

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 1 日現在

機関番号：63903

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25287091

研究課題名(和文) 先端磁気共鳴計測による電子対相関の解明

研究課題名(英文) Electron pair correlation investigation by advanced magnetic resonance measurements

研究代表者

中村 敏和 (Nakamura, Toshikazu)

分子科学研究所・物質分子科学研究領域・准教授

研究者番号：50245370

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,800,000円

研究成果の概要(和文)：先端磁気共鳴測定により、分子性固体中での電子対相関の電荷分布やスピンドYNAMICKS研究を行った。一次元有機導体(TMTTF)2X系の異常スピン一重項状態ならびに競合電子相の発現機構を明らかにした。無機系でも混合原子価ルテニウム錯体について、室温で等価であった電子対が低温で不均化を起こしていることを発見している。自己キャリアドープTTF00系ならび誘導体に対して先端電子スピン共鳴により、スピンの起源、系の次元性、ならびにキャリアの遍歴性について明らかにした。また、共有結合性有機フレームワーク(COF)の光誘起緩和過程研究など非平衡状態におけるダイナミックス研究も推進した。

研究成果の概要(英文)：Advanced magnetic resonance measurements were carried out for charge distribution and spin dynamics study of electron pairing in the molecular-solids. We clarified possible mechanism of anomalous spin singlet state and competed electronic phases in one-dimensional organic conductor (TMTTF)2X system. We also found that a charge distribution transition for an inorganic system mixed-valence ruthenium complex, in which equivalent electron pairs at room temperature; undergoes inequivalent. We performed high-field ESR measurements for self dope type organic conductors TTF00 and its derivative, and revealed the origin of radical spin and dimensionality of systems, and itinerant nature of carrier. In addition, we developed spin dynamics investigation in non-equilibrium state, such as light-induced relaxation process study of covalent organic framework (COF).

研究分野：低温電子物性

キーワード：電子スピン共鳴 核磁気共鳴 有機導体 スピン計測 分子性固体

1. 研究開始当初の背景

量子性の強い低次元電子系や量子スピン系の基底状態や各電子相の電子状態が、微視的、系統的な観点から精力的に研究されるにつれ、新たな未解決な問題が浮上している。たとえば、一次元有機導体 TMTCF 系では、これまで、1) モット-ハバード絶縁体(分子二量体化による 1/2 充填系に由来)と考えられていた陰圧側の絶縁相が 1/4 充填系に由来する電荷秩序状態であること、2) 一次元量子系に由来するスピンパイエルズ転移とされているスピナー重項が二つの三次元的反強磁性磁気秩序相に挟まれていることなど、電子相の根本的な起源解明が必要となっている。また、二次元有機導体 BEDT-TTF 系でも、極低温まで磁気秩序が観測されないスピン液体状態の可能性や、二量体内で異常に遅いタイムスケールでの電荷分極が示唆されるなど、電子間相互作用が織りなす新規な物性が注目されている。これらの実験研究の進展は理論研究に対しても大きな波及効果を与えている。理論的研究が進む一方で、電荷やスピンの空間的な分布や、スピン相関ならびにダイナミックスの実験的理解が危うい問題として浮かび上がっている。

2. 研究の目的

凝縮系の電子相を理解するためには、多体系の相関関数を空間的・時間的に直接的に理解することが不可欠である。特にスピン相関が重要な反強磁性・スピナー重項転移・フラストレーション・電荷秩序・超伝導状態などの起源解明には、電子対形成における電荷・スピン状態を直接的に計測することが求められている。一方で、電子物性研究に於いて磁気共鳴研究は、低次元性や強相関性に由来するエキゾチックな電子状態の解明から始まり、温度や圧力変化に伴う競合電子相の理解のために大きな役割を果たしてきた。これまでに NMR では選択的同位体置換や高圧技術、ESR では高周波化やパルス技術などの計測手法の進展により、種々の物質群で電子状態の理解が深まってきた。本研究では、高度化された磁気共鳴測定により、電子対相関の空間計測、ダイナミックスに関する知見を得て、新たな物性物理の理解を進める扉を開くことに挑戦するものである。

