

## 自己評価報告書

平成 24 年 4 月 19 日現在

機関番号：11301  
研究種目：基盤研究（B）  
研究期間：2008～2012年  
課題番号：20340102  
研究課題名（和文） スピン偏極励起原子ビームを用いた分子内局所磁性による立体ダイナミクスの研究  
研究課題名（英文） Study of Stereodynamics for intramolecular magnetism by means of spin-polarized metastable atomic beams  
研究代表者  
岸本 直樹（KISHIMOTO NAOKI）  
東北大学・大学院理学研究科・講師  
研究者番号：60302080

研究分野：物理化学

科研費の分科・細目：数物系科学 原子・分子・量子エレクトロニクス

キーワード：原子衝突反応・電子スピン・反応動力学・電子構造・固体表面・衝突エネルギー

## 1. 研究計画の概要

本研究課題で計画していることは、

- (1) スピン偏極励起原子ビーム源の開発、
- (2) 強磁性体に吸着した有機分子を対象とした立体ダイナミクス研究、
- (3) 界面の電子構造の変化の観測、である。

特に3番に関して、アルカリ金属原子など反応性原子の多くは開殻系であり、表面における有機分子との反応過程に興味を持たれる。本研究課題で開発するスピン偏極励起原子ビームを用いた衝突エネルギー分解2次元ペニング電子分光法では、反応性原子との相互作用によって生成したラジカルのイオン化状態に帰属されるバンドのスピン偏極から、その反応過程に関する情報を得ることが出来る。低温の磁性体表面に反応性原子を蒸着し膜厚増加に伴う表面電子状態の変化や、昇温によって誘起される反応による磁性の変化を基板温度を変えながら観測することも目的の一つである。

## 2. 研究の進捗状況

スピン偏極励起原子ビーム源の開発ならびに調整を行うことと平行して、準安定励起原子ビームを用いた立体ダイナミクス研究から、有機金属錯体の電子構造と、界面の有機分子の電子構造の変化の観測を行い、それぞれで成果をあげている。特に、これまで明らかでなかった開殻系の有機金属錯体の電

子構造の研究まで進展させることができ、分子磁性の基礎的研究に関連させることが出来ると考えている。また、アルカリ金属原子とチオフェンやピロールなどの五員複素環式化合物を低温の金属基板上に蒸着させて緩やかに加熱することで、反応（電子構造の変化）を観測することが出来た。この反応生成物の反応断面積の衝突エネルギーを観測した結果、脱水素化によって反応が起こっていることを立体ダイナミクス観測の観点から明らかにすることが出来た。

## 3. 現在までの達成度

③やや遅れている。

理由：スピン偏極励起原子ビームを界面の有機分子に適用する予定だったが、まだ安定した条件で出来ていない。また、東日本大震災によって装置類の転倒や停電などがあり、中断している。

## 4. 今後の研究の推進方策

早急に装置類の修理・改良を行い、安定した条件で準安定励起原子ビームを用いた実験を行えるように努力する必要がある。また、表面電子状態の変化の研究では、開殻系の遷移金属錯体とアルカリ金属の組み合わせなど様々なアルカリ金属を用いた実験を行うなどの研究展開を図る予定である。

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6件)

- [1] Naoki Kishimoto, Andriy Borodin, Takuya Horio, Masakazu Yamazaki, and Koichi Ohno, "Two-dimensional Penning Ionization Electron Spectroscopy of CH<sub>3</sub>I and CH<sub>2</sub>I<sub>2</sub> by He\*(2<sup>3</sup>S) Metastable Atoms", *J. Phys. Conf. Ser.*, 2010, **235**, 012014(1-8). 査読有り
- [2] S. Kudo, N. Kishimoto, and K. Ohno, "Collision-energy-resolved metastable impact electron spectroscopy of thiophene and 2,2'-bithiophene :Stereodynamics in gas phase and adsorbed layer on Ag(110)", *J. Phys. Conf. Ser.*, 2010, **235**, 012012(1-8). 査読有り
- [3] Ryoichi Fukuda, Masahiro Ehara, Hiroshi Nakatsuji, Naoki Kishimoto, and Koichi Ohno, "Valence ionized states of iron pentacarbonyl and η<sup>5</sup>-cyclopentadienyl cobalt dicarbonyl studied by symmetry-adapted cluster-configuration interaction calculation and collision-energy resolved Penning ionization electron spectroscopy", *J. Chem. Phys.*, 2010, **132**, 084302(1-12). 査読有り
- [4] Naoki Kishimoto and Koichi Ohno, "Anisotropic Interactions and Valence Ionic States of Dibenzenechromium Observed by Collision-Energy-Resolved Penning Ionization Electron Spectroscopy with He\*(2<sup>3</sup>S) Metastable Atoms", *J. Phys. Conf. Ser.*, 2009, **185**, 012020(1-4). 査読有り
- [5] Naoki Kishimoto and Koichi Ohno, "Outer Valence Ionic States of Cr(CO)<sub>6</sub> and (η<sup>5</sup>-C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)Co(CO)<sub>2</sub> Observed by Two-dimensional Penning Ionization Electron Spectroscopy", *J. Phys. Chem. A*, 2009, **113**, 14559-14564. 査読有り
- [6] Naoki Kishimoto and Koichi Ohno, "Stereodynamics and Outer Valence Ionic States of Ferrocene in Collisional Ionization with a He\*(2<sup>3</sup>S) Metastable Atom by Two-Dimensional Penning Ionization Electron Spectroscopy", *J. Phys. Chem. A*, 2009, **113**, 521-526. 査読有り

[学会発表] (計20件)

- [1] Naoki Kishimoto, Sho Kudo, and Koichi Ohno, "Two-Dimensional Metastable Impact Electron Spectroscopy of Methyl Halides in Gas Phase and Adsorbed on Metal Surface by Collision with He\*(2<sup>3</sup>S) Atoms", International Workshop on Electron Spectroscopy for Gas-phase molecules and solid surface 2009 (IWES), Matsushima, Oct. 13, 2009.
- [2] S. Kudo, N. Kishimoto, and K. Ohno, "Observation of anisotropic interaction between He\* and five-membered unsaturated heterocyclic compounds using two-dimensional metastable impact electron spectroscopy", International Workshop on Electron Spectroscopy for Gas-phase molecules and solid surface 2009 (IWES), Matsushima, Oct. 13, 2009.
- [3] Naoki Kishimoto and Koichi Ohno, "Two-dimensional metastable impact electron spectroscopy of organic molecules adsorbed on a metal surface", The 8th Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics(AISAMP8), Perth, November 26, 2008.
- [4] Naoki Kishimoto, Satoshi Maeda, and Koichi Ohno, "Development of New Techniques to Study Collisional Reaction Dynamics and Interaction Potential Energy Surfaces", The 8th Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics(AISAMP8), Perth, November 27, 2008.
- [5] Naoki Kishimoto, "Collision-energy-resolved metastable impact electron spectroscopy of molecules adsorbed on a metal surface", The 12th International Symposium of Stereodynamics of Chemical Reactions, Dalian, October 16, 2008.
- [6] Naoki Kishimoto, "Observation of Anisotropic Interactions and Molecular Orbitals by Two-Dimensional Penning Ionization Electron Spectroscopy", Imaging Techniques in Atomic and Molecular Physics Symposium, Hefei, April 12, 2008.