

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 19 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23340103

研究課題名(和文)光パルス励起テラヘルツFT-ESR法によるダイナミックスピン系の解明

研究課題名(英文)Study of dynamic spin systems using the terahertz FT-ESR excited by optical pulses

研究代表者

河本 敏郎 (KOHMOTO, Toshiro)

神戸大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：70192573

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,400,000円、(間接経費) 4,620,000円

研究成果の概要(和文)：超短光パルスレーザーを用いたテラヘルツパルス光源を製作し、紫外光パルスレーザーと冷凍機を組み込んだ温度可変光パルス励起テラヘルツフーリエ変換磁気共鳴(FT-ESR)分光システムを開発した。チェレンコフ型の光整流法によるテラヘルツ光源の高強度化と中空ファイバーを用いた光パルス圧縮によるテラヘルツ光源の高帯域化を実現した。この分光システムを用いて、遷移金属錯体や半導体における光パルス励起フーリエ変換分光を行い、光励起状態のスピンや励起子の超高速ダイナミクスを観測した。また、反強磁性体におけるテラヘルツFT-ESR分光を行い、相関スピン系の超高速スピンダイナミクスを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：We developed a terahertz Fourier-transform electron-spin-resonance (FT-ESR) spectrometer system using a terahertz pulse source generated by femtosecond optical pulses, ultraviolet pulse laser, and a temperature-controlled refrigerator. Broad bandwidth and high intensity of the terahertz source are achieved by using the optical pulse compression in a hollow fiber and the Cherenkov-type optical rectification. We applied it to study the ultrafast dynamics of the spins and excitons in transition-metal complex, semiconductors, and antiferromagnets.

研究分野：レーザー分光学，磁気共鳴

科研費の分科・細目：物理学・物性II

キーワード：光物性 磁気共鳴 レーザー

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、光で電子スピンを操作することが可能となり、磁性体の光誘起相転移やスピンをを用いた量子演算処理など、光で磁石を操る光磁性分野は、最も注目されている科学分野の1つである。有機 EL 材料では金属錯体の励起三重項状態が関係し、電子スピンの選択性が光を操作する。このような光磁性科学の発展や有機 EL の実用化は、新たな光スピン科学の躍進を示唆している。これらの現象は、基底状態とは異なる励起状態や光誘起中間体における電子スピン状態の変化が鍵となる場合が多く、その系はダイナミックスピン系と呼ばれる。

(2) 電子スピン共鳴(ESR)法は、物質中の電子状態や構造などを調べる有力な手段であり、様々な分野でその有用性を発揮してきた。新しい機能性の発現、光誘起物性のダイナミクス、非平衡状態生成消滅、生命現象の発現、等の興味ある現象の中にはダイナミックスピン系が重要な役割をもつものが多い。それらの解明のためには過渡的な超高速 ESR 測定が望まれる。多くの場合常温での測定も重要であるが、一般にスピン系の緩和時間が極めて短いため、従来の ESR 法では時間分解能の点で限界があり、極めて興味深いにもかかわらず未着手のままになっている。

2. 研究の目的

(1) フェムト秒レーザー光と非線形結晶中の光整流によるテラヘルツパルスの発生、紫外光パルス励起、およびテラヘルツ波形のフーリエ解析を利用して過渡的スピン状態を調べる超高速・超広帯域の磁気共鳴法である「光パルス励起テラヘルツフーリエ変換(FT)-ESR 法」の開発を行う。

(2) 光パルス励起テラヘルツ FT-ESR 法を光誘起磁性物質、有機 EL 材料、等の興味あるダイナミックスピン系に適用し、従来の方法では観測できなかった過渡的スピン状態のフェムト秒時間分解の ESR 測定を実現する。

(3) 短寿命の過渡的スピン状態の構造を解明することによって、磁気共鳴分光法の新たな展開を開拓し、固体物理学と光科学の融合領域である光スピン科学の新たな展開の可能性を示す。

