# 日本物理学会若手奨励賞を受賞して

ナノスケール物性研究部門　　助教　土師 将裕

この度、日本物理学会より、第 19 回(2025 年)日本物理学会若手奨励賞(領域 9)を受賞いたしました。受賞対象となった研究は「走査トンネル顕微鏡による表面磁性の静的・動的特性の研究」です。本賞は、将来の物理学を担う優秀な若手研究者の研究を奨励するため、優れた研究を行なった若手研究者に贈られる賞であり、このような栄誉ある賞を受賞いたしましたことを誠に光栄に存じます。

本研究では、走査トンネル顕微鏡(STM)およびスピン偏極 STM を駆使し、表面における磁性の静的および動的特性を原子スケールで観察・解析する手法を高度に発展させ、表面磁性のミクロな理解に貢献いたしました。以下に対象研究の概要を紹介いたします。

1. カイラル磁性の実証的検出[1,2]

タングステン基板上に成長させた Mn 薄膜において、スピン偏極 STM を用い、磁気構造のらせん性とそのカイラリティを明瞭に可視化しました。外部磁場により探針磁化方向を制御するアプローチを取り入れ、カイラルな磁気秩序が形成されていることを実証しました。この成果は、磁気デバイスにおける駆動方向制御の観点からも極めて重要です。

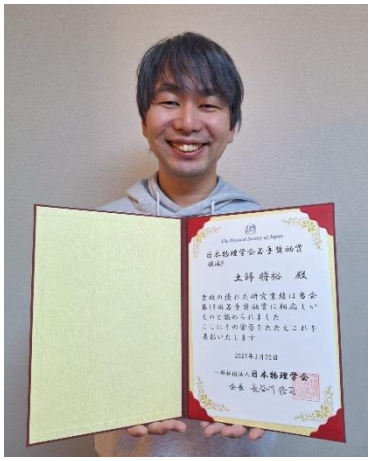
2. 強磁性 STM 探針の新規製法と実用性の確立[3]

従来難しかったスピン偏極 STM 探針の作製について、電気化学エッチングを用いてバルク強磁性材料から直接探針を作る手法を取り入れました。これにより、実験者の熟練度に依存せず、安定かつ高再現性で測定が可能となり、今後の応用研究への道を大きく開きました。

3. 量子スピン制御への応用展開[4,5]

電子スピン共鳴 STM(ESR–STM)に高周波パルス技術と位相制御系を導入することで、表面吸着原子スピンの量子的な操作・読み出しに成功しました。特に、ラビ振動やスピンの回転位相制御を実現し、スピン量子ビットの普遍的制御に道を拓きました。この成果は、量子情報処理分野への STM 応用を切り開くものです。

以上のように、磁性のミクロ構造理解に新たな視点を提供し、スピントロニクスや量子情報科学などの発展に寄与する成果であることが評価されました。



これらの研究は、多くの共同研究者の方々の支えをいただきながら進めてきた研究です。長谷川幸雄教授をはじめとした長谷川研究室のメンバー、吉田靖雄准教授(金沢大学)、Soo-hyon Phark 博士および Andreas Heinrich 教授をはじめとする Center for Quantum Nanoscience(韓国基礎科学研究所)の皆様を含む、すべての共同研究者に心より感謝申し上げます。

[1] M. Haze, Y. Yoshida, and Y. Hasegawa, “Role of the substrate in the formation of chiral magnetic structures driven by the interfacial Dzyaloshinskii-Moriya interaction” Phys. Rev. B **95**, 060415(R) (2017).

[2] M. Haze, Y. Yoshida, and Y. Hasegawa, “Experimental verification of the rotational type of chiral spin spiral structures by spin-polarized scanning tunneling microscopy” Sci. Rep. **7**, 13269 (2017).

[3] M. Haze, Y. Yoshida, H.-H. Yang, K. Asakawa, N. Watanabe, R. Yamamoto, and Y. Hasegawa, “Bulk ferromagnetic tips for spin-polarized scanning tunneling microscopy”, Rev. Sci. Instrum. **90**, 013704 (2019).

[4] Y. Wang*, M. Haze* (*equally contributed), H. T. Bui, W.-h. Soe, H. Aubin, A. Ardavan, A. J. Heinrich and S.-h. Phark, “Universal quantum control of an atomic spin qubit on a surface”, npj Quantum Inf. **9**, 48 (2023).

[5] Y. Wang, Y. Chen, H. T. Bui, C. Wolf, M. Haze, C. Mier, J. Kim, D.-J. Choi, C. P. Lutz, Y. Bae, S.-h. Phark and A. J. Heinrich, “An atomic-scale multi-qubit platform”, Science **382**, 87 (2023).