

戦略的創造研究推進事業 CREST  
研究領域「ナノ界面技術の基盤構築」  
研究課題「有機シリカハイブリッド材料のナノ構造  
制御と機能創出」

## 研究終了報告書

研究期間 平成 18 年 10 月～平成 24 年 3 月

研究代表者：稲垣伸二  
(株)豊田中央研究所 稲垣特別研究室  
室長・シニアフェロー

## § 1 研究実施の概要

### (1) 実施概要

ナノ細孔を有する有機系多孔質結晶は、有機物のもつ多様な機能を安定な固体材料として利用できるため、実用性に優れた自己組織化材料として注目されている。その中でも、研究代表者が世界に先駆け合成に成功したメソポーラス有機シリカ(PMO: Periodic Mesoporous Organosilica)は、共有結合の安定な骨格と比較的大きなナノ細孔(1.5-30 nm)を有するという他の有機系多孔質結晶にはない特長を持つため、骨格の機能化に加え、細孔空間に多様な機能を集積化できるというメリットを有する。PMO の制御されたナノ空間構造を利用し、異なる機能を空間的に配置・連動させる試みは、光合成などの高度な機能を構築する上で重要な取り組みと考える。本研究では、PMO 材料の構造と機能の拡張、そしてPMOの骨格と細孔の機能連動による新しい光エネルギー変換材料(光触媒、光電変換)を作製するための基盤技術の構築を主目的とした。

PMO の合成は、(i)有機シラン原料  $[R-(Si(OR')_3)_n]$  の合成と、(ii)界面活性剤を利用した原料の自己組織化・縮重合の2段階で行うが、有機基のサイズが大きくなると一般に原料の蒸留精製とその PMO 化が困難となる。前者の課題を克服するため、嶋田グループは、クロマト精製可能な新規ゾルゲル前駆体(アリルシラン $[R-(Si(CH_2-CH=CH_2)_3)_n]$ )の開発と、ビルディングブロック(MBAS)を用いた多様なアリルシランの合成法の開発等を行った。後者については、有機シラン原料中のシリル基の数を増やすことで克服し、CREST 期間中に 14 種類以上の新規 PMO の合成を達成した。更に、キレート配位子を導入した PMO に、後処理で金属錯体を形成させる二段階法を見出し、従来困難であった嵩高い金属錯体の導入も可能になった。

この様な PMO の合成技術の進歩により、多様な機能を PMO 骨格に付与することができた。まず、PMO 骨格中の 125 個のビフェニル基が捕集した光エネルギーが細孔内の1個のクマリン分子に集まる優れた光捕集アンテナ機能を見出した。これは有機系多孔質結晶の光捕集機能を見出した初めての例であり、最近では MOF や COF において追従する研究が報告されている。また、長波長に吸収をもつ有機基の導入により、可視光の捕集( $\lambda = \sim 800$  nm)も可能になった。次に、 $\pi$ 共役系有機基の導入により、PMO 骨格にホール輸送性を付与することに成功した。ホール移動度は  $10^{-6} \sim 10^{-4}$   $cm^2/V s$  と低いが、メソポーラス骨格に有機半導体特性を発現できた初めての例であり、有機系の光電変換材料等への応用が期待される。また、 $\pi$ 共役系有機基を細孔方向にスタッキングさせることにも成功し、電荷移動度を飛躍的に向上できる可能性も示せた。その他、PMO 骨格に高効率な蛍光特性(量子収率 = 59-70%)、金属の吸着特性、光触媒特性を付与することも達成した。

次に、これらの PMO の細孔空間に機能物質を導入し、骨格機能と連動させることによる新しい光エネルギー変換材料の構築を行った。まず、ビフェニル-PMO の細孔内に  $CO_2$  還元光触媒機能を有するレニウム錯体( $Re(bpy)(CO)_3PPh_3$ )を固定した反応系を作製した。そして、その反応系に光照射( $\lambda_{ex} = 280$  nm)したところ、PMO 骨格のアンテナ機能により、 $CO_2$  還元活性が増強できた。これは、人工のアンテナ物質により  $CO_2$  還元活性を増強した初めての例であり、光合成の光捕集アンテナ機能の一部を模倣できたことになる。この光捕集型 PMO を用いることで、これまでに  $CO_2$  還元や  $H_2$  生成の還元反応系だけでなく、水からの  $O_2$  生成が可能な酸化反応系の構築にも成功した。還元と酸化反応系を連動させた犠牲試薬フリーの光触媒系が構築できる目途が立ちつつある。更に、骨格有機基の電子ドナー性と細孔内の電子アクセプターを連動させた、ドナー/アクセプター型光触媒の構築にも成功した。石谷グループは、金属錯体とその光化学に関する高い専門性を活用し、反応中心となる種々の Re-Ru 複核錯体の合成と分子内エネルギー移動の解析、更に PMO 細孔内への導入と効率的な光捕集効果のメカニズム解明を実施した。

更に、ホール輸送性 PMO の細孔内に、電子輸送材料を充填することで、ナノスケールで制御された p-n 接合界面を有する有機薄膜太陽電池の作製とその光電変換機能の確認を行う

た。球状細孔が垂直に連結したホール輸送性 PMO 薄膜を作製し、その細孔中に n 型材料 (PCBM) を充填することで光電変換素子を作製した。そして、その外部量子効率、細孔のない p 型層を用いた場合に比べ、向上することを確認した。また、幅広い可視光を吸収し高いホール輸送特性が期待される新規有機シランモノマーも合成でき、現在 PMO 薄膜を作製中である。

また、PMO の特異な光・電子物性に関する理論計算も実施し、芳香族有機基の二量体の基底・励起状態の系統的な解析と、有機シリカのホール移動度の理論計算を実施し、有機結晶よりも高いホール移動度が発現する可能性を示した。宮坂グループは、専門である時間分解分光測定等を駆使し、PMO 骨格中のビフェニル基の励起ダイナミクスを豊田中研と連携しながら決定した。また、単分子蛍光イメージングを利用し、PMO 細孔中でのゲスト分子の拡散速度とホスト・ゲスト相互作用との相関に関する知見を得た。

## (2) 顕著な成果

### 1. メソポーラス有機シリカを利用した光捕集型 CO<sub>2</sub> 還元光触媒の構築

概要: 光捕集機能を有する PMO の細孔内に Re 錯体を均一に固定することに成功した。PMO 骨格の選択励起により、Re 錯体の CO<sub>2</sub> 還元活性が増強されることが分かった。これは、人工のアンテナ物質で CO<sub>2</sub> 還元活性の増強を確認した初めての例である。(原著論文 A-23)

### 2. メソポーラス有機シリカの骨格中の電荷輸送機能の発現

概要:  $\pi$  共役系有機基の導入により、PMO 骨格に有機半導体的な電荷輸送機能(p 型)を付与することができた。PMO のナノ細孔に n 型材料を充填することで、理想的な p-n 接合界面を持つ有機薄膜太陽電池の構築が可能になる。(原著論文 A-17)

### 3. キレート配位子を導入したメソポーラス有機シリカの合成と細孔表面での金属錯体形成

概要: ピリジン系キレート配位子を骨格に導入した PMO を合成し、細孔表面に高密度の Ru や Ir 錯体を規則配列させることに成功した。高表面積を有する固体状の金属錯体として、種々の不均一系触媒への応用が期待される。(原著論文 A-36)

## § 2. 研究構想

### (1) 当初の研究構想

本研究では、提案者自らが創出したメソポーラス有機シリカ材料の特異な光物性の発見に基づき、その材料及び機能の拡張・最適化を図り、効率的で安定な光エネルギー変換システムを構築するための基盤技術を確立することを目的とした。また、それを実現するための、有機シリカ複合系での自己組織化技術の深化・発展を図り、環境保全・エネルギー高度利用の実現のための新しいナノ材料システムを創製することをも目的とした。

具体的には、従来とは異なる新しい材料系を利用した高効率な光エネルギー変換システムの提案を最終目的として、(1)高性能有機シリカ材料の合成、(2)光・電子物性の解析、(3)光エネルギー変換系の構築、の3つの研究課題に取り組む。

(1)の高性能有機シリカ材料の合成については、(i)吸収光の可視光化、(ii)高効率エネルギー移動の発現、(iii)高効率電気伝導の発現、(iv)新規秩序構造の形成と新機能発現、を材料設計の指針として、(a)新規有機シラン原料の合成、(b)有機シランの自己組織化と重合制御、(c)メソ構造体の構築、(d)配向薄膜作製、の4項目の研究を実施する。

(2)の光・電子物性の解析については、有機シリカ骨格中の励起エネルギーの非局在化の程度、励起エネルギーの移動距離、電荷分離の寿命、そして細孔内色素へのエネルギー移動について、最新の時間分解分光法(フェムト秒～)を利用して詳細な検討を行う。更に、空間分解分光によりミクロンサイズの有機シリカ結晶を利用した励起エネルギー移動の直接測定も試みる。また、電子受容体あるいは供与体のドーピングによる、光伝導性の評価も行う。更に、軌道計算による電子物性の予測を併用することで、高い伝導性を示す有機基の種類と配列構造を設計する。

(3)の光エネルギー変換系の構築については、有機シリカ骨格の高効率な励起エネルギー移動と電気伝導性を利用した新規人工光合成系と太陽電池システムの構築を行う。人工光合成系については、高効率エネルギー移動特性を利用して、有機シリカ骨格が捕集した光エネルギーを化学反応に変換するシステムを細孔内に構築する。また、電気伝導特性を利用する場合は、有機シリカ骨格にアクセプター分子を固定し、骨格からアクセプターへの光誘起電荷分離を起こす光触媒系を構築する。太陽電池システムについては、ホール輸送能を持つ有機シリカの細孔内に電子移動能をもつ導電性高分子を導入することで、分子レベルで複合化されたナノ界面を有する有機薄膜太陽電池等の作製を試みる。

### (2) 新たに追加・修正など変更した研究構想

なし

### § 3 研究実施体制

#### (1) 稲垣グループ

##### ① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
稲垣 伸二	(株) 豊田中央研究所	シニアフェロー	H18.10～H24.3
谷 孝夫	同上	主任研究員	H19.4～H24.3
後藤 康友	同上	研究員	H19.4～H24.3
猪飼 正道	同上	研究員	H18.10～H24.3
大橋 雅卓	同上	研究員	H18.10～H24.3
溝下 倫大	同上	研究員	H18.10～H24.3
山中 健一	同上	副研究員	H18.10～H24.3
倉本 圭	同上	客員研究員	H18.10～H20.3
白井 聡一	同上	副研究員	H18.10～H24.3
竹田 浩之	同上	客員研究員	H19.4～H24.3
脇 稔	同上	客員研究員	H19.4～H24.3
谷藤 尚貴	同上	客員研究員	H19.4～H20.3
前川 佳史	同上	研究員補	H20.4～H24.3
大砂 哲	同上	主任研究員	H20.4～H24.3
小田 雅文	同上	客員研究員	H22.4～H24.3
岡田 正	(財)豊田理化学研究所	フェロー	H18.10～H20.3

##### ② 研究項目

- ・有機シリカハイブリッド材料の合成と機能設計

#### (2) 嶋田グループ

##### ① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
嶋田 豊司	奈良高専 物質化学工学科	教授	H18.10～H24.3
Yogesh R. Jorapur	同上	博士研究員	H19.3～H24.3
亀井 稔之	同上	助教	H21.4～H24.3

##### ② 研究項目

- ・新規有機シランの合成

#### (3) 宮坂グループ

##### ① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
宮坂 博	大阪大学基礎工学研究科 物質創成専攻	教授	H18.10～H24.3
伊都将司	同上	助教	H18.10～H19.9 H23.4～H24.3
石橋千英	同上	特任助教	H20.4～H23.3
片山哲郎	同上	D3	H20.4～H22.3

福谷祥平	同上	M2	H20.4～H21.3
森井勇次	同上	M2	H20.4～H22.3
前田健太郎	同上	M2	H20.4～H23.3
田中徹	同上	B4	H21.4～H22.3
石橋千英	愛媛大学理工学研究科 物質生命工学専攻	助教	H23.4～H24.3

#### ②研究項目

- ・メソポーラス有機シリカ材料の励起移動ダイナミクス計測
- ・メソポーラス有機シリカ材料のマイクロ構造評価
- ・メソポーラス有機シリカ材料中ゲスト分子の運動ダイナミクス計測

#### (4)石谷グループ

##### ①研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
石谷 治	東京工業大学大学院 理工学研究科 化学専攻	教授	H18.10～H24.3
山本洋平	同上	博士研究員	H18.10～H21.3
森本 樹	同上	助教	H19.4～H24.3
上村 直弥	同上	D3	H19.4～H21.3
松原 康郎	同上	D3	H19.4～H21.3
由井 樹人	同上	特任助教	H21.7～H23.3
由井 樹人	同上	特任准教授	H23.4～H24.3
関澤 佳太	同上	M2	H21.4～H22.3
中川 優樹	同上	M2	H21.4～H23.3
浅谷 剛	同上	M2	H22.4～H24.3
田中 真璃奈	同上	M1	H22.4～H24.3
上田 裕太郎	同上	M1	H22.9～H24.3
山崎 康臣	同上	M1	H23.4～H24.3
小池 和英	産業技術総合研究所	主任研究員	H18.10～H24.3

#### ②研究項目

- ・多核金属錯体がメソポーラス有機シリカ材料に取り込まれる条件の探索
- ・光物性・光反応性の解明
- ・光触媒能の検証

## § 5 研究実施内容及び成果

### 5.1 有機シカハイブリッド材料の合成と機能設計

(豊田中研、稲垣グループ)

#### (1) 研究実施内容及び成果

メソポーラス有機シカ (Periodic Mesoporous Organosilica: PMO) は、架橋有機基とシカからなる有機-無機ハイブリッド骨格と規則的なメソ細孔構造を有する新規な機能性材料である。骨格に導入する有機基の機能と細孔内に固定する物質の機能を組み合わせることにより、多彩な機能構築が可能である。本グループでは、PMO の特異な光・電子物性発現を狙い、骨格に導入する機能性有機基の設計、ナノ構造の制御、細孔内への機能性物質の固定等を検討した。また、その結果得られた機能を活用し、従来にない光触媒反応系、光電変換素子、吸着材料、発光材料等を創生した。更に、時間分解分光、理論計算等を駆使し、これら機能の発現メカニズムを解析した。

#### A. 光・電子物性の発現

PMO が“骨格で吸収した光エネルギーを細孔内アクセプタに高効率に集約”する光捕集アンテナ機能を示すことを見出した (図 1-1)。具体的には、紫外線照射 (266 nm)

により強い蛍光を示すビフェニル (Bp) 架橋 PMO のメソ細孔内に少量の蛍光色素 (クマリン) を導入すると、骨格 Bp 基からの蛍光が大きく減少し、色素が強い蛍光を示すことがわかった。蛍光量子収率、蛍光寿命等の解析から、

- (i) 色素は Bp 基蛍光の再吸収ではなく Bp 基励起状態からのフェルスター型エネルギー移動により励起され発光、
- (ii) そのエネルギー移動効率は非常に高くほぼ 100%、
- (iii) 色素 1 分子に対して約 125 個の Bp 基励起エネルギーが集約、

であることが明らかとなった。これは、“天然光合成系におけるアンテナ色素が捕集した光エネルギーを反応中心へ集約”と類似の現象であり、ドナー (骨格有機基)、アクセプタをそれぞれ骨格、細孔内に精密に配置できる PMO ならではの特長といえる。このユニークな機能の発見は、PMO 利用により光合成模倣の光触媒反応系を構築できる可能性を示すと共に、吸着材料、発光材料の研究に対しても重要な指針を与えた。

次に、有機シランモノマーの設計により、PMO 骨格へのホール輸送性付与に初めて成功した。PMO 骨格内でホールホッピングを誘起するためには広い  $\pi$  共役系を有する架橋有機基を用いる必要があるが、このような大型有機基を導入した有機シランモノマーは鋳型界面活性剤ミセルの親水的な

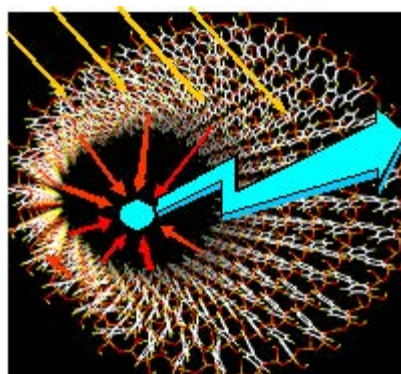


図 1-1 光捕集アンテナ機能の模式図

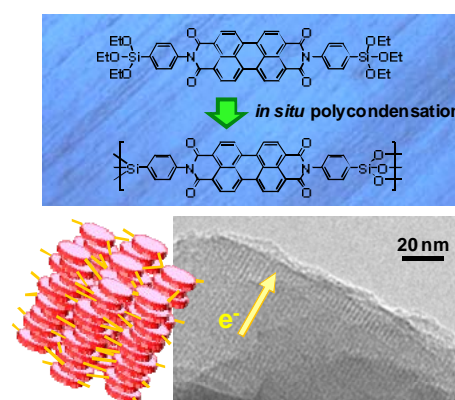


図 1-2 1 軸配向性 PBI 架橋有機シカの合成プロセスと配向状態の模式図

表面との相互作用が弱いため、規則メソ構造の形成は通常困難である。それに対して、相互作用を強めるために有機基の3箇所以上(通常2箇所)をシリル化するという分子設計を行い、トリスチリルベンゼン(TStB)、トリフェニルアミン(TPA)、テトラフェニルピレン(TPPy)を導入した有機シリカ薄膜において、有機基間のホールホッピングと規則メソ細孔構造の形成を両立した。ホール移動度は、TStB-PMO、TPA-PMO、TPPy-PMO 薄膜において、それぞれ  $10^{-5}$ 、 $10^{-6}$ 、 $10^{-4}$   $\text{cm}^2/\text{V}$  オーダーであった。これらは、PMO 骨格にホール輸送性を付与できた最初の例である。この成功は、PMO が pn 接合型光電変換素子の p 型層として活用できる可能性を示した。

更に、絶縁体(シリカ)相を含む有機シリカであっても、精密な構造制御により高電気伝導性を発現可能であることを実証した。強い分子間  $\pi$ - $\pi$  相互作用により液晶性(リオトロピックカラムナー相)を示すペリレンビスイミド(PBI)架橋有機シランモノマーを設計し、その溶液を基板にディップコートすることにより、モノマー分子が基板引き上げ方向に1軸配向した薄膜を得た。そして、その薄膜をその場重合・有機シリカ化することにより、長距離秩序性を保持したまま周期  $3.4 \text{ \AA}$  の  $\pi$  スタック構造を有する有機シリカ薄膜の作製に成功した(図1-2)。得られた薄膜は、ヒドラジン蒸気により電子ドープをした状態で最大  $4.4 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$  の導電率を示した。この値は、有機シリカ材料において報告されている導電率としては最高レベルの値であり、全有機型の PBI 誘導体の値と同等であった。また、このような  $\pi$  スタックした有機基を PMO の骨格に導入するために、PBI に4つのシリル基を導入した有機シランモノマーを設計し、その PMO 化を検討した。その結果、骨格内の PBI 架橋基が周期  $3.5 \text{ \AA}$  でカラム状に  $\pi$  スタックした、新しい分子秩序を有する PMO の構築に成功した。 $\pi$  スタック型の有機シリカハイブリッド骨格からなる PMO は、架橋有機基同士の強い電子的相互作用によって、細孔壁内部でのエネルギー拡散や高速電荷輸送性を生じる可能性があり、新しい光触媒や電子デバイスを構築するための機能性プラットフォームとして高いポテンシャルを有している。

一方、光触媒反応系、光電変換素子等の各種応用展開における太陽光有効利用を狙い、第2世代として  $400 \text{ nm}$  以上の近紫外～可視光を吸収可能な、第3世代として  $500 \text{ nm}$  以上の可視光を吸収可能な、多彩な有機シランモノマーを設計した。そして、その PMO 化を実現した。これら新規 PMO は各応用展開での高機能化に適宜活用した(詳細は、応用展開の項を参照)。また、本検討を進める中で、有機シランモノマーの合成・利用技術においても大きな進展があった。例えば、カップリング反応とヒドロシリル化を組み合わせたモノマー合成ルートを開拓し、各種モノマー合成に適用した。また、安定性に優れアルコキシシランに替わる有機シランモノマーとして注目されるアリルシラン化合物の加水分解挙動を明らかにし、溶媒塩基性の低い溶媒を使用することにより酸性での加水分解・縮合反応が

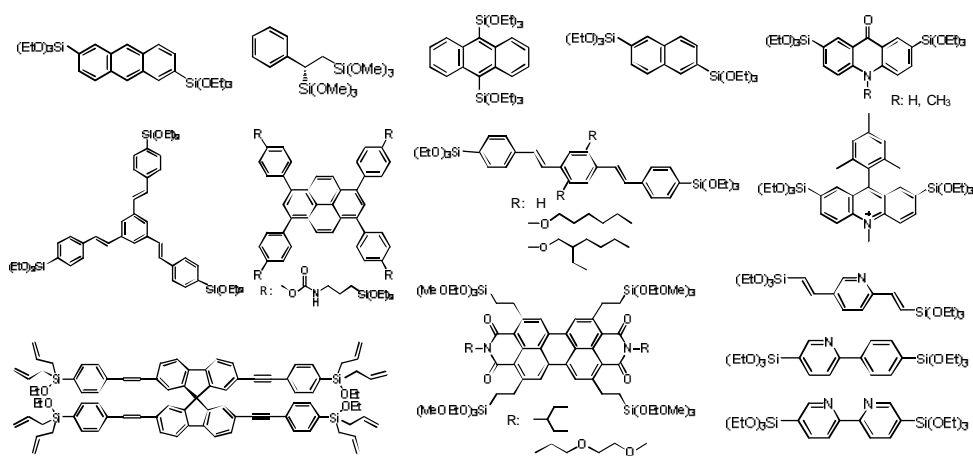


図 1-3 CREST 期間中に PMO 化に成功した有機シランモノマー



促進できることを示した。更に、エトキシシリル基よりも高い安定性を有するイソプロポキシシリル基を利用することにより、従来困難であった複雑な有機シランモノマーを易加水分解性のアルコキシシリル体として得ることに成功した。

本 CREST 期間中に新たに得られた PMO の有機シランモノマーを図 1-3 にまとめて示す。

## B. 応用展開

光触媒反応系に関しては、Bp-PMO の細孔内に  $\text{CO}_2$  還元触媒であるレニウム (Re) 錯体 ( $\text{Re}(\text{bpy})(\text{CO})_3\text{PPh}_3$ ) を固定し、骨格が吸収した光エネルギーを細孔内触媒に集約できる光捕集型光触媒を構築した (図 1-4)。そして、犠牲試薬存在下、骨格 Bp 基を光励起 (280 nm) することにより、Re 錯体上での  $\text{CO}_2$  光還元による CO 生成反応が進行することを確認した。初期 5h の反応量子収率は 1.2%、24h 後の CO 生成のターンオーバーは 2.2 であった。同位体 ( $^{13}\text{CO}_2$ ) を用いたトレーサ実験により、生成した CO が錯体分解由来ではなく気相  $\text{CO}_2$  由来であることを明らかにした。ここで注目すべきは、骨格 Bp 基励起 (280 nm) 時の反応活性が Re 錯体直接励起 (365 nm) 時の 4.4 倍となった点であり、PMO の光捕集機能による光触媒反応の増感効果を実証した。これは、有機固体系で光捕集機能による光触媒反応増強を示した最初の例である。また、Re 錯体均一溶液系では光励起 (280 nm) により Re 錯体が分解 ( $\text{CO}$  配位子脱離) するのに対して、Re 錯体担持 Bp-PMO ではそれが 1/12 程度に抑制され、Bp-PMO 骨格が光捕集機能に加え細孔内 Re 錯体の安定化効果を有することを見出した。

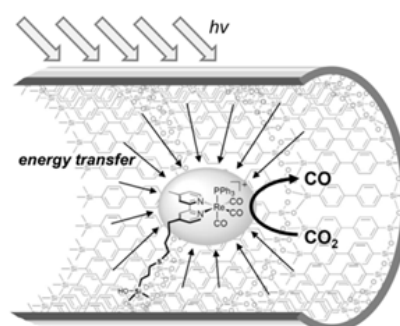


図 1-4 光捕集型光触媒の模式図

一方、Bp-PMO 細孔内に電子受容体であるビオロゲン (Vio)、 $\text{H}_2$  生成触媒である白金 (Pt) 微粒子を導入し、骨格から細孔内触媒への光誘起電子移動を利用したドナー/アクセプタ型光触媒の構築にも成功した (図 1-5)。Vio 基は骨格 Bp 基と電子移動 (CT) 錯体を形成し、この CT 錯体を犠牲試薬存在下で光励起 (400 nm) すると、骨格 Bp 基から Vio を経由した Pt への電子注入により  $\text{H}_2$  生成反応が進行した。反応量子収率は 0.022% と非常に低いものの、有機固体系で光誘起電子移動に伴う水の還元 ( $\text{H}_2$  生成) を確認した最初の報告である。次に、触媒活性向上を狙い、メチルアクリドン (MAcd) 架橋 PMO 粉末を合成し、その細孔内に Pt 微粒子を固定した触媒反応系を構築した。MAcd 基は、前記 CT 錯体と比較して 400 nm の光を効率的に吸収でき、また電子供与性に優れるため光照射により Pt に直接電子注入できることがわかった。これらの効果により、犠牲試薬存在下、光励起 (400 nm) に伴う  $\text{H}_2$  生成反応の量子収率は、200 倍近い 4% に向上できた。更に、太陽光有効利用を狙い、幅広い可視光を吸収可能なルテニウム (Ru) 錯体を骨格に導入した PMO の合成にも成功した。この Ru 錯体 PMO は 700 nm までの可視光を吸収可能であり、Pt コロイド、電子メディエータ (メチルビオロゲン)、犠牲試薬存在下、可視光 (> 385 nm) 照射により  $\text{H}_2$  生成反応が進行することも確認できている。

