

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24年 5月 21日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21360310

研究課題名（和文）

金属・半導体低次元ナノ構造体の創製と自己組織化により発現する量子物性の探索

研究課題名（英文）

Research on preparation of low-dimensional metallic and semiconducting nanostructures and their quantum properties

研究代表者

保田 英洋（YASUDA HIDEHIRO）

大阪大学・超高压電子顕微鏡センター・教授

研究者番号：60210259

研究成果の概要（和文）：

励起状態に起因して発現する構造物性および量子物性の探索とその解明を目指し、0次元、1次元、2次元の金属・半導体ナノ構造体のサイズと形態をそろえて作製する手法を開拓した。電子による電子励起効果と弾き出し効果を併用して原子をサイト選択的、元素選択的、方位選択的に操作してナノ構造体を創製する手法とそのメカニズムを明らかにした。量子サイズ効果により発現するナノ粒子の金属-非金属相転移、間接遷移型半導体ナノ粒子の疑似直接遷移による発光機構を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

Preparation methods for metallic or semiconducting nanostructures with 0-, 1- and 2-dimensional structures have been developed in order to research and understand the structural and quantum properties originated from excited states. Formations of nanostructures by site-, element- and direction-selective atomic manipulations have been carried out by a combination of electronic excitations and knock-on atomic displacements. The mechanisms of photoluminescence induced by quantum size effects in nanoparticles can be interpreted by metal-nonmetal transition in metallic nanoparticles or by quasi-direct electronic transition in indirect transition semiconducting nanoparticles.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	10,300,000	3,090,000	13,390,000
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	1,900,000	570,000	2,470,000
年度			
年度			
総計	13,900,000	4,170,000	18,070,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学・金属物性

キーワード：ナノ物性

1. 研究開始当初の背景

ナノテクノロジーのキーマテリアルであるナノ粒子に代表されるナノ構造体は、材料

の機能化を進めるにあたり化学組成、温度にサイズと形態を新たなパラメータに加えて、よりバラエティーに富んだ機能材料開発の

一躍を担っている。特に、サイズ効果に起因した量子効果や表面効果を利用して新規な物性の探索が進められている。中でも光励起による光学的性質に着目した光物性の研究では、サイズ効果によって変化した電子状態の基底状態と励起状態間のエネルギー差を利用した光の吸収や発光に関する物性とその応用が注目されている。一方、こうした励起状態において原子移動や相変化が起こることも知られており、低次元ナノ構造体においては励起状態における構造の安定性について明らかにすることも同時に必要である。電子励起過程は新規な物性の発現に寄与するとともにナノ構造体の形態や構造の変化を誘起する可能性があるが、これまでに構造と量子物性を統一的に理解するまでには至っていなかった。

2. 研究の目的

本研究は、量子サイズ効果に起因した価電子のエネルギー準位の離散化によって起こる金属-半導体転移、表面効果に起因した格子振動のソフト化によって起こる原子構造の再構成、ならびに、表面化学状態の違い等によって発現する物性の解明を目指す。0次元から1次元、2次元の金属・半導体ナノ構造体のサイズと形態をそろえて作製する手法、ならびに、基板表面にそれらを自己組織化させて配列させる手法を開拓し、励起状態に起因して発現する構造物性および量子物性を探索し、その発現機構を解明することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究において作製するナノ構造体は、純物質ならびに合金・化合物の金属および半導体である。作製手法には液相法ならびに気相法を用いる。液相法においては水および非水溶媒の2液相中で金属無機化合物の還元反応を利用して親水・疎水性の有機分子によって表面修飾されたナノ構造体を次元制御して作製する。一方、気相法においては基板上に蒸着・分子線エピタキシー法によってナノ構造体を作製し、選択的かつ異方的にそれらを配列させる。作製したナノ構造体は、透過電子顕微鏡法と光電子分光法によって原子構造、電子状態の分析を行い、ナノ構造体に固有の電子励起状態について明らかにするための研究を行った。また、光物性に着目し、光学吸収、発光、発光減衰特性等の新規な物性の探索とその機構解明に取り組んだ。

