

高速中性子ビームプロファイル計測の研究

A study of the fast neutron beam profile measurement

*上本 龍二¹, 鵜野 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ビームのプロファイル計測法を開発した。中性子線のプロファイル計測装置は、対象とする高速中性子線の閾値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で構成される。中性子源から間隔を置いて配置された複数のコンバータの放射能分布情報をイメージングプレート(IP)に転写して、その2次元画像からコンバータの閾値反応のエネルギー領域に対応する中性子2次元プロファイル、更に3次元的中性子線の広がり計測した。

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、閾値反応、放射化法、転写法

1. 緒言

中性子と物質(原子核)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、物質に照射され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を解析する上で重要である。中性子の発生においてターゲットに入射させる加速粒子のエネルギーに応じた中性子放出のエネルギー分布や角度分布は異なり、加速粒子のプロファイルによっても中性子空間分布が異なってくる。実際の中性子照射条件における中性子ビーム条件を調べるため、閾エネルギー約 3.25MeV の $\text{Al}(n, \alpha)$ 反応を利用した中性子コンバータによる例など、実際の陽子サイクロトロンでの中性子プロファイルの計測結果を報告する。

2. 中性子ビームプロファイルの計測方法

プロファイル計測ユニットは、位置調整用に中心部に穴の開いた Al コンバータを用いた。5 枚の Al 板を 20mm 間隔でサイクロトロン中性子源出口にセットし、中性子ビーム照射停止 90 分後から Al 板を IP に同時に転写して 2 次元のプロファイルイメージを求めた。図 1 に線源側 5 枚の内 Al-1 から Al-3 の 2 次元強度イメージ画像の計測例を示す。各イメージ画像の右斜め対角線上に ROI を設定して輝度値から PSL 値を読み取った結果を図 2 に示す。プロファイル中心付近の凹んでいる部分は、コンバータ中心部の穴で、プロファイル計測ユニットの中心と中性子放出ビームとの中心位置ずれあるいはユニット設置調整ずれを示している。ビーム分布の半値幅は、29mm から 102mm まで、Al 板の間隔 80mm の間に増加していた。

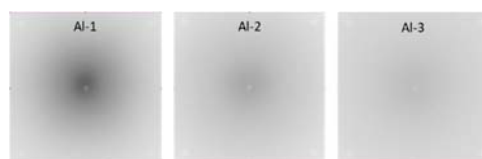


図 1 中性子プロファイル計測結果(Al コンバータ)

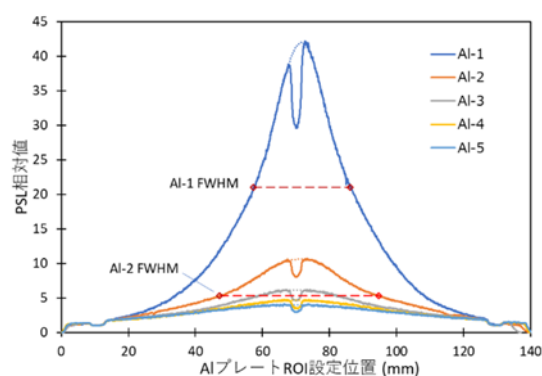


図 2 中性子プロファイル断面分布

3. 結論

閾値反応を用いた中性子コンバータの IP 転写法から簡便な高速中性子線のプロファイル計測法を開発した。反応の閾値エネルギーの異なるコンバータ($\text{Zn} < \text{Al}$ や $\text{Mo} > \text{Al}$ など)を複数組み合わせることで中性子線のエネルギー別のビーム広がりを 2 次元並びに 3 次元のプロファイルとして計測可能である。

*Ryuji Uemoto¹, Hiroyuki Uno¹, Koichi Nittoh², Mikio Uematsu², Takashi Kamiyama³, Hirotaka Sato³ and Yoshiaki Kiyonagi⁴

¹SHI-ATEX Co.,Ltd., ²Toshiba Technical Services International Corp., ⁴Hokkaido Univ. and ⁵Professor Emeritus of Hokkaido Univ.