

# ナノ物理（一柳） 研究室

## 1. 構成

名前： 一柳 優子（教授）

主要担当科目：

（学部）物理学Ⅲ、物理工学実験情報演習Ⅱ、P 実習、物理実験、物理工学概論

（大学院）ナノ物性物理科学、磁気・低温物性特論

教育研究分野： 磁性、固体物理、ナノ医療

所属学会：日本物理学会、ナノ学会、応用物理学会、熱測定学会、表面科学会、DDS 学会、日本医療学会、日米ナノメディシン交流協会、P F 懇談会

学内委員：大学院教務厚生副委員長、就職担当、校友会監事、オーストラリア COE

学外委員・公的活動：JST-CREST「細胞外微粒子」領域アドバイザー、ナノ学会副会長、日本ナノメディシン交流協会理事（運営委員）、物理学会 Jr セッション委員会委員、熱測定学会標準圧力委員会主査、JST 創発的研究支援事業外部専門家、AMED 戦略的国際共同プログラム課題評価委員、JST-ERATO 追跡評価委員、JST-S-イノベ事後評価委員、ICFPM International Steering Committee, 同 Program Committee, *IEEE Magnetics Letters*; Editorial Board, Intermag2021 Program Committee, 同セッションチェア, Intermag2023 Management Committee, ICFPM2022 Conference Chair, *Frontiers* Guest Editor

## 2. 研究テーマ

当研究室では、磁気ナノ微粒子の開発とその応用研究を行っている。2022 年度には具体的には、

1. 数種類の新しいナノ微粒子の作成と、磁氣的、熱的物性の解明
2. 放射光施設を利用したナノ微粒子の局所構造の解析
3. 希薄磁性半導体の生成と不純物評価
4. 磁気ハイパーサーミア用微粒子の最適化との *in vitro* 実験
5. DC, AC の磁化測定による、ハイパーサーミアに効率的な磁気ナノ微粒子の選択
6. 磁気ナノ微粒子の MRI 造影剤および CT 造影剤としての試料と磁気パラメータの相関解明
7. 磁気イメージング(MPI)の検討
8. 磁気ナノ微粒子の質量分析用のイオン化支援機能評価
9. 磁気微粒子に関する国際会議の開催

などを行った。

キーワード：

ナノテクノロジー、磁気相転移現象、局所構造解析、希薄磁性半導体、ナノメディシン

## 3. 本年度のトピックス

- 1) 磁気微粒子の国際会議 International Conference on Fine Particle Magnetism (ICFPM)を横浜

シンポジウムで主催した。

- 2) 大阪大学で開催された virtual のポーランドとの国際ワークショップ Joint Workshop between RCTES and IFJ PAN にて、一柳教授が Keynote Lecture を行った。
- 3) 徳島大学で開催されたナノメディシン国際シンポジウム International Symposium on Nanomedicine(ISNM2022)において一柳教授が招待講演を行った。座長も務めた。
- 4) ドイツ Duisburg-Essen 大学の Ulf Wiedwald 教授が来訪し、セミナーを行った。
- 5) スペイン Oviedo 大学の Montserrat Rivas 教授が来訪し、1 か月滞在した。
- 6) Wiley 社のジャーナル、Chem. Nano. Mat.に執筆した論文内容が表紙に採用された。
- 7) 米国のニューオーリンズでハイブリッド開催された、MMM-Intermag 2022 磁性国際会議にて、一柳教授がセッションコチエアとして Editor 補助を務めた。
- 8) ニューヨーク市立大学・コーネル大学との共同研究のため、リモートミーティングを数回行った。
- 9) モスクワ大学との共同研究でサンプルを交換し、共著論文を publish した。
- 10) 1) 横浜シンポジウムで開催した磁気微粒子の国際会議 International Conference on Fine Particle Magnetism (ICFPM)で、研究室の学生たちがスタッフとして活躍した。
- 11) 横浜シンポジウムで開催した磁気微粒子の国際会議(ICFPM)について、横浜コンベンションビューローからインタビューを受け、公開された。

