

## 平成22年度 日中韓フォーサイト事業 事後評価資料(実施報告書)

### 1. 概要

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

### 2. 研究交流目標

2カ年延長時に計画した目標とその達成度について記入してください。

#### ○申請時の研究交流目標

これまでの3年間で、3カ国の各拠点が持つ研究アドバンテージを生かし、それらを融合した共同研究が展開されてきた。今後2年間では、それに加えて、メソポーラス物質の合成と構造評価に関する情報交換をさらに活発に行う。特に、韓国サイドにおける触媒評価を踏まえ、グリーンサステナブルケミストリーへの貢献を視野に入れつつ研究交流を促進する。日中韓の連携をより密に進め本分野の世界における研究コアとしての役割をより発信できる形に発展させることを目標とする。また、ポスドクや博士課程および修士課程の学生をこれまでの3年間よりもさらに積極的かつ主体的に参加させることで、3カ国の次世代の研究連携を担う人材の養成拠点の形成を目指す。これまでの3年間で3カ国間の人的ネットワークの構築はなされているが、派遣研究室は限られている。今後の2年間で派遣先研究室を増加させることで3カ国間の研究連携体制をより強固にする。また、国内の関連分野の研究者との研究連携を拡張していく。さらに、中国および韓国へも同様な研究連携の拡張を促し、メソポーラス材料研究の世界的連携拠点の形成を目指す。

#### ○目標に対する達成度とその理由

- 研究交流目標は十分に達成された
- 研究交流目標は概ね達成された
- 研究交流目標はある程度達成された
- 研究交流目標はほとんど達成されなかった

#### 【理由】

当初3ヶ年の研究者交流での成果をもとに、互いの拠点の得意技の融合を視野に入れた共同研究を進めた。当初3ヶ年の成果の一つとして、メソポーラス材料の触媒応用研究に優れた韓国側拠点から本拠点の博士課程に韓国人学生が入学した。その展開として延長2ヶ年で本拠点でも、この学生を中心に触媒特性の評価を行い研究拠点の人材交流が定着化するなど、グリーンサステナブルケミストリーを意識した材料合成および機能評価がなされた。また、中国側拠点と本拠点ではメソポーラス材料の医療応用へ向けた研究が活発化し、セミナーおよび研究者交流において実験方法、電子顕微鏡による観察法などの細かい情報交換が活発になされ、共著論文も発表できた。若手研究者養成の観点からは、セミナーや研究者交流を通して大学院生のコミュニケーションスキルが向上し、本拠点は国際的な共同研究を自主的に進められる人材を養成できる拠点となっている。日本側拠点主催のセミナーで拠点の内外を問わず関連分野の研究者を幅広く招聘したことで、国内の研究ネットワークを拡大することができた。中国および韓国側も同様に各国主催セミナーで関連分野の研究者を招聘しており、3カ国が連携して世界的研究拠点の拡大に実質的な貢献をしてきた。日本側拠点では、メソスケール研究所の開設、国際ワークショップの開催、そして最終セミナー開催を経て、国際共同研究の確固たる拠点（研究コア）が形成されている。

### 3. 研究交流活動の成果

これまでの交流を通じての成果を、「学術的側面」「若手研究者の養成」及び「日中韓における継続的な研究教育拠点の構築」の観点から記入してください。また、活動成果の「社会への還元」「予期しなかった成果」がある場合には記入してください。

#### ○学術的側面

当初3ヶ年での研究交流活動をふまえて、延長2ヶ年では想定以上の成果が得られた。

##### 【日本側拠点におけるメソポーラス金属の合成】

本拠点においてメソポーラス金属の合成法が発達し、より大きな規則構造の制御が可能となった。これにより、生成物の組成制御 (Pt, Au 等) 形態制御 (板状、球状、薄膜等) 及びメソ構造制御 (層状、ハニカム、三次元構等) の多様性が著しく向上し、これらの生成物が電気化学的に活性であることも確認した。また、磁性を持つメソポーラス合金の合成もなされ、分離が容易な薬剤担体などへの応用が期待できる。

((1) *Angew. Chem. Int. Ed.*, 49, 6993 (2010); (2) *J. Am. Chem. Soc.*, 132, 208 (2010); (3) *Angew. Chem. Int. Ed.*, 48, 7792 (2009) など)

##### 【日本側拠点におけるメソポーラス材料の前駆体設計】

当初3ヶ年でもメソポーラス材料の前駆体の設計によるメソ構造制御がなされたが、延長2ヶ年ではさらに前駆体分子の構造技術をより高度化することで、従来報告されていない構造体を合成した。また、シリカ前駆体をより高効率かつ選択的に合成する新規手法を発見した。基礎的かつ工業的応用が期待できる成果である。

((4) *Angew. Chem. Int. Ed.*, 49, 5273 (2010); (5) *J. Am. Chem. Soc.*, 131, 9634 (2009) など)

##### 【中国・韓国側拠点との連携による成果】

日本側拠点および中国側協力機関はメソポーラス材料の薬剤担体への応用を行っており、セミナーや研究者交流において密な情報交換をしてきた。メソポーラスシリカ粒子の表面修飾と内部への薬物の導入による共同研究をふまえて共著論文の発表に至った。(*Micropor. Mesopor. Mater.*, 122, 201 (2009)) その他にも中国および韓国側のサンプルを日本側拠点で電子顕微鏡 (TEM, SEM) や核磁気共鳴 (NMR) で分析するなど、共同研究を積極的に進めた。このような相互関係が互いの研究を促進した。

