

研究種目：基盤研究 (A)
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17206063
 研究課題名（和文） 軟 X 線領域複合電子分光が拓く高空間・エネルギー分解能物性診断
 研究課題名（英文） Diagnosis of materials properties with high spatial/energy Resolution by soft X-ray region complex electron spectroscopy
 研究代表者
 武藤 俊介 (MUTO SHUNSUKE)
 名古屋大学・大学院工学研究科・教授
 研究者番号：20209985

研究成果の概要：ハードウェア開発として TEM 用波長分散型 X 線分光器の開発を行い、軟 X 線領域の状態分析を可能とした。またデータ測定・解析ソフトウェア開発としてスペクトル回復ソフトウェア、オンライン EELS スペクトルのドリフト補正スクリプト及び多変量解析に基づくスペクトル分解・成分空間分布可視化プログラムを開発した。これらを基にした応用研究として、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、リチウムイオン二次電池正極材料のドーパント効果及び画像劣化診断、窒素注入による可視光応答化チタニア光触媒の窒素の状態分析、水素吸蔵材料の状態分析及び 9) その他のナノ構造分析を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	17,600,000	5,280,000	22,880,000
2006年度	10,200,000	3,060,000	13,260,000
2007年度	6,500,000	1,950,000	8,450,000
2008年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
年度			
総計	37,700,000	11,310,000	49,010,000

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：透過型電子顕微鏡，電子エネルギー損失分光法，第一原理電子状態計算，波長分散型 X 線分析，多変量解析

1. 研究開始当初の背景

本研究グループは、シリコン、炭素、酸素など *sp* 軌道間結合が主たる物性を制御している軽元素材料の空間・電子構造解析を確立し、触媒や水素吸蔵材料に含まれる遷移金属や希土類金属元素の EELS スペクトルにおけるホワイトラインを効果的に物性分析に利用する手法を見出しつつあった。

TEM に付随した高エネルギー電子を用いる分光法 (TEM 分光) は、ナノメートル領域分析というキーワードのみならず、軟 X 線領域

の電子励起および発光スペクトルを容易に測定できる点に特徴がある。このエネルギー領域には、二次電池材料、鉄鋼材料、スピントロニクス材料における物性発現の鍵となる遷移金属・希土類金属の局在電子軌道に関係する電子励起スペクトルが存在する。この分野の開拓によって「ものづくり」現場からの要請に応えうるような材料基礎物性の「診断」およびそのための先進的分析手法の開発を地道に進めていくことの重要性が強調された。

2. 研究の目的

本研究は、エネルギーおよそ 100~3000eV の領域の電子励起スペクトルに注目し、ここに反映される物性の空間分布を可視化することで、**機能材料のサブミクロンオーダー性能診断技術**を確立することを目的とする。そのために、(1)透過電子顕微鏡 (TEM) に付随する電子エネルギー損失分光 (EELS) のエネルギー分解能を 0.5eV 以下にまで向上させ、**第一原理計算によるスペクトル予想と直接比較**する解析法を確立すること、(2)最近開発された X 線キャピラリレンズの応用によって EELS と同等のエネルギー分解能を有する新たな**波長分散 X 線分析 (WDX) 装置**を開発すること、(3)さらに(1)(2)の手法を応用し、**内殻電子励起スペクトルの微細構造**を利用した**物性の空間マッピング**を行うことである。

3. 研究の方法

(1)解析手法開発

- ①EELS スペクトルの高エネルギー分解能化
 - ②X線キャピラリレンズの導入によるWDXの高感度化および高分解能化
- ### (2)応用測定
- ①機能材料の EELS スペクトル測定・解析
 - ②電子チャネリングEELS測定によるサイト選択的スペクトル測定
 - ③局在軌道スペクトルによるイメージング

4. 研究成果

- ### (1)ハードウェア開発
- ①MCX-WDX 分光器の開発
- ### (2)データ測定・解析ソフトウェア開発
- ①PIXON 法によるスペクトル回復ソフトウェアの開発
 - ②DigitalMicrograph™ 上で動くオンライン EELS ドリフト補正スクリプトの開発
 - ③多変量解析に基づくスペクトル分解・成分空間分布可視化プログラムの開発
- ### (3)応用研究
- ①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
 - ②リチウムイオン二次電池正極材料のドーパント効果及び画像劣化診断
 - ③窒素注入による可視光応答化チタニア光触媒の窒素の状態分析
 - ④水素吸蔵材料の状態分析
 - ⑤その他のナノ構造分析

