

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：24403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24654091

研究課題名(和文)局在表面プラズモンの協力現象による高効率光熱電変換の原理開拓

研究課題名(英文)Development of principles for highly-efficient photothermal electric generation based on collective phenomena of localized surface plasmon

研究代表者

飯田 琢也 (Iida, Takuya)

大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：10405350

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：球殻状に集積化した金属ナノ粒子集積構造体を透明なポリマー基板上に配列させた光熱変換フィルムを開発し、迅速かつ高効率な光発熱効果が得られることを解明した。特に、球殻状の金ナノ粒子集積構造体を用いた光発熱素子では、たった100秒の擬似太陽光照射下で、25 から70 に到達することを明らかにした。これは、真夏の太陽光の下でのアスファルトで数時間かかる温度上昇や、高効率の白色光吸収体として知られる黒体テープの温度上昇を超えるものである。さらに、このフィルムを実装した熱電変換モジュールに擬似太陽光を照射したところ一ケタ近い出力の増大が得られ、小型かつ高効率な太陽光駆動型熱電素子への応用可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：We have developed rapid and highly efficient photothermal effect in photothermal film (PTF) with spherical shell-type metallic nanocomposites on a transparent polymer substrate. Particularly, temperature of PTF with spherical shell-type Au nanocomposites can reach 70 from 25 by only 100 seconds of artificial solar irradiation. Such a temperature rise exceeds that in asphalt under the midsummer sun light, or that in the black body tape as the highly efficient white light absorber. Furthermore, the output power of the thermoelectric device was enhanced to be one order higher than that without PTF. This result can be applied for the compact and highly-efficient "solar-driven-type thermoelectric conversion devices".

研究分野：光物性物理

キーワード：太陽光発電 光物性 熱工学 ナノ材料

### 1. 研究開始当初の背景

持続可能なエネルギー供給は人類が文化的な生活を営むための重要課題であり、再生可能エネルギーとしての太陽エネルギーの果たす役割が期待されている。このような太陽光の有効利用の観点では、大別すると二通りのアプローチに関する研究が進められており、一つは光を電気に変換する光電効果を利用した太陽電池に関するものであり、他方は熱を電気に変換するゼーベック効果を利用した熱電変換素子に関するものである。後者において、熱電変換材料にとって重要となる大きな温度差をつけるために、太陽光の熱流(主に赤外光が主成分)をいかに効率良く熱電変換材料の高温部に導くかが課題である。これまでに鏡やレンズを用いた従来法があるが、熱電変換材料の高温部に効率よく集光・集熱するために太陽を追尾するシステムや大規模で複雑な高コストのシステムが必要であった。

一方、代表者の飯田(光発熱 G)らは、高密度に集積した金属ナノ粒子中の局在表面プラズモンの協力現象に関する理論的研究を行い、光応答スペクトルの広帯域化の可能性を示していた [J. Phys. Chem. Lett. **3**, 332 (2012); J. Phys. Chem. C, **115**, 19091 (2011).]。このような原理に注目すれば、太陽光に含まれる様々な波長域の光エネルギーを高効率に熱に変換して熱電変換の増幅に利用できるはずと着想した。分担者の小菅(熱電変換 G)らはナノ粒子を用いた熱電変換素子の開発に実績があり [Jpn. J. Appl. Phys., **49**, 0711011 (2010).]、分担者の八木(粒子合成 G)は液相材料合成法による銅などの安価な金属ナノ粒子の大量合成に成功している [J. Electrochem Soc., **155**, D474, (2008).]。これら各メンバーの知識と技術を結集することで軽量・安価で高効率な光熱変換材料の開発と高効率熱電変換システムの構築に繋がると考え、本研究を遂行した。

### 2. 研究の目的

金属ナノ粒子複合体中の電子系の協力現象による光発熱効果の機構解明を行い、太陽光照射による高効率熱電変換の原理構築を目指した。このため、光物性物理・熱電変換工学・電気化学の異分野のグループの共同研究により以下の研究項目を実施した。

- (1) 擬似太陽光照射下での金属ナノ粒子複合体の光発熱効果の理論・実験による原理検証
- (2) 太陽光熱変換の下での熱電発電に最適なナノ複合材料の開発
- (3) 光発熱用金属ナノ粒子の低コスト大量合成に関する実験研究

