事務組織：理工学術院 統合事務・技術センター 研究連携課

### 相手国側実施組織 (拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。)

(1) 中国側実施組織

拠点機関：(英文) Fudan University

(和文) 復旦大学

研究代表者 (所属部局・職・氏名)：(英文) Department of Chemistry・Professor・  
Zhao, Dongyuan

協力機関：(英文) Shanghai Jiao Tong University, Shanghai Normal University  
(和文) 上海交通大学、上海師範大学

(2) 韓国側実施組織

拠点機関：(英文) Inha University  
(和文) 仁荷大学

研究代表者(所属部局・職・氏名)：(英文) Department of Chemistry・Professor・  
Park, Sang-Eon

協力機関：(英文) Korea Advanced Institute of Science and Technology  
(和文) 韓国科学技術院

## 6. 日中韓フォーサイト事業としての全期間を通じた研究交流目標

数ナノメートルのサイズの細孔が均一に配列したメソポーラス材料は、設計されたナノ空間を提供できる重要な材料として、世界的に注目を集め、活発に研究が行われている。本事業の目標は、3カ国間の研究交流を格段に活発化させることで、現在の世界トップ水準の研究を維持・向上させ、確固たるものにするにある。また、互いの専門分野を融合させ、相互の研究交流の中から、メソポーラス材料に関する未踏重要課題を解決することである。従来にも増して緊密に協力し、新規共同研究の中から新しい学問の創造に繋げる。本研究課題は、ナノサイエンスとナノテクノロジーに直結する重要な分野の一つであり、本事業で得られる新知見は各国のナノテクノロジー技術を一層向上させるものである。また、若手研究者の活発な研究交流に重点を置き、優秀なポスドクや大学院生が相互に交流し、研究活動をさらに有効かつ円滑に進行できるようにし、短期および長期の研究交流体制も整える。日本・中国・韓国三カ国の人的ネットワークをより拡大し、より強い協力関係を築く。情報交換・研究交流の重要な場として定期的にワークショップを開催し、相乗効果により最先端レベルの維持向上を図る。ポスドクや博士課程の学生等も積極的主体的に参加し、密度の濃い議論が可能な形で共同研究を進める。可能な人数の範囲内で、国内関連研究者にも参加を呼びかける。これらの事業の強力な推進をもとにナノサイエンス・ナノテクノロジーに関する基盤技術の一層の発展に貢献する。

## 7. 平成19年度の研究交流実績の概要

### 7-1 共同研究

交流課題である「新規メソポーラス材料の合成と構造解明」を共同研究の大枠としてとらえ、現在個別共同研究を提案している。なかでも、「メソポーラス物質の新規合成法」や「新規細孔構造の構築」といったサブテーマの展開により、早稲田大学研究参加者が、韓国 Inha 大学 Sang-Eon Park 教授の研究グループとのマイクロウェーブを用いたナノ構造体の合成の共同研究を行っている。Park グループがこれまでに蓄積してきたマイクロウェーブを利用した合成法に関する知識・経験を利用し、黒田研究室が推進してきた層状ケイ酸塩の層間導入反応を用いてナノ構造体合成への展開の可能性を調査した。本派遣において、マイクロウェーブを利用した合成手法を習得しつつ、活用を試みている。

### 7-2 セミナー

#### 1) 日本側開催セミナー

本プログラムの中間成果報告会と位置づけたセミナーを12月に早稲田大学で開催した。本セミナーでは、黒田グループだけでなく、界面科学や触媒などのメソポーラスシリカとの関連が深い分野の日本人研究者の報告も3件行った。他プロジェクト来日者1件の講演を含め発表が8件、ポスター発表21件であった。質量ともに昨年度を上回る規模で開催できた。特に、博士課程学生等においては、ポスター発表形式により三カ国間の密度の濃い議論がなされ、今後のより一層の密なる研究交流となるセミナーであった。

#### 2) 相手国側開催セミナー

平成19年8月の中国開催のセミナーに参加し、中国側研究者と最近の研究に関わる情報を共有するとともに、幅広い分野からの活発な質疑応答によって、最近のメソポーラス物質の研究成果に加えて、今後の展開についても非常に高いレベルでの議論が行えた。

### 7-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

日本側代表者の中国・韓国訪問や中国・韓国側参加者の日本訪問など研究者交流を積極的に行った。平成19年8月の復旦大でのセミナーの際、三ヶ国の研究代表者および研究参加者が集合し、相互交流の活性化について議論を交わしたのを機に、日本側若手研究参加者の韓国仁荷大学短期滞在など緊密な交流を進めた。加えて、若手研究者同士がより深い議論を交わすなど活発な連携が定着しつつある。以下に主な交流実績を列挙する。

- 黒田(日本側代表者)：復旦大学を訪問し、最新の研究成果などに関する情報交換を行い、共同研究の打ち合わせを行った。また、仁荷大学へも訪問し、最新研究の情報交換や、今後の共同研究の打ち合わせを行った。
- 木村博士(産総研中部センター)：メソ多孔体に関する共同執筆論文作成を行った。また、北海道大において金属メソ構造体の合成研究に関して討議した。
- 下嶋博士(東京大学)：中国上海において Dongyuan Zhao 教授および Shunai Che 教授らとの研究討論を行った。

## 8. 平成19年度の研究交流の成果

(交流を通じての相手国からの貢献及び相手国への貢献を含めて下さい。)

