

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 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：特定領域研究

研究期間：2007～2011

課題番号：19053004

研究課題名（和文）

複合電子分光による機能元素電子状態解析

研究課題名（英文）

Atomic scale electronic state analysis by integrated electron spectroscopy

研究代表者

武藤 俊介 (MUTO SHUNSUKE)

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号：20209985

研究成果の概要（和文）：本研究では、新しい TEM 用 WDX 検出器、及びカソードルミネッセンス検出器を開発しこれらを一つの TEM に集約した複合電子分光電子顕微鏡の開発に成功し、さらにこれらから総合的に得られたデータから統計処理によって情報抽出する物性画像診断法を確立した。また電子を一点に集中すること無く原子サイト選択的電子状態測定を行う電子チャネリング EELS 法を確立した。これらの手法の応用によって、発光材料、磁性材料、水素吸蔵材料、光触媒、リチウムイオン二次電池正極材料等の空間構造・電子構造のナノメートル分解能での分析を行った。

研究成果の概要（英文）：In this study a novel WDX and cathodoluminescence detectors dedicated to S/TEM were developed, which were integrated into a single S/TEM instruments as a 'Integrated electron spectroscopic S/TEM'. A method where the datasets obtained was statistically processed and the underlying information was thereby extracted was developed, which is called as 'Diagnostic visualization of physical properties'. Furthermore, atomic site selective electronic structure measurement using electron channeling phenomena was established. We analyzed by utilizing those methods above the spatial and electronic structures of optical, magnetic, hydrogen storage, and photo-catalytic materials as well as lithium ion secondary battery cathodes in nanometer scale.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	21,300,000	0	21,300,000
2008年度	18,600,000	0	18,600,000
2009年度	25,900,000	0	25,900,000
2010年度	18,600,000	0	18,600,000
2011年度	10,000,000	0	10,000,000
総計	94,400,000	0	94,400,000

研究分野：格子欠陥・ナノ材料分析

科研費の分科・細目：材料工学・金属物性

キーワード：ナノ材料、電子顕微鏡、複合材料・物性、格子欠陥、量子化学

1. 研究開始当初の背景

ナノ材料物性研究の大きな柱として、超高分解能計測技術の進展が不可欠であることは論を待たない。透過電子顕微鏡 (TEM) は今や構造を拡大する「顕微鏡」の枠組みを超え、近年の収差補正技術と検出器の多様化・高感度化によって原子レベルデジタル計測

器へと大きく変貌した。高エネルギー電子ビームと材料の相互作用によって、試料の物性に関するほぼすべての情報が何らかの量子（光子、電子、X線）を通じて発信される。通常分析 STEM では捨て去られてきた、または別々の専用機によって測定されてきたこれらの量子が運ぶ情報を、できる限り同

時に取得することが「複合電子分光」の基本的着想である。これは従来「総合機」におけるそれぞれの測定系性能は、個別の「専用機」のそれに劣るといふ常識に挑戦するものである。

一方で所謂「実材料」への適用において、しばしば高輝度の電子ビームを原子サイズの場所に集中することによる試料変性が深刻な問題となっている。世界的トレンドである実空間の一点に電子プローブを集中すること無く、固体構造の対称性の破れから逆空間の特定の位置に散らばった情報を収集・統計処理することによって情報抽出する局所電子状態測定の開発は、このトレンドへの一つのアンチテーゼとして今や本研究グループの専売特許である「電子チャネリングを利用したサイト選択的電子状態測定」の拡張である。

2. 研究の目的

本班の役割分担は、高エネルギー電子を目標の格子特異点に絞り、その場所の電子状態を定量的に計測・評価そして可視化するという新規材料創出にとって不可欠な基盤技術を確立することにある。そのために主として(1)最近の放射光を用いても原理的に困難な、ナノ領域における材料内部の軟X線領域複合分光をするシステムを確立すること、(2)上記システムにおいて、特定の原子面、界面などにプローブ電子を局在(電子チャネリング)させる位置選択的な電子状態を実際の化学反応場でその場測定すること、(3)以上を特に金属微粒子触媒—担持基板の各面反応、機能元素のナノレベル可視化、遷移金属の電子状態規則配列の直接測定などへ応用することを目的とする。

3. 研究の方法

(1)X線レンズの導入による新しいTEM-WDX装置の開発

近年開発されたX線レンズを利用して射出X線を広い立体角で集光かつ平行化することによって、集光効率の劣る射入射分光器タイプではなく、回折結晶による高効率の軟X線分光システムを開発する。取得エネルギー領域50-2000eV、エネルギー分解能0.2(低エネルギー側)-0.6eV(高エネルギー側)を目指す。