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:すべて査読有)

1. 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, T. Yoshida, S. Muto, L. Yuliatu, H. Yoshida and Y. Inada, J. Nucl. Mater. accepted.
2. Local electronic and atomic structures of Ce³⁺-containing fluoride/oxide by TEM-EELS and first principles calculations, I. Nishida, K. Tatsumi and S. Muto, Mater. Trans. accepted.
3. Capacity fading mechanism of LiNiO₂-based lithium ion batteries: II. Diagnostic analyses of an active material by electron microscopy and spectroscopy, S. Muto, Y. Sasano, K. Tatsumi, 他 4 名, J. Electrochem. Soc. 156 (2009) A371-A377..
4. Grazing-incidence electron microscopy of surface blisters in single- and polycrystalline tungsten formed by H⁺, D⁺ and He⁺ irradiation, N. Enomoto, S. Muto, T. Tanabe, J. W. Davis and A. A. Haasz, J. Nucl. Mater. 385 (2009) 606-614.
5. Diagnostic nano-analysis of materials properties by multivariate curve resolution applied to spectrum images by S/TEM-EELS, S. Muto, T. Yoshida and K. Tatsumi, Mater. Trans. 50 (2009) in press.
6. Capacity fading mechanism of LiNiO₂-based lithium ion batteries: I. Analysis by electrochemical and spectroscopic examination, T. Sasaki, T. Nonaka, H. Oka, C. Okuda, Y. Itou, Y. Kondo, Y. Takeuchi, Y. Ukyo, K. Tatsumi and S. Muto, J. Electrochem. Soc. 156 (2009) A289-A293.
7. Local electronic structure analysis by site-selective ELNES using electron channeling and first-principles calculations, K. Tatsumi and S. Muto, J. Phys.: Condens. Matter., 21 (2009) 104213 (14 pages).
8. Chemical state analysis of implanted nitrogen in visible-light response TiO₂ photo-catalyst T. Yoshida and S. Muto, Trans MRS-Jpn. 33 (2) (2008) 339-344.
9. Local atomic and electronic structures around Mg and Al dopants in lithium-nickel oxide electrodes studied by XANES/ELNES and first principles calculations, K. Tatsumi, Y. Sasano, S. Muto, T. Yoshida, T. Sasaki, K. Horibuchi, Y. Takeuchi and Y. Ukyo, Physical Review B, 78 (2008) 045108 (8 pages).
10. Hydrogen trapping state associated with the low-temperature TDS peak in hydrogenated nanostructured graphite, Y. Miyabe, T. Yoshida, S. Muto, T. Kiyobayashi and H. Wasada, J. Appl. Phys. 104 (2008) 044311.
11. Energy drifts correction of electron energy-loss spectra for prolonged data accumulation of low SNR signals. Y. Sasano and S. Muto, J. Electron Microsc. 57 (2008) 149-158.
12. Color Control of White Photoluminescence from Carbon Incorporated Silicon Oxide, Y.