### 8-1 研究協力体制の構築状況

平成18年度の三ヶ国間の各種打合せや相互訪問を起点に、平成19年度も充実した研究協力体制を構築すべく交流を重ねることができた。日本と中国との交流では、メソポーラスカーボン材料についての合成面での進展が、セミナー時あるいは研究者交流の中で発表され、メソポーラス材料合成の最新の情報交換が行えた。またキラリティを持つメソポーラス物質の合成の展開についても中国側の情報が得られている。日本と韓国との交流では、マイクロウェーブを用いたメソ構造体の合成での研究協力体制を築くべく、日本側学生を韓国に派遣し、合成手法の習得に着手している。本プログラムにより各国の研究者にとって互いに有用な刺激がもたらされており、今後の更なる協力体制の構築に向けて意見交換を継続している。また、本研究課題の周辺分野への研究交流の拡大も試みており、それに併せて拠点機関・協力機関を超えた研究交流の拡大の推進を中国、韓国側に呼びかけることで着実に交流の輪を広げている。

### 8-2 学術面の成果

日本側ではマイクロメートルスケールの制限空間内においてナノ構造体を合成することにより、制限空間の影響を反映した階層構造体を発表し、関心を集めた。リソグラフィや射出成形などの手法を用いることにより制限空間を設計しており、多様な材料への構造体構築プロセスの解明ならびに幅広い分野への適用が期待されている。また、細孔壁に広範囲に結晶性を有するメソポーラスシリカを層状物質から合成することに成功し、メソポーラスシリカの構造設計手法の発展に大きく寄与している。また、韓国側の要望により、日本側で設置している高分解能核磁気共鳴装置(高分解能NMR)を用いて、構造体の詳細な構造評価に取り組んでおり、触媒の設計ならびに反応への影響などの成果を示している。中国側では、メソポーラス物質の合成について多面的に展開しており、なかでも鋳型となる界面活性剤分子を変化させることによる構造の多様性を総括した報告などがなされている。

### 8-3 若手研究者養成

これまでの2年半の密度の高い国際交流により、若手研究者間のコミュニケーション能力の向上がみられ、それに伴い、年度を追うごとにさらに交流の質が高まっている。セミナーの開催や、韓国への短期派遣、研究者交流などを通じて、相互の研究の理解がより深くなっており、互いの研究を高め合う機会が本プログラムによって提供されている。これにより、平成20年度4月より韓国 Inha 大学 Park 研究室より当大学への博士課程進学者を迎えるに至った。今後もさらに高質な若手研究者の育成を重要課題として、研究者交流内容の充実に努めたい。

#### 8-4 社会貢献

本プロジェクトにおいて3カ国が掲げるメソポーラス材料の研究は、シリカ系メソポーラス物質のパイロット生産が始まるなど、多孔質の低誘電性材料として半導体などへの応用が産業界からも注目されており、ユビキタス社会実現のために必要な「高周波技術」に、低誘電性は不可欠であり、今後大きな需要が見込まれている。また、メソポーラス物質は環境触媒や有害物質の吸着剤などの社会の持続的発展に必須の材料として応用も大いに期待され、今後の本事業推進によって、より一層の直接的な社会貢献の実現が見込まれる。セミナーにおいては日中韓拠点メンバーの尽力により、欧米各国の研究者や教授陣にこのプロジェクトを広報し参加・賛同を得、日中韓3国に留まらない活動となっている。

#### 8-5 今後の課題・問題点

課題：相手国作成試料を日本側分析装置により構造評価を行い、日本側作成試料の触媒評価ならびに試料作成のプロセスを相手国の得意分野と共同で研究を進めるなどの一定の成果をあげている。しかし、より一層の高度な技術の習得には、長期派遣や研究室間の学生の受け入れを考慮した一層の協力関係を築くことが必要と考えられる。同じ分野で研鑽しながらも、各国の発想を昇華した独自の研究を推進するべきであろう。

問題点：日本側では幅広い分野で早大拠点以外の研究者ネットワークを拡大しており、平成19年度セミナーにおいては、様々な観点からメソポーラス物質を評価していただくなど非常に価値あるセミナーを開催できた。一方、昨年度同様、中国・韓国その他機関へのアプローチに対するとらえ方や、各国の組織・運営のコンセプト・ルールの相違により、プロジェクト本来の目的を遂行するのに苦慮する。今後最終年度には、この点を相互間で考慮し改善できるよう意思疎通を図っていきたい。

#### 8-6 本研究交流事業により発表された論文

平成19年度論文総数 20本

うち、相手国参加研究者との共著 0本

うち、本事業がJSPSの出資によることが明記されているもの 20本

(※ 論文リストを別に添付して下さい)

## 9. 平成19年度における総交流人数・人日数

### 9-1 相手国との交流実績

(単位：人／人日)

派遣先 派遣元		日本	中国	韓国	合計
		日本	実施計画		12/58
	実績		12/75	11/62	23/137
中国	実施計画	9/74		0/0	9/74
	実績	7/35		0/0	7/35
韓国	実施計画	6/30	0/0		6/30
	実績	7/27	0/0		7/27
合計	実施計画	15/104	12/58	7/39	34/201
	実績	14/62	12/75	11/62	37/199

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※日本側予算によらない交流(中国—韓国間の交流)についても、カッコ書きで記入してください。(合計欄は( )をのぞいた人・日数としてください。)

### 9-2 国内での交流実績

実施計画	実績
31/62 (人／人日)	18/37 (人／人日)