3. 研究の方法

一次元有機導体のリエントラント反強磁性相に挟まれる異常スピナー重項状態の起源を解明するため、種々の(TMTTF)₂X 塩単結晶試料に対して CW 法による極低温電子スピン共鳴パルス電子-電子二重共鳴ならびに電子-核二重共鳴測定を行い、各電子相の電子空間分布ならびに電子対相関の異方性や温度依存性、スピナー重項状態に至る対凝縮過程の動的挙動を調べた。電子-電子二重共鳴は、長距離の位置情報(~10nm)、また nsec レベルの比較的高速なダイナミックスに関す

る知見が得られる。ポンプ周波数と観測周波数の g 値の異方性を利用することで、電子対相関の分布を含めた距離計測やダイナミックスの異方性が理解できる。低次元系はスピン揺らぎのタイムスケールが遅く、磁気共鳴研究の対象としては有利である。特に低温相転移近傍の電子対相関ならびにスピンダイナミックス(対生成、対凝縮)研究を行った。詳細な単結晶角度依存測定を低温まで行い、電荷・スピン状態、対相関関数の角度依存性、対凝縮ギャップの対称性など、電子相や相転移の根本的な起源に関する知見を得た。

また、二次元電子系では、スピン液体の可能性が議論されている κ 型 BEDT-TTF 系に関しても、極低温まで測定可能な電子スピン共鳴分光装置を用い、超伝導近傍相におけるスピン相関に関する詳細計測から、電子物性起源に迫った。

得られた成果を踏まえ、2 年目以降は、自己キャリアドープ TTFCCO 系ならびその π 拡張系 TTPCCO 系などに対して、強磁場を含む先端電子スピン共鳴、固体広幅を行った合成研究者との情報交換を行い、新規な有機ラジカル系や共有結合性有機フレームワーク(COF)、混合原子価金属錯体無機化合物などの物質群に対しても研究を進めた。また上記の対象に対して、光誘起時間分解計測を行い、非平衡状態での電子対の構造およびダイナミックス計測ならびに解析を行った。

種々の低次元強相関系に対して、まず熱平衡状態の電子対の空間分布やその温度変化を詳細に調べ、競合電子相の発現機構にせまる。パルス電子-電子二重共鳴や光誘起時間分解 ESR といった空間・時間分解可能な計測により、電子対相関が重要な反強磁性・スピナー重項転移・超伝導状態など、多体系の相関関数を空間的・時間的に直接的に計測した。

4. 研究成果

平成 25 年度は、電子-電子二重共鳴による電子スピン共鳴長距離計測ならびに電子-核二重共鳴を含む NMR 計測系の構築に主眼を置いた。NMR 計測のためのマグネット部分と分光器の主要部分は研究代表者が所有している既存機器での充当が可能であるが、パルスの制御ならびに信号解析を行うためのコンソール部分の更新が必要であるために、パルス発生器(パルサー)ならびに信号入力部(AD ユニット)を更新した。これらの本課題遂行に必要な分光装置群に対して整備・調整を行った。当初想定した有機導体研究、(1) 一次元有機導体 (TMTTF)₂X 系の異常スピナー重項状態ならびに競合電子相の発現機構、(2) 二次元電子系 κ-(BEDT-TTF)₂Cu₂(CN)₃ に関して試料作成と予備測定を行った。この他に、自己キャリアドープ TTFCCO 系ならび類縁体の電子状態研究ならびに、共有結合性有機フレームワーク(COF)の光誘起緩和過程に関する飛躍的な研究発展があったために、こちらの研