(2)応用研究I

①電子チャネリングEELS測定の定量化：電子回折条件に応じて試料内ブロッホ波の振幅および励起電子の軌道異方性を考慮したイオン化断面積の計算プログラムの開発。②エネルギーフィルター像の演算処理による機能元素(水素)の可視化：共通試料及び鋼板中の格子特異点(転位、結晶粒界)に局在した水素の材料機能への影響の解明。③界面

電子チャネリング測定その場観察への応用：金属微粒子触媒と担持セラミックとの界面電子状態の測定。④遷移金属のホワイトライン強度比を利用した電子状態マッピング。

(3)応用研究II

機能元素構造解析法の確立。それら要素技術を融合して得られる考察を材料設計に応用する。

4. 研究成果

(1)MCXマルチキャピラリを利用したTEM用WDX検出器の開発に成功、現時点では150-2000eVをカバーし、エネルギー分解能は0.6-4eVである。さらにTEM内電子誘起発光(カソードルミネッセンス:CL)を取得するための試料ホルダーを新たに開発し、従来品に比して二桁以上の集光効率を達成した。これら二つの新しい検出器をEELS検出器と共に一つのTEMに集約した複合電子分光電子顕微鏡を完成させた。このような複合ナノ分析装置は世界で唯一のものである。

(2)微量元素からのEELSスペクトルを取得するために、測定中のスペクトルドリフトをオンラインで補正しながら積算するプログラムを開発した。これによって高エネルギー分解能かつS/Nの高い測定が可能となった。プログラムを一般に公開した。

(3)TEM電子ビームをPCから直接コントロールする機能を作製。これによって電子ビームを特定のブラッグ反射条件の周囲で連続的にロックさせ、EELS測定することにより、いわゆる高角度分解能電子チャネリング分光(HARECES)が可能となった。これによって原子サイト選択的電子状態測定の定量化への道が拓けた。この手法の応用し、スピネルフェライトの鉄イオンのサイト選択的電子状態測定を行い、結晶場による電子状態の違いを分離・抽出することに成功した。

(4)STEM-EELSまたはエネルギーフィルタによって得られるスペクトラムイメージデータセット(データキューブ)に多変量スペクトル分解処理を施すことによって、互いに重畳した異なる状態に対応するEELSスペクトルを分離し、それぞれの状態の空間分布をナノメートルスケールで表示する手法を確立した。我々はこれを「物性画像診断」と名付けた。この応用として、リチウムイオン二次電池の正極材料の劣化箇所の同定、リチウムの状態分析、Mg添加による劣化抑制メカニズムの解明に成功した。同じ多変量解析を上記(2)にも適用し、サイト毎の純EELSスペクトルを抽出することにも成功した。

(5)発光賦活元素Eu³⁺を添加した新しい赤色発光セラミックスCa₂SnO₄の添加元素の占有率を統計的ALCHEMI法を用いて解析、その占有サイトは、イオン半径よりも局所電荷中性条件によって決まることが明らかになっ

た。

(6)水素吸蔵材料 AlH_3 の水素放出過程の TEM 内その場観察に成功し、EELS スペクトルと理論計算によってこの材料の化学結合状態を明らかにした。

(7)地球科学研究グループとの共同研究により、地球下部マントルの成分である鉄シリケートの状態分析を行い、この結果から地球マントルの熱履歴に対して新たな提案を行った。この成果は Nature 誌に掲載された。

(8)所謂希土類元素を用いないユビキタス元素のみを使用した白色発光材料である炭化ポーラスシリカナノ構造の微細構造分析及び化学結合状態の空間分布可視化を行った。その結果、白色発光の原因を担うものとしてシリカと炭素の界面の重要性が明らかになった。この成果は共同研究元である日本フラインセラミックスセンターからプレス発表された。

(9)可視光に対して作動する窒素添加チタニアにおける窒素の化学状態とその空間分布を明らかにし、光触媒としての有効な試料厚さの評価を行った。

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 41 件)

