

**日本学術振興会 日中韓フォーサイト事業  
事後評価（平成17年度採用課題）評価結果**

研究交流課題名	新規メソポーラス材料の合成と構造解明		
日本側拠点機関名	早稲田大学		
研究代表者 所属 職 氏名	理工学術院 教授 黒田一幸		
相手国（地域）側	国名	拠点機関名	研究代表者 所属 職 氏名
	中国	復旦大学	Department of Chemistry Professor Zhao, Dongyuan
	韓国	仁荷大学	Department of Chemistry Professor Park, Sang-Eon

## 総合的評価

### 評 価

- A 想定以上の成果をあげており、当初の目標は達成された。
- B 想定どおりの成果をあげており、当初の目標は達成された。
- C ある程度成果があがり、当初の目標も達成された。
- D 成果が十分にあるとは言えず、当初の目標はほとんど達成されなかった。

### コメント

本研究交流課題では、日本、中国、韓国の各拠点が有する研究のアドバンテージを活かし、メソポーラス材料をターゲットに、それらの融合による新展開を目標に、メソポーラス金属の合成法の大きな発展やメソポーラス材料の前駆体設計の高度化など、世界トップレベルの学術研究の実施と優れた若手研究者の育成を通して、3カ国を中核とした世界水準の研究拠点が構築されており、その目標は十分に達成され、想定以上の成果があったと評価できる。

学術面の成果では、メソポーラス材料の合成を中心として、国内において、1) 合成、2) 構造評価、3) 機能評価、の3つのグループを構築し、メソポーラス材料を金属材料に展開し、その組成や形態・構造制御の技術を確立したほか、前駆体設計により新規構造体の開発、さらには薬剤担体に関する応用などへの展開も実現させた。中国および韓国側拠点との人材交流や共同研究による連携も協奏的に機能させ、優れた成果につながったといえる。

若手研究者の育成においては、セミナーなどで学生および若手研究者が口頭発表を行う機会を多く提供し、さらには相互に学生を派遣する人材交流を行うことで英語でのコミュニケーション能力の向上と国際共同研究を自発的に進める能力の養成を行った。これらによって、多くの学生が国際会議で優秀講演賞を受賞したり、重要論文を筆頭著者として執筆したりするなどの成果へとつながっており、常勤研究者を多く輩出していることにもその成果は顕著に現れている。

研究交流体制の構築においては、期間中に3カ国それぞれで積極的にセミナーが実施されているが、これらを国際学会に併せる形で開催したり、拠点機関、協力機関以外からも関連分野の研究者を多く招聘したりすることで、世界的な研究教育拠点として認知度の向上が図られている。人材交流も形式的な訪問ではなく、韓国側拠点から日本側拠点の博士課程に韓国入学生が入学するなど、実践的な交流によって技術の融合などが実現している。また、日本側拠点において、学内にメソスケール研究所の開設、国際ワークショップの開催など、確固たる世界的研究拠点としたことも高く評価できる。

メソポーラス材料に関連する研究はここ数年で世界的に急上昇しており、関連論文の発表数も著しく増加している。この中で、日本・中国・韓国の3カ国が占める割合は、2009年度については5割を超えている。まさに3カ国が世界をリードしている研究分野で

あり、メソポーラス材料の国際拠点としての本拠点の重要性はより増すことと期待される。調湿材料、電子材料への実用化に向けた検討、環境材料、薬剤担体材料、光機能材料などへの応用研究も大きな成果が得られ、将来工業的な実用研究に進展することが期待され、本拠点の重要性はさらに高まると予想される。

本事業においては、この3カ国それぞれの国でメソポーラス材料を先導的に研究している研究者が参画しており、この5年間の実績を活かし、事業終了後も連携組織や定期的なセミナーの継続的な実施が計画されている。それらの活動を通して、今後も「競争」と「協奏」に基づく持続的な研究と交流の発展が期待できる体制が確立されており、世界水準の研究教育拠点が日中韓を中心としたアジアに構築され、特に日本がそのイニシアチブをとって強力に研究を推進し、世界をリードするための礎となっていくものと期待される。

