

様式 Z - 7

平成28年度科学研究費助成事業 実績報告書(研究実績報告書)

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 4. 研究期間 平成25年度～平成28年度
5. 課題番号

2	5	2	8	7	0	7	5
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 逆光電子回折現象を利用したバルク敏感性可変原子構造解析法の確立と応用

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
6 0 3 2 4 9 7 7	マツイ フミヒコ 松井 文彦	物質創成科学研究科	准教授

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

最近私たちは結晶中の自由電子の非弾性散乱過程に光電子回折とは逆の吸収過程があり、エネルギー損失電子の角度分布に励起源の偏光や種類(光・電子)に関わらず、光電子回折模様とは真逆のネガコントラスト模様が観察されることを発見した。この「逆光電子回折」による新規原子配列解析法の開発と応用展開が当課題の目標である。

1) サブmm大でステップのない12H-MoSe₂劈開単結晶表面を得ることに成功し、光電子・エネルギー損失電子回折模様の系統的な測定を行った。表面で対称性の破れる特殊な構造で、ネガコントラスト模様発生機構解明に恰好な系である。化合物系でのネガコントラスト模様が励起エネルギーに依存して元素別の回折模様の割合が変化していくことを見出した。当初予想していなかった新しい現象である。

2) 微量元素の光電子回折の解析において、エネルギー損失電子による定量的なバックグラウンド処理が重要である。本研究の中心的な成果がこの処理法の確立である。黒鉛層間化合物超伝導体の劈開表面原子配列ホログラフィー再構成(Scientific Reports vol 6(2016)36258)の成功につながった。他にもSrTiO₃にドーブされたRhのやSiO_x/SiC界面のN原子の局所構造の研究成果がある。

3) 新しい12次元表示型分析器として開発してきたPorjector for ESCA to Real-spece Analysis (PESCATORA)の国際特許出願を行った。

4) 光電子回折に関する教科書の解説を2報(Springer, 講談社サイエンティフィック)執筆した。後者の書籍においてネガコントラスト模様について詳述した。

10. キーワード

- (1) 表面・界面構造 (2) 表面・界面物性 (3) 光電子回折 (4) Auger電子
 (5) 二次電子 (6) 非弾性散乱 (7) (8)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(1 / 12)

11. 現在までの進捗状況

(区分)
(理由) 28年度が最終年度であるため、記入しない。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策) 28年度が最終年度であるため、記入しない。
(次年度使用額が生じた理由と使用計画)
(理由) 28年度が最終年度であるため、記入しない。
(使用計画) 28年度が最終年度であるため、記入しない。

13. 研究発表 (平成 28 年度の研究成果)

〔雑誌論文〕 計 (5) 件 / うち査読付論文 計 (5) 件 / うち国際共著論文 計 (1) 件 / うちオープンアクセス 計 (2) 件

著者名		論文標題				
F. Matsui, R. Eguchi, S. Nishiyama, M. Izumi, E. Uesugi, H. Goto, T. Matsushita, K. Sugita, H. Daimon, Y. Hamamoto, I. Hamada, Y. Morikawa, Y. Kubozono		Photoelectron Holographic Atomic Arrangement Imaging of Cleaved Bimetal-intercalated Graphite Superconductor Surface				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Scientific Reports	有	6	2016	36258-1-10	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1038/srep36258						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

著者名		論文標題				
N. Maejima, M. Horita, H. Matsui, T. Matsushita, H. Daimon, F. Matsui		Interfacial atomic site characterization by photoelectron diffraction for 4H-AlN/4H-SiC(11-20) heterojunction				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Japanese Journal of Applied Physics	有	55	2016	085701-1-4	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.7567/JJAP.55.085701						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著者名		論文標題				
M. Muntwiler, J. Zhang, R. Stania, F. Matsui, P. Oberta, U. Flechsig, L. Patthey, C. Quitmann, T. Glatzel, R. Widmer, E. Meyer, T. A. Jung, P. Aebi, R. Fasel, T. Greber		Surface science at the PEARL beamline of the Swiss Light Source				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Journal of Synchrotron Radiation	有	24	2017	354-366	該当する	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1107/S1600577516018646						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている (また、その予定である)						

