

日中韓フォーサイト事業 平成 21 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/a3

3. 採用年度

平成 17 年度 (5 年度目)

4. 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

(和文) 上海交通大学

(英文) Shanghai Normal University

(和文) 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

5. 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。

6. 平成21年度研究交流目標

平成20年度までに互いの拠点の得意分野の融合研究が推進されてきた。特に20年度においては分析を中心とした共同研究の基盤が固められた。21年度においてはこれらの基盤をもとにさらに実践的な協力体制の構築を目指す。相互派遣をすることでメソポーラス材料の研究発展に重要な専門的な知識・技術の交流を行い、共同研究につなげる。この国際的な共同研究へ若手研究者が主体的に参加することで3カ国の次世代の研究連携を担う人材養成を促進する。また、2009年8月に International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals 2009 (ZMPC2009)が早稲田大学において開催される。この国際学会はメソポーラス材料の研究発表も

多くなされ、世界中のメソポーラス材料研究者が集まるので本拠点の絶好のアピールの場となり得る。そこで、ZMPC とセミナーを併設することにより日中韓拠点同士の交流だけでなく、メソポーラス材料にとどまらない周辺領域の研究者を巻き込んだ国際研究拠点の構築を目指す。

7. 平成21年度研究交流成果

7-1 研究協力体制の構築状況

延長2ヶ年最終の半年を残して研究協力体制の構築も成熟期に至っている。日本側および中国側開催セミナーに加え、メソポーラス材料の周辺領域の国際学会に併せて学生の相互派遣を行った。特に、中国側協力拠点の Che 教授のグループとの協奏的な技術融合により共著論文も発表でき、着実に成果が発信できている。また、韓国側拠点への日本側拠点からの派遣を契機に黒田研究室で得られた物質の韓国側拠点での機能評価の共同研究の合意に至った。一方で、8月にZMPC2009に併せて従来のセミナー形式に加えて3カ国共同で総合的な研究者交流の場を設けた。3カ国拠点以外の周辺領域の研究者へ幅広い研究成果のアピールを行なったことでメソポーラス材料にとどまらない周辺領域の研究者を巻き込んだ国際研究拠点構築が進んでいる。

7-2 学術面の成果

本研究拠点において白金や金属酸化物などのメソポーラス金属の合成手法が大きく発展した。メソポーラス白金は触媒への応用が期待されている。また、磁性を持つ金属酸化物のメソポーラス材料は医療面への応用が期待される材料である。一方で、本研究拠点を中心に推進してきたメソポーラス材料の前駆体の分子設計は、より精密な設計が進められた。その結果、従来の前駆体では報告されていないメソ構造の構築に至った。

7-3 若手研究者養成

国際的相互交流が深化し、研究情報の交換による研究の進展、コミュニケーション能力の向上、などが顕著にみられている。これらの若手研究者の将来につながる能力が育成される場が提供できている。例えば、日中韓のプログラムをアジア3カ国外へも活動圏を広げたことにより諸外国からの関心の高まり、ポルトガル Tras-Os-Montes 大学博士課程 Mariana Sofia Peixoto Fernandes 氏、仏モンペリエ大博士課程 Mr. Arnaud Bullanger らの黒田研究室での長期滞在や国立台湾大学 Chia-Wen Wu 研究室助手 Kuo の長期共同研究受入に至った。これらの海外研究者と本研究拠点の若手研究者が活発に議論をし、将来海外で活躍する能力を着実につけている。

7-4 社会貢献

セミナー開催時に企業からの参加やアプローチが多数あり、活発な研究交流がなされている。実質的な共同研究や商品化ではないが、基礎研究としての最先端の情報を発信することで、企業でのより実用的な研究展開の礎となることが期待される。すでにメソポーラス材料は太陽化

学株式会社で量産化されており、省エネ型エアコンの調湿剤、電子材料のフィラー、脱臭剤などへの応用が進められている。本研究拠点の基礎研究の成果はこれらの応用の更なる発展を促進すると考えられる。

7-5 今後の課題・問題点

日中韓3カ国のプログラム運営は相変わらず異なる状況の中で問題を抱えながらも、各国の拠点リーダーを中心に3カ国が意思疎通と信頼を深め、日本学術振興会の配慮の中で進める事が出来た。混沌とした中で模索しながらではあったが、延長という機会を無駄にすることなくプログラム拡大できたのは日本学術振興会の配慮に寄与するところが多いと確信する。

時に生じる問題も関係各位のご厚意や配慮で解決することは出来たが、学術振興会の本懐とする日本・中国・韓国をフィールドとする人員派遣・受け入れと資金運用・バランスに関しては幾分の隔たりがあると認識している。参加者各人が自国以外での活動時間も長く機会が増える中、その時間を互いに共有しプログラムに更に反映することが出来れば、この延長は有用なものとなり、社会からの理解も深まると思うところである。