なかでも、大学院学生の交流は今後の研究者の育成には不可欠であり、人材育成には特に努めていただきたい。

## 1. これまでの交流を通じて得られた成果

観 点	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 研究交流活動を通じて「学術的側面」「若手研究者の養成」「研究教育拠点の構築」の観点から成果があがったか。</li><li>・ 研究交流活動の成果として優れた研究業績が発表されたか。</li><li>・ 本事業により得られた成果の社会への還元があったか。</li><li>・ 当初予想していなかった活動成果があったか。</li></ul>
-----	--

### 評 価

- 想定以上の成果があった。
- 概ね成果があった。
- ある程度成果があった。
- 成果があったとは言えない。

### コ メ ン ト

本研究交流課題では、メソポーラス材料をターゲットに、日本、中国、韓国の各拠点が有する研究のアドバンテージを活かし、それらの融合によって新展開を目指すという目標が設定されていた。その目標は十分に達成され、「学術的側面」「若手研究者の養成」「研究教育拠点の構築」のいずれの観点においても優れた成果が得られたといえる。

「学術的側面」においては、新しいメソポーラス材料の合成、構造制御を行い、材料としての応用まで指向しており、従来は酸化物材料がほとんどであったメソポーラス材料を金属材料に展開して、多様な生成物の組成制御、形態制御、メソ構造制御の技術確立し、優れた特性を示すなど、日本側拠点において、メソポーラス金属の合成法に大きな発展が認められた。また、メソポーラス材料の前駆体設計の高度化を進め、新規な構造体の合成、高効率・選択合成の新規手法に成功するなど、想定以上の成果があった。

日本、中国側との薬剤担体への応用研究の推進、中国、韓国側のサンプルを日本側拠点でキャラクタリゼーションする共同研究を積極的に進めるなど、研究交流も活発に行われ、中国側協力機関との共同研究については、メソポーラス材料の薬剤担体としての応用について成果があがり、共著論文の発表もなされている。これらをはじめとした研究業績が論文として著名な国際誌に多数発表されており、高く評価することができる。

「若手研究者の養成」については、活発な交流が行われ、学生および若手研究者の国際会議での口頭発表や国際誌論文の第一著者としての執筆も積極的に行われた。また、日本側研究拠点の若手研究者が東大、東工大、物質・材料研究機構の常勤職に就任するなど、すでに多くの常勤研究者を輩出しており、常勤職採用枠の極めて少ない状況を考えると若手研究者養成拠点として高い実績といえる。

「研究教育拠点の構築」についても、3カ国において、積極的にセミナーが実施され、それらに拠点機関、協力機関以外からも多くの参加があったことは、研究教育拠点として十分に認知されていたことの実証である。日本側拠点において、学内にメソスケール研究

所の開設、国際ワークショップの開催など、世界的な研究拠点を形成としたことも、本事業の成果であり、本事業終了後も継続的に3カ国で研究の交流が実施される体制が確立されていると高く評価できる。

「社会への還元」については、本拠点の優れた基礎基盤的研究は、次世代新技術の礎となるものであり、また、産業界でメソポーラス材料の量産化の発表、低誘電材料などの製品化検討が進められ、今後、様々な分野で実用化が見込まれるなど、応用面でも新たな展開に繋がる貢献をしたといえる。本研究交流課題において、メソポーラス材料を様々な素材において、その組成や形態・構造制御を伴った合成技術が開発されており、これによって将来的により広範な応用展開が可能となるものと期待できる。

さらに、ユニークな層状化合物が開発されているが、これは人材交流で得られた成果であり、本事業の研究交流活動がメソポーラス材料にとどまらず、ナノ材料の発展に波及していく可能性を示唆しており、想定以上の成果があったと評価できる。