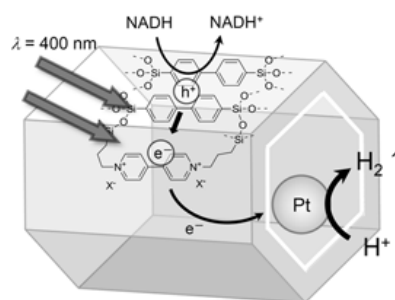


図 1-5 光捕集型光触媒の模式図

その一方、PMO 細孔内に O<sub>2</sub> 生成系を導入した水の酸化反応場の構築も達成した。反応系は、可視光吸収能(吸収端 ~450 nm)を有するアクリドン(Acd)架橋 PMO を合成し、次にその細孔内に Ru 錯体を固定し、更に光酸化反応によって Ru 錯体近傍に酸化イリジウム(IrO<sub>2</sub>) 微粒子を析出させることにより構築した。犠牲試薬存在下、光照射(400 nm)を行うと、Acd 基の励起エネルギーが細孔内 Ru 錯体に集約され、励起された Ru 錯体が IrO<sub>2</sub> から電子を引き抜くことにより、IrO<sub>2</sub> 上での水の酸化(O<sub>2</sub> 生成)が進行することを確認した。反応量子収率は、エネルギー移動効率向上、細孔径拡張等の工夫を施すことにより、最大 4.8%となった。現時点では酸化・還元反応系とも犠牲試薬が必要であるが、今後、両反応系を連結し、Z-Scheme 型の犠牲試薬フリー光触媒反応系の構築に展開予定である。

光電変換素子に関しては、可視光吸収可能でホール輸送性を有する TPPy 架橋有機シリカにおいて、高分子系界面活性剤の活用により、直径約 20 nm の球状細孔が垂直方向にも連続した多孔構造の構築に成功した(図 1-6 上)。そして、その細孔に n 型材料である PCBM を導入した pn 接合型光電変換素子を作製し、有機シリカが p 型層として機能すること、また構造形成により性能向上すること、を初めて実証した(図 1-6 下)。また、幅広い可視光利用と性能向上を狙い、吸収端 700 nm で高いホール輸送性を有するジチエニルベンゾチアジアゾール(DTBT)基で架橋した有機シランモノマーを設計・合成した。そして、その有機シリカ化を行い、得られた DTBT 架橋有機シリカを p 型層とする素子が高分子を p 型層とする従来素子に近い性能を発現することを確認した。一方、更なる高性能化を狙い、DTBT 基よりも長波長可視光領域の光を吸収可能なジケトピロピロール(DPP)基で架橋した有機シランモノマーの設計・合成・有機シリカ化も実現した。今後、これらの高性能有機シリカのナノ構造制御を行うことにより従来素子を上回る性能発現を狙う。

吸着材料に関しては、Bp-PMO の細孔表面に金属イオン吸着部位となるビピリジン(BPy)基を固定した金属イオンセンサーを構築した。そして、金属イオン吸着により BPy 基の発光スペクトルが変化すること、またその発光強度がその光捕集機能によって増強され、センサーとして高感度化することを実証した。一方、吸着部位自体を骨格内に導入した PMO 合成も達成した。BPy 基あるいはフェニルピリジン(PPy)基を直接シリル化した有機シランモノマーの設計・合成に初めて成功し、その PMO を実現した。得られた BPy-PMO は、高比表面積な細孔表面に吸着部位を高密度に充填した構造を有し、金属スカベンジャ(有機反応系からの触媒金属イオン除去剤)として市販

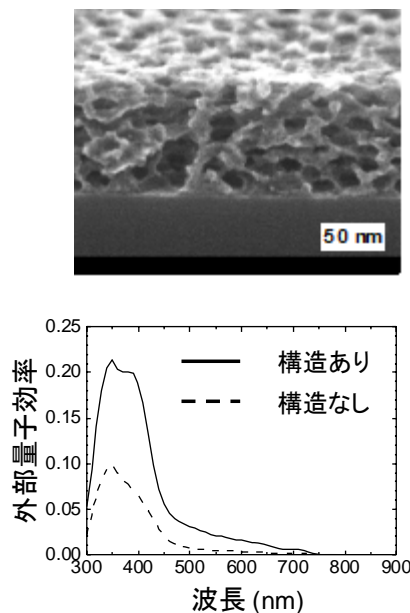


図 1-6 メソ多孔化した TPPy 架橋有機シリカ薄膜の構造(断面 SEM)とそれを p 型層とした光電変換素子の性能

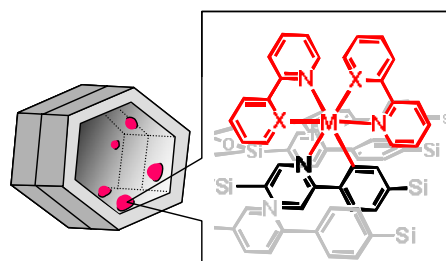


図 1-7 細孔表面に錯体を高密度に形成した PMO の模式図

品を上回る性能を示すことを確認した。また、BPy-PMO、PPy-PMO の吸着部位を配位子として細孔表面に錯体を高密度に形成することにも成功した(図 1-7)。

発光材料に関しては、高量子収率の青色蛍光を示すオリゴフェニレンビニレン(OPV)基あるいはTPPy基を骨格に導入した PMO 薄膜の合成に成功した。これらの有機基が PMO 化しても 0.6-0.7 の高い蛍光量子収率を維持することを確認した。そして、その細孔内に別の蛍光色素を導入すると、色素導入量によって骨格から細孔内色素へのエネルギー移動割合が変化し、高量子収率を維持したまま発光色を容易に制御できることを実証した(図 1-8)。

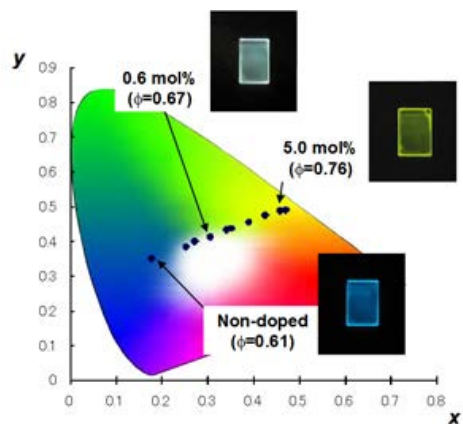


図 1-8 有機シリカ薄膜における色素導入量による発光色制御

### C. メカニズム解析

時間分解光物性解析では、過渡吸収・蛍光寿命評価系を立ち上げ、PMO の光励起後の初期過程詳細を解析した。特に、粉末サンプルの解析のため、世界最高水準の過渡拡散反射スペクトル評価系を構築した。そして、種々の PMO において、シリカ骨格中に固定された有機基の、有機分子結晶とは異なる光励起初期過程を初めて解明した。例えば、結晶状のベンゼン(Ph)架橋 PMO では Ph 基の励起状態が骨格内を拡散すること、Bp-PMO では安定な励起二量体(エキシマー)を迅速に形成すること、等を明らかにした。また、光捕集機能、骨格から細孔内アクセプタへの電子移動、分子内電荷分離等、PMO のユニークな光・電子機能の発現挙動を明らかにした。

理論計算では、まずモノマー設計・利用時に重要となる、有機分子のシリル基導入による光物性変化やその Si-C 結合の酸・塩基耐性を理論的に予測した。次に、骨格有機基間の相互作用解明を目指し、種々の芳香族二量体の基底・励起状態を計算した。高精度、低負荷を両立する方法論を見出し、これら二量体の基底・励起状態を初めて系統的かつ高精度に解析した。更にモデルを発展させ、シリカ骨格による分子運動制限の影響を考慮した際の基底・励起状態の記述にも成功した。一方、有機シリカのホール移動度を理論計算し、シリカ骨格に固定された有機基が有機分子結晶よりも高ホール移動度を示す可能性を初めて示した。

#### (2)研究成果の今後期待される効果

光触媒反応系としての PMO は、有機分子溶液(均一)系の利点である“各種機能性部位を分子レベルで合理的に設計”を行うことができる上、それら機能部位を安定で実用的な固体粉末として高比表面積を維持しつつ集積化できるという特長を有する。現在、光触媒としては無機半導体系と有機分子溶液系の研究が活発に行われているが、今回の成果をベースに“有機固体系”という新たな光触媒材料系の研究が活発化することが期待される。

光電変換素子 p 型層としての PMO は、相分離により構造形成を行う従来の p 型有機材料と比較して、精密かつ共有結合で固定化された安定なナノ構造を形成できるという特長を有する。現時点では性能面での課題があるが、今後性能向上が実現できれば、高性能、高安定性を両立する p 型層として活用が期待される。

吸着材料としての PMO は、吸着部位を種々設計できることから、高比表面積な固体という特長を活かし、スカベンジャに加え、希少金属イオン回収、有害金属イオン除去等、多様な応用展開が期待される。また、細孔表面に錯体を高密度に形成した PMO は、固体錯体

触媒としての応用展開を検討予定である。

発光材料としての PMO 薄膜は、透明(光散乱ロスなし)、高吸収率という従来材料(蛍光体粉末分散樹脂:不透明、色素分子添加樹脂:低吸収率)にはない特長を有し、またコーティングにより各種基板上に容易に形成できることから、照明用蛍光体、蛍光センサ等への応用展開が期待される。

## 5.2 新規有機シランの合成 (奈良高専、嶋田グループ)

### (1)研究実施内容及び成果

本研究課題“有機シリカハイブリッド材料のナノ構造制御と機能創出”は、メソポーラス有機シリカ(PMO)の機能付与によって実現できる。PMO は、ゾル・ゲル前駆体由来の有機基同士のシロキサン結合ネットワークから構成されるため、その機能創出はゾル・ゲル前駆体の分子設計とゲル中での配列およびそれらの架橋密度に大きく依存する。我々は、それらの機能創出のための分子設計および合成法の確立に取り組んだ。

一般に、ゾル・ゲル前駆体とは、アルコキシシリル基を分子中にもつ化合物群で、酸性または塩基性条件下で縮重合反応によってゲルを与える。しかし、アルコキシシラン誘導体は、一般的加水分解条件下で容易に加水分解されるためシリカゲルカラムクロマトグラフィーによる精製が困難である。その上、合成過程でアルコキシシリル基をいったん導入すると、その官能基耐性および反応後処理の問題から最終目的生成物まで辿り着かないという大きなデメリットを抱えている。我々は、アリルシランがアルコキシシランの合成等価体として機能することを見出し、種々のゾル・ゲル前駆体合成を達成した。アリルシランの最大の特徴は、精製可能で官能基耐性があることと、ゾル・ゲル反応に用いると気体のプロペンを放出しシロキサン結合を形成する不可逆反応で進行することである。1992年 Sheaらは1,4-ビス(トリエトキシシリル)ベンゼンをはじめとする蒸留可能な低分子量ゾル・ゲル前駆体合成を報告し、有機・無機ハイブリッドの展開がスタートした。以後、多岐にわたるゾル・ゲル前駆体合成に注目が集まったが、アルコキシシランのもつ化学・物理特性の壁にぶつかっていた。当初我々も、新たなアルコキシシリル基導入の手法を見出したことから、それらからのPMO合成を達成し報告した。しかし、その後、アリルシランの合成上の有用性から、合成過程でアリルシリル基を導入するための分子ビルディングブロック(Molecular building blocks for allylsilane sol-gel precursors (MBAS))の開発および応用に集中した。MBASは、クロスカップリング反応などの有用な誘導化反応に利用可能なハロゲン(-X)をはじめとする、-OH、-OTf、-NH<sub>2</sub>、-SnR<sub>3</sub>、-B(OR)<sub>2</sub>、-MgX、-CH=CH<sub>2</sub>、-C≡CH、-CHO等の官能基とアリルシリル基を併せ持つ新規な化合物群(図 2-1)で、アリルシランゾル・ゲル前駆体ライブラリーの構築を容易にした。特に、エチニル基を有するアリルシリルフェニルアセチレン MBAS を用いた拡張 π 電子系分子構築は有用で、スピロビフルオレンの四置換体をゾル・ゲル前駆体として用いて構築した PMO は規則的周期構造を有し、蛍光発光量子収率 0.59 を示した。また、アルデヒド基を有するアリルシリルベンズアルデヒド MBAS は、直接的にポルフィリンゾル・ゲル前駆体への誘導化が可能で、可視光捕集 PMO 構築も達成した。このように MBAS は種々のゾル・ゲル前駆体合成に極めて有用である。特に-MgX 基とアリルシリル基が同じ分子内に存在できる Grignard MBAS 合成の達成はその拡大に大きく繋がった。

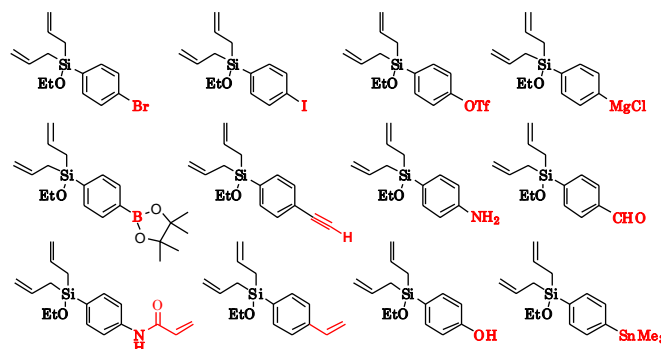


図 2-1 種々のアリルシランゾル・ゲル前駆体 (MBAS)

一方、アリルシランの縮重合条件についての検討も行い、塩酸酸性条件下、アセトニトリルを溶媒に用いることにより縮重合速度が加速されることを<sup>1</sup>H NMR による追跡で明らかにした。これらアリルシランの有用性および我々のオリジナリティの高さは、2007年にメタリルシランがアルコキシシランの合成等価体として機能することを報告した Chul-Ho. Jun らの最近の総説 (*Chem. Commun.*, **2011**, 47, 4860) 中でも高く評価され、我々の成果がパイオニアワークであることを立証した。図 2-2 に、本課題で合成が達成されたアリルシランの中で、特に重要である化合物の構造を示す。

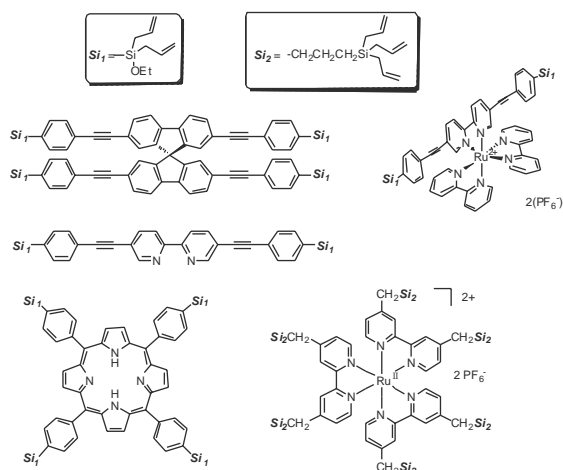


図 2-2 MBAS から誘導化したアリルシランゾル・ゲル前駆体

## (2)研究成果の今後期待される効果

アルコキシシランのアルコキシシリル基を保持したまま望みの誘導化は、例えば最も古典的であるが有用な反応の一つである  $S_N2$  反応でも不可能である。これは、ケイ素原子に結合するアルコキシ基の脱離能の高さから、Grignard 試薬などの強い求核剤ばかりでなく、アミン、アルコールなどの比較的弱い求核剤の存在下でも、ケイ素原子上での置換反応が優先的に起こってしまうためであり、アルコキシシランでは豊富なライブラリー構築はかなり制限されてしまう。それに対して、アリルシリル基は、Grignard 試薬をはじめ、最も強い求核剤である有機リチウム試薬に対しても分解なしに保持される。すなわち、本課題分野での今後の展開を見込む時、望みの構造のゾル・ゲル前駆体合成が要求される一方、アルコキシシランではそれは達成出来ず、アリルシランを用いた、特に前項の成果のところにも示した、アリルシリル基を有するアリルシランビルディングブロック (MBAS) を用いる合成法の開発が最も強力な合成ツールとなり得る。有機化学と無機化学の境界領域まさにその界面に存在し、その架け橋になるアリルシラン誘導体こそが、ナノ界面技術の基盤構築に貢献でき、今後の科学技術の発展をもたらすと期待できる。

## 5.3 ハイブリッド材料の光物性解析

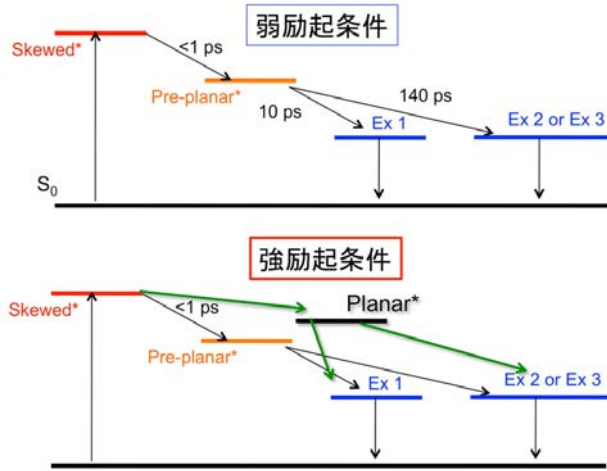
(阪大、宮坂グループ)

### (1)研究実施内容及び成果

構造制御されたメソポーラス材料等の光物性、特にメソポーラス有機シカ (PMO) のシカ骨格中励起エネルギー移動挙動 (電子の非局在化) を測定するため、パルス幅 20 フェムト秒、100 フェムト秒および 15 ピコ秒のレーザーを用いた時間分解分光測定、時間相関単一光子計数法による蛍光寿命測定等を行った。また、単分子蛍光イメージング法や共焦点レーザー顕微鏡などを用い、PMO のメソ孔中でのゲスト分子の拡散速度とホスト・ゲスト相



相互作用との相関に関する知見を取得し、同時にメソ構造の評価なども行った。



Scheme 3-1 メソポーラス有機シリカ骨格を構成するビフェニル基の励起ダイナミクス

PMO 骨格中のエネルギー移動過程を解析、理解するため、比較的シンプルな有機基であるビフェニル(Bp) 基を骨格に有する Bp-PMO 固体フィルムをモデル系とし、過渡吸収スペクトル測定(図 3-1)、発光寿命測定からその光励起ダイナミクスを詳細に追跡した(スキーム1)。その結果、励起直後に迅速なエキシマーの生成が観測された。これは、Bp-PMO 骨格中では複数の Bp 基が常に近接した状態に存在するため、エキシマーの生成効率が溶液などに比べて極めて高くなるためであると解釈された。またフェムト秒過渡吸収測定装置を改良することで検出感度(S/N 比)及び時間分解能を向上させ、従来観測できなかった超高速の時間領域での過渡吸収スペクトル測定を可能とした。その装置による測定から、これまで観測できていなかった励起光強度依存性を確認した(図 3-2)。

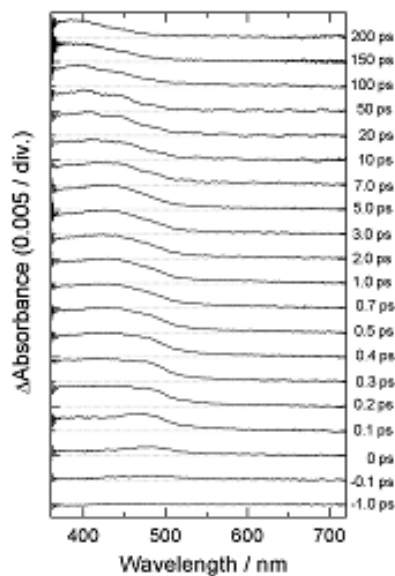


図 3-1 弱励起条件下におけるフェムト秒 270 nm パルス励起による Bp-PMO アモルファス固体フィルムの過渡吸収スペクトルの時間変化

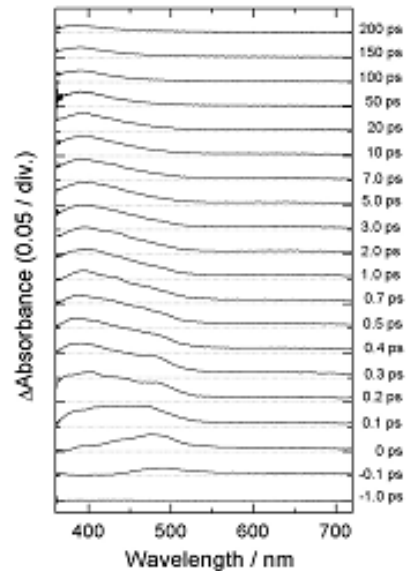


図 3-2 強励起条件下におけるフェムト秒 270 nm パルス励起による Bp-PMO アモルファス固体フィルムの過渡吸収スペクトルの時間変化

溶液中のビフェニル分子の場合、励起直後のフランク-コンドン状態では2つのフェニル基の  $\pi$  平面が互いに直交した構造をとり、励起平衡状態ではそれらが同一平面上に並んだ構造をとることが知られている。一方、Bp 基が密に詰まった Bp-PMO 骨格中では隣接する Bp 基の立体障害により励起状態において完全に平面化しないことが予想された。実際、励起光強度が弱い場合、2つのフェニル基のねじれ構造が完全に平面化することはなく、またエキシマー形成速度も励起光強度が高い場合に比べ遅かった。しかし一方、励起光強度の高い場合は2つのフェニル基が平面構造を取り得ることが明らかとなり、また励起光強度が弱い場合に比べエキシマー形成が速かった。これらの結果は、ねじれ型 Bp 基の周りの Bp 基が励起されることにより、協同的に平面型 Bp 基に変化し、迅速にエキシマーを形成すると解釈された。これら一連の研究より、数ピコ秒で起こる Bp 基励起状態のメインの緩和過程は、エキシマー形成であることが明らかとなった。

PMO 細孔中のゲスト分子の運動性を支配する因子の解明を目指し、種々の官能基を付加させたペリレンジイミド (PDI) 及びテリレンジイミド (TDI) 誘導体の細孔中での運動を単分子レベルで追跡した。極性の高いシリカ骨格と強く相互作用する官能基を有する BisPEG-PDI と、疎水基を有する PDI、BP-PDI ではその拡散速度に明瞭な差異が現れた (図 3-3)。親水性の PEG 基を有し、シリカ骨格との親水性相互作用が強い BisPEG-PDI はメソ孔内でほとんど並進運動を示さず、数十 nm より小さな領域にほぼ固定化された状態を維持した。一方、疎水的で界面活性剤のアルキル鎖部分に主に存在すると予想される PDI と BP-PDI はメソ孔内を自由に並進運動し、その並進拡散の軌跡はメソ孔の形状を反映した1次元なものとなった。

また、メソ孔内に存在する界面活性剤とゲストとの相互作用の強弱にもゲストの拡散速度は強く影響されることが明らかとなった。図 3-4 の如く、界面活性剤のアルキル基との疎水性相互作用が強いと考えられる t-TDI は、アルキル基を持たない TDI に比べメソ孔内での拡散運動が抑制されることが単分子レベルで確認された。これら一連の研究により、メソポーラス有機シリカのメソ孔内に効率よくゲストを導入する際、或いはゲストのメソ孔内での並進拡散をコントロールする際には、メソ孔壁面-ゲスト分子間の親疎水相互作用のみならず、ゲスト分子-界面活性剤間の相互作用の制御も重要なファクターであることが明らかとなった。

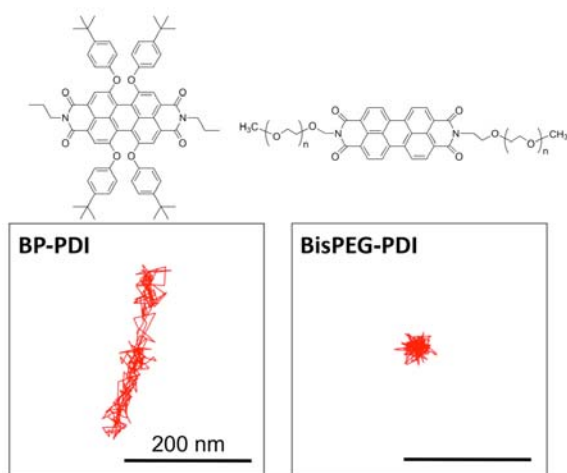


図 3-3 BP-PDI、BisPEG-PDI の分子構造とメソ孔内での並進拡散の軌跡の一例

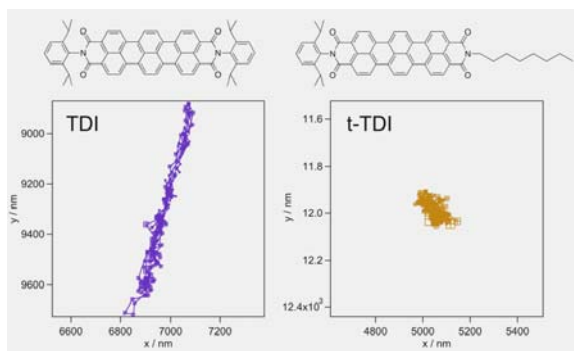


図 3-4 TDI、t-TDI の分子構造とメソ孔内での並進拡散の軌跡の例

またゲストの並進運動の詳細な解析(図 3-5)から、メソ孔内の拡散は均一な1次元拡散ではなく、異常拡散を示すことが明らかとなった。今回観測された単一ゲスト分子のメソ孔内での異常拡散は、2成分の拡散係数を持つ不均一な拡散であると考え、実験結果が良く再現された。これらの「早い」拡散係数と「遅い」拡散係数を分けて求める事に成功し、多数個のゲスト分子の挙動を同様に解析することで、拡散係数の早い成分の分布と、遅い成分の分布をそれぞれ取得することに成功した。この結果は、1本のメソ孔内にゲストが動きやすい領域と、ゲストの並進拡散を阻害する部分が存在することを示唆しており、TEM や XRD 等従来の手法では取得が困難な種々の情報を得ることができた。

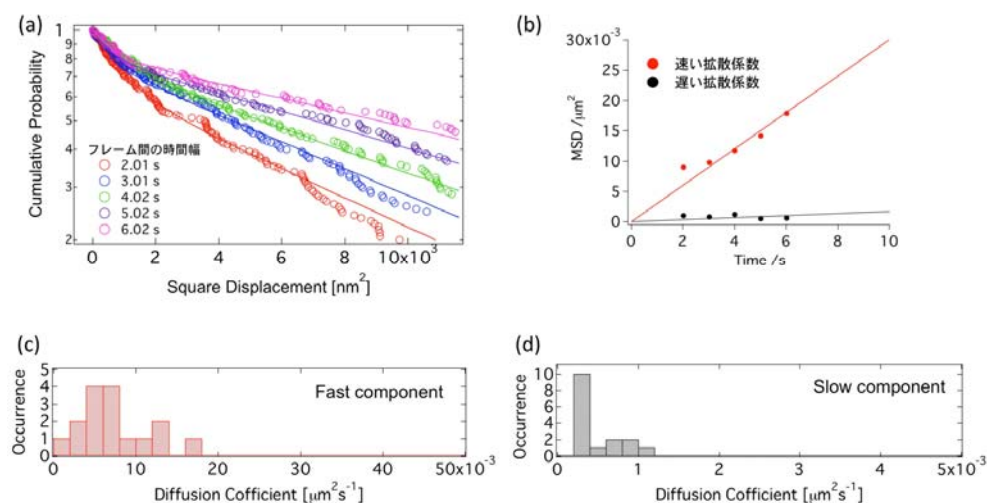


図 3-5 1次元拡散を示した単一 TDI 分子の2乗変位と累積確率分布との関係(a)と2成分の拡散係数を仮定した解析より得られた時間と平均自乗変位との関係(b)。多数個の単一 TDI 分子の解析から得られた早い拡散係数の分布(c)と遅い拡散係数の分布(d)