これらの項目を実施することで、局在表面プラズモンの集団モード制御による集光効率の最適化を行い、太陽光駆動型熱電変換デバイスの高効率化のための新原理開拓を目指した。

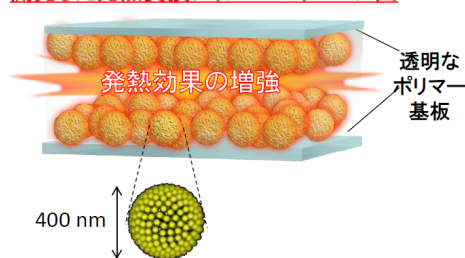
### 3. 研究の方法

簡便なアプローチでの金属ナノ粒子の高密度化による光熱変換の高効率化を目指し、様々な条件の金属ナノ粒子分散溶液を基板に塗布した場合に、金属の種類、粒子サイズや配列状態によって擬似太陽光照射下での発熱効果がどのように変化するかを探った。また、理論計算により、光散乱と光吸収を評価し、実際の発熱量の定量的評価も同時に行うことで、上記実験とのフィードバックを図った。また、太陽光熱電変換において必須となる、数十℃程度の温度上昇に最適な熱電変換用ナノ材料の開発も推進した。特に、熱電発電素子への実装も重要課題であるため、熱電モジュール表面に金属ナノ粒子を集積した場合と、集積化しない場合の差異についても考察を進めた。さらに、素子の低コスト化が実用化への鍵となるため、銅などの安価な金属ナノ粒子のサイズ制御・安定化により、光応答の最適化を行い、基板に塗布した場合の光発熱効果の測定も行った。

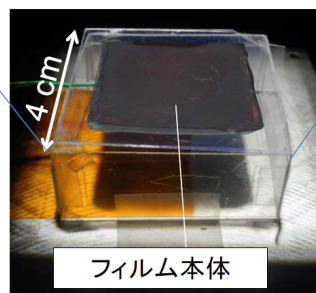
### 4. 研究成果

金ナノ粒子固定化ビーズを用いた光熱変換フィルムにおいて、疑似太陽光をたった100秒間照射しただけで初期温度25℃から約70℃に上昇することを解明した [A. Kosuga, T. Iida et al. *Nanoscale*, **7**, 7580 (2015). 日経産業新聞、月刊ソルビスト等のメディアでも紹介]。真夏の太陽光の下でアスファルトが25℃から約60℃に上昇するのに2~3時間かかるという報告があるが、非常に短時間でこのような温度上昇を凌ぐことを示す成果である。また、高効率の白色光吸収体として知られる黒体テープを用いた光熱変換フィルムとの比較でも、温度上昇、迅速性の観点から金ナノ粒子固定化ビーズを用いたフィルムの方が高い性能を