- Ishikawa, A.V. Vasin, J. Salonen, S. Muto, 他4名, J. Appl. Phys. 104 (2008) 083522.
13. Detection of hydrogen at localized regions by unoccupied electronic states in iron carbides: towards high spatial resolution mapping of hydrogen distributions, K. Tatsumi, S. Muto and T. Yoshida: J. Appl. Phys. 101 (2007) 023523-1-7.
14. Site-selective electronic structure of aluminum in oxide ceramics obtained by TEM-EELS analysis using the electron standing-wave method, Y. Yamamoto, K. Tatsumi and S. Muto, Mater. Trans. 48 (2007) 2590-2594.
15. 位置選択的電子エネルギー損失分光法によるナノ表面・界面電子状態測定とその空間分布の可視化, 武藤俊介, 吉田朋子: 表面, 45, No. 2 (2007) 27-38.
16. Depth-resolved EELS and chemical state mapping of N⁺-implanted TiO₂ photocatalyst, T. Yoshida, S. Muto and J. Wakabayashi, Mater. Trans. 48 (2007) 2580-2584.
17. Depth selective electronic state analysis of implanted nitrogen in visible-light response TiO₂ photocatalyst, T. Yoshida, S. Muto and J. Wakabayashi, Mater. Sci. Forum 561-565 (2007) 567-570.
18. Nano-Order Structural Analysis of White Light-Emitting Silicon Oxide Prepared by Successive Thermal Carbonization/Oxidation of the Porous Silicon, S. Muto, A. V. Vasin, Y. Ishikawa, 他3名, Mater. Sci. Forum 561-565 (2007) 1127-1130.
19. Hydrogen Quasi-Chemically Trapped Between Defective Graphene Layers in Nanostructured Graphite, Y. Miyabe, T. Yoshida, S. Muto and T. Kiyobayashi, Mater. Sci. Forum 561-565 (2007) 1585-1588.
20. Site-by-site Electronic Structure Analysis of Al-containing Complex Compounds Using Channeling EELS and First Principles Calculations, K. Tatsumi, Y. Yamamoto and S. Muto, Mater. Sci. Forum 561-565 (2007) 2091-2094.
21. スピネル型酸化物 Mn₃O₄ からの Mn-L_{2,3} 電子線チャネリング条件下 ELNES, 巽一蔵, 山本悠, 武藤俊介: 日本金属学会会報「まてりあ」 45(12) (2006) 874.
22. Spectral restoration and energy resolution improvement of electron energy-loss spectra by Pixon reconstruction: II. Application to practical ELNES analysis of low SNR, S. Muto, K. Tatsumi, R. C. Puetter, T. Yoshida, Y. Yamamoto and Y. Sasano: J. Electron Microsc. 55 (2006) 225-230.
23. Spectral restoration and energy resolution improvement of electron energy-loss spectra by Pixon reconstruction: I. Principle and test examples, S. Muto, R. C. Puetter and K. Tatsumi: J. Electron Microsc. 55 (2006) 217-224.
24. Local Oxidation Induced by Inhomogeneous Stress on Blistered Si Surface, S. Igarashi, A. N. Itakura, M. Kitajima, S. Nakano, S. Muto, T. Tanabe, H. Yamamoto and K. Hojou: Jpn. J. Appl. Phys. 45 (2006) 4179-4182.
25. Change in Mechanical Properties of Ion-Irradiated Ceramics Studied by Nanoindentation Method, S. Nakano, S. Muto and T. Tanabe: Mater. Trans., 47 (2006) 112-121.
26. Fe-Co and Fe-Ni magnetic fine particles encapsulated by graphite carbon, H. Tokoro, S. Fujii, S. Muto and S. Nasu: J. Appl. Phys. 99 (2006) 08Q512.
27. *In-situ* observation of reversible oxidation/reduction reactions in ceria-zirconia solid solution with Pt particles by transmission electron microscopy and electron energy-loss spectroscopy, S. Arai, S. Muto, 他4名, Electrochem. Solid-State. Lett., 9 (2006) E1-E3.
28. Intercalated hydrogen in nanostructured graphite studied with electron energy-loss spectroscopy and molecular orbital calculation, T. Kimura, S. Muto, K. Tatsumi, T. Tanabe and T. Kiyobayashi: J. Alloys and Compounds, 413/1-2 (2006) 150-154.
29. 電子エネルギー損失微細構造解析の軽元素分析への応用, 武藤俊介: 顕微鏡, 41(1) (2006) 26-31.
30. Site-specific electronic structure analysis by channeling EELS and first principles calculations, K. Tatsumi, S. Muto, Y. Yamamoto, H. Ikeno, S. Yoshioka and I. Tanaka: Ultramicrosc., 106 (2006) 1019-1023.
31. 自動車排ガス浄化用助触媒 β-Ce₂Zr₂O_{7.5} の高分解能像と電子エネルギー損失分光スペクトル, 荒井重勇, 佐々木巖, 右京良雄, 武藤俊介, 黒田光太郎, 坂公恭: 日本金属学会会報「まてりあ」, 第44巻第12号(2005) p.973.
32. Structure of Oxygen-Related Defect Centers in of Ge_{1-x}Si_x Alloys Studied by Extended Energy-Loss Fine Structure Analysis, S. Muto, H. Sugiyama, I. Yonenaga and T. Tanabe: Jpn. J. Appl. Phys. 44 (2005) 1892-1896.
33. Transmission Electron Microscopy and Electron Energy-Loss Spectroscopy Analysis of Hydrogenated Nanostructured Graphite Prepared by Mechanical Milling, S. Muto, T. Kimura, T. Kiyobayashi, T. Tanabe, T. Maruyama: Jpn. J. Appl. Phys. 44 (2005) 2061-2069.
34. 複合電子顕微分光への展望とその応用の可能性, 武藤俊介, 巽一蔵: 日本セラミックス協会「セラミックス」(2005) 928-931
35. Novel valence state of cerium in Ce₂Zr₂O_{7.5} elucidated by electron energy-loss spectroscopy under electron channeling conditions, S. Arai, S.