#### 4. 学生の研究教育活動

##### ・在籍学生数

卒研生	博士前期課程	博士後期課程	研究生	交換留学生
4	6	1	0	0

##### ・卒業・修了学生数

卒研生	博士前期課程	博士後期課程
4	2	0

##### ・学生の国際会議・学会・研究会発表数 自研究室学生の登壇のみ

国際会議	国内学会	国内研究会	学内研究会
13	17	0	3

##### ・学生の受けた表彰・助成金

該当なし。

#### 5. 国際交流

・海外派遣（受け入れ機関、期間、課題名、財源）

1. 67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, MMM 2022 Conference Minneapolis, Minnesota. USA, Oct.30 –Nov. 4, “Magnetic Relaxation and Magnetic Resonance Effect of Mg-Zn Ferrite Nanoparticles”, 科研費

・海外招聘（研究者名、期間、課題名、財源）

1.Ulf Wiedwald, July 18-20, “Nanolamellar MAX Phases and Their 2D Derivatives Mxenes: A Playground for Materials Design”, 科研費

2. Montserrat Rivas, Oct. 1-29, Dec. 8-10, “Magnetic nanoparticles and sensors for rapid diagnostic tests”, 科研費

3. Michael Coey, Oct. 16-21, “The puzzles of d-zero magnetism in oxide fine particles and at their surfaces” 科研費

4. Kannan Krishnan, Oct. 16-21, “Magnetic Particle Imaging: Translating Science and Engineering to Medicine” 科研費

5. Josep Nogués, Oct. 16-21, 科研費

6. Alessandro Lascialfari, Oct. 16-21, “Magnetoplasmonic nanodomes as a novel structure for biomedical applications” 科研費

7. Cathrine Frandsen, Oct. 16-21, “Induction-heated magnetic nanoparticles for catalytic hydrogen production”, 科研費

・海外国際会議参加発表数

16 件

## 6. 外部資金

・科学研究費（研究種目、研究課題名、代表・分担、交付額、年度）

1) 基盤研究(A) 「スーパースピングラス磁気ナノ微粒子の創製とナノ・セラノスティクスの実現」、一柳優子（代表）、6,900 千円、2020-23 年度で総額 34,800 千円

・一般財団助成・奨学寄付金

1) IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated)  
Conference Support Grant \$ 5,000 (622,900 円)

2) 徳山科学技術振興財団 2022 年度国際シンポジウム助成 300 千円

3) 渡邊財団磁気研究助成 28 回研究助成 1,000 千円

4) JST 国際強化支援 505 千円

## ・受託・共同研究

- 1) KEK 放射光共同利用実験課題 2022G616 「Mn-Zn ferrite 系ナノ微粒子における Zn 配位特性と局所構造解析」 一柳優子（代表）、0 円
- 2) KEK 放射光共同利用実験課題 2019G114 「NiO, ZnO 系希薄磁性半導体ナノ微粒子の 3d 遷移金属ドープ効果と XAFS による局所構造解析」 一柳優子（代表）、0 円
- 3) 東京工業大学 科学技術創成研究院 フロンティア材料研究所 2022 年度共同利用研究 150 千円