(課題番号: 25287075)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(3/12)

著 者 名		論 文 標 題				
D. Oka, Y. Hirose, F. Matsui, H. Kamisaka, T. Oguchi, N. Maejima, H. Nishikawa, T. Muro, K. Hayashi, T. Hasegawa		Strain Engineering for Anion Arrangement in Perovskite Oxynitrides				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
ACS Nano	有	11	2 0 1 7	3860-3866	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1021/acsnano.7b00144						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著 者 名		論 文 標 題				
松井文彦、大門寛、松下智裕		光電子ホログラフィーと顕微光電子回折分光				
雑 誌 名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
触媒	有	39	2 0 1 7	76-81	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
なし						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

〔学会発表〕 計(27)件/うち招待講演 計(3)件/うち国際学会 計(10)件

発 表 者 名		発 表 標 題	
松井文彦		光電子回折によるサイト選択的分光研究	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
日本物理学会第72回年次大会領域5シンポジウム(招待講演)	2017年03月17日 ~ 2017年03月20日	大阪大学豊中キャンパス、大阪府豊中市	

発表者名	発表標 題	
藤田善樹, 森大輔, 大山悦樹, 松井文彦	光電子回折法による4H-SiCの表面局所終端の面方位依存性	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本物理学会第72回年次大会	2017年03月17日 ~ 2017年03月20日	大阪大学豊中キャンパス、大阪府豊中市

発表者名	発表標 題	
吉田善紀, 久保園芳博, 松下智裕, 松井文彦	光電子回折法によるMoSe ₂ (0001)表面の局所構造解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本物理学会第72回年次大会	2017年03月17日 ~ 2017年03月20日	大阪大学豊中キャンパス、大阪府豊中市

発表者名	発表標 題	
島野拓也, 小林夏野, 上野哲平, 松井文彦	光電子回折によるAgドープBi ₂ Se ₃ の表面構造解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本物理学会第72回年次大会	2017年03月17日 ~ 2017年03月20日	大阪大学豊中キャンパス、大阪府豊中市

発表者名	発表標 題	
和気崇, 太田紘志, 大門寛, Matthias Muntwiler, 松井文彦, 坂本一之	X線光電子回折による酸素吸着Bi ₂ Se ₃ の表面近傍原子構造解析	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本物理学会第72回年次大会	2017年03月17日 ~ 2017年03月20日	大阪大学豊中キャンパス、大阪府豊中市

発表者名	発表標題	
田中一光, Lada V. Yashina, 松井文彦, 田口宗孝, 松下智裕, 大門 寛	光電子回折による(Bi1-xInx)2Se3の構造解析	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本物理学会第72回年次大会	2017年03月17日 ~ 2017年03月20日	大阪大学豊中キャンパス、大阪府豊中市

発表者名	発表標題	
太田紘志, 轟直人, 松井文彦	光電子・共鳴Auger電子回折によるPt/ni/Pt(111)表面の原子構造解析	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本物理学会第72回年次大会	2017年03月17日 ~ 2017年03月20日	大阪大学豊中キャンパス、大阪府豊中市

発表者名	発表標題	
F. Matsui	Activities of photoelectron holography and development of apparatuses	
学会等名	発表年月日	発表場所
Sweden-Japan Workshop (国際学会)	2017年03月15日	MAX-IV Lund, Sweden

発表者名	発表標題	
F. Matsui, T. Kinoshita, T. Muro, T. Matsushita, M. Taguchi, H. Matsuda, Y. Kubozono, H. Daimon	Atom Holographic Imaging and Orbital Characterization by Photoelectron Diffraction	
学会等名	発表年月日	発表場所
MAX-IV User meeting 2017 (国際学会)	2017年03月13日 ~ 2017年03月15日	MAX-IV Lund, Sweden

