

平成22年 4月30日現在

研究種目：特定領域研究  
研究期間：2007-2010  
課題番号：19049005  
研究課題名（和文） 光-分子強結合反応場の創成

研究課題名（英文） Strong Photon-Molecule Coupling Fields for Chemical Reactions  
研究代表者  
三澤 弘明（MISAWA HIROAKI）  
北海道大学・電子科学研究所・教授  
研究者番号：30253230

研究分野：光化学  
科研費の分科・細目：材料化学・機能材料・デバイス  
キーワード：金属ナノ構造、光電場増強、フォトニック結晶、光の補足・局在化、光化学反応

### 1. 研究計画の概要

光触媒、太陽電池、光メモリー、フォトレジストなど、光をエネルギー源・駆動源とした様々な光化学の研究は、これまでの科学技術、社会の発展に大きく貢献してきた。しかし、従来の光化学の研究では、光と分子の相互作用を大きくすることは限界に近づいており、極めて少ない光子によって高効率に分子を励起するプロセスを実現することは難しい。これをブレイクスルーし、高効率励起プロセスを実現させるためには、光と分子を強く相互作用させる「光-分子強結合反応場」を開拓することが必要不可欠である。本特定領域研究においては、光子を捕捉・局在化させる機能を有するナノ・マイクロ構造を設計・構築して「光-分子強結合反応場」を創出するとともに、本反応場において新たに出現する光子と分子/物質系の極めて強いエネルギー・空間選択的な相互作用に関する学理の探求とその応用技術への展開を目的としている。これらの研究推進のための広義のマネジメントを行った。

### 2. 研究の進捗状況

(1) 総括班会議ならびに領域全体シンポジウムの開催：平成19年度からの領域発足以来、研究開始年度の最初に領域全体会議を開催した。具体的には、平成19年度10月（東京）、平成20年度6月（札幌）、平成21年度5月（京都）それぞれにて開催し、領域代表より領域全体の方向性の確認の後、計画研究と公募研究グループ代表者よりそれぞれの研究計画を発表、総括班と質疑応答の後、アドバイスを受けた。同時期に総括班会議を開催し、これまでの成果ならびに今後の研究推進計画について説明し、評価委員と緊密な議論を交わした。また、各年度終了時には、公開シンポジウムを開催した。具体的には、平成19年度2月（東京）、平成20年度1月（名

古屋）、平成21年度1月（福岡）それぞれにて開催し、計画研究、公募研究、班間・班内共同研究の実施状況を中心とした発表を行い、領域の研究方針との整合性における位置づけと領域内連携研究の達成度を明確にするための議論をおこなった。また同時期に総括班会議を開催し、研究計画の達成状況について評価を頂くと共に、想定以上の成果が上った部分をより伸張させるための計画立案のアドバイスを受ける体制を構築した。

(2) 計画班会議・班全体会議・ミッション会議開催：特に各研究グループのそれぞれの発見、成果をさらに有機的に連携することが必要不可欠であるため、本領域では、計画班、公募班構成に加えて、班間連携に基づくミッション「ナノ加工（リーダー：三澤(A01班))」「光エネルギー変換デバイス構築（リーダー：山田(A03班))」を2つのコアに据え、合目的なターゲットを明確化し、より頻繁な研究討論の場を設けて、目的の実現を着実に達成するよう運営体制を構築した。そして、研究目的具現の為に、計画班会議、班全体会議、ミッション会議を別途それぞれ開催した。計画班会議・班全体会議は、各年度3回（5-6月、10-11月、1月）に開催した。5-6月ならびに10-11月の計画班会議においては、各研究代表者全員が口頭発表を行うとともに討論時間を口頭発表時間の2-3倍設けて、研究計画、業績、戦略について徹底的な討論を行った。また10-11月開催の各班別の会議では、公募班メンバーの助力を受けながら全国各地で開催し、各班の研究代表者全員に口頭発表をお願いし、研究の進捗状況について報告を受けると同時に最新の情報の交換ならびに班間・班内共同研究推進のための積極的な関係構築を行った。

