

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K03801

研究課題名（和文）強相関係絶縁体におけるテラヘルツパルス誘起相転移

研究課題名（英文）THz-field-induced phase transition in strongly correlated insulators

研究代表者

宮本 辰也（Miyamoto, Tatsuya）

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・助教

研究者番号：40755724

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：3 MV/cmを超える電場強度を持つ高強度テラヘルツパルスをポンプ光として利用したテラヘルツポンプ - 広帯域光プローブ分光測定系を開発した。それを強相関係絶縁体である一次元モット絶縁体 ET-F2TCNQ、励起子絶縁体 Ta₂NiSe₅、電荷秩序絶縁体 Gd_{0.55}Sr_{0.45}MnO₃ に適用した結果、テラヘルツ電場による量子トンネル効果によってキャリアが生成し、それをきっかけとして絶縁体 - 金属転移が生じることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で実証したテラヘルツ電場誘起絶縁体 - 金属転移は、光励起の場合と比較して高効率であった。そのため、テラヘルツパルスを利用した新しい動作原理を持つ省電力の光スイッチへの応用が期待される。また、量子トンネル過程に基づいたキャリア生成は、元素置換による化学的キャリアドーピングが困難な物質も含め、様々な強相関係物質にキャリアを注入する新しい手法として、広く利用できると考えている。

研究成果の概要（英文）：A THz pump-broadband optical probe spectroscopy system using intense terahertz pulses with the electric field of over 3 MV/cm as a pump light has been developed. By applying the optical system to the strongly correlated insulators, i.e. the one-dimensional Mott insulator ET-F2TCNQ, the exciton insulator Ta₂NiSe₅ and the charge-ordered insulator Gd_{0.55}Sr_{0.45}MnO₃, it was revealed that carriers are generated via the quantum tunneling effect induced by the THz electric field, resulting in an insulator-metal transition.

研究分野：固体の光物性

キーワード：テラヘルツ電場誘起相転移 ポンプ - プローブ分光 強相関係 量子トンネル効果 絶縁体 - 金属転移

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

物質に光を照射することによってその電子構造や物性が劇的に変化する現象は光誘起相転移と呼ばれ、物性科学の新しいパラダイムとしてこれまで盛んに研究されてきた。この現象の中には、相転移が高速かつ高効率で生じるものが存在する。そのため、光誘起相転移を利用した高速光スイッチの実現が期待されている。この光誘起相転移を機能として発展させるには、相転移をいかに高速かつ高効率に引き起こせるかが鍵となる。この観点から注目されてきた物質が、強相関(電子)系物質である。例えば、各原子に一つ電子が入った half-filled の系では、電子同士のクーロン反発が隣り合う原子間のトランスファーエネルギーよりも大きい場合に、電子が各原子に局在してモット絶縁体になる(図 1(a))。モット絶縁体は、元素置換による化学的キャリアドーピングによって、電子の秩序が乱れて金属化する((a)→(b))。光によるキャリアドーピングによっても、同様に絶縁体相から金属相へと変化する((c)→(d))。これがモット絶縁体における光誘起絶縁体-金属転移である。実際に、一次元モット絶縁体である臭素架橋 Ni 錯体(岩井他, PRL **91**, 057401 (2003))や分子性結晶 ET-F₂TCNQ (bis(ethylenedithio)tetrathiafulvalenedifluorotetracyanoquinodimethane) (岡本他, PRL **98**, 037401 (2007))、二次元モット絶縁体である銅酸化物 Nd₂CuO₄ 等(岡本他, PRB **83**, 125102 (2011)、宮本他, Nat. Commun. **9**, 3948 (2018))において、光キャリア生成を引き金として電子の遍歴性が復活し瞬時に金属化が生じることが明らかになっている。