## (2)研究成果の今後期待される効果

上述のように、本研究によりメソポーラス有機シリカ骨格内に密に存在する芳香族基間の高速な光エネルギー緩和ダイナミクス追跡が可能であることが示された。これらの測定手法、解析手法を種々のハイブリッドメソポーラス有機シリカ材料に適用することで、高効率光エネルギー捕集・変換材料の実現に向けた合理的な材料設計方針を提案できると期待される。またメソ孔内でのゲスト分子の拡散挙動の高時空間分解計測から、従来メソポーラ



スリカ系材料の評価に用いられる透過型電子顕微鏡(TEM)やX線回折(XRD)等の手法では取得することが困難な、ホスト-ゲスト相互作用とゲストの拡散挙動との相関がナノレベルの空間分解能で評価可能となった。今後のさらなる展開として、共焦点顕微鏡の単一光子検出系と組み合わせることで、場所に依存したエネルギー移動効率、光エネルギー変換効率等の評価が単分子レベルで達成できると予想される。これらの精緻な評価手法により、メソポーラス有機シリカ系材料を光エネルギー変換、新たなナノ反応場(触媒)、ドラッグデリバリーなどへ展開する際、高性能材料実現のために種々の重要な情報、設計指針の提案が期待できる。

#### 5.4 有機シリカハイブリットおよびその金属錯体複合体の光触媒特性

(東工大、石谷グループ)

##### (1) 研究実施内容及び成果

光エネルギーを化学エネルギーへと変換する人工光合成系の構築は、次世代のクリーンエネルギーを提供するシステムとして有望視されており、現在世界各国で競争が活発化している。特に、太陽光エネルギーを用いて  $\text{CO}_2$  を光還元する反応系は、エネルギー問題の解決のみならず、 $\text{CO}_2$  の固定化や新規炭素資源の発掘へ繋がる可能性があり非常に有用な反応系と考えられる。

レニウムジイミン錯体( $\text{Re(I)}$ 錯体)は、均一溶液中で  $\text{CO}_2$  を光還元する光触媒として機能する。一方、ルテニウムジイミン錯体( $\text{Ru(II)}$ 錯体)は可視部に強い吸収を有し、励起状態が長い寿命を持つためレドックス増感剤として多くの研究がなされている。本研究では、高い光触媒能もしくは高い光捕集能を有する様々な超分子金属錯体群の合成を行い、さらに、それら金属錯体と PMO を複合化することで、光合成に匹敵する機能を有する人工的な光捕集系を構築することに成功した。また、この複合系の光捕集特性を活用した  $\text{CO}_2$  の光還元触媒の開発を行った。具体的には以下の成果を得た。

##### 捕集機能を有する $\text{Ru(II)}$ 錯体-直鎖状 $\text{Re(I)}$ 多核錯体連結系の開発

すでに我々は、 $\text{Re(I)}$ 錯体の光機能性の向上を目指し、複数の  $\text{Re(I)}$ 錯体を二座リン配位子で連結した直鎖状  $\text{Re(I)}$ 多核錯体の合成と光化学特性について報告を行ってきた(*J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 14659)。例えば、二座リン配位子として *bis*(diphenylphosphino)acetylene で連結した新規直鎖状  $\text{Re(I)}$ 5核錯体( $\text{Re}_5^{5+}$ )は、約 450 nm の可視領域まで比較的幅広かつ強い吸収を示す(図 4-1、赤線)。この  $\text{Re}_5^{5+}$ の末端部を励起すると、 $\text{Re}_5^{5+}$ 分子の中心部へと素早い分子内励起エネルギー移動が進行し、その中心部から強く発光する。

この直鎖状  $\text{Re(I)}$ 多核錯体と  $\text{Ru(II)}$ 錯体を連結した新規複核錯体(図 4-2 :  $\text{Ru-Re}_3\text{A}^{5+}$ ,  $\text{Ru-Re}_3\text{B}^{5+}$ ,  $\text{Ru-Re}_5^{7+}$ )の合成を行い、その光物理化学特性について詳細に比較検討を行った。例えば  $\text{Ru-Re}_5^{7+}$ 錯体は、250-530 nm の紫外から可視部に幅広かつ強い吸収帯(例えば  $\epsilon = 1500 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  @ 460 nm)を有しているため、 $\text{Re}_5^{5+}$ と比べより効率良く可視光を利

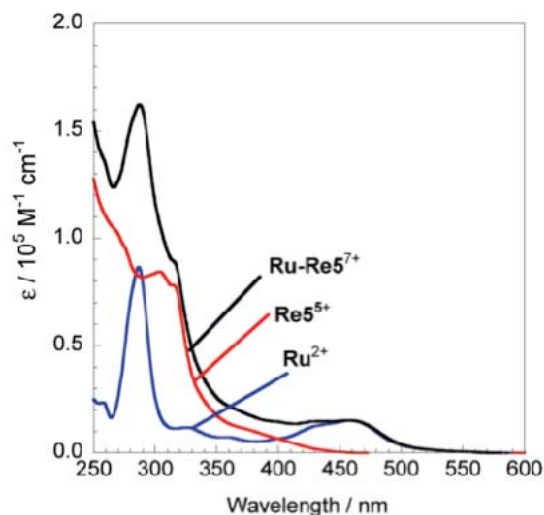


図 4-1 合成した超分子金属錯体  $\text{Ru-Re}_5^{7+}$ (黒線)およびそのモデル化合物の可視紫外吸収スペクトル:  $\text{Re}_5^{5+}$ (赤線) $\text{Ru}^{2+}$ (青線)

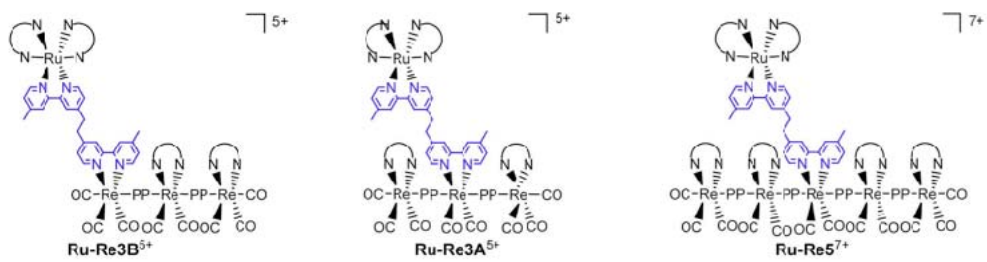


図 4-2 合成した Ru-Re 複核金属錯体の化学構造

用することができる(図 4-1、黒線)。

**Ru-Re5<sup>7+</sup>**の Re(I)末端もしくはRe(I)中心部位を励起すると、Re(II)部位へ効率良く分子内エネルギー移動が進行し、Ru(II)部位から発光が観測された。このとき励起された Re(I)部位から Ru(II)部位への分子内エネルギー移動の効率は約80%であった。さらに、レーザー閃光分光法を用いて、この分子内エネルギー移動速度を見積もることに成功した(図 4-3)。以上の結果より、Ru(II)-直鎖状 Re(I)多核錯体複合系は、分子内光エネルギーを經由する新規光捕集分子として機能することが明らかになった。

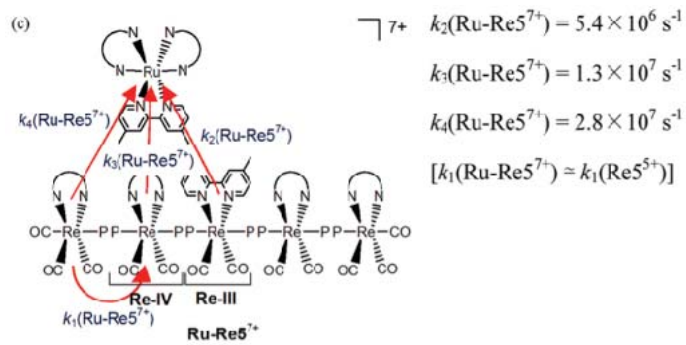


図 4-3 Ru-Re5<sup>7+</sup> における分子内エネルギー移動

## (2)研究成果の今後期待される効果

金属錯体光触媒は、CO<sub>2</sub>還元光触媒として高い機能を有するものが知られているが、太陽光のように単位時間・単位面積あたりの密度の低い光を有効に利用することができなかった。本研究において、この問題に対する一つの解決策を見出すことができた。太陽光によるCO<sub>2</sub>の還元系が構築出来れば、エネルギーと炭素資源の枯渇、さらにはCO<sub>2</sub>の大量放出に伴う地球温暖化の問題を同時に解決しうる可能性がある。本研究をさらに進展させ、特に水の酸化光触媒と融合させることができれば、より実用化に近いCO<sub>2</sub>資源化技術を得ることが期待できる。

## § 6 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 0件、国際(欧文)誌 85件)

### A. 稲垣グループ

- A-1: S. Fujita, H. Nakano, M. Ishii, H. Nakamura and S. Inagaki, "Preparation of hierarchical porous silica and its optical property", *Microporous Mesoporous Mater.*, 96 (2006) 205-209. (DOI: 10.1016/j.micromeso.2006.06.034)
- A-2: M. P. Kapoor, Y. Kasama, T. Yokoyama, M. Yanagi, S. Inagaki, H. Nanbu and L. R. Juneja, "Functionalized Mesoporous Dendritic Silica hybrids as Base Catalyst with Volatile Organic Compound Elimination Ability", *J. Mater. Chem.* 48 (2006) 4714-4722. (DOI: 10.1039/b610684f)
- A-3: M. P. Kapoor, Y. Kasama, M. Yanagi, T. Yokoyama, S. Inagaki, T. Shimada, H. Nanbu and L. R. Juneja, "Cubic phenylene bridged mesoporous hybrids from allylorganosilane precursors and their applications in Friedel-Crafts acylation reaction", *Microporous Mesoporous Mater.*, 101 (2007) 231-239. (DOI: 10.1016/j.micromeso.2006.10.004)
- A-4: T. Inoue, I. Gunjishima, Y. Kumai, S. Inagaki and A. Okamoto, "Structural characteristic of outermost surface of cubic mesoporous silica film", *Chem. Lett.*, 36 (2007) 862-863. (DOI: 10.1246/cl.2007.862)
- A-5: B. Camarota, B. Onida, Y. Goto, S. Inagaki and E. Garrone, "Hydroxyl species in large-pore phenylene-bridged periodic mesoporous organosilica", *Langmuir*, 23 (2007) 13164-13168. (DOI: 10.1021/la702252j)
- A-6: S. Inagaki, S. Y. Guan, Q. Yang, M. P. Kapoor and T. Shimada, "Direct synthesis of porous organosilicas containing chiral organic groups within their framework and a new analytical method for enantiomeric purity of organosilicas", *Chem. Commun.*, (2008) 202-204. (DOI: 10.1039/b714163g)
- A-7: M. Ohashi, M. P. Kapoor and S. Inagaki, "Chemical modification of crystal-like mesoporous phenylene-silica with amino group", *Chem. Commun.*, (2008) 841-843. (DOI: 10.1039/b716141g)
- A-8: S. Fujita and S. Inagaki, "Self-organization of organosilica solids with molecular-scale and mesoscale periodicities", *Chem. Mater.*, 20 (2008) 891-908. (DOI: 10.1021/cm702271v)
- A-9: Y. Goto, N. Mizoshita, O. Ohtani, T. Okada, T. Shimada, T. Tani and S. Inagaki, "Synthesis of Mesoporous Aromatic Silica Thin Films and Their Optical Properties", *Chem. Mater.*, 20 (2008) 4495-4498. (DOI: 10.1021/cm800492s)
- A-10: N. Mizoshita, Y. Goto, T. Tani and S. Inagaki, "Highly Fluorescent Mesostructured Films Consisting of Oligo(phenylenevinylene)-Silica Hybrid Frameworks", *Adv. Funct. Mater.*, 18 (2008) 3699-3705. (DOI: 10.1002/adfm.200800694)
- A-11: Y. Goto, K. Nakajima, N. Mizoshita, M. Suda, N. Tanaka, T. Hasegawa, T. Shimada, T. Tani and S. Inagaki, "Synthesis and Optical Properties of 2,6-Anthracene-Bridged Periodic Mesostructured Organosilicas", *Microporous Mesoporous Mater.*, 117 (2009) 535-540. (DOI: 10.1016/j.micromeso.2008.07.035)
- A-12: N. Mizoshita, Y. Goto, M. P. Kapoor, T. Shimada, T. Tani and S. Inagaki, "Fluorescence Emission from 2,6-Naphthylene-Bridged Mesoporous Organosilicas Having Amorphous or Crystal-Like Framework", *Chem.-Eur. J.*, 15 (2009) 219-226. (DOI: 10.1002/chem.200801238)
- A-13: T. Tani, N. Mizoshita and S. Inagaki, "Luminescent Periodic Mesoporous Organosilicas", *J. Mater. Chem.* 19 (2009) 4451-4456. (DOI: 10.1039/b820691k)
- A-14: S. Inagaki, O. Ohtani, Y. Goto, K. Okamoto, M. Ikai, K. Yamanaka, T. Tani and T. Okada, "Light-Harvesting of a Periodic Mesoporous Organosilica Bearing

- Framework Chromophores”, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 48 (2009) 4042-4046. (DOI: 10.1002/anie.200900266)
- A-15: H. Takeda, Y. Goto, Y. Maegawa, T. Ohsuna, T. Tani, K. Matsumoto, T. Shimada and S. Inagaki, “Visible-light-harvesting periodic mesoporous organosilica”, *Chem. Commun.*, 40 (2009) 6032-6034. (DOI: 10.1039/b910528j)
- A-16: M. Ohashi, Y. Goto, N. Mizoshita, T. Ohsuna, T. Tani and S. Inagaki, “Change in Molecular Orientation with Condensation of 4,4'-Bis(trihydroxysilyl)biphenyl Crystals”, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 82 (2009), 1035-1038. (DOI: 10.1246/bcsj.82.1035)
- A-17: N. Mizoshita, M. Ikai, T. Tani and S. Inagaki, “Hole-Transporting Periodic Mesostructured Organosilica”, *J. Am. Chem. Soc.*, 131 (2009) 14225-14227. (DOI: 10.1021/ja9050263)
- A-18: B. Camarota B, Y. Goto, S. Inagaki, E. Garrone and B. Onida, “Electron-Rich Sites at the Surface of Periodic Mesoporous Organosilicas: A UV-Visible Characterization of Adsorbed Iodine”, *J. Phys. Chem. C*, 113 (2009) 20396-20400. (DOI: 10.1021/jp906696f)
- A-19: M. Ohashi, M. Aoki, K. Yamanaka, K. Nakajima, T. Ohsuna, T. Tani and S. Inagaki, “Periodic Mesoporous Organosilica-Based Donor-Acceptor System for Photocatalytic Hydrogen Evolution”, *Chem.-Eur. J.*, 15 (2009) 13041-13046. (DOI: 10.1002/chem.200901721)
- A-20: N. Mizoshita, Y. Goto, T. Tani and S. Inagaki, “Efficient Visible Light Emission from Dye-Doped Mesostructured Organosilica”, *Adv. Mater.*, 21 (2009) 4798-4801. (DOI: 10.1002/adma.200901168)
- A-21: N. Mizoshita, Y. Goto, Y. Maegawa, T. Tani and S. Inagaki, “Tetraphenylpyrene-Bridged Periodic Mesostructured Organosilica Films with Efficient Visible-Light Emission”, *Chem. Mater.*, 22 (2010), 2548-2554. (DOI: 10.1021/cm9034787)
- A-22: Y. Maegawa, N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, “Transparent and visible-light harvesting acridone-bridged mesostructured organosilica film”, *J. Mater. Chem.*, 20 (2010) 4399-4403. (DOI: 10.1039/c0jm00275e)
- A-23: H. Takeda, M. Ohashi, T. Tani, O. Ishitani and S. Inagaki, “Enhanced Photocatalysis of Rhenium(I) Complex by Light-Harvesting Periodic Mesoporous Organosilica”, *Inorg. Chem.*, 49 (2010) 4554-4559. (DOI: 10.1021/ic1000914)
- A-24: S. Shirai, Y. Goto, N. Mizoshita, M. Ohashi, T. Tani, T. Shimada, S. Hyodo and S. Inagaki, “Theoretical Studies on Si-C Bond Cleavage in Organosilane Precursors during Polycondensation to Organosilica Hybrids”, *J. Phys. Chem. A*, 114 (2010) 6047-6054. (DOI: 10.1021/jp101242g)
- A-25: K. Yamanaka, T. Okada, Y. Goto, T. Tani and S. Inagaki, “Dynamics in the excited electronic state of periodic mesoporous biphenylene-silica studied by time-resolved diffuse reflectance and fluorescence spectroscopy”, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 12 (2010) 11688-11696. (DOI: 10.1039/c004255b)
- A-26: M. Waki, N. Mizoshita, T. Ohsuna, T. Tani and S. Inagaki, “Crystal-like periodic mesoporous organosilica bearing pyridine units within the framework”, *Chem. Commun.*, 46 (2010) 8163-8165. (DOI: 10.1039/c0cc01944e)
- A-27: N. Mizoshita, K. Yamanaka, T. Shimada, T. Tani and S. Inagaki, “Mesostructured organosilica with a 9-mesityl-10-methylacridinium bridging unit: photoinduced charge separation in the organosilica framework”, *Chem. Commun.*, 46 (2010) 9235-9237. (DOI: 10.1039/c0cc03354e)
- A-28: N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, “Syntheses, properties and applications of periodic mesoporous organosilicas prepared from bridged organosilane precursors”, *Chem. Soc. Rev.*, 40 (2011) 789-800. (DOI: 10.1039/c0cs00010h)
- A-29: B. Camarota, Y. Goto, S. Inagaki and B. Onida, “Basic Sites on Periodic

- Mesoporous Organosilicas Investigated by XPS and in Situ FTIR of Adsorbed Pyrrole”, *Langmuir*, 27 (2011) 1181-1185. (DOI: 10.1021/la103814w)
- A-30: Y. Goto, T. Ohsuna, N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, “Synthesis of single crystalline anthracene-silica hybrid and its structural and optical properties”, *Solid State Sci.*, 13 (2011) 729-735. (DOI: 10.1016/j.solidstatesciences.2010.05.003)
- A-31: T. Okada, K. Yamanaka, Y. Hirose, Y. Goto, T. Tani and S. Inagaki, “Fluorescence studies on phenylene moieties embedded in a framework of periodic mesoporous organosilica”, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 13 (2011) 7961-7967. (DOI: 10.1039/c0cp02714f)
- A-32: S. Shirai, S. Iwata, T. Tani and S. Inagaki, “Ab Initio Studies of Aromatic Excimers Using Multiconfiguration Quasi-Degenerate Perturbation Theory”, *J. Phys. Chem. A*, 115 (2011) 7687-7699. (DOI: 10.1021/jp201130k)
- A-33: Y. Maegawa, N. Mizoshita, T. Tani, T. Shimada and S. Inagaki, “Enhanced sol-gel polymerization of organoallylsilanes by solvent effect”, *J. Mater. Chem.*, 21 (2011) 14020-14024. (DOI: 10.1039/c1jm11565k)
- A-34: N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, “Highly Conductive Organosilica Hybrid Films Prepared from a Liquid-Crystal Perylene Bisimide Precursor”, *Adv. Func. Mater.*, 21 (2011) 3291-3296. (DOI: 10.1002/adfm.201100444)
- A-35: Y. Li, A. Keilbach, M. Kienle, Y. Goto, S. Inagaki, P. Knochel and T. Bein, “Hierarchically structured biphenylene-bridged periodic mesoporous organosilica”, *J. Mater. Chem.*, 21 (2011) 17338-17344. (DOI: 10.1039/c1jm12023a)
- A-36: M. Waki, N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, “Periodic Mesoporous Organosilica Derivatives Bearing a High Density”, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 50 (2011) 11667-11671. (DOI: 10.1002/anie.201104063)
- A-37: M. Waki, N. Mizoshita, Y. Maegawa, T. Hasegawa, T. Tani, T. Shimada and S. Inagaki, “Enhanced fluorescence detection of metal ions using light-harvesting periodic mesoporous organosilica”, *Chem.-Eur. J.*, 18 (2012) 1992-1998. (DOI: 10.1002/chem.201102492)
- A-38: Y. Maegawa, N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, “Facile Synthesis of Functional Alkoxysilane Precursor with Short Linkers toward Organosilica Hybrids with a High Density of Chromophores”, *Chem. Lett.*, 41 (2012) 316-318. (DOI:10.1246/cl.2012.316)
- A-39: N. Mizoshita, T. Tani, H. Shinokubo and S. Inagaki, “Mesoporous Organosilica Hybrids Consisting of Silica-Wrapped p-p Stacking Columns”, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 51 (2012) 1156-1160. (DOI: 10.1002/anie.201105394)
- A-40: N. Mizoshita, K. Yamanaka, T. Tani, H. Shinokubo and S. Inagaki, “Energy and Electron Transfer from Fluorescent Mesostructured Organosilica Framework to Guest Dyes”, *Langmuir*; 28 (2012) 3987-3994. (DOI: 10.1021/la204645k)

#### B. 嶋田グループ

- B-1: Y. Maegawa, Y. Goto, S. Inagaki and T. Shimada, “A useful procedure for diiodination of carbazoles and subsequent efficient transformation to novel 3,6-bis(triethoxysilyl)carbazoles giving mesoporous materials”, *Tetrahedron Lett.*, 47 (2006) 6957-6960. (DOI: 10.1016/j.tetlet.2006.07.118)
- B-2: Y. Maegawa, T. Nagano, T. Yabuno, H. Nakagawa and T. Shimada, “Preparation of functionalized aryl(diallylethoxy)silanes and their palladium-catalyzed coupling reactions giving to sol-gel precursors”, *Tetrahedron*, 63 (2007) 11467-11474. (DOI: 10.1016/j.tet.2007.08.011)
- B-3: N. Tanaka, N. Mizoshita, Y. Maegawa, T. Tani, S. Inagaki, Y. R. Jorapur and T. Shimada, “Synthesis of a spirobifluorene-bridged allylsilane precursor for

- periodic mesoporous organosilica”, *Chem. Commun.*, 47 (2011) 5025-5027. (DOI: 10.1039/c0cc05823h)
- B-4: Y. R. Jorapur, N. Mizoshita, Y. Maegawa, H. Nakagawa, T. Hasegawa, T. Tani, S. Inagaki and T. Shimada, “A novel sol-gel approach to highly condensed silicas at low temperature”, *Chem. Lett.*, 41 (2012) 280-281. (DOI:10.1246/cl.2012.280)
- B-5: Y. R. Jorapur and T. Shimada, “Meerwein’s reagent-mediated significantly enhanced nucleophilic fluorination on alkoxysilanes”, *Synlett*, accepted.

