

Soft x-ray spectroscopic approach on the surface/interface magnetism

김재영

포항공대 가속기 연구소

방사광을 이용하여 자성 물질을 연구하는 자성분광학 분야는 1990년대 이후, 3세대 방사광 가속기가 등장하고 광원의 획기적인 성능향상이 이루어진 다음에야 비약적인 발전이 시작되었는데, 그 이유는 자성물질을 연구하기 위해서는 광원의 편광을 자유롭게 조절할 수 있어야 한다는 조건과 더불어, 빛과 자기 모멘트 사이의 상호작용이 빛과 전하간의 상호 작용보다 훨씬 작아서 고휘도의 광원이 필수적이었기 때문이다. 이렇게 짧은 역사와 함께 그 실험방법과 해석의 난해함 등으로 인해 자성분광학 분야는 지금까지도 여러 가지의 방법론이 제안되고 검증되는 과정이 계속되고 있으며, 그 중에서 방법론이 비교적 잘 정립되어 널리 이용되고 있는 실험 방법으로는 x-선 자기 원형편광 이색성(x-ray Magnetic Circular Dichroism, XMCD) 실험, 편광별 x-선 흡수(polarization dependent x-ray absorption spectrum) 실험, 스핀분해 광전자 분광법(Spin-resolved photoemission, SRPES) 등이 있다. 이 중에서 XMCD는 조사되는 원형 편광 x-선의 나선 방향과 시료내의 자기 모멘트의 자화 방향의 차이에 따라서 x-선 흡수율에 차이가 생기는 현상을 측정하는 것으로, 시료가 여러 가지 원소의 화합물이거나 구조물일 경우 각각의 원소에 대한 자성을 분리해서 측정하는 것이 가능하며, 스핀 자기 모멘트와 오비탈 자기 모멘트를 따로따로 분리해 낼 수 있어서 결정구조 및 표면, 계면과 자기 이방성 간의 관계를 규명하는데 유용하다. 한편 최근 들어서는 연 x-선 자기 공명 산란(soft x-ray resonant magnetic scattering, SXRMS) 실험이 전 세계의 여러 빔라인에서 경쟁적으로 시도되기 시작하였는데, 이것은 soft x-ray 영역(400 eV ~ 2000 eV)에 자성물질의 대부분을 이루는 3d 전이원소와 4f 희토류 원소의 가장 중요한 흡수선이 모두 존재할 뿐만 아니라, 또한 그 파장의 크기가 망간화합물 및 다강체의 스핀 및 오비탈 정렬의 주기와 유사하여, 고체 내에서의 자기 모멘트의 정렬을 좀 더 직접적으로 측정하는 것이 가능하기 때문이다. 또한, 자성 다층 박막이나, 나노 점 배열 같은 초격자 인공구조물의 경우에도 그 격자 크기가 연 x-선의 파장과 일치하기 때문에 이러한 분야에서도 SXRMS를 이용한 연구의 중요성이 점점 더 부각되고 있다. 이 발표에서는 포항 방사광 가속기의 자성분광학 실험장치 및 여기서 이루어진 몇 가지 표면/계면 자성 연구결과들을 소개하겠다.