開発した光熱変換フィルムのイメージ図

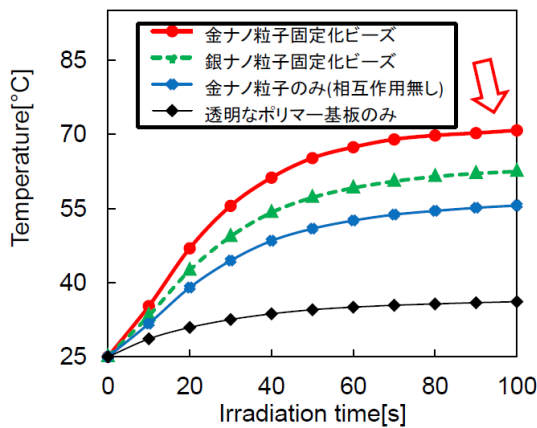


球殻状金属ナノ粒子複合体(金属ナノ粒子固定化ビーズ):  
直径が数ナノメートル~数十ナノメートルの  
金属(金、銀など)ナノ粒子をポリマービーズに高密度固定

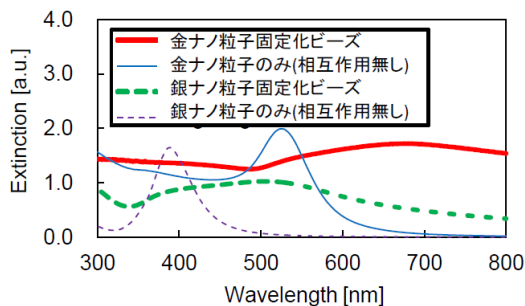


フィルム本体

真夏のアスファルトで数時間かかる温度上昇  
(25℃→60℃)をわずか100秒で超えた



局在表面プラズモンの協効効果で広帯域化

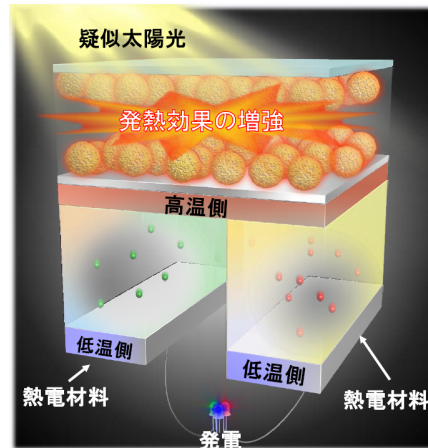


示すことが分かった。さらに、比較実験として、銀ナノ粒子固定化ビーズ、金ナノ粒子のみ(相互作用無し)、透明なポリマー基板のみを用いた光熱変換フィルムの表面温度も同じ条件で測定したところ、金ナノ粒子固定化ビーズが温度上昇においても最大となることを確認できた。これは、光応答スペクトルの積分値の大小関係と対応していることから、光熱変換フィルムの温度上昇と相関していることを確認できたと考えている。

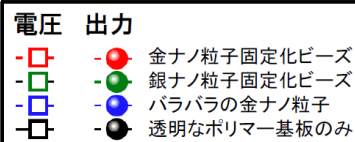
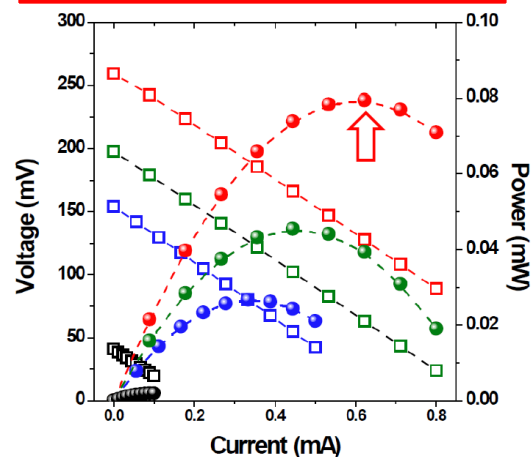
これら複数種類の光熱変換フィルムを搭載した熱電変換ユニットの、電流-電圧特性および電流-出力曲線についても測定を行った。その結果、金ナノ粒子固定化ビーズを用いた場合が最も高い電圧と出力を誇っており、温度上昇や光応答スペクトルと対応した結果となることが分かった。特に、透明なポリマー基板のみの場合と比較した時、1ケタ以上の出力の増強が得られることが分かった。これは開発した光熱変換フィルムの太陽光駆動型熱電変換デバイスへの応用可能性を期待させる重要な成果であり、安価で柔軟性に富んだポリマー基板を用いているため、様々な場所に貼り付けて使用できる可能性を期待させるものである。さらに、塗って乾かすだけの簡単安価な作製法なので、量産化も容易にできることを示唆する成果である。

前述の成果では、小型モジュールとして研究実施当時に市販で最高性能のものを用い

光熱変換フィルムを実装した熱電変換素子のイメージ図



光発熱フィルムを実装すると  
太陽光駆動型熱電変換の効率が1ケタ以上増強



たが、小菅 G では  $\text{Ca}_{0.9}\text{Yb}_{0.1}\text{MnO}_3$  の粒子に Pd メッキを施すことで、その粒界に 50 nm ほどの Pd がコートされた複合体の形成にも成功しており [A. Kosuga et al., *J. Alloys and Compounds*; **568**, 118 (2013).], 太陽光駆動型熱電変換に最適な熱電変換材料に関する新しい知見を得ている。さらに、八木 G では、金属ナノ粒子の液相合成プロセスにおいて、粒度分布の制御法の検討を行い、金ナノ粒子のサイズ制御における新しい知見 [S. Yagi, et al., *J. Electrochem. Soc.*; **159**, H668 (2012).] を得た他、銅ナノ粒子の調製においても原料となる酸化物粒子の比表面積を大きくすることで、金属イオンの濃度分布を均一化して形成されるサイズ分布の制御が可能であることを示した。この方法で作製した銅ナノ粒子において局在表面プラズモン由来のピークを可視光領域に有することも確認し、銅ナノ粒子を塗布した光熱変換フィルムでも条件によっては 50℃以上の温度上昇が得られる可能性が分かり、安価な光熱変換フィルムへの応用可能性も示した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 14 件)

