

様式 F-7-4

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究 代表者	部局	物質創成科学研究科		
	職	准教授		
	氏名	松井 文彦		

1. 研究種目名 国際共同研究加速基金（国際共同研究強化） 2. 課題番号 15KK0167

3. 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（国際共同研究強化）

4. 補助事業期間 平成28年度～平成29年度

## 5. 主たる外国機関と海外共同研究者の状況

渡航先国名	渡航先外国機関名	主な海外共同研究者所属部局・職・氏名	渡航期間
スイス	Paul Scherrer Institut, Swiss Light Source	・ Beamline Scientist・Matthias Muntwiler	2016.07.08～2016.09.30 2017.08.08～2017.10.19
スイス	University of Zurich, Physik Institut	・ Professor・Thomas Greber	2016.06.29～2016.07.08
合計（小計）			168日

## 6. 研究実績の概要

私たちは、結晶試料から放出される電子の全方位角度分布（ホログラム）に様々な物理現象発現や固体物性の情報が記録されている点に注目し、表面磁気相転移をはじめとする表面電子物性を研究している。本国際共同研究では、実験拠点（スイス新規光電子回折ビームライン[PEARL]）にて見出された新規物理現象解明と光電子ホログラムの高効率投影型分析器[PESCATORA]開発を軸に、原子レベルでの表面・界面物性研究を推進することを目的とする。本年も本務の授業のない夏から秋にかけ3カ月スイスに滞在し、共同研究を進めた。

（1）共同研究者Muntwiler氏とともに表面構造に関する国際会議ICSSOS(Atlanta)で成果発表を行った。松井は招待講演を行い同国際会議の国際アドバイザーに就任した。

（2）共同研究の成果の一部を2報Phys. Rev. B誌から出版した。Auger電子回折の円二色性という新規物理現象とグラフィットのkz分散に反映される原子軌道配列の解析法に関する基礎的に重要な研究である。他にも総説4報を含め多数の論文を執筆した。

（3）ビームラインPEARLに申請していた3件の実験提案が採択され、1カ月にわたり実験を行った。Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, SiC表面およびバルクの結晶構造を解析した。

（4）新規分析器PESCATORAの展開を進めた。欧州での製作についてメーカーと打ち合わせを行っている。国際特許のドイツ・米国への権利移行を行った。

（5）エネルギー損失電子回折の論文執筆を進めている。ステップのない2H構造を持つMoSe<sub>2</sub>やMoS<sub>2</sub>表面を用いると反転対称性のない原子配列の光電子回折を測定することができる。エネルギー損失電子回折がそれぞれの元素でどのように変化するか詳細に調べている。

## 7. キーワード

表面・界面物性 光電子回折 電子分析器 電子物性 非弾性散乱

3版

## 8. 研究発表

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Matsushita Tomohiro, Muro Takayuki, Matsui Fumihiko, Happo Naohisa, Hosokawa Shinya, Ohoyama Kenji, Sato-Tomita Ayana, Sasaki Yuji C., Hayashi Kouichi	4. 巻 87
2. 論文標題 Principle and Reconstruction Algorithm for Atomic-Resolution Holography	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 061002-1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.061002	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Matsui Fumihiko, Matsushita Tomohiro, Daimon Hiroshi	4. 巻 87
2. 論文標題 Holographic Reconstruction of Photoelectron Diffraction and Its Circular Dichroism for Local Structure Probing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 061004-1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.061004	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Kuznetsov Mikhail V., Ogorodnikov Ilya I., Usachov Dmitry Yu., Laubschat Clemens, Vyalikh Denis V., Matsui Fumihiko, Yashina Lada V.	4. 巻 87
2. 論文標題 Photoelectron Diffraction and Holography Studies of 2D Materials and Interfaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 061005-1 ~ 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.061005	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ota Hiroshi, Shimomura Masaru, Matsui Fumihiko	4. 巻 87
2. 論文標題 Separation of Surface- and Bulk-specific Ti L-edge XANES Spectra of Rutile (110) Surface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 013601-1 ~ 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.013601	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Matsui Fumihiko, Nishikawa Hiroaki, Daimon Hiroshi, Muntwiler Matthias, Takizawa Masaru, Namba Hidetoshi, Greber Thomas	4. 巻 97
2. 論文標題 The 4 kz periodicity in photoemission from graphite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 045430-1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.045430	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsui Fumihiko, Ota Hiroshi, Sugita Kenji, Muntwiler Matthias, Stania Roland, Greber Thomas	4. 巻 97
2. 論文標題 Parallel and antiparallel angular momentum transfer of circularly polarized light to photoelectrons and Auger electrons at the Ni L3 absorption threshold	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 035424-1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.97.035424	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