- ① Y. Ishikawa, K. Sato, S. Kawasaki, Y. Ishii, A. Matsumura and S. Muto, White light emission from amorphous silicon-oxycarbide materials, Phys. Stat. Sol. A (2012) 1-4, 査読有, DOI:10.1002/pssa.201100816.
- ② K. Tatsumi, S. Muto, K. Ikeda, S. Orimo, Chemical bonding of AlH_3 hydride by Al-L_{2,3} electron energy-loss spectra and their first principles calculations, Materials, 5 (2012) 566-574, 査読有, DOI: 10.3390/ma5040566.
- ③ S. Muto, K. Tatsumi, Y. Kojima, H. Oka, H. Kondo, K. Horibuchi, Y. Ukyo, Effect of Mg-doping on the degradation of LiNiO_2 -based cathode materials by combined spectroscopic methods: Journal of Power Sources 205 (2012) 449-455, 査読有, DOI: 10.1016/j.jpowsour.2012.01.071.
- ④ R. Sinmyo, K. Hirose, S. Muto, Y. Ohishi and A. Yasuhara, The valence state and partitioning of iron in the Earth's lowermost mantle: Journal of Geophysical Research 116 (2011) B07205-1-9, 査読有, DOI: 10.1029/2010JB008179.
- ⑤ Y. Kojima, S. Muto, K. Tatsumi, H. Kondo, H. Oka, K. Horibuchi and Y. Ukyo, Degradation analysis of a Ni-based layered positive-electrode active material cycled at elevated temperatures studied by scanning transmission electron microscopy and electron energy-loss spectroscopy: Journal of Power Sources 196 (2011) 7721-7727, 査読有, DOI: 10.1016/j.jpowsour.2011.05.017.
- ⑥ 吉田朋子、武藤俊介, 放射光・電子分光法融合による触媒活性種の科学状態解析: 触媒 53 (2011) 228-234, 査読有
- ⑦ R.Nomura, H.Ozawa, S.Tateno, K.Hirose, J.Herlund, S.Muto, H.Ishii and N.Hiraoka, Spin crossover and iron-rich silicate melt in the Earth's deep mantle: Nature 147 (2011) 199-202, 査読有, DOI: 10.1038/nature09940.
- ⑧ 武藤俊介, 各種信号処理・統計的手法の電子顕微鏡データへの応用: 顕微鏡 46 (2011) 24-29, 査読有
- ⑨ S. Muto, Y. Fujimichi, K. Tatsumi, H. Yamane and T. Kawano, Site occupancy determination of Eu/Y doped in Ca_2SnO_4 phosphor by electron channeling microanalysis: Optical materials 33 (2011) 1015-1018, 査読有, DOI: 10.1016/j.optmat.2010.09.022
- ⑩ A. V. Vasin, S. Muto, Y. Ishikawa, J. Salonen, A. N. Nazarov and V. S. Lysenko, Attribution of white-light emitting centers with carbonized surface in nano-structured $\text{SiO}_2\text{:C}$ layers: Thin Solid Films 519 (2011) 4008-4011, 査読有, DOI: 10.1016/j.tsf.2011.01.199
- ⑪ 池田一貴, 大友季哉, 武藤俊介, 折茂慎一, アルミニウム水素化物の合成および原子配置と水素放出特性: Ceramics Japan 46 (2011) 174-177, 査読有
- ⑫ J. Yuhara, D. Tajima, T. Matsui, K. Tatsumi, S. Muto, M. Schmid and P. Varga, Growth and structure of an ultrathin tin oxide film on Rh(111): J. Appl. Phys. 109 (2011) 024903-1-5, 査読有, DOI: 10.1063/1.3537871.
- ⑬ A.V. Vasin, S. Muto, Y. Ishikawa, A. V. Rusavsky, T. Kimura, V. S. Lysenko and A. N. Nazarov, Comparative study of annealing and oxidation effects in a-SiC:H and a-SiC thin films deposited by radio-frequency magnetron sputtering: Thin Solid Films 519 (2011) 2218-2224, 査読有, DOI: 10.1016/j.tsf.2010.11.005
- ⑭ H. Tokoro, S. Fujii, Y. Kobayashi and S. Muto, The growth of carbon coating layers on iron particles and the effect of alloying iron with silicon: J. Alloys and Compounds 509 (2011) 1378-1383, 査読有, DOI: 10.1016/j.jallcom.2010.10.124.