#### ○若手研究者の養成

相互交流が深化し、研究情報の交換による研究の進展やコミュニケーション能力の向上が顕著にみられている。実際、上記に挙げた重要論文(1)から(5)のうち4報は大学院学生が筆頭著者であり、残りの1報も本プログラムの当初3ヶ年に博士課程学生として参加した若手研究者(物質材料機構独立研究員)である。もちろん、これらの学生および若手研究者はセミナーおよび研究者交流で中国、韓国へ派遣されたメンバーであり、研究能力の向上は積極的に交流を行ってきた成果の一つであるといえる。

セミナーにおいては学生の口頭発表の機会が多くあり、プレゼンテーション能力の向上に非常に有効であった。また、セミナーでの質疑応答に加え、相互に学生を派遣した研究者交流により、国際共同研究の枠組み中での議論がなされた。これらの機会を活用し単なる英語力ではなく国際共同研究が自発的に進められるコミュニケーションスキルを身につける機会となり、博士課程学生のドイツ国立研究所、米国大学機関などでの長期海外研修につながった。セミナーにおいて学生によるポスター発表も多くなされ、日中韓研究拠点メンバーだけでなく、そのセミナーに招聘した関連分野の第一線の研究者と活発に議論ができ、その後の研究発展やポスター発表における発表技術向上も身につけることができ、国際学会や国内学会でのポスター賞の受賞などへもつながっている (International sol-gel conference 2009, Poster award)。

### ○日中韓における継続的な研究教育拠点の構築

各国主催のセミナーにおいても、拠点の内外に関わらずそれぞれの主催国の国内研究者を広く招聘し、拠点の拡大が進められた。日本側主催セミナーは特に大規模であり、多彩な分野の研究者が参加した。2009年8月にメソポーラス材料の周辺領域の国際学会(ZMPC)に併せた研究者交流を総合的に行うことで従来のセミナー形式よりも広範な研究者を巻き込んだ研究者交流ができた。

また、本プログラムの最終報告会に位置づけられる最終セミナーを2010年9月に日本側拠点主催で開催した。民間企業からの参加者を含めて100名に及ぶ過去最大のセミナーとなり、メソポーラス材料への注目度の向上およびそれに伴う本研究拠点の認知度の向上が示された。

当初3ヶ年に加えて、延長2ヶ年でも相互に研究者を派遣した。当初3ヶ年で韓国側拠点のPark教授の研究室から本研究拠点(黒田研究室)への韓国人博士課程進学者を受け入れた。それを含めた当初3ヶ年の成果をふまえてメソポーラス材料の応用展開を重視した研究を進めた。本研究拠点でも、その韓国人博士課程学生を中心として、触媒能評価を現在行っている。以上のように当初3ヶ年で形成された研究教育拠点が定着し、継続化できる体制が整っている。

後述の将来的な展望にあるように、今後の継続的な連携組織や定期的なセミナー開催も提案されている。

### ○社会への還元

メソポーラス材料のうち、もっとも一般的なメソポーラスシリカは量産化が発表されている。メソポーラス材料は細孔内に空気を多量に含有できるため低誘電性に優れ、携帯電話・無線LAN機器・高性能サーバー・ミリ波レーダー向け基板用フィルターへの応用検討が進められている。また、従来の空調機は除湿に多くのエネルギーが必要であるが、メソポーラス材料は吸湿・脱着能に優れており、デシカントロータとして省エネ型エアコンへ搭載される検討も最終段階まで進んでいる。このメソポーラスシリカ合成の基礎技術は本研究拠点で20年前に発見したものが社会において企業が中心となって発展させた結果である。現在の本拠点の成果は主に基礎研究であり、製品化を直近に想定したものではないが、上記の例のように次世代における新技術への基礎となることが期待できる。前述のとおり、本拠点ではメソポーラス材料の触媒や医療材料への応用を常に意識した研究成果が得られており、将来のより広範な応用展開の基盤となることが期待できる。実際、セミナー開催時には一般企業からも多数問い合わせがありセミナーへの参加があった。ポスター発表においても学生と企業の研究者とで活発な議論がなされており、企業へも本拠点の成果を発信できた。

### ○予期せぬ成果

共同研究を推進するなかでメソポーラス材料以外のユニークな材料への展開も生み出された。例えば、韓国側ではメソポーラス材料の表面修飾技術が発達している。韓国側拠点に派遣された本拠点の博士課程学生はその修飾技術をヒントにユニークな層状の材料の合成に成功した。(Chem. Mater., 22, 3340 (2010)) この成果を韓国側主催のセミナーで発表した際には、韓国側拠点の研究者から触媒応用への展開が提案され、今後の応用研究が期待できる。このような分野間をまたいだ複合材料の発見は、本プログラムにおける活発な研究交流はもちろん、その周辺領域分野への広がり成果のひとつといえる。

#### 4. 研究交流活動の交流実績

これまでの研究交流活動について、「共同研究」、「セミナー」及び「研究者交流」の交流の形態ごとに、派遣及び受入の人数・人日数、交流相手国、概要を記入してください。

##### ○共同研究

日-中 延べ派遣人数人日数： 11 人 37 人日 延べ受入人数人日数： 80 人 172 人日

日-韓 延べ派遣人数人日数： 19 人 73 人日 延べ受入人数人日数： 97 人 217 人日

##### 【概要】

主に精密合成主体の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し、日本側拠点で合成した材料の触媒評価、あるいは、韓国側拠点が実績のあるマイクロ波合成の技術の習得のために学生を派遣するなど、各拠点で得意とする技術の融合を推進した。また「構造解明」にあたっては、3カ国の拠点が共通して交流のある寺崎教授を介して、繋がりを深めるとともに、メソ構造の電子顕微鏡学に基づく、構造解析法や試料の構造上の特徴など、今後の研究方針に深く関係する重要な知見を得ることができた。また、本研究拠点と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。

