

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 13 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25247058

研究課題名(和文) 相対論的マグノニクスの開拓

研究課題名(英文) Exploration of relativistic magnonics

研究代表者

小野瀬 佳文 (ONOSE, Yoshinori)

東京大学・総合文化研究科・准教授

研究者番号：80436526

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,000,000円

研究成果の概要(和文)：代表者の小野瀬は、マグノン励起における電気磁気結合を用いてCu₂SeO₃やCuB₂O₄のマイクロ波電気磁気効果を初めて測定することに成功した。また、LiFe₅O₈においてジャロシンスキー守谷相互作用に由来する非相反なマグノン伝搬を観測することに成功した。分担者の貴田は、フェムト秒レーザー照射による対称性の破れた強誘電体や強磁性体からのテラヘルツ電磁波放射現象の探索を行い、磁性強誘電体Co₃B₇O₁₃I、LiFe₅O₈などからテラヘルツ電磁波が発生することを見出した。さらに、放射したテラヘルツ電磁波の位相を利用すると、電気分極ドメインが簡便に可視化できる新たなイメージング手法を開発した。

研究成果の概要(英文)：Onose has succeeded in observing the microwave magnetoelectric effect induced by multiferroic magnetoelectric coupling for Cu₂SeO₃ and CuB₂O₄. He has also observed the nonreciprocal magnon propagation in LiFe₅O₈, which is caused by the asymmetric magnon band originating from Dzyaloshinskii-Moriya interaction. Kida has investigated the terahertz radiation phenomena in various multiferroic oxides as well as noncentrosymmetric oxides and found the emission of the terahertz wave in Co₃B₇O₁₃I and LiFe₅O₈ upon irradiation of femtosecond laser pulses. In addition, Kida has developed new method for visualizing the ferroelectric domains and domain walls with use of emitted terahertz wave as a probe.

研究分野：物性物理学

キーワード：強相関電子系 スピントロニクス マグノン

1. 研究開始当初の背景

相対性理論の効果は、高エネルギー加速器実験や天体の運動で物体の速さが光速に近付いた場合に現れるものとして認識されている。物質中の電子にもディラック方程式に由来するスピンモーメントと軌道角運動量モーメントの間に働くスピン軌道相互作用として現れることが知られていたが、この相互作用は磁性体の磁気異方性や磁気モーメントの値の補正といった比較的小さな効果を生み出すものとして考えられていた。しかしながら、近年スピンホール効果やトポロジカル絶縁体、トポロジカル超伝導、マルチフェロイクスといった、質的にも非常に新しい電磁気現象が相対論的スピン軌道相互作用によって誘起されることが明らかになってきており、現在の物性物理学の中心的テーマの一つになりつつあった。

一方で、主に産業的な要請により、スピンを用いた工学であるスピントロニクスの発展も著しい。特に、不揮発な磁気抵抗メモリの開発が進んでおり、それに伴いその基礎分野においてもスピン流（磁気モーメントの流れ）を用いた物質機能が開拓されるなど精力的に研究がなされている。このスピントロニクスの中で新しい重点研究分野になりつつあったのがマグニクス(Magnonics)と呼ばれる、磁性体中における磁気揺らぎの素励起であるマグノンを利用したスピンエレクトロニクスである。マイクロ波素子のアイソレータなどマグノン励起は古くから電子素子に利用されているが、スピントロニクスの隆盛と相まって精力的に研究されるようになり、近年、マグノンドップラー効果やマグノンポーズ凝縮、Pt電極による絶縁体マグノンスピン流の検出などインパクトの高い研究成果が多く発表されている。特に、絶縁体の磁性体においてはマグノンの平均自由行程は非常に長く、ジュール熱を生じる電流を用いた電子素子よりもエネルギーロスが格段に少ない論理回路などが期待されている。

研究代表者・小野瀬と分担者・貴田は、マグノンの相対論効果によって誘起された新現象を観測することに成功した。小野瀬は、強磁性体におけるマグノンのホール効果を発見した(Onose et al., Science 2010)。これは、マグノンには電荷がなくローレンツ力が存在しないにもかかわらず相対論効果に由来するベリー位相の効果によってマグノン流の曲がりが生じるものである。一方で、貴田はエレクトロマグノンとよばれる交流電場によって起こす反強磁性共鳴励起を未踏光学領域と呼ばれるテラヘルツ領域で観測している(Kida et al., PRB 2008)。さらには、そのエレクトロマグノン励起を