- ⑮ S. Muto, Microstructures and Reaction Mechanism of Aluminum Hydride: IMR KINKEN Research Highlights 2010: Highlights of Collaborated Research 46 (2010) 47, 査読有
- ⑯ K. Iwasaki, T. Yamamoto, H. Yamane, T. Takeda, S. Arai, H. Miyazaki, K. Tatsumi, M. Yoshino, T. Ito, Y. Arita, S. Muto, T. Nagasaki and T. Matsui, Thermoelectric properties of $\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{O}_6(\text{CO}_3)_{0.7}$ containing one-dimensional CoO_6 octahedral columns: J. Appl. Phys. 105 (2010) 034905-1-5, 査読有, DOI: 10.1063/1.3174428.
- ⑰ Y. Fujimichi, S. Muto, K. Tatsumi, T. Kawano and H. Yamane, Quantitative determination of site occupancy of multi-rare-earth elements doped into Ca_2SnO_4 phosphor by electron channeling microanalysis: Journal of Solid State Chemistry 183 (2010) 2127-2132, 査読有, DOI: 10.1016/j.jssc.2010.07.026.
- ⑱ K. Tatsumi, S. Muto, I. Nishida and J. Rusz, Site-specific electronic configurations of Fe 3 *d* states by energy loss by channeled electrons: Appl. Phys. Lett. 96 (2010) 201911-1-3, 査読有, DOI: 10.1063/1.3429593.
- ⑲ S. Muto, K. Tatsumi, T. Sasaki, H. Kodo, T. Oshuna, K. Horibuchi and Y. Takeuchi, Mapping of heterogeneous chemical states of lithium in a LiNiO_2 -based active material by electron energy-loss spectroscopy: Electrochem. Solid-State Lett. 13 (2010) A115-A117, 査読有
- ⑳ S. Muto, T. Yoshida and K. Tatsumi, Diagnostic nano-analysis of materials properties by multivariate curve resolution applied to spectrum images by S/TEM-EELS: Materials Transactions 50 (2009) 964-969, 査読有.
- ㉑ K. Ikeda, S. Muto, K. Tatsumi, M. Menjo, S. Kato, M. Biemann, A. Zuttel, C. M. Jensen and Orimo, Dehydrogenating reaction of AlH_3 : in-situ microscopic observations combined with thermal and surface analyses: Nanotechnology 20 (2009) 204004 (4 pages), 査読有, DOI: 10.1088/0957-4484/20/20/204004.
- ㉒ S. Muto, K. Tatsumi, K. Ikeda and S. Orimo, Dehydrogenating process of $\alpha\text{-AlH}_3$ observed by transmission electron microscopy and electron energy-loss spectroscopy: J. Appl. Phys. 105 (2009) 123514 (4 pages), 査読有. <http://hdl.handle.net/2237/12636>
- ㉓ K. Tatsumi and S. Muto, Local electronic structure analysis by site-selective ELNES using electron channeling and first-principles calculations: J. Phys.: Condens. Matter., Vol. 21 (2009) 104213 (14 pages), 査読有, DOI: 10.1088/0953-8984/21/10/104213.
- ㉔ S. Muto, Y. Sasano, K. Tatsumi, T. Sasaki, K. Horibuchi, Y. Takeuchi and Y. Ukyo, Capacity fading mechanism of LiNiO_2 -based lithium ion batteries: II. Diagnostic analyses of an active material by electron microscopy and spectroscopy: J. Electrochem. Soc. Vol. 156 (2009) A371-A377, 査読有
- ㉕ I. Nishida, K. Tatsumi and S. Muto, Local electronic and atomic structures of Ce^{3+} -containing fluoride/oxide by TEM-EELS and first principles calculations: Materials Transactions 50 (2009) 952-958, 査読有, <http://www.jim.or.jp/journal/e/pdf3/50/05/952.pdf>.
- ㉖ T. Yoshida, S. Muto, L. Yuliaty, H. Yoshida and Y. Inada, Clustering of germanium atoms in silica glass responsible for the 3.1 eV emission band studied by optical absorption and X-ray absorption fine structure analysis: Journal of Nuclear Materials, 386-388 (2009) 1010-1013, 査読有, DOI: 10.1016/j.jnucmat.2008.12.201.
- 21 ㉗ K. Iwasaki, T. Yamamoto, H. Yamane, T. Takeda, S. Arai, H. Miyazaki, K. Tatsumi, M. Yoshino, T. Ito, Y. Arita, S. Muto, T. Nagasaki and T. Matsui, Thermoelectric properties of $\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{O}_6(\text{CO}_3)_{0.7}$ containing one-dimensional CoO_6 octahedral columns: Journal of Applied Physics 106 (2009) 034905 (5 pages), 査読有, DOI: 10.1063/1.3174428.
- ㉘ T. Sasaki, T. Nonaka, H. Oka, C. Okuda, Y. Itou, Y. Kondo, Y. Takeuchi, Y. Ukyo, K. Tatsumi and S. Muto, Capacity fading mechanism of LiNiO_2 -based lithium ion batteries: I. Analysis by electrochemical and spectroscopic examination: Journal of Electrochemical Society 156 (2009) A289-A293, 査読有
- ㉙ N. Enomoto, S. Muto, T. Tanabe, J. W. Davis and A. A. Haasz, Grazing-incidence electron microscopy of surface blisters in single- and polycrystalline tungsten formed by H^+ , D^+ and He^+ irradiation: Journal of Nuclear Materials 385 (2009) 606-614, 査読有, DOI: 10.1016/j.jnucmat.2009.01.298.
- ㉚ Y. Sasano and S. Muto, Energy drifts correction of electron energy-loss spectra for prolonged data accumulation of low SNR