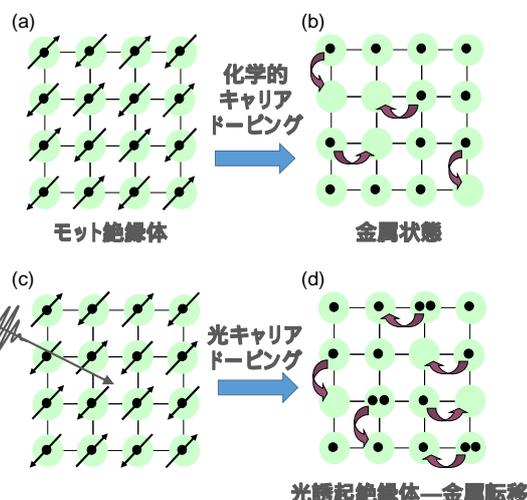


図 1 光誘起モット絶縁体—金属転移

しかし、これまでに見出された光誘起相転移は、バンドギャップ以上のエネルギーを持つ可視光或いは近赤外光による電子励起を引き金にしたものであった。この場合、励起光のエネルギーはすべて電子励起に使われ、最終的に系の温度上昇が生じる。この温度上昇は、二次的な相転移を引き起こす他、相転移過程を複雑なものとし、その物理的機構の解明を困難にする。また、相転移の回復は系の冷却に律速されるため数十ピコ秒のオーダーになり、光スイッチとしての高速性が失われる。このことから、現在は、温度上昇を抑制した非従来型の高速度電子相制御法の開拓が重要な課題となっている。

2. 研究の目的

以上の背景を踏まえ、本研究では、高速に相転移を引き起こす新たな励起源としてテラヘルツパルスに注目した。ここで言うテラヘルツパルスとは、周波数が 0.1 ~ 10 THz のほぼ単一サイクルの電磁波パルスのことを指す(周波数 1 THz、波長 300 μm、光子エネルギー 4 meV)。最近のレーザー技術の進歩によって、電場強度が 100 kV/cm を遥かに超えるテラヘルツパルスを発生させることが可能になった。このパルスを使うと、1 ピコ秒という短い時間の間だけ数百 kV/cm の強電場を印加することができる。物質に強い電場が印加されると、バンドが傾斜し、量子トンネル効果によりキャリアが生成する可能性がある(図 2 左→中)。研究代表者は、非常に狭い光学ギャップを持つ二次元有機モット絶縁体(κ型 ET 塩)に約 300 kV/cm の電場振幅を持つテラヘルツパルスを照射することによって、量子トンネル効果によってキャリアを生成させることに成功した(山川, 宮本他, Nat. Mater. **16**, 1100 (2017))。また、キャリア注入後にモット絶縁体-金属転移が生じることを明らかにした(図 2 中→右)。この相転移は、光照射の場合と比較して、励起による温度上昇の効果が小さいことが分かった。これは、テラヘルツパルスが可視光よりも約三桁光子エネルギーが小さいからである。

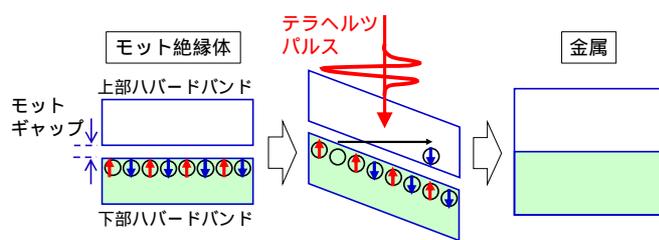


図 2 量子トンネル効果によるキャリア生成を引き金としたモット絶縁体 - 金属転移の概念図

一般的な一次元モット絶縁体に対して量子トンネル効果を引き起こすためには、MV/cm 級の電場振幅を持つテラヘルツパルスが必要であることが理論的に予測されている(岡, PRB **86**, 075148 (2012))。本研究では、強相関絶縁体を対象として、有機二次非線形結晶である DSTMS

(4-*N,N*-dimethylamino-4'-*N*'-methyl-stilbazolium 2,4,6-trimethylbenzenesulfonate)を用いて発生させた MV/cm 級のテラヘルツパルスによる絶縁体 - 金属転移を実証し、その物理的機構を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

DSTMS 結晶を用いて発生させた高強度のテラヘルツパルスをポンプ光として用い、中赤外光から可視光までの光をプローブ光として用いたテラヘルツポンプ - 光プローブ分光測定系を構築する。それを様々な強相関係絶縁体に適用して、過渡光学スペクトル変化を測定することによって、テラヘルツパルス照射後の電子状態の変化を明らかにする。さらに、可視光励起の場合と比較することによって、テラヘルツ電場誘起相転移の特徴を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 光学系の構築