C. 宮坂グループ

- C-1: H. Matsuda, S. Ito, Y. Nagasawa, T. Asahi, H. Masuhara, S. Kobatake, M. Irie and H. Miyasaka, “Higher-order Multiphoton Imaging by Femtosecond Near-Infrared Laser Microscope System”, *J. Photochem. Photobio. A., Chem.*, 183 (2006) 261-266. (DOI: 10.1016/j.jphotochem.2006.04.014)
- C-2: F. Ito, Y. Ishibashi, S. R. Khan, H. Miyasaka, K. Kameyama, M. Morisue, A. Satake, K. Ogawa and Y. Kobuke, “Photoinduced Electron Transfer and Excitation Energy Transfer in Directly Linked Zinc Porphyrin/Zinc Phthalocyanine Composite”, *J. Phys. Chem. A*, 110 (2006) 12734-12742. (DOI: 10.1021/jp062822)
- C-3: Y. Ishibashi, M. Murakami, H. Miyasaka, S. Kobatake, M. Irie and Y. Yokoyama, “Laser Multiphoton-gated Photochromic Reaction of a Fulgide Derivative”, *J. Phys. Chem. C*, 111 (2007) 2730-2737. (DOI: 10.1021/jp0650578)
- C-4: S. Ito, T. Sugiyama, G. Katayama, N. Toitani and H. Miyasaka, “Application of Fluorescence Correlation Spectroscopy to the Measurement of Local Temperature in Solutions under Optical Trapping Condition”, *J. Phys. Chem. B*, 111 (2007) 2365-2371. (DOI: 10.1021/jp0651561)
- C-5: Y. Ishibashi, K. Tani, H. Miyasaka, S. Kobatake and M. Irie, “Picosecond Laser Photolysis Study of a Photochromic Diarylethene Derivative in Crystalline Phase: Multiphoton-Gated Reaction”, *Chem. Phys. Lett.*, 437 (2007) 243-247. (DOI: 10.1016/j.cplett.2007.02.032)
- C-6: S. Ito, T. Sugiyama, N. Toitani, G. Katayama, L. Pan, N. Tamai and H. Miyasaka, “Molecular Translational Diffusion in Solution under Radiation Pressure of Near Infrared Laser Light”, *Proc. SPIE*, 6326 (2006) 632605-632608. (DOI: 10.1117/12.680373)
- C-7: S. Ito, T. Mizuno, H. Yoshikawa and H. Masuhara, “Laser Ablation of Individual Gold Nanoparticles in Solution”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 46 (2007) L241-L243. (DOI: 10.1143/JJAP.46.L24)
- C-8: S. Ryo, Y. Ishibashi, M. Murakami, H. Miyasaka, S. Kobatake and M. Irie, “Multiphoton Gated Photochromic Reaction of Diarylethene Derivatives in PMMA Solid Film”, *J. Phys. Org. Chem.*, 20 (2007) 953-959. (DOI: 10.1002/poc.1190)
- C-9: M. Kubo, Y. Mori, M. Otani, M. Murakami, Y. Ishibashi, M. Yasuda, K. Hosomizu, H. Miyasaka, H. Imahori and S. Nakashima, “Ultrafast Photoinduced Electron Transfer in Directly-Linked Porphyrin-Ferrocene Dyads”, *J. Phys. Chem. A*, 111 (2007) 5136-5143. (DOI: 10.1021/jp071546b)
- C-10: Y. Satoh, Y. Ishibashi, S. Ito, Y. Nagasawa, H. Miyasaka, H. Chosrowjan, S. Taniguchi, N. Mataga, D. Kato, A. Kikuchi and J. Abe, “Laser Photolysis Study on Photochromic Reactions of a Hexaarylbiimidazole Derivative”, *Chem. Phys. Lett.*, 448 (2007) 228-231. (DOI: 10.1016/j.cplett.2007.09.081)
- C-11: T. Kaji, S. Ito, H. Miyasaka, Y. Hosokawa, H. Masuhara, C. Shukunami and Y. Hiraki, “Nondestructive micropatterning of living animal cells using focused femtosecond laser-induced impulsive force”, *Appl. Phys. Lett.*, 91 (2007) 023904. (DOI: 10.1063/1.2753103)
- C-12: S. Ito, N. Toitani, L. Pan, N. Tamai and H. Miyasaka, “Fluorescence Correlation

- Spectroscopic Study on Water-soluble Cadmium Telluride Nanocrystals: Fast Blinking Dynamics in ms - ms Region”, *J. Phys.: Condensed Matter*; 19 (2007) 486208. (DOI: 10.1088/0953-8984/19/48/486208)
- C-13: O. Karthaus, S. Nagata, Y. Kiyono, S. Ito and H. Miyasaka, “Control of Crystal Morphology of a Fluorescent Charge Transfer Complex by Dewetting on a Mica Surface”, *Colloids and Surfaces A*, 313-314 (2008) 571-575. (DOI: 10.1016/j.colsurfa.2007.04.141 )
- C-14: S. Kang, M. Yasuda, H. Miyasaka, H. Hayashi, M., Kawasaki, T. Umeyama, Y. Matano, K. Yoshida, S. Isoda and H. Imahori, “Light-Harvesting and Energy Transfer in Multiporphyrin-Modified CdSe Nanoparticles”, *ChemSusChem*, 1 (2008) 254-261. (DOI: 10.1002/cssc.200700138)
- C-15: K. Tani, Y. Ishibashi, H. Miyasaka, S. Kobatake and M. Irie, "Dynamics of Cyclization, Cycloreversion, and Multiphoton Gated Reaction of a Photochromic Diarylethene Derivative in Crystalline Phase.", *J. Phys. Chem. C*, 112 (2008) 11150-11157. (DOI: 10.1021/jp8003272)
- C-16: Y. Nagasawa, T. Itoh, M. Yasuda, Y. Ishibashi, S. Ito and H. Miyasaka, "Ultrafast Charge Transfer Process of 9,9'-Bianthryl in Imidazolium Ionic Liquids.", *J. Phys. Chem. B*, 112 (2008) 15758–15765. (DOI: 10.1021/jp712142x)
- C-17: Y. Ishibashi, M. Mukaida, M. Falkenström, H. Miyasaka, S. Kobatake and M. Irie, "One- and Multi-photon Cycloreversion Reaction Dynamics of Diarylethene Derivative with Asymmetrical Structure, as Revealed by Ultrafast Laser Spectroscopy.", *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 11 (2009) 2640. (DOI: 10.1039/B818591C)
- C-18: Y. Ishibashi, T. Katayama, C. Ota, S. Kobatake, M. Irie, Y. Yokoyama, and H. Miyasaka, "Ultrafast Laser Spectroscopic Study on Photochromic Cycloreversion Dynamics in Fulgide Derivatives: One-Photon and Multiphoton-Gated Reactions.", *New J. Chem.*, 33 (2009) 1409-1419. (DOI: 10.1039/b900999j)
- C-19: H. Miyasaka, Y. Satoh, Y. Ishibashi, S. Ito, Y. Nagasawa, S. Taniguchi, H. Chosrowjan, N. Mataga, D. Kato, A. Kikuchi and J. Abe, “Ultrafast Photodissociation Dynamics of a Hexaarylbiiimidazole Derivative with Pyrenyl Groups: Dispersive Reaction from Femtosecond to Ten Nanosecond Time Regions”, *J. Am. Chem. Soc.*, 131 (2009) 7256-7263. (DOI: 10.1021/ja809195s)
- C-20: S. Ito, S. Fukuya, T. Kusumi, Y. Ishibashi, H. Miyasaka, Y. Goto, M. Ikai, T. Tani and S. Inagaki, “Microscopic Structure and Mobility of Guest Molecules in Mesoporous Hybrid Organosilica: Evaluation with Single Molecule Tracking”, *J. Phys. Chem. C*, 113 (2009) 11884-11891. (DOI: 10.1021/jp902219d)
- C-21: Y. Nagasawa, A. Oishi, T. Itoh, M. Yasuda, M. Muramatsu, Y. Ishibashi, S. Ito and H. Miyasaka, “Dynamic Stokes Shift of 9,9'-Bianthryl in Ionic Liquids: A Temperature Dependence Study”, *J. Phys. Chem. C*, 113 (2009) 11868-11876. (DOI: 10.1021/jp9020454)
- C-22: K. Uchida, S. Yamaguchi, H. Yamada, M. Akazawa, T. Katayama, Y. Ishibashi and H. Miyasaka, “Photoisomerization of Azobenzene Gel by Pulsed Laser Irradiation”, *Chem. Com.*, (2009) 4420-4422. DOI: 10.1039/b908303k
- C-23: S. Ito, K. Itoh, S. Pramanik, T. Kusumi, S. Takei and H. Miyasaka, “Diffusion Coefficient in a Photo-Curable Polymer Material, as Evaluated by Means of Single Molecule Tracking”, *Appl. Phys. Exp.*, 2 (2009) 075004. (DOI: 10.1143/APEX.2.075004)
- C-24: T. Kaji, S. Ito, S. Iwai and H. Miyasaka, “Nanosecond to Submillisecond Dynamics in Dye-Labeled Single-Stranded DNA, as Revealed by Ensemble Measurements and Photon Statistics at Single-Molecule Level”, *J. Phys. Chem. B*, 113 (2009) 13917-13925. (DOI: 10.1021/jp811122a)
- C-25: T. Fukaminato, M. Tanaka, T. Doi, N. Tamaoki, T. Katayama, A. Mallick, Y.

- Ishibashi, H. Miyasaka and M. Irie, "Fluorescence Photoswitching of a Diarylethene-Perylenebisimide Dyad based on Intramolecular Electron Transfer", *Photochem. Photobiol. Sci.*, 9 (2010) 181-187. (DOI: 10.1039/b9pp00131j)
- C-26: Y. Ishibashi, K. Okuno, C. Ota, T. Umesato, T. Katayama, M. Mutakami, S. Kobatake, M. Irie and H. Miyasaka, "Multiphoton-Gated Cycloreversion Reactions of Photochromic Diarylethene Derivatives with Low Reaction Yields upon One-photon Visible Excitation.", *Photochem. Photobiol. Sci.*, 9 (2010) 172-180. (DOI: 10.1039/b9pp00116f)
- C-27: T. Katayama, Y. Ishibashi, Y. Morii, C. Ley, J. Brazard, F. Lacombat, P. Plaza, M. M. Martin and H. Miyasaka, "Ultrafast delocalization of cationic states in poly(N-vinylcarbazole) solid leading to carrier generation", *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 12 (2010) 4560-4563. (DOI: 10.1039/C0AN00650E)
- C-28: Y. Nagasawa, K. Fujita, T. Katayama, Y. Ishibashi, H. Miyasaka, T. Takabe, S. Nagao and S. Hirota, "Coherent dynamics and ultrafast excited state relaxation of blue copper protein; plastocyanin", *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 12 (2010) 6067-6075. (DOI: 10.1039/B926518J)
- C-29: A. Mallick, T. Katayama, Y. Ishibashi, M. Yasuda and H. Miyasaka "Norharmane: Old yet highly selective dual channel ratiometric fluoride and hydrogen sulfate ion sensor ", *Analyst*, 136 (2011) 275-277. (DOI: 10.1039/C0AN00650E)
- C-30: K. Mori, Y. Ishibashi, H. Matsuda, S. Ito, Y. Nagasawa, H. Nakagawa, K. Uchida, S. Yokojima, S. Nakamura, M. Irie and H. Miyasaka, "Cyclization and two-photon cycloreversion by near IR femtosecond laser pulse at 1.28  $\mu\text{m}$ ", *J. Am. Chem. Soc.*, 133 (2011) 2621-2625. (DOI: 10.1021/ja108992t)
- C-31: Y. Ishibashi, M. Fujiwara, T. Umesato, H. Saito, S. Kobatake, M. Irie and H. Miyasaka, "Cyclization Reaction Dynamics of a Photochromic Diarylethene Derivative as Revealed by Femtosecond to Microsecond Time-resolved Spectroscopy", *J. Phys. Chem. C*, 115 (2011) 4265-4272. (DOI: 10.1021/jp112370a)
- C-32: M. Muramatsu, Y. Nagasawa and H. Miyasaka, "Ultrafast Solvation Dynamics in Room Temperature Ionic Liquids Observed by Three-Pulse Photon Echo Peak Shift Measurements", *J. Phys. Chem. A*, 115 (2011) 3886-3894. (DOI: 10.1021/jp108282v)
- C-33: M. Yasuda, A. Iida, S. Ito and H. Miyasaka, "Fluorescence detection of single guest molecules in ultrasmall droplets of nonpolar solvent", *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 14 (2012) 345-352. (DOI: 10.1039/c1cp22207d)

#### D. 石谷グループ

- D-1: S. Sato, A. Sekine, Y. Ohashi, O. Ishitani, A. M. Blanco-Rodríguez, A. Jr. Vlček, T. Unno and K. Koike, "Photochemical Ligand Substitution Reactions of fac-[Re(bpy)(CO)<sub>3</sub>Cl] and Derivatives", *Inorg. Chem.*, 46 (2007) 3531-3540. (DOI: 10.1021/ic0621603)
- D-2: S. Sato, T. Morimoto and O. Ishitani, "Photochemical Synthesis of mer-[Re(bpy)(CO)<sub>3</sub>Cl]", *Inorg. Chem.*, 46 (2007) 9051-9053. (DOI: 10.1021/ic701458h)
- D-3: H. Takeda and O. Ishitani, "Development of Efficient Photocatalytic Systems for CO<sub>2</sub> Reduction Using mononuclear and multinuclear Metal Complexes Based on Mechanistic Studies", *Coord. Chem. Rev.*, 254 (2010) 346-354. (DOI:10.1016/j.ccr.2009.09.030)
- D-4: Y. Yamamoto, Y. Tamaki, T. Yui, K. Koike and O. Ishitani, "New Light-Harvesting Molecular Systems Constructed with a Ru(II) Complex and a Linear-shaped Re(I) Oligomer", *J. Am. Chem. Soc.*, 132 (2010) 11743-11752.



(DOI: 10.1021/ja104601b)

- D-5: T. Yui, Y. Tamaki, A. Kan, C. Saitoh, K. Koike, T. Ibusuki and O. Ishitani, "Photochemical Reduction of CO<sub>2</sub> using TiO<sub>2</sub>: Effects of Organic Adsorbates on TiO<sub>2</sub> and Deposition of Pd onto TiO<sub>2</sub>", *ACS Appl. Mater. Interfaces*, (2011) 2594-2600. (DOI: 10.1021/am200425y)
- D-6: Y. Tamaki, K. Watanabe, K. Koike, H. Inoue, T. Morimoto and O. Ishitani, "Development of highly efficient supramolecular CO<sub>2</sub> reduction photocatalysts with high turnover frequency and durability", *Faraday Disc.*, 155(2012) 115-127. (DOI: 10.1039/C1FD00091H)
- D-7: T. Morimoto, M. Ito, K. Koike, T. Kojima, T. Ozeki and O. Ishitani, "Dual Emission from Rhenium(I) Complexes Induced by Inter-ligand Aromatic Interaction", *Chem. Eur. J.*, 18 (2012) 3292-3304. (DOI: 10.1002/chem.20110269)

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

1. 後藤康友、稲垣伸二 “多孔質触媒の解析 メソポーラス物質” 「触媒便覧」 触媒学会編、講談社サイエンティフィク、2008年12月10日
2. S. Fujita, S. Inagaki, "Organic-Inorganic Hybrid Mesoporous Silica", *Nano-Hybridization of Organic-Inorganic Materials*, Springer (2009).
3. 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカ” 「超分子サイエンス～基礎から材料への展開～」 エヌ・ティー・エス、2009年1月
4. 宮坂博、“分子の時間を経験してみよう” 「反応すれば形が変わるナノの世界～細胞から結晶まで～」、クバプロ、2009年2月
5. 竹田浩之、石谷治、“金属錯体を光触媒として用いた二酸化炭素の高効率還元”、有機合成化学協会誌、2009, 67, 486-493.
6. 森本樹、山本洋平、石谷治、“光エネルギー変換材料”、配位空間の化学-最新技術と応用、2009, 276-289.
7. 竹田浩之、石谷治、“人工光合成研究の最前線 太陽光により二酸化炭素を資源化する”、現代化学、2009, 9, 54-59.
8. 谷孝夫、溝下倫大、稲垣伸二、“発光性有機基を導入したメソポーラス有機シリカ”、ゼオライト、2009, 26 [3], 85-91.
9. 伊都将司、“単一蛍光分子の軌跡から観る材料のナノ構造と不均一性”、分光研究、分光学会、2009, 58 [6], 259-267.
10. 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの合成、表面特性、そして応用”、Adsorption News、日本吸着学会、2009, 23 [4], 14-19.
11. 森本樹、石谷治、“芳香環相互作用による金属錯体の光物性及び光触媒特性のコントロール”、光化学、2009, 40 [1], 33-38.
12. 由井樹人、石谷治、“太陽光による二酸化炭素の資源化”、未来材料、2009, 9 [12], 8-14.
13. 伊都将司、宮坂博、“いま 単分子追跡 が面白い”、化学、化学同人、2010, 65 [1], 38-43.
14. 竹田浩之、石谷治、稲垣伸二、“人工光合成による二酸化炭素の有効利用技術”、二酸化炭素の有効利用技術、サイエンス&テクノロジー(株) (2010)。
15. 稲垣伸二、“アンテナ機能をもつ光合成型光触媒の構築をめざして”、触媒、2010, 52 [4], 285-289.
16. 谷孝夫、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの高機能化”、セラミックス、2010, 45 [8], 641-644.
17. 溝下倫大、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカ”、CSJ カレントレビュー「革新的な多孔質材料－空間をもつ機能性物質の創成」、日本化学会、2010, 70-75.
18. 嶋田豊司、“BINAP の簡便な誘導化とポリマーBINAP の開発”、Organic Square、2010, June [32], 2-4.
19. 嶋田豊司、“BINAP のポリマー化およびその金属錯体の再利用”、ファインケミカル、2010, 39 [12], 43-51.

20. 由井樹人、石谷治、“人工光合成型光エネルギー変換反応 =光エネルギー変換を目指した人工光合成型光触媒反応の現状と課題=”, 光アライアンス 2010, 21[6], 47-51.
21. T. Tani, N. Mizoshita and S. Inagaki, “Luminescent Periodic Mesoporous Organosilicas”, R&D Review of Totota CRDL, 2011.3, 42 [1], 63-69
22. 後藤康友、稲垣伸二、“フェニレン基架橋メソポーラスシリカ”、触媒調製ハンドブック、(株)エヌ・ティー・エス、2011年4月25日
23. 竹田浩之、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカを用いた有機系光触媒の構築”、光化学、2011, 42 [1], 28-31
24. 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカ 固体状での有機化学の新たな発展をめざして”、化学と工業、2011.5, 64 [5], 400-402
25. 後藤康友、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの発光材料への応用”、化学工業、2011, 62 [10], 807-812
26. N. Mizoshita, Y. Goto, T. Tani and S. Inagaki, “Visible-light Emission from Dye-doped Mesostructured Organosilica Hybrid Films”, R&D Review of Totota CRDL, 2011.9, 42 [3], 19-26
27. T. Tani, H. Takeda, M. Ohashi and S. Inagaki, “Novel Photocatalysts Based on Periodic Mesoporous Organosilica”, R&D Review of Totota CRDL, 2011.9, 42 [3], 27-34.
28. T. Yui, Y. Tamaki, K. Sekizawa, O. Ishitani, "Photocatalytic Reduction of CO<sub>2</sub>: From Molecules to Semiconductors", Top. Curr. Chem., 2011, 151-184. (DOI: 10.1007/128\_2011\_139)
29. H. Takeda, K. Koike, T. Morimoto, H. Inumaru, O. Ishitani, "Photochemistry and photocatalysis of rhenium(I) diimine complexes", Adv. Inorg. Chem., 2011, 63, 137-186. (DOI: 10.1016/B978-0-12-385904-4.00007-X)
30. 岩本正和 監、石谷治 玉置悠祐 共著 " Ru-Re 超分子錯体"、触媒調製ハンドブック (株)エヌ・ティー・エス、2011, 第5編(光触媒)-5章(錯体)-3節.
31. 石谷治、"人工光合成に向けた試み-CO<sub>2</sub>の光還元"、日本太陽エネルギー学会会誌「太陽エネルギー」、2011, 37, 11-15.
32. 谷孝夫、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカを利用した光触媒反応系の構築”、セラミックデータブック 2011 年度版、工業製品技術技術協会、2011、72-75.

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

- ① 招待講演 (国内会議 59 件、国際会議 60 件)

〈国内〉

A. 稲垣グループ

- A-1: 稲垣伸二、“高規則性メソポーラス物質の合成と機能化”、界面現象研究センター開設記念講演会、同志社大、2006年10月14日
- A-2: 稲垣伸二、“シリカで美しくナノデザインする:メソポーラスシリカの発見”、アルプスサイエンスセミナー、信州大、2006年11月10日
- A-3: 稲垣伸二、“有機基の導入及び配列制御によるメソポーラス物質の高機能化”、首都大学東京 環境調和・材料化学専攻セミナー、2008年2月14日
- A-4: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの光機能材料への応用”、日本化学会第2回関東支部大会(2008)、群馬大学、2008年9月18-19日
- A-5: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの合成と応用に関する最近の進歩”、第22回日本吸着学会研究発表会、九州大学、2008年10月24-25日
- A-6: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの光捕集アンテナ機能”、第27回無機高分子研究討論会、東京理科大学、2008年11月6-7日
- A-7: 稲垣伸二、“光捕集機能を有するメソポーラス有機シリカの光化学”、日本化学会第89春

- 季年会(2009)、日本大学、2009年3月27-30日
- A-8: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの光捕集アンテナ機能と光反応系の構築”、日本化学会第89春季年会(2009)、日本大学、2009年3月27-30日
- A-9: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの合成と光補修アンテナ機能”、第31回光化学若手の会、京都、2009年6月26日
- A-10: 稲垣伸二、“有機シリカ材料への階層的構造形成による光捕集アンテナ機能の発現メソポーラス有機シリカの合成と光補修アンテナ機能”、日本化学会関東支部講演会「階層的構造制御と機能創成」、東京、2009年7月14日
- A-11: 稲垣伸二、“光機能性メソポーラス有機シリカの合成と光触媒系の構築”、SORST シンポジウム“「ナノ空間材料」その特性と魅力”、東京、2010年1月29-30日
- A-12: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカを利用した CO<sub>2</sub> 還元光触媒系の構築”、日本化学会第90回春季年会(2010)、近畿大学、2010年3月26-29日
- A-13: 稲垣伸二、“メソ多孔体の合成と特異なナノ空間反応場の設計”、第41回触媒サマーセミナー、箱根、2010年8月4-6日
- A-14: 稲垣伸二、“メソポーラスシリカ:発見の経緯から今後の可能性まで”、第20回吸着シンポジウム、黒姫高原、2010年8月21-22日
- A-15: 稲垣伸二、“有機シリカのナノ構造制御と高効率可視光発光”、日本化学会第4回関東支部大会、筑波大学、2010年8月30-31日
- A-16: 稲垣伸二、“アンテナ機能を有する新しい光触媒系の構築に向けて”、第106回触媒討論会、山梨大学、2010年9月15-18日
- A-17: 稲垣伸二、“有機固体系の光合成型光触媒の構築に向けて”、石油学会触媒シンポジウム、早稲田大学、2010年11月8日
- A-18: 稲垣伸二、“光・電子機能を付与したメソポーラス有機シリカの合成”、大阪府立大学ナノ科学・材料人材育成拠点第17回N2RC拠点セミナー、大阪府立大学、2011年1月12日
- A-19: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカを用いた固体の有機系光触媒の構築に向けて”、奈良高等専門学校社会技術持論、奈良高等専門学校、2011年1月21日
- A-20: 稲垣伸二、“有機系メソポーラス物質のエネルギー・電荷移動特性と応用”、分子系の複合電子機能第181委員会「第10回研究会」、東京工業大学、2011年2月17日
- A-21: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカによる太陽エネルギー変換をめざして”、石油学会九州・沖縄支部第21回講演会、宮崎、2011年3月4日
- A-22: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの光捕集アンテナ機能と光触媒への応用”、第63回コロイドおよび界面化学討論会、京都大学、2011年9月7-9日
- A-23: 稲垣伸二、“有機ナノ空間材料の創製と光エネルギー変換系への応用”、CREST「ナノ界面技術の基盤構築」研究領域第1回公開シンポジウム、東京、2011年10月25日
- A-24: 溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“光・電子機能性骨格を有するメソ構造有機シリカの構築”、日本液晶学会 化学材料フォーラム講演会、名古屋、2011年11月22日
- A-25: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカと有機系固体光触媒”、第5回神奈川R&D推進協議会 光エネルギー応用研究会 技術討議会”、神奈川、2012年2月15日
- A-26: 谷孝夫、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカハイブリッドの合成と応用”、2012年度第3回プロセス研究会、東京、2012年3月3日
- A-27: 稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカを利用した分子・錯体反応場の構築”、北海道大学触媒化学研究センター 談話会、北海道大学、2012年3月22日
- B. 嶋田グループ
- B-1: 嶋田豊司、“機能性有機・無機ハイブリッド前駆体の合成と応用”、第3回環境調和型有機反応プロセス研究交流会、和歌山県工業技術センター、2007年8月8日
- B-2: 嶋田豊司、“機能性材料を指向したアリルシラン誘導体およびそれら関連有機化合物の合成”、有機合成セミナー、2007年10月25-26日

B-3: 嶋田豊司、“アリルシランから創るナノ空間”、第 2 回ナノテクシンポジウム、奈良先端科学技術大学院大学、2007 年 11 月 30 日

C. 宮坂グループ

C-1: 宮坂博、石橋千英、小島誠也、入江正浩、“超高速時間分解計測によるフォトクロミック反応ダイナミクスとメカニズムの解明”、レーザー学会学術講演会第 29 回年次大会、徳島大学、2009 年 1 月 10-12 日

D. 石谷グループ

D-1: 石谷治、“光捕集機能や光触媒機能を有する多核金属錯体の創製”、第 57 回錯体化学討論会、名古屋工業大学、2007 年 9 月 25-27 日

D-2: 石谷治、“光機能性レニウム多核錯体の開発”、分子研研究会「光機能性と高選択的反応性の融合が切り拓く新しい錯体光化学」、愛知、2007 年 12 月 4-5 日

D-3: 石谷治、“超高機能二酸化炭素還元光触媒の開発”、日本化学会東海支部講演会(2008)、信州大学、2008 年 10 月 9 日

D-4: 石谷治、“Architecture of highly efficient photocatalysts for reduction of carbon dioxide”、第 58 回錯体化学討論会(2008)、金沢大学、2008 年 9 月 20-22 日

D-5: 石谷治、“金属錯体を中核とした光反応化学および光触媒化学に関する研究”、2008 年光化学討論会(2008)、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日

D-6: 石谷治、“金属錯体を中核とした人工光合成システムの開発”、第4回筑波大学学際物質科学研究センター機能性分子シンポジウム(2008)、筑波大学、2008 年 12 月 20 日

D-7: 石谷治、“光エネルギーを用いた CO<sub>2</sub>還元”、第 50 回マテリアルズ・テラリング研究会プログラム(2008)、(財)加藤科学振興会軽井沢研修所、2008 年 7 月 24-26 日

D-8: 石谷治、“レニウム錯体を中核とした二酸化炭素還元光触媒の開発”、第 28 回光がかかわる触媒化学シンポジウム、東京工業大学(東京)、2009 年 6 月 5 日(特別講演)

D-9: 石谷治、“レニウム(II)錯体を中核とした光機能性物質の開発”、先端化学技術部会講演会、(社)新化学発展協会(東京)、2009 年 10 月 23 日

D-10: 石谷治、“太陽エネルギーによる二酸化炭素資源化の重要性と現状(特別講演)”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 28 日

D-11: 石谷治、“低次元無機-有機ハイブリッド空間内における金属錯体の新光機能発現(特別企画講演)”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 29 日

D-12: 石谷治、“二酸化炭素の光化学的資源化の重要性と現状”、第 152 回 R&D 懇話会、東京都千代田区、2010 年 7 月 2 日

D-13: 石谷治、“金属錯体光触媒による二酸化炭素の光還元-人工光合成研究の最前線-”、錯体化学若手の会夏の学校2010、三重県亀山市、2010 年 8 月 9-11 日

D-14: 石谷治、“金属錯体を光触媒として用いる多電子還元系の構築”、日本化学会 第 4 回関東支部大会(2010)、茨城県つくば市、2010 年 8 月 30-31 日

D-15: 石谷治、“金属錯体を光触媒として用いる多電子還元系の構築”、和歌山大学講演会、和歌山県和歌山市、2011 年 1 月 13 日

D-16: 石谷治、“金属錯体を中核とした人工光合成系の構築”、第1回有機テクノロジー研究会講演会、和歌山県和歌山市、2011 年 1 月 13 日

D-17: 石谷治、“太陽光による二酸化炭素資源化の意義と現状”、化学技術戦略推進機構(JCII)エネルギー分科会、東京都千代田区、2011 年 1 月 14 日

D-18: 石谷治、“炭素固定機構の分子基盤と産業応用への可能性を探る”、日本農芸化学会 2011 年度(平成 23 年度)大会、京都市、2011 年 3 月 28 日

D-19: 石谷治、“金属錯体を中核とした人工光合成の構築:光捕集と二酸化炭素還元”、先導物質化学研究所特別講演会、九州大学先導物質化学研究所、2011 年 1 月 21 日

D-20: 石谷治、“人工光合成系による二酸化炭素の光還元”、日本化学会第 91 回春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日

- D-21: 石谷治、“有機金属錯体を用いた光触媒研究動向と人工光合成への応用－日本の炭素戦略－”、旭硝子講演会、旭硝子中央研究所、2011年4月5日
- D-22: 石谷治、“人工光合成に向けた試み - CO<sub>2</sub>の光還元”、一般社団法人日本太陽エネルギー学会太陽光化学部会 第3回研究講演会「人工光合成」、東京、2011年6月22日
- D-23: 石谷治、“光合成と人工光合成”、北海道大学大学院環境科学院・触媒化学研究センター講演会、札幌市、2011年7月27日
- D-24: 石谷治、“遷移金属錯体を用いた人工光合成システム”、第49回日本生物物理学会年会、姫路市、2011年9月16-18日
- D-25: 由井樹人、“無機ナノ空間における配位化合物の光化学特性”、第61回 錯体化学討論会 特別シンポジウム、岡山市、2011年9月17日
- D-26: 森本樹、“Photocatalytic CO<sub>2</sub> reduction using multi-nuclear rhenium(I) complexes”、第61回 錯体化学討論会 特別シンポジウム、岡山市、2011年9月17日
- D-27: 石谷治、“有機金属錯体を中核とした人工光合成の研究動向と将来に向けた課題”、第1回 神奈川R&D推進協議会 光エネルギー応用研究部会 技術討論会、横浜市、2011年10月27日
- D-28: 石谷治、“二酸化炭素を高効率で還元する光触媒システムの創製”、日本化学会第92春季年会(2012)、川崎市、2012年3月25-28日

〈国際〉

A. 稲垣グループ

- A-1: S. Inagaki, “Periodic Mesoporous Materials with Covalent Framework of Organosilica”, Japan-USA Joint Symp. on Chem. of Coordination Space, Chicago, USA, Jun. 24 (2007).
- A-2: S. Inagaki, “Synthesis of Highly Ordered Mesoporous Organosilicas and their Properties”, Invited lecture at Politecnico di Torino, Italy, Jun. 29(2007).
- A-3: S. Inagaki, “Synthesis and Unique Properties of Mesoporous Organosilicas with Crystal-like Pore Walls”, Natl. Conf. on Sci. and Technol. of Zeolites, Turin, Italy, Jul. 1 (2007).
- A-4: S. Inagaki, “Highly Ordered Mesoporous Organosilicas with Integral Organic Functionality”, 2007 MRS Fall Meeting (symposium HH), Boston, USA, Nov. 28 (2007).
- A-5: S. Inagaki, “Optical Applications of Periodic Mesoporous Aromatic-Silicas”, 6th International Mesostructured Materials Symposium, Namur, Belgium, Sep. 8-11 (2008).
- A-6: S. Inagaki, “Light-Harvesting Antenna Properties of Mesoporous Organosilicas”, International Union of Materials Research Society, International Conference in Asia (IUMRS-ICA) 2008, Nagoya, Japan, Dec. 9-13 (2008).
- A-7: M. Ohashi, “Photoinduced charge separation and hydrogen evolution with mesoporous organosilica/viologen composite”, Asian International Symposium, 日本化学会第89春季年会(2009)、日本大学、2009年3月27-30日
- A-8: T. Tani, “Functional Periodic Mesoporous Organosilicas for Lighting and Photocatalysis”, SAE 2009 World Congress & Exhibition, Detroit, USA, Apr. 20-23 (2009).
- A-9: T. Tani and S. Inagaki, “Functionalization of Periodic Mesoporous Organosilicas for Lighting and Photocatalysis”, U.S.-Japan Joint Workshop on Future Trends in Organic-Inorganic Nanocomposite Hybrid Materials (NANO HYBRIDS 2009), Himeji, Japan, May 12-16 (2009).
- A-10: S. Inagaki, “Light-Harvesting and Photocatalysis of Mesoporous Organosilicas Bearing Framework Chromophores”, 18th ISPPCC Satellite Symposium on Photochemistry and Photobiology of Supramolecular Systems and Coordination Compounds, Kyoto, Japan, Jul. 10 (2009).