1. 著者名 Fukami Shun, Taguchi Munetaka, Adachi Yutaka, Sakaguchi Isao, Watanabe Ken, Kinoshita Toyohiko, Muro Takayuki, Matsushita Tomohiro, Matsui Fumihiko, Daimon Hiroshi, Suzuki Taku T.	4. 巻 7
2. 論文標題 Correlation Between High Gas Sensitivity and Dopant Structure in W-doped ZnO	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 064029-1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevApplied.7.064029	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Sanchez-Barriga Jaime, Ogorodnikov Ilya I., Kuznetsov Mikhail V., Volykhov Andrey A., Matsui Fumihiko, Callaert Carolien, Hadermann Joke, Verbitskiy Nikolay I., Koch Roland J., Varykhalov Andrei, Rader Oliver, Yashina Lada V.	4. 巻 19
2. 論文標題 Observation of hidden atomic order at the interface between Fe and topological insulator Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub>	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 30520 ~ 30532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c7cp04875k	査読の有無 有
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)	国際共著 該当する

3版

1. 著者名 Mori Daisuke, Oyama Yoshiki, Hirose Takayuki, Muro Takayuki, Matsui Fumihiko	4. 巻 111
2. 論文標題 Local structural determination of N at SiO <sub>2</sub> /SiC (000-1) interfaces by photoelectron diffraction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 201603-1~4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4997080	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Mori Daisuke, Fujita Yoshiki, Hirose Takayuki, Murata Koichi, Tsuchida Hidekazu, Matsui Fumihiko	4. 巻 112
2. 論文標題 Atomic characterization of nano-facet nitridation at SiC (1-100) surface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 131603-1~4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5020098	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 Tsutsui Kazuo, Matsushita Tomohiro, Natori Kotaro, Muro Takayuki, Morikawa Yoshitada, Hoshii Takuya, Kakushima Kuniyuki, Wakabayashi Hitoshi, Hayashi Kouichi, Matsui Fumihiko, Kinoshita Toyohiko	4. 巻 17
2. 論文標題 Individual Atomic Imaging of Multiple Dopant Sites in As-Doped Si Using Spectro-Photoelectron Holography	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 7533~7538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.7b03467	査読の有無 有
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)	国際共著 -

1. 著者名 MATSUI Fumihiko	4. 巻 38
2. 論文標題 Magnetic Orbital Quantum Number Measurements: Phenomena and Applications	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Hyomen Kagaku	6. 最初と最後の頁 542~547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/jsssj.38.542	査読の有無 有
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)	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 松井文彦、太田紘志、嶽太輔、松下智裕
2. 発表標題 光電子ホログラフィーによるグリーンマテリアルの表面局所構造研究
3. 学会等名 応用物理学会関西支部 平成29年度第1回講演会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松井文彦
2. 発表標題 光電子ホログラフィー
3. 学会等名 新学術領域研究 3D活性サイト科学 春の学校（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松井文彦
2. 発表標題 光電子回折を利用した局所構造と電子状態解析
3. 学会等名 物性研究所短期研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fumihiko Matsui
2. 発表標題 Site-specific Atomic Imaging and Electron Spectroscopy by Photoelectron Diffraction
3. 学会等名 International Conference on Structure of Surface（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

3版

1. 発表者名 松井文彦
2. 発表標題 原子分解能ホログラフィーによる層状物質の局所構造解析
3. 学会等名 第11回 物性科学領域横断研究会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fumihiko Matsui, Hiroshi Ota, Yoshiki Fujita, Takuya Shimano, Yoshinori Yoshida, Daisuke Take, Kenji Sugita, Yoshiki Oyama, Takuya Kishimoto, Hiroaki Nishikawa, Hiroyuki Matsuda
2. 発表標題 PESCATORA: Projector for ESCA to Real Space Analysis
3. 学会等名 Atomic Level Characterization (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松井文彦、大門寛、滝沢優、Matthias Muntwiler, Thomas Greber
2. 発表標題 グラフィットのkz分散光電子構造因子による4pi周期性
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会
4. 発表年 2018年

## 〔図書〕 計3件

1. 著者名 Fumihiko Matsui and Tomohiro Matsushita	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer International Publishing AG.	5. 総ページ数 6
3. 書名 Compendium of Surface and Interface Analysis: Chapter 73 Photoelectron Diffraction	

1. 著者名 Fumihiko Matsui	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer International Publishing AG.	5. 総ページ数 7
3. 書名 Compendium of Surface and Interface Analysis: Chapter 7 Auger electron Spectroscopy	

1. 著者名 Tomohiro Matsushita and Fumihiko Matsui	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer International Publishing AG.	5. 総ページ数 5
3. 書名 Compendium of Surface and Interface Analysis: Chapter 73 Photoelectron Holography	

9. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件 / うち取得0件）

10. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

11. 備考

-