

## 山田コンファレンス

主催責任者	集会	会期	開催地
北海道大学 三澤 弘明	ナノ・マイクロ構造を利用した 効率的光エネルギー変換 Conference on the Nanostructured-Enhanced Photo-Energy Conversion	2012 6/2-6/6 日	東京

1 件 援助金 6,850,000 円

## 成果報告

### 山田コンファレンス LXVI

#### ナノ・マイクロ構造を利用した効率的光エネルギー変換 成果報告書

2012 年 6 月 2 日-6 日、於日本科学未来館

北海道大学 三澤 弘明

第 66 回山田コンファレンス「ナノ・マイクロ構造を利用した効率的光エネルギー変換 (Conference on the Nanostructured-Enhanced Photo-Energy Conversion)」が 2012 年 6 月 2 日から 6 日の 5 日間、東京の日本科学未来館で開催されました。本国際会議は、文部科学省科研費特定領域研究プロジェクト「光-分子強結合反応場の創成」(研究期間 2007 年度~2010 年度)の実行メンバーによって組織、計画されました。このプロジェクトには日本国内の 15 の計画班研究室と 50 以上の公募班研究室が参画し、プラズモンを介して強く結合する光と分子の相互作用を利用して、これまでの常識を越える高感度分光分析や全く新しい光化学反応の実現を目指す革新的な研究が展開されました。4 年間の研究活動の結果として、新奇な光エネルギー変換システムおよびプロセスの構築や発見に成功し、プラズモン太陽電池やナノ構造光触媒などの新たな応用技術の展開を拓くことに至りました。これら研究成果の世界的な発表活動として、いくつかの国際会議も開催しました。例えば、2009 年 6 月 16-17 日にはベルギーのルーヴェンにて、Johan Hofkens 教授と共同で“The International Symposium on Advances in Nanostructure-Enhanced Photochemical Reactions and Photo-energy Conversion”を、2010 年 12 月 15-16 日には、国際会議 Pacificchem2010 のシンポジウムの 1 つとして“Symposium on the Nanostructure-Enhanced Photochemical Reactions”を Mostafa El-Sayed 教授、Ken Ghiggino 教授、Prashant Kamat 教授とともに開催しました。これらは、他国の第一線の研究者との交流、プロジェクト研究成果の宣伝、活発な議論を通じた深化・発展に繋がりました。当プロジェクトの総括的な会議と位置づけた今回の第 66 回山田コンファレンスでは、以下の項目を会議の Topics として設定しました。

- Theory of Molecules / Materials under Light Illumination

- Plasmonics
- Nano-Fabrication of 1D, 2D and 3D Structures
- Enhanced Raman, Fluorescence, IR, and Terahertz Spectroscopy
- Ultrafast Time-resolved Spectroscopy and Phenomena
- Non-linear Phenomena in Nano-Structured Materials
- Ultra-High Resolution Optical Microscopic Imaging
- Application of Plasmonic Nanostructures to
  - Energy Conversion
  - Material Science and Technology
  - Catalysis and Electrocatalysis
  - Biology and Medicine
  - Ultra-sensitive Detection
- Harvesting of Solar Energy

#### Opening Address



三澤組織委員長

On behalf of the organizing committee, I would like to express a cordial welcome to all our guests to attend the International Conference on the Nanostructure-Enhanced Photo-Energy Conversion. This conference is sponsored by Yamada Science Foundation and held as Yamada Conference LXVI, and also functions as a summarization of the four-year research project, "Strong Photon-Molecule Coupling Fields for Chemical Reactions" supported by Grand-in-Aid for Scientific Research (KAKENHI) on Priority Areas, MEXT, Japan, which successfully finished in March 2011. As I explain in the Preface of the Abstract book, the aim of the project is the development conceptually new ways to overcome a limited sensitivity of materials and to control pathways of photochemical reactions via dark states of molecules. Continuation of this work for four years has successfully established the concept of novel application on photo-energy conversion schemes using plasmonic solar cells and photocatalysis via nano-engineering. We have organized a few international conferences in the past four years. Professor Johan Hofkens and I organized "The International Symposium on Advances in Nanostructure-Enhanced Photochemical Reactions and Photo-energy Conversion" at Leuven, Belgium on July 16-17, 2009. Symposium on the Nanostructure-Enhanced Photochemical Reactions was

also held as the part of Pacificchem2010 in Waikiki, USA on December 15 – 16 successfully organized by Professors Mostafa El-Sayed, Ken Ghiggino, Prashant Kamat, and me. These conferences were also good venues to meet colleagues and professionals working in the field of plasmonic chemistry.