4. 研究成果

ナノ粒子、ナノロッド、薄膜の作製によって、構造・量子物性に関して多くの成果が得られた。得られた成果は以下のように要約される。

(1) ナノ構造体創製のために原子操作手法

ナノ構造体作製のために、原子を操作手法には、熱的、力学的、電子的な手法がある。その中で、力学的方法として高エネルギー粒子線照射等による原子の弾き出し効果を利用すると運動量の伝達により原子の移動方向を操作できる。また電子的方法では、原子間結合を担う価電子や内殻電子を励起することにより結合のバランスを崩して電子励起状態に対応した非平衡な結合状態からなる構造へと原子を再配列させることができる。これら2つの方法を併用して、原子をサイト選択的、元素選択的、方位選択的に操作してナノ構造体を創製する手法の開発とそのメカニズムを明らかにした。

① 元素選択的原子操作によるナノ粒子の形態及び相制御

III-V族化合物ナノ粒子の低エネルギー電子励起により発現する構造相転移を電子顕微鏡内その場観察法によって示した。また、そのメカニズムが内殻電子励起の緩和過程において価電子帯中に生成する2正孔のクーロン反発力に起因した反結合状態の形成による系の化学的自由エネルギーの変化が非平衡状態を誘起し、安定構造を変化させる結果、相転移が起こることを明らかにした。こうした性質を利用して、ナノ粒子の配位制御に基づき構造を制御できる可能性を示した。

② サイト・元素・方位選択的原子操作による薄膜の構造制御

共有結合とイオン結合が支配的な化合物において、弾き出し効果と電子励起効果を併用することにより、原子をサイト選択的、元素選択的、方位選択的に操作して構造変化を誘起させる手法を示した。

SiCに代表される多形化合物結晶は立方晶構造中に局所的に六方晶構造を有する積層欠陥が周期的に導入されることにより、多形構造をとる。六方晶構造は立方晶構造よりも結合のイオン性が大きい。電子励起効果によりイオン性の大きい六方晶構造を有する積層欠陥の領域がソフト化し、弾き出し効果により元素選択的に1種類の原子のみを特定の方向に変位させると、積層欠陥が消失し立方晶構造に変化することを明らかにした。この場合、原子をサイト選択的、元素選択的、方位選択的に操作して構造を制御できる可能性を示した。

弾き出しと励起効果のシナジー効果を利用し、平衡状態から非平衡状態に移行した不安定モードが系全体を組織化した状態に導くようなプロセスによってナノ構造体を創製する新たな指導原理を確立することが示

された。

(2) 金属ナノ粒子の金属-非金属相転移

有機分子に内包された Au ナノ粒子(クラスター)を溶液中で調製し、その電子構造と光物性の測定から、金属-非金属相転移が起こることを示した。

金属-非金属相転移が起こる粒子サイズと温度の関係は、久保の理論によって予測される構成原子数に依存して量子井戸状態にある電子準位のエネルギー間隔と熱エネルギーとの大小関係によって矛盾なく説明されることが明らかになった。また、 dendritic マーに内包された Au ナノクラスターのフォト・ルミネッセンスと電子構造に関する実験から、Au ナノクラスターにおいては、サイズが小さくなると量子サイズ効果によりフェルミ準位近傍の状態密度が消失して金属-非金属転移し、HOMO-LUMO ギャップ間の電子遷移に起因した新奇な光物性が発現することが明らかになった。

(3) 間接遷移型半導体ナノ粒子の疑似直接遷移による発光

有機分子によって表面修飾した Si ナノ粒子を溶液中で調製し、その電子構造と光物性の測定から電子励起過程における疑似直接遷移について示した。間接遷移型半導体においてはサイズがボーア半径と同じかそれ以下になると、閉じ込められている電子と正孔の波動関数は運動量空間で重なりあうことによってフォノンの関与が不必要な疑似直接遷移が起こり、光学的な性質が変化することを、直接的な観測から明らかにした。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 12 件)

