

研究室名

## 16-2-6 構造物性研究室

### 最近の研究課題とその取り組みの概要

本研究室では誘電体や磁性体などのナノメートルサイズの粒子（ナノ粒子）や薄膜を作製する技術を開発するとともに、ナノメートルスケールで特徴的に発現する物性（ナノ物性、ナノ構造）とその応用について研究を行っている。現在の主なテーマは以下の通りである。

#### (1) 強誘電体薄膜の結晶配向制御と物性

高集積化・低消費電力・高速動作が期待できるトランジスタ型の強誘電体薄膜メモリの開発を目指して、 $\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_3\text{O}_{12}$  や  $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$  などの鉛を含まない強誘電体の薄膜をシリコン基板上に直接堆積し、薄膜・界面の構造と物性制御の研究を行っている。結晶化過程を制御することで結晶配向や電気特性が制御できることを見出し、結晶配向が生じる機構の研究、界面制御の研究を進めている。

#### (2) フェロイックナノ粒子における構造と物性のサイズ効果の解明

近年注目を集めている複数のフェロイック特性を持つマルチフェロイック物質や高温超伝導体、磁性体、強誘電体などを対象として、ナノ粒子を粉体のメソ多孔体や Si 基板やガラス基板上に作製したメソ多孔体薄膜の細孔中で合成し、それらの結晶構造解析や磁気特性、光学特性、電気特性などの物性測定を行い、ナノ物性の解明に向けた研究を行っている。

#### (3) 不純物過飽和ドーピングシリコンの物性

レーザーメルティング法を用いてシリコン表面近傍を急速に加熱熔融、固化させることで、平衡状態の固溶限を遥かに超える量の不純物をドーピングすることができる。S、Se などのカルコゲンを過飽和ドーピングした Si が（通常の Si が全く吸収を示さない）赤外光域にブロードかつ巨大な吸収を生じる現象や鉄族遷移金属の過飽和ドーピング試料の作製と構造と物性について、局所構造や電子状態の観点から物性発現機構の研究を行っている。

#### (4) 薄膜・ナノ粒子・界面の構造研究

X線回折法、X線反射率法、X線吸収微細構造解析などの手法を駆使して、薄膜、ナノ粒子、界面の構造を解明することに取り組んでいる。放射光科学研究施設、SPring-8、KEK PF、Saga-LS のシンクロトロン光を活用した研究も行っている。

キーワード： 強誘電体， 磁性体， 薄膜， ナノ粒子， メソ多孔体， 界面， X線

### 研究室の構成員

香野 淳（教授）・博士（理学）

田尻恭之（助教）・博士（工学）

### 2018年度の大学院生および卒論生の人数と研究テーマ

4年次生：3名

卒論テーマ

「パルスレーザーメルティングにおける表面層熔融時間のリアルタイム計測」

「 $\text{BaTiO}_3$  ナノ粒子内包メソポーラスシリカ薄膜の作製」

「Si(100)基板上に直接堆積したチタン酸ビスマス・ナノ粒子膜の結晶配向」  
「チタン酸ビスマス・ナノ薄膜を用いた MFS(金属-強誘電体-半導体)構造の容量-電圧特性」

#### 教員の担当科目

香野 淳：(学部) 卒業論文、物理科学研究Ⅰ、物理科学研究Ⅱ、力学Ⅰ、力学演習Ⅰ、物理学基礎ゼミナール(ナノサイエンス基礎演習)、物性物理学Ⅰ、力学A、物理学実験

(大学院) ナノ物理学講究、ナノ物理学実験、結晶物理学特論

田尻恭之：(学部) 物理学基礎ゼミナール、物理学実験、力学演習Ⅰ、ナノ材料科学実験Ⅱ

#### 教員の所属学会

香野 淳：日本物理学会、応用物理学会、日本結晶学会、日本 MRS、AVS

田尻恭之：日本物理学会、応用物理学会

#### 最近5年間の学術論文

T. Tajiri, K. Sakai, H. Deguchi, M. Mito, A. Kohno, “Size effects on magnetic property and crystal structure of  $Mn_3O_4$  nanoparticles in mesoporous silica”, IEEE Transactions on Magnetics 55, 2300204 [4pages] (2019). (査読有)