## ・海外渡航費

該当無し。

## 7. 公表論文

### ・査読付原著論文（著者：“タイトル”、雑誌名 巻（太字）、ページ、(年)、インパクトファクター(IF).)

↓ 自研究室学生が主著者のときに頭に星印\*

- 1) \*Hikaru Katayanagi, Naoki Sakai, Sota Hamada, Akihito Usui, Kota Aoki, Keita Kodama, Kentaro Nashimoto, Yoshiyuki Hosokai, and Yuko Ichiyanagi, “Magnetic relaxation and modification of thiol groups on Co-Mg ferrite nanoparticles for theranostics”, Chem. Nano. Mat. ID: CNMA202200014, 1-7, 2022 (IF= 3.154)  
DOI: 10.1002/cnma.202200014
- 2) \*Keita Kodama, Sota Hamada, Kentaro Nashimoto, Kota Aoki, Kentaro Ohara, Kenta Nakazawa, and Yuko Ichiyanagi “Nanoarchitectonics of PEG-coated Ni-Zn Ferrite Nanoparticles and Mechanical Analysis of Heat Generation by Magnetic Relaxation”, Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials 10.1007/s10904-022-02372-3 2022 (IF=3.543)
- 3) \*Sota Hamada, Kota Aoki, Keita Kodama, Kentaro Nashimoto, Yuko Ichiyanagi, “AC magnetic susceptibility and heat dissipation of Zn-doped Mg-ferrite nanoparticles”, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 559C (2022) 16953 IF=3.097 (2021)
- 4) Min A Kang, Justin Fang, Aloka Paragodaarachchi, Keita Kodama, Daniela Yakobashvili, Yuko Ichiyanagi, and Hiroshi Matsui, “Magnetically Induced Brownian Motion of Iron Oxide Nanocages in Alternating Magnetic Fields and Their Application for Efficient siRNA Delivery Nano Letters” **2022** 22 (22), 8852-8859 IF=12.262 (2021)  
<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.2c02691>
- 5) Nan N. Liu 1, Yulia A. Alekhina 1, Alexander P. Pyatakov 1, Nikolai S. Perov, Boris B. Kovalev, Gleb B. Sukhorukov, Alexander M. Tishin, Tomomasa Moriwaki, Kenta Nakazawa, Yuko Ichiyanagi, “Investigation of impact of the annealing on magnetothermal properties of Zn<sub>0.2</sub>Mn<sub>0.8</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ferrite nanoparticles”, 10.1109/LMAG.2022.3233222 IEEE MAGNETICS LETTERS, Volume 11 (2022)

published Jan. 03, 2023

6) \*K. Ohara, T. Moriwaki, K. Nakazawa, T. Sakamoto, K. Nii, M. Abe and Y. Ichiyanagi “Development of Biocompatible Ni-ferrite Nanoparticles with PEG-Coated for Magnetic Hyperthermia”, AIP Advances, 13, 025238-1-5 (IF=1.697)

・国際会議プロシーディングス

該当無し。

・解説

該当無し。

・著書

該当無し。

・その他

1) Wiley 社のジャーナル、Chem. Nano. Mat.に執筆した論文内容が表紙に採用された。

8. 国際会議・学会・研究会発表（発表者：“題目”，会議名、講演番号、(場所・日時)）

・国際会議発表 研究室構成教員には下線、**招待講演は太字**で明記

↓ 自研究室学生が登壇者のときに頭に星印\*

1) \*T. Sakamoto, K. Nashimoto, Y. Ichiyanagi ”Magnetic susceptibilities at low magnetic fields and harmonic response of Cu-Zn ferrite nanoparticle for MPI applications” JEMS2022 July 24-29 ,2022 Poland (Virtual) P1

2) \*Mitsuhiko Okimasu, Kazune Nii, Kentaro Ohara, Kenta Nakazawa, Takeshi Sakamoto, Tomomasa Moriwaki, and Yuko Ichiyanagi “Magnetization and local structure of diluted magnetic semiconductor of Zn<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>O Nanoparticles” LT29 August 18-24 (Hybrid) Hokkaido P23-SF3B-40

3) \*K. Ohara, K. Nakazawa, T. Sakamoto, K. Nii, T. Moriwaki, Y. Ichiyanagi “Magnetic Properties and Hyperthermia Effect of Biocompatible Ni-ferrite Nanoparticles” International Conference on Fine Particle Magnetism October 16-21 2022 Yokohama Symposia [P2-6]

4) \*Kenta Nakazawa, Kentaro Ohara, Kazune Nii, Takeshi Sakamoto, Tomomasa Moriwaki, Tatsuo Nakamura, Masayuki Abe, and Yuko Ichiyanagi “Improvement of Dispersion and Magnetic Hyperthermia Effect of PEG-coating CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles Prepared by Ultrasound Homogenizer” International Conference on Fine Particle Magnetism October 16-21 2022 Yokohama Symposia [P2-8]

5) \*T. Sakamoto, K. Ohara, K. Nakazawa, K. Nii, T. Moriwaki, and Y. Ichiyanagi “Harmonic Responses of Gd<sup>3+</sup>-doped MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles” International Conference on Fine Particle Magnetism October

16-21 2022 Yokohama Symposia [P1-11]