発表者名	発表標 題	
松井文彦	光電子ホログラフィーによる局所構造と電子状態の原子分解能解析	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
第30回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (招待講演)	2017年01月07日～ 2017年01月09日	神戸芸術センター、兵庫県神戸市

発表者名	発表標 題	
松井文彦	光電子ホログラフィーの原子層科学への応用	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
物性研究所短期研究会「原子層上の活性サイトで発現する局所機能物性」	2016年12月20日～ 2016年12月21日	東京大学物性研究所、千葉県柏市

発表者名	発表標 題	
吉田善紀、Xiao Miao、久保園芳博、松下智裕、松井文彦	光電子回折法によるMoSe ₂ (0001)表面の局所構造解析	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
物性研究所短期研究会「原子層上の活性サイトで発現する局所機能物性」	2016年12月20日～ 2016年12月21日	東京大学物性研究所、千葉県柏市

発表者名	発表標 題	
嶽太輔、Mikk Lippmaa、松下智裕、太田紘志、松井文彦	光電子回折分光法によるRhドーブSrTiO ₃ 光触媒の原子構造解析	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
物性研究所短期研究会「原子層上の活性サイトで発現する局所機能物性」	2016年12月20日～ 2016年12月21日	東京大学物性研究所、千葉県柏市

発表者名	発表標 題	
藤田善樹、大山悦輝、松井文彦、森大輔	光電子回折法による4H-SiCの表面終端局所構造の面方位依存性	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
物性研究所短期研究会「原子層上の活性サイトで発現する局所機能物性」	2016年12月20日～ 2016年12月21日	東京大学物性研究所、千葉県柏市

発表者名	発表標 題	
松井文彦	光電子ホログラフィーによる黒鉛層間化合物表面の原子配列可視化	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
日本学術振興会マイクロビームアナリシス第141委員会第166回研究会	2016年12月05日～ 2016年12月06日	奈良女子大、奈良県奈良市

発表者名	発表標 題	
松井文彦	軌道磁気量子数計測：現象解明と手法応用	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
2016 真空・表面科学合同講演会（招待講演）	2016年11月29日～ 2016年12月01日	名古屋国際会議場、愛知県名古屋市

発表者名	発表標 題	
H. Ota, N. Todoroki, T. Wadayama, F. Matsui	Analysis of Ni/Pt(111) surface structure by photoelectron and resonant Auger electron	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
Symposium on Surface and Nano Science 2017（国際学会）	2017年01月11日～ 2017年01月15日	New Furano Prince Hotel, 北海道富良野市

発表者名	発表標 題	
Y. Hashimoto, F. Matsui, M. Taguchi, H. Matsuda, T. Matsushita, H. Daimon	Atomic-Site Selective Spectroscopy (SX-, HX-PES, XAS and XMCD) on Fe3O4	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
Symposium on Surface and Nano Science 2017 (国際学会)	2017年01月11日 ~ 2017年01月15日	New Furano Prince Hotel, 北海道富良野市

発表者名	発表標 題	
松井文彦	光電子ホログラフィー3D原子構造イメージング	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
SLiT-Jエンドステーション・デザインコンペ	2016年11月11日 ~ 2016年11月12日	東京大学、東京都文京区

発表者名	発表標 題	
F. Matsui, H. Ota, Y. Hashimoto, H. Daimon, T. Matsushita, M. Muntwiler	Site-specific valence atomic orbital characterization of magnetic surfaces by angular-momentum-polarized Auger electrons	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
VUVX2016 (国際学会)	2016年07月04日 ~ 2016年07月08日	ETH Zurich, Switzerland

発表者名	発表標 題	
2016 真空・表面科学合同講演会	Verwey 転位温度前後でのマグネタイトのX線光電子磁気円二色性	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
橋本由介、大門寛、松井文彦、田口宗孝、松田博之、深見駿、田中一光、岡本隆志、米田允俊	2016年11月29日 ~ 2016年12月01日	名古屋国際会議場、愛知県名古屋市