M. Mito, Y. Kitamura, T. Tajiri, K. Nakamura, R. Shiraishi, K. Ogata, H. Deguchi, T. Yamaguchi, N. Takeshita, T. Nishizaki, K. Edalati, and Z. Horita, “Hydrostatic pressure effects on superconducting transition of nanostructured niobium highly strained by high-pressure torsion”, Journal of Applied Physics 125, 125901 [13pages] (2019). (査読有)

T. Tajiri, M. Mito, H. Deguchi, A. Kohno, “Magnetic properties of  $GdMnO_3$  nanoparticles embedded in mesoporous silica”, Physica B: Condensed Matter 536, 111-114 (2018). (査読有)

T. Tajiri, H. Deguchi, M. Mito, K. Konishi, S. Miyahara, A. Kohno, “Effect of size on the magnetic properties and crystal structure of magnetically frustrated  $DyMn_2O_5$  nanoparticles”, Physical Review B 98, 064409 [9 pages] (2018). (査読有)

A. Kohno, G. Fujiki, H. Murakami, and T. Tajiri, “Characteristics of highly-oriented bismuth titanate nanocrystals directly on Si(100) substrates for ferroelectric memory device”, Abstract of 31st International Microprocesses and Nanotechnology Conference, 16P-11-113L [2 pages], 2018. (査読有)

A. Kohno and T. Tajiri, “Electrical Characteristics of a- and b-Axis-Oriented Bismuth Titanate Thin Films Formed on Si(100) Substrates by Chemical Solution Deposition”, Abstract Book of International Union of Materials Research Societies, The 15th International Conference on Advanced Materials, B2-O28-006 (2017). (査読有)

A. Kohno and T. Tajiri, “Characterization of  $BaTiO_3$  nanoparticles formed in the pores of mesoporous silica SBA-15 thin films”, Abstract of 30th International Microprocesses and Nanotechnology Conference, 8B-8-4 [2 pages], 2017. (査読有)

M. Mito, K. Shibayama, H. Deguchi, K. Tsuruta, T. Tajiri, K. Edalati, Z. Horita, “Contactless measurement of electrical conductivity for bulk nanostructured silver prepared by high-pressure