3. 研究の方法

フェムト秒レーザーを用いたテラヘルツパルス光源を製作し、紫外光パルスレーザーと冷凍機を組み込んだ温度可変光パルス励起テラヘルツ FT-ESR 分光システムを開発した。この分光システムを用いて、遷移金属錯体、半導体、反強磁性体の超高速スピンダイナミクスを観測した。

(1) 光パルス励起テラヘルツ FT-ESR 分光シ

ステムの製作

非線形光学結晶 ZeTe を用いたテラヘルツパルス光源を製作した。テラヘルツ生成光には現有のフェムト秒レーザー再生増幅システムの出力(800nm,150fs,1mJ)を利用し、800nm の波長に対して位相整合が実現可能な(110)面の ZeTe 結晶にレーザー光を照射し、同軸型の光整流法によって帯域 0.2~2.5THz のモノサイクルテラヘルツパルス電磁波を発生させることができた。

放物面ミラーを使ったテラヘルツ光学系を組み、非線形光学結晶 ZeTe の光整流作用を利用した E0 サンプリグ法を用いて、試料透過後のテラヘルツ電磁波の超高速時間波形をサンプリグするテラヘルツ電場波形測定器を製作した。得られた時間波形のフーリエ解析から、試料のテラヘルツ磁気共鳴過渡吸収スペクトルが得られる。また、極低温冷凍機を組み込み、温度可変テラヘルツ FT-ESR 装置を製作した。空気中の水分子による吸収を取り除くため、装置全体を乾燥空気生成装置によるパージを行った。同期させた光チョッパーでテラヘルツ生成光をショット毎にオンオフし、ロックインアンプを用いた高感度検出を行った。

(2) テラヘルツ光源の高強度化

ZeTe 結晶と同軸型の光整流法を用いたテラヘルツパルス光源に加えて、最近注目されているチェレンコフ型の光整流法を用いた高強度のテラヘルツパルス光源を製作した。回折格子の反射を利用して生成光の波面を傾斜させることにより、非線形性の高い LiNbO₃ 結晶において位相整合が実現可能となり、高強度のモノサイクル THz パルス電磁波を発生させることができる。

テラヘルツパルス光源の強度は増加させることができたが、テラヘルツ電場の強度のピークは 0.7THz 付近にあり、ZeTe 結晶と同軸型の光整流法を用いた光源に比べると帯域では劣る結果となった。

(3) 光パルス圧縮による高帯域化

テラヘルツ光源の帯域は、光パルスのパルス幅で決まっている。そこで、現有のフェムト秒レーザー再生増幅システムの出力光のパルス幅の圧縮を行うことで、高強度かつ広帯域のテラヘルツパルス光源を製作し、光パルス励起テラヘルツ FT-ESR 装置の広帯域化を試みた。

まず、中空ファイバー内の自己位相変調を利用したスペクトル広帯域化とその後の分散補償により、光パルスの圧縮を行う。希ガスを封入した窓付き加減圧容器の中に石英中空ファイバー(500mm)を直線的に設置し、再生増幅器の出力光(800nm,150fs,1mJ)を中空ファイバー内に通すことによって自己位相変調を起こし、スペクトル幅を広げる。次に、負分散ミラーペアで複数回反射させることによって分散補償を行い、チャープした光

のパルス圧縮を行う。希ガスを封入した中空ファイバーを利用すると、ファイバーが空間モードフィルタとして機能するため非常に優れたビーム品質と集光性能が得られることが実証された。本研究では、希ガスとしてアルゴンを使用した。中空ファイバーを出た光パルスのスペクトルをマルチチャンネル分光器でモニターしながら、負分散ミラーペアを経た光のパルス幅が最小となるようにアルゴンガスの圧力を調整した結果、パルス幅 30fs の圧縮光パルスが得られ、パルス幅を約 1/5 に圧縮することに成功した。