7-6 本研究交流事業により発表された論文

平成22年度論文総数 14本

うち、相手国参加研究者との共著 1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 8本

8. 平成21年度研究交流実績概要

8-1 共同研究

本年度も継続して「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、日中韓拠点同士の得意分野を融合させた共同研究が展開された。そのためにサブテーマを平成20年から推進している「メソポーラス物質の新規合成法」、「メソポーラス薄膜合成」、「触媒評価」、「新細孔構造の構築」、「メソ多孔体の精密解析」に絞り込んで注力した。

これまでの研究者交流をもとに、3カ国間の共同研究はより活発化されており、着実に成果が出ている。例えば、中国側協力機関の上海交通大のChe教授のグループはメソポーラス材料の薬剤担体への応用を進めており、そのなかで本プログラムでの研究者交流を基礎にして本拠点との共著論文の発表につながった。

また、3カ国の拠点が共通して交流のある寺崎教授には博士課程学生にメソ構造の電子顕微鏡写真について、構造解析の方法やサンプルの構造に見られる特徴に関する様々なアドバイスを頂き、今後の実験方針について具体的な計画を練ることができた。

本研究拠点のメンバーである呉先生とは共同研究が進み、呉研究室の学生の受入により触媒評価などの機能性メソポーラス材料合成の研究が展開している。

8-2 セミナー

中国側拠点主催の上海でのセミナーにおいては、メソポーラス材料に関する様々な最先端の技術が発表された。特に、構造解析やハイブリッド材料等の専門家による講演では、集合構造の面白さや色材の発展性といった多角的な視点から本拠点の事業領域における重要性が確認された。若手研究者による発表では、学生同士の実験操作上の議論が充実し、論文等では公表されない細かな技術の情報交換が行われた。

8-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

本拠点において、8月に従来のセミナー形式を発展させた総合的な研究者交流の場を設けた。International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals 2009 (ZMPC)が早稲田大学において開催され、それに合わせて(1) 結晶解析、触媒化学、生体応用などの多彩な内容の特別講演会、(2)ブースによるメソポーラス材料やゼオライト研究者に対しての本事業の紹介、(3) 直前の韓国での研究者交流を基礎にしたより実践的な共同研究の打合せなどを含む研究者交流を行なった。これら3つの活動を総合的に行うことで、従来のセミナー形式よりも密接かつ幅広く研究者間の交流、育成ができ、相乗効果が認められた。また、韓国側セミナーを契機に日本側拠点の成果として得られた物質の機能評価への進展などがあった。

先述のZMPC2009のプレシンポジウムが韓国側拠点のPark教授の主宰の下、韓国仁川で催された。それに併せてパーク教授より日中韓のメンバーが招集され、研究者交流を行なった。シンポジウムには多くの参加者があり、各国の最新の研究成果の情報交換ができた。また、多孔性物質に関する最新の研究、分析方法についての講演もあり、参加した若手研究者の専門知識の深化につながった。

さらに、12月にも韓国側拠点への訪問および国際学会(ISNNM)への共同参加を行なった。Park研究室を訪問し、日本側研究拠点にはない分析機器を用いた今後の共同研究の打合せを行った。また、日韓合同の研究発表会においては、韓国側の最新の研究進捗の発表が数多く行われた。一方で本拠点の博士課程学生のポスター発表において多くの韓国側研究者との議論がなされ、Sang-Eon Park教授との今後の共同研究の打合せも行われた。

9. 平成21年度研究交流実績人数・人日数

9-1 相手国との交流実績

派遣元		派遣先		合計 〈人／人日〉	
		日本 〈人／人日〉	中国 〈人／人日〉		韓国 〈人／人日〉
日本 〈人／人日〉	実施計画		8/24	7/16	15/40
	実績		4/18	14/48	18/66
中国 〈人／人日〉	実施計画	24/84		-/-	24/84
	実績	3/21		-/-	3/21
韓国 〈人／人日〉	実施計画	24/84	-/-		24/84
	実績	15/95	-/-		15/95
合計 〈人／人日〉	実施計画	48/168	8/24	7/16	63/208
	実績	18/116	4/18	14/48	36/182

※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
120／175 〈人／人日〉	43／ 106 〈人／人日〉