利用して巨大な磁気カイラル効果と呼ばれる非相反光学効果の測定にも成功している(Bordacs, Kida, Onose et al., Nature Physics 2012)。

2. 研究の目的

本研究課題では、最近の小野瀬、貴田らの発見を契機としてマグノンにおける相対論的動力学の集中的研究を行う。特に、磁気モーメントの振動であるマグノンと直流・交流の電場との相対論効果によって生じた非自明な結合を明らかにし、マグノンスピン流制御・検出機能や非相反マイクロ波/テラヘルツ波機能といった新規物質機能を開拓するのが目的である。

3. 研究の方法

小野瀬がマイクロ波実験を、分担者・貴田がテラヘルツ分光実験を担当しマグノンの相対論効果の研究を行った。

4. 研究成果

以下のような、磁性体のマグノン励起の相対論効果によるマイクロ波・テラヘルツ応答に関係した成果を得ることができた。

(1) Cu_2OSeO_3 におけるマイクロ波電気磁気効果 [Okamura et al., Nature Communications 4, 23391 (2013)]

Cu_2OSeO_3 は、MnSi や FeGe などトポロジカル磁気構造体スキルミオン格子が表れる試料と同様に立方晶であるにも関わらずキラリな空間群 $P2_13$ の対称性を有している絶縁体の物質である。最近、関らによってこの物質においてもスキルミオン格子が存在することが明らかとなった。この物質は従来の MnSi や FeGe と異なり絶縁体であるため、スキルミオン格子相の誘電応答が開拓され、そこでの強誘電性や電気磁気応答が明らかとなった。一般に、磁性誘電体において、こういった電気磁気結合は多くの場合高周波領域でも存在し、特に可視光領域で電気磁気結合による方向二色性（光学的電気磁気効果）の研究が精力的に行われてきた。本研究では Cu_2OSeO_3 のスキルミオン格子相においてマイクロ波の方向二色性を観測した。このような非相反性は、マイクロ波の波数 k が、マクロな電気分極 P と磁化 M の外積に平行な時のみ表れることが確認され、電気磁気結合によるマイクロ波応答のモデルと一致していることが確かめられた。

(2) 空間反転対称性が破れたフェリ磁性体 LiFe_5O_8 における非相反マグノン伝搬 [Iguchi et al., Phys. Rev. B 93, 014436 (2016)]

LiFe_5O_8 は、マグネタイト Fe_3O_4 のスピネル構造における B サイトの Fe の 1/4 が Li で置換され、その Li が鏡映対称性を破るように整列した物質である。磁性は、900K 以上で A サイトと B サイトの Fe が反平行に整列した

フェリ磁性転移を示す。このような鏡映対称が破れたフェリ磁性体では、MnSi などと同様に一様なジャロシンスキー守谷相互作用が存在するが、この場合は磁気異相性が比較的強く共線的なフェリ磁性が安定化している。しかしながら、励起状態にはジャロシンスキー守谷相互作用が影響し、運動量空間で非対称なマグノンバンドが形成されていると考えられていた。我々は、このような非対称マグノンバンドの効果をマイクロ波測定によって観測するためにフォトリソグラフィによって比較的高い波数のマグノンを励起および検出が可能なマイクロスケールのアンテナを作成し、アンテナ間のマイクロ波透過強度の非相反性としてマグノンバンド非対称性の影響を観測することが出来た(図1)。さらには、空間反転対称性がある強磁性体のリファレンス試料($Y_3Fe_5O_{12}$)との比較や磁場方向依存性の解析などにより、このような非相反性が試料の空間反転対称性の破れによるジャロシンスキー守谷相互作用の効果であることを明らかにした。