残念ながら、この時点で研究期間の終了を迎えた。今後は、この圧縮光パルスと LiNbO₃ 結晶を用いたチェレンコフ型の光整流法を適用して、広帯域かつ高強度のテラヘルツパルス光源を製作し、この光源を用いることによって、光パルス励起テラヘルツ FT-ESR 装置の広帯域化を実現する予定である。この改良によって、ダイナミックスピン系に対する適用範囲を大きく広げることができると期待している。

4. 研究成果

(1) 遷移金属錯体の光パルス励起テラヘルツ FT-ESR 分光

有機 EL 材料としても知られる遷移金属錯体 Ru(bpy)₃ において、光パルス励起後のりん光に対してフェムト秒パルスレーザーと和周波発生法を用いたピコ秒領域の超高速時間分解発光測定を行い、励起三重項状態における超高速スピンドイナミクスを明らかにした。

この物質は応用上の観点から活発な研究がなされているが、常温における観測が多く、またスピンという概念に着目した研究は少ない。振動緩和に伴う 10 ピコ秒程度の寿命をもつ減衰成分が観測された。また、100 ピコ秒領域においてスピン格子緩和による減衰成分が観測された。スピン格子緩和はこれまで緩和時間が長い 10K 以下の低温領域でしか観測されていなかったが、本研究では ~100K に及ぶより高温側の温度領域においてピコ秒領域のスピン格子緩和を観測することができた。

光パルス励起で生成した励起三重項状態に対してテラヘルツ波を照射した。その透過信号を観測してフーリエ変換し、ESR スペクトルを得ることを試みたが、ESR 信号を観測することはできなかった。その原因としては、励起三重項状態がテラヘルツ波に対する十分な吸収強度をもっていないことが考えられる。今後は、光励起下におけるテラヘルツパルス励起りん光検出法を適用して、超高速 ESR 信号を得ることを考えている。

(2) シリコンの光パルス励起テラヘルツ FT 分光

半導体中に光励起された電子正孔系は、電子正孔対の密度と温度によって励起子ガス、電

子正孔プラズマ、電子正孔液滴などの多彩な相を示す。最近、光励起されたシリコンにおいて、励起子と電子正孔液滴がテラヘルツ時間領域分光法により直接観測できることが報告され、その形成ダイナミクスが明らかにされている。

本研究では、光パルス励起テラヘルツ検出分光法を用いて、光励起した状態のシリコンのキャリアダイナミクスを調べた。誘電関数と伝導度の光励起による変化が、弱励起と強励起および温度によって異なることが確認できた。また、励起子の 1S-2P 遷移の振る舞いから励起子の減衰を直接観測することができた。

(3) 反強磁性体のテラヘルツ FT-ESR 分光

反強磁性体 酸化マンガン (MnO) および酸化ニッケル (NiO) 単結晶において、テラヘルツ FT-ESR 法を適用し、マグノンによる反強磁性共鳴吸収を観測した。共鳴周波数の温度依存性は分子場理論を用いてよく説明することができた。観測されたマグノン信号から緩和速度の温度依存性を求めた。ネール温度付近における緩和速度の急増は、長距離秩序の消滅で説明できる。また、テラヘルツ波の伝播時間の变化から屈折率の温度依存性を求めた。ネール温度付近におけるフォノンの寄与からのずれは磁気歪みによるものであることを明らかにした。

マルチフェロイック物質として興味をもたれている酸化銅 (CuO) 単結晶において、テラヘルツ時間領域分光 (THz-TDS) とワイヤーグリッド偏光子を利用したテラヘルツ領域の偏光分光 (THz-TDS with WG) を行った。THz-TDS の実験からは ~1.3THz に磁気的であると考えられるモードが、~0.5THz と ~0.8THz に多音子吸収によると考えられるモードが観測された。また、THz-TDS with WG において、テラヘルツ領域に現れる CuO の構造に起因する複屈折信号が観測された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 20 件)

T. Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Ultrafast spin dynamics of magnetic ions in crystals observed by pump-probe technique and THz-TDS, Proc. 8th Asian Conf. on Ultrafast Phenomena, 査読無 (Kobe, January 2014) pp.17-18. <http://www2.kobe-u.ac.jp/~tominaga/A CUP2014/site.html>

Y. Sawada, M. Takahara, X. Zheng, T. Moriyasu, and T. Kohmoto, Ultrafast lattice dynamics in a multiferroic CuO, Proc. 8th Asian Conf. on Ultrafast Phenomena, 査読無 (Kobe, January 2014) p.53.

<http://www2.kobe-u.ac.jp/~tominaga/A CUP2014/site.html>

T. Nishimoto, T. Moriyasu, and T. Kohmoto, Magnetically induced lattice dynamics in a magnetoelectric antiferromagnet Cr_2O_3 , Proc. 8th Asian Conf. on Ultrafast Phenomena, 査読無 (Kobe, January 2014) p.69.

<http://www2.kobe-u.ac.jp/~tominaga/A CUP2014/site.html>

M. Nambu, T. Moriyasu, and T. Kohmoto, Photoinduced lattice dynamics in Si, Proc. 8th Asian Conf. on Ultrafast Phenomena, 査読無 (Kobe, January 2014) p.72.

<http://www2.kobe-u.ac.jp/~tominaga/A CUP2014/site.html>

T. Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Observation of antiferromagnetic magnons and magnetostriction in manganese oxide using terahertz time-domain spectroscopy, J. Infrared Milli. Terahz. Waves, 査読有, 34, 277-288 (2013).

DOI: 10.1007/s10762-013-9963-9

西本友久, 守安毅, 河本敏郎, 反強磁性体 Cr_2O_3 における高速格子ダイナミクス, 光物性研究会論文集, 査読無, 24, 35-38 (2013).

<http://phys.ipps.kumamoto-u.ac.jp/HI KARI/2013/index.html>

澤田幸宏, 高原真幸, 鄭旭光, 守安毅, 河本敏郎, 反強磁性体 CuO における超高速格子ダイナミクス, 光物性研究会論文集, 査読無, 24, 39-42 (2013).

<http://phys.ipps.kumamoto-u.ac.jp/HI KARI/2013/index.html>

守安毅, 高原真幸, 鄭旭光, 河本敏郎, 反強磁性体酸化物 CuO におけるテラヘルツ時間領域分光, 光物性研究会論文集, 査読無, 24, 271-274 (2013).

<http://phys.ipps.kumamoto-u.ac.jp/HI KARI/2013/index.html>

南部正裕, 守安毅, 河本敏郎, Si における光誘起格子ダイナミクス, 光物性研究会論文集, 査読無, 24, 287-290 (2013).

<http://phys.ipps.kumamoto-u.ac.jp/HI KARI/2013/index.html>

M. Takahara, T. Moriyasu, X. G. Zheng, and T. Kohmoto, Ultrafast spin and lattice dynamics in a multiferroic cupric oxide, Proc. 10th Conf. on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim, 査読有 (Kyoto, July 2013) WPB24.

DOI: 10.1109/CLEOPR.2013.6600516

Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Observation of antiferromagnetic magnons and magnetostriction in NiO and MnO , Proc. 10th Conf. on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim, 査読有

(Kyoto, July 2013) WPC1.

DOI: 10.1109/CLEOPR.2013.6600521

T. Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Observation of antiferromagnetic magnons and magnetostriction in NiO using terahertz time-domain spectroscopy, Proc. Int. Workshop on Optical Terahertz Science and Technology, 査読無 (Kyoto, April 2013) p.244.

<http://www.tanaka.icems.kyoto-u.ac.jp/otst2013/>

M. Takahara, H. Jinn, S. Wakabayashi, T. Moriyasu, and T. Kohmoto, Observation of coherent acoustic phonons and magnons in an antiferromagnet NiO , Phys. Rev. B 86, 査読有, 094301(4 pages) (2012).