6) \*Kazune Nii, Kota Aoki, Kentaro Ohara, Kenta Nakazawa, Takeshi Sakamoto, Tomomasa Moriwaki, and Yuko Ichiyanagi “Magnetization Properties and Local Structure Analysis of Diluted Magnetic Semiconductor  $\text{Zn}_{1-x}\text{Gd}_x\text{O}$  Nanoparticles” International Conference on Fine Particle Magnetism October 16-21 2022 Yokohama Symposia [P1-17]

7) \*T. Moriwaki, K. Aoki, K. Nakazawa, K. Ohara, T. Sakamoto, K. Nii, T. Nakamura, and Y. Ichiyanagi “Magnetic Hyperthermia Effect of  $\text{Gd}^{3+}$  - doped  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$  Nanoparticles” International Conference on Fine Particle Magnetism October 16-21 2022 Yokohama Symposia [P1-09]

8) N.N. Liu, A.P. Pyatakov, M.N. Zharkov, N.A. Pyataev, G. B.Sukhorukov, Y.K. Gunko, A.M. Tishin, T. Moriwaki, K. Nakazawa, Y.Ichiyanagi “Study of the Magnetothermal Properties of  $\text{ZnMn}$  Ferrite Nanoparticles for Practical Applications of Low-frequency Hyperthermia” International Conference on Fine Particle Magnetism October 16-21 2022 Yokohama Symposia

9) \*K. Ohara, Y. Horiuchi, M. Abe, K. Nakazawa, T. Sakamoto, T. Moriwaki, K. Nii, H. Amano, S. Kobayashi, I. Kwaguchi, T. Shimohama, Y. Ichiyanagi “Hyperthermia effect of biocompatible Ni-ferrite nanoparticles and heat shock protein expression” 15<sup>th</sup> International Symposium on Nanomedicine (ISNM2022) December 6-8 2022 Tokushima University, Tokushima [P-15]

10) \*T. Sakamoto, K. Ohara, K. Nakazawa, T. Moriwaki, K. Nii, Y. Fujita, H. Amano, I. Kawaguchi, S. Kobayashi, T. Shimohama, and Y. Ichiyanagi “Harmonic response of  $\text{MnGd}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$  nanoparticles and the effect of the application of DC magnetic field” 15<sup>th</sup> International Symposium on Nanomedicine (ISNM2022) December 6-8 2022 Tokushima University, Tokushima [P-18]

11) \*H. Amano, N. Adibah, K. Ohara, K. Nakazawa, T. Sakamoto, T. Moriwaki, K. Nii, Y. Fujita, I. Kawaguchi, S. Kobayashi, T. Shimohama, Y. Ichiyanagi “AC Magnetization Properties and Heating Effects of  $\text{SiO}_2$ -Coated  $\text{Cu-Zn}$  Ferrite Nanoparticles” 15<sup>th</sup> International Symposium on Nanomedicine (ISNM2022) December 6-8 2022 Tokushima University, Tokushima [P-01]

12) Yuko Ichiyanagi “Cell Death Mechanism and Expression of Heat Shock Proteins by Magnetic Hyperthermia Treatment” Dec. 6-8, (7) 2022, Tokushima University, Tokushima

**invited 招待講演** Chair

13) \*T. Moriwaki, K. Ohara, K. Nakazawa, T. Sakamoto, K. Nii, M. Abe, and Y. Ichiyanagi “Biocompatible Superparamagnetic  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  nanoparticles for Magnetic Hyperthermia Treatment using a ZVS Circuit” 67<sup>th</sup> Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, MMM 2022 Conference Oct.30 –Nov. 4, Minneapolis, Minnesota. USA (online) QPA-11

14) \*N. Kataoka, K. Aoki, Y. Ichiyanagi, “Magnetic Relaxation and Magnetic Resonance Effect of  $\text{Mg-Zn}$  Ferrite Nanoparticles” 67<sup>th</sup> Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, MMM 2022 Conference Oct.30 –Nov. 4, Minneapolis, Minnesota. USA CP-06 (JPA-11), JPA-11