- A-11: S. Inagaki, H. Takeda, M. Ohashi, T. Tani and O. Ishitani, "Artificial Light-Harvesting Antenna for Photocatalytic CO<sub>2</sub> Reduction", XXIV International Conference on Photochemistry (ICP2009), Toledo, Spain, Jul. 19-24 (2009).
- A-12: S. Inagaki, "Synthesis and Optical Applications of Periodic Mesoporous Organosilicas", Pre-Symposium of ZMPC2009 "Applications of Nanoporous Materials", Incheon, Korea, Jul. 30-Aug. 1 (2009).
- A-13: S. Inagaki, "Synthesis of Light-Harvesting PMOs and Their Applications to Photoreaction Systems", International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals (ZMPC2009), Tokyo, Japan, Aug. 3-7 (2009).
- A-14: S. Inagaki, "Light-Harvesting and Photocatalysis of Organic-Inorganic Hybrid Mesoporous Materials", The 3rd GCOE International Symposium (Catalysis as the Basis for the Innovation in Materials Science), Sapporo, Japan, Sep. 14-15 (2009).
- A-15: S. Inagaki, "Self-assembled mesoporous multichromophore systems", The 22th German Zeolite Conference, München, Germany, Mar. 3-5 (2010).
- A-16: S. Inagaki, "Supramolecular Light-Harvesting Antenna for Photocatalytic CO<sub>2</sub> Reduction", 5th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (ISMCS2010), Nara, Japan, Jun. 6-10 (2010).
- A-17: S. Inagaki, "Optically and Electrically Active Periodic Mesoporous Organosilicas", 16th International Zeolite Conference and 7th International Mesostructured Materials Symposium (IZC16 & IMMS7), Sorrento, Italy, Jul. 4-9 (2010).
- A-18: S. Inagaki, "Optical and Electrical Applications of Periodic Mesoporous Organosilicas", MANA (NIMS) Seminar, Tsukuba, Japan, Aug. 26 (2010).
- A-19: S. Inagaki, "Synthesis of Optically Active Periodic Mesoporous Organosilicas Toward the Construction of Artificial Photosynthesis", International Symposium on Green and Sustainable Chemistry (GSC Tottori 2010-II), Tottori, Japan, Nov. 13 (2010).
- A-20: S. Inagaki, "Periodic Mesoporous Organosilicas: Synthesis and Optical Applications", 2nd International Conference on Advanced Micro-Device Engineering (AMDE 2010), Kiryu, Japan, Dec. 9-10 (2010).
- A-21: S. Inagaki, "Supramolecular Light-Harvesting System for CO<sub>2</sub> Photoreduction", The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM2010), Honolulu, USA, Dec. 15-20 (2010).
- A-22: S. Inagaki, "Optically and Electrically Active Periodic Mesoporous Organosilicas", The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM2010), Honolulu, USA, Dec. 15-20 (2010).
- A-23: T. Tani, "Periodic Mesoporous Organosilica: A New Class of Optically Functionalized Hybrid", Nanotech Conference & Expo 2011, Boston, USA, Jun. 13-16 (2011).
- A-24: S. Inagaki, "Optical and Electrical Responsive Mesoporous Organic-Silica Hybrids for Solar Energy Conversion", 7th IUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis (NMS-VI) & 21st International Symposium on Fine Chemistry and Functional Polymers, Shanghai, China, Oct. 16-21 (2011).
- A-25: S. Inagaki, "Nanoporous Organosilica Hybrids for Energy-Related Applications", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Application for Nitrides and Nanomaterials, Aichi, Japan, Mar. 4-8, (2012).

#### B. 嶋田グループ

- B-1: T. Shimada, Y. Maegawa, T. Nagano, H. Nakagawa, T. Yabuno, T. Hasegawa, "Preparation of functionalized aryl(diallylethoxy)silanes and their

- palladium-catalyzed coupling reactions giving sol-gel precursors”, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2007, Singapore, Dec. 16-21 (2007).
- B-2: T. Shimada, “Functionalization on Silica Gel and Sol-Gel Polymerization with Allylsilanes”, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2007, Singapore, Dec. 16-21 (2007).
- B-3: T. Shimada, “Preparation of Functional Allylsilanes Acting as Sol-Gel Precursors and Their Applications”, 7th IUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis (NMS-VII) & 21st International Symposium on Fine Chemistry and Functional Polymers (FCFP-XXI), Shnghai, China, Oct. 16-21 (2011).
- C. 宮坂グループ
- C-1: H. Miyasaka, “Laser-induced Multiphoton Photochromic Reaction in Various Phases”, Japan-France Joint Seminar on Organic Photochromism Switches and Memories, Hayama, Japan, Oct. 15-18, 2006.
- C-2: S. Ito, “Manipulation and Processing of Nanomaterials in Solution Using Laser Beams”, Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium 2006, Osaka University Nakanoshima Center, Osaka. Nov. 20-22, 2006.
- C-3: S. Ito, N. Toitani, T. Sugiyama and H. Miyasaka, “Motion of Molecules under Radiation Pressure in Solution Monitored by Fluorescence Correlation Spectroscopy”, 2007 Korea-Japan Symposium on Frontier Photoscience, Hyundai Hotel, Gyeongju, Korea, Nov. 22-25 (2007).
- C-4: H. Miyasaka, “Ultrafast Dynamics of Photochromic Reactions in Diarylethene and Fulgide Derivative”, Asian Academic Seminar 2009, Kanagawa Science Park (KSP) Hall, Kawasaki, Japan, Mar. 2-6 (2009).
- C-5: S. Ito and H. Miyasaka, “Microscopic heterogeneity in thin film materials revealed by wide-field single molecule fluorescence microscopy”、日本化学会第 89 春季年会(2009)、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- C-6: H. Miyasaka, “Multiphoton-Gated Photochromic Reaction in Diarylethene and Fulgide Derivatives (Plenary lecture)”, XXIV International Conference on Photochemistry (ICP2009), Toledo, Spain, Jul. 19-24 (2009).
- C-7: Hiroshi Miyasaka, Tetsuro Katayama and Yukihide Ishibashi "Femtosecond Dynamics of Electron Transfer Processes in Photoconductive Poly(N-vinylcarbazole) Amorphous Solid", International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Global COE Program) & Third International Conference on Nanospintronics Design and Realization, 3rd-ICNDR, Osaka, May 30 – Jun. 05 (2010).
- C-8: H. Miyasaka, "Femtosecond Delocalization Dynamics of Cationic States in Photoconductive Poly(N-vinylcarbazole) Amorphous Solid." (**Plenary Lecture**) 6th Asian Photochemistry Conference 2010, Wellington, New Zealand, Nov. 14-18 (2010).
- D. 石谷グループ
- D-1: O. Ishitani, “Architecture of highly efficient photocatalysts for CO<sub>2</sub> reduction”, New Zealand - Tokyo Institute of Technology Seminar on Nanotechnology, Tokyo Institute of Technology Tokyo, Japan, Jan. 30 (2009).
- D-2: O. Ishitani, “Artificial photosynthesis/photocatalytic water splitting/CO<sub>2</sub> fixation”, Chemical Science and Society Symposium, Germany, Jul. 23-25 (2009).
- D-3: O. Ishitani, “Control of photochemical and photophysical properties of rhenium(I) complexes using intrerligand weak interaction between ligands”, 2009 Asian Symposium on Organic Materials for Electronics and Photonics,

- Taiwan, Dec. 13-15 (2009).
- D-4: O. Ishitani, "Artificial photosynthetic systems for reduction of NADP model compounds and CO<sub>2</sub>", 2010 OCU International Symposium on the Foundation of Environmental Research, 淡路夢舞台国際会議場(兵庫県淡路市), 2010年3月8-9日
- D-5: T. Yui, "Unique Photofunctions of Dye Molecules in Mesoporous Silica Nano-cavities", 日本化学会第90回春季年会(2010)、アジア国際シンポジウム(光化学ディビジョン)、近畿大学、2010年3月28日
- D-6: O. Ishitani, "Development of Efficient Photocatalysts for CO<sub>2</sub> Reduction", Symposium at Korea University, Chung-nam, South Korea, Apr. 28-30 (2010).
- D-7: O. Ishitani, "Artificial Photosynthesis using Metal Complexes", Korea Chemical Society Meeting (107th National Meeting), Jeju, South KOREA, Apr. 28-29 (2010).
- D-8: O. Ishitani, "Development of Artificial Photosynthesis for Reduction of an NADP Model and CO<sub>2</sub>", XXIII IUPAC Symposium on Photochemistry, Ferrara, Italy, Jul. 11-16 (2010).
- D-9: O. Ishitani, "Architecture of Efficient Photocatalysts for CO<sub>2</sub> Reduction Using Transition Metal Complexes", 2nd International Symposium on Solar Fuels and Solar Cells, Dalian, China, Aug. 28-31 (2010).
- D-10: O. Ishitani, "Architecture of highly efficient photocatalysts for CO<sub>2</sub> reduction", Lecture in University of Otago, Auckland, New Zealand, Sep. 16 (2010).
- D-11: O. Ishitani, "Architecture of highly efficient photocatalysts for CO<sub>2</sub> reduction", Lecture in Massey University, Palmerston North, New Zealand, Sep. 20 (2010).
- D-12: O. Ishitani, "Architecture of highly efficient photocatalysts for CO<sub>2</sub> reduction", Lecture in Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand, Sep. 21 (2010).
- D-13: O. Ishitani, "Artificial Light Harvesting Systems with Ru-Re Multinuclear Complexes and Mesoporous Organosilica", 60th JSCC Symposium & 60th Anniversary Conference on Coordination Chemistry in OSAKA (60CCCO), Osaka, Japan, Sep. 27-30 (2010).
- D-14: T. Yui., S. Inagaki and O. Ishitani, "Light harvesting properties of periodic mesoporous organosilica and ruthenium complex hybrids", The Korea-Japan Symposium on Frontier Photoscience Photochemistry and Nanotechnology (KJFP-2010), Deagu, Korea, Oct. 26 (2010).
- D-15: K. Koike, S. Sato, N. Fukasawa, K. Onda, Y. Ishibashi, T. Katayama, H. Miyasaka, T. Morimoto, and O. Ishitani, "Photochemistry of higher excited fac-Re(bpy)(CO)<sub>3</sub>Cl", Second International Symposium on the Photofunctional Chemistry of Complex Systems (ISPCCS), Kona, Hawaii, USA, Dec. 12-14 (2010).
- D-16: O. Ishitani, "Synthesis, photophysics, and photocatalysis of linear-shaped and ring-shaped oligomers of Re(I) diimine Complexes", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(PACIFICHEM 2010), Honolulu, Hawaii, Dec. 15-20 (2010).
- D-17: O. Ishitani, "Artificial Photosynthesis using Metal Complexes", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(PACIFICHEM 2010), Honolulu, Hawaii, Dec. 15-20 (2010).
- D-18: O. Ishitani, "Artificial light harvesting systems with Ru-Re multinuclear complexes and mesoporous organosilica", IFPF 2010 in Hawaii, Honolulu, Hawaii, Dec. 21 (2010).
- D-19: T. Yui., K. Takagi, O. Ishitani, "Unique Photochemical Property of Dyes in Inorganic Nano-space" Seventh International Workshop on Supramolecular



- Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCPP11), Kusatsu, Shiga, Jun. 10-12 (2011).
- D-20: T. Yui., Y. Ueda, K. Koike, O. Ishitani, "Artificial Light-Harvesting System: Periodic Mesoporous Organo Silica and Metal Complex Hybrid", The 2nd Japan-Korea Collaborative Workshop on Next Generation Artificial Photosynthesis (JKAP2011), Sejong, Korea, Jul. 10-13 (2011).
- D-21: O. Ishitani, "Supramolecular photocatalysts for CO<sub>2</sub> reduction and hydrogen evolution", SPIE Optics + Photonics 2011, San Diego, California, US, Aug 21-25 (2011).
- D-22: O. Ishitani, "Development of highly efficient supramolecular CO<sub>2</sub> reduction photocatalysts with high turnover frequency and durability", Artificial Photosynthesis: Faraday Discussion 155, Edinburgh, UK, Sep. 5-7 (2011)
- D-23: O. Ishitani, "Artificial Multi-Step Light Harvesting System", The 3rd Asian Symposium on Advanced Materials –Chemistry & Physics of Functional Materials–(ASAM3), Fukuoka, Sep. 19-22 (2011).
- D-24: O. Ishitani, "Architecture of efficient photocatalysts for CO<sub>2</sub> reduction using transition metal complexes", 3rd Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC-3), New Delhi, India, Oct. 17-20 (2011).

② 口頭発表 (国内会議 118 件、国際会議 22 件)  
〈国内〉

A. 稲垣グループ

- A-1: 大橋雅卓、山中健一、青木昌雄、稲垣伸二、"ビオロゲン修飾メソポーラス有機シリカにおける電荷分離状態の形成"、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 27 日
- A-2: 猪飼正道、大谷修、山中健一、後藤康友、岡田正、稲垣伸二、"メソポーラス有機シリカハイブリッド材料から蛍光色素への高効率エネルギー移動"、2007 年春季第 54 回応用物理学関係連合講演会、青山学院大学、2007 年 3 月 27 日
- A-3: 山中健一、岡田正、後藤康友、大橋雅卓、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、"メソ多孔体骨格芳香族架橋基の励起状態ダイナミクス"、分子科学討論会 2007、東北大学川内北キャンパス、2007 年 9 月 18 日
- A-4: 岡田正、山中健一、大谷修、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、"フェニレンシリカメソ多孔体の励起状態ダイナミクス"、2007 年光化学討論会、信州大学松本キャンパス、2007 年 9 月 27 日
- A-5: 竹田浩之、大橋雅卓、谷孝夫、石谷治、稲垣伸二、"メソポーラス有機シリカ/Ru 錯体・Re 錯体複合体の合成と光化学特性"、2007 年光化学討論会、信州大学松本キャンパス、2007 年 9 月 27 日
- A-6: 谷孝夫、後藤康友、溝下倫大、嶋田豊司、大谷修、岡本健太郎、カプールマヘンドラ、稲垣伸二、"ビフェニル-シリカ、ナフタレン-シリカハイブリッドメソ多孔体の構造制御"、第 26 回無機高分子研究討論会、東京工業大学、2007 年 11 月 2 日
- A-7: 溝下倫大、後藤康友、カプールマヘンドラ、嶋田豊司、谷孝夫、稲垣伸二、"メソ多孔ナフタレン-シリカの合成と構造制御"、第 23 回ゼオライト研究発表会、秋田、2007 年 11 月 7 日
- A-8: 脇稔、溝下倫大、前川佳史、谷孝夫、長谷川健、嶋田豊司、稲垣伸二、"ビピリジン誘導体を担持したメソポーラス有機シリカの金属カチオン認識特性"、日本化学会第 88 春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008 年 3 月 26 日
- A-9: 大橋雅卓、後藤康友、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、"ビストリヒドロキシシリルビフェニル微結晶の加熱縮合処理による分子配向変化"、日本化学会第 88 春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008 年 3 月 26 日
- A-10: 大橋雅卓、山中健一、中島清隆、青木昌雄、谷孝夫、稲垣伸二、"メソポーラス有機シリカ

- カの光誘起電荷分離特性を利用した水素生成”、2008 年光化学討論会、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- A-11: 溝下倫大、山中健一、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、“ビフェニレンおよびナフチレン架橋基を有するメソポーラス有機シリカの蛍光ダイナミクス”、2008 年光化学討論会、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- A-12: 谷孝夫、溝下倫大、後藤康友、稲垣伸二、“可視光応答性メソポーラス有機シリカ蛍光材料”、日本セラミックス協会第 21 回秋季シンポジウム、北九州、2008 年 9 月 17-19 日
- A-13: 竹田浩之、大橋雅卓、谷孝夫、石谷治、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカ/Re 錯体複合体による CO<sub>2</sub>還元光触媒反応”、触媒学会第 102 回触媒討論会、名古屋大学、2008 年 9 月 23-26 日
- A-14: 大橋雅卓、中島清隆、山中健一、青木昌雄、谷孝夫、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカ/ビオロゲン/白金光触媒による水素生成反応”、触媒学会第 102 回触媒討論会、名古屋大学、2008 年 9 月 23-26 日
- A-15: 白井聡一、谷孝夫、兵頭志明、稲垣伸二、“多参照摂動法による芳香族二量体の電子状態計算”、分子科学会第 2 回分子科学討論会、福岡、2008 年 9 月 24-27 日
- A-16: 大谷修、竹田浩之、後藤康友、岡本健太郎、猪飼正道、大橋雅卓、山中健一、谷孝夫、岡田正、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの光捕集機能と光触媒系の構築”、第 27 回固体・表面光化学討論会、徳島大学、2008 年 11 月 23-24 日
- A-17: 大谷修、竹田浩之、後藤康友、岡本健太郎、猪飼正道、大橋雅卓、山中健一、谷孝夫、岡田正、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの光捕集アンテナ機能”、第 24 回ゼオライト研究発表会、東京、2008 年 11 月 26-27 日
- A-18: 後藤康友、大橋雅卓、溝下倫大、大砂哲、須田雅彦、田中夏子、谷孝夫、嶋田豊司、稲垣伸二、“有機シリカ結晶の合成と縮合による有機基の配向変化”、第 24 回ゼオライト研究発表会、東京、2008 年 11 月 26-27 日
- A-19: 竹田浩之、後藤康友、前川佳史、大砂哲、谷孝夫、嶋田豊司、稲垣伸二、“可視光捕集アクリドン架橋メソポーラスシリカの合成”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- A-20: 溝下倫大、猪飼正道、谷孝夫、稲垣伸二、“ホール輸送性フェニレンビニレン-シリカメソ構造薄膜の合成”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- A-21: 脇稔、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“ピリジン架橋型メソポーラス有機シリカの合成と金属イオン認識特性”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- A-22: 玉懸未久歩、石田玉青、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、春田正毅、“メソポーラス有機シリカハイブリッドへの金ナノ粒子の担持と酸化触媒活性”、日本化学会第 3 回関東支部大会、早稲田大学、2009 年 9 月 4-5 日
- A-23: 猪飼正道、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“正孔輸送性メソポーラス有機シリカ膜”、2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会、富山大学、2009 年 9 月 8-11 日
- A-24: 溝下倫大、後藤康友、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二、“蛍光性有機シリカメソ構造薄膜の構築と色素ドーピングによる多色化”、第 58 回高分子討論会、熊本大学、2009 年 9 月 16-18 日
- A-25: 山中健一、岡田正、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカにおける架橋ビフェニル部位の励起状態ダイナミクス”、2009 年光化学討論会、桐生、2009 年 9 月 16-18 日
- A-26: 白井聡一、谷孝夫、兵頭志明、稲垣伸二、“有機シリカ材料中の有機基間相互作用の理論計算”、第 3 回分子科学討論会 2009、名古屋大学、2009 年 9 月 21-24 日
- A-27: 大橋雅卓、竹田浩之、山中健一、谷孝夫、稲垣伸二、“可視光吸収型メソポーラス有機シリカを用いた水素生成光触媒系の構築”、第 104 回触媒討論会、宮崎大学、2009 年 9 月 27-30 日
- A-28: 後藤康友、溝下倫大、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの発光材料への応用”、第 25 回ゼオライト研究発表会、北九州、2009 年 11 月 25-26 日

- A-29: 竹田浩之、後藤康友、前川佳史、大砂哲、谷孝夫、嶋田豊司、稲垣伸二、“アクリドン架橋メソポーラス有機シリカの可視光捕集機能を利用した光触媒反応”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 26-29 日
- A-30: 前川佳史、溝下倫大、谷孝夫、嶋田豊司、稲垣伸二、“アリルシラン化合物のゾルゲル重縮合反応に及ぼす溶媒の影響”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 26-29 日
- A-31: 大橋雅卓、竹田浩之、山中健一、谷孝夫、稲垣伸二、“白金担持可視光吸収型メソポーラス有機シリカによる水素生成光触媒系の構築”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 26-29 日
- A-32: 脇稔、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“ピリジン架橋メソポーラス有機シリカの金属イオン吸着特性”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 26-29 日
- A-33: 竹田浩之、大橋雅卓、谷孝夫、稲垣伸二、“アクリドン架橋メソポーラス有機シリカの可視光捕集機能を利用した酸素発生反応”、2010 年光化学討論会、千葉大学、2010 年 9 月 8-10 日
- A-34: 脇稔、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“フェニルピリジン架橋型メソポーラス有機シリカの合成とその金属錯体形成能”、第 21 回基礎有機化学討論会、名古屋大学、2010 年 9 月 9-11 日
- A-35: 白井聡一、谷孝夫、旭良司、稲垣伸二、“有機シリカ材料中有機基が形成するエキシマーの構造および物性の理論的予測”、第 4 回分子科学討論会、大阪大学、2010 年 9 月 14-17 日
- A-36: 山中健一、岡田正、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、“フェニレンシリカメソ多孔体における架橋有機基の励起拡散トラップ過程”、第 4 回分子科学討論会、大阪大学、2010 年 9 月 14-17 日
- A-37: 溝下倫大、谷孝夫、忍久保洋、稲垣伸二、“ペリレンビスイミドを架橋基とするメソポーラス有機シリカの合成”、第 59 回高分子討論会、北海道大学、2010 年 9 月 15-17 日
- A-38: 後藤康友、溝下倫大、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二、“多色発光性メソポーラス有機シリカ透明膜の合成”、2010 年度色材研究発表会、東京、2010 年 11 月 4-5 日
- A-39: 脇稔、谷孝夫、稲垣伸二、“金属配位子を架橋有機基に用いた新規メソポーラス有機シリカの創製”、第 26 回ゼオライト研究発表会、東京、2010 年 12 月 2-3 日
- A-40: 後藤康友、大橋雅卓、北里慎悟、梅本明成、亀井稔之、谷孝夫、嶋田豊司、稲垣伸二、“ポルフィリン基架橋メソポーラス有機シリカの合成”、第 26 回ゼオライト研究発表会、東京、2010 年 12 月 2-3 日
- A-41: 猪飼正道、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二、“有機シリカ薄膜を p 型層に用いた光電変換素子”、2011 年春季第 58 回応用物理学関係連合講演会、神奈川工科大学、2011 年 3 月 24-27 日
- A-42: 溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“長距離均一配向したペリレンビスイミドシリカハイブリッド導電性薄膜の作製”、日本化学会第 91 回春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- A-43: 前川佳史、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“電子活性な有機基を導入したアリルシラン化合物からのメソ構造化有機シリカ薄膜の合成”、日本化学会第 91 回春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- A-44: 脇稔、溝下倫大、大橋雅卓、谷孝夫、稲垣伸二、“金属錯体を骨格に有するメソポーラス有機シリカの合成とその物性”、日本化学会第 91 回春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- A-45: 竹田浩之、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、“アクリドン架橋メソポーラス有機シリカを光捕集担体とした酸素発生光触媒”、日本化学会第 91 回春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- A-46: 白井聡一、岩田末廣、谷孝夫、稲垣伸二、“MCQDPT による芳香族エキシマーに関する理論的研究”、第 14 回理論化学討論会、岡山大学、2011 年 5 月 12-14 日

