

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域
「先端光源を駆使した光科学・光技術の融合展開」
研究課題
「光技術が先導する臨界的非平衡物質科学」

研究終了報告書

研究期間 平成21年10月～平成27年3月

研究代表者：腰原伸也
(東京工業大学 理工学研究科、教授)

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

本研究では、新光源を活用することで、臨界的非平衡状態にある物質の光機能開拓に向けた動的構造観測技術の開発を行い、「光励起臨界的非平衡電子構造物性科学」と呼べる新材料設計指針を創成することを目指した。具体的目標として①フェムト秒時間分解光電子顕微鏡(fs-PEEM)の開発、②新光源を用いた動的構造解析技術開発、並びに臨界的非平衡電子状態において巨大物性変化を示す新物質開拓と、その機構解明へのこの技術の応用、③研究を先導する理論研究、という3点を設定し研究を推進した。

上記目的達成のためには、臨界的非平衡状態にある物質の構造解明が必須であり、新光源を活用した「動的構造観測技術」の開発・実用化が不可欠であった。そこで、自主開発の10fs超短パルスレーザー光源等を用いた赤外域を含む広波長域超高速分光技術、同じく自主開発のfsレーザー・放射光組み合わせ時間分解X線構造解析技術、さらには国際共同研究による有機結晶用fsパルス電子線回折技術、の3つを組み合わせも可能な形で確立するとともに、種々の物質に適用可能なまでの実用化を行った。続いて、巨大かつ超高速な、誘電、磁性、伝導特性の変化(いわゆる光誘起相転移)を示す物質群が、その応答の最中にどのような構造変化を起こしているのか、理論計算とも比較しながら世界で初めての確認を行った(具体的目標②)。その結果は「光誘起相転移は概ね光電荷注入によって物質秩序を乱した状態(高温相類似な状態)への変化である」という従来の常識的推定を根底から覆すものとなった。

測定結果とその理論的解析から、平衡状態では実現することのない、臨界的非平衡状態からこそ実現される新物質秩序(隠れた物質秩序)状態(隠れた物質相、Hidden Phase と呼称)が、幅広い無機・有機結晶群において見出され、様々な物性量の光誘起巨大変化の共通した原因となっていることが明らかとなったのである。この成果は、新光源をベースとする観測技術によって、まさに超高速光スイッチ等に向けた物質開発の新概念「隠れた物質相」が確立され、本研究の目的「光励起臨界的非平衡電子構造物性科学の創成」が達成されたことを示すものとなった(目標②、基礎研究面での顕著な成果1)。この研究過程では、理論との連携が、混乱しやすい新測定法の結果の解釈を、隠れた物質相の出現という統一的マイクロメカニズムに基づいて可能にした点も特筆に値する(目標③)。まさに理論と実験の協力が、世界に先駆けた新物質設計概念の共創を可能にしたといえよう(基礎研究面での顕著な成果2)。

加えて fs-PEEM も目標通り完成し、ナノ空間内で非平衡状態にある電子の直接観測に世界で初めて成功した(目標①)。この成果によって、非平衡(電子)構造と物性発現の関連を(逆格子空間で捉えるだけでなく)実空間でも解析して行くための最重要基盤技術が確立された。本装置に関しては「臨界的非平衡」状態よりも単純な、「非平衡」状態のキャリア(いわゆる光キャリア)すら観測例が皆無なため、その知見の蓄積を集中的に行った。

得られた成果は「隠れた物質相」概念の確立にとどまるものではない。新光源を駆使した各種新観測装置は、以下に示すように、光エネルギー変換デバイス、光触媒にとって今や必須のものとなった。まさに想定外・予想外(望外)の成果といえよう(いずれも詳細は § 4 参照)。

(1) fs-PEEM 装置(時間分解能 200fs、空間分解能 40nm、繰り返し周波数可変域 1-500kHz)の性能評価も兼ねた半導体ナノ構造中の光キャリア観測を実施した(当初目標)。本装置は臨界的非平衡状態にある光キャリアの分布観測のために作製したものである。ところが、各種半導体における光キャリア(非平衡キャリア)分布も確認できるため、半導体デバイス分野の観測要請が殺到し、非平衡キャリア観測に優先的に取り組む事となった。半導体産業分野へのインパクトも考慮して装置全体の知財出願も行った(イノベーションに寄与する成果1)。

(2) 動的X線構造観測技術が、光エネルギー変換材料開発に有用であることを示した(基礎研究面での顕著な成果3)。

(3) 様々な結晶では、発光中心周辺の配位原子系の構造緩和が材料としての特性を決めて居る。ところが、発光動作中の構造研究手法の欠如が材料開発の足かせとなってきた。そこで本研究で開発・発展させた技術を適用し、発光過程での配位構造変化と材料成分との関係を明らかにすることができた。

(2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

(被引用件数は Web of Science の 2014 年 7 月 27 日の数値)

1. “Transient photoinduced ‘hidden’ phase in a manganite”, Nature Materials 10, 101-105 (2011) (論文リスト 17)(doi:10.1038/nmat2929) **被引用件数:48 件**

“Mapping molecular motions leading to charge delocalization with ultrabright electrons”, Nature 496 (7445), 343-346 (2013). (論文リスト 65) (DOI: 10.1038/nature12044) **被引用件数:31 件**

(トムソン・ロイター社 Essential Science Indicatorが**高被引用文献**として認定)

概要:平衡状態における物質相としては実現できず、光励起による非平衡状態で初めて実現する「隠れた物質秩序と物質相 (Hidden Phase)」を、動的 X 線観測装置 (JST、ERATO 研究で技術確立) を用いて本 CREST 研究で構造学的に世界に先駆けて確認 (Nature Materials)。さらにこの「隠れた物質秩序」が、従来の分光データに頼った推定とは異なって、光誘起相転移現象など広範な巨大光応答効果の背後に幅広く広がっていることを確認し (Nature)、先駆的研究として世界的注目を集めた (フンボルト賞授与の主要理由ともなっている)。

2. “Photoinduced Change in the Spin State of Itinerant Correlated Electron Systems”, Phys. Rev. Lett. 107, 167403-1-5, 2011. (論文リスト 23) (DOI: 10.1103/PhysRevLett.107.167403) **被引用件数:7 件**

“Ultrafast spectral weight transfer in R₂BaCo₂O_{6-δ} (R=Sm, Gd, and Tb): Role of electronic correlation in a photoinduced phase transition”, Phys. Rev. B 84, 121102(R), 2011. (論文リスト 19) (DOI: 10.1103/PhysRevB.84.121102) **被引用件数:8 件**

概要:温度効果と同様な、絶縁体相から金属相への単純な光誘起相転移 (絶縁体-金属転移) が期待されていた物質で、それとは異なる、巨大磁気ポーラロン形成による磁気的絶縁体相 (いわゆる隠れた物質相) が形成されることを初めて確認。その背景には Co という遷移金属のスピン配置エネルギーの多重性が反映されていることを実験 (Phys.Rev.B)、理論 (Phys.Rev.Lett.) 両面で初めて実証した。本 CREST の実験と理論-両チームの構成あればこそその研究成果である。

3. “Determination of the Structural Features of a Long-Lived Electron-Transfer State of 9-Mesityl-10-methylacridinium Ion”, J.Am.Chem.Soc. Volume 134, pp 4569-4572, 2012. (論文リスト 35) (DOI: 10.1021/ja300602h) **被引用件数:22 件**

概要:本 CREST 研究で確立された、非平衡状態における「隠れた物質秩序、隠れた物質相」確認のための動的構造解析技術の**予想外の展開利用**として、有機光エネルギー利用材料 (有機光触媒) におけるエネルギー変換に伴う構造変化観測を初めて達成した。これによって従来は単に「想定」であった有機光触媒と非平衡構造変化の関連が解明され、新化学構造設計への糸口となった。

<科学技術イノベーションに大きく寄与する成果>

1. fs-PEEM 装置とその利用法の開拓 (その成果の一部はつい最近 “Direct imaging of electron recombination and transport on a semiconductor surface by femtosecond time-resolved photoemission electron microscopy”, Applied Physics Letters 104 (2014) 053117 として発表 (論文リスト 85)、(DOI: 10.1063/1.4864279)

(知財国内出願: 特願 2015-013604「時間分解光電子顕微鏡装置」)

概要:40-100nm の空間分解能を持ちつつ、200fs の時間分解能を持って、試料表面上の電子の分布を調べられる装置 (fs-PEEM) を開発。新しい広帯域繰り返し周波数可変光源を用

いることで、半導体など絶縁性試料表面での電子の空間ダイナミクスを世界で初めて確認。本来は光誘起金属相等の臨界的非平衡状態にある電子系の実空間観測用として開発したものであったが、半導体中の単純な非平衡電子(光キャリア)の観測も世界で初めて可能とした装置であったため、半導体表面欠陥のキャリア補足過程の実空間観測(投稿中)や光エネルギー変換材料開発への応用という社会的緊急課題に向けた開発が先行して急進中である。本 CREST の成果が想定していた出口以上に急展開している一例である。なお本装置の設計には、過去に取得した関連知財(特許第4519352号)の知識も用いた。また得られた装置に関する知見を集積し、知財出願(特願 2015-013604「時間分解光電子顕微鏡装置」)も行った。

2. 「隠れた物質相」探索のため開発された時間分解構造解析装置(赤外、X 線)の新光触媒開発への応用

概要:非平衡状態における「隠れた物質相」の構造解析を行うための超高速時間分解赤外分光装置、さらには X 線構造解析装置を、Re などを中心とする実際の光触媒材料の反応過程での構造解析に応用につなげる研究を実行した。

3. 「隠れた物質相」探索のため開発された時間分解構造解析装置の発光波長変換材料開発への応用

概要:超高速時間分解 X 線吸収型構造解析装置を、各種発光波長変換材料に KEK と協力して適用する試みを実施した。これも想定を大きく超えた研究の急展開の一つである。

§ 2 研究実施体制

(1) 研究チームの体制について

①「東工大 腰原」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
腰原 伸也	東京工業大学・理工学研究科	教授	H21.11～H27.3
沖本 洋一	東京工業大学・理工学研究科	准教授	H21.11～H27.3
石川 忠彦	東京工業大学・理工学研究科	助教	H21.11～H27.3
恩田 健	東京工業大学・理工学研究科	理流動研究員	H21.11～H27.3
星野 学	東京工業大学・理工学研究科	東京工業大学研究員	H22.4～H26.1
福本 恵紀	東京工業大学・理工学研究科	東京工業大学研究員	H22.4～H27.3
深谷 亮	東京工業大学・理工学研究科	東京工業大学研究員	H22.6～H26.3
野澤 俊介	高エネルギー加速器研究機構	准教授	H24.4～H27.3
深谷 亮	高エネルギー加速器研究機構	特任助教	H26.4～H27.3

研究項目

- ・時間分解光電子顕微鏡並びにその光源開発
- ・新物質・構造物性開拓

②「東北大 石原」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
石原 純夫	東北大学・理学研究科	教授	H21.11～H27.3
伊與田英輝	東北大学・理学研究科	産学官連携研究員	H24.4～H25.9
大原 潤	東北大学・理学研究科	産学官連携研究員	H22.4～H23.9

研究項目

- ・非平衡共同現象における動的構造解析の理論構築

③「中大 米満」グループ（転任のため2つに分けて記載）

研究参加者

（分子研米満グループ）

氏名	所属	役職	参加時期
米満 賢治	分子科学研究所 理論・計算分子科学研究領域	准教授	H21.11～H24.3 H24.4 中大に異動
田中 康寛	分子科学研究所 理論・計算分子科学研究領域	助教	H21.11～H25.3 H25.4 中大に異動
西岡 圭太	分子科学研究所 理論・計算分子科学研究領域	IMS フェロー	H22.9～H24.3 H24.4 中大に異動

（中大米満グループ）

氏名	所属	役職	参加時期
米満 賢治	中央大学理工学部	教授	H24.4～H27.3
田中 康寛	中央大学理工学部	任期制助教	H25.4～H27.3
西岡 圭太	中央大学理工学部研究支援室	研究補助員	H24.4～H26.3

研究項目

- ・動的相転移過程の解析と理論構築

④「LBNL Schoenlein」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
R. Schoenlein	ローレンスバークレー国立研究所	ALS 副所長・研究員	H22.4～H27.3

研究項目

- ・ fs-X線光源を用いた非平衡協働現象の観測

(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

中間評価でも助言いただいたように、観測装置の作成から、実際の試料を用いた測定による物質設計へのフィードバックという段階に研究が急速に進展しつつある。この事態に対処するためには研究チーム外の試料合成のグループとの連携による装置利用ネット構築が必要不可欠であり、この点に努力を集中した。具体的には以下のような、多くの国内外の有機錯体、ポリマー結晶、無機結晶の研究者との試料提供のネットワークを形成し研究を遂行中である。

§ 3 研究実施内容及び成果

本研究では、新しい物質・光材料への要請に応える新規な物質の基礎概念・パラダイムとして、臨界的非平衡状態を利用した電子構造物性科学の創成を提案した。この課題を達成するために本研究では、新光源を活用した動的構造解析技術の開発、理論による新物質デザイン概念の提案、動的構造解析技術によるその確認、巨大物性変化にとって重要と推定されるナノスケール空間での非平衡電子のダイナミクスなどの必要項目を以下の 3 点に整理し、具体的目標と設定し、活動を行った。

① fs 時間分解型光電子顕微鏡測定に適した、幅広い周波数可変域(1~500kHz)、幅広い波長域(遠赤外~VUV)、高出力、複雑な超高真空(UHV)システムと組み合わせの容易性が同時に満足されるコンパクトなフェムト秒光源を加工工業用レーザーを改良・活用して作製する。またこの光源を用いて、実際的な多様な物質、測定温度域に対応可能な fs 時間分解光電子顕微鏡を作製し、従来は困難であった、キャリアのナノ空間フェムト秒時間分解観測を実現する。

② 物質開発の専門家と協力して、電子と構造が一体となった変化を観測するための観測技法の開拓とそれを用いた新しい巨大外場応答物質の開発を自主開発する動的 PEEM 装置も活用しながら行う。

③ 理論家と協力して、共鳴散乱などを用いた動的な電子秩序観測や、揺らぎ観測に関するデータを解析し、新しい観測技法の提案、有効性の評価などを行う。

これら3つの具体的目標を有機的に結び付け、相互刺激による研究加速を目指してロードマップを設定し、これに従って研究を実施した。以下では、このロードマップに記載した研究項目とも対応する、§ 2 の研究グループ毎の研究主題の分類に従って報告書の記述を行う。

なお、時間分解光電子顕微鏡並びにその光源開発と物質開拓(東工大 腰原グループ)部門は内容が膨大であるため主要項目ごとに分類して、**3. 1. 1**では時間分解光電子顕微鏡並びにその光源開発に関して、**3. 1. 2(i)**では有機電荷移動錯体を用いた隠れた物質相の探索を、**3. 1. 2(ii)**では梯子型銅酸化物、Co 酸化物等、無機物を用いた隠れた物質相の探索について述べる。そして各項目ごとに、「**(1)研究実施内容及び成果**」と、「**(2)成果の位置付けと類似研究との比較**」を記すこととする。

3. 1 時間分解光電子顕微鏡並びにその光源開発と物質開拓(東工大 腰原グループ)

3. 1. 1 時間分解光電子顕微鏡並びにその光源開発(主たる担当者:福本、恩田、腰原)

(1)研究実施内容及び成果

臨界的非平衡状態にある絶縁体の相スイッチメカニズムを調べるためには、表面に光励起したキャリアダイナミクスの実空間分解観察可能な装置が必要不可欠である。ところがそのような装置は試料の帯電の問題のため、本研究の開始まで残念ながら存在しなかった。そこで近年開発された繰り返し周波数が広帯域で可変(1 kHz - 500 kHz)のフェムト秒新レーザー光源を活用し、これに光電子顕微鏡を組み合わせ、100 nm 及び 100 fs という高い時間空間分解能を持ちなおコンパクトな時間分解光電子顕微鏡(Time-resolved photoemission electron microscopy: TR-PEEM)装置を開発した。まず本装置全体の概観写真を図 3. 1. 1-1 に示す。

次項目(2)でも示す様に、光キャリアの実空間分解寿命測定が可能となったことで、臨界的非平衡状態にあるキャリアは言うまでもなく、最も基本的な非平衡キャリアである、光励起された電子が半導体表面を伝播する様子を直接観察することが、世界で初めて可能となった(論文リスト85)。半導体 GaAs 上での測定例を、図 3. 1. 1-2(a)に示す。この図からも明らかなように、開発した装置では、単に半導体表面の電子密度変化を観測するのみならず、表面に蒸着した電極により電場勾配も付与できる。図 3. 1. 1-2(b)及び-2(c)は、電子をバンドギャップを超えて伝導帯に励起するためのポンプ光を照射してから、20 ps 及び 40 ps 後の TR-PEEM 像である。電極は図の上下に位置し、その間に光励起した(非平衡状態にある)電子(光キャリア)分布が明るいコントラストとして確認できる。図中の赤と緑の領域中の縦方向の強度プロファイルから、20 ps の間に(非平衡)電子バンチが約 2 μm 下方向に移動していることが確認できる(図 3. 1. 1-2(d))。図 3. 1. 1-2(e)には、1 ps ごとに撮影した全ての TR-PEEM 像から求めた電子バンチの位置を時間に対してプロットしたものを示す。線形フィッティングによる比例定数がまさに電子バンチのドリフト速度(この場合には $7.4 \times 10^6 \text{ cm/s}$ と見積もられた)に対応している。さらに得られた各電場強度でのドリフト速度と電場強度を考慮することで見積もられた電子易動度は $3700 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ となった。これは、バルクの GaAs の電子移動度 ($8000 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$) の半分程度であるが、この TR-PEEM 測定の検出深度が表面から約 5 nm であることから、表面欠陥準位による電子移動の障害を考慮すると、妥当な値と考えられる。時間的制約と、非常に要請の高い半導体デバイス表面キャリアの観測を優先するために、本研究では光誘起相転移の高時空間分解による直接観察には至らなかったが、抵抗率の高い材料における非平衡状態の電子キャリアダイナミクスの実空間分布観測が可能であることを証明する、世界で初めての成果となった。

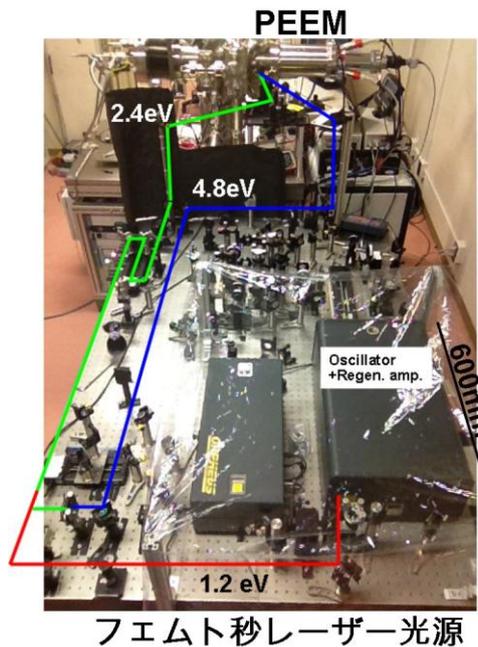


図 3. 1. 1-1 TR-PEEM 装置概観。

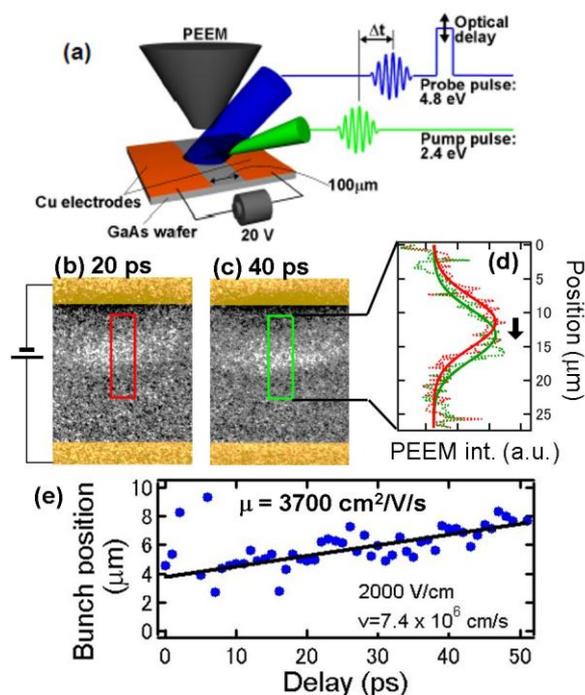


図 3. 1. 1-2 GaAs 表面を伝播する電子の直接観察。ドリフト速度と移動度の見積もり。

世界で初めての成果となった。

(2) 成果の位置付けと類似研究との比較

近年、高い時空間分解能をもつ装置開発は、下記文献に示すように活発に行われてきたが(本節参考文献 1-6)、電気抵抗率が高い半導体・絶縁体材料における光キャリアダイナミクス観測の成功例は本研究の登場まで皆無であった。半導体中に光励起したキャリアの、エネルギー緩和及び電子・正孔対再結合は、sub-ピコ秒からミリ秒オーダーまでの幅広い時間スケールで多くの結果が報告されてきた。しかし、ピコ秒及び sub-ピコ秒領域において、nm スケールの空間情報を含んだ報告例は皆無であった。このため、近年の半導体材料のナノサイズ加工・成長技術

の発展に伴い、このナノスケール空間での電子のフェムト秒ダイナミクスの観測(できれば直接観測)手法開発は、緊急性の高い重要な研究テーマとなっていた。

これまでに、この目標が達成されなかった理由として、以下の理由が考えられる。すなわち、フェムト秒パルス幅を持ったレーザーを利用して十分な信号強度を得るには、パルスあたりの光子密度を高くする必要がある。一方これにより、試料の帯電を誘起するという背反する問題である。そこで我々は、繰り返し周波数が可変のフェムト秒パルスレーザーを励起光源として利用することで、試料帯電による顕微鏡像の劣化を誘起しない程度の低光子密度で、一方でパルス間隔が光キャリア寿命より短くならない(短くなると帯電による象のボケが起きる)ようにしつつ、繰り返し周波数をできるだけ高く調整する手法を採用した。これによって実際(1)で述べたように、試料帯電を抑制しながら十分なシグナルを得ることに成功した。また GaAs 表面においては、繰り返し周波数が 20 kHz 程度で測定できる、逆にこれ以上となると帯電の問題が顕在化することも確認した(図 3.1.1-3)。

同じ図 3.1.1-3 には、ポンプ光を照射した領域(青四角)と照射していない領域(赤四角)の TR-PEEM のシグナル強度変化を時間に対してプロットして示してあるが、実際にピコ秒から数 10 ピコ秒オーダーのキャリアダイナミクスが明瞭に測定された。レーザーパラメータの最適化手順が確立したことで、GaAs 表面に存在する 100 nm 程度の表面欠陥中の寿命が 500 fs 程度と非常に短いことを具体的に観測することにも成功した(図 3.1.1-4)。高い時空間分解能を同時達成したことで、この装置開発の成果は Review of Scientific Instruments に掲載された(論文リスト 90)。加えて得られた知見、ノウハウを集積して、観測システムの知財の国内出願も行った(特願 2015-013604「時間分解光電子顕微鏡装置」)。このように、本研究で開発したフェムト秒 TR-PEEM は、多くの分野から必要とされながら世界的に困難とされて来た測定が、新型レーザーの開発によって一気に実現可能となるという、レーザーによる一種のドリームストーリーの実現ともいえる例となることが出来た。今後、光エネルギー変換デバイスを始め、様々なナ

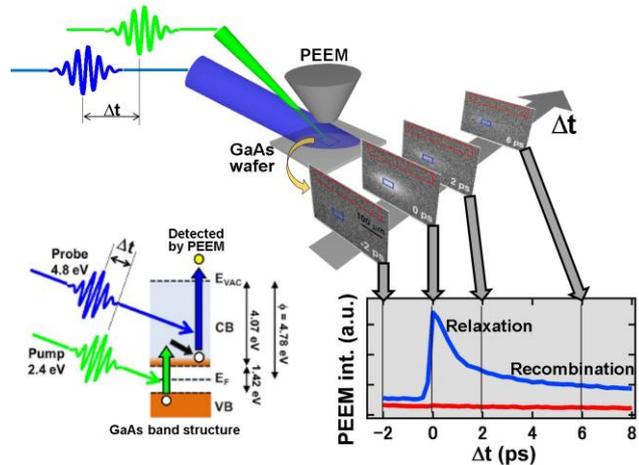


図 3.1.1-3 GaAs 表面での光キャリア寿命測定。

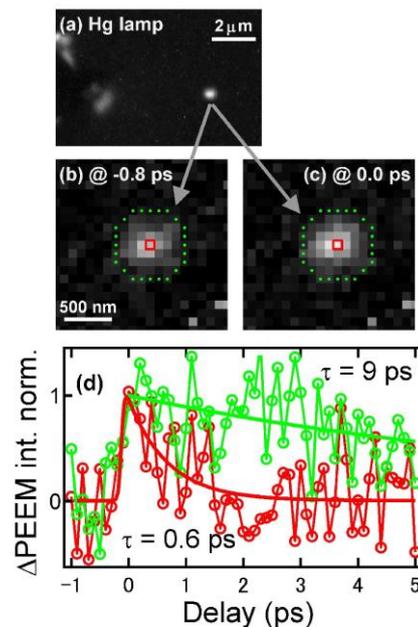


図 3.1.1-4 GaAs 表面のナノサイズ構造欠陥中の光キャリア寿命測定。

ノスケール電子デバイス中での電子の動的挙動が、直接的に明らかになる研究手法として急激に重要性を帯びる(それゆえの今後の開発競争激化も含め)こととなると考えて居る。

参考文献

- 1: O. F. Mohammed, D. Yang, S. K. Pal, and A. H. Zewail, *J. Am. Chem. Soc.* 133, 7708 (2011).
- 2: S. Yoshida, Y. Terada, R. Oshima, O. Takeuchi, and H. Shigekawa, *Nanoscale* 4, 757 (2012).
- 3: M. Wagner, Z. Fei, A. S. McLeod, A. S. Rodin, W. Bao, E. G. Iwinski, Z. Zhao, M. Goldflam, M. Liu, G. Dominguez, M. Thiemens, M. M. Fogler, A. H. Castro Neto, C. N. Lau, S. Amarie, F. Keilmann, and D. N. Basov, *Nanoletters*, 14, 894 (2014).
- 4: M. Aeschlimann, M. Bauer, D. Bayer, T. Brixner, S. Cunovic, F. Dimler, A. Fischer, W. Pfeiffer, M. Rohmer, C. Schneider, F. Steeb, C. Strübe, and D. Voronine, *PNAS*, 107, 5329 (2010).
- 5: A. Kubo, A. Pontius, and H. Petek, *Nano Letters*, 7, 470 (2007).
- 6: H. Petek, *ACS Nano*, 8, 5 (2014).