- 1) A. Kosuga\*, Y. Yamamoto, M. Miyai, M. Matsuzawa, Y. Nishimura, S. Hidaka, K. Yamamoto, S. Tanaka, Y. Yamamoto, S. Tokonami, T. Iida\*, “A High Performance Photothermal Film with Spherical Shell-type Metallic Nanocomposites for Solar Thermoelectric Conversion”, *Nanoscale*; 7, 7580-7584 (2015), 査読有  
DOI: 10.1039/C5NR00943J
- 2) 伊都将司、山内宏昭、宮坂博、伊藤民武、田村守、床波志保、飯田琢也、「ドーナツビームによるナノ粒子の選択的集積化」、*レーザ加工学会誌 新製品・新技術紹介*, Vol. 21, No. 3, 60-63 (2014), 査読無
- 3) 飯田琢也、田村守、西村勇姿、床波志保、「光誘起力と非平衡過程によるナノ物質の集合制御とバイオ応用」、*一般社団法人電気学会、光・量子デバイス研究会誌*、OQD-14-044、15-18 (2014), 査読無
- 4) Y. Nishimura, K. Nishida, Y. Yamamoto, S. Ito, S. Tokonami\*, T. Iida\*, “Control of Submillimeter Phase Transition by Collective Photothermal Effect”, *The Journal of Physical Chemistry C*; Vol. 118, No. 32, 18799-18804 (2014), 査読有  
DOI: 10.1021/jp506405w
- 5) S. Tokonami\*, K. Nishida, Y. Nishimura, S. Hidaka, Y. Yamamoto, H. Nakao, T. Iida\*, “Enhanced Collective Optical Response of Vast Numbers of Silver Nanoparticles Assembled on a Microbead”, *Research on Chemical Intermediates*; Vol. 40, Issue 6, 2337-2346 (2014), 査読有  
DOI:10.1007/s11164-014-1610-0
- 6) M. Tamura, S. Ito, S. Tokonami, T. Iida\*, “Theory for optical assembling of anisotropic nanoparticles by tailored light fields under thermal fluctuations”, *Research on Chemical Intermediates*; Vol. 40, Issue 6, 2303-2313 (2014), 査読有  
DOI:10.1007/s11164-014-1607-8
- 7) S. Ito\*, H. Yamauchi, M. Tamura, S. Hidaka, H. Hattori, T. Hamada, K. Nishida, S. Tokonami, T. Itoh, H. Miyasaka, T. Iida\*, “Selective Optical Assembly of Highly Uniform Nanoparticles by Doughnut-Shaped Beams”, *Scientific Reports (Nature Publishing Group)*; Vol. 3, 3047(1-7) (2013), 査読有  
DOI:10.1038/srep03047
- 8) T. Iida, A. Nakamura, S. Hidaka, M. Tamura, T. Shiono, S. Furumiya, “Enhanced modulation of scattered light from phase-change nanoparticles by tailored plasmonic mirror image”, *Applied Physics Letters*; Vol. 103, No. 4, 041108(1-5) (2013), 査読有