チタンサファイア再生増幅器からの出力された波長 800 nm のフェムト秒パルス (時間幅 100 fs) を光パラメトリック増幅器に入力して、波長 1500 nm のフェムト秒パルスを出力した。これを DSTMS 結晶に入射することによって、テラヘルツパルスを発生させた。水蒸気によるテラヘルツパルスの吸収を防ぐため、テラヘルツパルス発生後の光路を乾燥空気によってパージした。放物面鏡を用いて、テラヘルツパルスを半値全幅で約 135 μm のスポットに集光した。その結果、最大電場強度 3.5 MV/cm、中心周波数約 3 THz のテラヘルツパルスを得ることに成功した。このテラヘルツパルスをポンプ光として利用し、もう一台の光パラメトリック増幅器から発生させたフェムト秒パルスをプローブ光として使用した、テラヘルツポンプ - 広帯域光プローブ分光測定系を構築した。また、クライオスタットを導入することによって、4 K から 300 K までの温度における、テラヘルツパルス照射後の光学スペクトル変化の測定を可能にした。クライオスタットの窓材によるテラヘルツパルスの電場強度の減少を抑えるため、窓材にはダイヤモンドを用いた。これにより、低温においても 2.5 MV/cm の電場強度を持つテラヘルツパルスを利用可能になった。

(2) 一次元モット絶縁体 ET-F₂TCNQ におけるテラヘルツ電場誘起絶縁体 - 金属転移

一次元モット絶縁体は、電荷キャリアがスピンの影響を受けずに自由に運動できるという性質を持つ。そのため、光キャリアは単純な Drude 応答を示すと予想される。構築した光学系を用いて、テラヘルツパルスを約 0.7 eV のモットギャップを持つ一次元モット絶縁体 ET-F₂TCNQ に照射した後の反射率スペクトル変化を測定した。テラヘルツパルスの電場強度が小さい場合 (0.3 MV/cm)、研究代表者の先行研究 (宮本他、Commun. Phys. 2, 131 (2019)) で報告した通り、三次の非線形光学効果に起因する反射率変化のみが現れた。一方、2.8 MV/cm まで電場強度を増強した場合は、モットギャップの反射率が減少し、低エネルギー側で反射率が増大するという結果が得られた。これは、金属状態を表すドルーデ応答の特徴であり、モット絶縁体 - 金属転移が生じていることを意味する。また、金属化がテラヘルツ電場強度に対して閾值的に生じることを明らかにした。これは、テラヘルツパルスによるモット絶縁体 - 金属転移が、量子トンネル効果によるキャリア生成に起因したものであることを示唆する結果である。また、1.55 eV の光パルスで励起した場合のキャリア生成効率と比較すると、テラヘルツパルス励起の方が 5 倍以上高いことが分かった。そのため、テラヘルツパルスを利用した新しい動作原理を持つ省電力の光スイッチへの応用が期待される。

本研究成果は、学術論文として発表した (高村、宮本他、PRB 107, 085147 (2023))。

(3) 励起子絶縁体 Ta₂NiSe₅ における光誘起、及び、テラヘルツ電場誘起絶縁体 - 金属転移

励起子絶縁体は、電子と正孔がクーロン相互作用により励起子を形成することによって絶縁体化した物質である。典型的な励起子絶縁体である Ta₂NiSe₅ において、時間分解光電子分光の研究によって、光励起による励起子絶縁体 - 金属転移が報告されている (岡崎他, Nat. Commun. 9, 4322 (2018))。テラヘルツ電場誘起相転移の研究の前に、1.55 eV のフェムト秒パルスを照射した場合の励起子絶縁体 - 金属転移を、広帯域の反射率スペクトル変化を測定することによって調べた。弱励起の条件では、光キャリアによるスクリーニング効果によって励起子効果が弱まり、励起子の形成に伴って生じる光学ギャップのエネルギーが減少することが分かった。一方、強励起の条件では、低エネルギー側に向かって反射率スペクトルが上昇するドルーデ応答が現れた。これは、励起子絶縁体 - 金属転移が生じていることを意味する。光励起後の反射率変化の時間発展を詳しく解析した結果、金属化する際に大きな構造変化が生じていることがわかった。これは、励起子絶縁体相の安定化に電子 - 格子相互作用が重要な役割を果たしていることを示唆する結果である。