3. 1. 2新物質・構造物性開拓

3. 1. 2(i) 電子秩序型相転移を示す電荷移動錯体(EDO-TTF)₂PF₆ 等を用いた隠れた物質相の探索(主たる担当者:恩田、石川、沖本、腰原)

(1)研究実施内容及び成果

強相関物質に光を当てた時に起こる現象は、電子間、電子格子間など様々な相互作用が競争的/協力的に働くため非常に複雑なものとなる。従来、このような現象の研究は、技術的な問題から100 fs程度の超短時間パルスレーザーを用いて、過渡的な電子スペクトルを測定することにより行われてきた。しかし実際には、図 3. 1. 2(i)-1 に示すように、光励起直後のフランク・コンドン状態から安定した熱平衡状態まで、幅広い時間領域にわたり様々な現象が起こっている

と予想される。特に通常の相図には表れない「隠れた物質秩序、物質相」が現象発現に関与している場合には、過渡的構造を観測できない限りその過渡の状態の存在実証は不可能である。このような過程を実時間観測し、さらに能動的に制御するためには、それぞれの時間領域および現象に対応した測定技術の開発が必要不可欠である。そこで本研究では、①最初期の過程を観測するためのパルス圧縮技術、②電荷変化と構造変化を同時観測できる時間分解振動分光法、③分子及び結晶構造変化を逆格子空間で再現できる時間分解電子線回折法及びその結果を基に実空間情報を導き出す解析法、④相転移に伴い生じるドメイン変化を観測できる時間分解光電子顕微鏡の開発を行った(これに関しては3. 1. 1で報告した)。

まず①のパルス圧縮による10 fsパルス発生は、希ガスを充填した石英中空ファイバー(内径200 μm)を用いて行った。チタンサファイア再生増幅器の出力(100 fs, 800 nm, 1 kHz)を、このファイバーを通すことにより、希ガスによる光の自己位相変調が生じ、コヒーレントな白色光が得られる(本技術はLBNLのSchoenlein博士との8年前からの共同研究で培い、日本側で独自に発展させたものである)。さらに同時に生じる波長ごとの群速度の遅れ(チャープ)を、様々な種類の負分散ミラーの組み合わせにより行った。これにより、プリズムやグレーティングを用いた同様のシステムに比べて、長時間安定したシステムを作ること成功した(論文リス

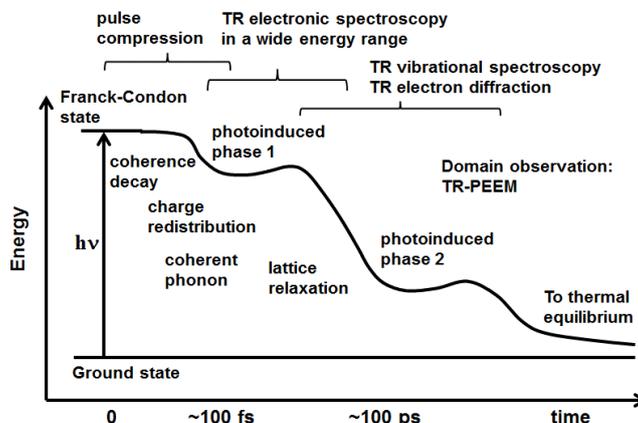


図 3. 1. 2(i)-1 強相関物質の光励起により生じる動的過程と本研究で開発した計測手段。

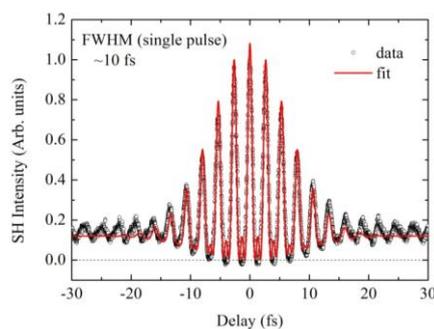


図 3. 1. 2(i)-2 パルス圧縮により得られたパルスの自己相関関数。

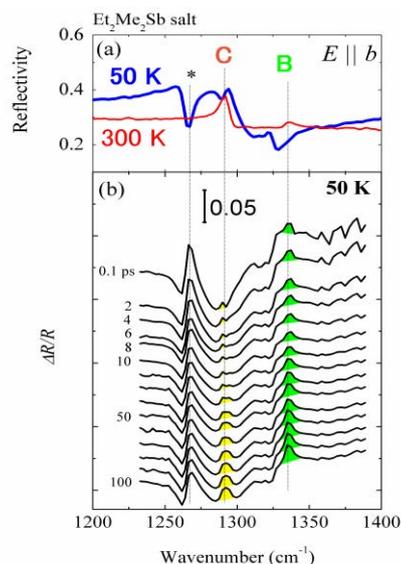


図 3. 1. 2(i)-3 Et₂Me₂Sb[Pd(dmit)₂]₂の時間分解振動スペクトル。

ト 86)。 図 3.1.2(i)-2 は、この装置を利用して発生させたパルスのフリッジ分解自己相関関数である。実測で、単パルス 12 fs の半値全幅が得られている。このパルスを用いて、光励起 100 fs 程度で光誘起独特の相が生じることが分かっている (EDO-TTF)₂PF₆ を

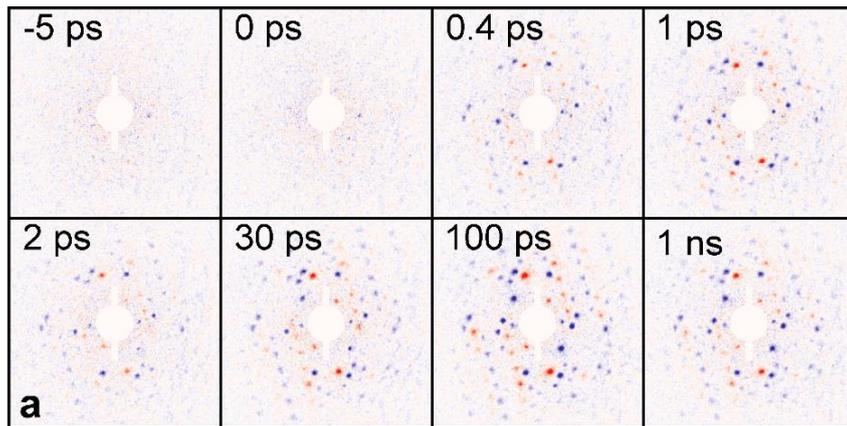


図 3.1.2(i)-4 (EDO-TTF)₂PF₆ を光励起した後の電子線回折パターン変化の時間依存。

観測したところ、その光誘起相生成に 40 fs の時間が掛かることを明らかになった。また同時に生じる非線形光学過程の解析から、電子と格子がコヒーレントに強く結合した状態が、光誘起相の前駆状態になっていることも明らかにした。さらにこのような状態の存在を、米満グループとの共同研究により理論的にも示した。このようなコヒーレントな状態を利用すれば、光誘起相の生成を、光の周波数、この場合 2.7 fs (800 nm) で、制御できると予想される。そこで位相制御したパルス列の生成を行い、実際に光誘起相生成のコヒーレント制御が可能であることを示した。(論文リスト 86)

一方、従来の電子スペクトル変化のみを観測する手段では、過渡的な構造変化についての情報を得ることは難しい。そこで、②に挙げた分子構造変化を敏感に反映してそのスペクトルパターンが変化する振動スペクトルに着目した。このようなスペクトルを、実際の構造変化が起こると予想される時間スケール、すなわちピコ秒オーダーで観測するためには、中赤外領域 (3 - 10 μm) で高分解能 (< 10 cm⁻¹) なスペクトル測定が必要となる。そこで本研究では、狭帯域な中赤外パルス (Δω ~ 10 cm⁻¹) を事前に発生する方法 (論文リスト 20)、および広帯域中赤外パルス (Δω ~ 150 cm⁻¹) と多チャンネル赤外検出器を用いた方法 (論文リスト 21) を開発した。これらを用いて、すでに過渡電子スペクトル測定から 100 fs 付近の電子状態が分かっている様々な強相関物質の観測をしたところ、物質によっては電荷分布変化と結晶構造変化の時間スケールが大きく異なることを見いだした。図 3.1.2(i)-3 には一例として、低温電荷分離相にある Et₂Me₂Sb[Pd(dmit)₂]₂ の光励起後 0.1 ps から 100 ps における振動スペクトル変化を示した (論文リスト 67)。この波数領域には、電荷に敏感な B モード (緑) と二量体構造に敏感な

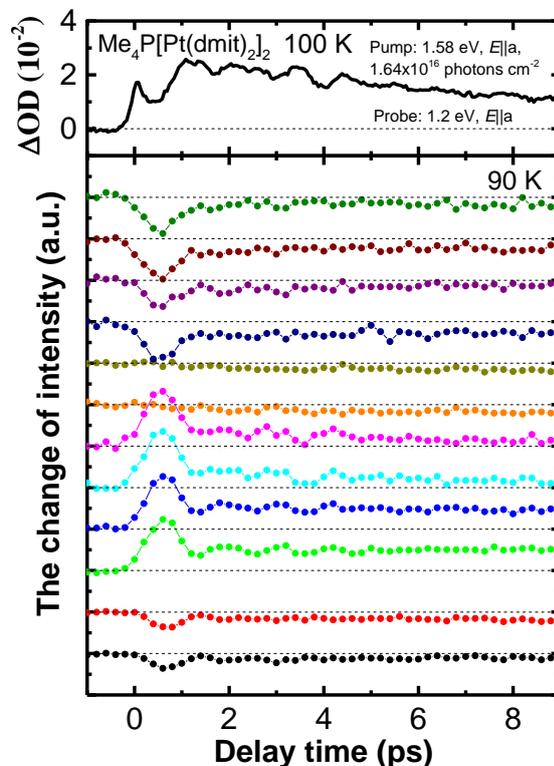


図 3.1.2(i)-5 Me₄P[Pt(dmit)₂]₂ 薄片結晶の電荷分離相における (上) 光誘起光学密度変化と (下) ピーク毎の電子線回折強度変化の遅延時間依存性。

Cモード(黄)と呼ばれる振動バンドが存在する。図から明らかなように、高温相構造に対応する構造敏感なピークが電荷敏感なピークより遅れて成長していることが判明した。このことは、電荷分布変化に比べて、数十ピコ秒ほど遅れて起こる構造変化が有ることを示している。さらにこのような測定を、類似の結晶構造を持つが相転移の次数の異なる結晶において行うことにより、遅れた構造変化が1次相転移性を示す結晶において生じていることが明らかになった。このことは、結晶内における構成分子間の構造的相互作用(立体障害)が、遅れた構造変化の原因になっていることを示唆している。またこの結果は、時間分解振動スペクトルを用いれば複雑な機能性物質における電荷と構造変化を同時に観測することも可能なことを示している。そこでこの手法を、光エネルギー変換に用いられる金属錯体にも適用し、光触媒反応、光酸化還元反応に関わる錯体内電荷分布変化の解明も行っている。

ここまでの研究から、強相関物質の光励起過程において、電子状態と結晶構造が密接に結びついていながら異なる時間スケールで変化していることが明らかになった。このような動的過程の詳細を明らかにするためには、より直接的な結晶構造変化を観測することが重要となる(これはとりもなおさず「隠れた物質相の構造」を明らかにすることとなる)。そこで、トロント大の R. J. D. Miller 教授のグループと協同で③に挙げた時間分解回折測定を試みた(論文リスト 65)。最初の試料としてはこれまで 10 fs から 100 fs の過渡電子スペクトル測定、ピコ秒時間分解振動スペクトル測定から、その光誘起過程の詳細が広い時間範囲で分かっている電荷移動錯体(EDO-TTF)₂PF₆を用いた。図 3.1.2(i)-4 は、その低温相を光励起した後の電子線回折強度変化を青(減少)と赤(増大)の色で示したものである。これらの変化から、結晶構造変化を再構築したところ、100 ps 以上経ってから高温相と同様な構造になること、またそれ以前の時間では、構成分子ごとに異なる時間スケールで構造変化が起こることが判明した。すなわち、低温相、高温相間で、大きく構造が変化する分子では、その構造変化に 100 ps の時間を必要とし、一方、あまり構造が変化しない分子では、1 ps で高温相と同様な構造を取っていた。この結果は、時間分解振動分光によって予想された、構成分子間の構造的相互作用(立体障害)が遅れた構造変化の原因となっているという予想と良い一致を示し、またこのことが光誘起特有の相が早い時間で現れる起源となっていると考えられる。まさに温度誘起では出現しない、光誘起特有の構造秩序を持った「隠れた物質相」の実証となったのである。

次の試料として、前掲の Et₂Me₂Sb[Pd(dmit)₂]₂と類似の物質である Me₄P[Pt(dmit)₂]₂を取り上げ、ドイツ DESY(MPG-CFEL)に Miller 教授グループが新たに立ち上げた時間分解電子線回折装置を用いて低温電荷分離相からの光誘起構造変化ダイナミクスの測定を行った。この装置は、トロント大の装置に比べて電子線加速電圧が高く、また物性測定用のクライオスタットが組み込まれたものとなっており、約 90 K (< T_c = 215 K)での長時間測定を行う事が可能であった。光励起直後に電子線回折強度の大きな変化が見られ、その後明確なコヒーレント振動が存在する事を示唆する結果が得られた(図 3.1.2(i)-5)。この結果に対して、新たに開発したモデルフリーの構造解析手法を適用する事で、電子線回折像の時間変化を実空間での原子分子の動きに変換する事に成功した。得られた結果によると、光励起直後に出現する光誘起状態の構造は当初予測していた二量体間電荷移動と二量体化度の変化によって現れる高温相類似状態の構造を実現しているが、併せて、二量体を構成する分子の回転運動という異なる構造変化が有る事が判明した。つまりこの場合にも、「隠れた物質相」が登場して居るのである。またコヒーレント振動の可視化にも成功し論文として報告した(論文リスト 86)。

(2) 成果の位置付けと類似研究との比較

従来、強相関物質における光誘起相転移ダイナミクスの研究は、比較的発生しやすい 100 fs のパルスレーザーを用い、その過渡的な電子スペクトル変化、コヒーレントなフォノン振動を観測することのみにより行われてきた。本研究では、新たに固体における超高速現象を観測できる様々な手段を開発し、それらを同じ試料、同じ条件で観測することにより、光誘起相転移の背後の立役者である「隠れた物質相」の存在実証を世界に先駆けて実現し

た。加えて実際にはより早い時間や遅い時間にも重要な過程が存在することも明らかにした。また電荷変化と構造変化が異なる時間スケールで起こることも明らかになった。このような多面的なアプローチを用いて、固体物質における複雑な光誘起過程を解析した例は本研究が初めてであり、その有用性から、現在世界的な追従・競争が始まっている。

一方、個別の手段においては、類似研究もいくつか存在する。特に 10 fs パルスを用いた光励起初期過程の研究は、Schoenlein 博士の協力のもと本プロジェクトを始めた頃はほとんど行われていなかったが、その後、オックスフォード大、東北大、東京大のグループなどでも行われ、コヒーレントな電子、振動状態観測の重要性が知られるようになってきた。しかし、そのコヒーレンスを積極的に利用し、固体物性のコヒーレント制御を成功させたのは今のところ我々のグループだけである。また時間分解振動分光を固体の光誘起相転移現象へ応用した例は、我々のグループが初めてであり、現在世界的な追従・競争が始まっている。特にこの手法を用いて、電荷変化と構造変化の異なる時間スケールでの変化を初めて指摘したことは、重要な成果であり、後の時間分解回折実験を行う強い動機付けとなった。有機結晶における時間分解電子線回折測定は、従来、観測しやすく構造解析も容易な無機物においてしか用いられていなかった手段を、初めて有機物に応用し、しかも「隠れた物質相」の検出にも成功するという、極めてインパクトの大きな成果であった。そのため、高輝度の電子ビームの発生その他、試料の取り扱い方、実験条件の決定法、回折パターンの解析方法などを新たに開発する必要があった。またこのために様々な光学的な手段を用いた詳細な時間分解データの存在が欠かせなかった。これらの成果は、比較的単純なモデルで考えられてきた強相関物質の光誘起過程が、実際には、特に強い電子格子相互作用により複雑化することを示した重要な成果である。さらにこのことは、このような相互作用を積極的に利用して物質開発を行えば、従来にない光スイッチングデバイスや光エネルギー変換系を構築できる可能性も示している（論文リスト 92）。

3. 1. 2 (ii) 梯子型銅酸化物、Co 酸化物を用いた隠れた物質相の探索（主たる担当者：深谷、沖本、腰原）

(1) 研究実施内容及び成果

光によるフェムト秒やピコ秒スケールでの物性制御（光誘起相転移）は、物質科学や超高速光科学の分野で極めて重要な課題である。このような状況下で、「隠れた物質相」の疑念を活用して、これまでに知られていない新奇光誘起相転移現象を探索する研究は、今後の高速光物性発展のために不可欠である。そのような物質探索の観点から、我々は以下の二種の遷移金属酸化物群に注目し、全く新しい高速光誘起相転移の実例を発見、報告した。

① スピントロニック Co 酸化物系

層状のペロブスカイト型構造を持つ $\text{RBaCo}_2\text{O}_{5.5}$ ($\text{R}=\text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}$ の 3 価の希土類元素) は、 Co^{3+} イオンを含む酸化物である。R サイトには、3 価の希土類元素が配置しており、その希土類イオンの大きさを変化させることにより、電子相関の強さを制御することができる。本研究では、 $\text{R}=\text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}$ の 3 種の試料を用意し、フェムト秒レーザパルス照射後の光反射率の時間変化を調べた（図 3.1. 2(ii)-1 参照）。（試料は東大新領域有馬研究室より提供された。）その結果、(1) 光励起直後に、中赤外領域に新しい吸収ピークが発生すること（図 3.1. 2(ii)-2 参照）、および (2) 光励起後の反射率変化は、希土類イオンの半径の減少にともない（すなわち $\text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}$ の順に）減少していくこと、の 2 点が明らかとなった。この実験結果を受けて、本研究の理論（石原）グループは、この Co 系のスピン状態を記述する有効ハミルトニアンを提案し、これをベースに光励起状態の計算を行った。その結果、理論的に計算された光誘起状態は、局所的な強磁性ドメイン（高スピンポーラロン状態）という全く新しい電子状態であることがわかった。更に、その強磁性励起状態は、系の電子相関が弱まるにつれて、光照射によって発生しやすくなるという実験と合致した結果が示された。これらの結果は、実験で示された光励起状態がこの高スピンポーラロン状態であることを強く示唆しているといえる。

② 梯子型銅酸化物 $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ 系

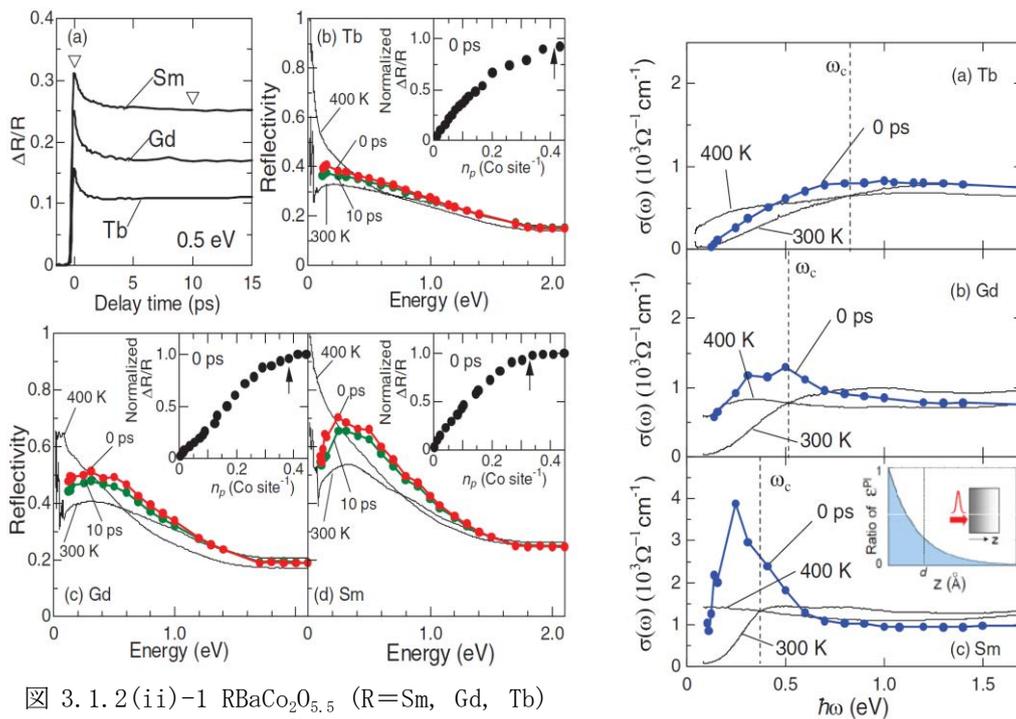


図 3.1.2(ii)-1 R_{Ba}Co₂O_{5.5} (R=Sm, Gd, Tb) 結晶における光誘起反射率変化。(a)は時間変化、(b), (c), (d)は各々、R=Tb, Gd、Sm の場合の反射スペクトルの温度変化 (300K と 400K)、並びに励起直後 (0ps) と励起後 10ps における反射スペクトル (室温) を示している。

図 3.1.2(ii)-2 R_{Ba}Co₂O_{5.5} (R=Sm, Gd, Tb) 結晶における光誘起反射率変化からクラマース・クロニッヒ変換で求めた、室温における吸収スペクトル変化。

これまでに報告されている光誘起相転移の典型例は、電子の持つ自由度を変調することによる低温下での光誘起絶縁体→金属 (I-to-M) 相転移である。しかし、その逆のプロセス (M-to-I) や室温を含む高温領域での絶縁体-金属間の双方向光スイッチングは、その多くが光照射により系のキャリア密度が増加する傾向にあるため、実現は困難であると考えられてきた。そこで本研究では、新規光誘起相転移物質と「隠れた物質相」を利用した新たな光誘起相転移機構の探索を目的として、高温超伝導の分野で理論的に予想されてきた「キャリヤコヒーレンス」に着目し、その光制御の実証と、それを超短パルスで超高速に制御することで「隠れた物質相」を介した室温双方向光スイッチングの実現に挑戦した。対象物質の梯子型銅酸化物 Sr_{14-x}Ca_xCu₂₄O₄₁ は、母物質 (Sr₁₄Cu₂₄O₄₁)

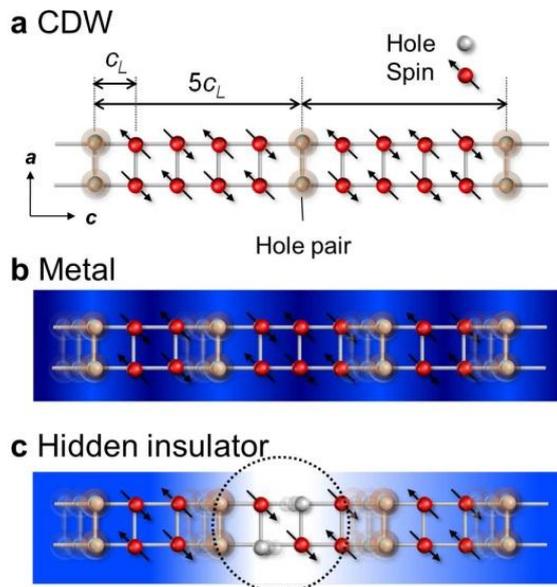


図 4.1.2(ii)-3 (a)CDW 相、(b)金属相、(c)光励起後の隠れた絶縁体相におけるホールペアの状態。(c)と(d)のグラデーションはキャリヤコヒーレンス、丸で囲った部分は分離したホールペアを示している

では低温においてホールペアによる電荷密度波 (CDW) を形成し (図 4.1.2(ii)-3a 参照)、Ca 置換による化学的キャリアドーピングで金属化することが知られている。さらに低温高圧下において超伝導が発現する、低次元銅酸化物で唯一の超伝導体である。キャリア伝導の起源は現在も盛んに議論されているが、ホールペア間のコヒーレンス (図 4.1.2(ii)-3b 参照) がキャリア伝導の重要な役割を果たしていると考えられている。本研究では、CDW 相に光を照射すること

で、光誘起キャリアによる CDW の融解および巨大な反射率変化を伴った光誘起 CDW-金属相転移を発見し、さらに励起密度を調整することにより非平衡状態下で化学ドーピングと同様のキャリア密度制御に成功した (図 3.1.2(ii)-4a, c 参照)。またこの光誘起相転移に伴う構造変化の知見を得るため、ローレンスバークレー国立研究所の Schoenlein グループと協力して、時間分

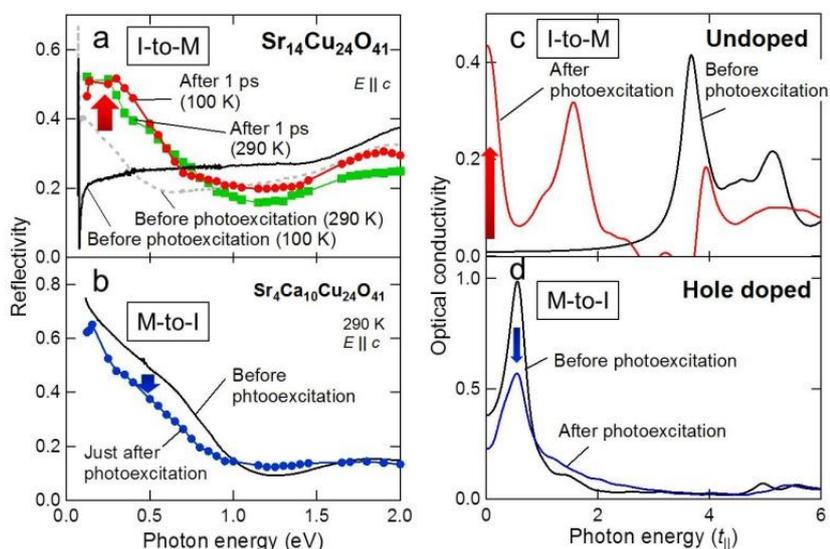


図 3.1.2(ii)-4 絶縁体と金属状態における過渡光学スペクトル。(a)Sr₁₄Cu₂₄O₄₁ と (b)Sr₄Ca₁₀Cu₂₄O₄₁ は実験結果、(c)undoped と (d)hole-doped は計算結果。

解共鳴軟 X 線散乱測定を実施し、CDW 超格子ピークの過渡的な変化の兆候を捉えることに成功した (論文リスト 68)。

一方、キャリアドーピングした金属状態の系 (Sr₄Ca₁₀Cu₂₄O₄₁) に光を照射すると、通常の光キャリアドーピングで生じる光誘起金属化とは全く逆の、光誘起絶縁化 (M-to-I) と呼べる新奇な光誘起現象を室温で発見した (図 3.1.2(ii)-4b, d 参照)。石原グループと協力して理論的な解析を行うことで、この現象が光キャリア間のキャリアコヒーレンスの崩壊という新規な現象に起因していることを突き止め、図 3.1.2(ii)-3c に示すような平衡状態では実現しえない「隠れた絶縁体相」が光で生成されていることを見出した。さらに、これら母物質と金属状態で観測された異なる光誘起相転移機構を利用して、時間間隔を隔てた 2 つの超短パルスを用いてキャリアコヒーレンスの制御を試み、室温を含む広い温度領域にわたって、1 ピコ秒以内の超高速絶縁体-金属間双方向光スイッチングに成功した。この成果は現在論文投稿中である。

(2) 成果の位置付けと類似研究との比較

一般に、光誘起相転移現象としてこれまでに知られているタイプには大きく分けて二種類あるといえるだろう。一つは、鉄系のスピントロニクスオーバー錯体やシアノ錯体で見られるような強い配位子場中のスピン (の数) の光制御、そしてもう一つはモット絶縁体状態に光励起し金属化する光誘起絶縁体-金属転移である。本研究の意義は、それらのような、なかば定石化しつつある光誘起相転移研究に対して全く異なる、新たな切り口を提示したことにある。まず Co 系酸化物においては、単に配位子場中のスピンの数の光制御ではなく、光照射がスピン間の二重交換相互作用を誘起し、強磁性状態が発現するというシナリオを示した。これは、光誘起相発現に電子相関効果が本質的に重要であることを端的に示したものと見える。また、梯子型銅酸化物系では、「キャリアコヒーレンス」という新しい自由度に着目し、「隠れた物質相」を利用した室温超高速双方向光スイッチングに世界で初めて

成功した。このような特性は 1 次元や 2 次元系では想定外のものであり、新規な光誘起相転移機構として注目される現象であることに加え、強相関係における 1 次元と 2 次元のクロスオーバーが光誘起相転移に及ぼす影響に関する初めての観測例として、実験・理論の両分野で全く新しい発見である。また、キャリヤコヒーレンスは高温超伝導発現にも深く関与しており、光誘起超伝導の実現の観点においても極めて重要な発見である。これらの成果は、まさに物質科学と先端分光技術の協力があってこそ可能となったものであるといえよう。

3. 1. 3 psX 線構造解析技術の開発と、隠れた物質相探索などへの応用 (主たる担当者：星野、腰原)

(1) 研究実施内容及び成果

分子・物質の光誘起現象を探索する上で、超短パルスのレーザーや X 線を用いた分光実験は光誘起による電子ダイナミクスの詳細を提供し得る有効な研究手法である。この電子

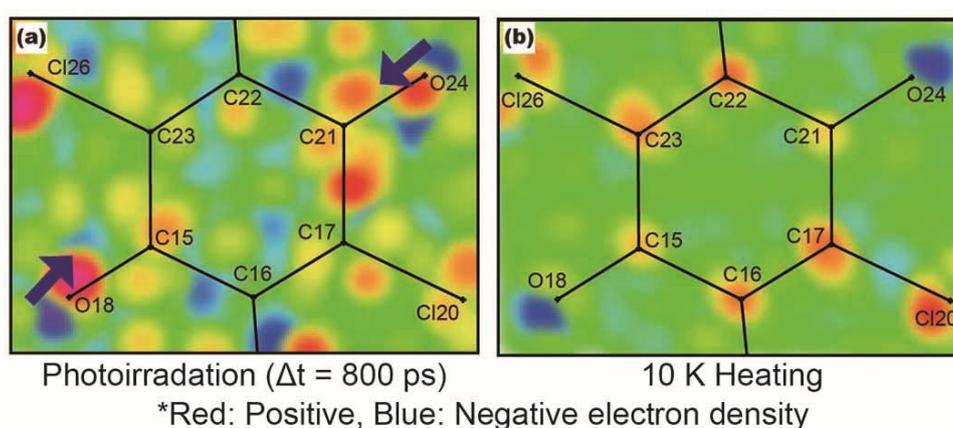


図 3. 1. 3-1 光誘起 (a) と熱誘起 (b) による TTF-CA 中の CA の電子密度変化。光誘起でのみ C=O の収縮 (矢印で表記) が観察された。

ダイナミクスの情報に加えて、詳細な分子構造変化も観察することができれば、光誘起電子状態変化が如何にして分子構造変化を誘起し巨視的な物性・物質構造変化が現れるのかを解明することができる。本研究ではピコ秒 X 線実験技術を単結晶 X 線構造解析まで拡張し、光誘起に伴う物質中の動的分子構造変化の観察を行った。

研究対象試料として、有機電荷移動錯体の一つである TTF-CA に注目した。TTF-CA は 90 K の低温条件下で 800 nm のレーザーパルスで励起すると、励起後 100 fs 以内に TTF から CA への電荷移動度が 0.3 程度の中性相から移動度 0.7 程度のイオン性相への光誘起相転移を起こす。比較的温和なレーザー励起強度条件では、励起後 20 ps 程度で元の中性相に戻ることが報告されていたが、赤外レーザーを用いた超高速分光実験の結果から、励起後数 100 ps 後に元の中性相よりも電荷移動度が低い新規相 (隠れた物質相) が形成されていることが示された (論文リスト 21)。この新規相の詳細を解明する為に、ピコ秒パルス X 線とパルスレーザーを同期させた時間分解単結晶 X 線構造解析を行い、励起後 1 ns までの動的構造変化を観察したところ、レーザー励起後から段階的に分子構造が変化し、励起から 800 ps 経過時点で電荷移動度の低下を反映した CA の C=O 結合長収縮を観察することに成功した (図 3. 1. 3-1 (a) 参照)。比較のために光非照射下で 10 K 温度上昇させた時の構造変化と比較したところ、光照射時よりも大きな結晶格子の変化が現れていたにもかかわらず、C=O 結合長の変化は観察されなかった (図 3. 1. 3-1 (b) 参照)。以上の結果から、レーザー励起から 800 ps 後に形成された結晶相は、基底状態よりも電荷移動度が低く、光誘起過程固有の結晶相 (隠れた物質相) であることが明らかになった (論文リスト 81)。

また、上記の時間分解単結晶 X 線構造解析手法の汎用性についても検討し、人工光合成への応用が期待されている有機光触媒 Acr⁺-Mes が、可視光のエネルギーを化学エネルギーに

変換して触媒として働く瞬間の構造をスナップショット観察することにも成功した（阪大福住研との共同研究、論文リスト 35）。この成果は、我々の動的 X 線観察技術が電子相関材料に限らず広範に応用可能であることを示している。さらに、本研究で培った動的 X 線観察技術を、光誘起固相-液相転移を起こすアゾベンゼン誘導体結晶の熱誘起動的挙動解析に応用し、転移現象のメカニズムを詳細な構造観察から解明した（産総研阿澄グループとの共同研究、論文リスト 87）。この成果は光誘起不可逆現象解明に向けた第一歩であり、今後の X 線自由電子レーザーを用いた非平衡現象観察技術開発に繋がる成果である。

(2) 成果の位置付けと類似研究との比較

X 線結晶構造解析を利用した時間分解実験の実例は極めて少なく、分子構造変化が比較的観察し易い金属錯体で光励起最安定状態の構造を観察した例が数件（10 件未満）報告されている程度である。本研究では有機結晶で時間分解単結晶 X 線構造解析に成功しており、さらに世界で初めて 1 ns 以内の 3 次元的動的構造変化の直接観察にも成功している（受賞リスト 2）。材料化学・物質科学では有機結晶で関心の高い現象を示す物質も多いため、我々の示した動的 X 線観察手法の汎用性の高さを示した本研究成果の意義は高い。

また、本研究成果はパルス X 線を利用した計測・解析の方法論の開発であることから、パルス X 線の時間幅に合わせて様々な光誘起現象の解明に本研究手法を応用可能である。兵庫県播磨や米国スタンフォードで現在利用可能な X 線自由電子レーザーでのフェムト秒 X 線実験に本研究の手法を応用することで、サブピコ秒の 3 次元的な動的分子構造変化を、動画を見るように観察可能になると期待できる。

3. 2 非平衡共同現象における動的構造解析の理論構築（東北大 石原グループ）

(1) 研究実施内容及び成果

本研究では電子間相互作用、電子格子相互作用の強い系において、光照射により実現する非平衡状態の新物性開拓、新光機能開拓、その微視的起源の解明を目的とする理論研究を遂行した。コバルト酸化物や銅酸化物などの遷移金属酸化物や分子性有機導体などの電荷・スピン・軌道・格子の複数の自由度を有する相関電子系を対象として、理論模型の設定と解析を通して、従来からある電荷注入による光照射効果、光誘起相転移の枠組みを超えた現象の発現（隠れた物質相の登場など）について研究を行った。特に東工大・腰原グループを中心とした国内外の実験グループとの密接な共同研究により、実験データの解析、新規現象の予測、時間分解分光法による観測理論の構築を実施した。個々の研究テーマについて以下に記す。

(i) スピン状態自由度を有する遍歴相関電子系の光誘起効果

価数の定まった遷移金属イオンが複数の大きさのスピン量子数を取り得るとき、これはスピン状態の自由度と呼ばれ、種々の外場によるスピン状態の変化はスピン転移として知られている。光によるスピン転移現象は鉄・コバルトシアノ錯体などにおいて詳しい研究がこれまでなされており、イオン半径の変化が引き起こす弾性相互作用が相転移の微視的起源と考えられている。一方ペロフスカイト型コバルト酸化物やその同族物質では、コバルト・イオンのスピン状態と電荷状態（電気伝導）が強く相関しており、遍歴強相関電子系の立場から理解することが不可欠である。最近、東工大・腰原グループにより、層状コバルト酸化物 $\text{RBaCo}_2\text{O}_{6-\delta}$ （ $\text{R}=\text{Sm}$ 、

