

STM 原子操作による単一有機分子の電子スピン状態の制御

太田奈緒香¹、中島脩平¹、N. K. M. Nazriq¹、中村浩次²、山田豊和¹
(千葉大院融合¹、三重大工²)

Control of electric spin states of single organic molecules with STM atom manipulation
Naoka Ohta¹, Shuhei Nakashima¹, N. K. M. Nazriq¹, Kohji Nakamura², Toyo Kazu Yamada¹
(Chiba Univ.¹, Mie Univ.²)

走査トンネル顕微鏡 (STM) は、探針を使って試料形状および電子状態を原子レベルの空間分解能で測定できる顕微鏡である。超高真空中で磁性膜を W 探針にコートすることで磁性探針が得られる。磁性探針を用いる STM をスピン偏極 STM とよぶ。磁気力顕微鏡 (MFM) と異なり、探針-試料間のスピン偏極トンネル電流を検出するため、試料の電子スピン状態分光測定できる。反強磁性膜を用いることで漏れ磁場の無い理想的な磁性探針とする [1]。

このスピン偏極 STM の技術を用いて、1 個の非磁性 π 電子系単一有機分子を介する伝導を計測したところ磁気抵抗が確認された [2]。この磁気抵抗の極性は、分子を挟む磁性電極を変えることで変化した [3]。磁性基板上的単一有機分子の STM 分光測定の結果、原因は、分子の π 電子状態と基板の d 電子状態の強い結合に伴い発現する新たなスピン偏極状態にあると分かってきた [4, 5]。

本研究で我々は、 π -d 電子状態結合を直接 STM 分光観察し、分子を介する磁気伝導の解明を目指す。 π -d 電子結合を直接見るため、原子レベルで平坦・清浄化した貴金属基板上に、単一有機分子と単一磁性原子を同時に吸着させた。STM 探針を用いて原子を動かし分子へ接近させていく。分子の横、さらに分子の側鎖の上、分子の中央に原子をのせることに成功した (物理吸着)。それぞれの状態で STM 分光測定を行い、分子内の各位置での局所電子スピン状態測定を行った。測定は全て、超高真空中、極低温で行った。得られた結果を第一原理計算の結果と比較検討した [6]。

また、貴金属でなく磁性基板上に吸着した非磁性 π 電子系分子に、STM 探針を用いて基板の磁性原子を注入することにも成功した (化学吸着)。注入後の分子の局所電子スピン状態測定結果と第一原理計算結果も原子注入されたことを示した。詳細を報告する [7]。

参考文献

- [1] T. K. Yamada and A. L. Vazquez de Parga, Appl. Phys. Lett. 105 巻, pp.183109, 2014 年.
- [2] S. Schmaus, T.K. Yamada, W. Wulfhekel, et al., Nature Nanotechnology, 6 巻, pp.185, 2011 年. .
- [3] A. Bagrets, S. Schmaus, T.K. Yamada, W. Wulfhekel, et al., Nano Letters, 12 巻, pp.5131, 2012 年.
- [4] Y. Yamagishi, S. Nakashima, K. Oiso and T. K. Yamada, Nanotechnology, 24 巻, pp.395704, 2013 年.
- [5] S. Nakashima, Y. Yamagishi, K. Oiso, T. K. Yamada, Jpn. J. Appl. Phys. 52 巻, pp.110115, 2013 年.
- [6] T. K. Yamada, S. Nakashima, N. Ohta, N. K. M. Nazriq, and K. Nakamura, in preparation.
- [7] T. K. Yamada, N. Ohta, S. Nakashima, K. Nakamura, and A. L. Vazquez de Parga, in preparation.