- torsion: A study of the dissipation process of giant strain”, *Journal of Applied Physics* 122, 125105 [7 pages] (2017). (査読有)
- M. Mito, K. Ogata, H. Goto, K. Tsuruta, K. Nakamura, H. Deguchi, T. Horide, K. Matsumoto, T. Tajiri, H. Hara, T. Ozaki, H. Takeya, Y. Takano, “Uniaxial strain effects on the superconducting transition in Re-doped Hg-1223 cuprate superconductors”, *Physical Review B* 95, 064503 [10 pages] (2017). (査読有)
- A. Kohno and T. Tajiri, “Highly Oriented Lanthanum-Substituted Bismuth Titanate Thin Films on Silicon Substrates by Chemical Solution Deposition Method”, Abstracts of 7th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces and International SiGe Technology and Device Meeting 2016, 199 – 200 (2016). (査読有)
- A. Kohno and T. Tajiri, “Formation and Characteristics of BaTiO<sub>3</sub> Nanoparticles in the Pores of Mesoporous Silica Thin Films”, Abstract of 28th International Microprocesses and Nanotechnology Conference, 12B-6-4 [2 pages], 2015. (査読有)
- T. Tajiri, Y. Ando, H. Deguchi, M. Mito, A. Kohno, “Magnetic Properties and Crystal Structure of DyMn<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Nanoparticles Embedded in Mesoporous Silica”, *Physics Procedia* 75, 1181-1186 (2015). (査読有)
- M. Mito, H. Goto, K. Nagai, K. Tsuruta, H. Deguchi, T. Tajiri, K. Konishi, “High pressure effects on isotropic Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B magnet accompanying change in coercive field”, *Journal of Applied Physics* 118, 145901 [6 pages] (2015). (査読有)
- H. Saigyo, H. Hori, T. Tsukamoto, R. Yamase, K. Hario, K. Tsuruta, H. Deguchi, M. Mito, T. Tajiri, (他18名), “Magnetic properties of Hagi ware”, *Journal of the Ceramic Society of Japan* 123, 649-655 (2015). (査読有)
- M. Mito, T. Tajiri, K. Tsuruta, H. Deguchi, J. Kishine, K. Inoue, Y. Kousaka, Y. Nakao, J. Akimitsu, “Investigation of structural changes in chiral magnet Cr<sub>1/3</sub>NbS<sub>2</sub> under application of pressure”, *Journal of Applied Physics* 117, 183904 [6 pages] (2015). (査読有)
- T. Tajiri, S. Saisho, M. Mito, H. Deguchi, K. Konishi, A. Kohno, “Size Dependence of Crystal Structure and Magnetic Properties of NiO Nanoparticles in Mesoporous Silica”, *The Journal of Physical Chemistry C* 119, 1194-1200 (2015). (査読有)
- 柳生数馬, 田尻恭之, 香野淳, 高橋和敏, 栃原浩, 友景肇, 鈴木孝将, “SiC(0001)基板に成長させたゼロ層グラフェンへの銅インターカレーション”, *Journal of the Vacuum Society of Japan* 57, 266-271 (2014).
- G. Oomi, T. Yayoi, T. Nakano, K. Saito, K. Takanashi, S. Mitani, A. Kohno, and K. Sagara, “Effect of Pressure and Ion Beam Irradiation on the Giant Magnetoresistance of Fe/Cr Magnetic Multilayers”, *IEEE Transactions on Magnetics* 50, 1500304 [4 pages] (2014). DOI: 10.1109/TMAG.2013.2277875. (査読有)
- K. Yagyu, T. Tajiri, A. Kohno, K. Takahashi, H. Tochiyama, H. Tomokage, T. Suzuki, “Fabrication of a single layer graphene by copper intercalation on a SiC(0001) surface”, *Applied Physics Letters* 104, 053115-[1]-[4] (2014). (査読有)

I. Umezu, M. Naito, D. Kawabe, Y. Koshihara, K. Nagao, A. Sugimura, T. Aoki, M. Inada, T. Saitoh, and A. Kohno, “Hyperdoping of silicon with deep-level impurities by pulsed YAG laser melting”, Applied Physics A, published online: 23 February, 2014. DOI : 10.1007/s00339-014-8313-7 (2014). (査読有)

最近5年間の学術著書

該当なし

最近5年間の学術国際会議での発表

A. Kohno, G. Fujiki, H. Murakami, T. Tajiri, “Characteristics of highly-oriented bismuth titanate nanocrystals directly on Si(100) substrates for ferroelectric memory device”, 31st International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2018), Sapporo, Japan, November 13-16, 2018.

A. Kohno and T. Tajiri, “Structural and Electrical Properties of Ferroelectric Bismuth Titanate Nanocrystalline Films on Si Substrates”, The 14th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (ACSIN-14) & The 26th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM26), Sendai, Japan, October 21-25, 2018.

A. Kohno, T. Tajiri, “Highly Oriented Bismuth Titanate Nanocrystalline Thin Films on Si Substrates for FeFET Memory device?”, 44th International Conference on Micro and Nanoengineering (MNE) 2018, Copenhagen, Denmark, September 24-27, 2018.

T. Tajiri, K. Sakai, H. Deguchi, M. Mito, A. Kohno, “Size effects on magnetic property and crystal structure of Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles in mesoporous silica”, The 21st International Conference on Magnetism (ICM2018), San Francisco, USA, July 16-20, 2018.

A. Kohno, “Formation and Nano-Properties of Perovskite-Type Ferroelectric Nanoparticles on Silicon Substrates”, The 2017 International Conference on Mathematics, Science and Education (ICMSE 2017), Semarang, Indonesia, September 18-19, 2017. [Invited].