##### ○セミナー

中国 延べ開催回数： 3 回、 延べ派遣人数人日数： 14 人 36 人日

韓国 延べ開催回数： 3 回、 延べ派遣人数人日数： 16 人 45 人日

日本 延べ開催回数： 11 回、 延べ受入人数人日数： 104 人 253 人日

##### 【概要】

本プログラム開始当初のセミナー形式は、3カ国の拠点研究者らの講演が中心であったが、常にその内容を充実・発展を図り、メソポーラス材料の関連分野の研究者をアジア内外から広く招聘し、国際的拠点の拡大に資する活動となった。日本におけるこの傾向は韓国および中国側主催のセミナーにも良い影響を与え、3カ国が連携して研究拠点拡大に寄与できた。また、学生・若手研究者の講演・ポスター発表件数が徐々に増え、前述のような若手研究者養成の観点からも非常に有意義なものとなった。国際学会における学生の口頭発表の機会は限られているが、本プログラムのセミナーにおいては学生にも数多くの口頭発表の場があり、質疑応答も非常に活発かつ真剣に行われるなどプレゼンテーション能力向上に大きく寄与した。さらに、最終年度のセミナーでは学生が座長をするなど、若手研究者や学生が主体的にセミナーを運営する姿勢が顕著になってきており、若手研究者の当事者意識が格段に向上した。セミナーの形式も講演とポスター発表の形式から総合的なものへと発展した。後述のような研究者交流との連携や関連分野の国際学会に併せた開催をすることで、より広範な研究者交流の活発化や関連分野の研究者へ当該拠点が研究コアであることを積極的にアピールができた。

##### ○研究者交流

日-中 延べ派遣人数人日数： 29 人 124 人日 延べ受入人数人日数： 28 人 111 人日

日-韓 延べ派遣人数人日数： 28 人 109 人日 延べ受入人数人日数： 38 人 171 人日

##### 【概要】

当初3ヶ年では相互の研究室へ学生を派遣し、それぞれの得意とする技術の交換を行い、その融合をはかってきた。延長2ヶ年では、さらに関連分野の国際学会に併せた研究者交流を推進した。国際ゼオライト学会(ZMPC)に併せて(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)ブースによる本事業の紹介、(3)それま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、従来よりも密接かつ幅広く研究者間の交流、若手人材育成ができる相乗効果が認められた。また、韓国開催のZMPCのプレシンポジウムや、多孔体材料関連の国際学会(ISNNM)と併せた研究者交流も行い、若手研究者の広範な知識・技術の取得や拠点の拡大が推進できた。また、メソポーラス材料の構造解析の第一人者であり日中韓3カ国共同研究に大きな役割を占める寺崎教授が、国内外より著名な研究者を迎えてシンポジウムを開催するにあたり、日中韓メンバーと研究者交流を行った。これらの重層的な枠組みの結果、日中韓をコアとして諸外国の研究者を巻き込んだ国際研究者交流を拡大できた。

## 5. 事業の実施体制

本事業における、「日本側拠点機関の実施体制」「中国・韓国の拠点機関との協力体制」及び「日本側拠点機関の事務支援体制」について記入してください。

### ○日本側拠点機関の実施体制（拠点機関としての役割・国内の協力機関との協力体制等）

当初3ヶ年をふまえて延長2ヶ年でも継続してメソポーラス材料の合成を中心として、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、総合的な研究を推進した。3つのグループ同士の連携だけでなく、中国および韓国側拠点との連携も協奏的に機能し、先述のような高質な学術成果が得られた。具体的な実施・運営体制は以下の通りである。

#### 1. 「メソポーラス材料の合成」

- ・早稲田大学  
黒田研究室グループ：新規メソポーラス材料の合成および全体の総括  
菅原教授：無機ナノシートのメソスケール材料の合成  
小川教授：機能性メソ材料の合成
- ・東京大学  
下嶋准教授：メソポーラス材料の前駆体設計
- ・産業技術研究所  
木村研究員：結晶性メソポーラスシリカの合成
- ・東京工業大学  
望月助教：層状物質からのメソポーラスシリカの合成

#### 2. 「メソポーラスシリカ材料の構造評価」

- ・早稲田大学  
寺崎治客員教授（韓国 KAIST 教授兼任）：電子顕微鏡によるメソポーラスシリカの構造評価
- ・産業技術研究所  
Liu Zheng 研究員：電子顕微鏡およびシミュレーションによるメソポーラスシリカの構造評価

#### 3. 「メソポーラスシリカ材料の機能評価」

- ・早稲田大学  
松方教授：メソポーラスシリカ薄膜の触媒能の評価
- ・北海道大学  
福岡教授：メソポーラスシリカの触媒能の評価

### ○中国・韓国の拠点機関との協力体制（各国の役割分担・ネットワーク構築状況等）

各国拠点のアドバンテージを融合した共同研究が進められた。具体的な実施・運営体制は以下の通りである。

#### 1. 中国側拠点

- ・復旦大学：メソポーラス材料の構造・形態制御
- ・上海交通大学：機能性メソポーラス材料の合成

#### 2. 韓国側拠点

- ・仁荷大学：メソポーラス触媒の合成と触媒能評価
- ・KAIST：メソポーラスゼオライトの合成と触媒能評価

### ○日本側拠点機関の事務支援体制（拠点機関全体としての事務運営・支援体制等）

- ・早稲田大学 理工学術院 統合事務・技術センター 事務部 研究総合支援課  
(※2010/4/1より改称)