(1) M. Imamura, J. Nakamura, S. Fujimasa, H. Yasuda, H. Kobayashi and Y. Negishi, Photoluminescence dynamics of organic molecule-passivated Si nanoclusters, *European Physical Journal D*, 63, 2011, 289-292, 査読有 DOI: 10.1140/epjd/e2011-10513-x

(2) S. Fujimasa, M. Imamura and H. Yasuda, Excited electron dynamics of bismuth film grown on Si(111) surface by interferometric time-resolved two-photon photoemission spectroscopy, *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena*, 184, 2011, 309-312, 査読有, DOI: 10.1016/j.elspec.2011.01.005

(3) 保田英洋, 3MV 超高压電子顕微鏡内その場観察法とその物質・材料科学への新展開, *顕微鏡*, 46, 2011, 160-164, 査読有 <http://www.microscopy.or.jp/magazine/microscopy.html>

(4) Noriko Nitta, Yohta Aizawa, Tokiya Hasegawa and Hidehiro Yasuda, Structural changes induced by low energy electron irradiation in GaSb, *Philosophical Magazine Letters*, 91, 2011, 676-681, 査読有 DOI: 10.1080/09500839.2011.608528

(5) N. Nitta, E. Taguchi, H. Yasuda, H. Mori, Y. Hayashi, T. Yoshiie and M. Taniwaki, Secondary defects induced by ion and electron irradiation of GaSb, *Philosophical Magazine Letters*, 91, 2011, 223-228, 査読有 DOI: 10.1080/09500839.2011.552445

(6) H. Yasuda, K. Matsumoto, T. Furukawa, M. Imamura, N. Nitta and H. Mori, Thickness-dependent structural transition in GaAs nanocrystals grown on Si(111) surface, *Journal of Crystal Growth*, H314, 2011, 365-369, 査読有 DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2010.12.010

(7) H. Yasuda and H. Mori, Electronic-excitation-induced processing in GaSb compound nanoparticles, *Journal of Nanomaterials*, Vol. 2011, Article ID 901930, 4 pages, 査読有 DOI: 10.1080/09500839.2011.552445

(8) 保田英洋, 森博太郎, 低エネルギー電子励起効果による化合物半導体ナノ粒子の形態および相制御, *まてりあ*, 第 49 巻, 2010, 325-326, 査読有, <http://www.jim.or.jp/journal/m/>

(9) Noriko Nitta, Tokiya Hasegawa, Hidehiro Yasuda, Yoshihiko Hayashi, Toshimasa Yoshiie, Masafumi Taniwaki and Hiroto Mori, Void Formation and Structure Change Induced by Heavy Ion Irradiation in GaSb and InSb, *Materials Transactions*, 51, 2010, 1059-1063, 査読有, DOI: 10.2320/matertrans.M2010037

(10) 保田英洋, 合金ナノ粒子の相平衡 - 平衡状態と電子励起効果 -, *触媒*, 53, 2010, 9-13, 査読有 <http://www.shokubai.org/jnl/cgi-bin/ccotw.cgi>

(11) H. Usui, H. Yasuda and H. Mori, Structure analysis of GaAs nanocrystals with anisotropic basal plane grown on Si(100) surface, *Journal of Crystal Growth*, 311, 2009, 2269-2274, 査読有 DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2009.01.081

(12) 保田英洋, 今村真幸, 新田紀子, 森博太郎, 透過電子顕微鏡法(TEM)の基本原則とその場観察法によるナノ粒子の特異物性解析 *ナノ学会会報*, 8, 2009, 1-8, 査読有 <http://www.ac-square.co.jp/nano/index.html>

[学会発表] (計 72 件)

(1) 保田英洋, 今村真幸, Si ナノ粒子における発光寿命のサイズ依存性とゼロフォノン電子遷移, 日本金属学会 2012 年春期大会・横浜 (2012.3.29)

