

## 재미있는 스핀트로닉스 연구

KAIST 물리학과

김갑진

자석의 N극과 S극은 어디에서 나오는가? 그 답을 찾기 위해 인류는 수천년을 고민했고, 그 와중에 전자기학과 상대성이론, 양자역학이 태동했으며, 그리고 나서 알아낸 답이 바로 "자석의 근원은 전자(electron)의 '스핀(spin)'이다"라는 사실이었다. 그렇다. 우리가 이제는 익숙하게 알고 있듯이, 원자 속에 있는 전자는 전하(charge)와 스핀(spin)을 가지고 있으며, 전하는 물질의 전기적인 성질, 스핀은 자기적인 성질을 결정한다. 그렇다면 전자가 원자에서 튀어나와 움직이기 시작하면 어떤 일이 벌어질까?

전자가 흘러가는 것이 전류라는 사실은 우리가 이미 중고등학교에서 배웠다. 하필이면 전자의 이동방향과 전류의 방향이 반대로 정의되어 있어서 우리를 헷갈리게 했지만 말이다. 그런데, 가만히 생각해 보면 이동하는 전자는 스핀도 가지고 있다. 그러면 스핀의 흐름은?

이런 단순한 질문에 답하는 분야가 바로 "스핀트로닉스(spintronics)"이다. 생각해 보면, 스핀의 존재를 알아냈을 때, 우리는 이미 스핀의 흐름이 발생해야 한다는 사실을 알 수 있었다. 그런데 왜 사람들은 이제서야 스핀의 흐름에 관심을 가지게 된 것일까?

그 이유는 물질 내에서 스핀의 방향은 일반적으로 보존되지 않기 때문이다. 짧은 길이를 이동하고 나면 그 방향이 바뀌어서 정보를 잃어버리기 때문에, "스핀의 흐름"을 정의하기가 어려웠다. 그런데 최근에 나노 기술의 발전으로 스핀이 정보를 잃어버리는 길이보다 짧은 소자를 만드는 것이 가능하게 되었고, 그래서 스핀트로닉스라는 학문 분야가 태동하게 되었다. 그럼 스핀의 흐름이 정의되면 어떤 일이 발생하게 될까?

우리가 전하의 흐름을 전류라고 정의하듯이, 스핀의 흐름을 스핀류(spin current)라고 정의할 수 있을 것이다. 이렇게 정의된 스핀류는 전류와는 비슷하지만 다른 성격을 가지고 있다. 가장 큰 장점은 줄열이 발생하지 않는다는 것이다. 그래서 스핀트로닉스 기술이 초저전력 소자에 응용되는 것이다. 그런데 생각해 보면 "스핀"이라는 것은 입자의 특성이다. 그러니 굳이 자석이 아니더라도 원자로 이루어진 어떤 물질도 거기에는 스핀이 존재해야 한다. 그러니 스핀트로닉스 연구가 굳이 자석에 한정될 필요는 없는 것이다.

본 발표에서는 이러한 스핀트로닉스 연구와 관련한 간단한 소개 및 본 연구실에서 중점적으로 추진하고 있는 스핀류 생성 및 스핀구조체 동역학과 관련된 최신 연구 결과를 소개하고자 한다.