次に、パルス面傾斜法を用いて LiNbO₃ 結晶から発生させた比較的弱電場のテラヘルツパルス

に対する反射率スペクトル変化を測定した。その結果、吸収ピークである 0.4 eV 近傍において、低エネルギー側から、正、負、正となる特徴的な反射率変化の構造が観測された。この応答はテラヘルツ電場の 2 乗に比例するため、三次の非線形光学効果に起因するものと考えられる。そこで、基底状態、一光子許容な奇の対称性を持つ励起状態、一光子禁制な偶の対称性を持つ励起状態の三準位考慮したモデルを用いて、三次非線形光学効果に基づく解析を行ったところ、実験で得られた光学スペクトル変化をよく再現することができた。この解析によって、 Ta_2NiSe_5 の励起準位構造を明らかにすることができた。

最後に、DSTMS 結晶から発生させた 1.65 MV/cm の電場振幅のテラヘルツパルスで Ta_2NiSe_5 に照射した後の反射率スペクトル変化を測定した。励起後 1 ps では、吸収ピークである 0.4 eV 付近においては負の反射率変化が、光学ギャップ近傍においてはわずかに正の反射率変化が観測された。一方、光学ギャップ以下の領域では、低エネルギー側へ向けて増加するドレード応答が現れた。このような反射率スペクトル変化は、1.55 eV 励起の場合と大きく異なる。これは、テラヘルツ励起と光励起では、本質的に異なる電子状態変化が生じていることを意味する。テラヘルツ励起の場合は、0.4 eV の吸収ピークの遷移強度の減少と低エネルギーシフトによって、実験結果をよく再現することができる。この遷移強度の減少は、強い電場によって励起子が不安定化して解離したことによるものと考えられる。一方、低エネルギーシフトは、光励起の場合と同様に、生成したキャリアによって遮蔽効果が生じ、クーロン相互作用が減少したために生じると考えるのが自然である。反射率変化の大きさが閾値的な電場強度依存性を示すことから、量子トンネル過程によって励起子が解離し、キャリアが生成していると結論した。

光励起による励起子絶縁体 - 金属転移に関する研究成果は、学術論文として発表した(宮本他、*JPSJ* **91**, 023701 (2022))。テラヘルツ励起に関する研究成果は、現在論文を執筆中である。