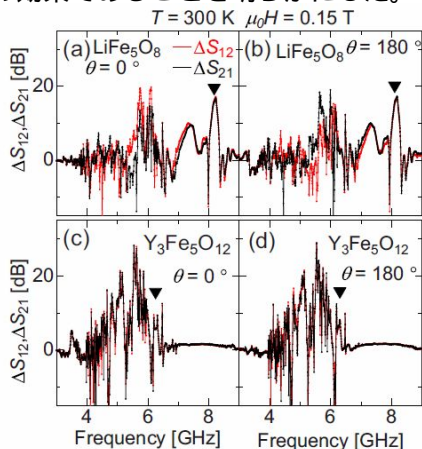


図1：空間反転が破れた $LiFe_5O_8$ と参照試料の YFe_5O_{12} におけるのマグノン伝搬強度の非相反性。 $LiFe_5O_8$ にのみ非相反性が表れている。

(3) CuB_2O_4 におけるマイクロ波電気磁気効果 [Nii *et al.*, in preparation]

CuB_2O_4 の結晶構造の空間反転対称性は破れているが、有限の自発誘電分極を持つ極性物質でもなく、鏡映対称性が破れたキラリな物質でもない。しかしながら磁気モーメントが存在すると方向に応じて、極性やキラリティーが生じるユニークな物質である。このような性質の為に結晶構造の空間反転対称性の効果が検証しやすく、可視光領域の方向二色性が東大新領域の有馬グループによって精力的に研究されている。我々は、この物質におけるマイクロ波の非相反性(方向二色性)の観測に成功した(図2)。 CuB_2O_4 には Cu の二つの異なるサイトがある。A サイトの Cu は、磁気モーメント間の相互作用が比較的強く 20K 以下で反強磁性、8K 以下でらせん磁性を生じる。一方で B サイトの Cu は磁気モ

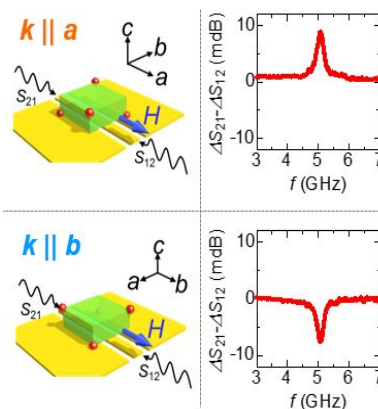


図2： CuB_2O_4 を設置したマイクロ波コプラナー回路の非相反性。試料が空間反転されるとマイクロ波非相反性も反転する。

メント間の相互作用が弱く、A サイトとの磁気相互作用を有効磁場として受けつつも 4K でも常磁性状態を保っている。この物質では、A サイトの反強磁性共鳴励起は 20GHz 以上の高い周波数帯にあるが、B サイトの常磁性磁気共鳴励起は 10GHz 以下と低い周波数帯で観測されている。本研究では、反強磁性相においてマイクロ波の非相反性を観測することに成功した。この B サイト常磁性磁気共鳴励起周波数における磁場とマイクロ波の波数が共に [100] 方向にある場合、有限の非相反性が観測された。この非相反性は、磁場の方向を 180° 回転するかもしくは結晶を 90° 回転して磁場と波数が [010] 方向に向くと反転した。これにより、空間反転対称性と時間反転対称性が同時に破れたことに伴う非相反性であることが明らかとなった。さらに、磁場方向依存性の詳細な解析により、スピン依存 $d-p$ 混成機構と呼ばれる電気磁気結合がその微視的な起源であることが裏付けられた。

(4) フェリ磁性体 $LiFe_5O_8$ からのフェムト秒レーザー誘起磁化変調によるテラヘルツ電磁波発生

[Kinosita *et al.*, submitted]

強磁性体における磁化反転の駆動周波数は、通常、マグノンの歳差運動 (~ 100 ギガヘルツ) によって制限される。一方、近年の情報処理技術のデマンドは、マグノンの歳差運動の周波数よりも高い 1 テラヘルツ (= 1 ピコ秒) における磁化の超高速操作を実現することにある。このような観点において、超高速ポンプ-プローブ光磁気測定が行われ、サブピコ秒の時間スケールで、熱に起因する磁化変化が生じることが明らかとなってきた。このような磁化変調は、磁気双極子放射を介してテラヘルツ電磁波を発生させることが期待できる。高効率かつ効果的に磁化変調を誘起する方法は、元々スピン禁制の $d-d$ 遷移を光励起することである。このような観点から、探索的研究を行ったところ、室温でフェリ磁性を示す $LiFe_5O_8$ から、フェムト秒レーザー誘起のテラヘルツ電磁波発生の観測に成功した。特徴的なことは、磁化の方向が反転す