(2) 保田英洋, 古田剛史, 金属ナノ粒子中への点欠陥導入によるデバイ・ワラー因子の変

化と構造安定性、日本物理学会第 67 回年次大会・兵庫(2012.3.26)

(3) 穴田智史、永瀬丈嗣、保田英洋、森博太郎、金属間化合物における電子照射誘起平衡 - 非平衡相転移と状態図との関連性、日本金属学会 2012 年春期大会・横浜 (2012.3.29)

(4) H. Yasuda, In situ TEM observations of electronic-excitation-induced structural transition process in GaSb nanoparticles, Asia Pacific Microscopy Conference, Perth, Australia (2012.2.6)

(5) 古田剛史、保田英洋、MeV 電子照射による純金属ナノ粒子の構造変化およびその粒径依存性、日本鉄鋼協会・日本金属学会主催材料物性工学談話会平成 23 年度ポスター発表会・大阪(2012.1.16) (優秀発表賞受賞)

(6) 穴田智史、永瀬丈嗣、保田英洋、森博太郎、MeV 電子照射による Cr₂Ti 金属間化合物の C-A-C 相転移、日本鉄鋼協会・日本金属学会主催材料物性工学談話会平成 23 年度ポスター発表会・大阪(2012.1.16)

(7) Tsuyoshi Furuta and Hidehiro Yasuda, Particle size dependency of electron- irradiation-induced structural transitions in pure metal nanoparticles, International Symposium on Role of Electron Microscopy in Industry ~Toward genuine collaboration between academia and industry~, Nagoya, Japan (2012.1.20)

(8) Satoshi Anada, Takeshi Nagasea, Hidehiro Yasuda, and Hirotarō Mori, Electron- Irradiation-Induced Crystal- to- Amorphous- to- Crystal (C-A-C) Transition in a Cr-Ti Alloy: Discussion on Gibbs Free Energies of a Non-Equilibrium BCC Solid Solution and an Amorphous Phase, The International Symposium on Materials Science and Innovation for Sustainable Society -Eco-materials and Eco-innovation for Global Sustainability- ECO-MATES 2011, Osaka, Japan, (2011.11.29)

(9) Tsuyoshi Furuta and Hidehiro Yasuda, Electron-irradiation-induced structural transitions in Pd nanoparticles, The International Symposium on Materials Science and Innovation for Sustainable Society -Eco-materials and Eco-innovation for Global Sustainability- ECO-MATES 2011, Osaka, Japan, (2011.11.29)

(10) 保田英洋、ナノ粒子の構造物性の進展、東北大学金属材料研究所ワークショップ「分野融合型格子欠陥研究の発展にむけて」・仙台(2011.10.27) (依頼講演)

(11) 保田英洋、電子顕微鏡内その場観察法による物質極微プロセス研究、京都大学工学研究科附属量子理工学教育研究センター 第 12 回公開シンポジウム・京都(2011.10.21) (招待講演)

(12) H. Yasuda, Structural transitions by atomic species-selective manipulation in GaSb nanoparticles, 12th KIM/JIM joint Symposium

Electron Microscopy for Materials Science - The next generation of Electron Microscopy in the field of Materials Science -, Okinawa, Japan, 2011.11.6

(13) 穴田智史、永瀬丈嗣、保田英洋、森博太郎、Cr₂Ti 金属間化合物における電子照射誘起相転移の熱力学的考察、日本金属学会 2011 年秋期大会・沖縄 (2011.11.7)

(14) 古田剛史、保田英洋、MeV 電子照射による Pd ナノ粒子の構造変化およびその粒径依存性、日本金属学会 2011 年秋期大会・沖縄 (2011.11.9)

(15) 保田英洋、今村真幸、藤正修司、Bi 単結晶および多結晶薄膜表面の超高速励起電子ダイナミクス、日本金属学会 2011 年秋期大会・沖縄 (2011.11.8)

(16) 保田英洋、古田剛史、Pd ナノ粒子における MeV 電子照射誘起構造相転移、日本物理学会 2011 年秋季大会・富山(2011.9.23)