Muto, T. Sasaki, K. Tatsumi, Y. Ukyo, K. Kuroda and H. Saka: Solid State Communications, 135 (2005) 664-667.

36. Atomistic structure and strain relaxation in Czochralski-grown $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ bulk alloys, I. Yonenaga, M. Sakurai, M. H. F. Sluiter, Y. Kawazoe and S. Muto: J. Mater. Sci.: Mater. Electr., 16 (2005) 429-432.

37. TEM-EXELFS 法の特徴とその応用の現状と展望, 武藤俊介: 日本結晶学会誌, 471 (2005) 61-66.

38. Formation and in-situ dynamics of metallic nanoblisters in Ga^+ implanted GaN nanowires, A. Datta, S. Dhara, S. Muto, 他8名: Nanotechnology, 16 (2005) 2764-2769.

39. Substructures of gas-ion-irradiation induced surface blisters in Si studied with cross-sectional transmission electron microscopy, S. Muto, and N. Enomoto: Mater. Trans. 46(2005) 2117-2124.

40. Mechanism of nanobliester formation in Ga^+ self-ion implanted GaN nanowires, S. Dahra, A. Datta, S. Muto, 他 8 名: Appl. Phys. Lett. 86 (2005) 203119-1-3.

41. 非金属材料におけるヘリウム照射損傷について, 武藤俊介: プラズマ・核融合学会誌, 81, (2005) 41-45.

[学会発表] (計 105 件)

1. 武藤俊介, 傳田聡, 両角浩一, 石塚和夫, 強度輸送方程式による強誘電体ドメインの内部電場可視化, 日本金属学会 2009 年春期 (第 144 回) 大会, 2009 年 3 月 30 日, 東京工業大学

2. 吉田朋子, 武藤俊介, 吉田寿雄, レニユリアティ, 稲田康宏, Ge 添加シリカガラスの紫外光発光に及ぼす Ge クラスタサイズの効果, 日本金属学会 2009 年春期 (第 144 回) 大会, 2009 年 3 月 29 日, 東京工業大学

3. 巽一蔵, 武藤俊介, 池田一貴, 折茂慎一, EELS 分光とその理論計算による水素貯蔵材料 AlH_3 の化学結合解析, 日本金属学会 2009 年春期 (第 144 回) 大会, 2009 年 3 月 29 日, 東京工業大学

4. 西田育生, 巽一蔵, 武藤俊介, 原子サイト選択的 TEM 内電子分光のためのビームデジタル制御化, 日本金属学会 2009 年春期 (第 144 回) 大会, 2009 年 3 月 30 日, 東京工業大学

5. 下平 健太, 巽一蔵, 武藤俊介, 他, リチウムイオン二次電池正極材料の SI による Li 状態解析, 日本金属学会 2009 年春期 (第 144 回) 大会, 2009 年 3 月 30 日, 東京工業大学

6. 武藤俊介, 複合電子分光によるナノテク実材料のナノ領域特性画像診断, 応用物理学会 2009 年春期 (第 56 回) 講演会, 2009 年 3 月

31 日, 筑波大学

7. 吉田朋子, XAFS による機能元素状態解析, 応用物理学会 2009 年春期 (第 56 回) 講演会, 2009 年 3 月 31 日, 筑波大学

8. 武藤俊介, 電子プローブを用いた軟 X 線領域スペクトルによる局所電子状態解析, 日本物理学会秋期大会, 2008 年 9 月 20 日, 岩手大学

9. 武藤俊介, ナノ領域複合電子分光による機能元素分析, 日本金属学会 2008 年秋期 (第 143 回) 大会, 2008 年 9 月 23 日, 熊本大学

10. 武藤俊介, 佐々野裕介, ポストコラム型 EELS におけるエネルギードリフト補正 DM スクリプトの開発, 日本金属学会 2008 年秋期 (第 143 回) 大会, 2008 年 9 月 24 日, 熊本大学