ると放射するテラヘルツ波の位相が反転したことである (図3)。また、テラヘルツ電磁波の電場方向が入射フェムト秒レーザーの偏光方向に依存しないことを明らかにした。これらの結果は、テラヘルツ電磁波放射機構が、光誘起サブピコ秒磁化変調による磁気双極子放射に由来すること示している。

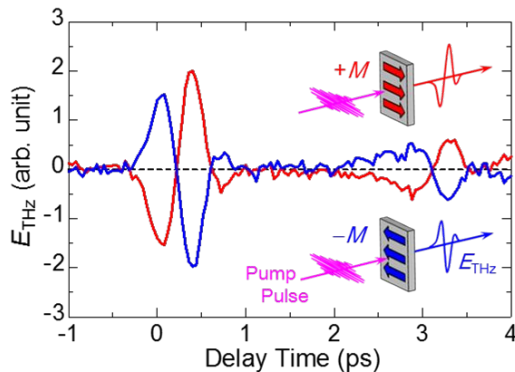


図3 : LiFe₅O₈ からのテラヘルツ電磁波発生。磁化 M の方向によって発生したテラヘルツ電磁波の位相が反転する。

(5) 磁性強誘電体 $\text{Co}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{I}$ からのテラヘルツ電磁波発生を利用した電気分極ベクトルの可視化

[Kinoshita *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 09PD08 (2014); 注目論文に選出]

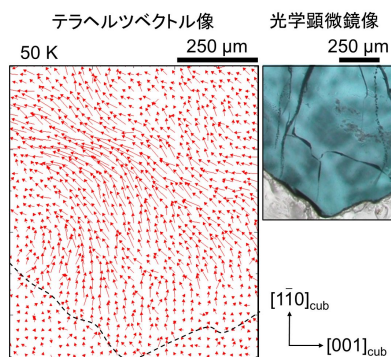


図4 : $\text{Co}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{I}$ からのテラヘルツ電磁波発生を利用した分極ベクトルの可視化。

フェムト秒レーザーを二次的非線形光学効果を示す ZnTe などの半導体結晶に照射すると、パルス内の異なる光の周波数の間で差が生まれ (光整流)、数 THz 程度の光、すなわちテラヘルツ電磁波が発生することが知られている。今回、磁性と強誘電性を示す $\text{Co}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{I}$ にフェムト秒レーザーを照射すると、高速分極変調によってテラヘルツ電磁波が発生することを見出した。さらに発生したテラヘルツ電磁波の位相が分極方向に依存していることを見出した。この位相の違いを利用して試料を二次元で走査し、放射したテラヘルツ電磁波振幅の場所依存性を測定し、電気分極のベクトル成分を可視化できる新しいイメージング手法を開発した (図4)。

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 9 件)