<http://dx.doi.org/10.1063/1.4813749>

- 9) S. Tokonami\*, S. Hidaka, K. Nishida, Y. Yamamoto, H. Nakao, T. Iida\*, “Multipole Superradiance from Densely Assembled Metallic Nanoparticles”, *The Journal of Physical Chemistry C*; Vol. 117, No. 29, pp.15247-15252 (2013), 査読有  
DOI: 10.1021/jp4028244
- 10) M. Tamura, T. Iida\*, “Fluctuation Mediated Optical Screening of Nanoparticles”, *Nano Letters*; 12(10), 5337-5341 (2012), 査読有  
DOI: 10.1021/nl302716c
- 11) T. Iida\*, M. Tamura, “Many-body Effects in Optically-trapped Metallic Nanoparticles under Thermal Fluctuations (◆ Illustration was selected for the front cover picture)”, *Physica Status Solidi (c)*; 9(12), 2521-2524 (2012), 査読有  
DOI: 10.1002/pssc.201200334
- 12) S. Tanaka, H. Hattori, S. Hidaka, N. Duy Vy, T. Iida\*, “Control Theory of Near-field Optical Energy Transfer in One-dimensional Waveguide Consisting of Metallic Nanoparticles by Vibrating External Field (Selected by “Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology” Vol. 26, Issue 1 (July 2, 2012).)”, *Japanese Journal of Applied Physics*; 51(6), 06FE16(1-6), (2012), 査読有  
DOI:10.1143/JJAP.51.06FE16
- 13) A. Kosuga\*, K. Tsuchiya, M. Matsuzawa, “Microstructure and thermoelectric properties of Ca<sub>0.9</sub>Yb<sub>0.1</sub>MnO<sub>3</sub>/Pd nanocomposite prepared by electroless plating”, *Journal of Alloys and Compounds*; 568, 118-123 (2013), 査読有  
DOI:10.1016/j.jallcom.2013.03.026
- 14) S. Yagi\*, N. Oeda, C. Kojima, “Electroless Growth of Size-Controlled Gold Nanoparticles Using Hydroquinone”, *Journal of The Electrochemical Society*; 159(7), H668-H673 (2012), 査読有  
DOI: 10.1149/2.065207jes

[学会発表] (計 57 件)

- 1) 飯田琢也、床波志保、伊都将司、「ナノ環境における揺らぎの下での光誘起ダイナミクスの理論と応用」2015年 第62回応用物理学会春季学術講演会、『3光・フォトン シンポジウム: 散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン系の理論とデバイス構築』《招待講演》、2015年3月11日～14日、東海大学湘南キャンパス(神奈川)
- 2) 飯田琢也、田村守、西村勇姿、床波志保、「光集合効果によるバイオマテリアルの高感度検出法の開拓」、応用物理学会・量子エレクトロニクス研究会「バイオ・メディカルフォトンクス II～量子エレクトロニクスはいかに医学に貢献できるか～」《招待講演》、2014年12月19日-12月21日、上智大学軽井沢セミナーハウス(長野)
- 3) 飯田琢也、床波志保、「金属ナノ構造と生体物

質複合系の光誘起ダイナミクス」、応用物理学会関西支部平成26年度第2回講演会「シミュレーションが先導するエレクトロニクス・フォトンクス研究～関西発イノベーションと若手からの発信～」《招待講演》、2014年11月12日、神戸大学瀧川記念学術記念交流会館(神戸)

4) 飯田琢也、田村守、西村勇姿、床波志保、「光誘起力と非平衡過程によるナノ物質の集合制御とバイオ応用」、光・量子デバイス技術委員会 研究会平成26年度第2回「ナノサイエンスからナノバイオロジーへの発展機構の解明の糸口を探して」《招待講演》、2014年10月7日、岡山理科大学(岡山)

5) Y. Nishimura, K. Nishida, Y. Yamamoto, S. Ito, S. Tokonami, T. Iida, "Control of Macroscopic Phase Transition by Collective Plasmonic Photothermal Effect for Biological Application", 2nd TKU-OPU & 4th TKU-ECUST-OPU-KIST International Symposium, 2014年9月25日-27日, Tamkang University, Tamkang (Taiwan).

6) T. Iida, S. Ito, S. Tokonami, C. Kojima, "Biomimetic Optical Control of Nanomaterials under Light and Fluctuations", IUMRS-ICA 2014 《招待講演》, 2014年8月29日, 福岡大学(福岡)

7) M. Tamura, T. Iida, "Theory of highly precise separation of plasmonic nanoparticles by modulated light standing wave", The 25th IUPAC Symposium on Photochemistry, 2014年7月13日-18日, The Congress Center, Bordeaux (France).

8) T. Iida, M. Tamura, S. Hidaka, H. Hattori, T. Hamada, K. Nishida, S. Tokonami, T. Itoh, H. Yamauchi, H. Miyasaka, S. Ito, "Bio-inspired selective assembling of plasmonic nanoparticles under designed light and fluctuations", The 25th IUPAC Symposium on Photochemistry, 2014年7月13日-18日, The Congress Center, Bordeaux (France).