## 6. 今後の課題と展望

### ○課題等

時間をかけ信頼を深めた各国拠点の連携と日本学術振興会の配慮により、本プログラムスタート時に抱えていた各国の運営体制相違による活動制約は軽減され、日本拠点としてのプログラム遂行も躍動感溢れたものとして本プログラム5年の期間を終えることが出来た。

本プログラムは日本・中国・韓国それぞれの『国』という枠組みの中での参加構成になっているが、研究者の多くは国にこだわらず研究拠点を移し研究活動を行っている。活動範囲を広範にすることで、将来の拠点形成がより国際化および拡大していくのは自明の理である。柔軟な組織編成によるプログラム遂行が可能となり、東アジア諸国の強靱なネットワークをグローバルに発揮する機会を有効にするなら、本プログラムの成果として社会に深く理解され大きく還元されるものと信ずる。

### ○将来的な展望

着実かつ広範な交流成果を収めた本プログラムの終了を惜しむ声が中国側および韓国側から強くあった。特に、韓国側協力機関である KAIST の Ryong Ryoo 教授より、本プログラム終了後も継続した3カ国研究交流拠点の継続の提案がなされた。今後は本プログラムの日中韓拠点だけではなく、各国の協力機関やその関連領域の研究者を巻き込んだ広範な国際拠点の形成が期待される。

近年、メソポーラス材料研究への注目度は世界的に急上昇しており、発表論文数も2006年で1953件程度であったが、2009年では3,008件に増加している(図1)。そのなかでも日中韓の3カ国が占める割合は5割を超えている(図2)。したがって、世界的に見てもメソポーラス材料の国際研究拠点としての本研究拠点の重要性はより増すと考えられる。現在、メソポーラス材料は調湿剤や電子材料のフィラーなどへの実用化検討が進められている。基礎研究においては触媒などの環境適合型材料、薬剤担体などの医療応用、人工光合成を目指した光機能材料などへの成果がめざましい。本事業でもこれらの応用を目指した研究成果が3カ国で発信されている。将来、これらの成果が工業的に実用されればさらにメソポーラス材料の需要が増し、本プログラムで形成された国際研究拠点の規模および重要性が高まると予想される。

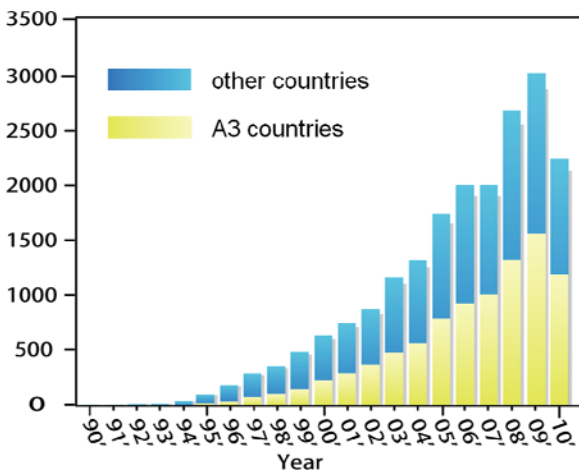


図1. “mesoporous”に関する論文の発表件数推移 (Thomson Reuters, ISI Web of Science による検索ヒット件数。2010年は8月29日時点のデータ)

2009

Total papers : 3008  
A3 countries : 52 %

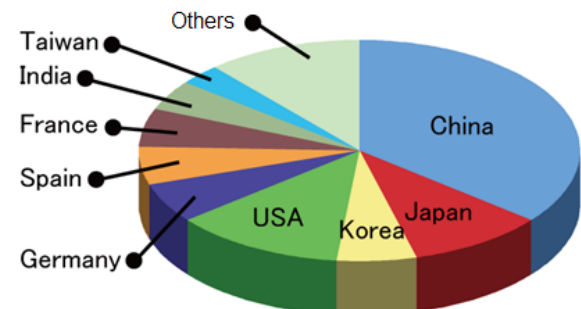


図2. “mesoporous”に関する2009年発表論文の国別割合 (Thomson Reuters, ISI Web of Science による検索ヒット件数をもとに集計)

## 7. 本事業に関連した主な発表論文名・著者名

研究代表者あるいは参加研究者が既に発表した、この交流の成果となる主な論文等を記載してください。研究代表者・参加研究者の氏名にはアンダーラインを付してください。また、相手国の参加研究者との共著論文には、文頭の番号に○印を付してください。