DOI: 10.1103/PhysRevB.86.094301

T. Moriyasu, T. Yamauchi, and T. Kohmoto, Optically induced spin echoes in a Tm^{2+} doped crystal, Phys. Stat. Sol. C, 査読有, 9, 2629-2632 (2012).

DOI: 10.1002/pssc.201200215

守安毅, 若林傑, 河本敏郎, テラヘルツ時間領域分光法を用いた NiO における反強磁性マグノンと磁気歪の観測, 光物性研究会論文集, 査読無, 23, 77-80 (2012).

<http://phys.ipps.kumamoto-u.ac.jp/HI KARI/2012/index.html>

高原真幸, 守安毅, 鄭旭光, 河本敏郎, 反強磁性体 CuO におけるポンプ-プローブ偏光分光, 光物性研究会論文集, 査読無, 23, 233-236 (2012).

<http://phys.ipps.kumamoto-u.ac.jp/HI KARI/2012/index.html>

T. Kohmoto, T. Moriyasu, and S. Wakabayashi, Observation of antiferromagnetic magnons in manganese oxide by THz-TDS, Proc. Conf. on Lasers and Electro-Optics, 査読有 (San Jose, May 2012) JW2A.5.

DOI: 10.1364/CLEO_AT.2012.JW2A.5

守安毅, 若林傑, 河本敏郎, テラヘルツ時間領域分光法を用いたマイクロ秒領域におけるシリコンの光励起ダイナミクス, 光物性研究会論文集, 査読無, 22, 33-36 (2011).

<http://phys.ipps.kumamoto-u.ac.jp/HI KARI/2011/index.html>

高原真幸, 田中文隆, 秦豪均, 若林傑, 守安毅, 河本敏郎, NiO におけるコヒーレント音響フォノンの観測, 光物性研究会論文集, 査読無, 22, 113-116 (2011).

<http://phys.ipps.kumamoto-u.ac.jp/HI KARI/2011/index.html>

若林傑, 垣田賢一, 守安毅, 河本敏郎, MnO における THz-TDS を用いた反強磁性共鳴吸収の観測, 光物性研究会論文集,

査読無, 22, 237-240 (2011).
<http://phys.ipps.kumamoto-u.ac.jp/HIKARI/2011/index.html>

[学会発表](計 37 件)

T. Nishimoto, T. Moriyasu, and T. Kohmoto, Magnetically induced lattice dynamics in a magnetoelectric antiferromagnet Cr_2O_3 , 19th Int. Conf. on Ultrafast Phenomena (Okinawa, July 9, 2014).

T. Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Ultrafast spin dynamics in an antiferromagnet NiO observed in pump-probe and terahertz experiments, 19th Int. Conf. on Ultrafast Phenomena (Okinawa, July 7, 2014).

T. Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Spin dynamics in magnetic materials observed by pump-probe technique and THz-TDS, EMN (Energy, Materials, and Nanotechnology) Summer Meeting (Cancun, June 10, 2014) (invited).

T. Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Spin dynamics in magnetic materials observed in the terahertz region, BIT's 3rd Annual Conf. and EXPO of AnalytiX 2014 (Dalian, April 26, 2014) (invited).

澤田幸宏, 守安毅, 高原真幸, 鄭旭光, 河本敏郎, 反強磁性体酸化銅における超高速格子ダイナミクス, 日本物理学会第 69 回年次大会 (2014 年 3 月 29 日, 東海大学)

守安毅, 高原真幸, 河本敏郎, 鄭旭光, 反強磁性体酸化銅 CuO におけるテラヘルツ時間領域分光, 日本物理学会第 69 回年次大会 (2014 年 3 月 29 日, 東海大学)

南部正裕, 守安毅, 河本敏郎, Si における光誘起格子ダイナミクス, 日本物理学会第 69 回年次大会 (2014 年 3 月 29 日, 東海大学)

西本友久, 守安毅, 河本敏郎, 反強磁性体 Cr_2O_3 における高速格子ダイナミクス, 日本物理学会第 69 回年次大会 (2014 年 3 月 27 日, 東海大学)

Y. Sawada, M. Takahara, X. Zheng, T. Moriyasu, and T. Kohmoto, Ultrafast lattice dynamics in a multiferroic CuO, 8th Asian Conf. on Ultrafast Phenomena (Kobe, January 21, 2014).