究も推進した。これらの研究は、やはり導電性電子対の生成消滅過程に関わるものであり、本課題の対象としても、重要な意味を持っている。自己キャリアドープ TTF₂COO 系ならびその π 拡張系 TTPCOO 系に対して強磁場を含む先端電子スピン共鳴, 固体広幅 NMR 測定ならびに量子化学計算を行った。その実験結果の詳細な解析から、伝導電子スピンの起源、系の次元性ならびにキャリアの遍歴性について明らかにした。これらの結果は国際学会での発表と共に国際誌へすでに掲載されている。COF は非常に長い電荷分離状態を保持し、その過渡的な電子緩和過程を詳細に光誘起時間分解 ESR で測定可能である。その研究成果に関して論文発表を行っている。

設備の充足に伴い、平成 26 年度は、電子対相関の舞台となる物質系の基礎物性研究に主眼を置いた。まずは、NMR 計測系の更新を行い感度が向上したので、平成 25 年度から進めている種々の物質系の計測を行った。ESR 測定では、典型的な一次元電子系である TMTTF 系で、パルス ESR 計測を行い Rabi 振動の観測に成功した。このスペクトルの詳細な解析から電子対間距離に関する情報が得ることができる。

平成 25 年度までに進めてきた有機導体 (TMTTF)₂X, κ -(BEDT-TTF)₂Cu₂(CN)₃, 自己キャリアドープ TTF₂COO 系ならび類縁体の電子状態が明らかにすることが出来た。平成 26 年度は、当初から研究を行っている一次元有機導体 (TMTTF)₂Br 系で新たに逐次反強磁性転移を発見した。さらに TMTTF を重元素のセレンで置換した (TMTSF)₂ClO₄ 塩では強いスピン軌道相互作用に起因すると思われる ESR 共鳴吸収サテライトを観測している。これらの研究は物性物理の骨幹に関わるもので、本課題で芽吹いたユニークな学術研究として新規な研究テーマとして進めたい。

有機導体に加えて、新規な π 開殻系ジカルバゾール系や酸素架橋ルテニウム二核混合原子価錯体についても、予想外の進展であったために勢力を注入して課題を遂行した。 π 開殻系ジカルバゾールは磁性においても興味深い結果を得ており、論文投稿準備中である。電荷やスピンの秩序化など電子物性の観点からも興味を持ち、酸素架橋ルテニウム二核混合原子価錯体について磁気共鳴法による電子物性研究を行った。SQUID や ESR では明瞭な異常は観測されないが、¹H-NMR スピン格子緩和率では 33K 近傍に顕著なピークを示す。室温で等価であった電子対が低温で不均化、つまり酸化物や有機導体系で観測されるような電荷秩序転移（電子対の対称性の破れ）が起こっていることが分かった。これらの研究は、やはり常磁性電子対の生成消滅過程に関わるものであり、本課題の対象としても、重要な意味を持っている。強相関系ではないと思われる系の電荷秩序形成はユニークである。国際学会を含む幾つかの学会で発表済みであり、国際誌にも投稿中である。

先端 ESR を用いた本課題成果の公表をうけ、本課題に関連した招待講演が 2 回あった。すでに、著名誌を含む国際誌にも下記のように掲載済みであり、加えて数件投稿準備中である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 15 件) (全て査読有り)

