

低エネルギー電子顕微鏡 (LEEM)

物質・材料研究機構

鈴木 雅彦

低エネルギー電子顕微鏡 (Low Energy Electron Microscopy, LEEM)は、数～数十 eV の電子ビームを試料に照射し、試料からの反射電子でイメージングを行なう投影型の顕微鏡である [1, 2]。同じ装置で電子ビームの代わりにフォトンを試料に照射すれば、そのまま光電子顕微鏡 (PEEM)として用いる事もできる為、LEEM/PEEM と呼ばれる事もある。元々、低エネルギー電子を用いる顕微鏡は Emission microscope と呼ばれ、古くから開発が行なわれていたが、1985 年にドイツのクラウスタール工科大学の E. Bauer 教授のグループによる 24 年間の開発の結果、LEEM として実用的な顕微鏡が完成した [3, 4]。

LEEM によって得られる画像では、結晶構造の違い等によって生ずる回折コントラストや原子ステップの段差及び薄膜の厚みの違い等によって生ずる干渉コントラスト等が観察される。LEEM の主な特徴としては、(1) 10 nm オーダーの分解能 (近年、収差補正により 2 nm の分解能が達成されている)がある事、(2) 表面敏感である事、(3) 投影型の顕微鏡である為、画像の取得時間が短く、動的な観察ができる事、(4) 局所領域の LEED の観察或いは特定スポットの暗視野観察ができる事、(5) 同一視野で PEEM も観察できる事等が挙げられる。従って、表面上の薄膜成長や構造変化、化学反応の様子等を実時間スケールで動的に観察するのに優れた特徴を有しており、また、電子ビームの照射エネルギーとコントラストとの関係から薄膜の厚みの空間分布や局所領域の LEED と暗視野画像から結晶構造の空間分布等の詳細な解析も可能である。さらに、スピン偏極した電子ビームを試料に照射した場合は磁区観察も可能であり、この場合はスピン偏極 LEEM (Spin-Polarized LEEM, SPLEEM)と呼ばれる [5]。近年、電子ビームの高輝度・高スピン偏極化により、実時間での磁区観察も可能となり [6]、新しい展開の 1 つとして期待される。講演では、LEEM の原理及び具体的な研究例の他、LEEM の新しい展開の 1 つである SPLEEM の研究例についても紹介する。

[1] E. Bauer, Rep. Prog. Phys. **57**, 895 (1994). [2] 越川 孝範, 表面科学 **23**, 262 (2002). [3] E. Bauer, Ultramicroscopy **17**, 51 (1985). [4] W. Telieps and E. Bauer, Ultramicroscopy **17**, 57 (1985). [5] E. Bauer, in *Handbook of Microscopy*, edited by S. Amelinckx *et al.* (VCH, Weinheim, 1997), p. 293. [6] M. Suzuki *et al.*, Appl. Phys. Express **3**, 026601 (2010).