**Angular-Dependent Measurements for Investigating the Magnetic Ground State of Honeycomb Cobaltate Thin Films**

**Miju Park1, Baekjune Kang1, and Changhee Sohn1\***

*1- Department of Physics, Ulsan National Institute of Science and Technology; Ulsan, Republic of Korea.*

*Main author email address:* [*mijupark@unist.ac.kr*](mailto:mijupark@unist.ac.kr)

키타예프 양자 스핀 액체 상태란, 벌집 격자 구조에서 세 개의 인접한 결합의 이징 스핀들의 정렬이 좌절되며 나타나는 고도로 얽힌 양자 다체 상태를 일컫는다. 3*d* 화합물인 코발트 기반 벌집 구조 산화물은 가장 가능성 있는 후보로 지목되었던 4*d*, 5*d* 화합물에 비해 스핀-오비탈 상호작용의 크기가 작음에도 불구하고 국소화된 *d* 오비탈을 가지고 있는 등 키타예프 양자 스핀 액체 상태를 구현할 수 있는 유망한 플랫폼으로 이론적 예측되었다. 그러나 실제 물질에서는 키타예프 해밀토니안 외의 부가적인 스핀 상호작용이 존재함에 따라 저온에서 고전적인 장거리 자기 정렬 특성을 가지게 된다. 본 연구진은 선행 연구로 박막 이종접합 구조를 이용하여 키타예프 후보 물질Cu3Co2SbO6에 응력을 가해 CoO6 팔면체의 삼방정계 찌그러짐을 완화하는 방향으로 제어하는 경우에 장거리 자기 정렬이 억제될 수 있음을 실험적으로 확인하였다[1]. 이에 따라 응력이 제어된 양자 물질 박막에서의 해밀토니안을 정량적으로 이끌어내 물질의 자기 정렬을 확인하고 키타예프 해밀토니안의 작용을 탐색하는 것이 도전 과제로 제시되었다. 다만 박막 시료의 경우 덩어리 시료에 비해 부피가 매우 작아 측정 신호가 작기 때문에 기존 실험 방법으로는 측정이 어렵다는 실험적 한계가 존재하였다.

본 연구진은 높은 측정 민감도를 가지는 스핀트로닉스와 토크 마그네토미터를 이용하여 박막 시료의 자성 신호를 탐색하는데 성공하였다. 자기장의 방향에 따른 물질의 각도 의존성 실험을 통해 코발트 기반 벌집 구조 산화물 박막의 자기 정렬 상태와 자기 이방성을 확인하였으며, 코발트 기반 벌집 구조 산화물 박막에서의 스핀 해밀토니안 추출 가능성을 실험적으로 제고하였다. 본 실험은 박막 이종접합 구조에서의 응력 제어에 의한 스핀 해밀토니안의 변화를 정량적으로 파악하기 위해 활용될 수 있다는 점에서 향후 박막에서의 키타예프 양자 상태 구현에 있어서 유용한 방법론이 될 것으로 기대된다.

[1] G.-H. Kim, M. Park, U. Choi, B. Kang, U. Seo, G. Ji, S. Noh, D.-Y. Cho, J.-W. Yoo, J. Ok, C. Sohn, Suppression of Antiferromagnetic Order by Strain in Honeycomb Cobaltate: Implication for Quantum Spin Liquid. arXiv:2311.09609v2 [cond-mat.str-el] (20 Dec 2023).