

自己評価報告書

平成23年 4月 25日現在

機関番号：63903

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20340095

研究課題名（和文）低次元系の特異な電子相を利用したデバイス創製ならびにスピンドYNAMICKS研究

研究課題名（英文）Investigation of Spin Dynamics and Development of Devices for Low-Dimensional Electronic Phases

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

研究分野：固体電子物性

科研費の分科・細目：物理学・物性 II

キーワード：有機導体，電荷秩序，反強磁性，スピングャップ，高圧実験，磁気共鳴

1. 研究計画の概要

一次元スピンドYNAMICKS-反強磁性量子臨界近傍相，質量ゼロのディラック粒子系，導電性ヘリカルナノチューブなど特異な電子構造を持つ分子性固体に着目し，熱平衡条件下ならびに電場および磁場印加・光応答条件下におけるスピンドYNAMICKS研究を行っている。軽元素で構成される分子性物質はスピン軌道相互作用が小さく，加えて一次元電子系やディラックコーン型エネルギー分散を持つ系では，スピン緩和が著しく抑制されるものと期待できる。スピン輸送・高移動度・太陽電池・量子コンピューティングデバイス材料への適用を念頭に置きながら，非接触でかつ微視的な分光法である磁気共鳴法（電子スピン共鳴（ESR）・核磁気共鳴（NMR））により，それらの物質群の電子状態を理解すると共に，その特異性を生かした分子性デバイスを開拓することを最終目標としている。

2. 研究の進捗状況

NMR 測定のための角度変化可能な常圧・圧力下プローブ制作を行い，(TMTTF)₂X 塩の混晶系の磁気共鳴測定並びに圧力下 NMR 測定を行い一次元電子系の電子物性理解を進める体制が整った。加えて，(TMTTF)₂X 塩系の新規な塩も作成に成功し，一連の塩に対して低温領域までを含む構造解析を行い，構造情報を踏まえた上での電子状態理解が可能となった。これにより，¹³C-NMR により一次元電子系(TMTTF)₂X の量子臨界点近傍相のスピンドYNAMICKSを明らかにすることが出来た。また，超高圧下での磁気共鳴研究，類縁体に対する系統的な構造的な研究により(TMTTF)₂X の電子相図に関する統一

像を明らかにすることができ，現在論文を投稿中である。また， α -(BEDT-TTF)₂I₃の試料作成も行い，質量ゼロのディラック粒子系の電子状態研究の準備も整った。その他，一次元自己集積型 Cu 錯体の磁性と電子状態の多核 NMR も行い，分子内の磁氣的相互作用の他，鎖間にも大きな相互作用があることを見いだした。磁性体に関しても，自己集積化法が分子集合体のデザインに有効であることが分かった。

また，強磁場パルス ESR, 光誘起時間分解といった種々の先端 ESR 測定法で，1) 一次元電子系(TMTTF)₂X の異常スピン重項状態，2) 新規な自己ドープ型有機導体の電子状態，3) 光伝導性有機デバイス材料の電荷分布，4) 磁性イオン性液体の磁場・温度挙動，などの電子物性研究を行うことができた。これらの成果は代表的な国際雑誌に掲載済みとなっている。このように，最終年度をまたずに当該課題の当初の課題がほぼ達成された。平成23年度も，さらにこれらの種々の電子相の起源解明を行い，物質群開拓の観点からも研究を行う。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由)

一次元電子系の電子状態解明が進むと共に，光誘起状態でのスピンドYNAMICKS理解の方法論が進んだ。これらの結果は，主要雑誌で多くの論文や国内外の招待講演などで成果発表されている。

4. 今後の研究の推進方策

平成23年度は最終年度であるので，これまでの研究成果を，国内外での学術集会で発表

され学術雑誌に投稿することはもちろん、ホームページへの随時アップロード、啓蒙雑誌への寄稿を行う。研究者向けのホームページを作成するだけでなく、一般市民や若い世代向け専用のホームページを作成する。海外向けには電子版のニュースフラッシュを二次活用しインターネットおよび冊子体で研究成果を配信する。日本が得意とする物性科学研究手法を今危急の問題が多数有る生体物質科学へ適用するのは分野を超えた連携が必要となる。そのために新学術領域研究の分野横断型研究会やトピカルミーティングを通じ、縦横な研究者間の連携を図る。また、アウトリーチや科学コミュニケーション活動を通じ、市民や中高生の理解を深める。そのために、出前授業、サイエンスアゴラ、国際科学祭等への出展、サイエンスカフェでの講演など、科学チャレンジ事業への参加などを行うことで広く社会・国民に発信する。プレスリリースなど研究成果ではイラストレーションを多用した媒体を作成し、幅広い層への啓蒙活動を行う。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件) 以下すべて査読有り

- 1) K. Furukawa, K. Sugiura, F. Iwase, and T. Nakamura, Phys. Rev. B in press.
- 2) K. Furukawa, Y. Sugishima, H. Fujiwara and T. Nakamura, Chem. Lett. **40** (2011) 292-294.
- 3) F. Iwase, K. Sugiura, K. Furukawa and T. Nakamura, Phys. Rev. B **81** (2010) 245126 (6pages).
- 4) N. Yoneyama, K. Furukawa, T. Nakamura, T. Sasaki and N. Kobayashi, J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010) 063706 (4pages).
- 5) F. Iwase, K. Furukawa and T. Nakamura, J. Physics: Conf. Ser. **215** (2010) 012063 (4pages).
- 6) K. Furukawa, T. Nakamura, Y. Kobayashi and T. Ogura, J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010) 053701 (4 pages).

- 7) K. Furukawa, T. Hara and T. Nakamura, J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010) 043702 (4 pages).
- 8) F. Iwase, K. Sugiura, K. Furukawa and T. Nakamura, J. Phys. Soc. Jpn. **78** (2009) 104717 (7 pages).
- 9) K. Furukawa, T. Hara and T. Nakamura, J. Phys. Soc. Jpn. **78** (2009) 104713 (6 pages).

[学会発表] (計3件)

- 1) 中村敏和, “分子科学研究所における ESR 研究”, 第 27 回 ESR 応用計測研究会 2010 年度ルミネッセンス年代測定研究会, 2011.3.2-2011.3.4 海洋研究開発機構 横浜研究所 三好講堂 (特別講演)
- 2) Toshikazu Nakamura, “Advanced ESR Study on Molecular-based Conductors”, Asia-Pacific EPR/ESR Symposium, International Convention Center, Jeju, Republic of Korea, 2010.10.10-2010.10.14 (招待講演)
- 3) Toshikazu Nakamura, “Competed Electronic Phases in (TMTTF)₂X”, International Workshop Electron Magnetic Resonance of Strongly Correlated Spin Systems (EMRSCS2009), Takigawa Memorial Hall, Kobe University, Japan, 2009.11.8-2009.11.9 (招待講演)

[その他]

ホームページ

<http://naka-w.ims.ac.jp/>

<http://www.ims.ac.jp/know/material/nakanakamura/nakamura.html>