A. Kohno and T. Tajiri, “Electrical Characteristics of a- and b-Axis-Oriented Bismuth Titanate Thin Films Formed on Si(100) Substrates by Chemical Solution Deposition”, IUMRS-ICAM2017 (International Union of Materials Research Societies, The 15th International Conference on Advanced Materials), Kyoto, August 27- Sep 1, 2017.

A. Kohno and T. Tajiri, “Characterization of BaTiO<sub>3</sub> nanoparticles formed in the pores of mesoporous silica SBA-15 thin films”, 30th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2017), Ramada Plaza Jeju Hotel, Jeju, Korea, November 6-9, 2017.

T. Tajiri, M. Mito, H. Deguchi, A. Kohno, “Magnetic properties of GdMnO<sub>3</sub> nanoparticles embedded in mesoporous silica”, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2017), Prague, Czecho, July 2017.

A. Kohno, T. Tajiri, “Electrical Characteristics of a- and b-Axis-Oriented Bismuth Titanate Thin Films Formed on Si(100) Substrates by Chemical Solution Deposition”, International union of materials research society-International conference of advanced materials 2017, Kyoto, Japan, August 2017.

A. Kohno and T. Tajiri, “Electrical and optical properties of barium titanate nanoparticles contained in mesoporous silicate thin film”, The Pacific Rim Symposium on Surfaces, Coatings and Interfaces (PacSurf 016), Hawaii, USA, December 2016.

A. Kohno and T. Tajiri, “Highly Oriented Lanthanum-Substituted Bismuth Titanate Thin Films on Silicon Substrates by Chemical Solution Deposition Method”, 7th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces and International SiGe Technology and Device Meeting 2016, Nagoya, Japan, June 2016.

A. Kohno and T. Tajiri, “Formation and Characteristics of BaTiO<sub>3</sub> Nanoparticles in the Pores of Mesoporous Silica Thin Films”, 28th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2015), Toyama, Japan, December 2015.

A. Kohno, “Synthesis and Materials Properties of Oxide Nanoparticles in the Pores of Mesoporous Silica Thin Films”, (Plenary Talk) The 2015 International Conference on Advanced Materials Science and Technology, Semarang, Indonesia, October 2015. [Invited].

T. Tajiri, Y. Ando, H. Deguchi, M. Mito, A. Kohno, “Magnetic Properties and Crystal Structure of DyMn<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Nanoparticles Embedded in Mesoporous Silica”, 20th International Conference on Magnetism, Barcelona, Spain, July 2015.

A. Kohno, M. Kumagae, T. Tajiri, “Optical Property of Titanium Dioxide Nanoparticles in Pores of Mesoporous Silica Thin Film”, 2015 MRS Spring Meeting and Exhibit, San Francisco, USA, April 2015.

T. Tajiri “Size Effects of Crystal Structure and Magnetic Properties on Perovskite Manganite RMnO<sub>3</sub> (R = La, Dy) Nanoparticles” The 15th IUMRS-International Conference in Asia, Fukuoka, Japan, August 2014. [Invited]

T. Niuro, Y. Ando, T. Tajiri, H. Deguchi, M. Mito, M. Naito, A. Kohno, “Magnetic Properties and Crystal Structure of DyMn<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Nanoparticles in Mesoporous Silica” The 15th IUMRS-International Conference in Asia, Fukuoka, Japan, August 2014.

K. Yagyu, T. Tajiri, A. Kohno, K. Takahashi, H. Tochiyama, H. Tomokage, T. Suzuki, “Cu intercalation under a graphene grown on SiC(0001) surface”, 12th international workshop on beam injection assessment of microstructures in semiconductors, Tsukuba, Japan, June 2014.

#### 最近5年間の代表者としての学外資金導入実績

香野 淳 : 研究助成寄附金, 東レ株式会社, 4,000,000 円 (総計), 2013~2017 年度分.