1. Redox-Switchable 20-, 19-, and 18-Electron 5, 10, 15, 20-Tetraaryl-5, 15-diazaporphyrinoid Nickel(II) Complexes, T. Satoh, M. Minoura, H. Nakano, K. Furukawa, and Y. Matano, *Angew. Chem. Int. Ed.* 55 (2016) 2235-2238 DOI: 10.1002/anie.201510734
2. Microscopic Evidence of a Metallic State in the One-pot Organic Conductor, Ammonium Tetrathiapentalene Carboxylate, T. Nakamura, K. Furukawa, T. Terauchi, and Y. Kobayashii, *Phys. Status Solidi RRL* 9 (2015) 480-484 DOI: 10.1002/pssr.201510206
3. Synthesis and Acid-Responsive Electron Transfer Disproportionation of Non- and Tetramesityl-substituted 1,1',9,9'-Bicarbazole, P. Pandit, T. Nakamura, and S. Higashibayashi, *Chem. Lett.* 44 (2015) 1336-1338 DOI: 10.1246/cl.150557
4. Acid-Regulated Electron Transfer Disproportionation of a Non-Substituted Tetramethyl-biacridine Derivative, K. Yamamoto, T. Nakamura and S. Higashibayashi, *Chem. Lett.* 44 (2015) 1229-1231 DOI: 10.1246/cl.150498
5. Creation of Superheterojunction Polymers via Direct Polycondensation: Segregated and Bicontinuous Donor-Acceptor π -Columnar Arrays in Covalent Organic Frameworks for Long-Lived Charge Separation, S. Jin, M. Supur, M. Addicoat, K. Furukawa, L. Chen, T. Nakamura, S. Fukuzumi, S. Irle and D. Jiang, *J. Am. Chem. Soc.* 137 (2015) 7817-7827 DOI: 10.1021/jacs.5b03553
6. Acid/Base-Regulated Reversible Electron Transfer Disproportionation of N-N linked Bicarbazole and Biacridine Derivatives, P. Pandit, K. Yamamoto, T. Nakamura, K. Nishimura, Y. Kurashige, T. Yanai, G. Nakamura, S. Masaoka, K. Furukawa, Y. Yakiyama, M. Kawano and S. Higashibayashi, *Chem. Sci.*, 6 (2015) 4160-4173. DOI: 10.1039/C5SC00946D
7. Lowering the Reduction Potential of a Boron Compound by Means of the Substituent Effect of the Boryl Group:

- One-Electron Reduction of an
Unsymmetrical Diborane(4), H. Asakawa,
K. H. Lee, K. Furukawa, Z. Y. Lin, and M.
Yamashita, Chemistry-A, European Journal
21 (2015) 4267-4271 DOI:
10.1002/chem.201406609
8. Phenalenyl-fused porphyrins with different
ground states, W. Zeng, S. Lee, M. Son, M.
Ishida, K. Furukawa, P. Hu, Z. Sun, D. Kim,
J. Wu, Chem. Sci. 6 (2015) 2427-2433 DOI:
10.1039/c4sc03866e
 9. Three Distinct Redox States of an
Oxo-Bridged Dinuclear Ruthenium
Complex, M. Yoshida, M. Kondo, T.
Nakamura, K. Sakai and S. Masaoka,
Angew. Chem. Int. Ed. 53 (2014)
11519–11523 DOI:
10.1002/anie.201406443
 10. Stable metallic state of (TTPCOO)₂NH₄
with mobile dopant, T. Terauchi, S. Sumi, Y.
Kobayashi, T. Nakamura, K. Furukawa and
Y. Misaki, Chem. Com., 50 (2014)
7111-7113 DOI: 10.1039/C4CC00678J
 11. Photoelectric Covalent Organic
Frameworks: Converting Open Lattices into
Ordered Donor-Acceptor Heterojunctions, L.
Chen, K. Furukawa, J. Gao, A. Nagai, T.
Nakamura, Y. P. Dong and D. L. Jiang, J.
Am. Chem. Soc. 136 (2014) 9806-9809
DOI: 0.1021/ja502692w
 12. Indolo[2,3-b]carbazoles with tunable
ground states: how Clar's aromatic sextet
determines the singlet biradical character, D.
Luo, S. Lee, B. Zheng, Z. Sun, W. Zeng,
K.-W. Huang, K. Furukawa, D. Kim, R. D.
Webster and J. Wu, Chem. Sci. 5 (2014)
4944-4952 DOI: 10.1039/c4sc03866e
 13. Large Pore Donor–Acceptor Covalent
Organic Frameworks, S. Jin, K. Furukawa,
M. Addicoat, L. Chen, T. Seiya, S. Irle, T.
Nakamura and D. Jiang, Chemical Science,
4, (2013) 4505-4511 DOI:
10.1039/c4sc01843e
 14. Organometallic Ionic Liquids from
Octamethylferrocenium Cations.
Preparation, Thermal Properties, Crystal
Structures, and Magnetic Properties, Y.
Funasako, T. Inagaki, T. Mochida, T.
Sakurai, H. Ohta, K. Furukawa, T.
Nakamura, Dalton Trans., 42, (2013)