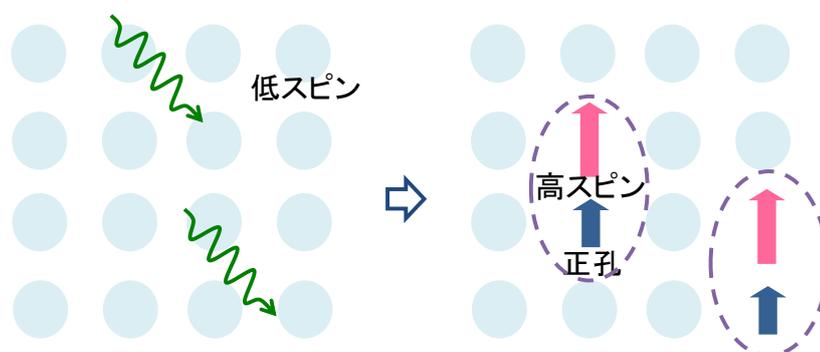


図 3.2-1 光誘起高スピン束縛状態の模式図

Gd, and Tb)の低スピン状態に光照射を行うことで、ギャップ内に状態が出現することが見いだされた(論文リスト 66)。詳しい測定により、ギャップ内状態の強度は電子遷移強度により大きく依存すること、温度により誘起された状態と比較して強度が顕著であることが明らかになった。本研究課題では、光誘起スピン転移現象をスピン状態の自由度を有する遍歴強相関電子系の立場から明らかにすることを目的とした。二軌道拡張ハバード模型を用いた厳密対角化法による数値計算を行った。低スピンバンド絶縁体状態に光照射することで高スピン状態へのスピン転移が生じることが示され、光により生じた正孔と高スピン状態が束縛状態を形成することが明らかになった。これは光によるスピン・ポーラロン状態の生成と見なせる(図 3.2-1 参照)。この束縛状態は過渡光吸収スペクトルに特徴的なピーク構造を示すこと、電子遷移強度と共にピーク強度が増大することなどが明らかになった。これら理論計算結果は腰原グループによる実験結果をよく説明し、実験により見いだされた光励起状態は平衡状態では実現しない隠れた状態である可能性を指摘した(論文リスト 23, 58, 受賞・報道等 6, 7)。

(ii) 梯子型相関電子系における光による電子対のコヒーレンス制御

擬一次元梯子型銅酸化物 $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ は銅酸化物高温超伝導体の類縁物質として知られている。Ca と Sr の組成比によりキャリア濃度を調整することができ、金属相の圧力下で超伝導が出現する。最近、東工大・腰原グループにより $x=10$ の金属相における光照射実験がなされて、光照射直後に金属的性質が抑制されることが見いだされた。これは $x=0$ の絶縁相で、光照射により金属的性質を表す低エネルギー励起が出現する結果と対照的である。本課題ではその微視的起源を明らかにするために、梯子型強相関模型を数値的に解析した。金属相に光照射直後に、ドルーデ成分に相当する光吸収スペクトルの低エネルギー成分が著しく抑制され、絶縁体におけるドルーデ成分の出現と定性的に異なる結果が理論計算により示された。これは単なる温度上昇に由来するものではなく梯子型格子構造に起因する(いわゆる隠れた物質相)ことを示した。この系の平衡状態では梯子格子におけるキャリア対の運動が系の電氣的磁氣的性質を理解する上で重要な役割を果たしており、超伝導の発現機構とも大きな関係があることが指摘されている。光照射後の非平衡過渡状態においてキャリア対相関関数を調べることで、キャリア対のコヒーレントな運動が光照射により強く抑制されることが明らかになった。これは光によりキャリア対のコヒーレンスを操作することが可能であることを意味している。この解析により得られた知見をもとに、二重パルス励起のシミュレーションを行った。パルス強度を調整することで、金属→絶縁体(不良金属)と絶縁体→金属の双方向の変化を誘起することが可能であることを示し、実験とよい一致が見られることを明らかにした(招待講演・国際会議 48, 49)。

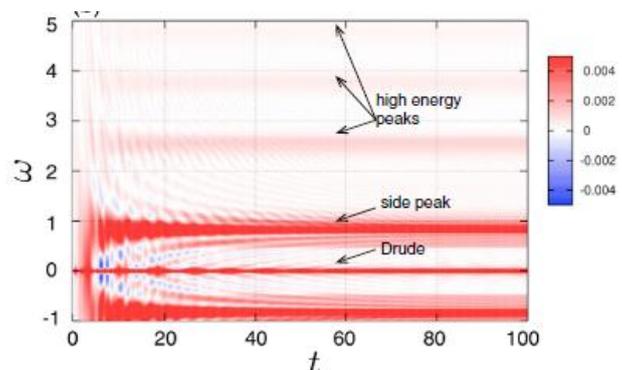


図 3.2-2 動的キャリアドーピングによる光学電気伝導度の時間変化

(iii) 反強磁性モット絶縁体における動的キャリアドーブ

反強磁性モット絶縁体は銅酸化物高温超伝導体の母物質であり、元素置換し正孔をドーブすることで超伝導が出現する。近年、反強磁性モット絶縁体におけるポンプ・プローブ実験により、動的にドーブされたキャリアの性質が詳しく調べられている。本課題では動的にドーブされた正孔キャリアの過渡的性質を調べる理論枠組みを構築し、準粒子の形成過程を調べた。銅酸化物超伝導の電子状態を記述する適切な模型として知られる tJ 模型にお

いて、非平衡グリーン関数法とスレーブ粒子法を併用することで、過渡光吸収スペクトルに対する定式化を行った。キャリア導入の直後はドルーデ成分に相当する低エネルギー吸収成分のみが現れ、時間の経過と共に有限エネルギーにおけるインコヒーレント吸収成分が現れる。数値計算結果を解析することで、ドープされたキャリアは弾道的な運動から、反強磁性スピン揺らぎの衣を着た準粒子へ移行していることが明らかになった（論文リスト 73 ならびに図 3.2-2 参照）。

(iv) 電荷スピン結合系における光による隠れた状態の探索

マンガン酸化物を代表とする局在スピンと遍歴電子が強磁性的に結合した系では、平衡状態で二重交換相互作用による強磁性金属相と反強磁性絶縁相が強く拮抗しており、これが超巨大磁気抵抗効果(CMR)の一要因であることが知られている。本研究課題では、高い光励起状態において、平衡状態で成立しているこの「二重交換シナリオ」の成否について調べた。拡張された二重交換モデルをもとに、光励起状態のスピン・電荷状態の励起光強度依存性を数値的に調べた。低励起条件では二重交換相互作用に起因した強磁性金属状態が実現し、「二重交換シナリオ」が適切な記述を与えることが確認された。他方、高励起条件では初期状態の反強磁性絶縁体の性質が光照射により強固となることが見いだされ、電荷秩序が崩壊した反強磁性絶縁体状態が過渡的に出現することが明らかとなった。これは平衡状態では実現しない隠れた状態であり、高励起条件では単純な「二重交換シナリオ」が成立しないことを意味する。この新規状態は種々の時間分解回折実験やポンプ・プローブ実験により観測可能であることを提案した（論文リスト 83）。

(V) 光励起状態における電荷フラストレーション効果

種々の遷移金属酸化物や分子性有機物質では幾何学的フラストレーションのある格子で電荷秩序相が見られ、光照射によりその特異な非平衡状態や過渡的光応答が見いだされている。本研究課題では、三角格子電荷秩序系を対象として光励起状態における電荷フラストレーションの効果を調べた。特に平衡状態で実現する典型的な電荷秩序状態である Horizontal 電荷秩序相と Vertical 電荷秩序相と呼ばれる二つの秩序相の光励起状態に焦点を当てた。Horizontal 相では光誘起絶縁体金属転移が生じるが、Vertical 相では電荷秩序が弱まるのみであることが示され、両者の光誘起時間発展が著しく異なることが明らかになった。これは Horizontal 相の光励起状態において、フラストレーション効果により多数の低エネルギー状態がほぼ縮退していることに起因している。本研究により、光励起状態におけるフラストレーション効果という新しい概念構築の基礎を提唱した（口頭発表・国際会議 31）。

(2) 成果の位置付けと類似研究との比較

ここでは(1)で取り上げた課題(i), (ii), (iii)について、それぞれの成果の位置付けと類似研究との比較について以下に記す。

(i) スピン状態の自由度を有する遍歴相関電子系の光誘起効果

これまで多くのスピン転移系の光励起効果に関する理論研究は、コバルトシアノ錯体などを代表とする局在スピン描像が適切な系に関する研究であり、そこでは局在スピン間の交換相互作用と弾性相互作用に基づく理論解析がなされてきた。他方、本課題で対象としたペロフスカイト型コバルト酸化物とその類縁物質では、系の磁性やスピン状態と電気伝導が強く相関していることから、これまでの局在スピンモデルや弾性相互作用モデルに基づいた理論解析は適用できず、電子の遍歴性を取り入れたモデルの設定と解析が不可欠である。本課題ではこの効果を取り扱うことができる二軌道ハバードモデルを採用し、遍歴相関電子系の立場から光励起状態を記述する有効モデルの導出とその解析を行った。二軌道ハバードモデルにおけるスピン状態の研究はこれまで Werner (スイス・フライブルグ大) と Millis (アメリカ・コロンビア大) らにより動的平均場近似法を用いて、また我々のグループにおいて変分モンテカルロ法を用いて詳しい研究がなされ、化学的キャリアの導入によるスピン転移や低スピン絶縁体・高スピン金属の相分離などの現象が見いだされているが平衡状態の研究に限られている。本研究ではこれを光励起状態とその実時間発展の解析に拡張した。本研究により見いだされた高スピン・正孔束縛状態は、腰原グループによるポンプ・プロ

ープ実験結果を説明するだけでなく、平衡状態では実現しない隠れた状態の存在を初めて明らかにしたと言える。

(ii) 梯子型相関電子系における光による電子対のコヒーレンス制御

強相関電子系における光照射効果は、これまで Mott 絶縁体や電荷秩序絶縁体において詳しく調べられている。光の電場成分は荷電粒子を加速させることでその運動を促進するため、通常は絶縁体の性質が抑制され金属的性質が出現し、これが理論的にも再現されている。腰原グループにより梯子型銅酸化物の金属相で見い出された現象は、従来の理論では説明ができず新たな解釈が必要とされた。我々のグループによる理論計算では、金属相における光照射により金属的性質が抑制されること、これが梯子格子構造に由来することを見出し、光により金属から絶縁体（不良金属）への変化が起こり得ることを初めて指摘した。梯子型銅酸化物を記述するモデルとして知られる梯子型ハバードモデルでは、これまで正孔の対相関やそのコヒーレンスが平衡状態の電子状態や超伝導発現機構に大きな役割を果たすことが Dagotto (アメリカ・オークリッジ国立研究所) らの計算により指摘されてきた。本研究では、これが光励起状態を理解する上でも重要な概念であること、これが照射光強度の変化により操作可能であることを明らかにした。上記の結果は、梯子型銅酸化物の超伝導の微視的起源や銅酸化物超伝導体における光誘起超伝導の可能性に対しても、重要な知見を与えるものである。

(iii) 反強磁性モット絶縁体における動的キャリアドーピング

反強磁性モット絶縁体のキャリア・ドーピングは銅酸化物高温超伝導体発見以来、詳細な理論研究が続けられている。その光キャリア導入の効果は高橋（名工大）らにより超伝導との関係が議論されて以来、Bonca や Prolevsek（スロベニア・リュブリアナ大）らを中心として反強磁性交換相互作用や電子格子相互作用による緩和の効果が理論的に調べられている。本研究で遂行した反強磁性秩序相における動的キャリアの運動に関する非平衡グリーン関数による定式化は、少数キャリアの平衡状態で信用度の高いスレーブ粒子法を過渡状態に初めて拡張したものである。過渡状態に対するこれまでの理論計算は、少数サイト・クラスターにおける数値計算、もしくは変分法を利用した非平衡定常状態の解析計算である。これに対して本研究で提唱した定式は無限系を対象としており、グリーン関数を利用することで過渡スペクトルの計算が可能で、実験による観測量を直接導出することができる。これにより、光学電気伝導度の時間変化と準粒子の形成過程との関係が初めて明らかになった。今後、高次近似の効果や格子振動の効果を系統的に取り入れることで、本解析手法を発展させることが可能である。

3. 3 動的相転移過程の解析と理論構築（中大 米満グループ）

(1) 研究実施内容及び成果

分子を構成要素にもつ物質群を対象に、非平衡物質科学を展開するにあたって、分子性物質ならではの自由度を利用して、光による物性制御の可能性を理論的に追及することが重要である。この観点から、 $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ に注目した。分子性物質には分子内の自由度と分子間の（すなわち、分子をひとまとまりと見なしたときの）自由度がある。当該物質の場合は、分子の二量体がひとまとまりになっているので、二量体内の自由度と二量体間の自由度がある。これらの絡み合いが、光誘起相転移ダイナミクスに果たす役割をみることは、階層構造をもつ物質群の非平衡物性の研究に寄与する。さらに腰原グループでの当該物質および関連物質に対する実験研究の成果と比較することで、理論の妥当性を確認することができた。

（隠れた物質相を含む）非平衡物質科学を展開する前に、まず、光照射直後の過渡状態と、平衡状態の解析に使われる線形応答理論で想定されている非平衡状態の違いを明らかにする必要がある。たとえば、電子状態と振動状態の関係は、過渡状態と平衡状態では異なっている。にもかかわらず、実験データに制約があるため、過渡状態を解析するときに、線形応答の範囲で本来成り立つ電子状態と振動状態の関係が、しばしば使われている。具体的には、分子内の C=C 伸縮振動の振動数は、分子の価数によって敏感に変化する。この

関係および過渡的な振動数から期待される価数と、実際の分子の価数は一般にずれている。このずれ具合を解析するには、分子の価数に依存した振動状態をまず平衡状態で再現するモデルが必要である。

そこで、 $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ の詳細なモデルを構築し、分子内の C=C 伸縮振動および二量体内の分子間距離の変化に対応する振動について、それぞれの振動数が二量体の価数に依存する様子を再現するように、モデルパラメタを決めた (論文リスト 69)。この物質は、電荷分離相では中性および二価の二量体を持ち、モット - ハバード相では一価の二量体をもつ。それぞれの振動状態は腰原グループによって詳しく解析されており、モデル構築が可能であった。分子内および分子間の振動数の価数依存性を再現するには、分子内および分子間の電子正孔励起と結合させる必要がある。つまり、通常のモデル計算では扱われないような、フェルミ準位から遠い分子軌道も考慮する必要がある。つまり、分子内の軌道自由度が効いている。

このモデルを使って、平衡状態から大きく離れ、光照射後に刻々と変化する過渡状態において、二量体の価数と分子内および分子間の振動数の関係を求めた (論文リスト 71) (図 3.3-2 参照)。もともと平衡状態でこれらの関係は電子格子相互作用に関して二次の摂動理論により得られる。過渡状態では電子密度を過渡的なものに置き換えるほかに、それぞれの分子軌道の占有率と非占有率が非整数となることを考慮した関係式に置き換わる。この新しい式が、数値計算によって得られた関係式をよく再現することを示した。光照射強度が大きすぎると、この新しい式は、あるエネルギー分母が小さくなって破綻する。この場合は対応する数値計算で振動数自体が定義できないほど、振動が正弦波から離れ大きくゆがむ。したがって、この新しい式が過渡状態における分子内および分子間の振動状態の価数依存性をよく説明することがわかった。

さらに、 $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ における光誘起電荷秩序融解の時間挙動を詳しく解析すると、実験結果をよく説明することがわかった (論文リスト 71)。この物質では二量体の内側と外側で電子と格子変位の自由度が絡み合って相転移が進行する。まず、光励起による中

Relation between electronic and phonon processes

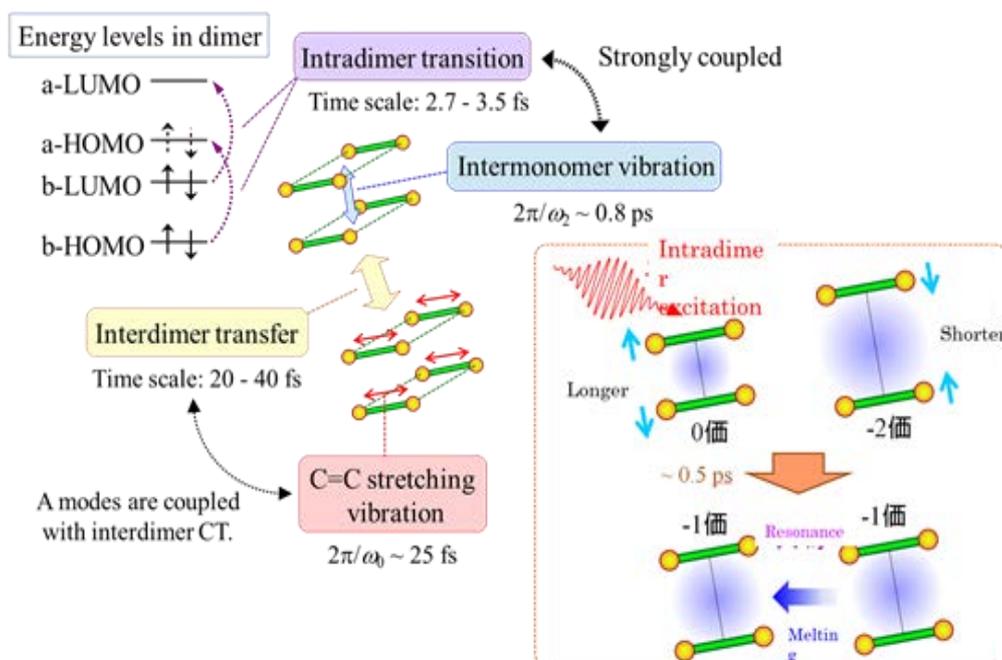


図 3.3-1 二量体内と二量体間の電子の運動と格子振動の時間スケール
性二量体の中での電子遷移が、この二量体内で分子をわずかに変位させる。すると、この二量体はわずかに不安定化し、二量体間で電荷移動を起こそうとする。しかし、もともと

価数の異なる二量体では構造の違いによって分子軌道の準位がずれているために、電荷移動は抑制されている。しかし、電荷移動がある程度進むと、中性と二価の二量体の構造がそれぞれ不安定化して、一価の二量体の構造に近くなる。その結果、これらの分子軌道の準位が近づいて、電荷移動は促進される。この非線形効果によって、異なる二量体の構造が近づいたあとは、電荷秩序融解が効率的に進む。この機構は、当該物質の分子、二量体、伝導層という階層構造を理論に取り入れることによって、初めて明らかになった。

このような分子性物質の階層性を利用すると、従来とは異なる電荷移動の制御が強励起条件で可能になることが、理論的に示された (論文リスト 88)。一般に、強励起条件での電子の運動は、連続波励起で詳しく調べられてきた。連続波励起では、動的局在が知られている。電場の振幅が大きすぎると、電子の移動前と移動後の軌道の準位差が大きくなるため、電荷移動がかえって抑制される。振動電場の周期よりも長い時間スケールの運動は、パイエルス位相因子のかかった移動積分を振動電場の周期で時間平均した量に対応する、有効移動積分で記述される。有効移動積分はもとの移動積分にゼロ次のベッセル関数がかかった形で表される。ベッセル関数の引数は無次元量で、電場下の電子移動に伴うエネルギー変化を振動電場の振動数で割ったものとなっている。電場振幅を大きくすると、ベッセル関数は正負に振れながら小さくなる。以前から知られている、この動的局在は、連続波励起で実際に起こりうるということが数値計算で示され、二量体間の電荷移動を抑制することができる。

しかし、パルス励起では様相が一変し、二量体内の電子遷移を制御しうることがわかった (論文リスト 88)。単一サイクルを含む少数サイクルでパルス励起した後の、二量体間電荷移動を電場振幅の関数として数値計算で求めたところ、増減が繰り返されることが分か

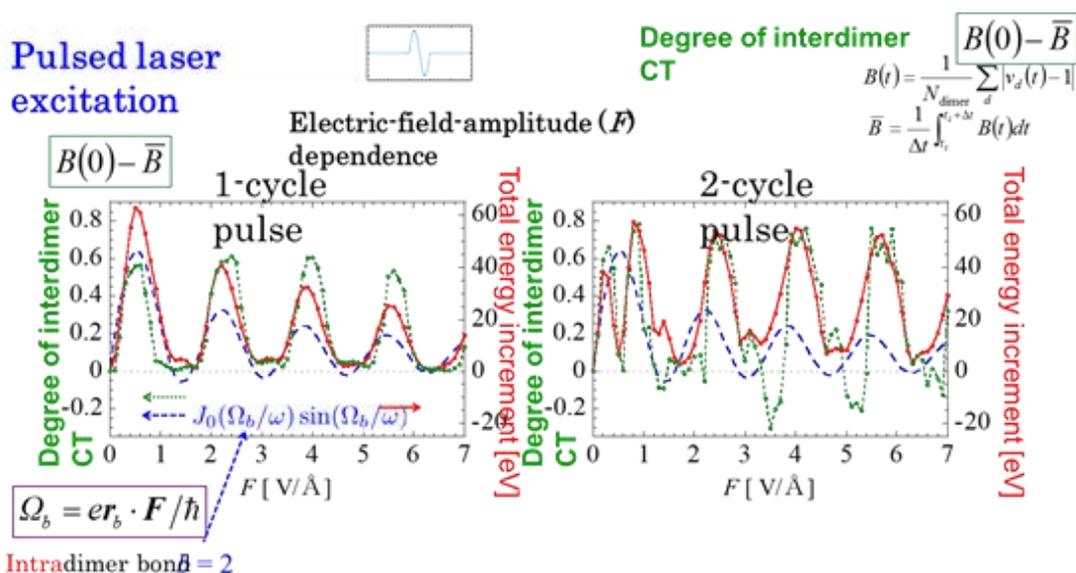


図 3.3-2 電荷移動 (緑)、エネルギー増分 (赤)、有効移動積分 x 正弦関数 (青)

った。これは、二量体内の電子遷移に関する移動積分がゼロ次のベッセル関数で変調を受けたときの振る舞いに相当する。パルス励起の中心周波数が、中性の二量体内の電子遷移にほぼ共鳴しているため、全エネルギーの増加量は二量体内の有効移動積分で決まる。そして、全エネルギーの増加量が大いとき、励起後十分に時間が経過した後、二量体間で大きな電荷移動が起き、二量体間の電荷不均化が解消される。これは全エネルギーの増加量で決まることなので、二量体間の電荷移動よりも短い時間スケールであるパルス幅の時間スケールで決まっている。つまり、パルス幅が短い限り、分子振動や格子振動の影響をあまり受けないことになり、このことも数値計算で確かめられた。

もともと、パルス励起は中性二量体の中で電子遷移を起こす。二量体内の移動積分は二量

体間の移動積分より1桁大きい。したがって、二量体内の電子遷移は二量体間の電荷移動より1桁速い。これらのことを考えると、1サイクルのパルス励起では時間が短すぎて、二量体間で有効移動積分が意味をもたない。そこで、全エネルギーの増加量が何によって決まるかを調べるため、2サイトのタイト・バインディング模型で時間変化を求めてみた。すると、かなりの部分を解析的に計算することができる。全エネルギーの増加量は、2サイト間の有効移動積分に、ベッセル関数と同じ引数をもつ正弦関数をかけたもので表されることがわかった(論文リスト88)(図3.3-2参照)。

これらの現象は、通常の光誘起相転移の実験で使われているパルス励起よりずっと強い電場の振動で起こると予想される。電荷移動の制御のほかにも、様々な相互作用の変調を引き起こすことが、予備的な計算でわかっている。この知見をさらに深めると、強いパルス光がもたらす新奇な電子状態について、従来よりも格段に可能性が広がること期待される。

(2) 成果の位置付けと類似研究との比較

この研究で $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ に注目したのは、分子、二量体、伝導層という階層構造をもち、自由度の絡み合いをみるのに適していたからである。分子内の軌道自由度の重要性について、国内の他の研究グループにより進展がある。名古屋大の土射津らは、擬1次元有機導体の $(\text{TMM-TTP})_2\text{I}_3$ が、典型的な擬1次元有機導体の構成要素である TMTTF 分子、TMTSF 分子と比べてずっと長い TTM-TTP 分子をもつために、分子内の電荷移動を考慮する必要があることを示している。また理研の妹尾らは、一連の単一分子による金属から $\text{Pd}(\text{dmit})_2$ 系の金属錯体にいたるまで、分子内の軌道自由度を考えることで、第一原理計算で得られるバンド構造が、タイト・バインディング近似で再現できることを示している。彼らの研究は主に平衡状態の電子物性を理解する上で役立っている。光誘起相転移を含む非平衡動的挙動に対して、分子内の軌道自由度がもつ重要性については、我々の研究が初めて理論的に示した。もともと軌道自由度は、遷移金属酸化物などで石原グループらにより議論されてきた。それが、石原グループによる擬2次元有機導体の誘電物性とスピン物性の絡み合いの研究に展開された。これは光誘起挙動の観点からも興味をもたれている。これらのように、今後も、軌道自由度を含めた非平衡物質科学が進展するだろう。

動的局在やトンネル現象のコヒーレントな破壊という現象は、30年近く前から、基本的に自由電子系で調べられてきた。動的局在は多サイト系、トンネル現象のコヒーレントな破壊は2サイト系に対応する。近年、強電場のレーザー励起が実験で可能になって、理論的にも相関電子系で似た現象が追求されている。連続波励起でもパルス励起でも、東大の辻らは、動的局在が起こるよりさらに強い振動電場で、有効移動積分の符号が移動積分と逆になることで、バンド反転により負温度が生成され、光誘起超伝導が生じる可能性を指摘した。パルス励起の場合、これが起こるには電場の時間積分に比例するダイナミカル位相が π の奇数倍に近いときに限られる。しかし、我々の電荷移動抑制や有効相互作用変調は、ダイナミカル位相がゼロのときにも起こる。実際、そのような条件下、1サイクル、2サイクル、5サイクルなどのパルス励起で数値計算し、これらを実証した。これは、今まで考えられたより、ずっと広い条件下で、電荷移動抑制や有効相互作用変調が起こることを示唆している。また、これに対して物質の階層構造が重要な役割を果たす可能性があることがわかった。物質の複雑性をいかに利用するか、という観点での研究が、今後は進展すると考えられる。

またハンブルクのエクシュタインらは、最新の光誘起相転移国際会議(JSTの国際化対応で支援されたPIPT5)において、局在スピン系の超交換相互作用の大きさや符号が、トンネル現象のコヒーレントな破壊を応用して、変調されることを提言した。フロケの理論を相関電子系に応用した本格的な理論研究であるが、いまのところ連続波励起のときのみ数値計算で正当性が確認されている。今後は、強い振動電場を使った相互作用の変調の研究が、世界的に進められるだろう。

我々の研究成果は、現実の物質を忠実に説明できる模型を使って、光誘起相転移ダイナミクスを再現することを基礎にした。そして、実験でまだ到達していないが確実に近づい

ている領域に計算を拡張することにより、得られたものである。この理論研究の成果や手法が、広く波及することが見込まれる。

3. 4 fs-X線光源を用いた非平衡協働現象の観測 (LBNL Schoenlein グループ)

(1)研究実施内容及び成果

LBNLの放射光施設ALSに、Schoenlein博士のチームによって開発されたビームライン6を利用して、日本側が開発した新物質群の特異な光物性発現のメカニズムや「隠れた物質相」の構造を、時間分解軟X線吸収などの手法を用いて明らかにする研究を実施した。ただ、LBNL施設の予定外の大規模改修のため、ビームライン6利用研究は遅れが生じたため、fsX線利用研究はタイムスケジュール上実施困難と判断し(fs構造観測は電子線開設実験で代替し)代わりにピコ秒軟X線を利用した分光研究にテーマを集中する変更を行い研究を実施した。

電荷密度波(CDW)相の梯子型銅酸化物 $\text{Sr}_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ における近赤外-可視光域をプローブとした時間分解レーザー分光では、フェムト秒パルスレーザー照射で巨大な反射率変化を伴い、ナノ秒の寿命を持つ金属相が生成されることを明らかにした(4.1.2(ii)参照)。一方、CDW相では軟X線領域においてCDWオーダーに伴う超格子ピークが共鳴散乱で観測される。そのため、光励起後のCDW超格子ピークを直接プローブすることにより、光誘起CDW融解の直接的観測とCDW-金属相転移ダイナミクスの全貌を明らかにすることを目的とし、ピコ秒時間分解共鳴軟X線散乱測定を実施した。

定常測定で観測されたCDW超格子ピークは、光照射直後、時間分解能程度(約100ピコ秒)でわずかに減少する様子を観測することに成功した。これは、光照射でCDWが融解したことを示唆している。この結果とレーザー分光での結果とを組み合わせることで、CDW融解が金属相生成に起因していることを裏付ける直接的な結果が得られた(論文リスト68)。

(2)成果の位置付けと類似研究との比較

軟X線領域は遷移金属酸化物や有機分子材料の研究上重要な電子・格子・スピンの秩序状態や酸素などの系元素の電子状態を直接捉えることが可能であるため、それらの動的ダイナミクスを直接捉えるべく、時間分解測定の需要が世界的に急速に高まりつつある。本研究では、共鳴軟X線散乱による新計測法を用いた動的ダイナミクスを観測することにより、光誘起相転移ダイナミクスの解明に大きく前進する結果が得られた。これらの成果は、超高速レーザー分光と共鳴軟X線散乱を組み合わせることで光誘起相転移ダイナミクスを捉えた典型例となり得るため、超高速光科学および物質科学の分野で今後大きなインパクトを与える研究の方向性となると期待される。またこれら計測技術を国内でも確立し、ピコ秒・フェムト秒領域の動的ダイナミクスを明らかにすることで、X線自由電子レーザーなどの新規X線光源を用いたフェムト秒時間分解X線計測の基盤技術開発や研究方針がより明確になるであろうと期待される。

§ 4 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 0件、国際(欧文)誌 99件)