### (1) 学術雑誌等(紀要・論文集等も含む)に発表した論文又は著書

・査読がある場合、印刷済み及び採録決定済のものに限り、査読中・投稿中のものは除く。

1	著者名	A. Takai, Y. Yamauchi and K. Kuroda								
	題名	Tailored electrochemical synthesis of 2D-hexagonal, lamellar, and cage-type mesostructured Pt thin films with extralarge periodicity				掲載誌名	J. Am. Chem. Soc.			
	発行所	American Chemical Society	巻号	132 (1)	頁	208~214	発行年	2010年	査読	○・無
2	著者名	Y. Hagiwara, A. Shimojima and K. Kuroda								
	題名	Formation of Reactive Microporous Networks from Alkoxyvinylsilylated Siloxane Cages				掲載誌名	Bull. Chem. Soc. Jpn.			
	発行所	American Chemical Society	巻号	83 (4)	頁	424~430	発行年	2010年	査読	○・無
3	著者名	S. Nasu and K. Kuroda								
	題名	Lamellar self-assembly of a porphyrin derivative possessing poly(ethylene oxide) methyl ether and the formation of a silica-porphyrin hybrid with tetraethoxysilane				掲載誌名	J. Colloid Interface Sci.			
	発行所	Elsevier	巻号	348 (2)	頁	446~451	発行年	2010年	査読	○・無
4	著者名	S. Tominaka, G.-W. Wu, K. Kuroda and T. Osaka								
	題名	Electrochemical analysis of perpendicular mesoporous Pt electrode filled with pure water for clarifying the active region in fuel cell catalyst layers				掲載誌名	J. Power Sources			
	発行所	Elsevier	巻号	195 (8)	頁	2236~2240	発行年	2010年	査読	○・無
5	著者名	Y. Doi, A. Takai, S. Makino, L. Radhakrishnan, N. Suzuki, W. Sugimoto, Y. Yamauchi, and K. Kuroda								
	題名	Synthesis of Mesoporous Carbon Using a Fullerenol-based Precursor Solution via Nanocasting with SBA-15				掲載誌名	Chem. Lett.			
	発行所	CSJ Publications	巻号	39 (7)	頁	777~779	発行年	2010年	査読	○・無
6	著者名	Y. Kuroda, Y. Yamauchi and K. Kuroda,								
	題名	Integrated structural control of cage-type mesoporous platinum possessing both tunable large mesopores and variable surface structures by block copolymer-assisted Pt deposition in a hard-template				掲載誌名	Chem. Commun.			
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	—	頁	1827~1829	発行年	2010年	査読	○・無
7	著者名	S. Kiba, T. Itagaki, T. Nakato and K. Kuroda								
	題名	Interlayer modification of a layered H-octosilicate (H-RUB-18) with methanol: Formation of a highly ordered organosilicate nanohybrid				掲載誌名	J. Mater. Chem.			
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	20	頁	3202~3210	発行年	2010年	査読	○・無

8	著者名	A. Shimojima, H. Kuge and K. Kuroda								
	題名	Synthesis of mesostructured silica from monoalkyl-substituted double five-ring units				掲載誌名	J. Sol-Gel Sci. Technol.			
	発行所	Springer	巻号		頁	In press	発行年	2010年	査読	有り・無
9	著者名	A. Takai, Y. Doi, Y. Yamauchi and K. Kuroda								
	題名	Soft-chemical approach of noble metal nanowires templated from mesoporous silica (SBA-15) through vapor infiltration of a reducing agent				掲載誌名	J. Phys. Chem. C			
	発行所	American Chemical Society	巻号	114 (17)	頁	7586~7593	発行年	2010年	査読	有り・無
10	著者名	T. Ohsuna, Y. Sakamoto, O. Terasaki and K. Kuroda								
	題名	TEM image simulation of mesoporous crystals for structure type identification				掲載誌名	Solid State Sci.			
	発行所	John Wiley & Sons, Inc.	巻号	—	頁	In press	発行年	2010年	査読	有り・無
11	著者名	N. Takahashi, H. Hata and K. Kuroda								
	題名	Anion exchangeable layered silicates modified with ionic liquids on the interlayer surface				掲載誌名	Chem. Mater.			
	発行所	American Chemical Society	巻号	22(11)	頁	3340~3348	発行年	2010年	査読	有り・無
12	著者名	R. Wakabayashi, K. Kawahara and K. Kuroda								
	題名	Nonhydrolytic synthesis of branched alkoxysiloxane oligomers $\text{Si}[\text{OSiH}(\text{OR})_2]_4$ (R=Me, Et)				掲載誌名	Angew. Chem. Int. Ed.			
	発行所	John Wiley & Sons, Inc.	巻号	49(31)	頁	5273~5277	発行年	2010年	査読	有り・無
13	著者名	S. Nasu, A. Tsuchiya and K. Kuroda								
	題名	Preparation of lamellar inorganic-organic hybrids from tetraethoxysilane and a coumarin derivative containing a triethoxysilyl group and photodimerization of the interlayer coumarin groups				掲載誌名	J. Mater. Chem.			
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	20	頁	6688~6693	発行年	2010年	査読	有り・無
14	著者名	Y. Doi, A. Takai, Y. Sakamoto, O. Terasaki, Y. Yamauchi and K. Kuroda								
	題名	Tailored synthesis of mesoporous platinum replicas using double gyroid mesoporous silica (KIT-6) with different pore diameters via vapor infiltration of a reducing agent				掲載誌名	Chem. Commun.			
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	—	頁	6365~6367	発行年	2010年	査読	有り・無
15	著者名	N. Takahashi, T. Kimura and K. Kuroda								
	題名	Enlargement of mesopores of 2-D orthorhombic KSW-2 type silica by the addition of poly(oxyethylene) alkyl ether during the mesostructural formation				掲載誌名	Solid State Sci.			
	発行所	Elsevier	巻号	—	頁	In press	発行年	2010年	査読	有り・無



