

加速器線源の中性子・X線ビームプロファイルのIPを用いた計測

Measurement of neutron and X-ray beam profiles by using imaging plates at an accelerator source

*上本 龍二¹, 鶴野 浩行¹, 日塔 光一², 上松 幹夫², 加美山 隆³, 佐藤 博隆³, 鬼柳 善明⁴

¹住重アテックス, ²東芝テクニカルサービスインターナショナル,

³北海道大学, ⁴北海道大学名誉教授

加速粒子によるターゲットとの反応で放出される高速中性子線のプロファイルを、放射化コンバータ箔を介して計測する方法を開発している。これまで陽子サイクロトロン加速器を利用した場合の高速中性子線のプロファイルについて報告してきた。高速中性子線の閾反応により放射性核種を生成する複数種の金属製コンバータを用いて中性子のエネルギー別によるプロファイルの広がりを実測した。このプロファイル計測ユニットを電子線形加速器中性子源にも応用し、電子線のターゲット入射により発生する制動 X 線のプロファイルと、その制動 X 線による光核反応で発生する中性子線のプロファイルの広がりを実測した。

キーワード: 中性子ビームプロファイル、中性子イメージング、閾反応、光核反応、放射化法、転写法、イメージングプレート

1. 緒言

中性子と物質との相互作用は中性子のエネルギーによって異なるため、物質に照射する中性子のエネルギー毎の空間分布を正しく把握することは、相互作用の各位置での影響を評価する上で重要である。陽子線のターゲット入射で発生する中性子はエネルギーによって放出角度分布が異なる。閾反応のエネルギーが異なる Zn、Al、Mo コンバータを用いて、閾エネルギー以上の中性子の放出プロファイルを求めた。

一方、電子線のターゲット入射の場合は生成する制動 X 線による光核反応： (γ, n) や (γ, p) 反応が生じる。陽子線実験の時と同じ金属コンバータで、異なる放出プロファイルとなることを確認したので、その結果を報告する。

2. ビーム放出プロファイルの計測方法

プロファイル計測ユニットは、Al ($E_{th}=3.2$ MeV), Zn ($E_{th}=0.9$ MeV), Mo ($E_{th}=8.4$ MeV)板などを重ねたもの 5 組(①～⑤)を 10

mm 間隔で並べ、更に Al 板 4 枚(①～④)を組み合わせセットした(図 1)。ターゲットから放出される中性子または制動 X 線でコンバータを放射化し、照射後それらを並べて IP に転写した。IP で 2 次元分布を読み取り、その FWHM とコンバータのセット位置から放出ビームの空間的な広がりを求めた。

3. 測定結果

図 2 に陽子サイクロトロン加速器中性子源で測定した一例を示す。今回の結果(2022)は前回の結果(2020)を良く再現しており、閾エネルギーの異なるコンバータを複数組み合わせ使用することで、エネルギー別に中性子ビーム広がりの違いを実測可能であることを確認した。一方、電子線形加速器中性子源では、コンバータにおける光核反応が中性子核反応よりも大きく、Zn や Mo のコンバータでは制動 X 線によるプロファイルが計測された。Zn や Mo で観測された制動 X 線の広がり、中性子より狭くなっていた。

*Ryuji Uemoto¹, Hiroyuki Uno¹, Koichi Nittoh², Mikio Uematsu², Takashi Kamiyama³, Hirotaka Sato³ and Yoshiaki Kiyanagi⁴

¹SHI-ATEX Co.,Ltd., ²Toshiba Technical Services International Corp., ³Hokkaido Univ. and ⁴Professor Emeritus of Hokkaido Univ.

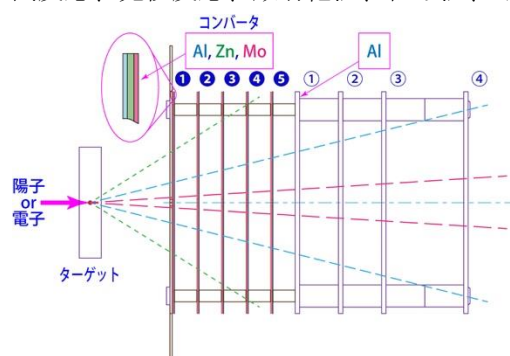


図1 プロファイル計測ユニット構成図

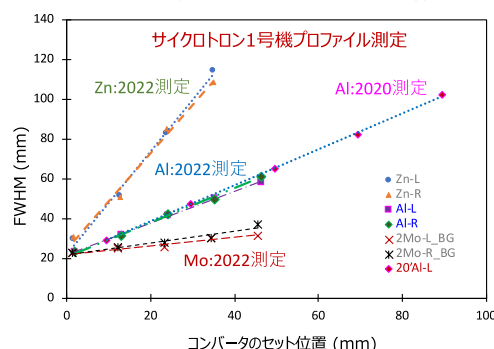


図2 エネルギー別の中性子ビーム広がり