1. Desheng Fu, Mitsuru Itoh and Shin-ya Koshihara “Invariant lattice strain and polarization in BaTiO₃-CaTiO₃ ferroelectric alloys”, *J.Phys.: Condens. Matter* 22 (2010) 052204 doi: 10.1088/0953-8984/22/5/052204
2. K.Onda, M.Shimizu, F.Sakaguchi, S.Ogihara, T.Ishikawa, Y.Okimoto, S.Koshihara, X.F.Shao, Y.Nakano, H.Yamochi and G.Saito, “Ultrafast and large reflectivity change by ultraviolet excitation of the metallic phase in the organic conductor (EDO-TTF)2PF₆”, *Physica B*, 405, pp.S350-S352, 2010. (DOI: 10.1016/j.physb.2009.11.054)
3. X.F.Shao, Y.Nakano, G.Saito, K.Yakushi, S.Koshihara, K.Tanaka, and H.Yamochi, “The effect of a methyl group incorporated in EDO-TTF”, *Physica B*, Vol.405, pp.S75-78, 2010 (DOI: 10.1016/j.physb.2009.10.046)
4. Tanaka and K. Yonemitsu, “Growth Dynamics of Photoinduced Domains in Two-Dimensional Charge-Ordered Conductors Depending on Stabilization Mechanisms”, *J. Phys. Soc. Jpn.* 79, 024712 (8 pages) (2010). (DOI: 10.1143/JPSJ.79.024712)
5. Maeshima, K. Yonemitsu and K. Hino, “Photoinduced Dynamics in the One-Dimensional Two-Orbital Degenerate Hubbard Model”, *J. Phys.: Conf. Ser.* 200, 012109 (4 pages) (2010). (DOI: 10.1088/1742-6596/200/1/012109)
6. S. Miyashita, Y. Tanaka, S. Iwai and K. Yonemitsu, “Charge, Lattice, and Spin Dynamics in Photoinduced Phase Transitions from Charge-Ordered Insulator to Metal in Quasi-Two-Dimensional Organic Conductors”, *J. Phys. Soc. Jpn.* 79, 034708 (9 pages) (2010). (DOI: 10.1143/JPSJ.79.034708)
7. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, “Theory of I-V Characteristics for Two-Dimensional Charge-Ordered Electron Systems at Quarter Filling”, *Physica B* 405, S211-S213 (2010). (DOI: 10.1016/j.physb.2009.12.065)
8. K. Yonemitsu, S. Miyashita and Y. Tanaka, “Frustration and Lattice Effects on Photoinduced Melting of Charge Orders in Quasi-Two-Dimensional Organic Conductors”, *Physica B* 405, S369-S372 (2010). (DOI: 10.1016/j.physb.2009.11.105)
9. N. Maeshima, K. Hino and K. Yonemitsu, “Photoinduced Coherent Oscillations in the one-Dimensional Two-Orbital Hubbard Model”, *Phys. Rev. B* 82, 161105 (4 pages) (2010). (DOI: 10.1103/PhysRevB.82.161105)
10. Y. Kawakami, T. Fukatsu, Y. Sakurai, H. Unno, H. Itoh, S. Iwai, T. Sasaki, K. Yamamoto, K. Yakushi and K. Yonemitsu, “Early-Stage Dynamics of Light-Matter Interaction Leading to the Insulator-to-Metal Transition in a Charge-Ordered Organic Crystal”, *Phys. Rev. Lett.* 105, 246402 (4 pages) (2010). (DOI: 10.1103/PhysRevLett.105.246402)
11. N. Maeshima, K. Hino and K. Yonemitsu, “Photoinduced dynamics of the multi-orbital Hubbard model”, *Phys. Status Solidi (c)* 8(1), 213-216 (2011) (DOI: 10.1002/pssc.201000648).
12. Y. Kanamori, H. Matsueda, and S. Ishihara “Numerical Study of Photo-Induced Dynamics in Double-Exchange Model” *Phys. Rev. B* 82, 115101-1-14 (2010) (DOI:10.1103/PhysRevB.82.115101)
13. M. Naka, and S. Ishihara, “Electronic Ferroelectricity in a Dimer Mott Insulator”, *J. Phys. Soc. Jpn.* 79, 063707-1-4 (2010) (Editor's Choice) (DOI: 10.1143/JPSJ.79.063707)
14. T. Watanabe, and S. Ishihara, “Quantum Dielectric Fluctuation in an Electronic Ferroelectricity studied by Variational Monte-Carlo Method”, *J.*

- Phys. Soc. Jpn. 79, 114714-1-10 (2010) (DOI: 10.1143/JPSJ.79.114714)
15. S. Ishihara, "Electronic ferroelectricity and frustration", J. Phys. Soc. Jpn. 79, 011010-1-11 (2010) (DOI: 10.1143/JPSJ.79.011010) (invited paper)
 16. J. Nasu and S. Ishihara, "Ring-exchange interaction in doubly degenerate orbital system", J. Phys. Soc. Jpn. 80, 033704 (2011) (DOI:10.1143/JPSJ.80.033704)
 17. H. Ichikawa, S. Nozawa, T. Sato, A. Tomita, K. Ichiyanagi, M. Chollet, L. Guerin, N. Dean, A. Cavalleri, S. Adachi, T. Arima, H. Sawa, Y. Ogimoto, M. Nakamura, R. Tamaki, K. Miyano and S. Koshihara, "Transient photoinduced 'hidden' phase in a manganite", Nature Materials 10, 101-105 (2011) (doi:10.1038/nmat2929)
 18. Y. Okimoto, M. Kurashima, K. Seko, T. Ishikawa, K. Onda, S. Koshihara, T. Kyomen, and M. Itoh, "Acceleration of domain wall movement by photoirradiation in perovskite-type cobaltite", PHYSICAL REVIEW B 83, 161101(R) (2011) (DOI: 10.1103/PhysRevB.83.161101)
 19. Y. Okimoto, T. Miyata, M. S. Endo, M. Kurashima, K. Onda, T. Ishikawa, S. Koshihara, M. Lorenc, E. Collet, H. Cailleau, and T. Arima, "Ultrafast spectral weight transfer in RBaCo₂O_{6-δ} (R=Sm, Gd, and Tb): Role of electronic correlation in a photoinduced phase transition", Phys. Rev. B 84, 121102(R) (2011) (DOI: 10.1103/PhysRevB.84.121102)
 20. Naoto Fukazawa, Minoru Shimizu, Tadahiko Ishikawa, Yoichi Okimoto, Shin-ya Koshihara, Takaaki, Hiramatsu, Yoshiaki Nakano, Hideki Yamochi, Gunzi Saito, and Ken Onda, "Charge and Structural Dynamics in Photoinduced Phase Transition of (EDOTTF)₂PF₆ Examined by Picosecond Time-Resolved Vibrational Spectroscopy", THE JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C 116, 5892 (2012) (DOI: 10.1021/jp210708q)
 21. Yoshitaka Matsubara, Yoichi Okimoto, Tatsushi Yoshida, Tadahiko Ishikawa, Shin-ya Koshihara, and Ken Onda, "Photoinduced Neutral-to-Ionic Phase Transition in Tetrathiafulvalene-pchloranil Studied by Time-Resolved Vibrational Spectroscopy", Journal of the Physical Society of Japan. 80 (2011) 124711 (DOI: 10.1143/JPSJ.80.124711)
 22. Desheng Fu, Makoto Endo, Hiroki Taniguchi, Tomoyasu Taniyama, Mitsuru Itoh and Shin-ya Koshihara, "Ferroelectricity of Lidoped silver niobate (Ag,Li)NbO₃", J. Phys.: Condens. Matter 23 (2011) 075901 (DOI: 10.1088/0953-8984/23/7/075901)
 23. Y. Kanamori, H. Matsueda and S. Ishihara, "Photoinduced Change in the Spin State of Itinerant Correlated Electron Systems", Phys. Rev. Lett. 107, 167403-1-5, 2011, DOI: 10.1103/PhysRevLett.107.167403
 24. J. Nasu and S. Ishihara, "Ring-Exchange Interaction in Doubly Degenerate Orbital System", J. Phys. Soc. Jpn. 80, 033704-1-4, 2011, DOI: 10.1143/JPSJ.80.033704
 25. K. Ishii, S. Ishihara, Y. Murakami, K. Ikeuchi, K. Kuzushita, T. Inami, K. Ohwada, M. Yoshida, I. Jarrige, N. Tatami, S. Niioka, D. Bizen, Y. Ando, J. Mizuki, S. Maekawa and Y. Endoh "Polarization-analyzed resonant inelastic x-ray scattering of the orbital excitations in KCuF₃", Phys. Rev. B 83, 241101-1-4, 2011, DOI: 10.1103/PhysRevB.83.241101
 26. J. Nasu and S. Ishihara "Orbital Compass Model as an Itinerant Electron System" Europhys. Lett. 97, 27002-1-6, 2012, DOI: 10.1209/0295-5075/97/27002
 27. J. Nasu and S. Ishihara, "Orbital Compass Model in a Checkerboard Lattice", J. Phys.: Conf. Ser. 320, 012062-1-6, 2011, DOI:10.1088/1742-6596/320/1/012062
 28. M. Naka and S. Ishihara, "Charge dynamics of electronic

- ferroelectricity in geometrically frustrated lattice", *J. Phys.: Conf. Ser.* 320, 012083-1-6, 2011, DOI:10.1088/1742-6596/320/1/012083
29. K. Yonemitsu, Y. Tanaka, S. Miyashita and N. Maeshima, "Photoinduced Insulator-to-Metal Transition Dynamics in Models for Quasi-Two-Dimensional Organic Conductors," *Phys. Status Solidi (b)* 248, 486-490 (2011) (DOI: 10.1002/pssb.201000567).
 30. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, "Crossover from Bias-Induced to Field-Induced Breakdown in One-Dimensional Band and Mott Insulators Attached to Electrodes," *Phys. Rev. B* 83, 085113 (11 pages) (2011) (DOI: 10.1103/PhysRevB.83.085113).
 31. K. Yonemitsu, "Effects of Lattice and Molecular Phonons on Photoinduced Neutral-to-Ionic Transition Dynamics in Tetrathiafulvalene-p-Chloranil," *J. Phys. Soc. Jpn.* 80, 084707 (7 pages) (2011) (DOI: 10.1143/JPSJ.80.084707).
 32. Yonemitsu, S. Miyashita and N. Maeshima, "Photoexcitation-Energy-Dependent Transition Pathways from a Dimer Mott Insulator to a Metal," *J. Phys. Soc. Jpn.* 80, 084710 (5 pages) (2011) (DOI: 10.1143/JPSJ.80.084710).
 33. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, "Nonlinear Conduction by Melting of Stripe-Type Charge Order in Organic Conductors with Triangular Lattices," *J. Phys. Soc. Jpn.* 80, 103702 (4 pages) (2011) (DOI: 10.1143/JPSJ.80.103702).
 34. L. Guérin, E. Collet, J. Hébert, M. Buron-Le Cointe, S. Adachi, S. Koshihara and H. Cailleau, "Evidence of onedimensional precursors in the photoinduced transformation in TTF-CA", *Acta Cryst.* (2011). A67, C522 2011
 35. Manabu Hoshino, Hidehiro Uekusa, Ayana Tomita, Shin-ya Koshihara, Tokushi Sato, Shunsuke Nozawa, Shin-ichi Adachi, Kei Ohkubo, Hiroaki Kotani, and Shunichi Fukuzumi, "Determination of the Structural Features of a Long-Lived Electron-Transfer State of 9-Mesityl-10-methylacridinium Ion", *J. Am. Chem. Soc.* Volume 134, pp 4569-4572 (2012) (DOI: 10.1021/ja300602h)
 36. K. Seko, Y. Okimoto, M. Kurashima, R. Fukaya, T. Egawa, T. Ishikawa, K. Onda, S.-Y. Koshihara, T. Kyomen and M. Itoh, "Photoinduced Phase Transition in Pr_{0.5}Ca_{0.5}CoO₃ Studied by Sequential Pulse Excitations", *Acta Physica Polonica A* vol 121 pp.369 (2012)
 37. Y. Matsubara, T. Yoshida, T. Ishikawa, Y. Okimoto, S.-Y. Koshihara and K. Onda, "Photoinduced Ionic to Neutral Phase Transition in TTF-CA Studied by Time-Resolved Infrared Vibrational Spectroscopy", *Acta Physica Polonica A* vol 121 pp. 340 (2012)
 38. S. Koshihara, K. Onda, Y. Okimoto and T. Ishikawa, "Search for the Photo-Induced Hidden Phase in Inorganic and Organic Systems", *Acta Physica Polonica A* vol 121 pp.328 (2012)
 39. T. Ishikawa, T. Tanaka, N. Fukazawa, Y. Matsubara, Y. Okimoto, K. Onda, S. Koshihara, M. Tamura and R. Kato, "Slow Dynamics of the Photoinduced Phase Transition in Pd(dmit)₂ Salts (dmit = 1,3-dithiol-2-thione-4,5-dithiolate)", *Acta Physica Polonica A* vol 121 pp.316 (2012)
 40. K. Fukumoto, N. Fukazawa, T. Ishikawa, S. Koshihara, H.M. Yamamoto, R. Kato and K. Onda, "Photo-Induced Structural Changes at a Surface of Organic Single Crystals Observed by Vibrational Sum Frequency Generation Spectroscopy", *Acta Physica Polonica A* vol 121 pp. 313 (2012)
 41. R. Fukaya, M. Kunitomo, Y. Okimoto, T. Ishikawa, K. Onda, S. Koshihara, H. Yui and T. Sasagawa, "Ultrafast Dynamics of Photoinduced

Electronic Phase Modulation in Ladder Cuprate of $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ ", *Acta Physica Polonica A* vol 121 pp.310 (2012)

42. T. Egawa, Y. Okimoto, R. Fukaya, K. Onda, T. Ishikawa, S. Koshihara, A. Isayama and T. Sasagawa, "Femtosecond Reflection Spectroscopy in $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_4$ ", *Acta Physica Polonica A* vol 121 pp. 307 (2012)
43. H. Cailleau, T. Luty, S. Koshihara, M. Servol, M. Lorenc, M. Buron-Le Cointe and E. Collet, "PIPT from the Beginning to Future" *Acta Physica Polonica A* vol 121 pp.297 (2012)
44. T. Shirahata, K. Shiratori, S. Kumeta, T. Kawamoto, T. Ishikawa, "Structural Transitions from Triangular to Square Molecular Arrangements in the Quasi-One-Dimensional Molecular Conductors (DMEDO-TTF) 2XF_6 (X= P, As, and Sb).", *J. Am. Chem. Soc.* 134, 13330–40 (2012) (DOI:10.1021/ja303435n)
45. T. Ishikawa, M. Kitayama, A. Chono, K. Onda, Y. Okimoto, S. Koshihara, Y. Nakano, H. Yamochi, T. Morikawa, T. Shirahata, and Y. Misaki, "Probing the metal-insulator phase transition in the (DMEDO-EBDT) 2PF_6 single crystal by optical measurements", *Journal of Physics: Condensed Matter* 24, 195501 (2012) (DOI:10.1088/0953-8984/24/19/195501)
46. Shunsuke Sato, Yasuo Matubara, Kazuhide Koike, Magnus Falkenström, Tetsuro Katayama, Yukihide Ishibashi, Hiroshi Miyasaka, Seiji Taniguchi, Haik Chosrowjan, Noboru Mataga, Naoto Fukazawa, Shinya Koshihara, Ken Onda and Osamu Ishitani, "Photochemistry of $\text{fac-Re}(\text{bpy})(\text{CO})_3\text{Cl}$ ", *Chemistry - A European Journal* 18, (2012), 15722-15734 (DOI: 10.1002/chem.201202734)
47. K. Yonemitsu, "Theory of Photoinduced Phase Transitions in Molecular Conductors: Interplay between Correlated Electrons, Lattice Phonons and Molecular Vibrations," *Crystals* 2, 56-77 (2012). (DOI:10.3390/cryst2010056)
48. H. Uemura, N. Maeshima, K. Yonemitsu and H. Okamoto, "Dimerization- Induced Spin-Charge Coupling in One-Dimensional Mott Insulators Revealed by Femtosecond Reflection Spectroscopy of Rb-tetracyanoquinodimethane Salts," *Phys. Rev. B* 85, 125112 (7 pages) (2012). (DOI: 10.1103/PhysRevB.85.125112)
49. K. Yonemitsu, "Roles of Molecular Vibrations in Photoinduced Insulator-to-Metal and Neutral-to-Ionic Transitions," *Phys. Status Solidi B* 249, 975-978 (2012). (DOI 10.1002/pssb.201100533)
50. K. Nishioka, K. Nasu and K. Yonemitsu, "Two-Pulse Excitation for Efficient Formation of an sp^3 Nanodomain with Frozen Shear in a Graphite Crystal," *J. Phys.: Condens. Matter* 24, 205402 (6 pages) (2012). (DOI:10.1088/0953-8984/24/20/205402)
51. K. Yonemitsu, N. Maeshima and Y. Tanaka, "Interplay between Correlated Electrons and Quantum Phonons in Charge-Ordered and Mott-Insulating Organic Compounds," *Acta Physica Polonica A* 121, 372-374 (2012).
52. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, "Theory of Nonlinear Conduction for Charge-Ordered States in Quasi-Two-Dimensional Organic Conductors," *Phys. Status Solidi C* 9, 1186-1188 (2012). (DOI 10.1002/pssc.201100642)
53. K. Nishioka and K. Yonemitsu, "Theory of Photoinduced Melting of Charge Order in $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$," *Phys. Status Solidi C* 9, 1213-1215 (2012). (DOI 10.1002/pssc.201100602)
54. A. Sekine, J. Nasu, and S. Ishihara, "Polar Charge Fluctuation and Superconductivity in Organic Conductor", *Phys. Rev. B* vol.87, pp.085133 (2013), (DOI:10.1103/PhysRevB.87.085133)

55. T. Watanabe, and S. Ishihara, "Band and Mott Insulators and Superconductivity in Honeycomb-Lattice Ionic-Hubbard Model ", *J. Phys. Soc. Jpn.* vol.82 pp.034704 (2013), (DOI: 10.7566/JPSJ.82.034704)
56. M. Naka, and S. Ishihara, "Collective Charge Excitation in a Dimer Mott Insulating System ", *J. Phys. Soc. Jpn.* vol.82 pp.023701 (2013) (DOI: 10.7566/JPSJ.82.023701)
57. K. Itoh, H. Itoh, M. Naka, S. Saito, I. Hosako, N. Yoneyama, S. Ishihara, T. Sasaki, S. Iwai, "Collective excitation of electric dimer dipole in organic dimer Mott insulator", *Phys. Rev. Lett.* vol.110, pp.106401 (2013) (DOI:10.1103/PhysRevLett.110.106401)
58. Yu Kanamori, Jun Ohara and Sumio Ishihara, "Photoinduced magnetic bound state in itinerant correlated electron system with spin-state degree of freedom", *Phys. Rev. B* vol.86, pp.045137 (2012), (DOI:10.1103/PhysRevB.86.045137)
59. J. Nasu, S. Todo, and S. Ishihara, "Ordering and excitation in orbital compass model on a checkerboard lattice", *Phys. Rev. B* vol.85, pp.205141 (2012), (DOI:10.1103/PhysRevB.85.205141)
60. J. Ohara, Y. Kanamori and S.Ishihara "Novel Excitation-Density Dependence in Strongly Spin-Charge Coupled System", *ACTA PHYSICA POLONICA A* vol.121, pp.355 (2012)
61. Takayuki Tsuduki , Ayana Tomita , Shin-ya Koshihara, Shin-ichi Adachi, "Ligand migration in myoglobin: A combined study of computer simulation and X-ray crystallography", *Journal of Chemical Physics* 136, 165101 (2012) (DOI: 10.1063/1.4704586)
62. Kyung Hwan Kim, Srinivasan Muniyappan, Key Young, Oang, Jong Goo Kim, Shunsuke Nozawa, Tokushi Sato, Shin-ya Koshihara, Robert Henning, Irina Kosheleva, Hosung Ki, Youngmin Kim, Tae Wu Kim, Jeongho Kim, Shin-ichi Adachi, Hyotcherl Ihee, "Direct observation of cooperative protein structural dynamics of homodimeric hemoglobin from 100 picoseconds to 10 milliseconds with pump-probe X-ray solution scattering", *J.Am.Chem.Soc.* 134, pp7001-7008 (2012) (DOI: 10.1021/ja210856v)
63. Takayuki Tsuduki, Ayana Tomita, Shin-ya Koshihara, Shin-ichi Adachi, Takahisa Yamato, "Ligand-Protein Interaction Studied by Computer Simulation and Time-Resolved X-Ray Crystallography", *Biophysical Journal* 102(3) pp.735a (2012) (DOI: 10.1016/j.bpj.2011.11.3990)
64. Tokushi Sato, Shunsuke Nozawa, Ayana Tomita, Manabu Hoshino, Shin-ya Koshihara, Hiroshi Fujii, and Shin-ichi Adachi, "Coordination and Electronic Structure of Ruthenium(II)-tris-2,2-bipyridine in the Triplet Metal-to-Ligand Charge-Transfer Excited State Observed by Picosecond Time-Resolved Ru K-Edge XAFS", *J. Phys. Chem. C*, 116 (27), pp 14232–14236, (2012) (DOI: 10.1021/jp3038285)
65. Meng Gao, Cheng Lu, Hubert Jean-Ruel, Lai Chung Liu, Alexander Marx, Ken Onda, Shin-ya Koshihara, Yoshiaki Nakano, Xiangfeng Shao, Takaaki Hiramatsu, Gunzi Saito, Hideki Yamochi, Ryan R. Cooney, Gustavo Moriena, Germán Sciaini & R.J. Dwayne Miller, "Mapping molecular motions leading to charge delocalization with ultrabright electrons", *Nature* 496 (7445), 343-346 (2013). (DOI: 10.1038/nature12044)
66. Y. OKIMOTO, T. EGAWA, R. FUKAYA, Y. MATSUBARA, Y. YAMADA, N. YAMAYA, T. ISHIKAWA, K. ONDA, S. KOSHIHARA, H. TANIGUCHI, M. ITOH, A. ISAYAMA, and T. SASAGAWA, "Ultrafast Real Space Dynamics of Photoexcited State in a Layered Perovskite-Type Spin Crossover Oxide La_{1.5}Sr_{0.5}CoO₄", *J. Phys. Soc. of Jpn.* 82 (2013) 074721 (DOI:

- 10.7566/JPSJ.82.074721)
67. N.Fukazawa, T.Tanaka, T.Ishikawa, Y.Okimoto, S.Koshihara, T.Yamamoto, M.Tamura, R. Kato, and K.Onda, "Time-Resolved Infrared Vibrational Spectroscopy of the Photoinduced Phase Transition of Pd(dmit)₂ Salts Having Different Orders of Phase Transition", *J. Phys. Chem. C* 2013, 117, 13187 (DOI: 10.1021/jp403193a)
 68. R.FUKAYA, Y. OKIMOTO, M.KUNITOMO, T.ISHIKAWA, K.ONDA, S.KOSHIHARA, A.ISAYAMA and T.SASAGAWA, "Unconventional Photonic Change of Charge-Density-Wave Phase in Two-Leg Ladder Cuprate Sr₁₄Cu₂₄O₄₁", *J. Phys. Soc. Jpn.*, 82 (2013) 083707 (DOI: 10.7566/JPSJ.82.083707)
 69. K. Nishioka and K. Yonemitsu, "Normal-Mode Analysis for Intra- and Inter- molecular Electron-Phonon Coupled Systems with Charge-Ordered and Dimer-Mott Ground States," *J. Phys. Soc. Jpn.* 82, 024701 (11 pages) (2013). (DOI: 10.7566/JPSJ.82.024701)
 70. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, "Current-Voltage Characteristics and Breakdown Mechanism in One-Dimensional Band and Mott Insulators Attached to Electrodes," *J. Kor. Phys. Soc.* 62, 2164-2167 (2013). (DOI: 10.3938/jkps.62.2164)
 71. K. Nishioka and K. Yonemitsu, "Intra- and Interdimer Electron-Phonon Concerted Mechanism of Photoinduced Charge-Order Melting in Metal Complex Et₂Me₂Sb[Pd(dmit)₂]₂," *J. Phys. Soc. Jpn.* 82, 094716 (10 pages) (2013). (DOI 10.7566/JPSJ.82.094716) `` Paper of Editors' Choice"
 72. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, "Charge Order and Possible Bias-Induced Metastable State in Organic Conductor β-(meso-DMBEDT-TTF)₂PF₆: Effects of Structural Distortion," *J. Phys.: Condens. Matter* 25, 465603 (6 pages) (2013). (DOI:10.1088/0953-8984/25/46/465603)
 73. E. Iyoda, and S. Ishihara, "Transient Carrier Dynamics in a Mott Insulator with Antiferromagnetic Order ", *Phys. Rev. B* 89, 125126 (2014), (DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.89.125126>)
 74. J. Nasu and S. Ishihara "Vibronic excitation dynamics in orbitally degenerate correlated electron system ", *Phys. Rev. B* 88, 205110 (2013) (DOI: 10.1103/PhysRevB.88.205110)
 75. K. Itoh, H. Itoh, S. Saito, I. Hosako, Y. Nakamura, H. Kishida, N. Yoneyama, T. Sasaki, S. Ishihara, and S. Iwai, "Narrowing of phonon spectrum induced by ultrafast charge fluctuations in an organic dimer Mott insulator ", *Phys. Rev. B* 88, 125101-1-6 (2013), (DOI: 10.1103/PhysRevB.88.125101)
 76. K. Tomiyasu, Y. Kubota, S. Shimomura, M. Onodera, S. Koyama, T. Nojima, S. Ishihara, H. Nakao, and Y. Murakami, "Spin-state responses to light impurity substitution in low-spin perovskite LaCoO₃ ", *Phys. Rev. B* 87, 224409-1-8 (2013) (DOI: 10.1103/PhysRevB.87.224409)
 77. J. Nasu, and S. Ishihara, "Dynamical Jahn-Teller Effect in Spin-Orbital Coupled System ", *Phys. Rev. B* 88, 094408-1-6 (2013) (DOI:10.1103/PhysRevB.88.094408)
 78. S. Ishihara, J. Ohara, and Y. Kanamori, "Photoinduced phenomena in correlated electron systems with multi-degrees of freedom", *Euro. Phys. J. (Special Topics)* 222, 1125-1135 (2013), (DOI: 10.1051/epjconf/20134103013)
 79. T. Watanabe, S. Ishihara, "Superconductivity in ionic-Hubbard model on honeycomb lattice", *Physica C* 484, 56-58 (2013) (DOI: 10.1016/j.physc.2012.02.021)

80. H. Itoh, K. Itoh, K. Anjyo, H. Nakaya, H. Akahama, D. Ohishi, S. Saito, T. Kambe, S. Ishihara, N. Ikeda, and S. Iwai, "Ultrafast melting of charge ordering in LuFe₂O₄ probed by terahertz spectroscopy", *J. Luminesc.* 133, 149-151 (2013) (DOI:10.1016/j.jlumin.2011.12.051)
81. M.Hoshino, S.Nozawa, T.Sato, A.Tomita, S.Adachi and S.Koshihara, "Time-resolved X-ray crystal structure analysis for elucidating the hidden 'over-neutralized' phase of TTF-CA", *RSC Adv.*, 2013, 3, 16313 (DOI: 10.1039/C3RA42489H)
82. Joji Nasu and Sumio Ishihara, "Electron correlation and dynamical Jahn-Teller effect in orbitally degenerate system", *J. Korean Phys. Soc.* 62, 2179-2183 (5pages) (2013) (DOI 10.3938/jkps.62.2179)
83. Jun Ohara, Yu Kanamori, and Sumio Ishihara "Optical manipulation of magnetism in spin-charge coupled correlated electron system" *Phys. Rev. B* 88, 085107-1-7 (2013) (DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.88.085107>)
84. T.Mukuta, N.Fukazawa, K.Murata, A.Inagaki, M.Akita, S.Tanaka, S.Koshihara, and K.Onda, "Infrared Vibrational Spectroscopy of [Ru(bpy)₂(bpm)]²⁺ and [Ru(bpy)₃]²⁺ in the Excited Triplet State", *Inorg. Chem.* 53, 2481-2490 (2014), Highlighted article (DOI: 10.1021/ic402474t)
85. K. Fukumoto, Y.Yamada, K. Onda, and S. Koshihara, "Direct imaging of electron recombination and transport on a semiconductor surface by femtosecond time-resolved photoemission electron microscopy", *Applied Physics Letters* 104 (2014) 053117 (DOI: 10.1063/1.4864279)
86. Yoshitaka Matsubara, Sho Ogihara, Jiro Itatani, Nobuya Maeshima, Kenji Yonemitsu, Tadahiko Ishikawa, Yoichi Okimoto, Shin-ya Koshihara, Takaaki Hiramatsu, Yoshiaki Nakano, Hideki Yamochi, Gunzi Saito, Ken Onda, "Coherent dynamics of photoinduced phase formation in a strongly correlated organic crystal", *Phys. Rev. B*, 89, 161102(R) (2014). *Rapid Comm.* (DOI 10.1103/PhysRevB.89.161102)
87. Manabu Hoshino, Emi Uchida, Yasuo Norikane, Reiko Azumi, Shunsuke Nozawa, Ayana Tomita, Tokushi Sato, Shin-ichi Adachi, and Shin-ya Koshihara, "Crystal Melting by Light: X-ray Crystal Structure Analysis of an Azo Crystal Showing Photoinduced Crystal-Melt Transition", *J. Am. Chem. Soc.* 2014, 136, 9158-9164, (DOI 10.1021/ja503652c)
88. Keita Nishioka and Kenji Yonemitsu, "Intra- and Interdimer Transfer Integrals Effectively Modified by Pulsed and Continuous-Wave Lasers for Controlling Charge Transfers in Molecular Crystals," *J. Phys. Soc. Jpn.* 83, 024706 (9 pages) (2014). (DOI 10.7566/JPSJ.83.024706)
89. Keita Nishioka and Kenji Yonemitsu, "Intramolecular Orbital Excitations and Frequency Modulation of Molecular Vibrations during Photoinduced Charge-Order Melting in Et₂Me₂Sb[Pd(dmit)₂]₂", *JPS Conference Proceedings*, 1, 012044 (4 pages) (2014). (DOI 10.7566/JPSCP.1.012044)
90. Keiki Fukumoto, Ken Onda, Yuki Yamada, Takashi Matsuki, Tatsuhiko Mukuta, Sei-ichi Tanaka and Shin-ya Koshihara "Femtosecond time-resolved photoemission electron microscopy for spatiotemporal imaging of photogenerated carrier dynamics in semiconductors", *Rev. Sci. Instrum.*, 85, 083705(6 pages) (2014). (DOI.org/10.1063/1.4893484)
91. K. Fukumoto, Y. Yamada, T. Matsuki, K. Onda, T. Noguchi, R. Mizokuchi, S. Oda and S. Koshihara "Visualization of ultrafast electron dynamics using time-resolved photoemission electron microscopy", Accepted for publication in *Proceedings of 19th International conference on Ultrafast*

Phenomena.(2014)

92. Ken Onda, Hideki Yamochi and Shin-ya Koshihara, "Diverse Photoinduced Dynamics in an Organic Charge-Transfer Complex Having Strong Electron-Phonon Interactions", *Acc. Chem. Res.*, 47, 3494-3503, (2014). (DOI: 10.1021/ar500257b)
93. Yasuhiro Tanaka and Kenji Yonemitsu, "Roles of Potential Gradient and Electrode Bandwidth on Negative Differential Resistance in One-Dimensional Band Insulator", *J. Phys. Soc. Jpn.*, 83, 124704 (4 pages) (2014). (DOI:10.7566/JPSJ.83.124704)
94. Takahiro Ishikawa, Yuto Sagae, Yota Naitoh, Yohei Kawakami, Hirotake Itoh, Kaoru Yamamoto, Kyuya Yakushi, Hideo Kishida, Takahiko Sasaki, Sumio Ishihara, Yasuhiro Tanaka, Kenji Yonemitsu and Shinichiro Iwai, "Optical freezing of charge motion in an organic conductor", *Nat. Commun.*, 5, 5528 (6 pages) (2014). (DOI: 10.1038/ncomms6528)
95. S. Ishihara, , "Electronic Ferroelectricity in Molecular Organic Crystals", *J. Phys.: Condens. Matter* 26 493201 (2014) (12pages) ((DOI: 10.1088/0953-8984/26/49/493201))
96. Hiroshi Hashimoto,, Hiroaki Matsueda, Hitoshi Seo, and Sumio Ishihara, "Photo-Induced Dynamics in Charge-Frustrated Systems", *J. Phys. Soc. Jpn.* 83, 123703 (2014) (4 Pages) (DOI: <http://dx.doi.org/10.7566/JPSJ.83.123703>)
97. Joji Nasu and Sumio Ishihara, "Resonating valence-bond state in an orbitally degenerate quantum magnet with dynamical Jahn-Teller effect" *Phys. Rev. B* 91, 045117 (2015) (8pages) (DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevB.91.045117>)
98. Makoto Naka, and Sumio Ishihara "Charge Dynamics in a Correlated Fermion System on a Geometrically Frustrated Lattice", *J. Phys. Soc. Jpn.* 84, 023703 (2015) (4 Pages), (DOI: <http://dx.doi.org/10.7566/JPSJ.84.023703>)
99. M. Naka, H. Hashimoto, and S. Ishihara, "Dynamical Properties of Interacting Charge System on Frustrated Lattices" *Physica B: Physics of Condensed Matter* (2015) (in press)