1. "Novel electronic ferroelectricity in an organic charge-order insulator investigated with terahertz-pump optical-probe spectroscopy" H. Yamakawa, T. Miyamoto, T. Morimoto, H. Yada, Y. Kinoshita, M. Sotome, N. Kida, K. Yamamoto, K. Iwano, Y. Matsumoto, S. Watanabe, Y. Shimo, M. Suda, H.M. Yamamoto, H. Mori, H. Okamoto, Scientific Reports 6 (2016) 20571/1-10. 査読有 DOI:10.1038/srep20571
2. "Longitudinal and transverse thermoelectric transport in MnSi" Y. Hirokane, Y. Tomioka, Y. Imai, A. Maeda, Y. Onose, Phys. Rev. B 93 (2016) 014436/1-5. 査読有 DOI:10.1103/PhysRevB.93.014436
3. "Nonreciprocal magnon propagation in a nonreciprocal ferromagnet LiFe508" Y. Iguchi, S. Uemura, K. Ueno, Y. Onose, Phys. Rev. B 92 (2015) 184419/1-6. 査読有 DOI:10.1103/PhysRevB.92.184419
4. "Elliptically polarized terahertz radiation from a chiral oxide" R. Takeda, N. Kida, M. Sotome, H. Okamoto, Appl. Phys. Lett. 107 (2015) 131114/1-5. 査読有 DOI:10.1063/1.4932378
5. "Visualization of ferroelectric domains in boracite using emission of terahertz radiation" Y. Kinoshita, N. Kida, M. Sotome, R. Takeda, N. Abe, M. Saito, T. Arima, H. Okamoto, Japanese Journal of Applied Physics 55 (2014) 09PD08/1-5. 査読有 DOI:10.7567/JJAP.53.09PD08
6. "Terahertz radiation induced by coherent phonon generation via impulsive stimulated Raman scattering in paratellurite" M. Sotome, N. Kida, R. Takeda, H. Okamoto, Phys. Rev. A 90 (2014) 033842/1-15. 査読有 DOI:10.1103/PhysRevA.90.033842
7. "Circularly polarized narrowband terahertz radiation from a eulytite oxide by a pair of femtosecond laser pulses" R. Takeda, N. Kida, M. Sotome, Y. Matsui, H. Okamoto, Phys. Rev. A 89 (2014) 033832/1-10. 査読有 DOI:10.1103/PhysRevA.89.033832
8. "Microwave magnetoelectric effect via skyrmion resonance modes in a helimagnetic multiferroic" Y. Okamura, F. Kagawa, M. Mochizuki, M. Kubota, S. Seki, S. Ishiwata, M. Kawasaki, Y. Onose, Y. Tokura, Nature Communication 4 (2013) 2391/1-6. 査読有 DOI:10.1038/ncomms3391