- signals: *J. Electron Microsc.* 57 (2008) 149-158, 査読有, DOI: 10.1093/jmicro/dfn014.
- ③① Y. Ishikawa, A.V. Vasin, J. Salonen, S. Muto, V.S. Lysenko, A.N. Nazarov, N. Shibata, and V.-P. Lehto, Color Control of White Photoluminescence from Carbon Incorporated Silicon Oxide: *J. Appl. Phys.* 104 (2008) 083522 (6 pages), 査読有, DOI: 10.1063/1.3003079.
- ③② K. Tatsumi, Y. Sasano, S. Muto, T. Yoshida, T. Sasaki, K. Horibuchi, Y. Takeuchi and Y. Ukyo, Local atomic and electronic structures around Mg and Al dopants in lithium-nickel oxide electrodes studied by XANES/ELNES and first principles calculations: *Physical Review B*, 78 (2008) 045108 (8 pages), 査読有, DOI: 10.1103/PhysRevB.78.045108.
- ③③ T. Yoshida and S. Muto, Chemical state analysis of implanted nitrogen in visible-light response TiO₂ photo-catalyst: *Trans MRS-Jpn.* 33 (2008) 339-344, 査読有
- ③④ Y. Miyabe, T. Yoshida, S. Muto, T. Kiyobayashi and H. Wasada, Hydrogen trapping state associated with the low-temperature TDS peak in hydrogenated nanostructured graphite: *J. Appl. Phys.* 104 (2008) 044311, 査読有、<http://hdl.handle.net/2237/11984>
- ③⑤ K. Tatsumi, S. Muto and T. Yoshida, Detection of hydrogen at localized regions by unoccupied electronic states in iron carbides: towards high spatial resolution mapping of hydrogen distributions: *J. Appl. Phys.* 101 (2007) 023523-1-7, 査読有, DOI: 10.1063/1.2424540.
- ③⑥ Y. Yamamoto, K. Tatsumi and S. Muto, Site-selective electronic structure of aluminum in oxide ceramics obtained by TEM-EELS analysis using the electron standing-wave method: *Mater. Trans.* 48 (2007) 2590-2594, 査読有, DOI: 10.2320/matertrans.MD200707.
- ③⑦ T. Yoshida, S. Muto and J. Wakabayashi, Depth-resolved EELS and chemical state mapping of N⁺-implanted TiO₂ photocatalyst: *Mater. Trans.* 48 (2007) 2580-2584, 査読有
- ③⑧ T. Yoshida, S. Muto and J. Wakabayashi, Depth selective electronic state analysis of implanted nitrogen in visible-light response TiO₂ photocatalyst: *Mater. Sci. Forum* 561-565 (2007) 567-570, 査読有, DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.561-565.567.
- ③⑨ S. Muto, A. V. Vasin, Y. Ishikawa, N. Shibata, J. Salonen, and V.-P. Leht, Nano-Order Structural Analysis of White Light-Emitting Silicon Oxide Prepared by Successive Thermal Carbonization/Oxidation of the Porous Silicon: *Mater. Sci. Forum* 561-565 (2007) 1127-1130, 査読有, DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.561-565.1127.
- ④⑩ Y. Miyabe, T. Yoshida, S. Muto and K. Tatsumi, Hydrogen Quasi-Chemically Trapped Between Defective Graphene Layers in Nanostructured Graphite: *Mater. Sci. Forum* 561-565 (2007) 1585-1588, 査読有, DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.561-565.1585.
- ④⑪ K. Tatsumi, Y. Yamamoto and S. Muto, Site-by-site Electronic Structure Analysis of Al-containing Complex Compounds Using Channelling EELS and First Principles Calculations: *Mater. Sci. Forum* 561-565 (2007) 2091-2094, 査読有, DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.561-565.2091.
- [学会発表] (計 107 件)
(以下全て国際会議招待講演)
- ① S. Muto, Degradation analysis of cathodes in lithium ion secondary batteries by scanning transmission electron microscopy and electron energy-loss spectroscopy, Physics and Astronomy Seminar, 2012 年 3 月 2 日, Uppsala University, Sweden
- ② S. Muto, Diagnostic STEM-EELS Analysis of Cathodes in Lithium-Ion Secondary Batteries, Int'l Symp on Role of Electron Microscopy in Industry~Toward genuine collaboration between academia and industry~, 名古屋 2012 年 1 月 19 日, Nagoya University, Japan.
- ③ S. Muto, Diagnostic STEM-EELS Analysis of Cathodes Degradation in Lithium-Ion Secondary Batteries, Microscopy & Microanalysis 2011 年, 8 月 9 日, Nashville, USA
- ④ S. Muto, Statistical signal processing of S/TEM-EELS datasets-Extraction of information without reference- Max Planck Institute, STEM group seminar, 2010 年 9 月 13 日, Stuttgart, Germany.
- ⑤ S. Muto, Diagnostic analysis of Li ion secondary batteries by STEM-EELS/SI-MCR: Electrochemical Seminar, Paul-Scherrer Institute, 2009 年 10 月 12 日, Zurich, Switzerland.
- ⑥ S. Muto, Diagnostic analysis of ion-beam

