

反射高速陽電子回折 (RHEPD) 法による物質最表面構造解析

深谷有喜¹, 前川雅樹¹, 望月出海², 和田健², 兵頭俊夫², 河裾厚男¹

¹ 日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター

² 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

結晶の表面では真空側に結合すべき原子が存在しないため、表面エネルギーを下げるように表面原子は構造緩和を起し、バルクとは異なった表面構造を形成する。表面の物性はこの原子変位により劇的に変化し、バルクでは見られない様々な低次元系特有の表面物性を示す。表面物性を理解するには表面の原子配置の情報が極めて重要である。表面の原子配置を精度良く決定するには、原子との相互作用が強かつ高い表面感性がプローブに要求される。そこで我々は電子の反粒子である陽電子をプローブとして利用した反射高速陽電子回折 (RHEPD) 法に着目し、RHEPD 装置の開発とその表面研究への適用を行っている。

RHEPD 法は、高速 (~10 keV) に加速した陽電子ビームを結晶表面にすれすれの角度で入射させ、その回折パターンと強度分布から結晶表面の原子配置を決定する手法である。陽電子が結晶に入射する場合、陽電子の電荷が正であるため、結晶ポテンシャルから反発を受け、結晶表面での屈折率は 1 以下である。そのため、電子に比べ陽電子の結晶中への侵入深さは小さい。さらに、低視射角入射で全反射が起こる[1,2]。例えば、10 keV の陽電子をシリコン結晶に入射した場合、スネルの式から全反射の臨界角が 2.0°と求められる。通常、高速のビームを用いた反射型の回折実験が約 6°以内で行われることを考えると、比較的広い範囲で全反射が実験上観測できるのも RHEPD 法の利点である。この全反射を用いると、バルクからの影響がなく、精度の高い表面構造の決定が可能である。このように、表面感性が極めて高いことが RHEPD 法の最大の特徴である。

2010 年から、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) の低速陽電子実験施設 (SPF) の電子線形加速器 (LINAC) を用いた高強度・高輝度 RHEPD 装置の開発に着手した[3,4]。最近、その高強度・高輝度陽電子ビームを用いた実験で、最表面のみの原子配置を反映した回折パターンを得ることに成功した。

講演では、表面研究における RHEPD 法の優位性と、これまでに RHEPD を用いて得られた表面構造決定について紹介する。また最近の KEK での RHEPD 実験の成果についても報告する。

参考文献

[1] A. Ichimiya: Solid State Phenom. **28&29**, 143 (1992/93).

[2] A. Kawasuso and S. Okada: Phys. Rev. Lett. **81**, 2695 (1998).

[3] 課題番号: 2010G652、2010G652

[4] K. Wada, T. Hyodo, A. Yagishita, M. Ikeda, S. Ohsawa, T. Shidara, K. Michishio, T. Tachibana, Y. Nagashima, Y. Fukaya, M. Maekawa, and A. Kawasuso: Eur. Phys. J. D **66**, 37 (2012).