(3) 学会などにおけるシンポジウム開催：上記領域内メンバーの会議に加えて、この他

にも異分野の専門家も参画できるようなシンポジウム、研究会、企画講演会などの主催・共催を積極的におこなった。具体的には、平成 19 年度には、日本光学会年次学術講演会 OPJ2007、日本化学会第 88 春季年会、春季応用物理学会学術講演会にて、平成 20 年度には、日本化学会第 89 春季年会、春季応用物理学会学術講演会にて、平成 21 年度には、春季応用物理学会学術講演会にて、領域外もしくは企業研究者を招待講演者として招いてシンポジウムを開催し、いずれも 100 名を越える参加者とともに議論、情報交換を行った。また、「プラズモニクス・チュートリアル」と題した一般向けの講習会を平成 20、21 年度に東京と名古屋にて開催し、企業関係者をはじめ 100 名以上の聴衆に本領域で得られた知見を供与し、好評を博した。同様のシンポジウムを国際的にも開催した。特に、本領域ならびに台湾それぞれから 10 名程度の研究者を招待し、平成 19、21 年には台湾で、平成 20 年には日本にて日台ワークショップを開催した。また平成 20 年度 7 月には、国際評価委員であるベルギー・カンリックルーバン大の Johan Hofkens 教授らとともに、ルーバン大にて世界中の本領域に関連する第一線の研究者を招待し、シンポジウムを開催した。最新の研究成果発表と世界的な研究動向についての情報交換を行った。この他、国際光化学協会、国際電気化学会などにおいても積極的な情報発信を行った。

(4) 情報交換・発信と評価体制の構築：平成 20 年 8 月には、国際評価委員であるカナダ・トロント大 Sajeew John 教授を札幌に招聘し、最新の研究成果発表と世界的な研究動向についての情報交換を行い、国際評価委員としての評価ならびにアドバイスを受けた。また、本特定領域のホームページ (<http://photomolecule.net/>) を常時改定し、研究概要・項目、およびシンポジウム開催告知などの内容をさらに充実させた。また、研究経過ならびに成果、および研究活動報告についての積極的な公開を行うために、web ページ上でのニュースレター発行、研究内容説明を行った。また、連携を計画班内、班間にて深めるだけでなく、公募班とも一体化した体制を構築し、シナジェティックな協調効果が発揮できるように班会議を開催した他、個別の連絡がスムーズになされる体制をさらに整備した。

### 3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由) 研究計画で上げた項目の多くを達成してきており、また、2. 研究の進捗状況の (3) をはじめとした領域成果の外部への広がりさらなる発展が期待される状況となっている。

### 4. 今後の研究の推進方策

上記 (1) から (4) 項該当する活動をさらに強化する。計画班、各班班会議において、これまでの成果ならびに特定最終年となる本年の研究推進計画について議論し、評価委員と緊密な議論を交わす。本年 12 月の Pacificchem2010 での本領域名の冠シンポジ

ウム “The Nanostructure-Enhanced Photochemical Reactions” や、5 月の新学術領域研究「半導体における動的相関電子系の光科学」(代表:五神真東大教授) との合同シンポジウム、1 月のプラズモニクス・チュートリアル」などの開催を通じてさら本特定研究領域の有用性を当該学問分野のみならず社会全体に強くアピールする。

### 5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計 64 件)

(1) K. Ueno, S. Takabatake, Y. Nishijima, V. Mizeikis, Y. Yokota, H. Misawa, “Nanogap-assisted surface plasmon nanolithography”, *J. Phys. Chem. Lett.*, 1, 657-662 (2010). 査読有

(2) K. Ueno, S. Juodkazis, T. Shibuya, Y. Yokota, V. Mizeikis, K. Sasaki, H. Misawa, “Nanoparticle plasmon-assisted two-photon polymerization induced by incoherent excitation source”, *J. Am. Chem. Soc.* 130, 6928-6929 (2008). 査読有

(3) K. Ueno, S. Juodkazis, V. Mizeikis, K. Sasaki, H. Misawa, “Clusters of closely-spaced gold nanoparticles as a source of two-photon photoluminescence at visible wavelengths”, *Adv. Mater.*, 20, 26-30 (2008). 査読有

[学会発表] (計 49 件)

(1) H. Misawa, “Photochemical reactions on gold nanoparticles” (招待講演), 215th ECS Meeting, 2009 年 5 月 25 日, San Francisco Hilton, San Francisco, USA.

[図書] (計 7 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 5 件)

(1)  
名称：光電変換装置、光検出装置、及び光検出方法  
発明者：三澤 弘明、西島 喜明、上野 貢生、村越 敬

権利者：国立大学法人 北海道大学

種類：方法の発明

番号：特願 2009-205959, 2010-053093

出願年月日：2009 年 9 月 7 日

国内外の別：国内

(2)

名称：フォトレジストパターン製の作製方法

発明者：上野 貢生、三澤 弘明

権利者：国立大学法人 北海道大学

種類：方法の発明

番号：特願 2008-192763

出願年月日：2008 年 7 月 25 日

国内外の別：国内

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ

<http://photomolecule.net/>