(17) 保田英洋、第 48 回応用物理学会スクール 励起ナノプロセス入門ー基礎と将来展望ー”電子線励起”、第 72 回応用物理学会学術講演会・山形(2011. 8.28)

(18) 保田英洋、新田紀子、森博太郎、電子励起による C₆₀ ナノ粒子の形態・構造変化、ナノ学会第 9 回大会・札幌 (2011.6.3)

(19) 保田英洋、超高圧電子顕微鏡その場観察法の動的非平衡物質科学への展開、日本顕微鏡学会第 67 回学術講演会・福岡(2011.5.17) (指定講演)

(20) 新田紀子、阪井茂樹、相澤洋太、吉田清和、保田英洋、低エネルギー電子照射による InSb の構造変化、日本金属学会 2011 年春期大会・東京 (2011.3.27)

(21) 保田英洋、今村真幸、中村純、フェニル基表面修飾 Si ナノ粒子の発光特性と電子構造、日本金属学会 2011 年春期大会・東京 (2011.3.27)

(22) 保田英洋、今村真幸、藤正修司、強光子場中の Si(111)表面における励起電子の緩和ダイナミクス、日本金属学会 2011 年春期大会・東京 (2011.3.27)

(23) 穴田智史、永瀬丈嗣、保田英洋、森博太郎、Cr-Ti 化合物の照射誘起相転移、日本金属学会 2011 年春期大会・東京 (2011.3.27)

(24) 古田剛史、保田英洋、MeV 電子照射による Pd ナノ粒子の構造変化、日本金属学会 2011 年春期大会・東京 (2011.3.27)

(25) 保田英洋、原子の弾き出し効果と電子励起効果のシナジェティクスを利用したナノプロセスとその評価、グローバル COE プログラム「構造・機能先進材料デザイン教育研究拠点」第 4 回シンポジウム・大阪 (2011.3.19)

(26) H. Yasuda, Electronically-enhanced atomic processes in semiconductor nanoparticles, Northwestern University Workshop on Advanced Structural and Functional Materials Design, Osaka, Japan (2010.10.13)

(27) H. Yasuda, In-situ TEM observations of phase formations and electronic excitation effects in nanoparticles, The 5th Advanced Materials Research Seminar for Exchange Program between Gyeongsang National University and Osaka University, Osaka, Japan (2010.7.28)

(28) H. Yasuda, electron-irradiation-induced phase transformations by TEM, KINKEN-WAKATE 2010 7th Materials Science School for Young Scientists, 仙台(2010.12.3) (招待講演)

(29) H. Yasuda, H. Mori and H. Maeda, Anisotropic Lattice Coherency in GaAs Nanocrystals Grown on Si (100) Surface, Proc. of the 17th IFSM International Microscopy Congress (IMC 17), Rio de Janeiro, Brazil, 2010. 9.23

(30) H. Yasuda and H. Mori, Effect of Bonding Characteristics on Electron-irradiation-induced Structural Changes in III-V Compounds, Proc. of the 17th IFSM International Microscopy Congress (IMC 17), Rio de Janeiro, Brazil, 2010. 9.24

(31) H. Yasuda and H. Mori, Formation of Electronic- excitation- induced Porous Structures in GaSb Nanoparticles, Proc. of the 17th IFSM International Microscopy Congress (IMC 17), Rio de Janeiro, Brazil, 2010. 9.24

(32) 保田英洋、電子励起反応によるナノ構造創製、電気学会第6回先端量子ビームとナノ応用技術調査専門委員会・札幌(2010.8.27) (招待講演)

(33) 保田英洋、森 博太郎、電子照射による弾き出し効果と励起効果を利用した材料ナノプロセス、日本金属学会 2010 年秋期大会・札幌 (2010.9.27) (基調講演)

(34) 新田紀子、阪井茂樹、相澤洋太、保田英洋、GaSb および InSb の電子照射による構造変化、日本金属学会 2010 年秋期大会・札幌 (2010.9.26)

