

Seminar Title:

パラフィン表面での原子散乱における熱平衡化と
スピン偏極状態保存

Speaker: 田中 祐太郎氏

東京農工大学大学院工学府 畠山研究室

日時：2026年11月5日(木) 14:00–15:30

Date & Time: Thursday, November 5, 2026 14:00–15:30

場所：理学研究科5号館 401号室

Venue: Room 401, 4th Floor, Bldg. No. 5, Graduate School of Science

Abstract:

パラフィン(C_nH_{2n+2})やオレフィン(C_nH_{2n})などの化学的に不活性な有機薄膜は、壁面衝突に伴うスピン偏極気体のスピン緩和率を大幅に下げることが知られている。[1] この種の有機薄膜を内壁に蒸着した蒸気セルのことをスピン緩和防止コーティングセル (ARC cell: Anti-Relaxation Coating cell) と呼ぶ。例えば、スピン偏極したアルカリ金属原子が壁面に衝突する際、ガラス壁、パラフィン壁、オレフィン壁でのスピン緩和率はそれぞれ、1、 $\sim 10^{-4}$ 、 $\sim 10^{-6}$ 程度となることが知られている。

ARC cell研究は、詳細な原理理解よりも完全に機能利用の方が先行しているような分野である。また、ARC cell作成は歩留が悪く、精巧なガラス細工技術が必要で、作成できる人間も世界的に少ない。

畠山研はこの状況を解決すべく様々なアプローチで研究を進めている。その中で、発表者は原子の表面過程の詳細な理解を目指し、原子ビームやよく定義されたARC基板などを活用した表面散乱実験を行ってきた。これまでの実験で、パラフィン表面で散乱する原子のスピン緩和は観測されない一方、室温～低温のパラフィン表面と完全に熱平衡化することがわかってきた。[2-4] 結論として、我々は「パラフィン表面での原子散乱では、原子の外部運動状態は表面温度と熱平衡化し変化するが、一方で内部量子状態は維持される」という新たな描像を得ることに成功したといえる。

こういった結果を含めた我々の実験的知見の蓄積は、既存のARC cell研究へと貢献するのみに留まらず、冷却原子・分子実験を見据えた超高真空環境下への高密度の金属原子・極性分子蒸気のローディング手法[5,6]や、これまでにない新たな量子系の設計・開拓へとつながると考えている。

本セミナーでは、最新の研究状況と研究の将来的な展望について議論する。

参考文献 (下線部斜体は発表者)

- [1] H. Chi, *et al.*, *Appl. Surf. Sci.* **501**, 143897 (2020).
- [2] N. Sekiguchi, *et al.*, *Phys. Rev. A* **98**, 042709 (2018).
- [3] K. Asakawa, *Y. Tanaka*, *et al.*, *Phys. Rev. A* **104**, 063106 (2021).
- [4] *Y. Tanaka*, *et al.*, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **59**, 045202 (2026).
- [5] M. Stephens, R. Rhodes, and C. Wieman, *J. Appl. Phys.* **76**, 3479–3488 (1994).
- [6] P. Kukreja, *et al.*, arXiv:2609.11406 (2026).

共催：CREST・ASPIRE

連絡先：高橋 義朗

takahashi.yoshiro.7v@kyoto-u.ac.jp (内線：3745)