香野 淳 (分担者: 田尻恭之): (独) 科学技術振興機構, 研究成果展開事業・研究成果最適展開支援プログラム A-STEP, フィージビリティスタディステージ・探索タイプ, 「規則配列ナノ細孔薄膜への酸化ナノ粒子形成技術とメモリ素子への展開」, 1,700,000 円 (総計), 2013~2014 年度.

田尻恭之: 科学研究費補助金 (若手研究 (B)) 「マルチフェロイック物質ナノ粒子の電気磁気サイズ効果とナノ粒子内包薄膜の創製」, 4,290,000 円 (総計), 2013~2015 年度.

#### 最近5年間の代表者としての学内資金導入実績

最近5年間の学会等学術団体における役職など

香野 淳：

- (1) (公社)応用物理学会 代議員 (第52期～第55期), 2013年～2016年.
- (2) (公社)応用物理学会 教育企画委員会 委員, 2015年～現在.
- (3) (公社)応用物理学会 九州支部 理事, 2008年～現在.
- (4) (公社)応用物理学会 九州支部 副支部長, 2018年～現在.
- (5) (社)日本MRS 経営企画委員会 委員, 2014年～2015年.
- (6) リフレッシュ理科教室・実行委員 (主催: 応用物理学会), 1999年～現在.
- (7) International Microprocesses and Nanotechnology Conference, Program Committee member, 2008年～2017年.
- (8) International Microprocesses and Nanotechnology Conference, Organizing Committee member, 2018年～現在.
- (9) International Union of Materials Research Societies, The 15th International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM2017), Organizer [Representative] of B-2 Symposium(Advanced thin film materials for future electron device and sensor), 2017年.
- (10) 27th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2014), Steering Committee Members (Local), 2014年.
- (11) International Union of Materials Research Societies- The IUMRS International Conference in Asia 2014, Local steering committee Vice chair, 2013年～2014年.

田尻恭之：

- (1) リフレッシュ理科教室・実行委員 (主催: 応用物理学会), 2011年～現在.
- (2) International Union of Materials Research Societies- The IUMRS International Conference in Asia 2014, Local steering committee, 2013年～2014年.

最近5年間の一般向け論文と著書、行政報告書など

該当なし

最近5年間の一般(非学術)集会での発表論文

最近5年間の学術団体以外の団体での啓蒙活動や社会貢献活動とその役職など

該当なし

その他特筆事項

特許: 香野 淳, 田尻恭之, 徳永幸大, 上林浩行. (出願人: 福岡大学, 東レ株式会社), 「フィルム試料固定装置, それを有するX線分析装置及び方法並びにそれを用いたフィルム製造装置及び方法とその方法により製造されたフィルム」, 特願 2016-58179 (出願日 2016年3月23日), 特開 2016-183965 (公開日: 2016年10月20日).

特許: 香野 淳, 田尻恭之, 徳永幸大, 上林浩行, 吉田実. (出願人: 福岡大学, 東レ株式会社), 「表面分析用フィルム試料およびフィルム試料サンプリング治具とサンプリング方法」, 特願 2013-79301 (出願日 2013年4月5日), 特開 2014-202620 (公開日: 2014年10月27日).

特許: 香野 淳, 田尻恭之, 上林浩行, 徳永幸大, 吉田 実. (出願人: 福岡大学, 東レ株式会社), 「フィルム試料固定方法及び固定ホルダ並びにそれらを用いたフィルム特性分析方法」 (出願人: 福岡大学, 東レ株式会社), 特願 2013-14301 (出願日 2013年1月29日), 特開 2014-145658 (公開日: 2014年8月14日).

特許: 鮫島俊之, 神谷秀博, 白樫淳一, 蓮見真彦, 東清一郎, 香野 淳. (共同出願: 東京農工大学, 広島大学, 福岡大学), 「直列接続型ソーラーセルおよびソーラーセルシステム」, 特

願 2011-068760 号 (2011 年 3 月 25 日出願), 特開 2012-204673 (公開日 : 2012 年 10 月 22 日).