16	著者名	Y. Kuroda and K. Kuroda							
	題名	Morphosynthesis of nanostructured gold crystals by utilizing interstices in periodically arranged silica nanoparticles as a flexible reaction field				掲載誌名	Angew. Chem. Int. Ed.		
	発行所	John Wiley & Sons, Inc.	巻号	122 (39)	頁	7147~7151	発行年	2010年	査読
17	著者名	R. Goto, A. Shimojima, H. Kuge, and K. Kuroda							
	題名	A hybrid mesoporous material with uniform distribution of carboxy groups assembled from a cubic siloxane-based precursor				掲載誌名	Chem. Commun.		
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	—	頁	6152~6154	発行年	2009年	査読
18	著者名	H. Hata, T. E. Mallouk, K. Kuroda							
	題名	Color Tuning of an Acidic Blue Dye by Intercalation into the Basic Interlayer Galleries of a Poly(allylamine)/Synthetic Fluoromica Nanocomposite				掲載誌名	Chem. Mater.		
	発行所	American Chemical Society	巻号	21(6)	頁	985~993	発行年	2009年	査読
19	著者名	Y. Yamauchi, J. Imasu, Y. Kuroda, K. Kuroda and Y. Sakka							
	題名	Facile patterning of assembled silica nanoparticles with a closely packed arrangement through guided growth				掲載誌名	J. Mater. Chem.		
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	19	頁	1964~1967	発行年	2009年	査読
20	著者名	T. Kimura and K. Kuroda							
	題名	Ordered mesoporous silica derived from layered silicates				掲載誌名	Adv. Funct. Mater.		
	発行所	John Wiley & Sons, Inc.	巻号	19(4)	頁	511~527	発行年	2009年	査読
21	著者名	C. Gao, I. Izquierdo-Barba, I. Nakase, S. Futaki, J. Ruan, K. Sakamoto, Y. Sakamoto, K. Kuroda, O. Terasaki and S. Che,							
	題名	Mesostructured silica based delivery system for a drug with a peptide as a cell-penetrating vector				掲載誌名	Micropor. Mesopor. Mater.		
	発行所	Elsevier	巻号	122 (1-3)	頁	201~207	発行年	2009年	査読
22	著者名	T. Kimura, S. Huang, A. Fukuoka and K. Kuroda							
	題名	Properties of metal species in square-shape mesopores of KSW-2-based silica				掲載誌名	J. Mater. Chem.		
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	19	頁	201~207	発行年	2009年	査読
23	著者名	A. Takai, Y. Yamauchi and K. Kuroda							
	題名	Facile formation of single crystalline Pt nanowires on a substrate utilising lyotropic liquid crystals consisting of cationic surfactants				掲載誌名	J. Mater. Chem.		
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	19	頁	4205~4210	発行年	2009年	査読

24	著者名	Z. Liu, S.-K. Joung, T. Okazaki, K. Suenaga, Y. Hagiwara, T. Ohsuna, K. Kuroda and S. Iijima							
	題名	Self-Assembled Double Ladder Structure Formed Inside Carbon Nanotubes by Encapsulation of $H_8Si_8O_{12}$				掲載誌名	ACS Nano		
	発行所	American Chemical Society	巻号	3(5)	頁	1160~1166	発行年	2009年	査読
25	著者名	A. Takai, T. Saida, W. Sugimoto, L. Wang, Y. Yamauchi and K. Kuroda							
	題名	Preparation of Mesoporous Pt-Ru Alloy Fibers with Tunable Compositions via Evaporation-Mediated Direct Templating (EDIT) Method Utilizing Porous Anodic Alumina Membranes				掲載誌名	Chem. Mater.		
	発行所	American Chemical Society	巻号	21(14)	頁	3414~3423	発行年	2009年	査読
26	著者名	S. Sakamoto, A. Shimojima, K. Miyasaka, J. Ruan, O. Terasaki and K. Kuroda							
	題名	Formation of Two- and Three-Dimensional Hybrid Mesostructures from Branched Siloxane Molecules				掲載誌名	J. Am. Chem. Soc.		
	発行所	American Chemical Society	巻号	131(28)	頁	9634~9635	発行年	2009年	査読
27	著者名	C. Urata, Y. Aoyama, A. Tonegawa, Y. Yamauchi and K. Kuroda							
	題名	Dialysis process for the removal of surfactants to form colloidal mesoporous silica nanoparticles				掲載誌名	Chem. Commun.		
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	-	頁	5094~5096	発行年	2009年	査読
28	著者名	Y. Yamauchi, M. Komatsu, M. Fuziwara, Y. Nemoto, K. Sato, T. Yokoshima, H. Sukegawa, K. Inomata and K. Kuroda							
	題名	Ferromagnetic mesostructured alloys: Design of ordered mesostructured alloys with multicomponent metals from lyotropic liquid crystals				掲載誌名	Angew. Chem. Int. Ed.		
	発行所	John Wiley & Sons, Inc.	巻号	48(42)	頁	7792~7797	発行年	2009年	査読
29	著者名	J. Du, M. Fukushima, S. Sakamoto, M. Sakurai, T. Suzuki, A. Shimojima, H. Miyata, C. M. Crudden and K. Kuroda							
	題名	Alignment control of self-assembled organosiloxane films derived from alkyloligosiloxane amphiphiles				掲載誌名	Langmuir		
	発行所	American Chemical Society	巻号	25(23)	頁	13614~13618	発行年	2009年	査読
30	著者名	Y. Yamauchi, A. Sugiyama, M. Sawada, M. Komatsu, A. Takai, C. Urata, N. Hirota, Y. Sakka, and K. Kuroda							
	題名	Magnetically induced orientation of mesochannels inside porous anodic alumina membranes under ultra high magnetic field of 30 T: Confirmation by TEM				掲載誌名	J. Ceram. Soc. Jpn.		
	発行所	Ceramics Society of Japn	巻号	116(11)	頁	1244~1248	発行年	2008年	査読
31	著者名	M. Sakurai, A. Shimojima, Y. Yamauchi, and K. Kuroda							
	題名	Self-Assembly of Amphiphilic Alkyloligosiloxanes within Cylindrically and Spherically Confined Spaces				掲載誌名	Langmuir		
	発行所	American Chemical Society	巻号	24(22)	頁	1244~1248	発行年	2008年	査読