9) 飯田琢也、田村守、日高慎平、服部祐徳、濱田大地、西田敬亮、床波志保、伊藤民武、山内宏昭、宮坂博、伊都将司、「ドーナツビームと揺らぎによる金属ナノ粒子の高精度分離分析」、第74回分析化学討論会、2014年5月24日-25日、日本大学工学部郡山キャンパス(福島)

10) 飯田琢也、伊都将司、床波志保、児島千恵、「非平衡過程を利用した「生体模倣ナノ光エンジニアリング」の創成」、フォトンクス材料学セミナー《招待講演》、2014年5月14日、神戸大学(神戸)

11) T. Iida, M. Tamura, S. Hidaka, H. Hattori, T. Hamada, K. Nishida, S. Tokonami, T. Itoh, H. Yamauchi, H. Miyasaka, S. Ito, "Theory for Bio-inspired Optical Manipulation under Fluctuations", Optical Manipulation Conference '14 (OMC '14), 2014年4月22日-25日, Pacifico Yokohama, Yokohama (Japan)

12) T. Iida, M. Tamura, S. Hidaka, H. Hattori, T. Hamada, K. Nishida, S. Tokonami, T. Itoh, H. Yamauchi, H. Miyasaka, and S. Ito, "Theory for Bio-inspired Optical Manipulation under Fluctuations", Optical Manipulation

Conference '14 (OMC '14), 2014年4月22日-25日, Pacifico Yokohama, Yokohama (Japan)

13) 飯田琢也、「光と揺らぎで操るナノの世界: 物質科学から生命科学への展開」、大学院共通特別講義《招待講演》、2013年10月31日東京理科大学(東京)

14) 飯田琢也、床波志保、「光と揺らぎによるプラズモニク材料の動的制御とセンサ応用への展開」、ナノフォトンクスシンポジウム「ナノフォトンクスにおける複雑性・多様性と機能」《招待講演》、2013年7月17-18日、慶応義塾大学(東京)

15) 飯田琢也、田村守、「多重光トラップと熱揺らぎを利用した高精度ナノ粒子選別法の提案」、第73回分析化学討論会、2013年5月18日-19日、北海道大学函館キャンパス(北海道)

16) T. Iida, "Theory of nano-optomechanics under fluctuations", The First Italy-Japan Workshop on Nanophotonics 《招待講演》, 2013年4月22日-23日, University of Pisa (Italy)

17) 飯田琢也、「光誘起力と揺らぎによるバイオメテック光マニピュレーションの開拓」、第1回物質と光作用シンポジウム、2013年3月20日-21日、六峰館(福岡)

18) T. Iida, M. Tamura, "Theory of biomimetic optical screening of nanoparticles under thermal fluctuations", Seventh International conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE7), 2013年3月17日-19日, Fukuoka International Congress Center, Fukuoka (Japan)

19) 飯田琢也、「光誘起力と揺らぎによるナノ複合体の協力現象制御と分析科学への展開」、第2回光マニピュレーション研究会《招待講演》2012年11月30日-12月01日、大阪大学(大阪)

20) 飯田琢也、田村守、日高慎平、西田敬亮、床波志保、「揺らぎを利用した新奇ナノ光選別技術とプラズモニク・センサーの原理開拓」、先端物質科学研究所セミナー《招待講演》、2012年11月14日、九州大学(福岡)

21) A. Kosuga, "Development of Thermoelectric Materials ~From Fundamental to Application Viewpoint", The 2nd Southeast Asia Conference on Thermoelectrics 《招待講演》2012年10月30日, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon (Thailand)

22) A. Kosuga, M. Matsuzawa, "Structure and thermoelectric properties of Pd/Ca<sub>0.9</sub>Yb<sub>0.1</sub>MnO<sub>3</sub> nanocomposite prepared by electroless plating", Powder Metallurgy World Congress & Exhibition (PM2012 YOKOHAMA), 2012年10月14日-18日, Pacifico Yokohama, Yokohama (Japan)

23) 飯田琢也、田村守、日高慎平、西田敬亮、床波志保、「揺らぎの下でのプラズモニクナノ複合材料の光応答理論と新奇分析技術への展開」、第3回異分野融合先端研究コア(RCIS)研究セミナー《招待講演》2012年10月5日、岡山大学(岡山)

24) T. Iida, S. Hidaka, Y. Yamamoto, S. Tokonami, "Analysis of Enhanced Light Scattering from High Density Assembly of Gold Nanoparticles Fixed on Spherical

Surface", The 6th International Conference on Gold Science Technology and its Applications (GOLD2012), 2012年9月5日-8日, Keio Plaza Hotel Tokyo, Tokyo (Japan)