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

1. 詳細情報

1. K. Yonemitsu, "Theory of Photoinduced Phase Transitions in Quasi-One-Dimensional Organic Conductors", *Molecular Electronic and Related Materials - Control and Probe with Light*, T. Naito, ed., Research Signpost/Transworld Research Network; Trivandrum, 305-320 (2010). (ISBN: 978-81-7895-460-8)
2. S. Ishihara, "Frustration effect in strongly correlated electron system with orbital degree of freedom" in "The Jahn-Teller effect - Fundamentals and Implications for Physics and Chemistry" pp. 727-742, Springer Series in Chemical Physics, Vol. 97, H. Koppel, D. R. Yarkony, H. Barentzen (Eds.) Springer-Verlag (2010). (ISBN-10: 3642034314)
3. 野澤俊介, 腰原伸也, 時間分解 X 線吸収微細構造法による過渡的な分子磁性と分子構造変化の動的解析 (物質現象の解明に挑む光計測・分析技術), *日本光学会誌「光学」* 40(5), 222-228, 2011-05
4. 沖本洋一, 石川忠彦, 恩田健, 腰原伸也, ペロブスカイト型コバルト酸化物の示す光誘起協力現象と高速ダイナミクス, *固体物理(動的光物性の新展開 特集号)* 46(11) 81, (2011)

5. Tadahiko Ishikawa, Ken Onda and Shin-ya Koshihara, "Photoinduced Phase Transition in Strongly Electron-Lattice and Electron-Electron Correlated Molecular Crystals", *Crystals*, 2(3), 1067-1083, (2012) (DOI: 10.3390/cryst2031067)
6. K. Yonemitsu, " Theory of Photoinduced Phase Transitions in Molecular Conductors: Interplay between Correlated Electrons, Lattice Phonons and Molecular Vibrations," *Crystals* 2, 56-77 (2012). (DOI: 10.3390/cryst2010056)
7. 足立 伸一、佐藤 篤志、富田 文菜、野澤 俊介、星野 学、腰原 伸也、X線自由電子レーザーを用いた凝縮相化学反応の研究、月刊オプトロニクス vol. 31, No 368, pp113 (2012)
8. 星野 学、植草 秀裕、富田 文菜、腰原 伸也、佐藤 篤志、野澤 俊介、足立 伸一、大久保 敬、小谷 弘明、福住 俊一、Pump-Probe 単結晶 X線構造解析による光誘起電子移動した有機光触媒の観察、PF ニュース Vol.30(2), 24, (2012)
9. K.H.Kim、S.Muniyappan、K.Y.Oang、J.G.Kim、野澤俊介、佐藤篤志、腰原伸也、R.Henning、I.Kosheleva、H.Ki、Y.Kim、T.W.Kim、J.Kim、足立伸一、H.Ihee、ポンプ-プローブ X線溶液散乱法を用いた 100 ピコ秒～10 ミリ秒における二量体ヘモグロビンの協同的構造ダイナミクスの直接観測、PF ニュース Vol.30(2), 29, (2012)
10. 星野学、ポンプ-プローブ単結晶 X線構造解析による有機光触媒が“働く瞬間”の可視化、日本結晶学会誌、vol. 55, No. 1, 2-6 (2013)
11. 米満賢治、相関電子系を有する分子性結晶の光誘起相転移—理論的アプローチ—、固体物理、Vol. 48, No. 1, 1-12, (2013).
12. 星野学、「ポンプ-プローブ単結晶 X線構造解析を用いた光励起分子の三次元構造観察」、表面科学、Vol. 34, No. 11, pp. 598-603 (2013)
13. 石原純夫、「光で作るスピンの塊り」OplusE 35, 737-741 (2013)
14. 米満賢治、「光誘起電荷秩序融解のしくみ」、パリティ (Parity), Vol.29, No.07, pp.55-59 (2014).
15. 石原純夫「電荷スピン相関系の光誘起動的物性」、固体物理、Vol.581, No.7 pp.435-452 (2014).
16. 恩田健、腰原伸也、矢持秀起、「強電子格子相互作用をもつ有機結晶の多彩な光励起ダイナミクス」、日本物理学会誌 VOL. 69, NO. 8, 531-540 (2014)
17. 岩井伸一郎、石原純夫、佐々木孝彦、「分子性ダイマーモット絶縁体の特異な誘電・光応答と電子誘電性」固体物理、(2015)(掲載予定)

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 65 件、国際会議 59 件)
(国内会議)

1. 石原純夫(東北大)「放射光を用いた強相関薄膜実験に期待すること」、物構研シンポジウム'09「放射光・中性子・ミューオンを用いた表面・界面科学の最前線」(つくば) 2009年11月17-18日
2. 腰原伸也(東工大)、強相関電子系の光励起が引き出す隠れた秩序、「相関電子系における光誘起現象」研究会、京都大学基礎物理学研究所(湯川記念館パナソニック国際交流ホール)、2009年12月10-11日
3. 田中康寛(分子研)、二次元有機導体における電荷秩序の光誘起融解の理論、「相関電子系における光誘起現象」研究会、京都大学基礎物理学研究所(湯川記念館パナソニック国際交流ホール)、2009年12月10-11日
4. 米満賢治(分子研)、光に誘起された電子状態変化に対する異なる理論的アプローチ、「相関電子系における光誘起現象」研究会、京都大学基礎物理学研究所(湯川記

念館パナソニック国際交流ホール)、2009年12月10-11日

5. 石原純夫(東北大)「多自由度相関電子系における光誘起現象の理論」、「相関電子系における光誘起現象」研究会、京都大学基礎物理学研究所(湯川記念館パナソニック国際交流ホール)、2009年12月10-11日
6. 米満賢治(分子研)、電荷秩序絶縁体から金属への光誘起相転移:フラストレーションや格子歪みに敏感なダイナミクス、G-COE 研究会「金属錯体の固体物性科学最前線ー錯体化学と固体物性物理と生物物性の連携新領域創成をめざしてー」、東北大学理学部、2009年12月18-20日.
7. 腰原伸也(東工大)、次世代光源が物質科学に果たす役割、物性物理学・一般物理学分野の大型計画等に関するシンポジウム(日本学術会議物性分科会主催)、日本学術会議講堂、2010年1月27日
8. 腰原伸也、動的構造観測と超高速分光が可能とした電子スピン構造強結合系の新物質相探索、物性研短期研究会(外部場の時間操作と実時間物理現象)、東京大学柏の葉キャンパス、2010年6月22-23日
9. 沖本洋一、倉島昌史、瀬古小桃、江川亜美、恩田健、石川忠彦、腰原伸也、京免徹、伊藤満、ペロブスカイト型コバルト酸化物の光励起状態とフェムト秒ダイナミクス、日本磁気学会第174回研究会/第38回化合物新磁性専門研究会共催「スピン・クロスオーバーの物理」、中央大学駿河台記念館、2010年10月8日
10. 腰原伸也、動的構造観測がもたらす物質科学へのインパクト、真空・表面科学合同講演会、大阪大学コンベンションセンター、2010年11月4日~6日
11. 腰原伸也、隠された光誘起相を露にする光以外の観測法、第4回東北大学G-COE 研究会、2010年12月5日
12. 腰原伸也、動的構造科学は新しい物質科学につながるのか?、分子研コロキウム、分子科学研究所、2010年12月24日
13. 米満賢治、光誘起相転移ダイナミクスの理論:低次元の電気伝導性をもつ化合物を光で物性変化するための相互作用と構造のモデル解析、第23期CMMMフォーラム本例会、東京、4月2日.
14. 米満賢治、有機導体の光誘起絶縁体金属転移における量子フォノンと干渉効果、物性研短期研究会「外部場の時間操作と実時間物理現象」、東京大学、6月22日.
15. 田中康寛、二次元有機導体における電荷秩序の光誘起融解ダイナミクスの理論、物性研短期研究会「外部場の時間操作と実時間物理現象」、東京大学、6月22日.
16. 米満賢治、BEDT-TTF 塩の電荷秩序の光誘起融解過程からみえる分子振動と格子変位の役割、研究会「相関電子系における電荷秩序と誘電異常-遷移金属酸化物と分子性化合物の最近の展開」、青山学院大学、11月26日.
17. 米満賢治、有限バイアス下における電荷秩序の挙動と非線形伝導、G-COE 研究会「金属錯体の固体物性科学最前線:錯体化学と固体物性物理と生物物性の連携新領域創成を目指して」、東北大学、12月3日.
18. 田中康寛、光と電流による物質の相変化:非平衡状態の理論的研究、有機固体若手の会・冬の学校2010:有機物質科学博覧会、諏訪、12月11日.
19. 米満賢治、光誘起ダイナミクス:分子内自由度と広域状態の動的相関、研究会「固体光誘起状態の非平衡ダイナミクス理論とその今後の展望」、高エネルギー加速器研究機構、2月16日
20. 石原純夫、軌道縮退系の多彩な世界:配向性とフラストレーションの物理、第15回久保記念シンポジウム、学士会館、10月16日
21. 石原純夫、ダイマーモット相と電荷秩序強誘電相、MDF 研究会、東京大学、7月31日
22. 石原純夫、電子型強誘電体の誘電性と磁気誘電性 -分子性結晶と酸化物-

CMRC-MDF 研究会、分子性結晶における構造物性研究、高エネルギー加速器研究機構、4月22日-23日

23. 石原純夫、電荷フラストレーション系における特異な電荷ゆらぎ、研究会「相関電子系における電荷秩序と誘電異常-遷移金属酸化物と分子性化合物の最近の展開-」青山学院大学、11月26日-27日
24. 腰原伸也、励起ナノプロセス入門 先端分光応用物理学会スクール、山形大学、2011年8月29日
25. 腰原伸也、超高速光デバイス材料開拓における課題、KEK-ERL シンポジウム2011、つくば国際会議場、2011年7月11日
26. 恩田健、「非線形振動分光法の光触媒、有機電子デバイスへの応用」、第5回SFG研究会、2012年3月10日、東北大学、仙台市
27. 恩田健、「非線形分光法を用いた酸化物表面吸着種の反応ダイナミクス」、第72回表面科学研究会(和周波発生分光法による表面・界面計測)、2012年3月19日、東京理科大・森戸記念館、東京都新宿区
28. 腰原伸也、光誘起相転移研究の動的構造観測手法による展開、日本物理学会シンポジウム 2011年秋季大会、富山大学五福キャンパス、2011年9月21-24日
29. 石原純夫、「新しい誘電体・電子誘電体の物性」、フューチャー・フェロエレクトロニクス～第3回・誘電体若手夏の学校～、宮城県蔵王町、2011年8月2-3日
30. 石原純夫「相関係の非弾性 X 線散乱における偏光依存性」、PF 研究会「軟 X 線分光・散乱測定を用いた物性研究の現状と展望、高エネルギー物理学研究機構、2011年9月13-14日
31. 石原純夫、「多自由度相関電子系の光誘起ダイナミクス」DYCE 若手道場、大阪大学豊中キャンパス、2011年9月26-27日
32. 石原純夫、「電荷秩序系の誘電応答と光学応答～有機物と酸化物～」、シンポジウム有機電荷移動錯体の特異な電荷応答と相転移、日本物理学会 第67回年次大会、関西学院大学 西宮上ヶ原キャンパス 2012年3月24-27日
33. 米満賢治、三角格子上の有機導体の非線形伝導と選択的秩序融解、「材料科学国際週間」研究会「電子自由度による強誘電体最前線」、東北大学 金属材料研究所、2011年11月1日
34. 田中康寛、有機導体 θ -(BEDT-TTF) $2X$ の電圧下での秩序の融解と非線形伝導、研究会「強相関電子系理論の最前線 - 若手によるオープン・イノベーション-」、那智勝浦、2011年12月21日
35. 米満賢治、光誘起相転移における多電子フォノン相関の理論、日本物理学会 第67回年次大会、関西学院大学、2012年3月25日
36. 腰原伸也、「光誘起巨大応答物質探索に果たすナノスケール動的構造科学の役割」、ナノ学会第10回大会、大阪大学、2012年6月14-16日
37. 腰原伸也、「X 線動的構造解析が露わにする電子格子結合複雑系の構造ダイナミクスー超高速から超低速までー」、日本物理学会 2012年秋季大会、横浜国立大学、2012年9月18-21日
38. 石原純夫「相関電子系の光誘起過渡ダイナミクスの理論」、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学常盤台キャンパス)2012年9月18-21日
39. 腰原伸也、「動的構造科学と非平衡有機光電材料開発ー新光源開発は本当に物質科学の進歩に貢献可能なのか?ー」、日本学術振興会 分子系の複合電子機能第181委員会第13回研究会、東京理科大学、2012年10月17-18日
40. 星野学、「時間分解単結晶 X 線構造解析による光誘起分子ダイナミクスの直接観察」、平成24年度日本結晶学会年会、東北大学 片平キャンパス、2012年10月25～26日
41. 星野学、「Direct Observation of an Organic Photocatalyst ‘in Action’ by

Pump-Probe Single Crystal X-ray Structure Analysis”、第8回日本表面科学会放射光表面科学研究部会・SPring-8 ユーザー協同体顕微ナノ材料科学研究会合同シンポジウム、慶應義塾大学 矢上キャンパス、2012年11月16-17日

42. 腰原伸也、「動的構造解析が露にする電子-格子結合複雑系の構造ダイナミクス」、日本化学会有機結晶部会 第21回有機結晶シンポジウム、東京工業大学すずかけ台キャンパス、2012年11月9日
43. 腰原伸也、「動的構造科学は新しい物質科学につながるのか？ -非平衡機能物性開拓を目指して-」、東北大学大学院 物理学専攻公式セミナー、2012年11月16日
44. 石原純夫「スピン-軌道結合系の動的ヤーンテラー効果」、基研研究会「量子スピン系の物理」(京大基礎物理学研究所)2012年11月12-14日
45. 田中康寛、「有機導体 β -(meso-DMBEDT-TTF)2PF6 における電荷秩序と非線形伝導」、第2回 強相関電子系理論の最前線-若手によるオープン・イノベーション-、那知勝浦、2012年12月14日
46. 腰原伸也、「時間分解光電子顕微鏡を用いた光誘起現象の解明」、励起ナノプロセス研究会第8回研究会、大阪大学中之島センター、2012年12月17~18日
47. 石原純夫、「電子自由度と誘電性」、日本物理学会第68回年次大会、広島大学、2013年3月26-29日
48. 腰原伸也、「動的構造科学の最近の動向」、JST さきがけ研究「光と制御」領域第二回懇話会、千歳市、2013年6月22-23日
49. 石川 忠彦、「dmit 錯体における光誘起相転移の探索」、分子研研究会、岡崎コンファレンスセンター 小会議室、2013年10月4日
50. 星野学、「単結晶 X 線構造解析による短寿命励起分子構造の可視化」、平成25年度日本結晶学会年会、熊本大学、2013年10月12-13日
51. 石川 忠彦、「Pt(dmit)₂ 塩における光誘起ダイナミクス、「電子誘電体の新展開 -光と分極がおりなす新物質相-」共催:CREST「先端超短パルス光源を用いた光誘起相転移現象の解明」、東北大学金属材料研究所講堂、2013年12月3日
52. 沖本洋一、「スピנקロスオーバーCo 酸化物の超高速電子状態制御」、「電子誘電体の新展開 -光と分極がおりなす新物質相-」共催:CREST「先端超短パルス光源を用いた光誘起相転移現象の解明」、東北大学金属材料研究所講堂、2013年12月4日
53. 米満賢治、「分子性物質における光電場、電荷移動、格子振動のタイミングと光誘起相転移のダイナミクス」、研究会「電子誘電体の新展開—光と分極がおりなす新物質相—」、東北大学金属材料研究所、2013年12月2-4日
54. 田中康寛、「有機導体 α -(BEDT-TTF)2I3 における電子相関効果」、研究会「第3回強相関電子系理論の最前線-若手によるオープン・イノベーション-」、那知勝浦、2013年12月16-18日
55. 福本恵紀「時間分解光電子顕微鏡による半導体表面・半導体ナノ構造中の光キャリアダイナミクスのイメージング」、PF 研究会 第2回先進的観測技術研究会-時間分解計測の最前線-、高エネルギー加速器研究機構 2014年2月21日
56. 石川 忠彦、「電子構造及び結晶構造変化の直接観測による Me₄P[Pt(dmit)₂]₂ における光誘起構造変化ダイナミクスの観測」、理研加藤グループセミナー、理研中央研究所、和光市、2014年2月6日
57. 石原純夫、「多自由度相関係のRIXS・中性子の相補利用—軌道とフラストレーション—」Workshop: CROSSroads of Users and J-PARC 第9回「超伝導、磁性とフラストレーション」KEK 東海、2013年12月3日~5日
58. 橋本博志、石原純夫「電荷秩序系の光照射効果の理論」分子研研究会「光による分子性伝導体の電子相制御」、岡崎コンファレンスセンター、2013年10月3日~4日

59. 石原純夫、「軌道系のダイナミクス」偏極中性子非弾性散乱の新展開 J-PARC/POLANO が拓く新しい物質科学、東北大金研、2013年6月12～13日
60. 腰原伸也、「協奏する自由度が生み出す光誘起相転移と隠れた物質相」、東北大学金属材料研究所 共同利用・共同研究ワークショップ『多自由度が協奏する分子システムの科学』、東北大金研、2014年7月18日～20日
61. 石原純夫、「ダイマーモット系における電荷揺らぎとスピン液体の可能性」、東北大学金属材料研究所 共同利用・共同研究ワークショップ『多自由度が協奏する分子システムの科学』、東北大金研、2014年7月18日～20日
62. 福本恵紀、「時間分解光電子顕微鏡による半導体表面の光キャリアダイナミクス観察」、第10回放射光表面科学研究部会、第13回顕微ナノ材料科学研究会 合同シンポジウム、あいちシンクロトロン光センター、2014年7月31日-8月1日
63. 石原純夫、「ダイマーモット系の電子状態とスピン液体の可能性」、電荷とスピンの織りなす時空間マルチスケール揺らぎ、2014年12月20日 岡山大学理学部
64. 腰原伸也、「電子-格子の強い結合が生み出す超高速光機能材料 -超短パルスレーザー・電子パルスが生み出す新しい構造物性-」、第7回 超高速時間分解光計測研究会、ホテルクラウンパレス浜松、2015年3月4日
65. 福本恵紀、フェムト秒レーザーを利用した時間分解光電子顕微鏡による光キャリアダイナミクスの直接観察、日本物理学会シンポジウム 第70回年次大会、早稲田大学早稲田キャンパス、2015年3月21-24日

(国際会議)

1. S. Koshihara(Tokyo Tec.), “Dynamics of cooperative lattice-charge (spin) coupled phenomena under far equilibrium condition induced by fs laser light irradiation studied by 100ps time-resolved x-ray technique”, International Symposium on the Physics of Excitation-assisted Nano-processes, Wakayama, Japan, Nov.20-21, 2009
2. S. Koshihara(Tokyo Tec.), “Dynamics of cooperative lattice-charge (spin) coupled phenomena”, PDSTM2010(Photo-induced Dynamics of Spin Transition Materials), Tsukuba, Japan, Feb.6-8,2010
3. S.Koshihara(Tokyo Tec.), “Dynamics of cooperative lattice-charge (spin) coupled phenomena induced by fs laser light irradiation studied by time-resolved X-ray diffraction”, The Banff Meeting on Structural Dynamics, Banff, Canada, 25th-28th February, 2010
4. *S.Koshihara(Tokyo Tec.), "Probing the Structure of a Photo-Induced Phase in Manganite Thin Films that is Inaccessible under Equilibrium", Gordon Research Conference “Ultrafast Phenomena In Cooperative Systems” , Galveston, USA 28th Feb.-5th March, 2010
5. S.Koshihara, “Strategy for the materials design of the photo-induced phase transition system”, Advanced Photons and Science Evolution 2010(APSE2010), Osaka, 14-18 June 2010
6. S.Koshihara, “Strategy for the photo-induced phase transition system based on the 'nano-action””, the workshop on 'The Nanoworld in action', Groningen, Netherlands, June7-8,2010
7. S.Koshihara, “Materials Design for Photoinduced Cooperative Phenomena in Molecular Systems”, TITech/UniGE Symposium 2010, Geneve, Swiss, Nov.25, 2010
8. S.Koshihara, “Search for the Photoinduced Hidden Phase in Strongly Correlated Systems”, ISSMMM, Argonne, USA, 18th March, 2011.
9. *K. Yonemitsu, “Photoinduced Modulation of Effective Interactions and Carrier Densities in Organic Mott Insulators”, International Conference on

Science and Technology of Synthetic Metals 2010, Kyoto (Japan), July 7.

10. K. Yonemitsu, "Photoinduced Insulator-to-Metal Transition Dynamics in Models for Quasi-Two-Dimensional Organic Conductors", The 9th International Conference on Excitonic and Photonic Processes in Condensed and Nano-Materials, Brisbane (Australia), July 14.
11. K. Yonemitsu, "Quantum Phonon Effects on Photoinduced Insulator-to-Metal Transition Dynamics in Organic BEDT-TTF Salts", The 10th Japan-China Joint Symposium on Conduction and Photoconduction in Organic Solids and Related Phenomena, Kyoto (Japan), October 18.
12. S. Ishihara, Electronic Ferroelectricity in Correlated Electron Systems, The 3rd Emergent Materials Research (EMS), POSTECH, Pohang, (Korea) July 5-7
13. *S. Koshihara, K. Onda, Y. Okimoto, T. Ishikawa, "Search for the photo-induced hidden phase in inorganic and organic systems", PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.
14. *H. Cailleau, T.Luty, S.Koshihara, "PIPT from the Beginning to...", PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.
15. S. Koshihara, "Strategy for the design of crystals with gigantic and ultrafast photo-response based on the 'nano-action'", The 9th Taiwan-Japan Joint Seminar on Crystallography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, November 6 and 9, 2011.
16. S. Koshihara, "Strategy for the design of crystals with gigantic and ultrafast photo-response based on the 'nano-action'", France-Japan mini-Symposium, University of Rennes 1, Rennes, France, December 2nd, 2011
17. S. Koshihara, "Search for the photo-induced hidden phase in electron-lattice correlated systems", FIRST-QS2C WS on "Emergent Phenomena of Correlated Materials", Okinawa, Japan, December 12-15, 2011
18. *S. Ishihara, "Intrinsic frustration effects in orbital degenerate systems", Mini symposium "Strongly correlated electrons and orbital physics", Jagellonian University, Krokow, Poland, Jun. 25, 2011
19. *S. Ishihara "Photo-induced phase change in spin-charge correlated electron system", The 4th International Conference on Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena (PIPT4), Wroclaw, Poland, Jun. 28 - Jul. 2, 2011
20. S. Ishihara "Stripe-type charge order and ferroelectricity in complex oxides", The 8th International Conference on Stripes and High Tc Superconductivity (STRIPES11), Sapienza University of Roma, Roma, Italy, Jul. 10-16, 2011
21. S. Ishihara "Spin state degree of freedom and phase inhomogeneity in correlated electron system", Moscow International symposium on magnetism, Moscow, Russia, Aug. 21-26, 2011
22. S. Ishihara "Frustration and Orbital Degeneracy in Correlated Electron Systems", "Novel Quantum States in Condensed Matter : Correlation, Frustration and Topology" (NQS2011), YITP, Kyoto Univ., Nov. 7 - Dec. 9, 2011
23. S. Ishihara "Time domain simulation in spin-charge coupled correlated electron systems", RIXS/REXS workshop, SLAC, Stanford, USA, Jan. 16-19, 2012

24. *K. Yonemitsu, "Interplay between Correlated Electrons and Quantum Phonons in Organic Compounds," 4th International Conference on Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena, Wroclaw (Poland), June 29, 2011.
25. K. Yonemitsu, "Interplay between Correlated Electrons and Quantum Phonons in Photoinduced Insulator-to-Metal Transitions," 14th Korea-Japan Molecular Science Symposium on New Visions for Spectroscopy and Computation: Temporal and Spatial Adventures of Molecular Sciences, Busan (Korea), July 7, 2011.
26. *Shin-ya Koshihara, Shinichi Adachi, Yoichi Okimoto, Tadahiko Ishikawa, Ryo Fukaya, Keiki Fukumoto, Manabu Hoshino and Ken Onda, "Photoinduced Phase Transitions in Strongly Correlated Electron Systems", the Conference on Lasers and Electro-Optics2012, San Jose, California 6-11 May. 2012
27. Shin-ya Koshihara, "Role of ultrafast structural dynamics in materials design of electron-lattice correlated systems", 2012 Ultrafast Dynamic Imaging of Matter Conference, Banff, Alberta, Canada, 1-3 July 2012
28. *T. Ishikawa, M. Kitayama, A. Chono, K. Onda, Y. Okimoto, S. Koshihara, Y. Nakano, H. Yamochi, T. Morikawa, T. Shirahata and Y. Misaki, "STATIC OPTICAL SPECTROSCOPY AND DYNAMICS OF PHOTOINDUCED PHASE TRANSITION IN THE (DMEDOEBDT)2PF6 SINGLE CRYSTAL", International Conference of Synthetic Metals 2012(ICSM2012), Atlanta, USA 9, July, 2012
29. S. Ishihara, M. Naka, A. Sekine and J. Nasu "Polar charge fluctuation and superconductivity in low-dimensional organic compound", SUPER STRIPE 2012 (Erice, Italy) July. 11-17, 2012
30. S. Ishihara, and J. Nasu "Dynamical Jahn-Teller Effect and Spin Liquid State in an Orbital Degenerate Magnet", XXIst International Symposium on the Jahn-Teller Effect (Tsukuba University) Aug. 26-31, 2012
31. K. Yonemitsu, "Out-of-Equilibrium Electron-Phonon Correlations during Photoinduced Melting of Charge Order in Molecular Conductors," International Conference on Electronic States and Phases Induced by Electric or Optical Impacts (IMPACT2012), Orsay (France), September 10-14, 2012.
32. S. Ishihara, Y. Kanamori and J. Ohara "Optical Manipulation of Magnetism in Correlated Electron Systems", Electronic States and Phases Induced by Electric and Optical Impacts (Orsay, France), Sept. 10-14, 2012
33. S. Koshihara, K. Onda, Y. Matsubara, T. Ishikawa, Y. Okimoto, T. Hiramatsu, Y. Nakano, H. Yamochi, G. Saito, "THE INITIAL PROCESS OF PHOTOINDUCED PHASE TRANSITION IN AN ORGANIC ELECTRON-LATTICE CORRELATED SYSTEM USING A 10-FS PULSE", International Conference on Electronic States and Phases Induced by Electric or Optical Impacts (IMPACT2012), Orsay (France), September 10-14, 2012.
34. S. Koshihara, K. Onda, Y. Matsubara, T. Ishikawa, Y. Okimoto, T. Hiramatsu, G. Saito, Y. Nakano, H. Yamochi, "The Initial Process of Photoinduced Phase Transition in an Organic Electron-Lattice Correlated System using 10-fs Pulse", International School & Symposium on Molecular Materials & Devices (ISSMMD2012), Durham, UK 23-29 September 2012
35. S. Ishihara "Inelastic x-ray scattering for collective electronic excitations in orbitally degenerate and related systems", RIKEN Workshop on High-Resolution Spectroscopy with X-Rays (RIKEN, Wako Campus) Nov.