32	著者名	Y. Yamauchi, A. Takai, T. Nagakura, S. Inoe and K. Kuroda								
	題名	Pt Fibers with Stacked Donut-Like Mesospace by Assembling Pt Nanoparticles: Guided Deposition in Physically Confined Self-Assembly of Surfactants				掲載誌名	J. Am. Chem. Soc.			
	発行所	American Chemical Society	巻号	130 (16)	頁	5426~5427	発行年	2008年	査読	有り・無
31	著者名	Y. Yamauchi, A. Sugiyama, R. Morimoto, A. Takai and K. Kuroda								
	題名	Mesoporous platinum with giant mesocages templated from lyotropic liquid crystals consisting of diblock copolymers				掲載誌名	Angew. Chem. Int. Ed.			
	発行所	John Wiley & Sons, Inc.	巻号	47(29)	頁	5371~5373	発行年	2008年	査読	有り・無
33	著者名	C.-W. Wu, T. Ohsuna, T. Edura and K. Kuroda								
	題名	Orientational control of hexagonally packed silica mesochannels in lithographically designed confined nanopores				掲載誌名	Angew. Chem. Int. Ed.			
	発行所	John Wiley & Sons, Inc.	巻号	46(28)	頁	5364~5368	発行年	2007年	査読	有り・無
34	著者名	T. Kimura, H. Tamura, M. Tezuka, D. Mochizuki, T. Shigeno, T. Ohsuna and K. Kuroda								
	題名	Design of molecularly ordered framework of mesoporous silica with squared one-dimensional channels				掲載誌名	J. Am. Chem. Soc.			
	発行所	American Chemical Society	巻号	130(1)	頁	201~209	発行年	2008年	査読	有り・無
35	著者名	Sujandi, S.-E. Park, D.-S. Han, S.-C. Han, M.-J. Jin and T. Ohsuna								
	題名	Amino-functionalized SBA-15 type mesoporous silica having nanostructured hexagonal platelet morphology				掲載誌名	Chem. Commun.			
	発行所	Royal Society of Chemistry	巻号	—	頁	4131~4133	発行年	2006年	査読	有り・無
36	著者名	C.-W. Wu, T. Ohsuna, M. Kuwabara and K. Kuroda								
	題名	Formation of Highly Ordered Mesoporous Titania Films Consisting of Crystalline Nanopillars with Inverse Mesospace by Structural Transformation				掲載誌名	J. Am. Chem. Soc.			
	発行所	American Chemical Society	巻号	128 (14)	頁	4544~4545	発行年	2006年	査読	有り・無

ほか、42件 (Chem. Mater. 9件、J. Mater. Chem. 7件、Chem. Commun. 1件など。すべて査読あり。)

(2)国際会議における発表

・著者(参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること)、題名、発表した学会名、開催場所、論文等の番号、月・年を記載すること。発表者に○印を付すこと。

・口頭・ポスターの別、査読の有無を区分して記載すること

1	著者名	○K. Kuroda				
	題名	“Compositional and Morphological Control of Mesostructured and Mesoporous Materials”, A material world: is seeing believing?		口頭・ <del>ポスター</del>	査読	○・無
	学会名	Symposium to celebrate the career of Professor Osamu Terasaki	場所	Sweden	番号	5月 2010年
2	著者名	○K. Kuroda				
	題名	Preparation of Mesostructured and Mesoporous Films		口頭・ <del>ポスター</del>	査読	○・無
	学会名	The 2nd International Solvothermal & Hydrothermal Association Conference	場所	China	番号	7月 2010年
3	著者名	○K. Kuroda				
	題名	Mesoporous materials with highly controlled compositions, structures, and morphologies		口頭・ <del>ポスター</del>	査読	○・無
	学会名	11th International Conference on Ceramic Processing Science	場所	Switzerland	番号	8月 2010年
4	著者名	○Y. Kanno, T. Suzuki, Y. Yamauchi and K. Kuroda				
	題名	Mesoporous Silica Films as a Template for Au Nanostructures		口頭・ <del>ポスター</del>	査読	○・無
	学会名	IZC16 & IMMS7 Engineering of new micro- and meso-structured materials	場所	Italy	番号 RRR-81	7月 2010年
5	著者名	○S. Osada, Y. Kuroda, N. Takahashi and K. Kuroda				
	題名	Hydrothermal treatment of C16TMA intercalated octosilicate and the effect of the cooling process on the formation of mesostructures		口頭・ <del>ポスター</del>	査読	○・無
	学会名	IZC16 & IMMS7 Engineering of new micro- and meso-structured materials	場所	Italy	番号 RRR-70	7月 2010年
6	著者名	○C. Urata, H. Yamada, Y. Aoyama, R. Wakabayashi, S. Hirose, S. Arai, S. Takeoka, Y. Yamauchi and K. Kuroda				
	題名	Preparation and the property of colloidal mesoporous nanoparticles with ethylene-bridged silsesquioxane frameworks		口頭・ <del>ポスター</del>	査読	○・無
	学会名	IZC16 & IMMS7 Engineering of new micro- and meso-structured materials	場所	Italy	番号 P-53	7月 2010年
7	著者名	○A. Takai, Y. Yamauchi and K. Kuroda				
	題名	Synthesis of Mesostructurally Controlled Pt Films by Using Diblock Copolymers		口頭・ <del>ポスター</del>	査読	○・無
	学会名	IZC16 & IMMS7 Engineering of new micro- and meso-structured materials	場所	Italy	番号 P-065	7月 2010年

