

低速陽電子実験施設報告

Present Status of the KEK Slow Positron Facility

兵頭俊夫 KEK-放射光低速陽電子実験施設

本施設では専用リニアック(55MeV、600W)で加速した電子ビームで生成した、世界最高クラスの高強度パルス低速陽電子ビームを共同利用に供している。パルス幅は $1\ \mu\text{s}$ (ロングパルスモード) または $1\sim 10\text{ns}$ 可変(ショートパルスモード)、繰り返し周波数は最大 50Hz(可変)である。ビームは、生成の段階で加速して最高 35keV までの可変エネルギーで輸送する。このため、ビームラインは接地電位で真空焼きだしが容易であり、任意の測定ステーションを接続できる。これは、世界の他の高強度低速陽電子ビームにはない貴重な特性である。現在、高強度あるいはパルス性を活かした以下の実験を行っている。

(1) ポジトロニウム負イオンの光脱離・エネルギー可変ポジトロニウムビーム: 電子と陽電子がクーロン力で束縛しあった「原子」をポジトロニウム(Ps)という。さらにもう1個の電子が結合した Ps^- 負イオン(Ps^-)を高効率で生成する方法が長嶋らによって開発された。本施設の陽電子パルスで Ps^- を生成することにより、パルス・レーザー光で光脱離(Ps^- の電子を1個はがす)実験が可能になり、さらに、 Ps^- を静電加速してから光脱離することによるエネルギー可変 Ps ビームが実現された。

(2) ポジトロニウム飛行時間法(Ps -TOF): Ps には、電子と陽電子の全スピンによって、オルソ Ps とパラ Ps がある。オルソ Ps の真空中の寿命は 142ns で、ショートパルスモードの陽電子ビーム幅より十分長い。そこで、 10ns 幅の陽電子ビームから生成して表面から放出されるオルソ Ps の飛行時間を測定して、エネルギー分析が可能である。 Ps^- の生成効率を向上させるのに有効であったアルカリ金属蒸着が Ps の生成にどのような効果を及ぼすか調べたところ、生成効率がほぼ 100%になるという結果が得られた。この系は、2次元希薄電子気体と軽い荷電粒子(陽電子)の相互作用を解明する場を提供する。

(3) 反射高速陽電子回折(RHEPD)・全反射陽電子回折(TRPD): 陽電子特有の方法による輝度増強を行って、回折実験に適した陽電子ビームをつくり、反射高速電子回折(RHEED)の陽電子版である反射高速陽電子回折(RHEPD)を観測する。陽電子に対してはどの固体でも結晶ポテンシャルが正なので、臨界角($\sim 2^\circ$)以下の視射角で表面に入射すると、全反射が生じ、表面第1層のみからの回折像を明確に観測できる。これによって、最表面から内部に向かって構造を確定していくことが可能である。本施設の高輝度ビームで可能になったこの表面構造解析法を、全反射陽電子回折(TRPD)という。