14-15, 2012

36. S. Ishihara, "Quantum spin liquid and dynamical Jan-Teller effect in an orbitally degenerate magnet", JAEA Synchrotron Radiation Research Symposium "Magnetism in Quantum Beam Science", Harima, March 11-13, 2013
37. K. Yonemitsu and K. Nishioka, "Photoinduced Dynamics during Charge-Order Melting: Nonequilibrium Phonon-Frequency Modulation," The 11th China-Japan Joint Symposium on Conduction and Photoconduction in Organic Solids and Related Phenomena, Changchun, China, September 1-4, 2013
38. Shinya Koshihara, "Search for a hidden phase in strongly correlated systems and the role of ultrafast dynamical structural probing", Collaborative Conference on SD & Materials Reserach 2013, Ramada Plaza Hotel, Jeju, South Korea, June 24-28, 2013
39. Yoichi Okimoto, "Ultrafast real space dynamics in a spin crossover cobalt perovskite", Seminar at Advanced Light Source, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, USA, October 22, 2013
40. Y. Okimoto, S. Koshihara and M. Itoh, "Ultrafast real space dynamics in a spin crossover cobalt perovskite", ISSMM 2013, Tokyo Institute of Technology, Japan, November 4-8, 2013
41. S. Ishihara, "Electric polarization, polar collective excitation and superconductivity in correlated electrons of organic material", Collaborative Conference on 3D & Materials Research (CC3DMR), Jeju, Korea, Jun. 24-28, 2013
42. S. Ishihara, "Dynamical Jan-Teller effect and quantum spin liquid in correlated electron materials", Quantum in Complex Matter Super Stripes 2013, Ischia, Italy, May 27- Jun. 1, 2013.
43. *Shinya Koshihara, "Dynamical Role of Hidden Faces in Photo-Functional Materials", 5th International conference on Photoinduced Phase Transition and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June 2014
44. *Ken Onda, "Photofunction of organic materials studied by time-resolved infrared vibrational spectroscopy", 5th International conference on Photoinduced Phase Transition and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June 2014
45. *Yoichi Okimoto, "Ultrafast dynamics in spin crossover cobaltites", 5th International conference on Photoinduced Phase Transition and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June 2014
46. Shinya Koshihara, "Search for a hidden phase in strongly correlated systems based on ultrafast structural dynamics", The 4th International Conference on MEXT Project of Integrated Research on Chemical Synthesis, Kyoto, Uji, Japan, 10th July, 2014
47. *K. Yonemitsu and K. Nishioka, "Pulsed vs. CW Laser Excitations: Different Controlling Mechanisms of Photoinduced Charge-Order Melting in Molecular Crystals," 5th International conference on Photoinduced Phase Transition and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June 2014
48. *S. Ishihara H. Hashimoto and E. Iyoda, "Ultrafast Photoinduced Electron Dynamics in Mott Insulators and Correlated Metals," 5th International conference on Photoinduced Phase Transition and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June 2014
49. S. Ishihara, H. Hashimoto, E. Iyoda, J. Ohara, Y. Kanamori, "Optical Control of Magnetism in Correlated Oxides", Moscow International

Symposium on Magnetism MISM-2014, Lomonosov Moscow State University, Moscow, 29 June - 3 July 2014

50. S. Ishihara, H. Hashimoto and E. Iyoda, "Ultrafast Photoinduced Electron Dynamics in Correlated Cuprate Systems", SUPERSTRIPES 2014, Erich, Italy, 26-30 July 2014
51. S. Ishihara, M. Naka, T. Watanabe, and J. Nasu, "Electronic ferroelectricity in dimer-type organic crystals" International School and Workshop on Electronic Crystal (ECRYS-2014), Cargese, France, August 11-23, 2014
52. S. Ishihara, M. Naka, T. Watanabe, and J. Nasu, "Electron and Ferroelectricity in Organic Solids", the 10th Japan-Korea Conference on Ferroelectrics(JKC-FE10), Hiroshima, Aug. 17 - 20, 2014
53. S.Koshihara, "Search for a hidden phase based on the photo-induced cooperative effect", The Fujihara seminar, Tomakomai, Japan, 23-27 September, 2014
54. S.Koshihara, T.Ishikawa, Y.Okimoto, K.Fukumoto and K.Onda, "Role of the Hidden Phase in the Dynamical Process of Photoinduced Phase Transition", Phase transition and Dynamical properties of Spin Transition Materials (PDSTM 2014), Sanjo-Kaikan, Univ.Tokyo, Japan, 19th-24th November, 2014
55. K. Onda, "Time-resolved infrared spectroscopy for studying photo-energy conversion systems", 2014 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP 2014), Awaji, Japan, Nov. 28, 2014
56. S. Koshihara, K. Fukumoto, K. Onda, "ULTRAFAST CARRIER DYNAMICS IN NANO-SCALE SPACE OBSERVED BY FEMTOSECOND TIME-RESOLVED PHOTO-EMISSION ELECTRON MICROSCOPE", 2014 International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP 2014), Awaji, Japan, Nov. 28, 2014 58.
57. S. Ishihara, E. Iyoda, H. Hashimoto, "Real time dynamics in spin-charge correlated electron systems", Yukawa International Seminar (YKIS) 2014:"Nonequilibrium Phenomena in Novel Quantum States", Kyoto, Dec. 3 - 5, 2014.
58. S. Ishihara "Photoinduced electron dynamics in strongly correlated electron systems", 7th French-Japanese joint workshop on Frontier Materials, Nantes, France, Dec. 8-12 Nantes France
59. S. KOSHIHARA, T. ISHIKAWA, Y. OKIMOTO, K. FUKUMOTO AND K. ONDA, "ROLE OF THE HIDDEN PHASE IN THE DYNAMICAL PROCESS OF PHOTOINDUCED PHASE TRANSITION", Asian Academic Seminar 2015, Kolkata, India, 6-10th March, 2015

② 口頭発表 (国内会議 134 件、国際会議 38 件)
(国内会議)

1. 佐藤篤志(高エネ研)、野澤俊介、富田文菜、星野学、腰原伸也、藤井浩、足立伸一、100ピコ秒時間分解XAFS、第23回放射光学会年次会、イグレひめじ、2010年1月6-9日
2. 沖本洋一(東工大)、強相関スピントスオーバーコバルト酸化物の光励起相転移の研究、新学術領域研究「半導体における動的相関電子系の光科学」第3回DYCEシンポジウム、京都大学、2010年1月6、7日
3. 藤原幸宏(東大)、山下直飛人、溝川貴司、石川忠彦、腰原伸也、武貞正樹、伊藤満、光励起下のSrTiO₃の電子状態、日本物理学会第65回年次大会、岡山大学津島キャンパス、2010年3月20-23日

4. 金森悠(東北大)、松枝宏明、石原純夫、「二重交換模型における光誘起スピン電荷ダイナミクスの励起光強度依存性」日本物理学会 2010 年年次大会 (岡山大学)2010.3.20-23
5. 石井賢治(原子力機構)、石原純夫、村上洋一、池内和彦、葛下かおり、大和田謙二、稲見俊哉、吉田雅洋、Ignacs Jarrige, 多々見央、新岡真也、備前大輔、安藤悠也、前川禎通、遠藤康夫「共鳴非弾性X線散乱における KCuF₃ の軌道励起の偏光依存性」日本物理学会 2010 年年次大会(岡山大学) 2010.3.20-23
6. 野澤俊介(高エネ研)、佐藤篤志、富田文菜、星野学、所裕子、大越慎一、足立伸一、腰原伸也、ピコ秒時間分解 XAFS を用いたプルシアンブルー類似体における光誘起構造転移ダイナミクスの観測,日本物理学会第 65 回年次大会、岡山大学津島キャンパス、2010 年 3 月 20-23 日
7. 符徳勝(静大)、谷口博基、伊藤満、腰原伸也、山本直紀、森成生、PMN リラクサーにおける多重スケール不均一性, 日本物理学会第 65 回年次大会、岡山大学津島キャンパス、2010 年 3 月 20-23 日
8. 符徳勝(静大)、伊藤満、腰原伸也、AgNbO₃-KNbO₃ 固溶体の相図,日本物理学会第 65 回年次大会、岡山大学津島キャンパス、2010 年 3 月 20-23 日
9. 深澤直人(東工大)、石川忠彦、沖本洋一、腰原伸也、恩田健、山本浩史、加藤礼三、"δ"- δ -(BEDT-TTF)(TCNQ)の電荷秩序状態における超高速光誘起現象",日本物理学会第 65 回年次大会、岡山大学津島キャンパス、2010 年 3 月 20-23 日
10. 田中康寛(分子研)、米満賢治、「二次元有機導体における電荷秩序の光誘起融解とドメイン形成ダイナミクス,」日本物理学会第 65 回年次大会、岡山大学津島キャンパス、2010 年 3 月 20-23 日
11. 星野学(東工大)、佐藤篤志、富田文菜、野澤俊介、大久保敬、小谷弘明、福住俊一、植草秀裕、足立伸一、腰原伸也、Pump-Probe 単結晶 X 線構造解析による 9-メチル-10-メチルアクリジニウムカチオンの光励起電子移動状態の直接観察,日本化学会第90春季年会、近畿大学本部キャンパス(大阪府)、2010 年 3 月 26 日-29 日
12. 佐藤篤志(高エネ研)、野澤俊介、富田文菜、星野学、腰原伸也、藤井浩、足立伸一、[Ru(bpy)₃]²⁺の 100 ピコ秒時間分解 XAFS, 日本化学会第90春季年会、近畿大学本部キャンパス(大阪府)、2010 年 3 月 26 日-29 日
13. 野澤俊介、佐藤篤志、富田文菜、星野学、所裕子、大越慎一、足立伸一、腰原伸也、ピコ秒時間分解 XAFS を用いた鉄-コバルトシアノ架橋錯体における光誘起相転移ダイナミクス、第 22 回配位化合物の光化学討論会、立山国際ホテル、2010 年 8 月 3-5 日
14. 佐藤篤志、野澤俊介、富田文菜、星野学、腰原伸也、藤井浩、足立伸一、[Ru(bpy)₃]²⁺の時間分解 XAFS、第 4 回分子科学討論会 2010 大阪、2010 年 9 月 14-17 日
15. 恩田健、荻原将、板谷治郎、石川忠彦、沖本洋一、腰原伸也、邵向鋒、中野義明、矢持秀起、斎藤軍治、電荷移動型錯体(EDO-TTF)₂PF₆ における 10 fs から 100 ps に渡る光誘起ダイナミクス、第 4 回分子科学討論会 2010 大阪、2010 年 9 月 14-17 日
16. 倉島昌史、沖本洋一、瀬古小桃、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、等々力直之、京免徹、伊藤満、Pr_{0.5}Ca_{0.5}CoO₃ の光誘起相転移ダイナミクスの励起強度依存症、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学中百舌鳥キャンパス 2010 年 9 月 23-26 日
17. 松原圭孝、深澤直人、石川忠彦、沖本洋一、腰原伸也、平松孝章、矢持秀起、田中耕一郎、恩田健、[EDO-TTF]_{1-x}(MeEDO-TTF)_x]₂PF₆ における光誘起相転移:時間分解振動分光、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学中百舌鳥キャンパス 2010 年 9 月 23-26 日

18. 田中貴裕、松原圭孝、深澤直人、石川忠彦、恩田健、沖本洋一、腰原伸也、田村雅史、加藤礼三、Cs[Pd(dmit)₂]₂における光誘起相転移ダイナミクスの研究、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学中百舌鳥キャンパス 2010 年 9 月 23-26 日
19. 北山眞、蝶野彩、石川忠彦、恩田健、沖本洋一、腰原伸也、森川徹、白旗崇、御崎洋二、光学スペクトルから見た(DMEDO-EBDT)₂PF₆の金属絶縁体転移、大阪府立大学中百舌鳥キャンパス 2010 年 9 月 23-26 日
20. 吉田樹史、松原圭孝、沖本洋一、石川忠彦、腰原伸也、恩田健、フェムト秒時間分解フォノン分光による有機電荷移動錯体 TTF-CA 結晶の光誘起中性・イオン性相転移、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3 月 25 日-28 日
21. 山口雄大、沖本洋一、松原圭孝、吉田樹史、石川忠彦、腰原伸也、恩田健、有機電荷移動錯体 TTF-CA 結晶のテラヘルツ時間領域分光、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3 月 25 日-28 日
22. 松原圭孝、深澤直人、石川忠彦、沖本洋一、腰原伸也、平松孝章、中野義明、矢持秀起、田中耕一郎、恩田健、[(EDO-TTF)_{1-x}(MeEDO-TTF)_x]₂PF₆における金属絶縁体転移の赤外分光による研究、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3 月 25 日-28 日
23. 石川忠彦、蝶野彩、北山眞、田中貴裕、恩田健、沖本洋一、腰原伸也、森川徹、白旗崇、御崎洋二、(DMEDO-EBDT)₂PF₆における光誘起相転移の探索、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3 月 25 日-28 日
24. 深澤直人、石川忠彦、沖本洋一、腰原伸也、山本貴、田村雅史、加藤礼三、恩田健、時間分解分子振動分光法を用いた Et₂Me₂Sb[Pd(dmit)₂]₂ 完全電荷分離相における光誘起現象の解明、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3 月 25 日-28 日
25. 沖本洋一、江川亜美、倉島昌史、深谷亮、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、諫山晃、笹川崇男、層状コバルト酸化物 La_{1.5}Sr_{0.5}CoO₄ のフェムト秒時間分解反射分光、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3 月 25 日-28 日
26. 深谷亮、國友美弥子、沖本洋一、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、由井英臣、笹川崇男、梯子型銅酸化物 Sr_{14-x}CaxCu₂₄O₄₁ における超高速光誘起キャリアダイナミクス、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3 月 25 日-28 日
27. 米満賢治、光誘起絶縁体金属転移における量子フォノン効果、CREST チーム・ミーティング、東京工業大学すずかけ台キャンパス、8 月 30 日。
28. 西岡圭太、光誘起グラファイト・ダイヤモンド相転移における層間結合ドメイン形成のダイナミクス、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学、9 月 23 日。
29. 米満賢治、ダイマー・モット絶縁相の光誘起ダイナミクス: 相互作用変調 vs. キャリヤ導入、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学、9 月 24 日。
30. 田中康寛、電極に繋がれた一次元ハバードモデルの非平衡状態と電流電圧特性、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学、9 月 26 日。
31. 田中康寛、三角格子上の電荷秩序状態における非線形伝導の理論、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学、9 月 26 日。
32. 米満賢治、光誘起相転移ダイナミクス: 電子と構造のインタープレイ、研究会「相関の強い量子系の新量子相探求とダイナミクスの解明」、分子科学研究所、11 月 12 日。
33. 米満賢治、絶縁体に電気を流す: ナノとマクロで異なる伝導機構および電気が流れるときの電荷秩序の挙動、自然科学研究機構「自然科学における階層と全体」シンポジウム、名古屋、1月18-19日。
34. 米満賢治、光誘起ダイナミクスが示す中性イオン性転移に対する分子内振動の役割、日本物理学会第 66 回年次大会、新潟大学、3 月 25-28 日。
35. 西岡圭太、米満賢治、Et₂Me₂Sb[Pd(dmit)₂]₂における電荷分離相の光誘起

- 融解の理論、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3月25日-28日
36. 石原純夫「はじめに」シンポジウム”やわらかい電荷秩序”の特異な誘電性・伝導性と外場制御” 日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学、9月23日-26日
 37. 大原潤, 金森悠, 石原純夫、電荷・スピン結合系における光誘起秩序融解、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学、9月23日-26日
 38. 伊藤弘毅, 伊藤桂介, 中屋秀貴, 安生皓平, 岩井伸一郎, 石原純夫, 斎藤伸吾, 赤浜裕士, 早川弘毅, 大石大輔, 神戸高志, 池田直、層状鉄酸化物 LuFe_2O_4 の超高速テラヘルツ応答、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学、9月23日-26日
 39. 渡邊努, 石原純夫、ハニカム格子 ionic-Hubbard 模型における金属-絶縁体転移とスピン・電荷状態、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学、9月23日-26日
 40. 那須讓治, 石原純夫、異方的な軌道自由度を有する相関電子系のモット転移とその近傍の軌道状態、日本物理学会 2010 年秋季大会、大阪府立大学、9月23日-26日
 41. 大原潤, 金森悠, 石原純夫、強相関電子系における光誘起秩序融解現象、DYCE 若手道場、兵庫、10月5日-6日
 42. 金森悠, 大原潤, 石原純夫、遍歴相関電子系における光誘起スピン転移の実時間ダイナミクス、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3月25日-28日
 43. 大原潤, 金森悠, 石原純夫、強相関電子系における光誘起電荷・スピンドイナミクスの励起強度特性、日本物理学会 2011 年第66回年次大会、新潟大学、3月25日-28日
 44. 深澤直人、時間分解分子振動分光法を用いた $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ 完全電荷分離相における光誘起現象の解明、理研シンポジウム「金属 dmit 錯体による磁性・伝導性研究の最前線」、理化学研究所 2011 年 5 月 13 日(金)
 45. 石川忠彦、電荷分離相転移を起こす $\text{Pd}(\text{dmit})_2$ 塩における光誘起相転移ダイナミクス、理研シンポジウム「金属 dmit 錯体による磁性・伝導性研究の最前線」、理化学研究所 2011 年 5 月 13 日(金)
 46. Onda Ken; Ogihara Sho; Ishikawa Tadahiko; Okimoto Yoichi; Koshihara Shinya; Shao Xiangfeng; Nakano Yoshiaki; Hiramatsu, Takaaki; Yamochi Hideki; Saito Gunzi、”Photoinduced dynamics in a conducting charge transfer complex over a range from 10 fs to 100 ps”、第27回化学反応討論会 東京工業大学(大岡山) 2011 年 6 月 9 日
 47. 松原圭孝, 沖本洋一, 吉田樹史, 石川忠彦, 腰原伸也, 恩田健、時間分解赤外振動分光による TTF-CA の光誘起電荷・構造揺らぎの観測、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学五福キャンパス、2011 年 9 月 21-24 日
 48. 松原圭孝, 荻原將, 石川忠彦, 沖本洋一, 腰原伸也, 邵向鋒, 中野義明, 平松孝章, 矢持秀起, 斎藤軍治, 恩田健、(EDO-TTF) $_2$ PF $_6$ 光誘起相転移における励起状態電子コヒーレンスの観測と制御、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学五福キャンパス、2011 年 9 月 21-24 日口頭
 49. 蝶野彩, 北山眞, 石川忠彦, 恩田健, 沖本洋一, 腰原伸也, 森川徹, 白旗崇, 御崎洋二、(DMEDO-EBDT) $_2$ PF $_6$ における光誘起相転移の探索 II、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学五福キャンパス、2011 年 9 月 21-24 日
 50. 田中貴裕, 松原圭孝, 深澤直人, 石川忠彦, 恩田健, 沖本洋一, 腰原伸也, 田村雅史, 加藤礼三、Cs[Pd(dmit) $_2$] $_2$ における光誘起相転移ダイナミクスの研究 II、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学五福キャンパス、2011 年 9 月 21-24 日
 51. 瀬古小桃, 沖本洋一, 倉島昌史, 深谷亮, 江川亜美, 石川忠彦, 恩田健, 腰原伸也,

- 京免徹,伊藤満,Pr0.5Ca0.5CoO3 の二重パルス励起による光誘起相転移の観測、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学五福キャンパス、2011 年 9 月 21-24 日
52. 江川亜美,沖本洋一,倉島昌史,深谷亮,石川忠彦,恩田健,腰原伸也,諫山晃,笹川崇男、フェムト秒時間分解反射・透過分光から見た La1.5Sr0.5CoO4 結晶の励起状態の研究、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学五福キャンパス、2011 年 9 月 21-24 日
53. 深谷亮,國友美弥子,沖本洋一,松原圭孝,石川忠彦,恩田健,腰原伸也,由井英臣,笹川崇男、梯子型銅酸化物 Sr14-xCaxCu24O41 における光誘起電子相転移ダイナミクス I; 10fs 時間分解分光、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学五福キャンパス、2011 年 9 月 21-24 日
54. 國友美弥子,深谷亮,沖本洋一,石川忠彦,恩田健,腰原伸也,由井英臣,笹川崇男、梯子型銅酸化物 Sr14-xCaxCu24O41 における光誘起電子相転移ダイナミクス II;100fs 時間分解分光、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学五福キャンパス、2011 年 9 月 21-24 日
55. 星野学、野澤俊介、佐藤篤志、富田文菜、足立伸一、腰原伸也、TTF-CA の分子間相互作用緩和過程の時間分解 X 線構造解析、日本結晶学会、北海道大学学術交流会館、2011 年 11 月 24 日・25 日
56. 深谷亮、國友美弥子、沖本洋一、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、諫山晃、由井英臣、笹川崇男、梯子型銅酸化物 Sr14-xCaxCu24O41 における光誘起電子相転移ダイナミクス、日本物理学会第 67 回年次大会、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012 年 3 月 24-27 日
57. 石川忠彦、田中貴裕、深澤直人、沖本洋一、恩田健、腰原伸也、長谷川巧、宇田川眞行、山本貴、田村雅、振動スペクトルから見たX[Pd(dmit)₂]₂の光誘起相転移日本物理学会第 67 回年次大会、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012 年 3 月 24-27 日
58. 江川亜美,沖本洋一,松原圭孝,山田友輝,深谷亮,石川忠彦,恩田健,腰原伸也,谷口博基,伊藤満、フェムト秒時間分解反射・透過分光から見た La1.5Sr0.5CoO4 結晶の励起状態の研究 II、日本物理学会第 67 回年次大会、関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス、2012 年 3 月 24-27 日
59. 金森悠、大原潤、石原純夫、”スピン状態自由度のある相関電子系における光誘起スピン転移ダイナミクスの理論”, 日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学、2011 年 9 月 21-24 日
60. 大原潤、金森悠、石原純夫、”電荷・スピン結合系における光誘起秩序融解ダイナミクスの特異な励起強度依存性2、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学、2011 年 9 月 21-24 日
61. 中惇、石原純夫”内部自由度のある電荷秩序系の電荷ダイナミクス”, 日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学、2011 年 9 月 21-24 日
62. 石井賢司、吉田雅洋、ジャリッジイニヤス、水木純一郎、中惇、石原純夫、池田直 ”共鳴非弾性 X 線散乱による LuFe2O4 におけるフラストレートした電荷ゆらぎの観測”、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学、2011 年 9 月 21-24 日
63. 伊藤弘毅、伊藤桂介、安生皓平、岩井伸一郎、石原純夫、齋藤伸吾、赤浜裕士、大石大輔、神戸高志、池田直、”層状鉄酸化物 LuFe2O4 における電荷秩序の光融解”、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学、2011 年 9 月 21-24 日
64. 伊藤桂介、安生皓平、伊藤弘毅、岩井伸一郎、石原純夫、齋藤伸吾、佐々木孝彦 ”ダイマーモット絶縁体 κ-(BEDT-TTF)2Cu2(CN)3 における分極クラスターの光誘起テラヘルツダイナミクス”, 日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学、2011 年 9 月 21-24 日
65. 中惇、石原純夫、”フラストレーションのある電荷秩序系の電荷励起”, 関西学院大学 西宮上ヶ原キャンパス 2012 年 3 月 24-日 27 日

66. 伊藤桂介, 安生皓平, 伊藤弘毅, 岩井伸一郎, 石原純夫, 齋藤伸吾, 狩野旬, 永田知子, 深田幸正, 神戸高志, 池田直, "層状鉄酸化物 LuFe_2O_4 における光誘起相転移の層間ダイナミクス", 関西学院大学 西宮上ヶ原キャンパス 2012年3月24-27日
67. 西岡圭太, $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ における電荷分離相の光誘起融解の理論、理研シンポジウム「金属 dmit 錯体による磁性・伝導性研究の最前線」、理化学研究所、2011年5月13日
68. 田中康寛, 米満賢治、二次元有機導体における格子歪みを伴う電荷秩序と非線形伝導の理論、日本物理学会 2011年秋季大会、富山大学、2011年9月21日
69. 米満賢治、光誘起中性イオン性転移における格子振動と分子振動の役割、日本物理学会 2011年秋季大会、富山大学、2011年9月22日
70. 西岡圭太, 米満賢治, $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ における電荷分離相の光誘起融解ダイナミクス、日本物理学会 2011年秋季大会、富山大学、2011年9月22日
71. 西岡圭太, 米満賢治, $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ における光誘起電荷秩序融解ダイナミクス、日本物理学会 第67回年次大会、関西学院大学、2012年3月24日
72. 田中康寛, 米満賢治、有機導体 β -(meso-DMBEDT-TTF) $_2\text{PF}_6$ における電荷秩序と非線形伝導、日本物理学会 第67回年次大会、関西学院大学、2012年3月26日
73. 関新之介、沖本洋一、深谷亮、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、谷口博基、伊藤満、「 $\text{Ca}_2\text{Fe}_{2-x}\text{Al}_x\text{O}_5$ 結晶におけるフェムト秒時間分解反射分光」、日本物理学会 2012年秋季大会、横浜国立大学、2012年9月18-21日
74. 山田友輝、福本恵紀、石川忠彦、沖本洋一、恩田健、腰原伸也、「時間分解光電子顕微鏡による SiO_2/Si 界面の光キャリア拡散のイメージング」、日本物理学会 2012年秋季大会、横浜国立大学、2012年9月18-21日
75. 上野愛実、江川亜美、深谷亮、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、沖本洋一、「全方位ポンプ・プローブ分光によるシリコンのキャリアダイナミクス観測」、日本物理学会 2012年秋季大会、横浜国立大学、2012年9月18-21日
76. 福本恵紀、山田友輝、石川忠彦、沖本洋一、恩田健、腰原伸也、「フェムト秒レーザーを利用した時間分解光電子顕微鏡の開発」、日本物理学会 2012年秋季大会、横浜国立大学、2012年9月18-21日
77. 石川忠彦、進藤泰貴、田中貴裕、恩田健、沖本洋一、腰原伸也、中林啓太、宮坂等、「共有結合性NI錯体における高速光応答の観測」、日本物理学会 2012年秋季大会、横浜国立大学、2012年9月18-21日
78. 深谷亮、國友美弥子、沖本洋一、松原圭孝、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、諫山晃、由井英臣、笹川崇男、「梯子型銅酸化物 $\text{Sr}_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ における光誘起電荷密度波融解ダイナミクス」、日本物理学会 2012年秋季大会、横浜国立大学、2012年9月18-21日
79. 野澤俊介、佐藤篤志、富田文菜、星野学、腰原伸也、足立伸一、豊川秀訓、「時間分解 X 線発光分光による金属錯体の電子状態ダイナミクス」、日本物理学会 2012年秋季大会、横浜国立大学、2012年9月18-21日
80. 那須讓治、石原純夫「スピン軌道結合系における動的ヤーンテラー効果 II」、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学常盤台キャンパス)2012年9月18-21日
81. 中惇、石原純夫「内部自由度のある電荷秩序系の電荷ダイナミクス II」、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学常盤台キャンパス)2012年9月18-21日
82. 橋本博志、石原純夫「梯子型ハバード模型における光照射効果の理論」、日本物理学会 2012年秋季大会(横浜国立大学常盤台キャンパス)2012年9月18-21日

83. 関根聡彦, 那須譲治, 石原純夫 「ダイマー内の電荷自由度を有する相関電子系における超伝導 II」、日本物理学会 2012 年秋季大会 (横浜国立大学常盤台キャンパス) 2012 年 9 月 18-21 日
84. 佐藤篤志, 野澤俊介, 富田文菜, 星野学, 腰原伸也, 藤井浩, 足立伸一, 「レーザーパンプ・X 線プローブ法による Ru 錯体の光励起状態の構造観測」、第 26 回日本放射光学会年会, 名古屋大学, 2013 年 1 月 12-14 日
85. 野澤俊介, 佐藤篤志, 富田文菜, 星野学, 腰原伸也, 足立伸一, 豊川秀訓, 「時間分解 X 線発光分光を用いた金属錯体における電子状態ダイナミクスの観測」、第 26 回日本放射光学会年会, 名古屋大学, 2013 年 1 月 12-14 日
86. 腰原伸也, 「動的構造科学の最近の動向—東工大化学・材料系卓越大学院における役割—」、東北大学卓越大学院研究会 金属錯体の固体物性最前線—金属錯体と固体物性物理と生物物性の連携新領域を目指して—、東北大学理学研究科化学専攻講堂, 2013 年 2 月 4-6 日
87. 向田達彦, 深澤直人, 村田慧, 稲垣昭子, 穂田宗隆, 腰原伸也, 恩田健, 「ルテニウムポリピリジル錯体の時間分解赤外振動分光」、日本化学会第 93 春季年会 (2013), 立命館大学びわこ・くさつキャンパス 2013 年 3 月 22-25 日
88. 福本恵紀, 山田友輝, 恩田健, 腰原伸也, 「半導体中の光キャリアダイナミクスのイメージング」、第 60 回日本応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, 2013 年 3 月 27-30 日
89. 深谷亮, 國友美弥子, 沖本洋一, 石川忠彦, 恩田健, 腰原伸也, 諫山晃, 笹川崇男, 「梯子型銅酸化物 $\text{Sr}_{14}\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ における光誘起電荷密度波融解ダイナミクス II」、日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学東広島キャンパス, 2013 年 3 月 26-29 日
90. 沖本洋一, 江川亜美, 深谷亮, 石川忠彦, 恩田健, 腰原伸也, 諫山晃, 笹川崇男, 「スピントロニクスオーバー Co 酸化物 $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_4$ の光励起状態と実空間ダイナミクス」、日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学東広島キャンパス, 2013 年 3 月 26-29 日
91. 松原圭孝, 石川忠彦, 沖本洋一, 腰原伸也, 平松孝章, 中野義明, 矢持秀起, 斎藤軍治, 恩田健, 「(EDO-TTF) 2PF_6 の光誘起相転移における電子コヒーレンスとコヒーレント制御」、日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学東広島キャンパス, 2013 年 3 月 26-29 日
92. 山田友輝, 福本恵紀, 石川忠彦, 沖本洋一, 恩田健, 腰原伸也, 「時間分解光電子顕微鏡による半導体光キャリアダイナミクスのイメージング」、日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学東広島キャンパス, 2013 年 3 月 26-29 日
93. 石川忠彦, 恩田健, 沖本洋一, 腰原伸也, 野村光城, 加藤礼三, 山本貴, 「光学スペクトルから見た $\text{X}[\text{Pt}(\text{dmit})_2]_2$ ($\text{X}=\text{Me}_4\text{P}$, Me_4Sb) における電荷分離相転移」、日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学東広島キャンパス, 2013 年 3 月 26-29 日
94. 田中康寛, 「有機導体 α -(ET) 2I_3 における電子相関効果」、日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学, 2013 年 3 月 26-29 日
95. 橋本博志, 石原純夫, 「梯子型ハバード模型における光照射効果 II」、日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学, 2013 年 3 月 26-29 日
96. 伊與田英輝, 石原純夫, 「モット絶縁体に動的にドーピングされたキャリアの実時間ダイナミクス」日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学, 2013 年 3 月 26-29 日
97. 那須譲治, 石原純夫, 「強相関軌道・格子結合系におけるダイナミクスの理論」、日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学, 2013 年 3 月 26-29 日
98. 中惇, 石原純夫, 「ダイマーモット絶縁体における誘電性と乱れの効果」、日本物理学会第 68 回年次大会, 広島大学, 2013 年 3 月 26-29 日
99. 田中康寛, 「有機導体 α -(BEDT-TTF) 2I_3 の基底状態における電子相関効

- 果」、日本物理学会 2013 年秋季大会、徳島大学、2013 年 9 月 25-28 日
100. 西岡圭太、米満賢治、「ダイマー結晶における光誘起ダイマー間電荷移動の連続光/パルス光による制御」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学、2014 年 3 月 27-30 日
 101. 寒河江悠途、石川貴悠、山田研太郎、伊藤弘毅、山本薫、葉師久弥、石原純夫、米満賢治、岩井伸一郎、「1.5 サイクル赤外パルスが駆動する超高速電荷ダイナミクス;電子強誘電体(TMTTF)2AsF6」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学、2014 年 3 月 27-30 日
 102. 石川貴悠、山田研太郎、寒河江悠途、伊藤弘毅、山本薫、葉師久弥、佐々木孝彦、石原純夫、米満賢治、岩井伸一郎、「1.5 サイクル赤外パルスが駆動する超高速電荷ダイナミクス;電子強誘電体 α -(ET)2I3」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学、2014 年 3 月 27-30 日
 103. 田中康寛、「有機導体 α -(BEDT-TTF)2I3 における電子相関効果」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学、2014 年 3 月 27-30 日
 104. 時間分解振動分光、電子線回折による有機結晶のピコ秒構造変化、恩田健、石川忠彦、沖本洋一、腰原伸也、矢持秀起、加藤礼三、R. J. Dwayne Miller、第 7 回分子科学討論会 2013、2013 年 9 月 27 日、京都テルサ、京都市、口頭
 105. 松木喬、山田友輝、福本恵紀、恩田健、池本和史、船木健伍、溝口来成、野口智弘、Ayse Seyhan、小田俊理、腰原伸也、「フェムト秒レーザーを利用した時間分解光電子顕微鏡による Si ナノ構造中の光キャリアダイナミクス」、第 32 回表面科学学術講演会、つくば国際会議場、2013 年 11 月 26 日
 106. 深谷亮、山谷奈央、成瀬卓、沖本洋一、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、岡研吾、東正樹、「スピンドロスオーバー Co 酸化物 BiCoO3 における強誘電性の光制御」、日本物理学会 2013 年秋季大会、徳島大学、2013 年 9 月 25 日 - 28 日
 107. 進藤 泰貴、細田 亮介、石川忠彦、恩田 健、沖本 洋一、腰原 伸也、野村光城、加藤 礼三、山本 貴、Alain Moreac, Wawrzyniec Kaszub, Maciej Lorenc、「Me4P[Pt(dmit)2]2 における光励起応答ダイナミクスの観測」、日本物理学会秋季大会、徳島大学、2013 年 9 月 25 日
 108. 深谷亮、沖本洋一、山谷奈央、田中誠一、恩田健、石川忠彦、腰原伸也、諫山晃、笹川崇男、秋光純、堀金和正、「層状ペロブスカイト Co 酸化物における時間分解ラマン分光」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学、2014 年 3 月 27-30 日
 109. 上野愛美、深谷亮、江川亜美、石川忠彦、腰原伸也、沖本洋一、「シリコン結晶の光キャリアの実空間ダイナミクス」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学、2014 年 3 月 27-30 日
 110. 石川忠彦、沖本洋一、恩田健、腰原伸也、Stuart A. Hayes, Sercan Keskin, Gaston Corthey, 羽田真毅, Kostyantyn Pichugin, Alexander Marx, R.J. Dwayne Miller, Wawrzyniec Kazub, Maciej Lorenc, 山本貴, 野村光城, 加藤礼三、「時間分解電子線回折による Me4P[Pt(dmit)2]2 における光誘起構造変化ダイナミクスの直接観測」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学、2014 年 3 月 27-30 日
 111. 橋本博志、松枝宏明、妹尾仁嗣、石原純夫、「電荷秩序系における光誘起融解の初期ダイナミクス」、日本物理学会 2013 年秋季大会、徳島大学常三島キャンパス、2013 年 9 月 25 日 - 28 日
 112. 伊與田英輝、石原純夫、「モット絶縁体に動的にドーブされたキャリアの実時間ダイナミクス II」、日本物理学会 2013 年秋季大会、徳島大学常三島キャンパス、2013 年 9 月 25 日 - 28 日
 113. 橋本博志、石原純夫、「梯子型ハバード模型における二重パルス励起による実時間ダイナミクス」、日本物理学会 2013 年秋季大会、徳島大学常三島キャンパス、