- A-47: 竹田浩之、大橋雅卓、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、“可視光捕集機能を有するアクリドン架橋メソポーラス有機シリカを利用した水の酸化光触媒反応の高効率化”、2011年光化学討論会、宮崎観光ホテル、2011年9月6-8日
- A-48: 猪飼正道、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二、“有機シリカ薄膜をp型層とした光電変換素子”、2011年電気化学秋季大会、朱鷺メッセ(新潟市)、2011年9月9-11日
- A-49: 山中健一、岡田正、後藤康友、猪飼正道、谷孝夫、稲垣伸二、“ビフェニル架橋メソポーラス有機シリカから細孔中クマリン色素へのエネルギー移動機構”、第5回分子科学討論会、札幌コンベンションセンター、2011年9月20-23日
- A-50: 白井聡一、谷孝夫、稲垣伸二、“量子化学計算による分子結晶および有機シリカのホール移動度の理論的予測”、第5回分子科学討論会、札幌コンベンションセンター、2011年9月20-23日
- A-51: 小田雅文、谷孝夫、稲垣伸二、“新規フタロシアニン架橋アルコキシシランの合成とそのメソポーラス有機シリカ化”、第22回基礎有機化学討論会、つくば国際会議場、2011年9月21-23日
- A-52: 溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“長距離均一配向したペリレンビスイミドシリカ導電性薄膜の合成”、第60回高分子討論会、岡山大学、2011年9月28-30日
- A-53: 溝下倫大、谷孝夫、忍久保洋、稲垣伸二、“細孔壁内部にカラム状 $\pi$ スタック構造を有するメソポーラス有機シリカの合成”、第27回ゼオライト研究発表会、関西大学、2011年12月1-2日
- A-54: 小田雅文、関純太郎、猪飼正道、谷孝夫、稲垣伸二、“ポリスチレン系ブロック高分子を鋳型に用いたメソポーラス有機シリカ薄膜の作製”、第27回ゼオライト研究発表会、関西大学、2011年12月1-2日
- A-55: 脇稔、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“架橋有機基に金属配位子を有するメソポーラス有機シリカの創製と錯形成”、第27回ゼオライト研究発表会、関西大学、2011年12月1-2日
- A-56: 谷孝夫、大橋雅卓、前川佳史、山中健一、後藤康友、大砂哲、竹田浩之、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカを利用した水素生成光触媒反応系”、日本セラミックス協会2012年年会、京都大学、2012年3月19-21日
- A-57: 大橋雅卓、前川佳史、山中健一、後藤康友、竹田浩之、大砂哲、谷孝夫、稲垣伸二、“メチルアクリドン架橋型メソポーラス有機シリカによる水素生成光触媒反応”、日本化学会第92春季年会(2012)、川崎市、2012年3月25-28日
- A-58: 前川佳史、猪飼正道、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、“電子活性な有機基を導入した有機シリカの合成とその光電変換機能”、日本化学会第92春季年会(2012)、川崎市、2012年3月25-28日
- A-59: 脇稔、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“ビピリジン架橋メソポーラス有機シリカの金属スカベンジャー機能”、日本化学会第92春季年会(2012)、川崎市、2012年3月25-28日
- A-60: 溝下倫大、山中健一、廣戸聡、忍久保洋、谷孝夫、稲垣伸二、“メソ構造有機シリカ骨格から細孔内ゲストへの励起エネルギー移動および電子移動”、日本化学会第92春季年会(2012)、川崎市、2012年3月25-28日
- A-61: 竹田浩之、谷孝夫、稲垣伸二、“ルテニウムトリス(ビピリジン)錯体を細孔壁に導入したメソポーラス有機シリカの合成と有機系光触媒の構築”、日本化学会第92春季年会(2012)、川崎市、2012年3月25-28日
- A-62: 脇稔、谷孝夫、稲垣伸二 “ ”、日本化学会第92春季年会(2012)、川崎市、2012年3月25-28日
- B. 嶋田グループ
- B-1: 前川佳史、嶋田豊司、“高機能有機-無機ハイブリッド材料合成への新展開：炭素-金属結合(C-Mg, C-B, C-Sn)を有するアリルシリルアレーンの新規合成”、日本化学会第87春季年会、関西大学、2007年3月25日

- B-2: 永野豊浩、嶋田豊司、“軸不斉エチニルアレーン類の合成およびゾルゲル前駆体への変換”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 25 日
- B-3: 田中夏子、溝下倫大、前川佳史、長谷川健、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“アリルシリルスピロビフルオレンゾルゲル前駆体およびそのメソポーラスシリカ薄膜の合成”、日本化学会第 88 春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008 年 3 月 26-30 日
- B-4: Yogesh R JORAPUR、溝下倫大、前川佳史、松本和訓、中川浩気、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“メーヤワイン試薬を触媒として用いシラノールフリーシリカゲルを与える新規ゾルゲル法の開発とその反応機構に関する検討”、日本化学会第 88 春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008 年 3 月 26-30 日
- B-5: 松本和訓、前川佳史、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“メソポーラスアクリドンシリカの合成と光化学特性”、日本化学会第 88 春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008 年 3 月 26-30 日
- B-6: 中川浩気、Y. Jorapur、亀井稔之、嶋田豊司、“シラノールフリー(有機)シリカゲルのクロスカップリング反応への添加剤としての効果”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- B-7: Y. Jorapur、溝下倫大、水谷祐介、中川浩気、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“種々の金属アルコキシドのゾルゲル縮重合反応におけるメーヤワイン試薬の有用性”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- B-8: 梅本明成、前川佳史、溝下倫大、北里慎悟、亀井稔之、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“メソポーラスポルフィリンシリカハイブリッドの合成”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- B-9: 長谷川健、前川佳史、溝下倫大、亀井稔之、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“トリス(ビピリジン)ルテニウム錯体のみから構成されるメソポーラスシリカ薄膜の合成”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- B-10: 芝口廣司、亀井稔之、佐古真、嶋田豊司、“ルイス酸が触媒する位置選択的ヨウ素化”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 27 日
- B-11: 北里慎悟、笹岡孝裕、亀井稔之、嶋田豊司、“ゾルゲル前駆体として機能する多置換アリアルリルシラン誘導体の合成”、日本化学会第 91 回春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- B-12: 佐古真、亀井稔之、嶋田豊司、“3,3',6,6'-四置換ビナフトールの新規合成法”、日本化学会第 91 回春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日

#### C. 宮坂グループ

- C-1: 伊藤剛志、石橋千英、長澤裕、宮坂博、“イオン液体中における 9,9'-ビアントリルの電荷移動反応ダイナミクス”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 25 日
- C-2: 磯崎勝弘、高谷光、直田健、片山哲郎、伊都将司、宮坂博、“パラジウム結合型ジペプチドのレーザー応答性自己組織化”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 25 日
- C-3: 片山哲郎、石橋千英、宮坂博、“ポリ(N-ビニルカルバゾール)固体フィルムのフェムト秒~マイクロ秒電子移動ダイナミクス”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 26 日
- C-4: 姜舜徹、安田雅一、梅山有和、俣野善博、宮坂博、今堀博、“アミノポルフィリン修飾量子ドットの合成と光物性”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 26 日
- C-5: 石橋千英、向井田真行、宮坂博、山口忠承、小島誠也、入江正浩、“アリアルエテン誘導体における多光子開環反応と分子の対称性との関係”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 27 日
- C-6: 谷賢輔、石橋千英、宮坂博、小島誠也、入江正浩、“固相におけるジアリアルエテン

- 誘導体のレーザー誘起多光子フォトクロミック反応挙動”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 27 日
- C-7: 伊都将司、問谷直希、宮坂博、“光放射圧下の分子の拡散挙動：蛍光相関分光法とブラウン動力学シミュレーションによる検討”、第1回分子科学討論会、東北大学川内北キャンパス、2007 年 9 月 19 日
- C-8: 安田雅一、福谷祥平、伊都将司、宮坂博、“液滴中におけるペリレンジイミド類の単一分子レベルの分光計測”、2007 年光化学討論会、信州大学松本キャンパス、2007 年 9 月 28 日
- C-9: 梶貴博、伊都将司、岩井成憲、宮坂博、“単一分子光子統計による1本鎖DNA・色素結合系の構造揺らぎダイナミクスの解析”、日本化学会第88春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008年3月27日
- C-10: 楠見崇嗣、竹井敏、伊都将司、宮坂博、“単分子計測で見る高分子架橋過程の階層性”、日本化学会第 88 春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008 年 3 月 28 日
- C-11: 片山哲郎、石橋千英、森井勇次、宮坂博、“フェムト秒時間領域におけるポリ(N-ビニルカルバゾール)系の電子移動ダイナミクス”、2008 年光化学討論会、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- C-12: 片山哲郎、石橋千英、森井勇次、宮坂博、“ポリ(N-ビニルカルバゾール)系のフェムト秒時間領域における側鎖カチオン状態の非局在化ダイナミクス”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- C-13: 森井勇次、片山哲郎、石橋千英、宮坂博、“フェムト秒近赤外分光法を用いた poly(1- or 2-vinylnaphthalene)系におけるカチオンの非局在化ダイナミクス”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- C-14: 梅里俊之、石橋千英、片山哲郎、宮坂博、山口忠承、小島誠也、入江正浩、“ジアリールエテン誘導体の一光子開環反応に対する置換基・溶媒効果”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- C-15: 伊都将司、前田健太郎、伊藤航、竹井敏、宮坂博、“単分子追跡による反応性高分子材料のマイクロ不均一性評価”、2009 年光化学討論会、桐生、2009 年 9 月 16-18 日(2A07)
- C-16: 山田恵亮、伊都将司、宮坂博、溝下倫大、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二 “メソポーラス有機シリカ中のゲスト分子の並進拡散過程：単一分子測定によるホスト-ゲスト相互作用と拡散の評価”、日本化学会第 91 春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- C-17: 石橋千英、片山哲郎、宮坂博、山中健一、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、“フェムト秒時間分解分光計測によるビフェニル骨格を有する有機シリカ固体フィルムの光励起緩和過程”、日本化学会第 91 春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- C-18: 片山哲郎、石橋千英、宮坂博、“ポリ(N-ビニルカルバゾール)系のフェムト秒時間領域における側鎖カチオン状態の非局在化ダイナミクスの溶媒依存性”、日本化学会第 91 春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- C-19: 石橋千英、片山哲郎、宮坂博、山中健一、後藤康友、谷孝夫、岡田正、稲垣伸二、“時間分解分光計測によるビフェニル骨格を有する有機シリカ固体フィルムの光励起緩和過程の解明”、第 5 回分子科学討論会、札幌コンベンションセンター、2011 年 9 月 20-23 日
- C-20: 伊都将司、前田健太郎、竹井敏、宮坂博、“非晶質高分子固体中単一ゲスト分子の異常拡散と拡散係数の空間相関”、第 5 回分子科学討論会、札幌コンベンションセンター、2011 年 9 月 20 日-23 日
- D. 石谷グループ
- D-1: 伊藤めぐみ、山本洋平、小池和英、森本樹、小島達弘、尾関智二、石谷治、“分子内芳香環相互作用を制御因子とするレニウム(II)錯体のデュアルエミッション”、日本化学会第 88 春季年会、東京都、2008 年 03 月 26 日-30 日
- D-2: 山本洋平、小池和英、石谷治、Ru(II)錯体を連結した直鎖状 Re(I)多核錯体の分子内光エネルギー移動、日本化学会第 88 春季年会、東京都、2008 年 03 月 26 日-30 日

- D-3: 上村直弥、山本洋平、小池和英、石谷治、“光励起電子移動の方向性制御を目指したレニウム(I)多核錯体の合成と光物性”、日本化学会第 88 春季年会、東京都、2008 年 03 月 26 日-30 日
- D-4: 船田裕佑、山本洋平、森本樹、小池和英、石谷治、“光捕集リング状 Re(I)多核錯体の合成と光物性”、日本化学会第 88 春季年会、東京都、2008 年 03 月 26 日-30 日
- D-5: 森本樹、伊藤めぐみ、椿英明、小池和英、石谷治、“配位子間相互作用を利用した金属錯体の構造規制と物性制御”、第 21 回配位化合物の光化学討論会(2008)、北里大学、2008 年 8 月 5-7 日
- D-6: 福嶋理恵、森本樹、小池和英、石谷治、“ヒ素およびアンチモン配位子を有するレニウム(I)単核錯体における配位子間相互作用”、第 58 回錯体化学討論会(2008)、金沢大学、2008 年 9 月 20-22 日
- D-7: 船田裕佑、山本洋平、森本樹、小池和英、石谷治、“種々の二座リン配位子で架橋された光捕集リング状レニウム多核錯体の合成と光物性”、第 58 回錯体化学討論会(2008)、金沢大学、2008 年 9 月 20-22 日
- D-8: 森本樹、伊藤めぐみ、小池和英、石谷治、“分子内芳香環相互作用による金属錯体の光物性制御”、2008 年光化学討論会(2008)、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- D-9: 山本洋平、竹田浩之、稲垣伸二、小池和英、石谷治、“発光性金属多核錯体を導入したメソポーラス有機シリカ超複合体の合成と光物性”、日本化学会第 89 春季年会(2009)、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- D-10: 中川優樹、山本洋平、小池和英、森本樹、石谷治、“リング状レニウム(I) 4 核錯体の合成と CO<sub>2</sub> 還元光触媒能”、第 59 回錯体化学討論会、長崎大学、2009 年 9 月 25-27 日
- D-11: 由井樹人、関澤佳太、竹田浩之、稲垣伸二、石谷治、“メソポーラス有機シリカへの Ru 錯体の固定化と光エネルギー移動反応”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 26-29 日
- D-12: 浅谷剛、中川優樹、由井樹人、石谷治 “リング状 Re(I)多核錯体とポリ酸との新規複合体の合成と光物性”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 26-29 日
- D-13: 小池和英、佐藤俊介、深澤直人、恩田 健、石橋千英、片山哲郎、宮坂 博、森本樹、石谷 治、“Re(I)ジイミントリカルボニルクロライド錯体の光化学 ～高励起状態からの光配位子交換・異性化反応～”、第22回配位化合物の光化学討論会、富山市、2010 年 8 月 3-5 日
- D-14: T. Yui, K. Sekizawa, H. Takeda, K. Koike, S. Inagaki, O. Ishitani, “ポーラス有機シリカ/金属錯体複合体の光捕集特性”、2010 年 光化学討論会、千葉、2010 年 9 月 8-10 日
- D-15: 小池和英、佐藤俊介、深澤直人、恩田健、石橋千英、片山哲郎、宮坂博、石谷治、“高励起状態からの Re(I)ジイミントリカルボニルクロライド錯体の光化学的緩和過程”、2010 年光化学討論会、千葉、2010 年 9 月 8-10 日
- D-16: 由井樹人、関澤佳太、竹田浩之、稲垣伸二、石谷治、“有機メソポーラスシリカ/Ru 錯体複合体における光エネルギー移動反応”、日本化学会第 91 回春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- D-17: 上田裕太郎、由井樹人、竹田浩之、稲垣伸二、石谷治、“アクリドン架橋メソポーラス有機シリカと Ru(II)錯体の複合化による光捕集系の構築”、日本化学会第 91 回春季年会(2011)、神奈川大学、2011 年 3 月 26-29 日
- D-18: 浅谷剛、森本樹、由井樹人、石谷治、“レニウム(I)錯体-ポリ酸ハイブリッドの光多電子還元とその光触媒特性”、第 23 回 配位化合物の光化学討論会、長野県上田市、2011 年 8 月 4-6 日
- D-19: 由井樹人、上田裕太郎、関澤佳太、竹田浩之、小池和英、稲垣伸二、石谷治、“有機メソポーラスシリカ/金属錯体複合体の光機能”、2011 年光化学討論会、宮崎市、2011 年 9 月 6-8 日
- D-20: 上田裕太郎、由井樹人、竹田浩之、稲垣伸二、石谷治、“光捕集型光触媒: Ru(II)-Re(I)

- 複核錯体 - メソポーラス有機シリカハイブリッドの合成と CO<sub>2</sub> 還元特性”、錯体化学会第 61 回討論会、岡山市、2011 年 9 月 17-19 日
- D-21: 田中真璃奈、森本樹、小池和英、石谷治、“リング状 Re(I)多核錯体を光増感剤として用いた高効率 CO<sub>2</sub> 還元光触媒反応”、錯体化学会第 61 回討論会、岡山市、2011 年 9 月 17-19 日
- D-22: 森本樹、田中真璃奈、中川優樹、石谷治、“Photocatalytic CO<sub>2</sub> reduction using multi-nuclear rhenium(I) complexes”、錯体化学会第 61 回討論会、岡山市、2011 年 9 月 17-19 日
- D-23: 上田裕太郎、竹田浩之、稲垣伸二、小池和英、由井樹人、石谷治、“金属錯体 - メソポーラス有機シリカ複合体を用いた可視光捕集 CO<sub>2</sub> 還元光触媒系の構築”、日本化学会第 92 春季年会(2012)、川崎市、2012 年 3 月 25-28 日
- D-24: 田中真璃奈、森本樹、小池和英、石谷治、“リング状レニウム(I)多核錯体を光増感剤として用いた高機能 CO<sub>2</sub> 還元光触媒反応”、日本化学会第 92 春季年会(2012)、川崎市、2012 年 3 月 25-28 日

〈国際〉

A. 稲垣グループ

- A-1: N. Mizoshita, Y. Goto, T. Tani and S. Inagaki, “Highly Fluorescent Mesoporous Materials Comprised of Oligo(Phenylenevinylene)-Silica Hybrids”, Nanoporous Materials-V (Nano-5), Vancouver, Canada, May 25 - 28 (2008).
- A-2: Y. Goto, N. Mizoshita, O. Ohtani, T. Okada, T. Shimada, T. Tani and S. Inagaki, “Fluorescent Aromatic-Silica Mesoporous Thin Films”, 10th International Conference on Ceramic Processing Science (ICCPS-10), Inuyama, Japan, May 25 - 28 (2008).
- A-3: Y. Goto, N. Mizoshita, O. Ohtani, T. Okada, T. Shimada, T. Tani and S. Inagaki, “Synthesis of mesoporous aromatic silica thin films and their fluorescence properties”, 4th FEZA Conference, Paris, France, Sep. 2-6 (2008).
- A-4: H. Takeda, M. Ohashi, T. Tani, O. Ishitani and S. Inagaki, “Artificial Light-Harvesting Antenna for Photocatalytic CO<sub>2</sub> Reduction”, 18th International Symposium on the Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds (18th ISPPCC), Sapporo, Japan, Jul. 4-9 (2009).
- A-5: M. Ohashi, M. Aoki, K. Yamanaka, K. Nakajima, T. Ohsuna, T. Tani and S. Inagaki, “Periodic Mesoporous Organosilica-Based Donor-Acceptor System for Photocatalytic Hydrogen Evolution”, International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals (ZMPC2009), Tokyo, Japan, Aug. 3-7 (2009).
- A-6: N. Mizoshita, Y. Goto, Y. Maegawa, T. Tani and S. Inagaki, “Efficient and Color-Tunable Photoluminescence of Periodic Mesostructured Organosilica Films”, 2010 MRS Spring Meeting, San Francisco, USA, Apr. 5-9 (2010).
- A-7: M. Waki, N. Mizoshita, Y. Maegawa, T. Hasegawa, T. Tani, T. Shimada and S. Inagaki, “Amplified Metal Ion Detection by Periodic Mesoporous Organosilica Chemosensor”, 10th International Conference on Fundamentals of Adsorption (FOA10), Awaji, Japan, May 23-28 (2010).
- A-8: M. Waki, N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, “Crystal-like Pyridine-bridged Periodic Mesoporous Organosilica”, 16th International Zeolite Conference and 7th International Mesostructured Materials Symposium (IZC16 & IMMS7), Sorrento, Italy, July 4-9 (2010).
- A-9: B. Camarota, Y. Goto, S. Inagaki, E. Garrone and B. Onida, “A joined study, by XPS and in-situ FTIR spectroscopy of adsorbed pyrrole, of oxygen sites on Periodic Mesoporous Organosilicas”, 16th International Zeolite Conference and 7th International Mesostructured Materials Symposium (IZC16 & IMMS7), Sorrento, Italy, Jul. 4-9 (2010).
- A-10: T. Tani, H. Takeda, N. Mizoshita and S. Inagaki, “Optically Functionalized



- Periodic Mesoporous Organosilica”, International Conference on Ceramic Processing Science (ICCPS-11), Zurich, Switzerland, Aug. 29-Sep. 1 (2010).
- A-11: T. Tani, H. Takeda, M. Ohashi and S. Inagaki, “Light Energy Conversion Systems Based on Periodic Mesoporous Organosilica”, E-MRS 2011 Spring Meeting, Nice, France, May 9-13 (2011).
- A-12: S. Inagaki, “Synthesis of Highly Functional Periodic Mesoporous Organosilicas and Their Applications to Photoconversion Systems”, 16th International Symposium on Silicon Chemistry (ISOS XVI), Hamilton, Canada, Aug. 14-18 (2011).
- A-13: M. Waki, N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, “Periodic Mesoporous Organosilicas Bearing Metal Complexes onto the Pore Surface”, Nonoporous materials-VI, Banff, Canada, Aug. 21-24 (2011).

B. 嶋田グループ

- B-1: T. Shimada, Y. Maegawa, T. Nagano, H. Nakagawa, T. Yabuno and T. Hasegawa, “Molecular Building Blocks for Allylsilane Sol-Gel Precursors”, 54th Symposium on Organometallic Chemistry, Hiroshima, Oct. 27-28 (2007).
- B-2: Y. Jorapur, N. Mizoshita, Y. Maegawa, H. Nakagawa, T. Hasegawa, T. Tani, S. Inagaki and T. Shimada, “A NOVEL APPROACH TO SILANOL FREE SILICA GELS VIA SOL-GEL POLYCONDENSATIONS USING MEERWEIN’S REAGENT AND STUDIES ON REACTION MECHANISM”, The 15th International Symposium on Organosilicon Chemistry, Jeju, Korea, Jun. 1-6 (2008).
- B-3: Y. Jorapur, N. Mizoshita, Y. Maegawa, H. Nakagawa, T. Hasegawa, T. Tani, S. Inagaki and T. Shimada, “Meerwein’s Reagent: A Catalyst for Sol-Gel Polycondensations to Silanol Free Silica Gel in a Non-aqueous Medium and Studies on the Reaction Mechanism”, The 5th International Symposium on Integrated Synthesis, Kobe, Japan, Sep. 5-6 (2008).

C. 宮坂グループ

- C-1: S. Ito, T. Sugiyama, N. Toitani and H. Miyasaka, “Local Temperature at the Focus of Near Infrared Laser Beam in Optical Tweezing” XXIII International Conference on Photochemistry, Cologne, Germany, Jul. 29–Aug. 2 (2007).
- C-2: S. Ito, K. Itoh, T. Kusumi, K. Maeda, S. Takei and H. Miyasaka, “Microscopic Heterogeneity in Polymeric Thin Film Material Evaluated by Wide-Field Fluorescence Microscopy”, XXIV International Conference on Photochemistry (ICP2009), Toledo, Spain, Jul. 19-24 (2009).
- C-3: H. Miyasaka, T. Katayama, Y. Ishibashi, J. Brazard, P. Plaza and Monique M. Martin, “Femtosecond Dynamics of Electron Transfer Processes in Photoconductive Poly(N-vinylcarbazole) Amorphous Solid”, XXIII IUPAC Symposium on Photochemistry, Ferrara, Italy, Jul. 11-16 (2010).
- C-4: Y. Ishibashi, T. Katayama, S. Ito, H. Miyasaka, K. Yamanaka, Y. Goto, T. Tani and S. Inagaki, “Ultrafast Excited-state Dynamics of Biphenyl Bridged Organosilicas in Solid films”, 6th Asian Photochemistry Conference 2010, Wellington, New Zealand, Nov. 14-18 (2010).

D. 石谷グループ

- D-1: Y. Ueda, T. Yui, H. Takeda, S. Inagaki and O. Ishitani, “Reduction using Acridone-bridged Mesoporous Organosilica as a Visible-Light-Harvesting Unit and a Ru(II)-Re(I) Photocatalyst”, The 2nd Japan-Korea Collaborative Workshop on Next Generation Artificial Photosynthesis (JKAP2011), Sejong, Korea, Jul. 10-13 (2011).

D-2: T. Yui, "Artificial Photosynthesis using Inorganic and Organic Hybrid Materials", Workshop on Interdisciplinary Photochemistry 2011 at Miyazaki, Aoshima, Miyazaki, Sep. 8-9 (2011).