9. "Topological Nernst effect in a three-dimensional skyrmion lattice phase" Y. Shiomi, N. Kanazawa, K. Shibata, Y. Onose, Y. Tokura, Phys. Rev. B 88 (2013) 064409/1-5. 査読有 DOI:10.1103/PhysRevB.88.064409
〔学会発表〕(計 35 件)
1. "ジャロシンスキー守谷相互作用に由来する非相反マグノン伝搬" 小野瀬佳文 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19 日 22 日 東北学院大学(宮城県仙台市) (招待講演)
2. "非反転対称磁性体" 新居陽一、佐々木遼、井口雄介、小野瀬佳文 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19 日 22 日 東北学院大学(宮城県仙台市)
3. "Ni/LiNbO₃ における表面弾性波の時期弾性結合と非相反性 佐々木遼、新居陽一、井口雄介、小野瀬佳文 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19 日 22 日 東北学院大学(宮城県仙台市)
4. "ポンププローブ赤外吸収分光を用いた二次元もつと絶縁体銅酸化物における光励起状態寿命の精密測定 寺重翼、田中未羽子、小野貴晃、宮本辰也、森本剛史、貴田徳明、伊藤利充、笹川崇男、遠山貴巳、岡本博 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19 日 22 日 東北学院大学(宮城県仙台市)
5. "テラヘルツ電場による BiFeO₃ 単結晶の超高速分極変調" 宮本辰也、木下雄斗、山川大路、森本剛史、伊藤利充、岩野薫、貴田徳明、岡本博 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19 日 22 日 東北学院大学(宮城県仙台市)
6. "フェムト秒レーザー誘起テラヘルツ電磁波発生を利用した BiFeO₃ 単結晶における強誘電分極ドメインの可視化 木下雄斗、貴田徳明、宮本辰也、伊藤利充、岡本博 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19 日 22 日 東北学院大学(宮城県仙台市)
7. "BaFe₂O₁₉ におけるフェムト秒レーザー誘起高速磁化変調によるテラヘルツ電磁波発生" 木下雄斗、伊藤望、寺重翼、貴田徳明、徳永祐介、有馬孝尚、岡本博 日本物理学会第 71 回年次大会 2016 年 3 月 19 日 22 日 東北学院大学(宮城県仙台市)
8. "強磁性マグノン伝搬の相対論効果" 小野瀬佳文 第 55 回化合物新磁性材料専門研究会 2016 年 3 月 11 日 東京大学(東京都文京区) (招待講演)
9. "Nonreciprocal magnon propagation in a noncentrosymmetric ferromagnet LiFe₅O₈" 小野瀬佳文 Core-to-Core International Meeting chi-Mag2016 symposium 2016 年 2 月 21 日 24 日 広島オリエンタルホテル(広島県広島市)(国際学会)
10. "Nonreciprocal magnon propagation in a noncentrosymmetric ferromagnet LiFe₅O₈" 小野瀬佳文 EMN Hong Kong meeting 2015 年 12 月 9 日 12 日 香港 中国(国際学会、招待講演)
11. "一次元もつと絶縁体臭素架橋パラジウム錯体のテラヘルツ波誘起金属化と光誘起金属化" 小野貴晃、寺重翼、宮本辰也、浜口透子、矢田祐之、貴田徳明、高石慎也、熊谷翔平、山下正廣、岡本博 日本物理学会 2015 年秋季大会 2015 年 9 月 16 日 19 日 関西大学(大阪府吹田市)
12. "らせん磁性体 MnSi におけるゼーベック効果とネルンスト効果" 廣金優二、富岡泰秀、今井良宗、前田京剛、小野瀬佳文 日本物理学会 2015 年秋季大会 2015 年 9 月 16 日 19 日 関西大学(大阪府吹田市)
13. "レーザー誘起高速磁化変調によるテラヘルツ電磁波発生を利用したフェリ磁性体 LiFe₅O₈ における磁化ダイナミクスの観測" 木下雄斗、貴田徳明、宮本辰也、矢田祐之、井口雄介、小野瀬佳文、岡本博 日本物理学会 2015 年秋季大会 2015 年 9 月 16 日 19 日 関西大学(大阪府吹田市)
14. "二次元銅酸化物におけるテラヘルツ電場変調分光 II" 寺重翼、小野貴晃、宮本辰也、森本剛史、矢田祐之、貴田徳明、伊藤利充、笹川崇男、遠山貴巳、岡本博 日本物理学会 2015 年秋季大会 2015 年 9 月 16 日 19 日 関西大学(大阪府吹田市)
15. "Magnon Hall effect" 小野瀬佳文 Spintronics VIII Symposium of the SPIE Optics & Photonics Conference 2015 年 8 月 9 日 13 日 サンディエゴ 米国 (国際学会、招待講演)
16. "Terahertz radiation induced by ultrafast magnetization modulation in magnetic insulators" 貴田徳明 3rd International Symposium on Microwave/Terahertz Science and Applications and 6th International Symposium on Terahertz Nanoscience 2015 年 6 月 30 日 7 月 4 日 沖縄大学院大学(沖縄県恩納村) (国際学会、招待講演)
17. "フェムト秒レーザー誘起高速磁化変調によるフェリ磁性体 LiFe₅O₈ からのテラヘルツ電磁波発生" 木下雄斗、貴田徳明、井口雄介、小野瀬佳文、岡本博 日本物理学会第 70 回年会 2015 年 3 月 21 日 24 日 早稲田大学(東京都新宿区)
18. "空間反転対称性が破れた強磁性体 LiFe₅O₈ における高波数マグノン励起のマイクロ波応答" 井口雄介、上村宗一郎、上野和紀、小野瀬佳文 日本物理学会第 70 回年次大会 2015 年 3 月 21 日 24 日 早稲田大学(東京都新宿区)
19. "一次元もつと絶縁体