(4) 電荷秩序絶縁体 $\text{Gd}_{0.55}\text{Sr}_{0.45}\text{MnO}_3$ におけるテラヘルツ電場誘起キャリア生成

電荷秩序絶縁体であるマンガン酸化物 $\text{Gd}_{0.55}\text{Sr}_{0.45}\text{MnO}_3$ においても、テラヘルツパルス照射することによって、量子トンネル過程によるキャリア生成が生じることが分かった。一方、生成したキャリアは金属相の 0.2 % 程度であった。この量は、光励起の場合(松原他、*PRL* **99**, 207401 (2007)) と比べると非常にわずかである。光励起の場合は、金属化をきっかけとして電子の遍歴性が復活し、二重交換相互作用により反強磁性 - 強磁性転移が生じることが明らかになっている。本研究では、キャリアの生成量が少ないため、強磁性化の信号を得ることができなかった。テラヘルツパルスの高強度化や、テラヘルツパルスに対する応答が大きい物質を探索し、テラヘルツ電場誘起金属化をきっかけとした反強磁性 - 強磁性転移を実現することが、今後の課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 T. Morimoto, H. Suzuki, T. Otaki, N. Sono, N. Kida, T. Miyamoto, and H. Okamoto	4. 巻 3
2. 論文標題 Ionic to neutral conversion induced by resonant excitation of molecular vibrations coupled to intermolecular charge transfer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 L042028:1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevResearch.3.L042028	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 K. Asada, T. Miyamoto, H. Yamakawa, J. Hirata, N. Takamura, T. Morimoto, K. Suzuki, T. Otaki, N. Kida, T. Nakamura, and H. Okamoto	4. 巻 104
2. 論文標題 Ultrafast control of electronic states by a terahertz electric field pulse in the quasi-one-dimensional organic ferroelectric (TMTTF)2PF6	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 195148:1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevB.104.195148	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 T. Miyamoto, M. Mizui, N. Takamura, J. Hirata, H. Yamakawa, T. Morimoto, T. Terashige, N. Kida, A. Nakano, H. Sawa and H. Okamoto	4. 巻 91
2. 論文標題 Charge and lattice dynamics in excitonic insulator Ta ₂ NiSe ₅ investigated using ultrafast reflection spectroscopy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 023701:1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7566/JPSJ.91.023701	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 Y. Han, T. Miyamoto, T. Otaki, N. Takamura, N. Kida, N. Osakabe, J. Tsurumi, S. Watanabe, T. Okamoto, J. Takeya and H. Okamoto	4. 巻 120
2. 論文標題 Scattering mechanism of hole carriers in organic molecular semiconductors deduced from analyses of terahertz absorption spectra using Drude-Anderson model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 053302:1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1063/5.0073133	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 N. Sono, T. Otaki, T. Kitao, T. Yamakawa, D. Sakai, T. Morimoto, T. Miyamoto and H. Okamoto	4. 巻 5
2. 論文標題 Phonon-dressed states in an organic Mott insulator	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 72:1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-022-00838-x	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 Yamaguchi T., Iwano K., Miyamoto T., Takamura N., Kida N., Takahashi Y., Hasegawa T., Okamoto H.	4. 巻 103
2. 論文標題 Excitonic optical spectra and energy structures in a one-dimensional Mott insulator demonstrated by applying a many-body Wannier functions method to a charge model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 045124:1 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.045124	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sono Naoki, Kinoshita Yuto, Kida Noriaki, Ito Toshimitsu, Okamoto Hiroshi, Miyamoto Tatsuya	4. 巻 90