10. 平成21年度研究交流実績状況

10-1 共同研究

—研究課題ごとに作成してください。—

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 17 年度	研究終了年度	平成 22 年度
研究課題名	(和文) 新規メソポーラス材料の合成と構造解明 (英文) Synthesis and Structure Resolution of Novel Mesoporous Materials				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 黒田 一幸・早稲田大学・教授 (英文) Kazuyuki KURODA・Waseda University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	<中国側> Prof. Dongyuan ZHAO (復旦大学・教授) <韓国側> Prof. Sang-Eon PARK (仁荷大学・教授)				
交流人数 (※日本側予算によらない交流についても、カッコ書きで記入のこと。)	① 相手国との交流				
	派遣先	日本	中国	韓国	計
	派遣元	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
	日本 <人/人日>	実施計画	0/0	2/6	2/6
		実績	0/0	9/28	9/28
	中国 <人/人日>	実施計画	12/72	-/-	12/72
		実績	3/21	-/-	3/21
	韓国 <人/人日>	実施計画	12/72	-/-	12/72
		実績	15/95	-/-	15/95
	合計 <人/人日>	実施計画	24/144	0/0	2/6
		実績	18/116	0/0	9/28
	② 国内での交流 5/54 人/人日				
21年度の研究交流活動及び成果	<p>【交流活動】「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、サブテーマとして「メソポーラス物質の新規合成法」、「メソポーラス薄膜合成」、「触媒評価」、「新細孔構造の構築」、「メソ多孔体の精密解析」に絞り込んだ研究交流を行なった。</p> <p>【成果】日中韓拠点の互いの得意分野を融合させつつ高めあう共同研究の推進を行った。国際的な共同研究によりさらに新たな研究領域の開拓ができ、メソポーラス材料研究拠点の国際的なハブとしての機能が強化された。</p>				
日本側参加者数					
	86 名	14-1 (日本側「参加研究者リスト」を参照)			
中国側参加者数					
	55 名	14-2 (中国側「参加研究者リスト」を参照)			
韓国側参加者数					
	51 名	14-3 (韓国側「参加研究者リスト」を参照)			

10-2 セミナー

—実施したセミナーごとに作成してください。—

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) A3 NSFC フォーサイト事業 メソポーラス材料：基礎と応用
	(英文) A3 NSFC Foresight Program Mesoporous Materials: Fundamentals & Applications
開催時期	平成 21 年 11 月 9 日 ~ 平成 21 年 11 月 10 日 (2 日間)
開催地(国名、都市名、 会場名)	(和文) 中国、上海、復旦大学
	(英文) China、Shanghai、Fudan University
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 黒田一幸・早稲田大学・教授
	(英文) Kazuyuki Kuroda・Waseda University・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外で開催の場合)	Dongyan Zhao・Fudan University・Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (中国)	
	A.	B.
日本 〈人/人日〉	A.	4/18
	B.	0/0
	C.	0/0
中国 〈人/人日〉	A.	確認中
	B.	確認中
	C.	確認中
韓国 〈人/人日〉	A.	確認中
	B.	確認中
	C.	確認中
合計 〈人/人日〉	A.	4/18
	B.	確認中
	C.	確認中

A. セミナー経費から負担

B. 共同研究・研究者交流から負担

C. 本事業経費から負担しない(「参加研究者リスト」に記載されていない研究者は集計しないでください。)

セミナー開催の目的	8月に東京での ZMPC をからめての開催をふまえ、その継続・発展を意図して、10月に中国にてセミナーを開催する。3カ国の若手研究者および大学院生が自らプレゼンテーションし相互の最新の研究成果の情報交換および議論を通じて情報交換を深め、共同研究推進についても協議する。		
セミナーの成果	招待講演では、Shunai Che 教授（中国）や Ryong Ryoo 教授（韓国）を筆頭に、メソポーラス材料に関する様々な最先端の技術が発表され活発な質疑応答がなされた。また、構造解析が専門の Robert Corkery 教授（スウェーデン）やハイブリッド材料に造詣の深い Bradley F. Chmelka 教授（アメリカ）を交え、興味深い集合構造や色材の発展性といった多角的な視点からの講演がなされ、本拠点の事業領域の拡大が促進された。若手研究者による発表では、学生同士の実験操作上の議論が充実し、論文等では公表されない細かな技術の情報交換も行われた。さらに研究者交流を通して研究者同士の連携がより強固に築かれたことで、セミナー時以外での意見交流も拡大された。上記の三つの内容を同時開催する形式は日中韓3ヶ国のそれぞれのセミナーで定着してきた形式であり、日中韓の教授・若手研究者の交流の活発化が効果的に行われた。		
セミナーの運営組織	運営組織委員長： Dongyan Zhao・Fudan University・Professor		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	内容 国内研究者旅費	金額 439,502 円
	中国側	内容 確認中	金額
	韓国側	内容 確認中	金額

当初計画していたS-1セミナーを中止し（平成21年7月23日承認）、研究者交流として実施した。参考のためにS-1セミナーの代わりに実施した研究者交流の成果を記載する。