T. Nishimoto, T. Moriyasu, and T. Kohmoto, Magnetically induced lattice dynamics in a magnetoelectric antiferromagnet Cr_2O_3 , 8th Asian Conf. on Ultrafast Phenomena (Kobe, January 21, 2014).

M. Nambu, T. Moriyasu, and T. Kohmoto, Photoinduced lattice dynamics in Si,

8th Asian Conf. on Ultrafast Phenomena (Kobe, January 21, 2014).

T. Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Ultrafast spin dynamics of magnetic ions in crystals observed by pump-probe technique and THz-TDS, 8th Asian Conf. on Ultrafast Phenomena (Kobe, January 20, 2014) (invited).

西本友久, 守安毅, 河本敏郎, 反強磁性体 Cr_2O_3 における高速格子ダイナミクス, 若手フロンティア研究会 (2013 年 12 月 25 日, 神戸大学)

守安毅, 高原真幸, 鄭旭光, 河本敏郎, 反強磁性体酸化銅 CuO におけるテラヘルツ時間領域分光, 第 24 回光物性研究会 (大阪市立大学, 2013 年 12 月 14 日)

南部正裕, 守安毅, 河本敏郎, Si における光誘起格子ダイナミクス, 第 24 回光物性研究会 (大阪市立大学, 2013 年 12 月 14 日)

西本友久, 守安毅, 河本敏郎, 反強磁性体 Cr_2O_3 における高速格子ダイナミクス, 第 24 回光物性研究会 (大阪市立大学, 2013 年 12 月 13 日)

澤田幸宏, 高原真幸, 鄭旭光, 守安毅, 河本敏郎, 反強磁性体 CuO における超高速格子ダイナミクス, 第 24 回光物性研究会 (大阪市立大学, 2013 年 12 月 13 日)

守安毅, 結晶中のスピンと格子の超高速ダイナミクス, 第 11 回光科学若手研究会 (神戸大学, 2013 年 11 月 16 日) (招待講演)

M. Takahara, T. Moriyasu, X. G. Zheng, and T. Kohmoto, Ultrafast spin and lattice dynamics in a multiferroic cupric oxide, 10th Conf. on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim (Kyoto, July 2, 2013).

Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Observation of antiferromagnetic magnons and magnetostriction in NiO and MnO, 10th Conf. on Lasers and Electro-Optics Pacific Rim (Kyoto, July 2, 2013).

21 T. Moriyasu, S. Wakabayashi, and T. Kohmoto, Observation of antiferromagnetic magnons and magnetostriction in NiO using terahertz time-domain spectroscopy", Int. Workshop on Optical Terahertz Science and Technology (Kyoto, April 3, 2013).

22 高原真幸, 守安毅, 鄭旭光, 河本敏郎, 反強磁性体酸化銅におけるポンプ-プローブ偏光分光, 日本物理学会第 68 回年次大会 (2013 年 3 月 28 日, 広島大学)

23 高原真幸, 守安毅, 鄭旭光, 河本敏郎, 反強磁性体 CuO におけるポンプ-プローブ偏光分光, 第 23 回光物性研究会 (2012 年 12 月 8 日, 大阪市立大学)