2013年9月25日 - 28日

114. 山田研太郎, 石川貴悠, 寒河江悠途, 伊藤弘毅, 狩野旬, 永田知子, 深田幸正, 神戸高志, 佐々木孝彦, 石原純夫, 池田直, 岩井伸一郎、「LuFe₂O₄における光誘起相転移の超高速電荷・格子ダイナミクス II」、日本物理学会 2013 年秋季大会、徳島大学常三島キャンパス、2013 年 9 月 25 日 - 28 日
115. 伊藤桂介, 後藤和紀, 山田研太郎, 石川貴悠, 伊藤弘毅, 石原純夫, 齋藤伸吾, 狩野旬, 永田知子, 深田幸正, 神戸高志, 池田直, 岩井伸一郎、「層状鉄酸化物 LuFe₂O₄における光誘起電荷・スピン相転移」、日本物理学会 2013 年秋季大会、徳島大学常三島キャンパス、2013 年 9 月 25 日 - 28 日
116. 橋本博志, 松枝宏明, 妹尾仁嗣, 石原純夫、「電荷秩序系における光誘起融解の初期ダイナミクス II」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学 湘南キャンパス、2014 年 3 月 27 日 - 30 日
117. 中惇, 那須讓治, 石原純夫、「ダイマーマット系の電荷揺らぎとスピン状態の理論」日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学湘南キャンパス、2014 年 3 月 27 日 - 30 日
118. 伊藤桂介, 後藤和紀, 伊藤弘毅, 齋藤伸吾, 米山直樹, 佐々木孝彦, 石原純夫, 岩井伸一郎、「電子型誘電体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu₂(CN)₃ におけるテラヘルツ応答と光誘起相転移」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学湘南キャンパス、2014 年 3 月 27 日 - 30 日
119. 福本恵紀, Ayse Seyhan, 恩田健, 山田友輝, 松木喬, 池本和史, 船木健伍, 小田俊理, 腰原伸也、「フェムト秒時間分解光電子顕微鏡により Si ナノ結晶中の光キャリアダイナミクス」、日本物理学会 2014 年秋季大会、2014 年 9 月 7-10 日、中部大学
120. 細田亮介, 沖本洋一, 田中誠一, 石川忠彦, 恩田 健, 腰原伸也, 熊井玲児「時間分解振動分光による K-TCNQ の光誘起ダイナミクス」、光物性研究会, 神戸大学, 2014 年 12 月 12-13 日
121. 藤沼亮太, 米満賢治, 田中康寛、「TaS₂ における電荷密度波状態の安定性と光誘起ダイナミクス」、日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
122. 米満賢治, 西岡圭太、「対称モノサイクル光パルス励起による負温度状態生成と相互作用反転」、日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
123. 柳谷洋貴, 田中康寛, 米満賢治、「強い電場下の拡張ハバード模型における相互作用反転と相分離」、日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
124. 石川貴悠, 寒河江悠途, 内藤陽太, 川上洋平, 伊藤弘毅, 山本薫, 薬師久弥, 中村優斗, 岸田英夫, 佐々木孝彦, 石原純夫, 田中康寛, 米満賢治, 岩井伸一郎、「1.5 サイクル赤外パルスが駆動する超高速電荷ダイナミクス; 電子強誘電体 α -(ET)₂I₃IV」、日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
125. 丹野恭平, 恩田健, 腰原伸也, 田中誠一, 稲垣昭子, 菊池信之介、「時間分解赤外分光法を用いた Ir 錯体の光励起ダイナミクス」日本化学会第 95 春季年会、2015 年 3 月 26-29 日、日本大学理工学部
126. 船木将孝, 山崎康臣, 森本樹, 石谷治, 田中誠一, 腰原伸也, 恩田健、「アールホスフィン配位子を持つ Re ジイミンビスカルボニル錯体の光励起ダイナミクス」、日本化学会第 95 春季年会、2015 年 3 月 26-29 日、日本大学理工学部
127. 向田達彦, 田中誠一, 腰原伸也, 恩田健「鉄(II)スピנקロスオーバー錯体の時間分解赤外分光」、日本化学会第 95 春季年会、2015 年 3 月 26-29 日、日本大学理工学部

128. 石川忠彦, 塩沼健太, 沖本洋一, 恩田健, 腰原伸也, Stuart A. Hayes, Sercan Keskin, Gaston Corthey, 羽田真毅, Kostyantyn Pichugin, Alexander Marx, R. J. Dwayne Miller, Wawrzyniec Kazub, Maciej Lorenc, 山本貴, 野村光城, 崔亨波, 加藤礼三 「時間分解電子線回折による $Mt_4P[Pt(dmit)_2]_2$ における光誘起構造変化ダイナミクスの直接観測 II」, 日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
129. 馬ノ段月果, 沖本洋一, 成瀬卓, 飯田祐樹, 田中誠一, 恩田健, 石川忠彦, 腰原伸也, 堀内佐智雄 「有機強誘電体 $Hdppz-Hca$ のプロトンダイナミクス II」, 日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
130. 橋本博志, 小野淳, 石原純夫, 「低次元局在電子系における光誘起ダイナミクスの数値的解析」, 日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
131. 小野淳, 橋本博志, 石原純夫, 「低次元電子格子結合系における光誘起電荷秩序融解ダイナミクス」日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
132. 橋本顕一郎, 小林亮太, 井口敏, 岡村英一, 谷口弘三, 森脇太郎, 池本夕佳, 中惇, 石原純夫, 佐々木孝彦, 「光学伝導度スペクトルからみたダイマーモット絶縁体 β' -(BEDT-TTF) $2ICl_2$ の圧力下超伝導に対する磁気・電荷揺らぎの効果」日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
133. 中惇, 渡邊努, 那須譲治, 石原純夫, 「ダイマーモット系における電荷自由度と非磁性状態」日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
134. 羽田真毅, 則松桂, Sercan Keskin, 鶴田哲也, 五十嵐九四朗, 笹川崇男, 恩田健, 萱沼洋輔. J. Dwayne Miller, 腰原伸也, 中村一隆, 「時間分解電子線回折法を用いたトポロジカル絶縁体の光誘起ダイナミクスの観測」, 日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日

(国際会議)

1. S. Ishihara (Tohoku Univ.) "Spin state transition and phase separation in correlated electron system", Joint IMR International Symposium High Magnetic Field Spin Science in 100T VI, Application of High Magnetic Field for Condensed Matter and Material Science, 2009.12.7-9, Sendai.
2. S. Ishihara (Tohoku Univ.), R. Suzuki, and T. Watanabe, "Spin-state transition and phase separation in multi-orbital Hubbard model" APS March Meeting 2010, March.15-19 2010, (Portland, USA)
3. T.Ishikawa, N.Fukazawa, T.Tanaka, Y.Matsubara, R.Nakajima, K.Onda, Y.Okimoto, S.Koshihara, M.Lorenc, E.Collet, M.Tamura, and R.Kato, "Dynamics of the Photoinduced Phase transition in $Pd(dmit)_2$ Salts", International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010(ICSM2010), Kyoto, 4-9 July 2010
4. K.Onda, S.Ogihara, J.Itatani, T.Ishikawa, Y.Okimoto, S.Koshihara, X.Shao, Y.Nakano, Y.Yamochi, and G.Saito, "Photoinduced Dynamics of a Quasi-1D Organic Conductor over a Range From 10 fs to 100 ps", 17th International Conference on Ultrafast Phenomena, the Silvertree Hotel and Snowmass Conference Center, Snoemass Village, CO, USA, 18-23 July 2010
5. Ken Onda, Keiki Fukumoto, and Shin-ya Koshihara, "Dynamics of Monolayer Water on a Single Crystalline TiO_2 Surface in Air by VSFG Spectroscopy", 7-th International Symposium on Ultrafast Surface Dynamics USD7, 22-26 August 2010, Brijuni Islands, Croatia
6. N.Fukazawa, MYoshitaka, T.Ishikawa, Y.Okimoto, S.Koshihara, K.Onda,

“Time-resolved infrared vibrational spectroscopy for studying dynamics of molecular crystals”, PACIFICHEM 2010, 15-20 December 2010, Honolulu, Hawaii

7. S. Ishihara, A Theory of Electronic Ferroelectricity, The 8th Japan-Korea Conference on Ferroelectrics, Himeji, Aug. 3-6
8. S. Ishihara, Ultrafast photo-induced phenomena in correlated electron systems with multi-degrees of freedom, The 17th International Conference on Dynamical Processes in Excited States of Solids (DPC'10) Argonne National Laboratory, (USA), June 20-25
9. S. Nozawa, T. Sato, A. Tomita, M.Hoshino, H. Tokoro, S. Ohkoshi, S.Adachi, S. Koshihara, “Dynamic Investigation of photoinduced phase transition in prussian blue analogs by picosecond time-resolved XAFS”, XXII Congress and General Assembly of the International Union of Crystallography, Madrid, Spain 22-30 August 2011.
10. Y. Okimoto, T. Egawa, M. Kurashima, K. Seko, R. Fukaya, T. Ishikawa, K. Onda, S. Koshihara, T. Kyoumen, M. Itoh, T. Arima, T. Sasagawa, “Photoinduced phase transition in perovskite-type cobalt oxides”, PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.
11. M. Servol, W. Kaszub, M. Lorenc, N. Moisan, H. Caolleau, R. Naskrecki, S. Koshihara, M.Maesato, X. Shao, Y. Nakao, H. Yamochi, G. Saito, E. Collet, “Out of equilibrium multi-phonon dynamics of the photoinduced phase transition in molecular material (EDO TTF)2SbF6”, PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.
12. S. Ishihara, Y.Kanamori, H. Matsueda, J. Ohara, Photo excited state in spin-charge coupled correlated electron system, APS March Meeting 2012, Boston, Massachusetts, USA, February 27–March 2 2012
13. M. Naka, S. Ishihara, Charge dynamics in a frustrated charge ordered multiferroic system, APS March Meeting 2012, Boston, Massachusetts, USA, February 27–March 2 2012.
14. K. Yonemitsu, “Theory of Photoinduced Electron-Phonon-Coupled Dynamics in 2D Organic Systems,” Workshop on Ultrafast Dynamics in Strongly Correlated Systems, ETH Zurich (Switzerland), April 6, 2011.
15. K. Yonemitsu, “Roles of Molecular Vibrations in Photoinduced Insulator-to-Metal and Neutral-to-Ionic Transitions,” 9th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Gniezno (Poland), September 28, 2011.
16. S. Ishihara, M. Naka, A. Sekine and J. Nasu "Electronic Ferroelectricity in Correlated Electron Systems", The 19th International Conference on Magnetism 2012 (Busan, Korea) July. 8-13, 2012.
17. Koshihara, “Role of 'hidden face' of Co oxide revealed by ultrafast spectroscopic and X-ray probes”, 2012 Advanced Light Source User Meeting, Workshop on 'New Science at Beamlines 6.0.1and 6.0.2', Berkeley, USA 2012 Oct 8-10
18. S. Ishihara, M. Naka, A. Sekine and J. Nasu "Polarization fluctuation and superconductivity in electronic ferroelectricity", International Symposium on Material Science Opened by Molecular Degree of Freedom (MDF2012) (Phoenix Seagaia Resort, Miyazaki) Dec. 1-4, 2012
19. J. Nasu, S.Ishihara, "Spin-orbital entanglement due to dynamical Jahn-Teller effect", APS March Meeting 2013, Baltimore, March 18–22, 2013
20. E. Iyoda, S. Ishihara, "Photo-doped carrier dynamics in Mott

insulating systems"APS March Meeting 2013, Baltimore, March 18–22, 2013

21. S. Ishihara, A. Sekine, J. Nasu, "Superconductivity and polar charge fluctuation in low dimensional organic salts"APS March Meeting 2013, Baltimore, March 18–22, 2013
22. M. Naka, S. Ishihara, "Collective charge excitation in low dimensional organic salts"APS March Meeting 2013, Baltimore, March 18–22, 2013
23. Keiki Fukumoto, Yuki Yamada, Ken Onda, and Shin-ya Koshihara, "Imaging of electron motion in semiconductors by femtosecond time resolved photoelectron emission microscopy", International Symposium on Ultrafast Surface Dynamics 8, Colorado, USA May 27-31, 2013
24. M. Gao, C. Lu, H. Jean-Ruel, L. C. Liu, A. Marx, K. Onda, S. Koshihara, Y. Nakano, X. Shao, T. Hiramatsu, G. Saito, H. Yamochi, R. R. Cooney, G. Moriena, G. Sciaini, and R. J. D. Miller, "Mapping Molecular Motions in an Organic System with Ultrabright Electrons", CLEO : 2013 San Jose, California June 9-14, 2013
25. S. Ishihara, H. Hashimoto, "Ultrafast dynamics in photo-induced correlated electronic states in ladder cuprates", APS March Meeting 2014, Denver, Colorado, March 3–7, 2014
26. H. Hashimoto, H. Matsueda, H. Seo, S. Ishihara, "Ultrafast photo-excited dynamics in two-dimensional charge ordered systems" APS March Meeting 2014, Denver, Colorado, March 3–7, 2014
27. M. Naka, S. Ishihara, "Effect of randomness on dielectric property in dimer-type organic salts", APS March Meeting 2014, Denver, Colorado, March 3–7, 2014
28. Keiki Fukumoto, Yuki Yamada, Ken Onda, and Shin-ya Koshihara, "Imaging of electron motion in semiconductors by femtosecond time resolved photoelectron emission microscopy", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Kyoto, Japan, September 16-20, 2013
29. Y. Okimoto, S. Koshihara and M. Itoh, "Ultrafast Real Space Dynamics in A Spin Crossover Cobalt Oxide", The 8th International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC-8), Mielparque-Yokohama, Yokohama, Japan, June 25-27, 2014
30. K. Yonemitsu and K. Nishioka, "Optical Control of Charge Transfers Using Molecular Hierarchy and Photoinduced Charge-Order Melting," International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2014 (ICSM 2014), Turku, Finland, June 30-July 5, 2014
31. H. Hashimoto, H. Matsueda, H. Seo and S. Ishihara, "Photo-induced dynamics in frustrated charge ordered systems"5th International conference on Photoinduced Phase Transition and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June 2014
32. S. Ishihara and M. Naka, "Multiferroics in Electronic Ferroelectricity in Organic Compounds, First International Workshop Novel Trends in Physics of Ferroics, St. Petersburg, Russia, 4-6 July, 2014
33. Keiki Fukumoto, Ayse Seyhan, Yuki Yamada, Takashi Matsuki, Ken Onda, Shinya Koshihara, Yoshifumi Nakamine, Kazufumi Ikemoto, Kengo Funaki, Shunri Oda, "Direct imaging of carrier dynamics in Si nanocrystals by using femtosecond time resolved photoemission electron microscopy", 2014 Materials Research Society Spring meeting, San Francisco, California, April 21-25, 2014
34. K. Fukumoto, Y. Yamada, T. Matsuki, K. Onda, T. Noguchi, R. Mizokuchi, S. Oda, and S. Koshihara, "Visualization of ultrafast electron dynamics

using time-resolved photoemission electron microscopy" The 19th International Conference on Ultrafast Phenomena, Okinawa, Japan, 7-11th July 7-11, 2014

35. Tadahiko Ishikawa, "Photo-induced dynamics of Pt(dmit)₂ salts studied by optical spectroscopy and electron diffraction technique", 5th International conference on Photoinduced Phase Transition and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June 2014
36. Keiki Fukumoto, "Imaging of photo-generated carrier dynamics in semiconductor using femtosecond time-resolved photoemission electron microscopy", 5th International conference on Photoinduced Phase Transition and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June 2014
37. Ryo Fukaya, Yoichi Okimoto, Miyako Kunitomo, Ken Onda, Tadahiko Ishikawa, Shin-ya Koshihara, Hiroshi Hashimoto, Sumio Ishihara, Akira Isayama, and Takao Sasagawa, "Ultrafast paired-carrier coherence control in two-leg ladder cuprate", International Conference on Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June, 2014
38. Sumio Ishihara, Eiki Iyoda "Photo-induced Ultra-fast Carrier Dynamics in a Mott Insulator with Antiferromagnetic Long-range Order" APS March Meeting 2015, Texas, USA, March 2-6, 2015

③ ポスター発表 (国内会議 70件、国際会議 57件)
(国内会議)

1. 鈴木亮(東北大)、渡邊努、石原純夫「スピン状態自由度のある相関電子系におけるキャリヤドーピング効果」物性科学領域横断研究会 2009.11.29-12.1 東京大学
2. 金森悠(東北大)、松枝宏明、石原純夫「スピン状態自由度のある相関電子系における光照射効果、「相関電子系における光誘起現象」研究会、京都大学基礎物理学研究所(湯川記念館パナソニック国際交流ホール)、2009年12月10-11日
3. 井上優太(東北大)、金森悠、松枝宏明、石原純夫、「スピン状態自由度のある相関電子系の光誘起ダイナミクス」日本物理学会 2010 年年次大会 (岡山大学)2010.3.20-23
4. 相澤岳(東工大)、山口雄大、沖本洋一、松原圭孝、吉田樹史、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、電荷移動錯体 TTF-CA 結晶のテラヘルツ時間領域分光,日本物理学会第 65 回年次大会、岡山大学津島キャンパス、2010 年 3 月 20-23 日
5. 深澤 直人、石川 忠彦、沖本 洋一、腰原 伸也、山本 貴、田村 雅史、加藤 礼三、恩田 健、時間分解分子振動分光による Et₂Me₂Sb[Pd(dmit)₂]₂ の超高速光誘起現象の探索、第 4 回分子科学討論会 2010 大阪、2010 年 9 月 14-17 日
6. 山口雄大、沖本洋一、松原圭孝、吉田樹史、石川忠彦、恩田 健、腰原伸也、テラヘルツ時間領域分光による TTF-CA 結晶の中性-イオン性転移の観測、第 21 回光物性研究会、大阪市立大学杉本キャンパス、2010 年 12 月 10 日~11 日
7. 吉田樹史、松原圭孝、沖本洋一、石川忠彦、恩田 健、腰原伸也、ピコ秒フォノン分光による有機電荷移動錯体 TTF-CA 単結晶の光誘起中性-イオン性相転移、第 21 回光物性研究会、大阪市立大学杉本キャンパス、2010 年 12 月 10 日~11 日
8. 松原圭孝、深澤直人、石川忠彦、沖本洋一、腰原伸也、平松孝章、中野義明、矢持秀起、田中耕一郎、恩田 健、[(EDO-TTF)_{1-x}(MeEDO-TTF)_x]₂PF₆ における光誘起ダイナミクスの時間分解振動分光による観測、第 21 回光物性研究会、大阪市立大学杉本キャンパス、2010 年 12 月 10 日~11 日
9. 西岡圭太、グラファイトにおける光誘起 sp³ドメイン形成のダイナミクス、第4回物性科

学領域横断研究会—凝縮系科学の最前線—、東京大学、2010年11月13日。

10. 田中康寛、三角格子上的電荷秩序相における非線形伝導の理論、第4回物性科学領域横断研究会—凝縮系科学の最前線—、東京大学、2010年11月13日。
11. 田中康寛、二次元電荷秩序相における非線形伝導についての理論的研究、物性研・CMSI・次世代ナノ情報 合同研究会「計算物質科学の課題と展望」、東京大学 2010年1月6日。
12. 田中康寛、二次元電荷秩序相における電圧下での非平衡定常状態と非線形伝導の理論、次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発第5回公開シンポジウム、甲南大学、2010年2月23日。
13. 西岡圭太、 $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ における電荷分離相の光誘起融解の理論、次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発第5回公開シンポジウム、甲南大学、2010年2月23日。
14. 田中康寛、 θ 型有機導体の電荷秩序状態における非線形伝導の理論、日本物理学会第66回年次大会、新潟大学、2010年3月25-28日。
15. 西岡圭太、 $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ における電荷分離相の光誘起融解の理論、日本物理学会第66回年次大会、新潟大学、2010年3月25-28日。
16. 金森悠、松枝宏明、石原純夫、スピン状態自由度のある相関電子系の光誘起ダイナミクス II、日本物理学会 2010年秋季大会、大阪府立大学、2010年9月23日-26日
17. 金森悠、松枝宏明、石原純夫、二重交換模型における光励起スペクトル、物性研短期研究会「外部場の時間操作と実時間物理現象」、東京大学物性研究所、2010年6月22日-23日
18. 金森悠、松枝宏明、石原純夫、スピン状態自由度のある相関電子系における光スピン転移と過渡スペクトル、第4回物性科学領域横断研究会、東京大学、2010年11月13日~15日
19. 大原潤、金森悠、石原純夫、強相関電子系における光誘起スピン・電荷秩序融解ダイナミクスの励起強度依存性と次元特性、第4回物性科学領域横断研究会、東京大学、2010年11月13日~15日
20. 中惇 石原純夫、電荷秩序系の励起状態におけるフラストレーションの効果、第4回物性科学領域横断研究会、東京大学、2010年11月13日~15日
21. 佐藤篤志、野澤俊介、富田文菜、星野学、腰原伸也、岩村宗高、足立伸一、時間分解 XAFS による $[\text{CoIII}(\text{en})_3]^{3+}$ の光励起状態の観測、第24回放射光学会年次会、つくば国際会議場 2011年1月7-10日
22. Fukazawa Naoto; Matsubara Yoshitaka; Murata Kei; Inagaki Akiko; Akita Munetaka; Onda Ken, ps to μs dynamics of organometallic compounds using time-resolved infrared vibrational spectroscopy, 第27回化学反応討論会, 東京工業大学(大岡山), 2011年6月8日
23. Fukumoto Keiki; Fukazawa Naoto; Ishikawa Tadahiko; Koshihara Shin-ya; Yamamoto Hiroshi; Kato Reizo; Onda Ken, Photo-induced Structural Changes on A Surface of Organic Single Crystals Observed by Vibrational Sum Frequency Generation, 第27回化学反応討論会, 東京工業大学(大岡山), 2011年6月8日
24. Matsubara Yoshitaka; Ogihara, Sho; Fukaya Ryo; Ishikawa Tadahiko; Okimoto Yoichi; Koshihara Shin-ya; Shao Xiangfeng; Nakano Yoshiaki; Hiramatsu Takaaki; Yamochi Hideki; Saito Gunzi; Onda Ken, Ultrafast dynamics of the photoinduced phase transition process studied by 10 fs pump-probe spectroscopy, 第27回化学反応討論会, 東京工業大学(大岡山), 2011年6月9日
25. 福本恵紀, 深澤直人, 石川忠彦, 腰原伸也, 山本浩史, 加藤礼三, 恩田健, 振動

- 和周波発生法と光電子顕微鏡による有機単結晶表面の光誘起相転移の動的観測、日本物理学会 2011 年秋季大会、富山大学、2011 年 9 月 21 日
26. 深谷亮、梯子型銅酸化物における光励起キャリアダイナミクス、第2回先端フォトニクスシンポジウム、日本学術会議講堂、2011 年 10 月 7 日
 27. 國友美弥子、深谷亮、沖本洋一、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、由井英臣、諫山晃、笹川崇男、梯子型銅酸化物 $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ における光誘起電子相転移ダイナミクス、第 22 回光物性研究会、熊本大学、2011 年 12 月 9-11 日
 28. 江川亜美、沖本洋一、倉島昌史、深谷亮、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、諫山晃、笹川崇男、フェムト秒時間分解反射・透過分光から見た $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_4$ 結晶の励起状態の研究、第 22 回光物性研究会、熊本大学、2011 年 12 月 9-11 日
 29. 瀬古小桃、沖本洋一、倉島昌史、深谷亮、江川亜美、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、京免徹、伊藤満、 $\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{CoO}_3$ の二重パルス励起による光誘起相転移の観測、第 22 回光物性研究会、熊本大学、2011 年 12 月 9-11 日
 30. 深谷亮、梯子型銅酸化物の光励起状態における超高速キャリアダイナミクス、第 4 回文部科学省「先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」シンポジウム、名古屋キャッスルプラザ、2011 年 11 月 14 日
 31. 中惇、石原純夫、”ダイマー内電荷自由度を有する電荷秩序系の誘電性と電荷励起”、第 5 回 物性科学領域横断研究会、東北大学金属材料研究所、2011 年 11 月 19-20 日
 32. 大原 潤、金森 悠、石原 純夫、”スピン電荷結合系の特異な光励起状態”、第 5 回 物性科学領域横断研究会、東北大学金属材料研究所、2011 年 11 月 19-20 日
 33. S. Ishihara "Photo-induced phenomena in spin-charge coupled systems, 物構研シンポジウム '11, (つくば国際会議場、2011 年 12 月 6-7 日
 34. 田中康寛、米満賢治、二次元有機導体における電荷秩序の融解と非線形伝導の理論、第5回物性科学領域横断研究会、東北大学 金属材料研究所、2011 年 11 月 20 日
 35. 西岡圭太、米満賢治、 $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ における光誘起電荷秩序融解ダイナミクス、第5回物性科学領域横断研究会、東北大学 金属材料研究所、2011 年 11 月 20 日
 36. 石川忠彦、馬上一樹、深澤直人、恩田健、沖本洋一、腰原伸也、大西功二、山本貴、中澤康浩、「 ET_3X_2 の電荷整列相における光誘起相転移ダイナミクス」、日本物理学会 2012 年秋季大会、横浜国立大学、2012 年 9 月 18-21 日
 37. 田中康寛、米満賢治、「二次元有機導体における電場による電荷秩序の融解と非線形伝導」、日本物理学会 2012 年秋季大会、横浜国立大学、2012 年 9 月 18-20 日
 38. 西岡圭太、米満賢治、「 $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ の光誘起電荷秩序融解における非平衡ダイナミクス」、日本物理学会 2012 年秋季大会、横浜国立大学、2012 年 9 月 18-20 日
 39. 伊與田英輝、石原純夫「モット絶縁体における光ドープキャリアのダイナミクス」、日本物理学会 2012 年秋季大会(横浜国立大学常盤台キャンパス)2012 年 9 月 18-21 日
 40. 上野愛実、江川亜美、深谷 亮、石川忠彦、恩田 健、腰原伸也、沖本洋一、「フェムト秒時間分解測光によるシリコンのキャリアダイナミクス」、一日本化学会秋季事業―第 2 回 CSJ 化学フェスタ 2012、東京工業大学大岡山キャンパス、2012 年 10 月 14-17 日
 41. 伊與田英輝、石原純夫「モット絶縁体における光ドープキャリアのダイナミクス」第 6 回 物性科学領域横断研究会(領域合同研究会)(東京大学)2012 年 11 月 27-28 日

42. 橋本博志、石原純夫「梯子型ハバード模型における光照射ダイナミクス」、第6回物性科学領域横断研究会(領域合同研究会)(東京大学)2012年11月27-28日
43. 上野愛実、江川亜美、深谷亮、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、沖本洋一、「全方位ポンプ・プローブ分光によるシリコンのキャリアダイナミクス観測」、第23回光物性研究会、大阪市立大学 杉本キャンパス、2012年12月7-8日
44. 関新之介、沖本洋一、深谷亮、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、谷口博基、伊藤満、「Ca₂Fe_{2-x}Al_xO₅ 結晶におけるフェムト秒時間分解非線形分光」、第23回光物性研究会、大阪市立大学 杉本キャンパス、2012年12月7-8日
45. 向田達彦、深澤直人、村田慧、稲垣昭子、穂田宗隆、腰原伸也、恩田健、「時間分解赤外振動分光法による可視光吸収体 [Ru(bpy)₂(bpm)]²⁺の電子移動過程の解明」、第23回光物性研究会、大阪市立大学 杉本キャンパス、2012年12月7-8日
46. 江川亜美、沖本洋一、深谷亮、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、諫山晃、笹川崇男、「フェムト秒時間分解全方位分光から見た La_{1.5}Sr_{0.5}CoO₄ 結晶の励起状態の研究」、第23回光物性研究会、大阪市立大学 杉本キャンパス、2012年12月7-8日
47. 國友美弥子、深谷亮、沖本洋一、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、諫山晃、笹川崇男、「梯子型銅酸化物 Sr₁₄Cu₂₄O₄₁ における光誘起 CDW-金属転移ダイナミクス」、第23回光物性研究会、大阪市立大学 杉本キャンパス、2012年12月7-8日
48. 深谷亮、福本恵紀、「梯子型銅酸化物の光誘起キャリアダイナミクスと時間分解 Laser-PEEM の開発」、第5回文部科学省「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」シンポジウム、日本科学未来館、2013年1月11日
49. 深谷亮、「梯子型銅酸化物における光誘起電子相制御」、日本学術会議 物性物理学・一般物理学分科会シンポジウム「物性物理学・一般物理学の未来を語る」、日本学術会議講堂、2013年1月15日
50. 松原圭孝、石川忠彦、沖本洋一、腰原伸也、恩田健、平松孝章、斎藤軍治、中野義明、矢持秀起、「有機電荷移動錯体(EDO-TTF)2PF₆ の光誘起相転移における電子コヒーレンスとコヒーレント制御」、日本学術会議 物性物理学・一般物理学分科会シンポジウム「物性物理学・一般物理学の未来を語る」、日本学術会議講堂、2013年1月15日
51. 星野学、野澤俊介、佐藤篤志、富田文菜、足立伸一、腰原伸也、「時間分解単結晶 X 線構造解析による TTF-CA の光誘起“過渡中性化”の観察 Observation of Photoinduced 'Over-Neutralization' in TTF-CA by Time-Resolved Single Crystal X-ray Structure Analysis」、物構研サイエンスフェスタ、つくば国際会議場エポカル、2013年3月14-15日
52. 佐藤篤志、野澤俊介、富田文菜、星野学、腰原伸也、藤井浩、足立伸一、「レーザーポンプ・X 線プローブ法による Ru 錯体の光励起状態の構造観測 Observation of the photo-excited structure of Ru Complex by laser pump x-ray probe method.」、物構研サイエンスフェスタ、つくば国際会議場エポカル、2013年3月14-15日
53. 野澤俊介、佐藤篤志、富田文菜、星野学、腰原伸也、足立伸一、「X 線分光学的手法を用いた金属錯体における電子状態の動的研究 Dynamic Study for Electronic State of Metal Complexes by X-ray Spectral Methods」、物構研サイエンスフェスタ、つくば国際会議場エポカル、2013年3月14-15日
54. 富田文菜、佐藤篤志、野澤俊介、星野学、野口大貴、朴三用、柴山修哉、腰原伸也、足立伸一、「Slow Ligand Migration Dynamics in Tetrameric Hemoglobin at Cryogenic Temperature」、物構研サイエンスフェスタ、物構研サイエ