## 2. 研究交流活動の実施状況

観 点	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 研究交流目標達成に向けて、「共同研究」「セミナー」「研究者交流」を適切に計画し、実施したか。</li><li>・ 国内外の拠点機関及び協力機関間の実施体制・協力体制等は適切であったか。</li><li>・ 研究交流活動の実施にあたり、適切に経費が執行されたか。</li></ul>
-----	--

### 評 価

- 想定以上に効果的に実施された。
- 概ね効果的に実施された。
- ある程度効果的に実施された。
- 効果的に実施されたとは言えない。

### コメント

メソポーラス材料に関する研究分野で我が国と中国・韓国が中核となって世界をリードするための「競争」と「協奏」の関係をバランスよく効果的に実現するための「共同研究」「セミナー」「研究者交流」が実施されたと評価できる。

「共同研究」においては、研究交流目標達成に向けて、国内でメソポーラス材料の合成を中心とした1) 合成、2) 構造評価、3) 機能評価、の3つのグループを構築し、中国および韓国側拠点との連携も協奏的に機能させたことが、優れた成果につながった。

精密合成に実績のある日本側拠点から触媒評価に優れた韓国側拠点に若手研究者を派遣することで、日本側で合成した材料の触媒としての機能評価を実施するなど、それぞれの得意分野の技術の融合を推進させ、研究を展開させた。

中国側拠点である復旦大学との共同研究が具体的成果として現れていないが、日本側拠点と中国側協力機関との研究者交流から共著論文の発表が行われていることから、今後、交流が継続されることで高い成果が得られることと期待したい。

「セミナー」は、合計17回開催され、拠点機関、協力機関にとどまらず、アジア内外から関連分野の研究者を招いて実施されており、さらに、関連分野の国際会議に併せて開催するなど、アジアにおける研究拠点のプレゼンスを積極的にアピールし、国際的拠点の拡大に資する活動を積極的に行った点で評価できる。若手研究者に対しても、積極的に口頭発表をさせ、学生を座長にするなど、英語でのプレゼンテーション能力の向上、また主体的な運営への参加など当事者意識の向上が適切に図られたことは、若手研究者養成の観点からも重要である。

「研究者交流」についても、学生の相互派遣にとどまらず、韓国側拠点の韓国人学生が日本側拠点の博士課程に入学するなど、形式的でなくより実践的な交流が着実に実現しており、成果をあげていると評価できる。

国内外の拠点機関及び協力機関間の実施体制・協力体制等も適切であり、経費もバランスよく適切に執行されたと判断する。

### 3. 今後の研究交流活動

観 点	・事業終了後も世界的水準の研究教育拠点として、継続的な研究交流活動の実施が期待できるか。
-----	--

#### 評 価

- 想定以上の成果が期待できる。
- 概ね成果が期待できる。
- ある程度成果が期待できる。
- 成果が期待できない。

#### コメント

本研究交流課題のターゲットとするメソポーラス材料は、将来性のあるものであり、日中韓が世界をリードしている研究分野である。関連する研究もここ数年で世界的に急上昇し、関連論文の発表数も指数関数的に増加している。メソポーラス材料は、量産化が開始され、本格的な実用化が行われようとしており、調湿剤や電子材料のフィラーなどをはじめ、薬剤担体などの医療応用、光機能材料など、幅広い分野への応用が期待されている。これらの多くは日中韓から発信されており、今後工業的にメソポーラス材料が幅広く用いられるようになれば、本事業実施機関は世界的水準の研究教育拠点として、アジアが同分野でのイニシアチブをとるための礎になるものと期待される。

3カ国それぞれでメソポーラス材料を先導的に研究している研究者がコーディネーターとして参画し、広範囲にわたる着実な交流に基づき拠点形成がなされており、本プログラム終了後も3国間での連携組織や定期的なセミナーの継続的な実施が提案されているなど、世界的水準の研究教育拠点としての役割を十分に果たせるものと期待できる。

「6. 今後の展望と課題」欄に触媒の環境適合型材料と記載されているが具体的な内容がなく、加えて、薬剤担体などの医療応用とあるが、これに関しても具体的な記述がないのが残念である。