11. 武藤俊介, 巽一蔵, 高橋光, 日本金属学会 2008 年秋期 (第 143 回) 大会, TEM 用 MEX-WDX 分光器による遷移金属酸化物の状態解析 2008 年 9 月 23 日, 熊本大学

12. 西田育生, 巽一蔵, 武藤俊介, 電子チャネリング効果による原子サイト選択的 TEM 内電子分光の進展, 日本金属学会, 2008 年秋期 (第 143 回) 大会, 2008 年 9 月 23 日, 熊本大学

13. 巽一蔵, 武藤俊介, 吉田朋子, 佐々木巖, 堀淵嘉代, 右京良雄, 竹内要二, 高温下充放電サイクルによる LiNiO_2 系 Li 電池正極ドーパント Mg 及び Al の化学状態変化, 日本金属学会 2008 年秋期 (第 143 回) 大会, 2008 年 9 月 25 日, 熊本大学

14. 吉田朋子, 宮部祐三子, 武藤俊介, 清林哲, 和佐田裕昭, 水素吸蔵ナノ構造化黒鉛中の水素結合状態, 日本金属学会 2008 年秋期 (第 143 回) 大会, 2008 年 9 月 25 日, 熊本大学

15. Wavelength dispersive Soft X-ray emission spectroscopy attached to TEM using multi-capillary X-ray lens, S. Muto, EMC2008, Aachen, Sep. 3 (2008)

16. Diagnostic of Li battery cathode by EELS, first principles calculation and spectrum-imaging with multi-variate analysis, K. Tatsumi, and S. Muto, EMC2008, Aachen, Sep. 4 (2008)

17. Spatial Distribution Mapping of Product Phases in a LiNiO_2 -based Cathode Active Material During Cycling Tests at Elevated Temperatures, S. Muto, 214th ECS Meeting, Honolulu, Oct. 15 (2008)

18. Chemical State Changes of the Dopants Mg and Al in LiNiO_2 -based Cathode Induced by Cycling Tests at Elevated Temperature. K. Tatsumi and S. Muto et al, 214th ECS Meeting, Honolulu, Oct. 13(2008)