③ ポスター発表 (国内会議 90 件、国際会議 53 件)

〈国内〉

A. 稲垣グループ

- A-1: 溝下倫大、後藤康友、カプールマヘンドラ、嶋田豊司、谷孝夫、稲垣伸二、“2,6-ナフチレン架橋型有機シリカハイブリッドの発光特性”、2007 年光化学討論会、信州大学松本キャンパス、2007 年 9 月 27 日
- A-2: 山中健一、岡田 正、後藤康友、大橋雅卓、谷孝夫、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの骨格ビフェニル分子内緩和ダイナミクス”、2007 年光化学討論会、信州大学松本キャンパス、2007 年 9 月 28 日
- A-3: 谷藤尚貴、猪飼正道、谷孝夫、稲垣伸二、“ジアーリールエテン担持型メソポーラス有機シリカの発光特性”、第 37 回構造有機化学討論会、北海道大学、2007 年 10 月 29 日
- A-4: 前川佳史、溝下倫大、嶋田豊司、谷孝夫、稲垣伸二、“可視光吸収型メソポーラス有機シリカの光捕集機能”、2008 年光化学討論会、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- A-5: 脇稔、溝下倫大、前川佳史、谷孝夫、嶋田豊司、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカの光捕集機能を利用した高感度金属イオン認識”、2008 年光化学討論会、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- A-6: 山中健一、岡田正、後藤康友、大橋雅卓、谷孝夫、稲垣伸二、“ビフェニル骨格を有する種々の有機シリカ固体の光励起緩和過程”、2008 年光化学討論会、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- A-7: 白井聡一、谷孝夫、兵頭志明、稲垣伸二、“高精度 *ab initio* 分子軌道法による芳香族エキシマーの電子状態計算”、2008 年光化学討論会、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- A-8: 竹田浩之、大橋雅卓、谷 孝夫、石谷 治、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカを利用した CO<sub>2</sub> 還元光触媒系の構築”、第 27 回固体・表面光化学討論会、徳島大学、2008 年 11 月 23-24 日
- A-9: 白井聡一、谷孝夫、兵頭志明、稲垣伸二、“量子化学計算による有機シリカ材料中の有機基の物性解析”、第 12 回理論化学討論会、東京大学、2009 年 5 月 28-30 日
- A-10: 前川佳史、溝下倫大、谷孝夫、嶋田豊司、稲垣伸二、“アリルシラン化合物のゾルゲル重縮合反応に及ぼす溶媒の影響”、日本ゾルゲル学会第 7 回討論会、京都、2009 年 7 月 30-31 日
- A-11: 竹田浩之、後藤康友、前川佳史、大砂哲、谷孝夫、松本和訓、嶋田豊司、稲垣伸二、“可視光捕集アクリドンメソポーラス有機シリカを利用した光触媒系の構築”、2009 年光化学討論会、桐生、2009 年 9 月 16-18 日
- A-12: 白井聡一、谷孝夫、兵頭志明、稲垣伸二、“分子軌道法による有機シリカ材料中の有機基間相互作用の解析”、2009 年光化学討論会、桐生、2009 年 9 月 16-18 日
- A-13: 脇稔、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、“ピリジン架橋型メソポーラス有機シリカの金属イオン認識特性”、第 20 回基礎有機化学討論会、群馬大学、2009 年 9 月 28-30 日
- A-14: 白井聡一、谷孝夫、稲垣伸二、“有機シリカ材料中有機基の励起状態における挙動の理論的予測:ベンゼン三量体をモデルとして”、第 13 回理論化学討論会、北海道大学、2010 年 5 月 23-25 日
- A-15: 谷孝夫、竹田浩之、大橋雅卓、溝下倫大、稲垣伸二、“光・電子機能性骨格を有するメソポーラス有機シリカの合成”、日本ゾルゲル学会第 8 回討論会、名古屋大学、2010 年 7 月 29-30 日
- A-16: 後藤康友、溝下倫大、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二、“多色発光性メソポーラス有機シリカ透明膜の合成”、日本ゾルゲル学会第 8 回討論会、名古屋大学、2010 年 7 月 29-30 日

- A-17: 白井聡一、谷孝夫、旭良司、稲垣伸二、“有機シリカ材料中有機基の励起状態における挙動の理論的予測”、2010年光化学討論会、千葉大学、2010年9月8-10日
- A-18: 竹田浩之、谷孝夫、稲垣伸二、“ルテニウムビピリジン錯体架橋規則性メソポーラス有機シリケートの合成”、60回錯体化学討論会、大阪、2010年9月27-30日
- A-19: 小田雅文、谷孝夫、稲垣伸二、“16個のアルコキシシリル基を置換した立体障害性フタロシアニン錯体の合成”、日本化学会第91回春季年会(2011)、神奈川大学、2011年3月26-29日
- A-20: 大橋雅卓、前川佳史、竹田浩之、谷孝夫、稲垣伸二、“可視光吸収型メソポーラス有機シリカを用いた水素生成光触媒系の構築”、第107回触媒討論会、首都大学東京、2011年3月29-30日
- A-21: 後藤康友、大橋雅卓、北里慎悟、梅本明成、亀井稔之、谷孝夫、嶋田豊司、稲垣伸二、“可視光応答性ポルフィリン架橋メソポーラス有機シリカの合成”、日本ゾルゲル学会第9回討論会、関西大学、2011年7月28-29日
- A-22: 竹田浩之、大橋雅卓、谷孝夫、稲垣伸二、“ルテニウムトリス(ビピリジン)錯体を細孔壁に導入したメソポーラス有機シリカの合成と光機能”、第23回配位化合物の光化学討論会、信州大学、2011年8月4-6日
- A-23: 稲垣伸二、竹田浩之、大橋雅卓、後藤康友、谷孝夫、“メソポーラス有機シリカを光捕集系とした人工光合成の構築”、第1回「フォーラム:人工光合成」、科学技術振興機構東京本部地階ホール、2012年1月27日
- A-24: 山中健一、岡田正、後藤康友、猪飼正道、谷孝夫、稲垣伸二、“ビフェニレンシリカメソ多孔体のビフェニレンエキシマーから細孔中クマリン色素へのエネルギー移動”、日本化学会第92春季年会(2012)、川崎市、2012年3月25-28日

#### B. 嶋田グループ

- B-1: 前川 佳史、嶋田 豊司、“高機能有機-無機ハイブリッド材料合成への新展開：アリルシリルアリアルアミン類の新規合成”、日本化学会第87春季年会、関西大学、2007年3月27日
- B-2: 藪野 達哉、前川 佳史、嶋田 豊司、“高機能有機-無機ハイブリッド材料合成への新展開：アリルシリル基を有するスチレンおよびフェニルアクリルアミドの新規合成とゾルゲル前駆体への変換”、日本化学会第87春季年会、関西大学、2007年3月27日
- B-3: 前川 佳史、中川 浩気、嶋田 豊司、“高機能有機-無機ハイブリッド材料合成への新展開：アリルシリル基を有するスチレンおよびフェニルアクリルアミドの新規合成とゾルゲル前駆体への変換”、日本化学会第87春季年会、関西大学、2007年3月27日
- B-4: 中川浩気、溝下倫大、白井聡一、倉本圭、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“架橋型有機シランゾルゲル前駆体の酸性および塩基性縮重合反応下における炭素-ケイ素結合の安定性に関する検討”、日本化学会第88春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008年3月26-30日
- B-5: 長谷川健、溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“ゾルゲル前駆体として機能するルテニウムおよびレニウムビピリジン錯体の合成とゾルゲル法への応用”、日本化学会第88春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008年3月26-30日
- B-6: 梅本明成、前川佳史、溝下倫大、北里慎悟、亀井稔之、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“ポルフィリンメソポーラスシリカの合成と応用”、日本プロセス化学会2009サマーシンポジウム、東京、2009年7月16日
- B-7: 梅本明成、北里慎悟、亀井稔之、嶋田豊司、“ゾルゲル前駆体として機能するアリアルシリルシラン誘導体の効率的合成”、日本化学会第90回春季年会(2010)、近畿大学、2010年3月27日

- B-8: 北里慎悟、梅本明成、後藤康友、前川佳史、溝下倫大、亀井稔之、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“メソポーラスポルフィリンシリカハイブリッドの合成と応用”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 27 日
- B-9: 水谷祐介、芝口廣司、亀井稔之、嶋田豊司、“新規 4,4'-ジヨードビナフチルジアルデヒドの合成とその誘導化”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 27 日
- B-10: Y. Mizutani, T. Kamei and T. Shimada, “Oxidative Substitution Reactions of Binaphthyl Dialdehyde with 1,3-Diiodo-5,5-Dimethylhydantoin in the Presence of Organic Acids and Its Application”, 第 57 回有機金属化学討論会, 東京, 2010 年 9 月 16-18 日
- B-11: 西田幸生、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“ゾルーゲル前駆体として機能するアリルシリル化-ルテニウムトリス(ビピリジン) 錯体の合成と PMO への応用”、日本化学会第 92 春季年会(2012)、川崎市、2012 年 3 月 25-28 日
- B-12: 今村一彦、水谷祐介、亀井稔之、白井聡一、谷孝夫、稲垣伸二、嶋田豊司、“新規ペリキサンテノキサンテン誘導体の合成”、日本化学会第 92 春季年会(2012)、川崎市、2012 年 3 月 25-28 日

#### C. 宮坂グループ

- C-1: 安田雅一、福谷祥平、伊都将司、宮坂博、“室温溶液中における単一分子分光計測装置の製作と応用”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 25 日
- C-2: 内田欣吾、中川裕友、高田篤史、石橋千英、宮坂博、中村振一郎、横島智、入江正浩、“ジアリールエテン誘導体の IR スペクトルに及ぼす置換基効果”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 26 日
- C-3: 亀井孝幸、片山哲郎、石橋千英、宮坂博、“種々の溶液中の弱い電荷移動錯体の回転緩和過程”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 27 日
- C-4: 伊藤航、伊都将司、宮坂博、“単分子蛍光デフォーカスイメージングによるペリレンジイミド誘導体の遷移双極子の観察”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 27 日
- C-5: 家根尚子、長澤裕、宮坂博、“凍結によるベシクルの破壊に対するトレハロースの保護作用—消光剤による漏出の検証—”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 27 日
- C-6: F. Magnus, 石橋千英、宮坂博、佐藤俊介、石谷治、“[Re(bpy)(CO)<sub>3</sub>(Cl)]錯体の超高速励起状態ダイナミクス”、日本化学会第 87 春季年会、関西大学、2007 年 3 月 27 日
- C-7: 問谷直希、伊都将司、PAN Lingyun、玉井尚登、宮坂博、“蛍光相関分光法により観測されるCdTeナノ粒子の複雑なdark state減衰挙動: 計算機シミュレーションによる検討”、第1回分子科学討論会、東北大学川内北キャンパス、2007年9月17日
- C-8: 梶貴博、伊都将司、宮坂博、岩井成憲、“単一DNAへアピンのナノ秒コンフォメーションダイナミクス検出に向けた高時間分解光子計数装置の構築”、第1回分子科学討論会、東北大学川内北キャンパス、2007年9月18日
- C-9: 片山哲郎、石橋千英、宮坂博、“ポリ(N-ビニルカルバゾール)固体フィルムのフェムト秒〜マイクロ秒電子移動ダイナミクス”、2007年光化学討論会、信州大学松本キャンパス、2007年9月26日
- C-10: 問谷直希、杉山貴志、伊都将司、宮坂博、“ブラウン動力学シミュレーションによる光放射圧下の分子の並進拡散挙動の研究”、2007年光化学討論会、信州大学松本キャンパス、2007年9月26日
- C-11: 福谷祥平、安田雅一、伊都将司、宮坂博、“電荷移動錯体ナノ粒子の作製と発光特性評価”、2007年光化学討論会、信州大学松本キャンパス、2007年9月28日
- C-12: 宮寺聡、片山哲郎、伊都将司、宮坂博、“低温剛体溶液系におけるレーザー誘起結晶化

- のダイナミクス”、2007年光化学討論会、信州大学松本キャンパス、2007年9月28日
- C-13: 宮寺聡、谷賢輔、片山哲郎、伊都将司、宮坂博、“低温剛体溶液系におけるレーザー誘起結晶化ダイナミクス”、日本化学会第88春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008年3月28日
- C-14: 安田雅一、福谷祥平、伊都将司、宮坂博、“単分子計測によるハイドロゲル中のゲスト分子の動的挙動の検出”、日本化学会第88春季年会、立教大学池袋キャンパス、2008年3月28日
- C-15: 佐藤祐輔・石橋千英・伊都将司・長澤裕・宮坂博・CHOSROWJAN, Haik・谷口誠治・又賀昇・加藤大輔・菊地あづさ・阿部二郎、“フェムト秒からナノ秒時間分解分光測定によるピレン-HABI誘導体の結合解離過程の観測”、2008年光化学討論会、大阪府立大学、2008年9月11-13日
- C-16: 福谷祥平、楠見崇嗣、伊都将司、宮坂博、猪飼正道、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、“単分子計測によるメソポーラス有機シリカ材料のマイクロ構造評価”、第2回分子科学討論会、福岡、2008年9月24-27日
- C-17: 石橋千英、片山哲郎、伊都将司、宮坂博、山中健一、後藤康友、大橋雅卓、谷孝夫、岡田正、稲垣伸二、“ビフェニル骨格を有する有機シリカ固体フィルムの光励起緩和過程”、日本化学会第89春季年会、日本大学、2009年3月27-30日
- C-18: 齊藤久之、石橋千英、片山哲郎、宮坂博、山口忠承、小島誠也、入江正浩、“ジァリアルエテン誘導体の開環反応ダイナミクス：ビート信号と分子構造の関係”、日本化学会第89春季年会、日本大学、2009年3月27-30日
- C-19: 太田周志、石橋千英、片山哲郎、宮坂博、波多野さや佳、藤田華奈、岸本雄太、阿部二郎、“時間分解分光測定によるラジカル散逸抑制型のHABI誘導体の結合解離過程の観測”、日本化学会第89春季年会（2009）、日本大学、2009年3月27-30日
- C-20: 片山哲郎、森井勇次、石橋千英、宮坂博、“フェムト秒からピコ秒の溶液中におけるポリ(N-ビニルカルバゾール)系の側鎖カチオン状態の非局在化過程の観測”、2009年光化学討論会、桐生、2009年9月16-18日（1P012）
- C-21: 森一也、中川裕友、松田広久、伊都将司、長澤裕、宮坂博、内田欣吾、中村振一郎、“顕微多光子フォトリソミック反応：単一波長フェムト秒レーザーによる可逆的反応制御”、2009年光化学討論会、桐生、2009年9月16-18日（1P018）
- C-22: 梅里俊之、石橋千英、宮坂博、小島誠也、入江正浩、“超高速時間分解分光によるジァリアルエテン誘導体の一光子開環・閉環反応機構の解明”、2009年光化学討論会、桐生、2009年9月16-18日（1P022）
- C-23: 石橋千英、片山哲郎、伊都将司、宮坂博、山中健一、後藤康友、谷孝夫、岡田正、稲垣伸二、“ビフェニル基を組み込んだメソポーラス有機シリカ固体フィルムの励起状態ダイナミクス”、2009年光化学討論会、桐生、2009年9月16-18日（2P013）
- C-24: 村松正康、大石章人、伊藤剛志、安田雅一、石橋千英、伊都将司、長澤裕、宮坂博、“イオン液体中の9,9-ビアントリルの電荷分離ダイナミクスに対する温度依存性”、2009年光化学討論会、桐生、2009年9月16-18日（3P100）
- C-25: 伊藤航、竹井敏、楠見崇嗣、伊都将司、宮坂博、“単分子イメージングによる光硬化性高分子材料のナノ空間不均一性評価”、第3回分子科学討論会2009、名古屋大学、2009年9月21-24日（1P071）
- C-26: 前田健太郎、竹井敏、楠見崇嗣、伊都将司、宮坂博、“単分子追跡による高分子薄膜のマイクロ不均一性および重合度依存評価”、第3回分子科学討論会2009、名古屋大学、2009年9月21-24日（1P079）
- C-27: 片山哲郎、森井勇次、石橋千英、宮坂博、“Sub-20fs極短パルスによるポリ(N-ビニルカルバゾール)の振動コヒーレンスと電荷非局在化ダイナミクス”、第3回分子科学討論会2009、名古屋大学、2009年9月21-24日（3P025）
- C-28: 齊藤久之、石橋千英、宮坂博、山口忠承、小島誠也、入江正浩、“結晶相における

- ジアリールエテン誘導体の一光子フォトクロミック反応ダイナミクス”、第3回分子科学討論会 2009、名古屋大学、2009年9月21-24日 (3P027)
- C-29: 山内宏昭、伊都将司、坪井奉之、宮坂博、“局在プラズモン共鳴下における金ナノ粒子近傍の局所温度計測”、第3回分子科学討論会 2009、名古屋大学、2009年9月21-24日 (3P028)
- C-30: 片山哲郎、森井勇次、石橋千英、宮坂博、“溶液系におけるポリスチレン系のフェムト秒・ナノ秒電子移動ダイナミクス”、日本化学会第90回春季年会(2010)、近畿大学、2010年3月26-29日 (1PB118)
- C-31: 片山哲郎、石橋千英、宮坂博、“Poly(N-vinylcarbazole)固体フィルム系の10Kにおけるピコ秒からフェムト秒時間領域の電荷非局在化ダイナミクス”、第4回分子科学討論会、大阪、2010年9月14-17日
- C-32: 石橋千英、斉藤久之、片山哲郎、宮坂博、加藤哲也、阿部二郎、“フェムト秒～ナノ秒時間分解分光測定による高速熱帰還型 HABI 誘導体の結合解離過程の観測”、第4回分子科学討論会、大阪、2010年9月14-17日
- C-33: 伊藤冬樹、石橋千英、伊都将司、宮坂博、“時間分解分光法を用いた低温剛体溶媒中でのレーザー誘起固体化初期過程の研究”、第4回分子科学討論会、大阪、2010年9月14-17日
- C-34: 石橋千英、片山哲郎、宮坂博、前川佳史、後藤康友、山中健一、谷孝夫、稲垣伸二、“時間分解分光計測による種々の有機シリカ固体フィルムの光励起緩和過程の解明”、2011年光化学討論会、宮崎市河畔コンベンションエリア、2011年9月6-8日
- C-35: 山田恵亮、伊都将司、宮坂博、溝下倫大、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二、“メソポーラス有機シリカ中ゲスト分子の単一分子追跡：ホスト-ゲスト相互作用と拡散速度の相関”、2011年光化学討論会、宮崎市河畔コンベンションエリア、2011年9月6-8日
- C-36: 片山哲郎、宮坂博、“1-pyrenol-triethylamine 励起水素結合体のフェムト秒過渡吸収測定による振動コヒーレンスの観測と陽子移動反応ダイナミクス”、第5回分子科学討論会、札幌コンベンションセンター、2011年9月20-23日
- C-37: 石橋千英、片山哲郎、宮坂博、山中健一、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、朝日剛、“時間分解分光計測による有機シリカ固体フィルムの光励起緩和過程；Biphenyl-とPyrenyl-Bridged PMO との比較”、日本化学会第92春季年会(2012)、川崎市、2012年3月25-28日
- D. 石谷グループ
- D-1: 関広貴、山本洋平、小池和英、石谷治、“リング状 Re(I)多核錯体の光化学的合成とそのCO<sub>2</sub>還元光触媒能”、第57回錯体化学討論会、愛知県、2007年9月25日-27日
- D-2: 関広貴、西浦千晶、山本洋平、小池和英、石谷治、“リング状レニウム(I)4核錯体の光化学的合成”、第20回配位化合物の光化学討論会、兵庫県、2007年8月7日-8月9日
- D-3: 山本洋平、竹田浩之、稲垣伸二、小池和英、石谷治、“Ru(II)-Re(I)複合多核錯体を導入したメソポーラス有機シリカの光物性”、第21回配位化合物の光化学討論会(2008)、北里大学、2008年8月5-7日
- D-4: 船田裕佑、山本洋平、森本樹、小池和英、石谷治、“異種ジイミン配位子を導入した新規リング状レニウム(I)多核錯体の合成と光捕集能”、第21回配位化合物の光化学討論会(2008)、北里大学、2008年8月5-7日
- D-5: 上村直弥、保坂大祐、小池和英、石谷治、“レニウム(I)多核錯体における方向性を制御した光励起エネルギー及び電子移動”、第21回配位化合物の光化学討論会(2008)、北里大学、2008年8月5-7日
- D-6: 山本洋平、小池和英、石谷治、“直鎖状及びリング状 Re(I)多核錯体から連結した Ru(II)錯体への光エネルギー集約”、第58回錯体化学討論会(2008)、金沢大学、2008年9月20-

- 22 日
- D-7: 上村直弥、小池和英、石谷治、“直鎖状レニウム(I)多核錯体における分子内光励起電子移動の制御”、2008 年光化学討論会(2008)、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- D-8: 山本洋平、竹田浩之、稲垣伸二、小池和英、石谷治、“発光性多核金属錯体-メソポーラス有機シリカ超複合体の合成と光物性”、2008 年光化学討論会(2008)、大阪府立大学、2008 年 9 月 11-13 日
- D-9: 上村直弥、小池和英、森本樹、石谷治、“非対称レニウム(I)<sub>2</sub> 核錯体における競争的光励起エネルギー及び電子移動”、日本化学会第 89 春季年会、日本大学、2009 年 3 月 27-30 日
- D-10: 中川優樹、小池和英、森本樹、石谷治、“リング状レニウム(I)多核錯体による光触媒的 CO<sub>2</sub> 還元”、日本化学会第 90 回春季年会(2010)、近畿大学、2010 年 3 月 26-29 日
- D-11: 田中真璃奈、森本樹、石谷治、“リング状レニウム(I)多核錯体を光増感剤、単核錯体を触媒として用いた CO<sub>2</sub> 光還元反応”、第22回配位化合物の光化学討論会、富山市、2010 年 8 月 3-5 日
- D-12: 浅谷剛、中川優樹、森本樹、由井樹人、石谷治、“リング状レニウム(I)多核錯体-ポリ酸ハイブリッドの光多電子還元”、第22回配位化合物の光化学討論会、富山市、2010 年 8 月 3-5 日
- D-13: 中川優樹、小池和英、森本樹、石谷治、“リング状レニウム(I)多核錯体の CO<sub>2</sub> 還元光触媒特性”、2010 年光化学討論会、千葉、2010 年 9 月 8-10 日
- D-14: 浅谷剛、由井樹人、石谷治、“リング状レニウム(I)<sub>4</sub> 核錯体と[SiW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>]<sup>4-</sup>のハイブリッドにおける光多電子蓄積機構”、2011 年光化学討論会、宮崎市、2011 年 9 月 6-8 日
- D-15: 上田裕太郎、竹田浩之、稲垣伸二、由井樹人、石谷治、“金属錯体-メソポーラス有機シリカ複合系を用いた可視光捕集機能と CO<sub>2</sub> 還元光触媒反応”、第 23 回 配位化合物の光化学討論会、長野県上田市、2011 年 8 月 4-6 日
- D-16: 山崎康臣、森本樹、石谷治、“カップリング反応を用いたレニウム(I)錯体の新規集積化”、錯体化学会第 61 回討論会、岡山市、2011 年 9 月 17-19 日
- D-17: 由井樹人、上田裕太郎、竹田浩之、稲垣伸二、小池和英、石谷治、“メソポーラス有機シリカを用いた光捕集系の構築と CO<sub>2</sub> 還元反応”、第 1 回「フォーラム:人工光合成」、科学技術振興機構東京本部地階ホール、2012 年 1 月 27 日

〈国際〉

A. 稲垣グループ

- A-1: N. Mizoshita, Y. Goto, M. P. Kapoor, T. Shimada, T. Tani and S. Inagaki, “Preparation and characterization of naphthylene-bridged mesoporous materials”, 15th International Zeolite Conference, Beijing, China, Aug. 16 (2007).
- A-2: Y. Goto, O. Ohtani, K. Okamoto, M. Ikai, K. Yamanaka, T. Tani and S. Inagaki, “Syntheses of mesoporous and non-porous biphenylene-silica materials and their optical properties”, 15th International Zeolite Conference, Beijing, China, Aug. 16 (2007).
- A-3: T. Tani, Y. Goto, O. Ohtani, M. Ikai and S. Inagaki, “Fluorescent Biphenyl-Silica Hybrid Mesoporous Film”, 2008 MRS Spring Meeting (symposium LL), San Francisco, USA, Mar. 26 (2008).
- A-4: M. Ohashi, Y. Goto, N. Mizoshita, T. Tani, T. Shimada and S. Inagaki, “Synthesis of Mesoporous Organosilicas with Various Organic Functionalities”, Nanoporous Materials-V (Nano-5), Vancouver, Canada, May 25 - 28 (2008).
- A-5: O. Ohtani, Y. Goto, M. Ikai, K. Yamanaka, T. Tani and S. Inagaki, “Efficient Energy Transfer from Mesoporous Chromophore-Silica Hybrid Framework to Dye in the Channels”, XXII<sup>nd</sup> IUPAC Symposium on Photochemistry, Gothenburg, Sweden, Jul. 28-Aug. 1 (2008).

