

Micromagnetic Simulations of Collective Spin Excitations in Geometrically Confined Nanomagnets : Fundamentals of Micromagnetics

Jehyun Lee*

National Creative Research Initiative Center for Spin Dynamics & Spin-Wave Devices and Nanospinics Laboratory,
Department of Materials Science & Engineering, Seoul National University, Seoul 151-744, South Korea

미소자기학(Micromagnetism)은 수 나노에서 수 마이크로미터 크기의 자성 물체가 주어진 조건에서 어떤 특정 스핀 구조를 가지고, 주어진 환경에서 수십 나노미터 이내의 짧은 시간에 스핀들이 어떤 구조를 가지고 어떻게 거동하는지를 예측할 수 있도록 해주는 방법이다[1]. 미소자기학은 양자역학과 달리 연속체 이론에 기반하여, 대상이 되는 자성체를 유한한 개수의 절점(node)으로 나눈 후 각 절점에서의 스핀의 거동을 여기에 인가되는 자기 돌림힘(magnetic torque)을 이용하여 계산해낸다. 대개 하나의 자성체를 크기와 물성에 따라 수백에서 수만 개의 절점으로 나누기 때문에 전산모사(computer simulation)를 이용한 유한차분법(finite different method)이나 유한요소법(finite element method)와 같은 수치해석적 방법이 동반된다[2-3]. 미소자기학은 실험으로는 관측하기 어려운, 나노미터 크기의 작은 환경에서 피코초 단위의 짧은 시간동안에 발생하는 거동을 예측하고 해석하기 용이하다는 장점이 있어 MRAM(Magnetic Random Access Memory)이나 자성을 이용한 논리 소자 등의 연구 개발에 핵심적으로 사용되고 있다[4-5]. 최근에는 이러한 미소자기학의 장점을 활용하여, 스핀 파(spin wave)와 자기 소용돌이(magnetic vortex)를 이용하여 적은 전력으로 정보를 저장하고 읽고 전달하려는 연구들이 활발하게 진행 중이다[6].

본 강연에서는 미소자기학 전산모사의 여러 실례를 보임으로써 미소자기학이 다룰 수 있는 대상을 확인하고, 한편으로는 미소자기학의 한계를 짚어봄으로써 자성 및 자기 소자 연구에 미소자기학이 어떻게 사용될 수 있는지를 살펴보고자 한다.

참고문헌

- [1] J. Brown, William Fuller, *Micromagnetics*, Interscience (1962).
- [2] J.E. Miltat, M.J. Donahue: *Numerical Micromagnetics: Finite Difference Methods*, in: *Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials*, (John Wiley & Sons, Ltd, 2007).
- [3] T. Schrefl et al.: *Numerical Methods in Micromagnetics (Finite Element Method)*, in: *Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials*, (John Wiley & Sons, Ltd, 2007).
- [4] J. Åkerman, *Science*, **308**, 508 (2005).
- [5] D.A. Allwood et al., *Science*, **309**, 1688 (2005).
- [6] Y.-S. Yu et al., *Appl. Phys. Lett.*, **98**, 052507 (2011).