19. Combined electron spectroscopy and imaging associated with (S)TEM-Application of multivariate curve resolution, S. Muto, AMTC1, Nagoya, Japan, Jun. 30 (2008)
20. 武藤俊介, 多変量スペクトル分解法による材料物性画像診断法の開発, 日本顕微鏡学会 (第64回) 学術講演会, 2008年5月21日, 国立京都国際会館
21. 武藤俊介, 高橋光, 巽一巖, TEM用MCX-WDX分光器の装着とテスト, 日本顕微鏡学会 (第64回) 学術講演会, 2008年5月22日, 国立京都国際会館
22. 武藤俊介, 日本顕微鏡学会 (第64回) 学術講演会, HVEM計画—反応科学超高压走査透過電子顕微鏡, 2008年5月21日, 国立京都国際会館
23. 武藤俊介, 多変量解析によるSTEM化学状態マッピング法の開発, 日本金属学会春期 (第142回) 大会, 武蔵工大, 2008年3月28日
24. 武藤俊介, 巽一巖, 高橋光, TEM用MCX分光器によるX線領域特性X線状態分析の試み, 日本金属学会春期 (第142回) 大会, 武蔵工大, 2008年3月28日
25. 吉田朋子, 武藤俊介, 窒素イオン注入チタニア光触媒における可視光応答性発現因子, 日本金属学会春期 (第142回) 大会, 武蔵工大, 2008年3月27日
26. 巽一巖, 西田育生, 武藤俊介, 佐々木巖右京良雄, 電子分光微細構造と第一原理計算によるCe化合物の電子状態の理解, 日本金属学会春期 (第142回) 大会, 武蔵工大, 2008年3月27日
27. 佐々野裕介, 巽一巖, 武藤俊介, 佐々木巖, 堀渕嘉代, 右京良雄, リチウムイオン二次電池正極材料のSTEM-SIによる分析 日本金属学会春期 (第142回) 大会, 武蔵工大, 2008年3月26日
28. 木村達也, 武藤俊介, 吉田朋子, 濱田紉, フッ素添加アモルファスカーボンの力学特性および局所構造の変化, 日本金属学会春期 (第142回) 大会, 武蔵工大, 2008年3月28日
29. 武藤俊介, 電子顕微鏡におけるX線マイクロアナリシスへの期待, 島津製作所第25回記念マイクロアナリシス研究懇談会, 名古屋ダイヤビルディング, 2007年11月15日
30. Site-by-site Electronic Structure Analysis of Al-containing Complex Compounds Using Channeling EELS and First Principles Calculations, K. Tatsumi, Y. Yamamoto and S. Muto: 6th Pacific Rim Int'l Conf. on Advanced Materials and Processing, PRICM6, Jeju Island, Nov. 7 (2007).
31. Nano-Order Structural Analysis of White Light-Emitting Silicon Oxide Prepared by Successive Thermal Carbonization/Oxidation of the Porous Silicon, S. Muto, A. V. Vasin, Y. Ishikawa, N. Shibata, J. Salonen and V-P. Lehto: 6th Pacific Rim Int'l Conf. on Advanced Materials and Processing, PRICM6, Jeju Island, Nov. 8 (2007).
32. Depth selective electronic state analysis of implanted nitrogen in visible-light response TiO₂ photocatalyst, T. Yoshida, S. Muto and J. Wakabayashi: 6th Pacific Rim Int'l Conf. on Advanced Materials and Processing, PRICM6, Jeju Island, Nov. 6 (2007).
33. Hydrogen Quasi-Chemically Trapped Between Defective Graphene Layers in Nanostructured Graphite, Y. Miyabe, T. Yoshida, S. Muto and T. Kiyobayashi: 6th Pacific Rim Int'l Conf. on Advanced Materials and Processing, PRICM6, Jeju Island, Nov. 7 (2007).
34. TEM-EELS Analysis of Positive Electrodes in LiNi_{0.8}Co_{0.2}O₂-based Lithium Ion Secondary Batteries After High-Temperature Cycle Tests, Y. Sasano, K. Tatsumi, S. Muto, T. Sasaki, K. Horibuchi, Y. Takeuchi and Y. Ukyo: Proc. 2007 Fall Mtg. Electrochem. Soc., Washington D.C., Oct. 8 (2007).
35. Local atomic and electronic structures of solute Al and Mg in the LiNi_{0.75}Co_{0.15}Al_{0.05}Mg_{0.05}O₂ cathode by K shell XANES/ELNES and first principles calculations, K. Tatsumi, Y. Sasano, S. Muto, T. Yoshida, T. Sasaki, K. Horibuchi, Y. Takeuchi and Y. Ukyo: Proc. 2007 Fall Mtg. Electrochem. Soc., Washington D.C., Oct. 8 (2007).
36. Degradation of lithium ion batteries using LiNiO₂-based cathodes and change in local structure of positive materials, T. Sasaki, K. Horibuchi, H. Kondo, Y. Itou, C. Okuda, O. Hiruta, Y. Takeuchi, K. Tatsumi, S. Muto and Y. Ukyo: Proc. 2007 Fall Mtg. Electrochem. Soc., Washington D.C., Oct. 10 (2007).
37. Correlation between mechanical properties and local spatial and electronic structures in fluorinated DLC thin films, T. Kimura, S. Muto, T. Yoshida, T. Hamada, S. Fujimoto: Int'l Conf. Diamond and Rel. Mater., Diamond 2007, Berlin, Sept. 13 (2007).
38. Electronic state analysis of implanted nitrogen in visible-light response TiO₂ photocatalyst by TEM-EELS, T. Yoshida and S. Muto: Lattice Defects Forum, The Doyama Symposium on Advanced Materials, "Materials to Save Humankind: The Dream, Creativity, and Working Toward its Realization", University of Tokyo, Japan, September 5, 2007
39. 佐々野裕介, 巽一巖, 武藤俊介, 吉田朋子, 佐々木巖, 堀渕嘉代, 右京良雄, 竹内要二, リチウムイオン二次電池正極材料への添加 Al による劣化抑制機構の解明, 日本金属

学会秋期（第 141 回）大会，岐阜大，2007 年 9 月 20 日

40. 巽一蔵，武藤俊介，黒田光太郎，荒井重男，佐々木蔵，右京良雄，セリア・ジルコニア規則固溶体の原子・電子構造と電子線エネルギー損失分光，日本金属学会秋期（第 141 回）大会，岐阜大，2007 年 9 月 21 日

41. 武藤俊介，吉田朋子，PIXON 法の応用による微量元素の深さ敏感 ELNES 測定，日本金属学会秋期（第 141 回）大会，岐阜大，2007 年 9 月 19 日