8	著者名	○S. Kobori, M. Fukushima, H. Miyata and K. Kuroda				
	題名	Preparation of uniaxially aligned mesoporous silica films under the coexistence of <i>n</i> -alkanes		口頭・ <u>ポスター</u>	査読	<u>有</u> ・無
	学会名	IZC16 & IMMS7 Engineering of new micro- and meso-structured materials	場所	Italy	番号	RRR-56 7月 2010年
9	著者名	○Y. Doi, A. Takai, Y. Yamauchi and K. Kuroda				
	題名	Preparation of 2D-Hexagonal Ru-Based Mesoporous Metals by Repeated Templating		<u>口頭</u> ・ <del>ポスター</del>	査読	<u>有</u> ・無
	学会名	IZC16 & IMMS7 Engineering of new micro- and meso-structured materials	場所	Italy	番号	047 7月 2010年
10	著者名	○H. Miyata, Y. Fukushima, M. Fukushima, Y. Kanno and K. Kuroda				
	題名	TiO <sub>2</sub> and SnO <sub>2</sub> Films with a Controlled In-plane Mesostructure		口頭・ <u>ポスター</u>	査読	<u>有</u> ・無
	学会名	International Mesostructured Materials Symposium	場所	Italy	番号	RRR-36 7月 2010年
11	著者名	○K. Kuroda				
	題名	Design of porous materials based on the Formation of Inorganic-Organic Hybrids		<u>口頭</u> ・ <del>ポスター</del>	査読	<u>有</u> ・無
	学会名	NANO HYBRIDS	場所	Japan	番号	5月 2009年
12	著者名	○K. Kuroda				
	題名	Mesochemistry: Application of Porous Materials to Various Research Fields		<u>口頭</u> ・ <del>ポスター</del>	査読	<u>有</u> ・無
	学会名	6th Joint Symposium between Bon University and Waseda University	場所	Japan	番号	6月 2009年
13	著者名	○K. Kuroda				
	題名	Mesochemistry: Application of Porous Materials to Various Research Fields		<u>口頭</u> ・ <del>ポスター</del>	査読	<u>有</u> ・無
	学会名	6th Joint Symposium between Bon University and Waseda University	場所	Japan	番号	5月 2009年
14	著者名	○K. Kuroda				
	題名	Mesoporous Materials Composed of Silicates and Siloxane Oligomers		<u>口頭</u> ・ <del>ポスター</del>	査読	<u>有</u> ・無
	学会名	STAC-3 (The Third International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics)	場所	Japan	番号	6月 2009年
15	著者名	○K. Kuroda				
	題名	Mesoporous Materials with Various Compositions, Structures, and Morphologies		<u>口頭</u> ・ <del>ポスター</del>	査読	<u>有</u> ・無
	学会名	Korean Zeolite Association	場所	Korea	番号	8月 2009年

ほか、口頭発表 5 件、ポスター発表 21 件（すべて査読あり：International Mesostructured Materials Symposium (IMMS)、International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals (ZMPC) 等）

(3)国内学会・シンポジウム等における発表

・(2)と同様に記載すること

1	著者名	○福島悠太, 菅野陽介, 宮田浩克, 黒田一幸					
	題名	塩化チタン(IV)を用いた配向性チタニアメソ構造体薄膜の作製	口頭・ポスター		査読	有・無	
	学会名	日本ゾルゲル学会第8回討論会	場所	名古屋	番号	66 7月 2010年	
2	著者名	○山田紘理, 青山祐子, 浦田千尋, 黒田一幸					
	題名	コロイド状メソポーラスシリカナノ粒子のリン酸緩衝生理食塩水中での溶解挙動	口頭・ポスター		査読	有・無	
	学会名	日本ゾルゲル学会第8回討論会	場所	名古屋	番号	67 7月 2010年	
3	著者名	○小堀史門, 福島麻登香, 宮田浩克, 黒田一幸					
	題名	アルカン添加による一軸配向性シリカメソ構造体薄膜の構造周期制御	口頭・ポスター		査読	有・無	
	学会名	日本化学会 第4回関東支部大会	場所	つくば	番号	P1-203 8月 2010年	
4	著者名	○河原一文, 萩原快朗, 黒田一幸					
	題名	Si原子40個から成る新規球状シロキサンドリマーの合成	口頭・ポスター		査読	有・無	
	学会名	第13回ケイ素化学協会シンポジウム	場所	佐賀	番号	P-70 10月 2009年	

ほか、口頭発表 107 件、ポスター発表 20 件（すべて査読あり：日本化学会、ゼオライト研究発表会、セラミックス協会 等）