2. 論文標題 Terahertz-Field-Induced Changes of Electronic States Associated with a Polarization Modulation in BiFeO ₃	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 033703 ~ 033703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.033703	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 Takamura N., Miyamoto T., Liang S., Asada K., Terashige T., Takahashi Y., Hasegawa T., Okamoto H.	4. 巻 107
2. 論文標題 Efficient Mott insulator-metal transition by an intense terahertz electric field pulse via quantum tunneling	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 085147:1 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.107.085147	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山口辰威, 岩野薫, 大村周, 高橋聡, 宮本辰也, 岡本博	4. 巻 57
2. 論文標題 多体ワニア関数を用いた1次元モット絶縁体の光学スペクトルの新しい計算手法	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 固体物理	6. 最初と最後の頁 519 ~ 534
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計35件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 宮本辰也, 辻井幹人, 久保哲士, 高村直幹, 張佳い, 貴田徳明, 大竹雄太郎, 木村健太, 木村剛, 岡本博
2. 発表標題 テラヘルツ電磁場パルスによるBi ₂ CuO ₄ の電気磁気光学効果の制御
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高村直幹, 斎藤真幸, 宮本辰也, 貴田徳明, 中埜彰俊, 澤博, 岡本博
2. 発表標題 励起子絶縁体Ta ₂ NiSe ₅ におけるテラヘルツ電場誘起金属化の過渡反射スペクトルによる解析
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久保哲士, 高村直幹, 酒井大輝, 張佳い, 宮本辰也, 高橋幸裕, 岡本博
2. 発表標題 高強度テラヘルツ電場パルスによる有機分子性結晶TTF-CAのイオン性 中性転移
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 酒井大輝, 上田朔, 山川貴士, 宮本辰也, 貴田徳明, 岡本博
2. 発表標題 中赤外パルスによる分子内振動励起で誘起される擬一次元分子結晶のスピンパイエルス相融解ダイナミクス
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 張佳い, 山本真毅, 高村直幹, 久保哲士, 宮本辰也, 高橋幸裕, 長谷川達生, 岡本博
2. 発表標題 一次元モット絶縁体におけるテラヘルツ電場誘起キャリアのダイナミクス-第二高調波発生による検出-
3. 学会等名 日本物理学会2022年秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Han, Y. Murata, T. Miyamoto, N. Takamura, N. Kida, A. Nakano, H. Sawa, H. Okamoto
2. 発表標題 Carrier dynamics in the photoinduced insulator-metal transition in Ta ₂ NiSe ₅ investigated by optical-pump terahertz-probe spectroscopy
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山川貴士, 酒井大輝, 宮本辰也, 岡本博
2. 発表標題 位相安定中赤外パルスで生成する一次元モット絶縁体の光ドレストフロケ状態 ~ 過渡反射率変化のプロープエネルギー依存性の精密解析 ~
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本真毅, 佐藤弘基, 宮本辰也, 木村健太, 永井隆之, 木村剛, 岡本博
2. 発表標題 THz 電場誘起時間分解カー効果によるフェロアキシャル物質の新しい非線形光学効果の観測
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中赤外分子内振動励起で誘起されるフォノンドレストフロケ状態を介したスピンパイエルス相の不安定化
2. 発表標題 酒井大輝, 山川貴士, 上田朔, 宮本辰也, 貴田徳明, 岡本博
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久保哲士, 高村直幹, 山本真毅, 佐藤弘基, 酒井大輝, 宮本辰也, 高橋 幸裕, 岡本博
2. 発表標題 高強度テラヘルツ電場パルスによる有機分子性結晶TTF-CAのイオン性-中性転移
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮本辰也, 近藤秋洋, 稲葉岳, 森本剛史, 尤仕佳, 岡本博
2. 発表標題 一次元モット絶縁体における励起子の量子干渉によるテラヘルツ放射
3. 学会等名 日本物理学会2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名	宮本辰也, 辻井幹人, 久保哲士, 高村直幹, 張佳い, 貴田徳明, 大竹雄太郎, 木村健太, 木村剛, 岡本博
2. 発表標題	電気磁気光学効果を示すピスマス銅酸化物Bi ₂ CuO ₄ のテラヘルツポンプ - 光プローブ分光II
3. 学会等名	日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Y. Han, M. Sato, T. Miyamoto, T. Otaki, N. Takamura, N. Kida, T. Ito, H. Okamoto
2. 発表標題	Carrier dynamics in two-dimensional Mott insulators of undoped cuprates investigated by high-temporal-resolution optical-pump terahertz-probe spectroscopy
3. 学会等名	日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	尤仕佳, 宮本辰也, 大瀧貴史, 堀内佐智雄, 貴田徳明, 岡本博
2. 発表標題	中赤外フォノン励起による水素結合型分子性強誘電体からの高効率テラヘルツ放射
3. 学会等名	日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	高村直幹, 辻井幹人, 張佳い, 大瀧貴史, 久保哲士, 宮本辰也, 貴田徳明, 宮田拓馬, 高橋幸裕, 長谷川達生, 岡本博
2. 発表標題	一次元モット絶縁体ET-F ₂ TcNQIにおける高強度テラヘルツ電場誘起絶縁体 - 金属転移
3. 学会等名	日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 酒井大輝, 上田朔, 山川貴士, 園直樹, 北尾貴之, 宮本辰也, 貴田徳明, 岡本博