25) 小菅厚子, 松沢美恵 「Pd/Ca<sub>0.9</sub>Yb<sub>0.1</sub>MnO<sub>3</sub> ナノコンポジット焼結体の微細構造と熱電特性」、日本熱電学会(TSJ2012), 2012年8月27日-28日、東京工業大学(東京)

26) T. Iida, M. Tamura, "Fluctuation-mediated Dynamics Control of Metallic Nanoparticles by Light Fields with Designed Spatio-Temporal Profiles", International Conference on Nanoscience + Technology (ICN+T2012), 2012年7月23日-27日, Paris (France)

27) 飯田琢也, "Control of Plasmonic Collective Phenomena in Metallic Nanoparticles by External Fields under Thermal Fluctuations" 電子研学術講演会《招待講演》、2012年6月15日、北海道大学(北海道)

28) T. Iida, "Many-body Effects in Optically-trapped Metallic Nanoparticles under Thermal Fluctuations", Fifth International Conference on Optical, Optoelectronic and Photonic Materials and Applications (ICOOPMA2012), 2012年6月4日-7日, Nara Prefectural New Public Hall, Nara (Japan)

他 28 件

〔図書〕(計 4 件)

1) T. Iida, S. Ito, S. Tokonami, C. Kojima, Springer-Verlag, Progress in Nanophotonics III : Chap.5 "Nano-optomechanics by tailored light fields under fluctuations", 2015, 208 (167-202)

2) 飯田琢也、田村守、日高慎平、床波志保、金属ナノ・マイクロ粒子の最新技術と応用「第4章1節 光誘起力ナノ動力学法と金属ナノ粒子集積系の光応答理論」、シーエムシー出版、2013、236(102-111)

3) 八木俊介、金属ナノ・マイクロ粒子の最新技術と応用「第3章5節 卑金属ナノ材料の無電解析出と反応制御」、シーエムシー出版、2013、236(94-101)

4) 飯田琢也、服部祐徳、日高慎平、シーエムシー出版、メタマテリアル II 「光誘起力によるプラズモニクナノ複合体の作製と光機能制御」、メタマテリアル II、2012、278(99-109)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 3 件)

1) 名称：被検出物質の検出装置および方法

発明者：飯田琢也、床波志保

権利者：大阪府立大学

種類：特許権

番号：PCT/JP2014/064496

出願年月日：2014年5月30日

国内外の別：国外

2) 名称：光熱変換素子およびその製造方法、光熱発電装置ならびに被検出物質の検出方法

発明者：飯田琢也、床波志保、小菅厚子、山本陽二郎

権利者：大阪府立大学

種類：特許権

番号：特願 2013-096817(優先権出願)

出願年月日：2013年5月2日

国内外の別：国内

3) 名称：光熱変換素子およびその製造方法ならびに発電装置

発明者：飯田琢也、床波志保、小菅厚子、山本陽二郎

権利者：大阪府立大学

種類：特許権

番号：特願 2012-109651

出願年月日：2012年5月11日

国内外の別：国内

〔その他〕

○ホームページ等

生体光物理グループ

<http://www.p.s.osakafu-u.ac.jp/~t-iida/>

「光」を「熱」に迅速・高効率に変換するフィルムの開発に成功

<http://www.osakafu-u.ac.jp/info/publicity/release/2015/pr20150414.html>

○新聞・メディア発表

雑誌論文[Nanoscale; 7, 7580-7584 (2015)]に掲載された成果が日経産業新聞(2015/4/28)、月刊 SmartHouse(2015/4/16)、月刊ソルビスト(2015/5/20)等にて紹介。

○受賞

研究分担者の小菅厚子が日本熱電学会講演奨励賞(2012/8/27-28、東京工業大学)、飯田Gの大学院生らが国際会議で Excellent in Poster award 受賞[西村勇姿](2014/9/26、台湾)、Best Poster Award 受賞[田村守](2014/7/8、フランス)

6. 研究組織

(1)研究代表者

飯田 琢也 (IIDA, Takuya)

大阪府立大学大学院理学系研究科・准教授  
研究者番号：10405350

(2)研究分担者

小菅 厚子 (KOSUGA, Atsuko)

大阪府立大学・21世紀科学研究機構・講師  
研究者番号：30379143

(3)研究分担者

八木 俊介 (YAGI, Shunsuke)

大阪府立大学・21世紀科学研究機構・講師  
研究者番号：60452273