8317-8327 DOI: 10.1039/C3DT00084B
 15. Redox Modulation of
Para–Phenylenediamine by Substituted
Nitronyl Nitroxide Groups and Their Spin
States, A. Ito, R. Kurata, D. Sakamaki, S.
Yano, Y. Nakano, K. Furukawa, T. Kato,
and K. Tanaka, J. Phys. Chem. A 117
(2013) 12858-12867 DOI :
10.1021/jp4095613
- [学会発表] (計 4 4 件)
1. 中村敏和, 一次元有機導体におけるスピン軌道相互作用効果: ESR の観点から, 第 71 回日本物理学会年次大会, 2016.03.19-22, 東北学院大学 泉キャンパス (仙台市, 宮城県)
 2. 佐藤昌志, 杉浦亮, 長谷川綾香, 開康一, 高橋利宏, 中村敏和, 村田恵三, 加藤礼三, 擬一次元導体 HMTSF-TCNQ の NMR 研究 III, 第 71 回日本物理学会年次大会, 2016.03.19-22, 東北学院大学 泉キャンパス (仙台市, 宮城県)
 3. 渡邊聖也, 小野健太, 古川貢, 金尚彬, 江東林, Cu フタロシアニンを使用した共有結合性有機骨格構造(COF)の光誘起磁気特性, 日本化学会第 96 春季年会, 2016.03.24-27, 同志社大学 京田辺キャンパス(京都府, 京田辺市)
 4. T. Nakamura, M. Yoshida, M. Kondo, S. Masaoka, Charge Ordering in Oxo-Bridged Dinuclear Ruthenium Mixed-Valence Complex by Magnetic Resonance Investigation, Pacificchem 2015, 2015.12.15-20, Hawaii Convention Center (Hawaii, USA)
 5. 中村敏和, 多周波パルス ESR による分子性固体の電子状態研究, 第 54 回電子スピンサイエンス学会年会, 2015.11.02-04, 朱鷺メッセ:新潟コンベンションセンター (新潟県, 新潟市)
 6. 渡邊聖也, 小野健太, 古川貢, 金尚彬, 江東林, 磁性イオンを使用した共有結合性有機骨格構造(COF)のスピンダイナミクス, 第 54 回電子スピンサイエンス学会年会, 2015.11.02-04, 朱鷺メッセ:新潟コンベンションセンター (新潟県, 新潟市)
 7. 中村敏和, (TMTTF)₂Br における反強磁性相の再考察, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 2015.09.16-19, 関西大学 千里山キャンパス (吹田市, 大阪府)
 8. 古川貢, 中村敏和, 陳龍, 江東林, 共有結合性有機骨格構造(COF)のスピンダイナミクス研究, 第 9 回分子科学討論会, 2015.09.16-19, 東京工業大学 大岡山キャンパス(目黒区, 東京都)
 9. 谷戸雄弥, 米山直樹, 中村敏和, 佐々木孝彦, 部分分子置換した κ -(BEDT-TTF)₂Cu₂(CN)₃ の ESR 測定, 第 9 回分子科学討論会, 2015.09.16-19, 東京工業大学 大岡山キャンパス(目黒区, 東京都)
 10. T. Nakamura, K. Furukawa, ESR Investigation of Spin-Dynamics in Low-Dimensional Organic Conductors (TMTTF)₂X, ISCOM2015, 2015.09.06-09.11, The Monarch Hotel & Convention Center (Bad Gogging, Germany)
 11. K. Hiraki, T. Takahashi, T. Nakamura, B.