2. 発表標題 強相関擬一次元分子結晶K-TCNQにおける中赤外分子内振動励起によるスピンパイエルス相融解
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山川貴士, 酒井大輝, 大瀧貴史, 園直樹, 宮本辰也, 岡本博
2. 発表標題 1次元モット絶縁体における中赤外パルス励起による非線形光学応答のサブサイクル分光
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大瀧貴史, 守安藍海, 梅村洸介, 高村直幹, 韓陽, 宮本辰也, 貴田徳明, 宮田拓馬, 高橋幸裕, 長谷川達生, 岡本博
2. 発表標題 光ポンプ-テラヘルツプローブ分光による短寿命の光キャリアダイナミクス解析手法
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辻井幹人, 高村直幹, 張佳い, 宮本辰也, 富岡泰秀, 貴田徳明, 岡本博
2. 発表標題 ペロブスカイト型マンガン酸化物のテラヘルツ電場応答
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮本辰也, 浅田和規, 大瀧貴史, 貴田徳明, 中村敏和, 岡本博
2. 発表標題 テラヘルツ電場パルスによる擬一次元有機強誘電体(TMTTF)2PF6における超高速電子状態制御 - 温度依存性 -
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 酒井大輝, 山川貴士, 大瀧貴史, 高橋幸裕, 宮本辰也, 岡本博
2. 発表標題 位相安定中赤外パルス光による有機電荷移動錯体TTF-CAのサブサイクル分光
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮本辰也, 森本剛史, 鈴木博貴, 大瀧貴史, 園直樹, 貴田徳明, 岡本博
2. 発表標題 分子内振動励起によるTTF-CAのイオン性 - 中性転換
3. 学会等名 2021年度物性研究所短期研究会 分子性固体研究の拡がり: 新物質と新現象
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Miyamoto, M. Mizui, N. Takamura, N. Kida, A. Nakano, H. Sawa and H. Okamoto
2. 発表標題 Ultrafast charge and lattice dynamics in photoinduced excitonic-insulator to metal transition investigated by pump-probe reflection spectroscopy
3. 学会等名 Conference on Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena (PIPT7) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	宮本辰也, 園直樹, 大瀧貴史, 清水祐樹, 山川貴士, 北尾貴之, 森本剛史, 伊藤利充, 岡邦彦, 笹川崇男, 貴田徳明, 岡本博
2. 発表標題	位相安定中赤外パルス光による二次元モット絶縁体銅酸化物のサブサイクル分光
3. 学会等名	日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	大瀧貴史, 園直樹, 北尾貴之, 山川貴士, 森本剛史, 宮本辰也, 貴田徳明, 岡本博
2. 発表標題	位相制御中赤外パルスによる分子内振動励起で誘起される有機モット絶縁体の非線形光学応答とサブサイクル分光: 理論解析
3. 学会等名	日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	園直樹, 大瀧貴史, 北尾貴之, 山川貴士, 森本剛史, 宮本辰也, 貴田徳明, 岡本博
2. 発表標題	位相制御中赤外パルスによる分子内振動励起で誘起される有機モット絶縁体の非線形光学応答とサブサイクル分光
3. 学会等名	日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	高村直幹, 大瀧貴史, 宮本辰也, 貴田徳明, 梁生平, 高橋幸裕, 長谷川達生, 岡本博
2. 発表標題	一次元モット絶縁体(BEDT-TTF)-(F2TCNQ)における高強度THz電場効果III
3. 学会等名	日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 梁生平, 高村直幹, 吉持遥人, 須田理行, 山本浩史, 宮川和也, 鹿野田一司, 森初果, 宮本辰也, 岡本博
2. 発表標題 テラヘルツパルスによる 型ET塩のモット絶縁体-電荷秩序転移と金属化
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮本辰也, 守安藍海, 梅村洸介, 高村直幹, 韓陽, 園直樹, 貴田徳明, 高橋幸裕, 長谷川達生, 岡本博
2. 発表標題 1次元モット絶縁体ET-F ₂ TCNQの光ポンプ - 広帯域テラヘルツプローブ分光: 光キャリアと励起子のダイナミクスI
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梁生平, 高村直幹, 宮川和也, 鹿野田一司, 山本浩史, 須田理行, 森初果, 宮本辰也, 岡本博
2. 発表標題 テラヘルツ電場パルスが誘起する 型ET塩のモット絶縁体 - 電荷秩序転移とモット絶縁体 - 金属転移
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辻井幹人, 宮本辰也, 貴田徳明, 木村健太, 大竹雄太郎, 木村剛, 岡本博
2. 発表標題 電気磁気光学効果を示すピスマス銅酸化物Bi ₂ CuO ₄ のテラヘルツポンプ - 光プローブ分光
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 酒井大輝, 山川貴士, 園直樹, 宮本辰也, 岡本博
2. 発表標題 位相安定中赤外パルスによる低温サブサイクル分光測定系の開発とその性能評価
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高村直幹, 斎藤真幸, 梁生平, 大瀧貴史, 宮本辰也, 水井誠, 貴田徳明, 中埜彰俊, 澤博, 岡本博
2. 発表標題 励起子絶縁体Ta ₂ NiSe ₅ における高強度テラヘルツ電場応答III
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 園直樹, 北尾貴之, 山川貴士, 大瀧貴史, 森本剛史, 宮本辰也, 岡本博
2. 発表標題 位相安定中赤外パルス励起によるスピンパイエルス系分子性結晶K-TCNQのサブサイクル分光～強電場効果～
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山川貴士, 酒井大輝, 大瀧貴史, 園直樹, 森本剛史, 宮本辰也, 岡本博
2. 発表標題 位相安定中赤外パルス励起による1次元モット絶縁体 [Ni(chxn) ₂ Cl] (NO ₃) ₂ のサブサイクル分光 ～フロッケ状態の観測～
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

岡本・貴田研究室ホームページ
<http://pete.k.u-tokyo.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------