42. 武藤俊介，巽一蔵，多変量解析の応用による真のサイト選択的 ELNES 測定，日本金属学会秋期（第 141 回）大会，岐阜大，2007 年 9 月 20 日

43. 武藤俊介，複合電子分光 TEM による局所領域電子状態解析の最近の進展，豊田中研講演会「微細(界面)構造観察から計算科学へ」，豊田中央研究所，2007 年 8 月 22 日

44. 巽一蔵，武藤俊介，電子分光と第一原理計算に基づく TEM-EELS 画像演算による鉄炭化物中水素の高空間分解能可視化の試み，日本計算工学会（第 12 回）講演会，国立青少年オリンピック記念センター，2007 年 5 月 22 日

45. 武藤俊介，巽一蔵，電子定在波を利用した原子位置選択的電子状態測定，日本顕微鏡学会（第 63 回）学術講演会，新潟コンベンションセンター，2007 年 5 月 20 日

46. 武藤俊介，複合電子顕微分光 TEM の開発と励起場測定への応用，日本顕微鏡学会ビーム誘起・励起効果研究部会，北海道大，2007 年 3 月 6 日

47. 巽一蔵，山本 悠，武藤俊介，第一原理計算と電子チャネリング条件下 EELS によるサイトごとの電子構造分析，日本セラミック協会 2007 年年会，武蔵工業大学，2007 年 3 月 21 日

48. 吉田朋子，武藤俊介，田辺哲朗，内殻電子励起によるシリカ照射損傷過程の観察，日本金属学会春期（第 140 回）大会，千葉工大，2007 年 3 月 29 日

49. 武藤俊介，巽一蔵，R. C. Puetter，二次元非対称 PIXON 処理による EEL スペクトルの S/N および分解能改善，日本金属学会春期（第 140 回）大会，千葉工大，2007 年 3 月 29 日

50. 山本 悠，巽一蔵，武藤俊介，電子のチャネリング効果を利用した原子サイト選択的 TEM-EELS 測定法の発展，日本金属学会春期（第 140 回）大会，千葉工大，2007 年 3 月 29 日

51. 佐々野裕介，巽一蔵，吉田朋子，武藤俊介，佐々木 蔵，堀潤嘉代，右京良雄，竹内要二，TEM-EELS による微量添加元素(<1 原

子%)の電子状態測定，日本金属学会春期（第 140 回）大会，千葉工大，2007 年 3 月 28 日

52. 巽一蔵，武藤俊介，棚池一晴，中森裕子，折茂慎一，金属錯体水素吸蔵材料の電子エネルギー損失分光法による状態分析，日本金属学会春期（第 140 回）大会，千葉工大，2007 年 3 月 28 日

53. 武藤俊介，A. V. Vasin，石川由加里，柴田典義，J. Salonen V-P. Lehto，熱炭化-酸化処理を行った白色発光ポーラスシリコンのナノ構造解析，日本金属学会春期（第 140 回）大会，千葉工大，2007 年 3 月 29 日

54. 木村達也，武藤俊介，A. V. Vasin，石川由加里，柴田典義，A. V. Rusavsky，A. N. Nazarov V. S. Lysenko，マルチスケール測定による炭化珪素薄膜の構造評価，日本金属学会春期（第 140 回）大会，千葉工大，2007 年 3 月 29 日

55. 吉田朋子，若林 淳，武藤俊介，窒素イオン注入チタニア光触媒における活性種構造解析，日本金属学会春期（第 140 回）大会，千葉工大，2007 年 3 月 28 日

56. 武藤俊介，巽一蔵，棚池一晴，中森裕子，折茂慎一，LiNH₂ 錯体水素貯蔵材料の電子照射誘起分解過程の TEM-EELS 分析，日本金属学会春期（第 140 回）大会，千葉工大，2007 年 3 月 28 日

その他 49 件

〔産業財産権〕

○出願状況（計 1 件）

「発光体およびその製造方法」，発明者：A. Vasin，石川由加里，武藤俊介，柴田典義，権利者：石川由加里，武藤俊介，柴田典義：特願 2009-18031，出願日：2009.1.29

6. 研究組織

(1)研究代表者

武藤 俊介 (MUTO SHUNSUKE)

名古屋大学・大学院工学研究科・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・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：90283415

巽 一蔵 (TATSUMI KAZUYOSHI)

名古屋大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：00372532