- Zhou, R. Kato, Metal-Insulator transition of the Field Induced Superconductor, λ -BETS₂FeCl₄; Studied by microscopic point of view, ISCOM2015, 2015.09.06-09.11, The Monarch Hotel & Convention Center (Bad Gogging, Germany)
12. A. Hasegawa, M. Sato, R. Sugiura, K. Hiraki, T. Takahashi, T. Nakamura, K. Murata, R. Kato, Microscopic study of donor-acceptor type one dimensional charge transfer complex, HMTSF-TCNQ, ISCOM2015, 2015.09.06-09.11, The Monarch Hotel & Convention Center (Bad Gogging, Germany)
 13. T. Nakamura, K. Furukawa, T. Terauchi, Y. Kobayashi, Y. Misaki, High-Field ESR and Solid State NMR Investigation for Novel Type of Organic Conductor, Self-doped TTF₂COONH₄ and Its Analogs, The 57th Annual Rocky Mountain Conference on Magnetic Resonance, 2015.07.26-30, Snowbird Resort & Conference Center (Utah, USA)
 14. 中村敏和, 古川貢, 寺内毅, 小林由佳, 1ポット有機導体(TTPCOO)₂NH₄の磁気共鳴研究, 第19回ESRフォーラム研究会, 2015.07.24, 東京工業大学 大岡山キャンパス (目黒区, 東京都)
 15. T. Nakamura, K. Furukawa, T. Terauchi, Y. Kobayashi, ESR and NMR Investigation for Self-doped Type Organic Conductors, AWEST2015, 2015.06.14-17, Awaji Yumebutai International Conference Center (Awaji, Hyogo, Japan)
 16. 中村敏和, 吉田将己, 近藤美欧, 正岡重行, 磁気共鳴法によるオキソ架橋ルテニウム二核混合原子価錯体の電荷・スピン状態, 日本化学会第95春季年会, 2015.03.26-29, 日本大学理工学部船橋キャンパス (船橋市, 千葉県)
 17. 大庭裕範, 板橋徹哉, 阿部淳, 新井宗仁, 中村敏和, 高橋聡, 山内清語, 二重スピンラベルタンパクにおけるスピン間相互作用とEPR, 日本化学会第95春季年会, 2015.03.26-29, 日本大学理工学部船橋キャンパス (船橋市, 千葉県)
 18. パンディットパラッシュ, 山本浩司, 中村敏和, 西村勝之, 倉重佑輝, 柳井毅, 中村豪, 正岡重行, 古川貢, 東林修平, 酸応答性ビカルバゾール誘導体, 日本化学会第95春季年会, 2015.03.26-29, 日本大学理工学部船橋キャンパス (船橋市, 千葉県)
 19. 山本浩司, パンディットパラッシュ, 中村敏和, 倉重佑輝, 柳井毅, 中村豪, 正岡重行, 東林修平, 酸応答性ビアクリジン誘導体, 日本化学会第95春季年会, 2015.03.26-29, 日本大学理工学部船橋キャンパス (船橋市, 千葉県)
 20. 中村敏和, 吉田将己, 近藤美欧, 正岡重行, オキソ架橋ルテニウム二核混合原子価錯体の電荷秩序:磁気共鳴法によるアプローチ, 第70回日本物理学会年次大会, 2015.03.21-24, 早稲田大学 早稲田キャンパス (新宿区, 東京都)
 21. 中村敏和, 多周波パルス ESR 分光法の物性物理への応用, 第70回日本物理学会年次大会, 2015.03.21-24, 早稲田大学 早稲田キャンパス (新宿区, 東京都)
 22. 大塚慶, 飯窪秀昭, 鷹野芳樹, 開康一, 高橋利宏, 中村敏和, 崔亨波, 加藤礼三, β '-Pd(dmit)₂系の反強磁性相における磁気構造 IV, 第70回日本物理学会年次大会, 2015.03.21-24, 早稲田大学 早稲田キャンパス (新宿区, 東京都)
 23. 長谷川綾香, 佐藤昌志, 開康一, 高橋利宏, 中村敏和, 村田恵三, 加藤礼三, 擬一次元導体 HMTSF-TCNQ の ⁷⁷Se-NMR測定 II, 第70回日本物理学会年次大会, 2015.03.21-24, 早稲田大学 早稲田キャンパス (新宿区, 東京都)
 24. 中村敏和, ESRによる導電性分子材料研究, 第39回フィッション・トラック研究会+ESR・ルミネッセンス合同研究会, 2015.02.27-03.01, 山形大学小白川キャンパス (山形市, 山形県)
 25. T. Nakamura, K. Furukawa, T. Terauchi, Y. Kobayashi, Novel type of organic conductor, self-doped TTF₂COONH₄ and Its Analogs, Joint Conference of APES2014, IES and SEST2014, 2014.11.12-16, Todaiji Culture Center (Nara, Nara, Japan)
 26. K. Furukawa, T. Nakamura, S. Jin, L. Chen and D. Jiang, Spin Dynamics of Photoconductive Donor-Acceptor-type Covalent Organic Framework (COF), Joint Conference of APES2014, IES and SEST2014, 2014.11.12-16, Todaiji Culture Center (Nara, Nara, Japan)
 27. Y. Matsuoka, K. Furukawa and T. Nakamura, The decisive factor of clay quality and color of Bizen pottery, Joint Conference of APES2014, IES and SEST2014, 2014.11.12-16, Todaiji Culture Center (Nara, Nara, Japan)
 28. Y. Ohba, M. Arai, T. Itabashi, J. Abe, T. Nakamura, S. Takahashi, S. Yamauchi, Electron Paramagnetic Resonance Lineshape and Spin-spin Interaction of Doubly Labeled, Protein in a Denaturation Process, Joint Conference of APES2014, IES and SEST2014, 2014.11.12-16, Todaiji Culture Center (Nara, Nara, Japan)
 29. 古川貢・佐久間駿・中村敏和・金尚彬・陳龍・江東林, ドナー・アクセプター共有結合性有機骨格構造の光誘起伝導性メカニズムの時間分解 ESR 研究, 錯体化学会第64回討論会, 2014.09.18, 中

