

原子炉ベース低速陽電子ビームラインの輝度増強部の設計・テスト

Design and trial run of a brightness enhancement section in a nuclear-reactor-based slow-positron beamline

○葛谷 佳広¹、大島 永康²、徐 虬¹、佐藤 紘一³、木野村 淳¹、藪内 敦¹

(1.京大原子炉、2.産総研、3.鹿児島大院工)

○Yoshihiro Kuzuya¹, Nagayasu Oshima², Qiu Xu¹, Koichi Sato³, Atsushi Kinomura¹, Atsushi Yabuuchi¹ (1.Kyoto Univ., 2.AIST, 3.Kagoshima Univ.)E-mail: kuzuya.yoshihiro.52e@st.kyoto-u.ac.jp

電子の反粒子である陽電子は、電子に出会うと対消滅を起こす。この性質を利用した多くの材料分析方法が考えられてきた。代表的なものとして陽電子消滅寿命測定法がある。この手法は、電子顕微鏡では観察が難しい原子空孔等の微小欠陥の検出を非破壊的に行うことができ、金属、半導体、高分子など計測試料の適用範囲は広い。陽電子の発生方法は、²²Na 線源等の β^+ 崩壊を利用する方法と、原子炉や加速器を用いて電子-陽電子対生成を利用する方法がある。一般的に、後者の方が陽電子の強度は高く、測定時間の短縮が可能となり、また計測方法の選択の幅も広がる。京都大学原子炉実験所 (KUR) では、共同利用研究所としての研究炉利用の活性化のために高強度陽電子源と低速陽電子ビームラインの開発とその応用を目指している。

2012 年より、文科省の原子力システム研究開発事業の一部として、原子炉ベースの低速陽電子ビームライン開発に着手した。2014 年 4 月に低速 (単色の) 陽電子の発生および輸送に成功した[1]。原子炉ベースの陽電子ビームは、初期ビーム径が数 10mm 程度と比較的大きい (KUR では 30mm)。一方、計測試料のサイズは一般に、一辺 10mm あるいはそれ以下である。したがって、試料分析のためにはビーム径を 10mm 以下に絞る必要があり、同時にビーム損失をできるだけ抑えるのが望ましい。よって、現在、それを目的とした輝度増強装置の開発を進めている。

輝度増強部では、陽電子を磁気レンズにより集束して再減速材に入射させ、再減速材から再放出した陽電子を再度電場をかけて引き出すことで輝度増強を行う (図 1)。KUR 輝度増強部の設計は、既の実績のある産総研陽電子プローブマイクロアナライザー (PPMA)[2]を参考にしつつ、KUR ビームラインとしての独自性も持たせた。2015 年 3 月、その輝度増強部が KUR のビームラインに設置された。陽電子ビームによる運用に備えて、輝度増強部の磁場測定および電子ビームを利用した再減速材位置でのビーム径の測定を行った。講演では、その結果について紹介する。

謝辞：本研究にご協力いただいた東北大、京大、KEK、東理大の先生方に感謝します。

[1]K.Sato et al., Nucl.Instr. Meth. Phys. Res. B342 (2015) 104

[2]N. Oshima et al., J. Appl. Phys. 103 (2008) 094916

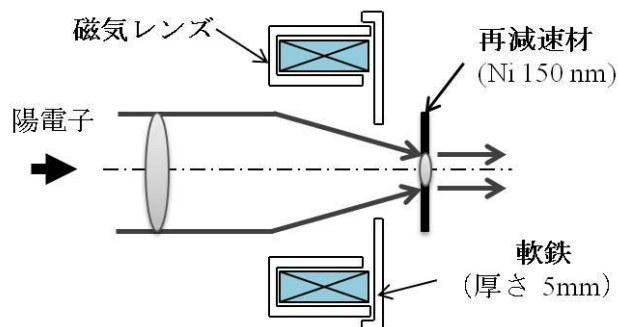


図 1 輝度増強部の概念図