(35) 長谷川季也、新田紀子、保田英洋、佐藤紘一、徐虬、義家敏正、谷脇雅文、イオン照射により GaSb 及び InSb に形成される構造のフラックス依存性、日本金属学会 2010 年秋期大会・札幌 (2010.9.26)

(36) 保田英洋、今村真幸、中村純、根岸雄一、上田茂典、有機分子表面修飾 Si ナノ粒子の光学特性と電子構造、第 30 回日本表面科学会学術講演会・大阪(2010.11.4)

(37) H. Yasuda, K. Matsumoto, T. Furukawa, M. Imamura, N. Nitta and H. Mori, Structural

Stabilities in GaAs Nanocrystals Grown on Si (111) Surface, The 7th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing, Cairns, Australia, 2010. 8.3

(38) 保田英洋、合金・化合物ナノ粒子の相生成と電子励起効果、日本地球惑星科学連合 2010 年大会・千葉(2010.5.23) (招待講演)

(39) 保田英洋、今村 真幸、新田紀子、森博太郎、Pb 合金ナノ粒子における格子軟化とその溶質濃度および粒径依存性、ナノ学会第 8 回大会・愛知 (2010.5.15)

(40) 今村真幸、中村純、藤正修司、保田英洋、小林宏成、根岸雄一、有機分子表面修飾 Si ナノクラスターの発光特性、ナノ学会第 8 回大会・愛知 (2010.5.14)

(41) 保田英洋、新田紀子、今村 真幸、森博太郎、6H-SiC における電子照射誘起不規則化、日本顕微鏡学会第 66 回学術講演会・愛知 (2010.5.25)

(42) 保田英洋、In situ TEM によるナノ粒子の相生成過程の解析、平成 21 年度日本顕微鏡学会関西支部特別企画講演会・愛知(2010.1.9)

(43) 今村真幸、中村純、藤正修司、保田英洋、上田茂典、山下良之、吉川英樹、小林啓介、有機分子表面修飾 Si ナノクラスターの光学特性、ナノ学会「ナノ構造・物性部会」第 2 回研究会・兵庫 (2010.1.16)

(44) 保田英洋、今村真幸、新田紀子、森博太郎、Pb 固溶体ナノ粒子の格子軟化に及ぼす溶質濃度とサイズの影響、日本金属学会 2010 年春期大会・茨城 (2010.3.29)

(45) 保田英洋、新田紀子、今村真幸、森博太郎、アモルファス Ge 薄膜の電子照射誘起結晶化、日本金属学会 2010 年春期大会・茨城 (2010.3.30)

(46) 長谷川季也、新田紀子、保田英洋、林禎彦、義家敏正、InSb 薄膜における重イオン照射効果、日本金属学会 2010 年春期大会・茨城 (2010.3.29)

(47) 古川達也、保田 英洋、松本 公久、森 博太郎、Si(111)表面に成長した GaAs ナノ結晶の断面構造評価、日本金属学会 2010 年春期大会・茨城 (2010.3.29)

(48) 新田紀子、相澤洋太、保田英洋、III-V 族化合物半導体 GaSb の電子励起効果による構造変化、日本金属学会 2010 年春期大会・茨城 (2010.3.30)

(49) 保田英洋、新田紀子、今村真幸、森博太郎、SiC 多形結晶の電子照射誘起構造変化に及ぼす電子励起効果と弾き出し効果、日本物理学会第 65 回年次大会・岡山(2010.3.20)

(50) 今村真幸、中村純、藤正修司、保田英洋、上田茂典、山下良之、吉川英樹、小林啓介、有機分子保護 Si ナノクラスターにおける発

光と電子構造の相関、日本物理学会第 65 回
年次大会・岡山(2010.3.22)

(51) 藤正修司、今村真幸、保田英洋、Si(111)
上に成長した Bi 表面の超高速励起電子ダイ
ナミクス、日本物理学会第 65 回年次大会・
岡山(2010.3.22)