At this conference, I do hope that all participants will exploit this opportunity and have an enjoyable and rewarding stay here for further development of plasmonic chemistry aiming at opening promising future of photo-energy conversion.

Hiroaki Misawa  
Chair of Yamada Conference LXVI  
Professor of Hokkaido University

#### Welcome Address



金森理事長

Ladies and Gentlemen,

On behalf of the Yamada Science Foundation, I would like to extend our heartfelt welcome to all participants of the International Conference on the Nanostructure-Enhanced Photo-Energy Conversion. This conference is supported by the Yamada Science Foundation as the 66th Yamada Conference. I would like to describe briefly the Yamada Science Foundation (YSF), summarizing the outline given in the homepage of the Foundation. The Foundation was established in 1977 with the donation of about 30 million dollars made by late Mr. Kiro Yamada, President of The Rohto Pharmaceutical Company Limited at that time where he worked for more than fifty years. Concerned with the lack of innovative works in Japan's science and technology, he intended to help assist creative basic research in the fields of physics, chemistry and life sciences in Japan. YSF puts emphasis on original and pure science programs by individual scientists that are not always well funded by government and industry. Science has its own intrinsic motivation of development irrespective of whether it is of practical use or not. YSF support is made to promote pure science based on its intrinsic motivation.

YSF supports both individual research and international conferences and symposia. One of the characteristics of its support is the promotion of international science activities individual and collective. Another characteristic is an emphasis on interdisciplinary projects. The series of the Yamada Conferences (YC), which was established at the onset of YSF, aims at presentations and discussions of recent studies

on basic science frontiers in international and inter- or cross-disciplinary atmosphere. It is obvious that the present symposium accords fully with this policy.

Let me introduce myself briefly. I was a professor of theoretical solid state physics at Osaka University from 1965 to 1991 and served as President of the university for six years, then as Director of the International Institute Advanced Studies until last March. The promotion of cross-disciplinary research has been always one of my main concerns in the career.

Furthermore, I chaired a committee on Science of Quantum Phases of Nanomaterials within the Government Agency, Japan Society for Promotion of Science. The committee aims at finding future subjects of academia-industry cooperation by cross-disciplinary discussions on the topics related to nanomaterials. We were very interested naturally in the subjects covered by the present symposium. Actually we asked the chairman of this symposium, Professor Hiroaki Misawa, to give a survey talk on his research at our meeting. I remember his very impressive talk on the photo-chemical reactions produced by making use of surface plasmons. I would like to mention also the fact that late professor Ken-ichi Honda whose name is still listed as Vice Conference Chairman on the home page of this Conference and who was a member of trustees of the Yamada Foundation for a long time, proposed this conference as a candidate of the Yamada Conference. I would like to express our deep appreciation of his proposal by which we could have the honor of sponsoring this conference.

Hoping sincerely that this Yamada Conference will become a monumental event in the history of exploring capabilities of light-field enhancement of nanostructures and also that all participants will enjoy the conference and foster friendship, I conclude this welcome address. Thank you for your attention.

Junjiro Kanamori

President of the Yamada Science Foundation,

Professor Emeritus of Osaka University

会議は、31件の口頭発表（うちプレナリー講演3件、招待講演10件）と57件のポスター発表で構成され、1日目はウェルカムレセプションのみ、2日目と3日目は午前と午後に口頭発表、2日目の夕方にポスター発表者によるフラッシュトークが、3日目の夕方にポスターセッションがそれぞれ催されました。4日目は午前の口頭発表のあと、午後はエクスカージョンとバンケットが催され、5日目は午前のみ口頭発表を実施し、昼に閉会となりました。参加者は11ヶ国より計115名に上りました。以下にその内訳を記します。日本96名、中国6名、米国5名、フランス1名、ベルギー1名、スウェーデン1名、ドイ