スフェスタ、つくば国際会議場エポカール、2013年3月14-15日

55. 西岡圭太、米満賢治、「電子・正孔・フォノン結合系における光誘起非平衡フォノンの数値計算と摂動論的表式による過渡的振動数変化」、日本物理学会 2013 年秋季大会、徳島大学、2013 年 9 月 25-28 日
56. 向田達彦、村田 慧、稲垣 昭子、穂田宗隆、腰原伸也、恩田健、「時間分解赤外振動分光法を用いたルテニウムポリピリジル錯体の 3(d-d)励起状態の観測」、2013 年光化学討論会、2013 年 9 月 11 日、愛媛大学、松山市、ポスター
57. 田中誠一、八木政行、恩田健、腰原伸也、「赤外時間分解分光によるルテニウム水錯体水溶液の光活性研究」、第 7 回分子科学討論会 2013、2013 年 9 月 24 日、京都テルサ、京都市
58. 山田友輝、福本恵紀、恩田健、腰原伸也、「時間分解光電子顕微鏡による半導体表面の光キャリアダイナミクスのイメージング」、第 33 回表面科学学術講演会、つくば国際会議場、2013 年 11 月 27 日
59. 向田 達彦、村田 慧、稲垣 昭子、穂田 宗隆、腰原 伸也、恩田 健、「時間分解赤外振動分光法を用いたルテニウムポリピリジル錯体の 3(d-d)励起状態の観測」、2013 年光化学討論会、愛媛大学、2013 年 9 月 11 日-13 日
60. 関新之助、堀澄勇介、沖本洋一、深谷亮、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、谷口博基、伊藤満、「Ca₂Fe_{2-x}Al_xO₅ 結晶におけるフェムト秒時間分解非線形分光」、第 24 回光物性研究会、大阪市立大学、2013 年 12 月 13-14 日
61. 山谷奈央、深谷亮、成瀬卓、沖本洋一、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、岡研吾、東正樹、「スピנקロスオーバー Co 酸化物 BiCoO₃ における強誘電性の光制御」、第 24 回光物性研究会、大阪市立大学、2013 年 12 月 13-14 日
62. 堀澄勇介、関新之介、沖本洋一、深谷亮、石川忠彦、恩田健、腰原伸也、谷口博基、伊藤満、「Ca₂Fe_{2-x}Al_xO₅ の強誘電性の光誘起制御」、日本物理学会 2013 年秋季大会、徳島大学、2013 年 9 月 25-28 日
63. 渡邊努、阿部峻大、中惇、那須讓治、石原純夫、「ダイマー自由度のある相関電子系における電気分極・スピン結合」、日本物理学会第 69 回年次大会、東海大学湘南キャンパス、2014 年 3 月 27 日-30 日
64. 中惇、渡邊努、那須讓治、石原純夫「ダイマーモット系における電荷自由度と非磁性状態の理論」、東北大学金属材料研究所 共同利用・共同研究ワークショップ『多自由度が協奏する分子システムの科学』、東北大金研、2014 年 7 月 18 日~20 日
65. 渡邊努、中惇、那須讓治、石原純夫「ダイマー内自由度を有する拡張ハバード模型の電子状態」、東北大学金属材料研究所 共同利用・共同研究ワークショップ『多自由度が協奏する分子システムの科学』、東北大金研、2014 年 7 月 18 日~20 日
66. 橋本博志、松枝弘明、妹尾仁、石原純夫「フラストレート電荷秩序系における光誘起ダイナミクス」、東北大学金属材料研究所 共同利用・共同研究ワークショップ『多自由度が協奏する分子システムの科学』、東北大金研、2014 年 7 月 18 日~20 日
67. 福本恵紀、恩田健、腰原伸也、「時間分解光電子顕微鏡によるナノサイズ半導体中の光キャリア寿命測定」、ISSP ワークショップ、機能物性融合科学研究会シリーズ(1)「光機能」、2014 年 12 月 4-5 日、東京大学、物性研究所
68. 福本恵紀、腰原伸也、「フェムト秒光電子顕微鏡による極端非平行キャリアの時空間運動観測」、先端物質科学と限界光駆動、2015 年 1 月 10-11 日、京都大学
69. 田中康寛、米満賢治、「電極に繋がれたバンド絶縁体における負性微分抵抗の起源について」、日本物理学会第 70 回年次大会、早稲田大学、2015 年 3 月 21-24 日
70. 西岡圭太、米満賢治、「ダイマー結晶における光誘起電荷秩序融解のパルス

光強度・形状依存性」、日本物理学会第70回年次大会、早稲田大学、2015年3月21-24日

(国際会議)

1. Y. Kanamori(Tohoku Univ.), H. Matsueda, S. Ishihara "Photo-induced spin-charge dynamics in correlated electron system" RIKEN Workshop on Emergent Phenomena of Correlated Materials, RIKEN, WAKO, 2009.12.2-4.
2. K. Onda(Tokyo Tec.), "Photoinduced phase transition in a quasi-1D organic conductor on the various time scales", Gordon Research Conference "Ultrafast Phenomena In Cooperative Systems", Galveston, USA, 28th Feb.-5th March, 2010
3. S. Ishihara(Tohoku Univ.) "Theoretical study of ultra-fast photo-induced phenomena in correlated electron systems with multi-degrees of freedom" Gordon Research Conference "Ultra-fast Phenomena In Cooperative Systems" (Galveston, Huston USA) 2010.2.28-3.5
4. K. Yonemitsu (IMS), "Photoinduced charge-ordered insulator-to-metal transitions governed by frustration and lattice effects," Gordon Research Conference "Ultrafast Phenomena In Cooperative Systems", Galveston, USA, 28th Feb.-5th March, 2010
5. Y. Matsubara, T. Yoshida, T. Ishikawa, K. Onda, Y. Okimoto and S. Koshihara, "Femtosecond time-resolved transmission spectroscopy in a thin film of tetrathiafulvalen-p-chloranil", International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010(ICSM2010), Kyoto, 4-9 July 2010
6. N.Fukazawa, T.Ishikawa, Y.Okimoto, S.Koshihara, K.Onda, H.M.Yamamoto, and R.Kato, "Ultrafast Photoinduced Phenomenon in Charge Ordered δ "-(BEDT-TTF)(TCNQ)", International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010(ICSM2010), Kyoto, 4-9 July 2010
7. T.Shirahata, T.Kawamoto, T.Ishikawa, Y.Nakano, Y.Misaki, S.Koshihara, H.Yamochi and T.Mori, "Phase transitions of quasi-one-dimensional molecular conductor (DMEDO-TTF)2PF6", PACIFICHEM 2010, Honolulu, Hawaii, 15-20 December 2010
8. N.Fukazawa, MYoshitaka, T.Ishikawa, Y.Okimoto, S.Koshihara, K.Onda, "Time-resolved infrared vibrational spectroscopy for studying dynamics of molecular crystals", PACIFICHEM 2010, Honolulu, Hawaii, 15-20 December 2010
9. Y. Tanaka, "Theory of Current-Voltage Characteristics in Two-Dimensional Charge-Ordered Electron Systems", International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010, Kyoto (Japan), July 5., 2010
10. K. Yonemitsu, "Quantum-Phonon Effects on Photoinduced Insulator-to-Metal Transitions in Organic Conductors", International Workshop on Statistical Physics of Quantum Systems, Tokyo (Japan), August 2., 2010
11. Y. Tanaka, "Nonequilibrium States and I-V Characteristics in Interacting Electron Systems: Keldysh Green's Function Approach", International Workshop on Statistical Physics of Quantum Systems, Tokyo (Japan), August 3., 2010
12. Y. Tanaka, "Growth Dynamics of Photoinduced Domains in Two-Dimensional Charge-Ordered Organic Conductors", The 10th Japan-China Joint Symposium on Conduction and Photoconduction in Organic Solids and Related Phenomena, Kyoto (Japan), October 18., 2010

13. Y. Tanaka, "Theory of Nonlinear Conduction in Charge-Ordered Electron Systems on a Triangular Lattice", International School and Symposium on Multifunctional Molecule-based Materials, Argonne National Laboratory (USA), March 13-18., 2011
14. K. Nishioka, "Theory of photoinduced melting of charge separated phase in $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ ", International School and Symposium on Multifunctional Molecule-based Materials, Argonne National Laboratory (USA), March 13-18., 2011
15. S. Ishihara, Polarization dependence of Resonant x-ray scattering in correlated electron system, 7th International Conference on Inelastic X-ray Scattering (IXS2010), Grunoble, (France) Oct.11-14, 2010
16. N.Fukazawa, "Photo-induced phase transition in $(\text{C}_2\text{H}_5)_2(\text{CH}_3)_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ studied by time-resolved vibrational spectroscopy", The 9th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets (ISCOM 2011), Poznan - Gniezno, Poland, 25 - 30, Sep. 2011.
17. M. Hoshino, T. Sato, A. Tomita, S.Nozawa, S. Adachi, S. Koshihara, "Time-resolved structure analysis of photo-induced molecular dynamics in TTF-CA", XXII Congress and General Assembly of the International Union of Crystallography, Madrid, Spain 22-30 August 2011.
18. T. Sato, S. Nozawa, A. Tomita, M.Hoshino, S. Koshihara, M. Iwamura, S.Adachi, "Observation of the photo-excited state of $[\text{CoIII}(\text{en})_3]^{3+}$ by picosecond timeresolved XAFS", XXII Congress and General Assembly of the International Union of Crystallography, Madrid, Spain 22-30 August 2011.
19. R. Fukaya, M. Kunitimo, Y. Okimoto, K. Onda, S. Koshihara, H.Yui, and T.Sasagawa, "Ultrafast dynamics of photoinduced electronic phase modulation in ladder cuprate of $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ ", PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.
20. K. Fukumoto, N.Fukazawa, T.Ishikawa, S. Koshihara, H. M.Yamamoto, R. Kato, K. Onda, "Photo-induced structural changes on a surface of organic single crystals observed by vibrational sum frequency generation spectroscopy", PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.
21. T. Ishikawa, T. Tanaka, N.Fukazawa, Y. Matsubara, Y.Okimoto, K. Onda, S. Koshihara, M.Tamura, R. Kato, "Anomalous photoinduced dynamics in $\text{Cs}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ ", PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.
22. Y. Matsubara, Y. Okimoto, T.Yoshida, T. Ishikawa, S. Koshihara, K. Onda, "Photoinduced structural phase transition in TTF-CA studied by time-resolved vibrational spectroscopy", PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.
23. K. Onda, Y. Matsubara, S. Ogihara, N. Fukazawa, T. Ishikawa, Y.Okimoto, S. Koshihara, "Earlier and later process of photoinduced phase transition in strongly correlated systems", PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.
24. K. Seko, Y. Okimoto, M. Kurashima, R. Fukaya, T. Egawa, T. Ishikawa, K.Onda, S. Koshihara, T. Kyomen, M.Itoh, "Fabrication of photonic hetero-structure using photoinduced phase transition in $\text{Pr}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{Co}_3$ ",

PIPT4(Photoinduced Phase Transitions and Cooperative Phenomena), Wroclaw, Poland, 28 June - 2 July, 2011.

25. S.Koshihara, T.Sato, S.Nozawa, K.Onda, N.Fukazawa, H.Fujii and S.Adachi, "Frontier of X-ray and Laser technologies can really contribute to the wide field of Chemistry ?", Tateshina Conference on Organic Chemistry 2011, Tateshina Forum, Chino, Japan, Nov.11-13, 2011.
26. Takayuki Tsuduki, Ayana Tomita, Shin-ya Koshihara, Shin-ichi Adachi, Takahisa Yamato, "Ligand-protein interaction studied by computer simulation and time-resolved x-ray crystallography", Biophysical Society 56th Annual Meeting San Diego, California 25-29 February, 2012
27. R. Fukaya, Y. Okimoto, M.Kunitomo, Y. Matsubara, K. Onda, T.Ishikawa, S. Koshihara, H. Taniguchi, M. Itoh, H. Yui, T. Sasagawa, "Ultrafast dynamics of photoinduced carrier redistribution in ladder cuprate", Gordon Research Conference: Ultrafast Phenomena in Cooperative Systems, Galveston, Texas 19-24 Feb. 2012.
28. Keiki Fukumoto, Yuki Yamada, Ken Onda, Yoichi Okimoto, Shin-ya Koshihara, "Observation of phase transition through photo-excited carriers using Laser-PEEM", Gordon Research Conference: Ultrafast Phenomena in Cooperative Systems, Galveston, Texas 19-24 Feb. 2012.
29. S. Ishihara, J. Ohara, and Y. Kanamori, "Photo-induced phenomena in correlated electron system with multi-degree of freedom", Gordon Research Conferences: Ultrafast Phenomena in Cooperative Systems, Galveston TX USA, Feb. 19-24, 2012
30. K. Nishioka and K. Yonemitsu, "Theory of Photoinduced Melting of a Charge Separated Phase in an $\text{Et}_2\text{Me}_2\text{Sb}[\text{Pd}(\text{dmit})_2]_2$ Crystal, 9th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Gniezno (Poland), September 28, 2011.
31. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, "Theory of Nonlinear Conduction for Charge-Ordered States in π -Type Organic Conductors, 9th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Gniezno (Poland), September 28, 2011.
32. R. Fukaya, M. Kunitomo, Y. Okimoto, T. Ishikawa, K. Onda, S.Koshihara, A. Isayama, H. Yui, and T. Sasagawa, "Photoinduced melting of charge density wave in ladder cuprate", EXCON2012, Groningen, the Netherlands, 2-6 July 2012
33. K. Yonemitsu and K. Nishioka, "Photoinduced Electron-Phonon Interference in Charge-Ordered Molecular Conductors," The 10th International Conference on Excitonic Processes in Condensed Matter, Nanostructured and Molecular Materials (EXCON2012), Groningen (The Netherlands), July 5, 2012.
34. J. Nasu and S. Ishihara "Electron Correlation and Dynamical Jahn-Teller Effect in Orbitally Degenerate System", The 19th International Conference on Magnetism 2012 (Busan, Korea) July. 8-13, 2012
35. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, "Nonequilibrium States and I-V Characteristics in One-Dimensional Band and Mott Insulators Attached to Electrodes," The 19th International Conference on Magnetism (ICM2012) with Strongly Correlated Electron Systems (SCES), Busan (Korea), July 12, 2012.
36. E. Iyoda and S. Ishihara, " Photo-doped carrier dynamics in Mott insulator", DYCE International Workshop (Kussharo-ko) Aug. 7-11, 2012
37. Tsugumi Egawa, Manami Ueno, Ryo Fukaya, Tadahiko Ishikawa, Ken Onda, Shin-ya Koshihara, and Yoichi Okimoto, "Photocarrier dynamics of Si in terms of time-resolved pump and probe measurements", International

School & Symposium on Molecular Materials & Devices (ISSMMD2012), Durham, UK, 23-29 September 2012

38. Miyako Kunitomo, Ryo Fukaya, Yoichi Okimoto, Tadahiko Ishikawa, Ken Onda, Shin-ya Koshihara, Akira Isayama, Hideomi Yui, and Takao Sasagawa, "Photoinduced electronic phase transition dynamics in the two-leg ladder cuprate Sr₁₄Cu₂₄O₄₁", International School & Symposium on Molecular Materials & Devices (ISSMMD2012), Durham, UK, 23-29 September 2012
39. Y. Matsubara, T. Ishikawa, Y. Okimoto, S. Koshihara, T. Hiramatsu, Y. Nakano, H. Yamochi, G. Saito, K. Onda, "Ultrafast study of electronic coherence in an organic conductor (EDO-TTF)2PF₆", 2012 Tokyo Tech-Tsinghua University Joint Symposium on Nano-Technology and Nano-Materials, Kyoto, Japan Nov. 14-16, 2012
40. Y. Matsubara, T. Ishikawa, Y. Okimoto, S. Koshihara, T. Hiramatsu, G. Saito, Y. Nakano, H. Yamochi, K. Onda, "Finding Quantum Coherence in Strongly Correlated Organic Crystals", International Symposium on Ultrafast Intense Laser Science 11, Jeju, Korea 11/21-26 2012
41. Manabu Hoshino, Shunsuke Nozawa, Tokushi Sato, Ayana Tomita, Shin-ichi Adachi, Shin-ya Koshihara, "Time-resolved X-ray crystal structure analysis for characterization of light-triggered over-neutralization in TTF-CA", AsCA12/CRYSTAL28, Adelaide Convention Centre, Adelaide, Australia, 2-5 December, 2012
42. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, "Nonlinear Conduction by Melting of Charge Order in Quasi-Two-Dimensional Organic Conductors," International Conference on Electronic States and Phases Induced by Electric or Optical Impacts (IMPACT2012), Orsay (France), September 12, 2012.
43. K. Nishioka and K. Yonemitsu, "Dynamics of Photoinduced Charge-order Melting in Intra- and Intermolecular Electron-phonon Coupled Systems," International Conference on Electronic States and Phases Induced by Electric or Optical Impacts (IMPACT2012), Orsay (France), September 12, 2012.
44. Y. Tanaka and K. Yonemitsu, "Checkerboard Charge Order and Nonlinear Conduction in \square -(meso-DMBEDT-TTF)2PF₆," International Symposium on Material Science Opened by Molecular Degree of Freedom (MDF2012), Miyazaki (Japan), December 2, 2012.
45. Manabu Hoshino, Shunsuke Nozawa, Tokushi Sato, Ayana Tomita, Shin-ichi Adachi, Shin-ya Koshihara, "Observation of Photoinduced 'Over-Neutralization' in TTF-CA by Time-Resolved Single Crystal X-ray Structure Analysis", Banff Meeting on Structural Dynamics -Ultrafast Dynamics with X-rays and Electrons-, The Banff Center, Banff, Alberta, Canada, February 17th-20th, 2013
46. K. Yonemitsu and K. Nishioka, "Intramolecular Orbital Excitations and Frequency Modulation of Molecular Vibrations during Photoinduced Charge-Order Melting," The 10th International Symposium on Crystalline Organic Metals Superconductors and Magnets (ISCOM2013), Montreal, Canada, July 14-19, 2013
47. S. Tanaka, M. Yagi, S. Koshihara, and K. Onda, "Photoactivity of Ruthenium (II) aqua Complexes in Water Studied by Time-Resolved Infrared Spectroscopy", Seventh International Conference on Advanced Vibrational Spectroscopy (ICAVS-7), Aug. 26, 2013, Kobe, Japan, Poster
48. T. Mukuta, N. Fukazawa, K. Murata, A. Inagaki, M. Akita, S. Koshihara, and K. Onda, "Excited State Dynamics of Ruthenium Polypyridyl Complexes

Studied by Time-Resolved Infrared Spectroscopy", Seventh International Conference on Advanced Vibrational Spectroscopy (ICAVS-7), Aug. 26, 2013, Kobe, Japan, Poster

49. R. Fukaya, Y. Okimoto, M. Kunitomo, K. Onda, T. Ishikawa, S. Koshihara, H. Hashimoto, S. Ishihara, A. Isayama, T. Sasagawa, "Photo-tuning of paired carrier coherence in cuprate ladder system", Gordon Research Conferences (GRC): Ultrafast Phenomena in Cooperative Systems, Ventura, CA, USA, 2-7 February, 2014
50. R. Fukaya, Y. Okimoto, M. Kunitomo, T. Ishikawa, K. Onda, S. Koshihara, H. Hashimoto, S. Ishihara, A. Isayama, and T. Sasagawa, "Ultrafast electronic phase control of two-leg ladder cuprate $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ ", FIRST-QS2C Workshop on "Emergent Phenomena of Correlated Materials", Shinagawa, Tokyo, Japan, 13-16 November, 2013
51. R. Fukaya, N. Yamaya, S. Naruse, Y. Okimoto, T. Ishikawa, K. Onda, S. Koshihara, K. Oka, and M. Azuma, "Photonic control of ferroelectricity in spin-crossover cobalt oxide BiCoO_3 ", International School and Symposium on Molecular Materials, Tokyo Institute of Technology, Japan, 4-8 November, 2013
52. S. Seki, Y. Horisumi, Y. Okimoto, R. Fukaya, T. Ishikawa, K. Onda, S. Koshihara, H. Taniguchi, and M. Itoh, "Ultrafast nonlinear spectroscopy in $\text{Ca}_2\text{Fe}_{2-x}\text{Al}_x\text{O}_5$ ", International School and Symposium on Molecular Materials, Tokyo Institute of Technology, Japan, 4-8 November, 2013.
53. T. Ishikawa, T. Shindo, R. Hosoda, K. Onda, Y. Okimoto, S. Koshihara, S. Hayes, S. Keskin, G. Corthey, M. Hada, K. Pichugin, R. J. D. Miller, A. Moreac, W. Kazub, M. Lorenc, T. Yamamoto, M. Nomura, and R. Kato, "Photo-induced dynamics of $\text{Pt}(\text{dmit})_2$ salts", International School and Symposium on Molecular Materials, Tokyo Institute of Technology, Japan, 4-8 November, 2013.
54. Y. Matubara, S. Ogihara, T. Ishikawa, Y. Okimoto, S. Koshihara, T. Hiramatsu, Y. Nakano, H. Yamochi, G. Saito, and K. Onda, "Photoinduced Phase Transition in Organic Conductor (EDO-TTF)2PF6 Measured with 12-fs Laser Pulses", International School and Symposium on Molecular Materials, Tokyo Institute of Technology, Tokyo Institute of Technology, Japan, November 4-8, 2013
55. Y. Yamada, T. Matsuki, K. Fukumoto, K. Onda, K. Ikemoto, K. Funaki, A. Seyhan, S. Oda, and S. Koshihara, "Imaging of photo-carrier dynamics in a semiconductor by time-resolved photoemission electron microscopy", International School and Symposium on Molecular Materials, Tokyo Institute of Technology, Tokyo Institute of Technology, Japan, November 4-8, 2013
56. K. Fukumoto, Y. Yamada, T. Matsuki, K. Onda, and S. Koshihara, "Imaging of electron dynamics towards fs and nm scales", Gordon Research Conferences (GRC): Ultrafast Phenomena in Cooperative Systems, Ventura, CA, USA, 2-7 February, 2014
57. Ryouusuke Hosoda, "Photoinduced dynamics in K-TCNQ studied by time-resolved infrared spectroscopy", 5th International conference on Photoinduced Phase Transition and Cooperative Phenomena (PIPT5), Bled, Slovenia, 8-13th June 2014

(4)知財出願

国内出願 (1 件)

特願 2015-013604「時間分解光電子顕微鏡装置」

(5)受賞・報道等

①受賞

1. 日本結晶学会賞 進歩賞、星野学、2013 年 9 月 2 日
2. JPSJ 2013 年 9 月号の注目論文、西岡圭太、米満賢治、
「分子内と分子間の電子の運動と格子の振動が協調する光誘起相転移」
http://www.jps.or.jp/books/jpsiselectframe/2013/2013_09.html
3. *Humboldt Research Award、腰原伸也、2014 年1月 29 日
4. *平成 26 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 研究部門
腰原伸也、2014 年 4 月 15 日

②マスコミ(新聞・TV等)報道

1. 「電子が作る強誘電体」科学新聞 2010 年 6 月 25 日
2. 「物質の結晶構造変化 100 億分の 1 秒で観測」日本経済新聞 2011 年 1 月 17 日朝刊
プレスリリース:Mn酸化物で隠れた物質相の構造を同定した論文のそのために用いた動的構造観測技術に関して解説を行った。
3. 「材料内結晶の構造変化 パルス X 線で観測」日刊工業新聞 2011 年 1 月 17 日朝刊
プレスリリース:2と同じ
4. 「原子の変化 撮った! 100 億分の 1 秒 光通信、応用に期待」毎日新聞 2011 年 1 月 17 日朝刊
プレスリリース:2と同じ
5. 科学新聞、「放射光 X 線を用いて電子の軌道状態識別に成功」が科学新聞に掲載される”、2011 年 7 月 1 日
6. 日経プレスリリース、Yahoo! Japan ニュース、「光が作るスピンの塊り ~磁石でないものを光で磁石にする~」2011 年 10 月 15 日
プレスリリース:Co 酸化物で光誘起高速スピン転移現象が可能であることの解説を行った。
7. 日経産業新聞、「スパコン京より 100 倍高速 東北大、物理現象を解明」2011 年 11 月 18 日
プレスリリース:6と同じ
8. 日経プレスリリース、マイナビニュース、人工光合成実現へ一歩前進 - 東工大などがエネルギー変換の様子を直接観察、2012 年 3 月 2 日
プレスリリース:動的構造解析技術を用いて、有機光触媒の反応中間構造を捉えたことの意義に関して解説を行った。
9. 科学新聞、光合成機能を持つ有機分子が働く瞬間を直接観察、2012 年 3 月 23 日
プレスリリース:8と同じ
10. 日刊工業新聞、人工光合成機能を観察、2012 年 3 月 23 日
プレスリリース:8と同じ
11. 高エネ機構など、たんぱく質分子のねじれ運動を100億分の1秒で動画観測、日刊工業新聞、2012 年 4 月 16 日
プレスリリース:溶液中タンパク分子の動的構造解析技術を用いて、呼吸に関連する生命機能分子のガス交換反応過程を捉えたことの意義に関して解説を行った。
12. 100 億分の 1 秒で物質見ると? 激しく多様に構造変化、日本経済新聞、2012 年 6 月 24 日
13. 高エネ研、太陽電池の増感分子で電子が移動する様子を100ピコ秒で観測、日刊工業新聞、2012 年 7 月 2 日
プレスリリース:光触媒や色素増感太陽電池に用いられている有機金属錯体の反応過程での構造変化を、psX線吸収分光法で捉えた実験の、手法の解説と、得られた結果が今後の材料開発にもたらす恩恵について説明を行った。

14. 材料「非平衡」で新機能、日経産業新聞、2012年12月3日
15. 電気分極の量子波観測、科学新聞、2013年3月1日
16. イギリス化学会(RSC) Chemistryworld、「Electron flashes catch organics in the act」、2013年4月17日
17. 日刊工業新聞、「東工大、有機分子の超高速での構造変化確認—光反応材開発に弾み」、2013年4月22日
プレスリリース：fsレーザー誘起電子線回折を用いての、有機結晶の隠れた物質相の発見とその構造同定の実験の意義について解説した。
18. 科学新聞、「1兆分の1秒レベルで有機結晶構造 直接撮影」、2013年5月3日
プレスリリース：17に同じ
19. 日経産業新聞、「有機分子の構造変化 ピコ秒レベルで観測」、2013年4月23日
プレスリリース：17に同じ
20. カナダ TV 放送局(CBC)、「Molecule's dance captured by 'ultimate slo-mo' technique」、2013年4月18日
21. 日経産業新聞、「テクノトレンド 物質構造解析で技術革新」、2013年10月25日
22. 日刊工業新聞、「半導体内の移動電子 動画撮影に成功 東工大」、2014年2月28日
プレスリリース：fs-PEEMを用いて世界で初めて観測された半導体表面を運動する光電子のダイナミクスについて、観測手法と結果の半導体科学にもたらす恩恵について解説を行った。
23. 日経産業新聞、「半導体の電子 秒速8万メートル 東工大、顕微鏡で観測、新素子開発などに応用」、2014年3月7日
プレスリリース：22に同じ
24. 日経産業新聞、「光で溶ける原因解明 東工大など、有機結晶で」、2014年7月9日
プレスリリース：有機結晶が光誘起で融点に変化する現象を動的構造解析で捉えた実験に関して、動的構造観測の手法解説並びに有機物加工に今後もたらす影響に関して解説した。
25. 日経産業新聞、「電子の動き 光で止める 東北大など 金属材料の中で」、2014年12月1日
プレスリリース：電子の動きを光で凍結～レーザー光で有機金属を絶縁体に変える～に関して解説した。
26. 科学新聞、「レーザー光照射で電子の動きを凍結・秩序化」、2014年12月12日
プレスリリース：25 に同じ

③その他

Chuo Online(よみうりオンライン)、オピニオン、米満賢治、「一瞬の光で物性を変えるメカニズム」、2013年9月30日

<http://www.loft-net.co.jp/adv/chuo/opinion/20130930.htm>

Chuo Online, Opinion, K. Yonemitsu, "The Mechanism that Changes Properties in a Flash of Light," October 15, 2013

<http://www.loft-net.co.jp/adv/chuo/dy/opinion/20131015.htm>

§5 最後に

研究では、若手PDや学生RA、グループリーダーの努力と協力によって、予定外の速さでPEEM用光源と装置本体の構築をはじめとする成果が達成された。また、光物性の長年の課題であった高密度マグネティックポーラロン相問題に関して理論・実験両面での新たな視点が、コンパクト10fs光源も利用したCo酸化物の研究からもたらされるに至った。さらに、光誘起相転移を背後で操るものとして、臨界的非平衡状態にある物質に特有な「隠れた物質相」を世界で初めて構造学、分光学両面で明確に捉えた一連の研究は、基礎科学として本研究がもたらした大きな飛躍といえる。ある意味光物質科学全体の転機とすら感じており、この研究がまさに国際的な評価を受けたことは、我が国の伝統ある光物性研究全体に支えられてこそのものであったと、諸先輩の努力に改めて深く敬意を表するものである。さらに若手による動的X線観測技術開発や、固体精密分光用に開発したサブps時間分解赤外分光技法の発展によって光エネルギー利用材料開発にとって必要不可欠な知見ももたらされ、関連分野で大いに利用されるに至ったことは望外の喜びである。以上のように、若手の力こそが、本プロジェクトをたたき台として、研究代表者の予測をはるかに上回る進展を新構造観測法、分光法、光材料分野研究にもたらしてくれたことに無上の喜びを感じているところである。これらの成果は本研究終了後も、光スイッチング材料、光エネルギー変換材料開発をはじめとする先端材料分野で、我が国が世界を牽引する原動力となると確信している。

しかし一方で、fs硬X線利用研究に関しては、研究代表・立案者である腰原の、年限の限られたプロジェクトの枠内での先端ビームライン利用時間に関する見通しの立て方に甘さがあったことを反省している。ただ種々の困難に直面しながらも、日米の大型施設の方々との協力により、今後の日本におけるps時間分解軟X線実験の手がかりとなる結果も得られ(写真はその際のLBNLでの実験風景)、さらに超短パルス発生技術に関するLBNL側担当Schoenlein博士との共同研究も8年越しで結果(Phys.Rev.B(R) 2014年)を出すに至り、研究代表として関係者全員に心よりのお礼を申し上げるものである。

加えて、やはり具体的な知財の出願達成を、共同研究先企業に説得ができなかったことも反省点の一つである。ただし一方で、基礎研究の成果に対して海外の企業からの申し出も経験し、また最終的に観測装置に関する知財出願も達成することが出来、この意味では企業との関係の模索の経験は、今後に向けて勇気づけられるものでもあった。

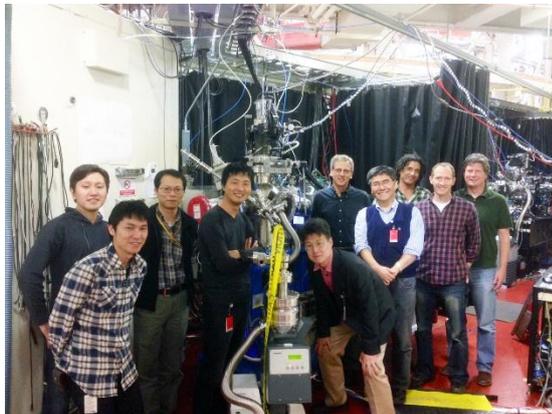


図 6-1 LBNLにおける実験装置前での集合写真