induced nanostructures by S/TEM-EELS:
XVIII-th International Materials Research
Congress: Symposium 20: Beams and
Materials: Ion Beams, Cancun, Mexico,
2009年8月19日.

- ⑦ K. Tatsumi and S. Muto, Local electronic
structure analysis by site-selective ELNES
using electron channeling and first-principles
calculations: TEX2008, 名古屋, 2009年7
月3日.
- ⑧ S. Muto, Application-Combined Electron
Spectroscopy and Imaging Associated with
(S)TEM -Multivariate Curve Resolution:
The 1st International Symposium on
Advanced Microscopy and Theoretical
Calculations, AMTC1, 名古屋 2008年6月
30日.

〔図書〕(計1件)

- ① 武藤俊介(分担執筆), TEM 関連スペクト
ロスコーピーにおける情報抽出法, 金属学
会セミナーテキスト「機能元素のナノ材
料科学」, 日本金属学会, 2009年7月24
日, 担当ページ 12-21

〔産業財産権〕

○出願状況 (計1件)

名称: 発光体およびその製造方法
発明者: 石川由加里, 柴田典義, A. V. Vasin,
J. Salonen, 武藤俊介
権利者: (財)ファインセラミックスセンター
種類: 特許
番号: 特願 2009-18031
出願年月日: 2009年1月29日
国内外の別: 国内

〔その他〕

○プレスリリース: ユビキタス元素を使用した
白色光変換材料の開発:
http://www.jfcc.or.jp/25_press/r10_3.html

○Featured online on “Renewable Energy
Global Innovations”: Key science articles
(<http://reginnovations.com/key-scientific-articles/degradation-analysis-of-a-ni-based-layered-positive-electrode-active-material-cycled-at-elevated-temperatures-studied-by-scanning-transmission-electron-microscopy-and-electron-energy-loss-spectroscopy/>)

○名古屋大学プログラム・データベース・回
路配置届出 (計2件)

名称: 多変量スペクトル分解法および分離成
分可視化プログラム
受理年月日: 2010年3月5日
知的財産受付番号: K20090291N

名称: スペクトルのオンラインドリフト補正
スクリプトプログラム EDC
受理年月日: 2010年3月9日
知的財産受付番号: K20090310N

6. 研究組織

(1)研究代表者

武藤 俊介 (MUTO SHUNSUKE)
名古屋大学・工学研究科・教授
研究者番号: 20209985

(2)研究分担者

吉田 朋子 (YOSHIDA TOMOKO)
名古屋大学・エコトピア科学研究所・准教
授
研究者番号: 90283415
巽 一蔵 (TATSUMI KAZUYOSHI)
名古屋大学・工学研究科・講師
研究者番号: 00372532

(3)連携研究者なし