ツ1名、スペイン1名、オーストラリア1名、台湾1名、カメルーン1名と国際色豊かでした。講演は、まず議長である三澤の挨拶、山田科学振興財団理事長金森順次郎先生による welcome address に続いて、プラズモン化学の先駆者・第一人者の一人であるジョージア工科大の、Mostafa A. El-Sayed 教授が、プレナリートークとして”Plasmonic Enhancement of Radiative and Nonradiative Properties and Their Applications in Sensing Solar Energy Conversion and Medicine”と題して、金ナノ粒子に光が照射された時に起こる特異な現象についていくつか、応用の話も含めて、講演をされました。半導体ナノロッドを金で薄くコートすると、半導体中の励起子の緩和を制御できること、金ナノ構造によって高分子薄膜中に生成する励起子の密度を上げられることなど新たなプラズモン効果の発見について紹介されました。ガン細胞の可視化技術についても紹介されました。紙面の都合詳細までは触れられないのが残念ですが、その他の8名の研究者の講演では、光閉じこめによる分子の電子状態の制御、有機薄膜太陽電池に金や銀のナノ構造を付与することによる光電流の増加現象の解析、金構造と酸化チタン結晶を用いた、光電変換過程および時間分解光電子分光法によるメカニズム解析の研究などが紹介され、活発な議論が行われました。

会議三日目は、11件の口頭発表がありました。プレナリートークとしてノースウェスタン大の、George C. Schatz 教授が、Theories of plasmon enhanced optical processes important in solar energy と題して講演を行いました。色素増感太陽電池に銀ナノ粒子を埋め込み、光捕集効率を上げることに成功した研究について、実験・理論の詳しい紹介が ありました。励起色素のエネルギーが金属に移動するより先に、酸化チタンへ電子移動が起こる様に、精密に色素と銀ナノ粒子の距離を制御することが重要であるとのことでした。ナノ構造の高精度制御によって、光反応を操れることを示す興味深い実験でした。その他、グレーティングを用いた、高効率光捕集基板の開発とイメージングの研究、マイクロメートルのオーダーで伝播するプラズモンを利用した、リモートラマンセンシングの研究、チップ増強ラマン顕微分光法のピコ秒時間能への発展の研究など、プラズモンの高効率光捕集効果を、高度に利用した、様々な研究が紹介されました。口頭発表に続き、夕刻からポスター発表が開催され、活発な議論が展開されました。ポスターについては、優秀な発表を表彰しました。以下に、受賞者を紹介します。

### **Young Scientist**

P021 Tetsuya Narushima (Institute for Molecular Science)

P042 Leonard KWATI (Kyushu Univ.)

P051 Quan Sun (Hokkaido Univ.)

### **Student**

P012 Ichiro Tanabe (Univ. of Tokyo)

P013 Anri Watanabe (Univ. of Tokyo)

P004 Kenji Setoura (Univ. of Tokushima)

P020 Tomoki Okuhata (Kwansei Gakuin Univ.)

P040 Xu Shi (Hokkaido Univ.)

会議4日目は、午前中に6件の口頭発表がありました。プレナリートークとしてノースウェスタン大のRichard P. Van Duyne教授が“New Directions in Plasmonics for Energy Conversion Research”と題して、表面増強ラマンの先駆的研究および最近の時間分解チップ増強ラマン顕微分光法の装置開発の紹介をしました。将来的に、単一分子の反応をピコ秒分解能で観察することを目指しているとのことで大変刺激的でした。他に、金属構造のフェムト秒パルス誘起コヒーレント振動ダイナミクス、金属ナノ構造配列体における、構造体間プラズモンエネルギー移動の研究など、光エネルギーの捕集、伝搬、熱拡散に関する先端的な基礎研究の紹介が続きました。午後からは一転して、浅草寺、隅田川の遊覧船、東京タワーとつづくバスツアー、夕刻からはバンケットが催されました。リラックスしたムードで、研究以外の話題にも花が咲き、参加者同士の良い交流の機会となりました。

会議最終日は午前中に5件の口頭発表がありました。半導体量子ドット太陽電池、金及び銀を吸着させた酸化チタン膜における光電変換機構の電気化学的検討、金と半導体ナノ粒子を用いた光触媒の高効率化、表面増強ラマンやプラズモンによる異性化反応の増強についての紹介があり、会議は幕を閉じました。

本会議がこの分野の今後の発展にとって時機を得たフォーラムであったと確信しています。このような素晴らしい会議を開催することができ、会議の共同議長および組織委員全員を代表して、山田科学振興財団の関係者の皆様に深く感謝いたします。

山田コンファレンス LXVI 組織委員

三澤 弘明 (北海道大学) 委員長

益田 秀樹 (首都大学東京) Co-Chair

山田 淳 (九州大学) Co-Chair

村越 敬 (北海道大学) 事務局