- A-6: H. Takeda, M. Ohashi, T. Tani, O. Ishitani and S. Inagaki, "Fixation of Metal Complex in Mesoporous Biphenylene-Silica and its Optical Property", 6th International Mesoporous Materials Symposium, Namur, Belgium, Sep. 8-11 (2008).
- A-7: M. Waki, N. Mizoshita, Y. Maegawa, T. Tani, T. Shimada and S. Inagaki, "Sensitive Metal Ions Detection by Periodic Mesoporous Organosilica Utilizing its Light Harvesting Ability", International Union of Materials Research Society, International Conference in Asia (IUMRS-ICA) 2008, Nagoya, Japan, Dec. 9-13 (2008).
- A-8: Y. Goto, N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, "Visible-Light Responsive Fluorescent Periodic Mesoporous Organosilicas", International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals (ZMPC2009), Tokyo, Japan, Aug. 3-7 (2009).
- A-9: T. Tani and S. Inagaki, "Periodic Mesoporous Organosilicas for Photocatalysis and Hole Transportation", Gordon Research Conference on Electrochemistry 2010, Ventura, USA, Jan. 10-15 (2010).
- A-10: H. Takeda, Y. Goto, Y. Maegawa, T. Ohsuna, T. Tani, T. Shimada and S. Inagaki, "Enhanced Photocatalysis with Visible Light Harvesting Periodic Mesoporous Organosilica", XXIII IUPAC Symposium on Photochemistry, Ferrara, Italy, Jul. 11-16 (2010).
- A-11: M. Tamakake, T. Ishida, Y. Goto, T. Tani, S. Inagaki and M. Haruta, "Gold Nanoparticles Deposited on Periodic Mesoporous Organosilicas for the Solventless Aerobic Oxidation of Tetralin", 6th Tokyo Conference on Advanced Catalytic Science and Technology & 5th Asia Pacific Congress on Catalysis (TOCAT6/APCAT5), Sapporo, Japan, Jul. 18-23 (2010).
- A-12: K. Yamanaka, T. Okada, Y. Goto, T. Tani and S. Inagaki, "Excited-State Dynamics of Aromatic Moieties Embedded in Periodic Mesoporous Organosilica", XXV International Conference on Photochemistry-ICP2011, Beijing, China, Aug. 7-12 (2011).
- A-13: S. Shirai, S. Iwata, T. Tani and S. Inagaki, "Ab initio Studies of Aromatic Excimers Using Multiconfiguration Quasi-Degenerate Perturbation Theory", XXV International Conference on Photochemistry-ICP2011, Beijing, China, Aug. 7-12 (2011).
- A-14: S. Shirai, S. Iwata, T. Tani and S. Inagaki, "Ab initio Studies of Aromatic Excimers Using Multiconfiguration Quasi-Degenerate Perturbation Theory", The Seventh Congress of the International Society for Theoretical Chemical Physics (ISTCP-VII), Tokyo, Japan, Sep. 2-8 (2011).
- A-15: M. Ikai, Y. Maegawa, Y. Goto, N. Mizoshita, T. Tani and S. Inagaki, "A Photovoltaic Device Using Periodic Mesoporous Organosilica Thin Film as a P-Type Layer", 2011 MRS Fall Meeting, Boston, USA, Nov. 28- Dec. 2 (2011)

#### B. 嶋田グループ

- B-1: T. Shimada, Y. Maegawa and T. Nagano, "New Preparation of Allylsilane Precursors Giving Desired Organic-Inorganic Hybrid Materials", EIGHTH TETRAHEDRON SYMPOSIUM, Berlin, Jun. 26-29 (2007).
- B-2: Y. Maegawa, T. Nagano, H. Nakagawa, T. Yabuno, T. Hasegawa and T. Shimada, "New Preparation of Molecular Building Blocks for Allylsilane Sol-Gel Precursors", International Symposium on Nanoscience and Photoscience, Nara, Jul. 21 (2007).
- B-3: Y. Maegawa, T. Nagano, H. Nakagawa, T. Yabuno, T. Hasegawa and T. Shimada, "Molecular Building Blocks for Allylsilane Sol-Gel Precursors", 14th IUPAC International Symposium on Organometallic Chemistry Directed Towards Organic Synthesis, Nara, Aug. 2-6 (2007).
- B-4: H. Nakagawa, Y. Maegawa, T. Nagano, T. Hasegawa, T. Yabuno and T. Shimada,



- “FUNCTIONALIZED ARYL(DIALLYL)ETHOXY SILANES AS MOLECULAR BUILDING BLOCKS GIVING NOVEL VERSATILE SOL-GEL PRECURSORS”, The 15th International Symposium on Organosilicon Chemistry, Jeju, Korea, Jun. 1-6 (2008).
- B-5: T. Hasegawa, N. Mizoshita, T. Tani, S. Inagaki and T. Shimada, “SYNTHESIS AND APPLICATION OF RUTHENIUM AND RHENIUM-ALLYLSILANE COMPLEXES AS SOL-GEL PRECURSORS”, The 15th International Symposium on Organosilicon Chemistry, Jeju, Korea, Jun. 1-6 (2008).
- B-6: T. Shimada, Y. Jorapur, N. Mizoshita Y. Maegawa, H. Nakagawa, T. Tani and S. Inagaki, “Trimethyloxonium Tetrafluoroborate-Catalyzed Sol-Gel Polycondensations Giving Silanol Free Silica Gels and their Condensation Mechanism”, 23th International Conference on Organometallic Chemistry, Rennes, France, Jul. 13-18 (2008).
- B-7: T. Shimada, Y. Jorapur, N. Mizoshita Y. Maegawa, H. Nakagawa, T. Tani and S. Inagaki, “Meerwein’s reagent-Catalyzed Sol-Gel Polycondensations Giving Silanol Free Silica gel”, The First International Symposium on Process Chemistry, Kyoto, Japan, Jul. 28-30 (2008).
- B-8: T. Shimada, Y. Jorapur, N. Mizoshita Y. Maegawa, H. Nakagawa, T. Tani and S. Inagaki, “Trimethyloxonium Tetrafluoroborate-Catalyzed Sol-Gel Polycondensations Giving Silanol Free Silica Gels and their Condensation Mechanism”, 6th International Mesoporous Materials Symposium, Namur, Belgium, Sep. 8-11 (2008).
- B-9: T. Shimada, Y. Jorapur, N. Mizoshita Y. Maegawa, H. Nakagawa, T. Tani, S. Inagaki, “New Polycondensations of Alkoxysilanes Catalyzed by Meerwein’s Reagent”, 55th Symposium on Organometallic Chemistry, Osaka, Japan, Sep. 28-30 (2008).
- B-10: A. Umemoto, Y. Goto, Y. Maegawa, N. Mizoshita, S. Kitazato, T. Kamei, T. Tani, S. Inagaki, T. Shimada, “Preparation of Porphyrin Mesoporous-Silica Starting from Allylsilane Sol-Gel Precursor”, The 11th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-11), Kyoto, Japan, Nov. 9-13 (2009).
- B-11: A. Umemoto, Y. Maegawa, N. Mizoshita, S. Kitazato, T. Kamei, T. Tani, S. Inagaki, T. Shimada, “Preparation of Novel Sol-Gel Precursor Giving Porphyrin-Periodic Mesoporous Organosilica and Its Application”, International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals 2009 (C&FC 2009), Seoul, Korea, Dec. 13-17 (2009).
- B-12: Y. Mizutani, H. Shibaguchi, T. Kamei and T. Shimada, “Oxidative Substitution Reactions with Poor Nucleophiles to Binaphthyl Dialdehyde in the Presence of N,N'-Diiodo-5,5-dimethylhydantoin”, Chirality 2010 (ISCD-22), Sapporo, Japan, Jul. 11-15 (2010).
- B-13: M. Sako, H. Shibaguchi, T. Kamei and T. Shimada, “Lewis Acid-Catalyzed Iodination of Binaphthol Dimethyl Ether with N,N'-Diiodo-5,5-dimethylhydantoin”, Chirality 2010 (ISCD-22), Sapporo, Japan, Jul. 11-15 (2010).
- B-14: M. Sako, H. Shibaguchi, T. Kamei and T. Shimada, “Lewis Acid-Catalyzed Iodination with N,N'-Diiodo-5,5-dimethylhydantoin”, 24th International Conference on Organometallic Chemistry, Taipei, Taiwan, Jul. 18-23 (2010).
- B-15: S. Kitazato, A. Umemoto, T. Kamei and T. Shimada, “Practical Syntheses of Allylsilane Sol-Gel Precursors Starting from 1,4-Dibromobenzene and Their Applications”, 24th International Conference on Organometallic Chemistry, Taipei, Taiwan, Jul. 18-23 (2010).
- B-16: S. Kitazato, A. Umemoto, T. Kamei and T. Shimada, “Low-Cost Syntheses of Allylsilane Sol-Gel Precursors Starting from 1,4-Dibromobenzene”, The Sixth International Symposium on Integrated Synthesis (ISIS-6), Kobe, Japan, Oct.

- 23-24 (2010).
- B-17: M. Sako, H. Shibaguchi, T. Kamei and T. Shimada, "Regioselective Iodination of 2,2'-Dimethoxy-1,1'-binaphthyl with N,N'-Diiodo-5,5-dimethylhydantoin Catalyzed by Lewis acid", The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM2010), Honolulu, USA, Dec. 15-20 (2010).
- B-18: T. Kamei, M. Nishiguchi and T. Shimada, "Switching the reaction pathway of halogenation of heteroaryltrimethylsilanes by choice of the solvent", The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM2010), Honolulu, USA, Dec. 15-20 (2010).

C. 宮坂グループ

- C-1: T. Katayama, Y. Ishibashi and H. Miyasaka, "Electron Transfer Dynamics of Poly(N-vinylcarbazole) Solid Film in Femtosecond to Microsecond Time Region", XXIII International Conference on Photochemistry, Cologne, Germany, Jul. 29-2 Aug. 2 (2007).
- C-2: M. Yasuda, S. Fukuya, S. Ito and H. Miyasaka, "Construction and application of single molecule detection system in the solution at room temperature", 2007 Korea-Japan Symposium on Frontier Photoscience, Gyeongju, Korea, Nov. 22-25 (2007).
- C-3: M. Yasuda, S. Fukuya, S. Ito, H. Miyasaka, "Construction and Application of Single Molecule Detection System in the Solution at the Room Temperature" The 5th Asian Photochemistry Conference, Beijing, China, Nov. 1-4 (2008).
- C-4: T. Kaji, S. Ito, S. Iwai and H. Miyasaka, "Conformational Dynamics in Dye-labeled Single-Stranded DNA Revealed by Single-Molecule and Ensemble Measurements", XXIV International Conference on Photochemistry (ICP2009), Toledo, Spain, Jul. 19-24 (2009).
- C-5: T. Katayama, Y. Ishibashi, Y. Morii and H. Miyasaka, "Observation of Delocalization of Cationic State of Photoconductive Polymer System in Femtosecond-Picosecond Time Region", XXIV International Conference on Photochemistry (ICP2009), Toledo, Spain, Jul. 19-24 (2009).
- C-6: Y. Ishibashi, T. Katayama, S. Ito, H. Miyasaka, K. Yamanaka, Y. Goto, T. Tani, T. Okada and S. Inagaki, "Excited Excited-state Dynamics of Biphenyl Bridged Organosilicas in Solid Film", XXIV International Conference on Photochemistry (ICP2009), Toledo, Spain, Jul. 19-24 (2009).
- C-7: M. Muramatsu, Y. Nagasawa and H. Miyasaka, "Subpicosecond Ultrafast Solvation Dynamics in Imidazolium Ionic Liquids", International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Global COE Program) & Third International Conference on Nanospintronics Design and Realization, 3rd-ICNDR, Osaka, Japan, May 30 – Jun. 5 (2010).
- C-8: T. Katayama, Y. Ishibashi, Y. Morii and H. Miyasaka, "Delocalization dynamics of cationic states in photoconductive vinyl polymer system in femtosecond - picoseconds time region", International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Global COE Program) & Third International Conference on Nanospintronics Design and Realization, 3rd-ICNDR, Osaka, Japan, May 30 – Jun. 5 (2010).
- C-9: T. Katayama, Y. Ishibashi and H. Miyasaka, "Delocalization Dynamics of Cationic State of Poly(N-vinylcarbazole) in Solution System in Femtosecond-Picosecond Time Region.", 6th Asian Photochemistry Conference 2010, Wellington, New Zealand, Nov. 14-18 (2010).
- C-10: M. Muramatsu, Y. Nagasawa and H. Miyasaka, "Ultrafast Solvation Dynamics in Room Temperature Ionic Liquid as Revealed by Three-pulse Photon Echo Peak Shift Measurements", 6th Asian Photochemistry Conference 2010, Wellington, New Zealand, Nov. 14-18 (2010).

- C-11: M. Muramatsu, S. Kondo, Y. Nagasawa and H. Miyasaka, "Solvation Dynamics of Ionic Liquids Probed by Betaine Derivative", XXV International Conference on Photochemistry-ICP2011, Beijing, China, Aug. 7-12 (2011).
- C-12: T. Katayama and H. Miyasaka, "Ultrafast Charge Separation and Vibrational Coherence in Poly(3-hexylthiophene) - PCBM film", XXV International Conference on Photochemistry-ICP2011, Beijing, China, Aug. 7-12 (2011).
- C-13: Y. Ishibashi, T. Katayama, S. Ito, H. Miyasaka, K. Yamanaka, Y. Goto, T. Tani, T. Okada and S. Inagaki, "Excited-state Dynamics of Biphenyl Bridged Organosilicas in Amorphous Film as Revealed by Ultrafast Spectroscopy", XXV International Conference on Photochemistry-ICP2011, Beijing, China, Aug. 7-12 (2011).
- C-14: S. Ito, K. Yamada, T. Tanaka, S. Fukuya, H. Miyasaka, Y. Goto, N. Mizoshita, Y. Maegawa, T. Tani and S. Inagaki, "Mobility of Individual Guest Molecules in Channel Structures of Mesoporous Hybrid Organosilica", Trombay Symposium on Radiation & Photochemistry, Mumbai, India, Jan. 4-7 (2012).

D. 石谷グループ

- D-1: Y. Yamamoto, H. Takeda, S. Inagaki, K. Koike and O. Ishitani, "Synthesis and Photophysical Properties of Emissive Multinuclear Complexes— Mesoporous Organosilica Superhybrids", 18th International Symposium on the Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds (18th ISPPCC), Sapporo, Japan, Jul. 4-9 (2009).
- D-2: T. Yui, K. Sekizawa, H. Takeda, K. Koike, S. Inagaki and O. Ishitani, "Light Harvesting Properties of Periodic Mesoporous Organosilica and Ruthenium Complex Hybrids" XXIII IUPAC Symposium on Photochemistry, Ferrara, Italy, Jul. 11-16 (2010).
- D-3: T. Yui, K. Sekizawa, H. Takeda, K. Koike, S. Inagaki and O. Ishitani, "Unique Light Energy Collections and Transfers between the Organosilica and the Metal Complexes", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(PACIFICHEM 2010), Honolulu, Hawaii, Dec. 15-20 (2010).
- D-4: T. Asatani and O. Ishitani, "Synthesis and Photochemical Properties of New Hybrid Systems Constructed with Polyoxometalates and Ring-shaped Re(I) Multinuclear Complexes", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(PACIFICHEM 2010), Honolulu, Hawaii, Dec. 15-20 (2010).
- D-5: Y. Yamamoto, T. Yui, H. Takeda, S. Inagaki, K. Koike and O. Ishitani, "Synthesis and photo-energy harvesting phenomenon of multinuclear metal complexes - mesoporous organosilica hybrid materials", 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2010), Honolulu, Hawaii, Dec. 15-20 (2010).
- D-6: T. Yui, Y. Ueda, K. Sekizawa, H. Takeda, K. Koike, S. Inagaki and O. Ishitani, "Photochemical Properties of Periodic Mesoporous Organosilica and Metal Complex Hybrids" 19th International Symposium on the Photophysics and Photochemistry of Coordination Compounds (19th ISPPCC) , Strasbourg, France, Jul. 3-7 (2011).

(4)知財出願

①国内出願 (16 件)

1. [名称]有機シラン化合物及びそれを用いて得られる有機シリカ、[発明者]嶋田豊司、溝下倫大、後藤康友、稲垣伸二、[出願人](株)豊田中央研究所、嶋田豊司、[出願日]2007.3.7、[出願番号]2007-57342

2. [名称]有機シラン化合物及びそれを用いて得られる有機シリカ、[発明者]嶋田豊司、溝下倫大、後藤康友、稲垣伸二、[出願人]㈱豊田中央研究所、嶋田豊司、[出願日]2007.3.7、[出願番号]2007-57353
3. [名称]光エネルギー変換材料、[発明者]青木昌雄、稲垣伸二、大橋雅卓、竹田浩之、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2007.7.20、[出願番号]2007-189545(特願2006-235099の国内優先)
4. [名称]光エネルギー変換材料、[発明者]青木昌雄、稲垣伸二、山中健一、大橋雅卓、中島清隆、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2007.7.20、[出願番号]2007-224340(特願2006-235638の国内優先)
5. [名称]シリカ系材料およびその製造方法、[発明者]溝下倫大、稲垣伸二、谷孝夫、嶋田豊司、[出願人]㈱豊田中央研究所、嶋田豊司、[出願日]2007.12.6、[出願番号]2007-315744
6. [名称]有機シラン化合物及びそれを用いて得られる有機シリカ、[発明者]溝下倫大、稲垣伸二、後藤康友、嶋田豊司、[出願人]㈱豊田中央研究所、嶋田豊司、[出願日]2008.1.11、[出願番号]2008-4876(特願2007-57353の国内優先)
7. [名称]有機シリカメソ多孔体およびそれを含む正孔輸送材料、[発明者]猪飼正道、溝下倫大、稲垣伸二、谷孝夫、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2008.3.26、[出願番号]2008-81610
8. [名称]発光材料、[発明者]溝下倫大、後藤康友、稲垣伸二、谷孝夫、堀井満正、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2008.4.7、[出願番号]2008-99394
9. [名称]有機シリカ系材料および有機シリカ系メソ多孔体、[発明者]溝下倫大、後藤康友、稲垣伸二、谷孝夫、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2008.5.22、[出願番号]2008-134196
10. [名称]有機シラン化合物およびメソポーラス有機シリカ、[発明者]脇稔、谷孝夫、稲垣伸二、溝下倫大、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2008.11.14、[出願番号]2008-292038
11. [名称]有機シリカ系材料および有機シリカ系メソ多孔体、[発明者]溝下倫大、谷孝夫、稲垣伸二、忍久保洋、[出願人]㈱豊田中央研究所、国立大学法人名古屋大学、[出願日]2009.2.27、[出願番号]2009-45824
12. [名称]太陽電池およびその製造方法、[発明者]猪飼正道、前川佳史、溝下倫大、稲垣伸二、谷孝夫、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2009.9.18、[出願番号]特願2009-217645
13. [名称]有機シリカ系材料、[発明者]前川佳史、溝下倫大、猪飼正道、谷孝夫、稲垣伸二、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2010.5.19、[出願番号]2010-115661
14. [名称]有機シリカ系材料、[発明者]前川佳史、稲垣伸二、谷孝夫、溝下倫大、後藤康友、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2010.5.19、[出願番号]2010-115662
15. [名称]発光材料、[発明者]溝下倫大、稲垣伸二、谷孝夫、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2012.2.17、[出願番号]2012-33100
16. [名称]有機シリカ系材料、[発明者]前川佳史、稲垣伸二、谷孝夫、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2012.3.15、[出願番号]2012-58567

②海外出願 (6件)

1. [名称]Light Energy Conversion Material、[発明者]稲垣伸二、青木昌雄、大橋雅卓、竹田浩之、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2007.8.27、[出願番号]US/11/892793、[出願国]米国
2. [名称]Light Energy Conversion Material、[発明者]稲垣伸二、青木昌雄、山中健一、中島清隆、大橋雅卓、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2007.8.27、[出願番号]US/11/892776、[出願国]米国
3. [名称]Light Energy Conversion Material、[発明者]稲垣伸二、青木昌雄、大橋雅卓、竹田浩之、[出願人]㈱豊田中央研究所、[出願日]2007.8.30、[出願番号]EP/07016869.5、[出願国]米国

願国]欧州

4. [名称]Light Energy Conversion Material、[発明者]稲垣伸二、青木昌雄、山中健一、中島清隆、大橋雅卓、[出願人](株)豊田中央研究所、[出願日]2007.8.30、[出願番号]EP/07017022.0、[出願国]欧州
5. [名称]Organosilane Compound and Organosilica Obtained Therefrom、[発明者]溝下倫大、後藤康友、稲垣伸二、嶋田豊司、[出願人](株)豊田中央研究所、嶋田豊司、[出願日]2008.3.4、[出願番号]US/12/073339
6. [名称]Organosilane Compound and Organosilica Obtained Therefrom、[発明者]溝下倫大、後藤康友、稲垣伸二、嶋田豊司、[出願人](株)豊田中央研究所、嶋田豊司、[出願日]2008.3.4、[出願番号]US/12/073347

### ③その他の知的財産権

特になし

### (5)受賞・報道等

#### ① 受賞

1. 嶋田豊司、第4回(平成18年度)有機合成化学協会関西支部賞
2. 石谷治、平成19年度光化学協会賞、“金属錯体を中核とした光反応化学および光触媒化学に関する研究”
3. H. Takeda, M. Ohashi, T. Tani, O. Ishitani and S. Inagaki, 6th International Mesoporous Materials Symposium, Best Poster Presentation Awards, “Fixation of Metal Complex in Mesoporous Biphenylene-Silica and its Optical Property”, Sep.11 (2008).
4. 山本洋平、第58回錯体化学討論会ポスター賞、“直鎖状及びリング状 Re(I)多核錯体から連結した Ru(II)錯体への光エネルギー集約”、2008年9月20-22日
5. 福谷祥平、楠見崇嗣、伊都将司、宮坂博、猪飼正道、後藤康友、谷孝夫、稲垣伸二、第2回分子科学討論会優秀ポスター賞、“単分子計測によるメソポーラス有機シリカ材料のマイクロ構造評価”、2008年9月24-27日
6. 稲垣伸二、平成20年度日本吸着学会学術賞、“規則状メソ孔物質の合成と機能化”、2008年10月24日
7. 後藤康友、溝下倫大、前川佳史、谷孝夫、稲垣伸二、2010年度色材研究発表会口頭講演賞、“多色発光性メソポーラス有機シリカ透明膜の合成”、2010年11月4-5日
8. 浅谷剛 第22回配位化合物の光化学討論会最優秀ポスター賞、“リング状レニウム(I)多核錯体-ポリ酸ハイブリッドの光多電子還元”2010年8月3-5日
9. 上田裕太郎、第23回配位化合物の光化学討論会最優秀ポスター賞、“金属錯体-メソポーラス有機シリカ複合系を用いた可視光捕集機能と CO<sub>2</sub>還元光触媒反応”、2011年8月4-6日

#### ② マスコミ(新聞・TV等)報道

- ・石谷グループ： テレビ朝日・スーパーモーニング 2009年9月4日 研究内容紹介
- ・石谷グループ： 日本電気協会 2009年10月5日電気新聞 研究内容紹介
- ・石谷グループ： テレビ朝日 奇跡の地球物語 2010年1月17日 研究内容紹介
- ・石谷グループ： 読売新聞夕刊、“光合成に学ぶ CO<sub>2</sub>から医薬品や樹脂”、2011年2月3日
- ・石谷グループ： ScienceWindow 2011-12年 12-1月号、“植物をまねた人工光合成”、2011年12月1日
- ・石谷グループ： BSフジ ガリレオ X 2011年12月25日 研究内容紹介

- ・石谷グループ：日本経済新聞、“光合成まね「太陽光資源」水素や化学原料、実用急ぐ”、2011年1月8日
- ・石谷グループ：NIKKEI WEEKLY(英語版)、“Like photosynthesis but different, solar fuel getting its day in sun”、2011年1月30日

③ その他

- ・石谷グループ：日本科学未来館「deep science」研究内容紹介 topics vol.021  
<http://www.deepscience.miraikan.jst.go.jp/topics/21/>

(6)成果展開事例

① 実用化に向けての展開

特になし

③ 社会還元的な展開活動

特になし

## § 7 研究期間中の主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
平成 23 年 3 月 10 日	第1回光化学 応用講座	東京工業 大学	60 人	発光の最新測定技術：発光スペクトル、量子収率と励起寿命に関する講座

## § 8 結び

本研究は概ね計画通りに進行し、幾つかの課題は残ったが目標をほぼ達成したと考える。PMO の構造と機能の拡張については、この CREST 期間中に14 種類以上の PMO を合成するとともに(すべて個別の論文として発表)、多様な機能発現(光捕集アンテナ機能、電荷輸送機能、蛍光機能、金属の吸着機能、触媒機能)を確認し、PMO の機能材料としての大きな可能性を示すことができた。一方、PMO を利用した新しい光エネルギー変換材料の作製については、PMO の光捕集や電子ドナー機能を利用した固体状の分子・錯体系光触媒(CO<sub>2</sub>還元、H<sub>2</sub>生成、O<sub>2</sub>生成)の構築と、PMO の電荷輸送機能を利用した、制御されたナノ界面をもつ有機薄膜太陽電池の作製を行い、その基本動作を確認できた。PMO の骨格と細孔の機能を連動した幾つかの新しい光エネルギー変換系が構築できた点では目標を概ね達成できたと言える。しかし、従来材料の効率には届いていないため、材料の最適化による効率向上が今後の課題として残る。

次に、本成果の意義について述べる。最も大きな意義は、PMO が、固体状の分子・錯体系光触媒や理想的な p-n 接合界面をもつ有機薄膜太陽電池を構築するための土台として有用であることを実証したことである。従来の無機系の多孔材料では、その用途が主に触媒担体や吸着剤に限られていたが、最近、MOF などの有機系多孔質結晶が登場し、骨格有機基の機能を利用した新しい利用法が模索され始めた。その中で、我々が、これまで多孔材料とはあまり関係のなかった光機能材料という新しい用途に利用できる可能性を示した意義は大きいと考える。また、

PMO の制御されたナノ空間構造を利用し、異なる機能を空間的に配置・連動させる試みはこれまでになく、光合成の一部を模倣した高度な機能発現を達成した意義も大きいと考える。

もう一つ重要な意義は、これまで溶液系が中心であった分子・錯体系光触媒の研究を PMO の利用により固体系へと発展できた点である。分子・錯体系光触媒は、水分解による水素生成やCO<sub>2</sub>還元などソーラー燃料を直接製造可能な技術として、半導体光触媒と並び、今後益々重要な技術になると予想される。今のところ、半導体光触媒が、犠牲試薬なしに水から水素と酸素を定量的に生成可能な点で進んでいるが、分子・錯体系光触媒は、反応機構が明確なため、合理的な設計が可能という大きなメリットがある。最近、分子・錯体系から成る光合成の反応中心(PSII)の構造が1.9Åの分解能で解析され、水の4電子酸化のメカニズムが明らかになり、人工光合成の研究が活発化している。しかし、人工光合成を含めた分子・錯体系光触媒の研究の多くは溶液系が中心であり、実用的に重要となる固体系の研究はほとんどない。それは、分子・錯体系光触媒を適切に固定できる適当な担体がなかったためと思われる。本研究では、(i)PMO 骨格に多様な有機基を導入でき、更にその化学修飾も可能なこと、(ii)嵩高い金属錯体を導入しても細孔を閉塞せず、物質拡散が行えること、更に(iii)細孔に導入した機能を骨格機能(光捕集、電子ドナー、電荷輸送等)と連動させることで、溶液系では不可能な高度な機能発現ができることを明らかにし、PMO が固定担体として大きな可能性を有することを実証した。特に、光捕集アンテナ機能の発見は、PMO が単なる固定担体でなく、人工光合成を構築する土台として大きな可能性を有することを示した。本研究の成果は、固体状の分子・錯体系光触媒という新しい研究領域の可能性を示し、人工光合成のより実用的な研究展開を促すきっかけとなると考える。

今後の研究展開については、PMO を利用した固体状の分子・錯体系光触媒の研究を発展させ、高効率で安定な人工光合成系の構築を目指す。また、PMO を利用して、光触媒以外の固体状の分子・錯体系光触媒の構築も目指す。これまで、溶液系で利用されてきた優れた分子・錯体系光触媒が多く存在するが、その固体化は、実用的に重要であるにも拘わらずほとんど進んでいない。PMO の均一かつ高表面積な表面構造、化学修飾が容易な骨格構造、基質の拡散が容易な大きなナノ細孔の特長を活かし、固体状の分子・錯体系光触媒の構築が可能と考える。また、幾つかの機能を連動させた固体ならではの触媒機能の発現も実現可能と思われ、最終的には人工酵素へと展開する。

プロジェクトの運営について述べる。本チームは、(i)稲垣グループ(メソポーラス物質の合成)、(ii)嶋田グループ(有機合成)、(iii)石谷グループ(錯体の光化学)、(iv)宮坂グループ(レーザー分光)のまったく専門の異なる4グループから構成される。年に2回の定例チームミーティング(10月と3月で、計10回)と個別ミーティング(計18回)を行い、研究結果と方針の議論を行った。初めは、グループ間の専門が違い過ぎて、お互いの言葉が分からないことも多々あったが、議論を重ねるうちに次第に理解できるようになった。若手を含め、お互い勉強になり、刺激になったと思われる。本プロジェクトの参加者の中で2名が、特任助教から正規助教、あるいは特任助教から特任准教授にプロモートされた。

領域内外を含めた他分野との共同研究については、現在、領域内1件、領域外4件を実施中である。領域内では春田チームと、領域外では、UCLA、トリノ大学、ミュンヘン大学、名大との共同研究を実施中で、既に幾つかの共著論文が掲載されている。現在、光捕集型 PMO のまったく異なる分野での応用に関する共同研究と、キレート配位子を導入した PMO の応用に関する共同研究も準備中であり、本 CREST の研究成果の広がりが見え始めている。