(52) H. Yasuda, M. Imamura, N. Nitta, H. Mori,
In- situ TEM observation of electronic-
excitation- induced structural changes in III-V
compound nanoparticles, 11th International
Conference on Advanced Materials 2009 at Rio
de Janeiro, Brazil, 2009.9.24

(53) H. Yasuda, Electronic excitation effects in
compound nanoparticles, International
Symposium on the Physics of Excitation- assisted
Nano- processes 2009, Wakayama, Japan, 2009.
11.20

(54) Masaki Imamura, Jun Nakamura, Shuji
Fujimasa, Hidehiro Yasuda, Shigenori Ueda,
Yoshiyuki Yamashita, Hideki Yoshikawa,
Keisuke Kobayashi, Direct observations of
quantum size effects in alkyl-passivated Si
nanoparticles by hard X-ray photoemission
spectroscopy, 11-th International Conference on
Electronic Spectroscopy and Structure, Nara,
Japan, 2009. 10.24

(55) 保田英洋、電子顕微鏡によるナノ粒子の
反応性と構造安定性に関する研究、日本顕微
鏡学会第 53 回シンポジウム・東京(2009.11.30)
(学会賞受賞講演)

(56) 今村真幸、保田英洋、高橋和敏、鎌田雅
夫、アルカンチオレート表面修飾 Ag ナノ粒
子の量子サイズ効果、ナノ学会第 7 回大会・
東京 (2009.5.15)

(57) 藤正修司、今村真幸、保田英洋、干渉型
時間分解 2 光子光電子分光法による Si(111)
表面の励起電子ダイナミクス、ナノ学会第 7
回大会・東京 (2009.5.29)

(58) 保田英洋、新田紀子、今村真幸、森博太
郎、フラーレンナノ粒子における電子励起効
果、日本顕微鏡学会第 65 回学術講演会・宮
城 (2009.5.28)

(59) 新田紀子、長谷川季也、保田英洋、林禎
彦、義家敏正、重イオン照射による InSb の構
造変化、日本顕微鏡学会第 65 回学術講演会・
宮城 (2009.5.29)

(60) 今村真幸、中村純、藤正修司、保田英洋、
上田茂典、山下良之、吉川英樹、小林啓介、
硬 X 線光電子分光による有機分子表面修飾
Si ナノ粒子の電子状態の研究、日本物理学会
2009 年秋季大会・熊本 (2009.9.27)

(61) 藤正修司、今村真幸、保田英洋、Si(111)
上に成長した Bi 表面の干渉型時間分解 2 光子
光電子分光、日本物理学会 2009 年秋季大会・
熊本 (2009.9.27)

(62) 保田英洋、坂根良平、新田紀子、今村真

幸、森博太郎、電子照射効果による SiC 多形
結晶の構造変化、日本金属学会 2009 年秋季
大会・京都 (2009.9.16)

[図書] (計 1 件)

(1) Progress in Advanced Structural and
Functional Materials Design, Kakeshita,
Tomoyuki (Ed.), 2012, (分担執筆) Hidehiro
Yasuda, Advanced analysis of defect formations
and phase transformations in nanoparticles by in
situ transmission electron microscopy
ISBN 978-4-431-54063-2

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

受賞

保田英洋、第 54 回日本顕微鏡学会 学会賞 応
用研究部門受賞、「電子顕微鏡によるナノ粒
子の反応性と構造安定性に関する研究」平成
21 年 5 月 28 日

ホームページ等

<http://www.uhvem.osaka-u.ac.jp/jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

保田 英洋 (YASUDA HIDEHIRO)
大阪大学・超高压電子顕微鏡センター・
教授
研究者番号：60210259

(2) 研究分担者

今村 真幸 (IMAMURA MASAKI)
佐賀大学・シンクロトロン光応用研究セン
ター・助教
研究者番号：40554358

(3) 連携研究者

新田紀子 (NITTA NORIKO)
高知工科大学・ナノテクノロジー研究所・
講師
研究者番号：80412443