- [Pd(en)2Br](MalC7-Y)2 · H2O における高強度テラヘルツ電場効果の研究” 小野貴晃、寺重翼、宮本辰也、浜口透子、矢田祐之、貴田徳明、高石慎也、熊谷翔平、山下正廣、岡本博 日本物理学会第 70 回年会 2015 年 3 月 21 日 24 日 早稲田大学 (東京都新宿区)
20. “テラヘルツ波を用いた二次元銅酸化物の電場変調反射分光” 寺重翼、小野貴晃、宮本辰也、森本剛史、矢田祐之、貴田徳明、伊藤利充、笹川崇男、岡本博 日本物理学会第 70 回年会 2015 年 3 月 21 日 24 日 早稲田大学 (東京都新宿区)
21. “Visualization of ferroelectric domains and domainwalls in organic ferroelectrics using emission of terahertz radiation” 貴田徳明 5th International Symposium on Terahertz Nanoscience 2014 年 12 月 1 日 マルティニーク フランス 国際学会、招待講演
22. “有機分子性結晶からのテラヘルツ電磁波を利用した強誘電体ドメインの可視化” 貴田徳明 日本物理学会 2014 年秋季大会 2014 年 9 月 7 日 10 日 中部大学 (愛知県春日井市) (招待講演)
23. “光整流効果による強誘電体 Sr0.61Ba0.39Nb2O6 からのテラヘルツ電磁波発生” 木下雄斗、管文広、五月女真人、貴田徳明、岡本博 日本物理学会 2014 年秋季大会 2014 年 9 月 7 日 10 日 中部大学 (愛知県春日井市)
24. “低次元モット絶縁体における高強度テラヘルツ電場効果の研究” 寺重翼、宮本辰也、小野貴晃、森本剛史、矢田祐之、貴田徳明、伊藤利充、澤彰仁、岡本博 日本物理学会 2014 年秋季大会 2014 年 9 月 7 日 10 日 中部大学 (愛知県春日井市)
25. “Visualization of ferroelectric domains and domeinwalls in organic ferroelectrics using emission of terahertz radiation” 貴田徳明 International Workshop on Frontier of Terahertz Science 2014 年 8 月 4 日 6 日 沖縄大学院大学 (沖縄県恩納村) (国際学会、招待講演)
26. “Topological effects on magnetic excitations in magnetic materials” 小野瀬佳文 The OIST International Workshop on Novel Quantum Materials and Phases 2014 年 5 月 14 日 17 日 沖縄大学院大学 (沖縄県恩納村) (国際学会、招待講演)
27. “THz 電磁波発生を利用した Co3B7O13I における強誘電ドメインの可視化” 木下雄斗、五月女真人、貴田徳明、齊藤充、有馬孝尚、岡本博 日本物理学会第 69 回年次大会 東海大学 (神奈川県平塚市) 2014 年 3 月 27 日 30 日
28. “空間反転対称性が破れた磁性体 LiFe5O8 におけるマイクロ波応答” 井口雄介、小野瀬佳文 日本物理学会 第 69 回年次大会 2014 年 3 月 27 日 30 日 東海大学 (神奈川県平塚市)
29. “Topological effects on magnetic excitations in magnetic materials” 小野瀬佳文 International Union of Materials Research Society-ICA2013 2013 年 12 月 16 日 - 20 日 インドバンガロール (国際会議、招待講演)
30. “電気マグノンによる方向二色性” 貴田徳明 東京大学物性研究所・短期研究会「強相関電子系における局所対称性の破れと量子物性」2013 年 11 月 28 日 東京大学物性研究所 (千葉県柏市) (招待講演)
31. “Experimental studies of Berry phase induced Hall effect” 小野瀬佳文 58th Annual Conference on Magnetism and Magnetic materials 2013 年 11 月 4 日 - 8 日 米国デンバー (国際会議、招待講演)
32. “シレナイト酸化物 Bi12MO20 (M=Si, Ge) からの光学活性による楕円偏光 THz 電磁波発生” 武田遼太郎、貴田徳明、岡本博、日本物理学会 2013 年秋季大会 2013 年 9 月 25 日 28 日 徳島大学 (徳島県徳島市)
33. “Skyrmion crystal in transition metal monosilicides” 小野瀬佳文 Asia Pacific Conference on Green Technology with Silicides and Related Materials 2013 年 7 月 27 日 - 29 日 筑波大学 (茨城県つくば市) (国際会議、招待講演)
34. “テラヘルツ電磁波発生を利用した強誘電体ドメインの可視化と光と物質の相互作用を利用したテラヘルツ偏光制御” 貴田徳明 電気学会中国支部「テラヘルツ波で切り開くフロンティア」講演会 2013 年 6 月 27 日 岡山大学 (岡山県岡山市) (招待講演)
35. “Circularly polarized terahertz radiation from piezoelectric oxide” 貴田徳明 International Workshop on Optical Terahertz Science and Technology 2013 2013 年 4 月 3 日 京都テルサ (京都府京都市) (国際会議、招待講演)
- ホームページ等
<http://www.onose-lab.c.u-tokyo.ac.jp/>
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
 小野瀬佳文 (ONOSE, Yoshinori)
 東京大学・大学院総合文化研究科・准教授
 研究者番号: 80436526
- (2) 研究分担者
貴田徳明 (KIDA, Noriaki)
 東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授
 研究者番号: 30587069