15) \*Tomomasa Moriwaki, Taishu Shimohama, Tatsuo Nakamura, and Yuko Ichiyanagi ” Highly sensitive detection of glutathione by MALDI-TOF-MS using Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles” 67<sup>h</sup> KBMS Symposium Jan30-31 2023 Doshisya University(Online)

16) Yuko Ichiyanagi “Heat Dissipation and Relaxation Phenomena of Magnetic Nanoparticles for Biomedical Applications”, Joint Workshop between Research Center for Thermal and Entropic Science (RCTES), Osaka University and The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics & Polish Academy of Sciences (IFJ PAN), Poland (RCTES and IFJ PAN, 27, Mar., 2023, Osaka University, (remote) Japan, Keynote Lecture **基調講演・招待講演**

## ・学会発表

↓ 自研究室学生が登壇者のときに頭に星印\*

1) \*中澤健太, 青木孝太, 児玉慶太, 濱田颯太, 梨本健太郎, 小原健太郎, 坂本尋, 坂本壮, 新居和音, 森脇智将, 山本陸, 中村達夫, 一柳優子 「超音波による PEG 包含 CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ナノ粒子の作製と分散性の向上」 ナノ学会第 20 回大会 2022 年 5 月 20 日～22 日 近畿大学 オンライン開催 P4-18

2) \*小原健太郎、中澤健太、坂本壮、森脇智将、新居和音、一柳優子 「磁気ハイパーサーミアに向けた PEG 包含 Ni-ferrite ナノ微粒子の磁気特性と発熱効果」 ナノ学会第 20 回大会 2022 年 5 月 20 日～22 日 近畿大学 オンライン開催 P4-19

3) \*坂本壮, 小原健太郎, 中澤健太, 新居和音, 森脇智将, 一柳優子 「Gd<sup>3+</sup>をドーピングした MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ナノ微粒子の高調波応答」 ナノ学会第 20 回大会 2022 年 5 月 20 日～22 日 近畿大学 オンライン開催 P4-15

4) \*新居和音、小原健太郎、中澤健太、坂本壮、森脇智将、一柳優子 「希薄磁性半導体 Zn<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>O ナノ微粒子の作製と局所構造解析」 ナノ学会第 20 回大会 2022 年 5 月 20 日～22 日 近畿大学 オンライン開催 P4-16

5) \*森脇智将、小原健太郎、中澤健太、坂本壮、新居和音、一柳優子 「Mn-Zn ferrite ナノ微粒子のイオン化支援機能」 ナノ学会第 20 回大会 2022 年 5 月 20 日～22 日 近畿大学 オンライン開催 P4-20

6) \*坂本壮, 小原健太郎, 中澤健太, 新居和音, 森脇智将, 一柳優子 「MnGdxFe<sub>2-x</sub>O<sub>4</sub> ナノ微粒子の高調波応答および直流磁場印加効果」 日本物理学会 2022 秋季大会 2022 年 9 月 12 日～15 日 東工大(大岡山キャンパス) ハイブリット開催 15aW641-1

7) \*中澤健太, 青木孝太, 小原健太郎, 坂本壮, 新居和音, 森脇智将, 中村達夫, 一柳優子 「超音波キャビテーションによって作製した PEG 包含 CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ナノ粒子の分散性の向上と磁気ハイパーサーミア効果」 日本物理学会 2022 秋季大会 2022 年 9 月 12 日～9 月 15 日 東工大(大岡山キャンパス) ハイブリット開催 15aW641-2

8) \*新居和音、小原健太郎、中澤健太、坂本壮、森脇智将、一柳優子 「SiO<sub>2</sub> 包含及び PEG 包含 Zn<sub>1-x</sub>Gd<sub>x</sub>O 磁気ナノ微粒子の光学特性とバンドギャップエネルギー」 日本物理学会 2022 秋季大会 2022 年 9 月 12 日～9 月 15 日 東工大(大岡山キャンパス) ハイブリット開催