実施した研究者交流

整理番号	研究者交流（計画：S-1）
セミナー名	（和文）A3 Seminar on Mesoporous Materials
	（英文）A3 Seminar on Mesoporous Materials
開催時期	平成21年8月3日～平成21年8月7日（5日間）
開催地（国名、都市名、会場名）	（和文）日本、東京、早稲田大学
	（英文）Japan, Tokyo, Waseda University
日本側開催責任者 氏名・所属・職	（和文）黒田一幸・早稲田大学・教授
	（英文）Kazuyuki Kuroda・Waseda University・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 （※日本以外で開催の場合）	

参加者数

派遣先 派遣元	研究者交流開催国 (日本)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	0/0
	B.	3/21
	C.	32/32
中国 〈人／人日〉	A.	0/0
	B.	3/21
	C.	0/0
韓国 〈人／人日〉	A.	0/0
	B.	15/95
	C.	0/0
合計 〈人／人日〉	A.	0/0
	B.	21/137
	C.	32/32

A. セミナー経費から負担

B. 共同研究・研究者交流から負担

C. 本事業経費から負担しない（「参加研究者リスト」に記載されていない研究者は集計しないでください。）

セミナー開催の目的	<p>従来のセミナー方式を発展させて、以下のような総合的な研究者交流の場を設ける。</p> <p>(1) 招聘特別講演会</p> <p>(2) 国際学会 ZMPC2009 会場（早稲田大学）にて特別ブース出展</p> <p>(3) 国際学会に参加する他機関からの研究者も含めての交流</p>		
セミナーの成果	<p>特別講演にて結晶解析が専門の Hermann Gies 教授(ドイツ)、触媒化学が専門の野村准教授(東工大)、生体触媒が専門の Martin Hartmann 教授(ドイツ)の多彩な講演者により、メソポーラス材料の基礎から応用までの幅広い分野の議論が活発になされた。特別ブースでの活動紹介により、メソポーラス材料のみならず zeolite 研究者への従来のセミナー形式よりも幅広いアピールを行うことができ、本拠点の拡大が推進された。研究者交流では日中韓のメンバーが互いに関連研究者を紹介しあうことでさらなる交流の拡大がなされた。さらに直前の韓国での研究者交流を基礎にしたより実践的な共同研究の打合せができた。以上のようにこれら3つの活動を総合的に行うことで、従来のセミナー形式よりも密接かつ幅広く研究者間の交流、育成ができ、相乗効果が認められた。特に、近年のメソポーラス材料の研究傾向として、Zeolite 研究との融合が挙げられる。本拠点のアピールを Zeolite 研究者にも幅広く行ったことで周辺領域をも巻き込んだ複合的な国際研究ハブとしての機能の強化が進められた。</p>		
セミナーの運営組織	運営組織委員長：黒田一幸		
開催経費 分担内容 と金額	日本側	<p>内容 国内研究者旅費</p> <p>中国人研究者滞在費</p> <p>韓国人研究者滞在費</p>	<p>金額 279,195 円</p> <p>金額 423,660 円</p> <p>金額 1,714,580 円</p> <p>合計 2,417,435 円</p>
	中国側	内容 確認中	金額
	韓国側	内容 確認中	金額

10-3 研究者交流（共同研究、セミナー以外の交流）

① 相手国との交流

派遣先 派遣元		日本	中国	韓国	計
		<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>	<人/人日>
日本 <人/人日>	実施計画		0/0	5/10	5/10
	実績		0/0	5/20	5/20
中国 <人/人日>	実施計画	0/0		-/-	0/0
	実績	0/0		-/-	0/0
韓国 <人/人日>	実施計画	0/0	-/-		0/0
	実績	0/0	-/-		0/0
合計 <人/人日>	実施計画	0/0	0/0	5/10	5/10
	実績	0/0	0/0	5/20	5/20
② 国内での交流		38/52 人/人日			

1 1. 平成 2 1 年度経費使用総額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	3,813,800	
	外国旅費	990,240	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	3,942,913	
	その他経費	811,615	
	外国旅費・謝金に係る消費税	49,512	
	計	9,608,080	
委託手数料		960,808	
合 計		10,568,888	¥431,112 は返金

1 2. 四半期毎の経費使用額及び交流実績

	経費使用額 (円)	交流人数<人/人日>
第 1 四半期	25,830	0/0
第 2 四半期	3,134,981	62/192
第 3 四半期	837,121	10/40
第 4 四半期	5,610,148	7/56
計	9,608,080	79/288

13. 平成21年度相手国マッチングファンド使用額

相手国名	平成21年度使用額 [単位：現地通貨] (日本円換算額)
中国	[R M B] (10,000,000 円相当)
韓国	[W o n] (10,000,000 円相当)

※ 交流実施期間中に、相手国が本事業のために使用したマッチングファンドの金額について、現地通貨での金額、及び日本円換算額を記入してください。