- 24 守安 毅, 若林 傑, 河本敏郎, テラヘルツ時間領域分光法を用いた NiO における反強磁性マグノンと磁気歪の観測, 第 23 回光物性研究会 (2012 年 12 月 7 日, 大阪市立大学)
- 25 守安毅, 若林傑, 河本敏郎, テラヘルツ時間領域分光法を用いた NiO における反強磁性マグノンと磁気歪の観測, 平成 24 年度日本分光学会年次講演会 (2012 年 11 月 28 日, 東京工業大学)
- 26 守安毅, 高原真幸, 若林傑, 河本敏郎, 遷移金属酸化物反強磁性体におけるテラヘルツ時間領域分光, 日本物理学会 2012 年秋季大会 (2012 年 9 月 19 日, 横浜国立大学)
- 27 T. Moriyasu, T. Yamauchi, and T. Kohmoto, Optically induced spin echoes in a Tm^{2+} doped crystal, 5th Int. Conf. on Optical, Optoelectronic and Photonic Materials and Applications (June 6, 2012, Nara).
- 28 T. Kohmoto, T. Moriyasu, and S. Wakabayashi, Observation of antiferromagnetic magnons in manganese oxide by THz-TDS, Conf. on Lasers and Electro-Optics (May 9, 2012, San Jose).
- 29 守安毅, 若林傑, 河本敏郎, THz-TDS を用いたマイクロ秒領域におけるシリコンの光励起ダイナミクス, 日本物理学会第 67 回年次大会 (2012 年 3 月 25 日, 関西学院大学)
- 30 若林 傑, 垣田賢一, 守安毅, 河本敏郎, MnO における THz-TDS を用いた反強磁性共鳴吸収の観測, 第 22 回光物性研究会 (2011 年 12 月 10 日, 熊本大学)
- 31 守安毅, 若林傑, 河本敏郎, テラヘルツ時間領域分光法を用いたマイクロ秒領域におけるシリコンの光励起ダイナミクス, 第 22 回光物性研究会 (2011 年 12 月 9 日, 熊本大学)
- 32 高原真幸, 田中文隆, 秦豪均, 若林傑, 守安毅, 河本敏郎, NiO におけるコヒーレント音響フォノンの観測, 第 22 回光物性研究会 (2011 年 12 月 9 日, 熊本大学) (光物性研究会奨励賞受賞)
- 33 若林傑, 守安毅, 河本敏郎, 酸化マンガンにおける THz-TDS を用いた反強磁性共鳴吸収の観測, 平成 23 年度日本分光学会年次講演会 (2011 年 12 月 1 日, 理化学研究所横浜) (若手ポスター賞受賞)
- 34 高原真幸, 秦豪均, 若林傑, 守安毅, 河本敏郎, 超短パルス光によるコヒーレント音響フォノンの生成と検出, 平成 23 年度日本分光学会年次講演会 (2011 年 12 月 1 日, 理化学研究所横浜)
- 35 若林傑, 垣田賢一, 守安毅, 河本敏郎, THz-TDS を用いた MnO におけるマグノンの観測, 日本物理学会 2011 年秋季大会 (2011 年 9 月 24 日, 富山大学)
- 36 高原真幸, 秦豪均, 若林傑, 守安毅, 河本敏郎, 反強磁性体酸化ニッケルにおけるコヒーレント音響フォノンの観測, 日本物理学会 2011 年秋季大会 (2011 年 9 月 24 日, 富山大学)
- 37 守安毅, 若林傑, 柁井誠, 阿部素也, 田中清明, 河本敏郎, コヒーレントフォノン分光およびテラヘルツ時間領域分光法による $KMnF_3$ の相転移の観測, 日本物理学会 2011 年秋季大会 (2011 年 9 月 23 日, 富山大学)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.phys.sci.kobe-u.ac.jp/faculty/kohmoto.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河本 敏郎 (KOHMOTO Toshiro)
神戸大学・理学研究科・准教授
研究者番号：70192573

(2) 研究協力者

守安 毅 (MORIYASU Takeshi)
神戸大学・理学研究科・学術研究員