- 9) \*小原健太郎、阿部真之、中澤健太、坂本壮、新居和音、森脇智将、一柳優子「生体適合性を持つ超常磁性  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  ナノ微粒子のがん細胞抑制効果と ZVS 回路を用いた発熱効果」第 83 回応用物理学会秋季学術交流会 2022 年 9 月 20~23 日 東北大学 online 参加 23p-B101-11
- 10) \*藤田陽平、小原健太郎、中澤健太、新居和音、坂本壮、森脇智将、阿部真之、一柳優子「PEG 包含  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  ナノ粒子の磁気ハイパーサーミア効果と ZVS 回路による比吸収率の向上」第 58 回熱測定討論会 国際シンポジウム 2022 年 10 月 26 日~28 日オンライン開催 1A1600
- 11) \* 小原健太郎、阿部真之、中澤健太、坂本壮、新居和音、森脇智将、一柳優子「生体適合性をもつ  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  ナノ微粒子の磁気緩和現象とがん細胞抑制効果」第 70 回応用物理学会春季学術講演会 2023 年 3 月 15 日~18 日 上智大学 online 参加 17p-D221-3
- 12) \*藤田陽平、小原健太郎、中澤健太、坂本壮、新居和音、森脇智将、天野広希、小林周太、川口育海、下濱大州、阿部真之、一柳優子「Zn-Ferrite ナノ粒子の比吸収率向上のための交流磁場周波数最適化と ZVS 回路を用いた装置系の導入」日本物理学会 2023 年春季大会 2023 年 3 月 22~25 日 オンライン開催 22pC2-3
- 13) \*坂本壮、川口育海、小原健太郎、中澤健太、新居和音、森脇智将、藤田陽平、天野広希、小林周太、下濱大州、一柳優子「MPI 応用に向けた  $\text{MnGd}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$  ナノ微粒子の最適化と高調波応答」日本物理学会 2023 年春季大会 2023 年 3 月 22~25 日 オンライン開催 22pC2-4
- 14) \*新居和音、小原健太郎、中澤健太、坂本壮、森脇智将、藤田陽平、天野広希、川口育海、小林周太、下濱大州、一柳優子「Gd ドープ ZnO 磁気ナノ微粒子の作製と蛍光発光」日本物理学会 2023 年春季大会 2023 年 3 月 22~25 日 オンライン開催 22pC2-5
- 15) \*中澤健太、小原健太郎、坂本壮、新居和音、藤田陽平、森脇智将、中村達夫、一柳優子「磁気ナノ微粒子を用いた温熱療法によるがん細胞死のメカニズム」第 70 回応用物理学会 春季学術講演会 2023 年 3 月 15~17 日 ハイブリッド開催 17p-D221-4
- 16) \*森脇智将、小原健太郎、中澤健太、坂本壮、新居和音、藤田陽平、下濱大州、一柳優子「Au を修飾した  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ナノ微粒子のイオン化支援機能と選択的分離」第 70 回応用物理学会 春季学術講演会 2023 年 3 月 15~17 日 ハイブリッド開催 17p-D221-2
- 17) \*天野広希、新居和音、小原健太郎、中澤健太、坂本壮、藤田陽平、森脇智将、川口育海、小林周太、下濱大州、一柳優子「希薄磁性半導体 Ce ドープ ZnO の局所構造解析と磁気特性」第 70 回応用物理学会 春季学術講演会 2023 年 3 月 15~17 日 ハイブリッド開催 17a-PA02-3

・研究会発表・セミナーや講演会  
(学外研究会)

↓ 自研究室学生が登壇者のときに頭に星印\*

該当なし



(学内研究会)

- 1) \*下濱大州 Au を修飾した  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ナノ微粒子のイオン化支援機能とグルタチオンの選択的検、第 18 回ナノテク交流シンポジウム、2023 年 3 月 7 日、横浜国立大学
- 2) \*川口育海 交流磁場下における  $\text{MnGdxFe}_{2-x}\text{O}_4$  ナノ微粒子の高調波応答と傾斜磁場による減衰効果、第 18 回ナノテク交流シンポジウム、2023 年 3 月 7 日、横浜国立大学
- 3) \*小林周太 LTspice を用いた ZVS 回路のシミュレーションと改良型コイルでの磁気ハイパーサーミア効果、第 18 回ナノテク交流シンポジウム、2023 年 3 月 7 日、横浜国立大学

9. 特許

該当なし。