発表者名	発表標 題	
S. Fukami, Y. Adachi, I. Sakaguchi, K. Watanabe, T. Kinoshita, T. Muro, T. Matsushita, M. Taguchi, F. Matsui, H. Daimon, T.T. Suzuki	Atomic structure analysis around doped W atom in ZnO thin film by photoelectron diffraction	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
VUVX2016 (国際学会)	2016年07月04日 ~ 2016年07月08日	ETH Zurich, Switzerland

発表者名	発表標 題	
H. Ota, M. Muntwiler, F. Matsui	Characterization of photocatalytic electronic state of rutile(110) subsurface by resonant Auger electron diffraction	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
VUVX2016 (国際学会)	2016年07月04日 ~ 2016年07月08日	ETH Zurich, Switzerland

発表者名	発表標 題	
Fumihiko Matsui	Diffraction Spectroscopy as an alternative way of using photoelectron diffraction	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
Local 3D atomic and electronic structure imaging of functionally active sites (VUVX016 satellite symposium) (国際学会)	2016年06月30日	Univ. Zurich, Switzerland

発表者名	発表標 題	
S. Fukami, Y. Adachi, I. Sakaguchi, K. Watanabe, T. Muro, T. Matsushita, M. Taguchi, F. Matsui, H. Daimon, T. T. Suzuki	Temperature Dependence of Atomic Structure Around Doped W atom in ZnO thin film studied by photoelectron diffraction	
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所
Local 3D atomic and electronic structure imaging of functionally active sites (VUVX016 satellite symposium) (国際学会)	2016年06月30日	Univ. Zurich, Switzerland

発表者名	発表標 題	
T. Kinoshita, T. Muro, H. Daimon, F. Matsui, M. Shimomura, M. Kouguchi, M. Taguchi, T. Yokoya, T. Wakita, K. Terashima, H. Matsuda, T. Matsushita	Time-Resolved Atomic Imaging of 3D Active Site by Micro-Photoelectron Holography at SPring-8	
学会等名	発表年月日	発表場所
Local 3D atomic and electronic structure imaging of functionally active sites (VUVX016 satellite symposium) (国際学会)	2016年06月30日	Univ. Zurich, Switzerland

発表者名	発表標 題	
名取鼓太郎, 筒井一生, 松下智裕, 室隆桂之, 木下豊彦, 星井拓也, 角嶋邦之, 若林整, 松井文彦, 下村勝	SiにドーブされたAsの光電子ホログラフィーによる評価	
学会等名	発表年月日	発表場所
第77回応用物理学会秋季学術講演会	2016年09月13日 ~ 2016年09月16日	朱鷺メッセ、新潟県新潟市

〔図書〕 計(1)件

著者名	出版社		
監修：大門 寛、佐々木 裕次 2章分担：松井文彦、松下智裕、林好一	丸善出版		
書 名	発行年	総ページ数	
機能構造科学入門 - 3D活性サイトと物質デザイン	2 0 1 6	166	

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計(1)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別
静電レンズ、並びに、該レンズとコリメータを用いた平行ビーム発生装置及び平行ビーム収束装置	松井文彦、松田博之	同左	特許、PCT/JP2016/070744	2016年07月13日	外国

〔取得〕 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計(1)件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所
Local 3D atomic and electronic structure imaging of functionally active sites (VUVX Satellite)	2016年06月30日 ~ 2016年06月30日	Univ. Zurich, Switzerland

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究：国際共同研究である

共同研究相手国	相手方研究機関			
Switzerland	University of Zurich	Paul Scherrer Institut	-	-
Russia	Lomonosov Moscow State University	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-				

17. 備考

奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科グリーンナノシステム研究室
<http://mswebs.naist.jp/LABs/matui/index-j.html>