- 央大学 後楽園キャンパス(文京区, 東京都)
30. 古川貢, アドバンスド ESR による機能性メカニズム解明研究, 第 18 回 ESR フォーラム研究会, 2014.07.26, 名古屋大学 東山キャンパス(名古屋市, 愛知県)
 31. T. Nakamura, K. Furukawa, T. Terauchi, Y. Kobayashi, Y. Misaki, High-Field ESR and Solid State NMR Investigation for Novel Type of Organic Conductor, Self-doped TTF₂COONH₄ and Its Analogs, The 56th Annual Rocky Mountain Conference on Magnetic Resonance, 2014.07.13-17, Copper Conference Center (Colorado, USA)
 32. 古川貢, 佐久間駿, 金尚彬, 陳龍, 江東林, 中村敏和, ドナー・アクセプター型共有結合性有機骨格構造(COF)のスピンダイナミクス研究, 日本化学会第 94 春季年会(2014), 2014.03.27-30, 名古屋大学 東山キャンパス (名古屋市, 愛知県)
 33. 古川貢, 光誘起伝導性ドナー・アクセプター型 COF のスピンダイナミクス, 分子研研究会「先端スピン計測技術による分子性物質研究の現状と展望」, 2013 年 12 月 19 日, 分子科学研究所 (岡崎市, 愛知県)
 34. 中村敏和, 古川貢, 寺内毅, 小林由佳, 御崎洋二, 自己ドーブ型有機導体に対する磁気共鳴研究, 分子研研究会「先端スピン計測技術による分子性物質研究の現状と展望」, 2013 年 12 月 19 日, 分子科学研究所 (岡崎市, 愛知県)
 35. 中村敏和, 一次元有機導体における超強磁場 NMR の可能性, 金属材料研究所強磁場超伝導材料研究センター研究会「20 テスラ超強磁場 NMR による物性研究」, 2013.11.18-19, 東北大学金属材料研究所 2 号館講堂 (仙台市, 宮城県)
 36. 中村敏和, 古川貢, 寺内毅, 小林由佳, 御崎洋二, 磁気共鳴法による自己ドーブ型有機導体の構造と電子状態研究, 第 22 回有機結晶シンポジウム, 2013.10.30-11.01, 北海道大学札幌キャンパス、学術交流会館 (札幌市, 北海道)
 37. K. Furukawa, Advanced ESR Research Work in IMS, IMS Workshop, 2013 年 10 月 29 日, Institute for Molecular Science, (Okazaki, Aichi, Japan)
 38. 中村敏和, 古川貢, 寺内毅, 小林由佳, 御崎洋二, 自己ドーブ型有機導体 TTF₂COONH₄ 塩及び類縁体の物性研究, 第 52 回電子スピンサイエンス学会年会, 2013.10.24-26, 大宮ソニックシティ (さいたま市, 埼玉県)
 39. 古川貢, 金尚彬, 陳龍, 江東林, 中村敏和, ドナー・アクセプター型 COF のスピンダイナミクス, 第 52 回電子スピンサイエンス学会年会, 2013.10.24-26, 大宮ソニックシティ (さいたま市, 埼玉県)
 40. 古川貢, 高橋誠弥, 中村敏和, 金尚彬, 江東林, 時間分解 ESR による共有結合性有機骨格構造物質(COF)の光伝導性研究, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 2013.09.25-28, 徳島大学工学部 (徳島市, 徳島)
 41. 古川貢, 高橋誠弥, 金尚彬, 陳龍, 江東林, 中村敏和, 発表標題: 光誘起伝導性ドナー・アクセプター型 COF のスピンダイナミクス, 第 7 回分子科学討論会, 2013.09.24-27, 京都テルサ (京都市, 京都府)
 42. 古川貢, 高橋誠弥, 中村敏和, 金尚彬, 江東林, 共有結合性有機骨格構造物質(COF)の光誘起時間分解 ESR による電子状態研究, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 2013.9.15-9.20, 同志社大学京田辺キャンパス (京田辺市, 京都府)
 43. T. Nakamura, K. Furukawa, S. Takahashi, S. Jin, D. Jiang, Time-Resolved ESR Spectroscopy Investigation of Photoconduction Mechanism in Covalent Organic Framework (COF) Materials, 55th Annual Rocky Mountain Conference on Magnetic Resonance, 2013.07.27-08.01, Crowne Plaza Denver (Denver, USA)
 44. T. Nakamura, S. Takahashi, S. Jin, K. Furukawa, D. Jiang, Photoconduction Mechanism in Covalent Organic Framework (COF) Materials by using Time-Resolved ESR Spectroscopy, ISCOM2013, 2013.07.13-07.18, The Delta centre-ville (Montreal, Canada)
- [その他]
<https://www.ims.ac.jp/research/group/nakamura/>
- ## 6. 研究組織
- (1)研究代表者
 中村 敏和 (NAKAMURA, Toshikazu)
 分子科学研究所・物質分子科学研究領域・准教授
 研究者番号: 50245370
- (2)研究分担者
 古川 貢 (FURUKAWA, Ko)
 新潟大学・研究推進機構・准教授
 研究者番号: 590342633
- (3)連携研究者
 澤 博 (SAWA, Hiroshi)
 名古屋大学・工学研究科・教授
 研究者番号: 50215901