

高エネルギーガンマ線カメラのための可変焦点鉛コリメータの開発

Development of variable-focal Pb collimator for high-energy gamma ray camera

*谷池 晃¹, 菅 大樹¹, 西浦 正樹², 木崎 雅志², 古山 雄一¹

¹神戸大学, ²核融合研

核融合プラズマから発生したガンマ線計測のためのカメラに関する研究開発を行っている。我々は、可変鉛コリメータシステムが、可変焦点鉛コリメータとして動作するのかどうかを PHITS シミュレーションと、タンデム加速器を用いた実験で検証した。

キーワード：ガンマ線計測, コリメータ, タンデム加速器

1. はじめに

核融合プラズマから損失した反応生成粒子と壁との衝突によって発生するガンマ線計測のためのカメラに関する研究開発を行っている。ガンマ線計測において、そのエネルギー、発生起源、およびガンマ線発生場所に関する情報を得ることは重要である。本研究は、ガンマ線計測システムにおいて、複数のコリメータ板を用いた可変焦点装置の開発を目的としている。複数枚の板に内径の異なる穴を焦点が結ばれるように開け、板の間隔を変えることで焦点距離が変化することを利用し、可変焦点システムを構成する。穴がストレート体系の場合には、観測対象の大きさには制限がある。そこで、穴を放射状に配置することで様々な大きさの観測対象物におけるガンマ線発生位置の三次元計測を行うことが最終目標である。

2. 可変焦点コリメータとシミュレーション計算

可変焦点コリメータは、厚さ10 mmの鉛板20枚にφ3.0からφ6.8まで0.2 mmステップで穴が開いた体系を考えた。鉛板の間隔を変えることで焦点距離が変えることができる。この体系でPHITSシミュレーションコードを用いてガンマ線輸送シミュレーションを行った。ガンマ線源はエネルギー6.1 MeVの点線源とし、コリメータ位置、鉛板の間隔、およびガンマ線源位置に対するHPGe検出器の吸収線量を計算させた。計算結果の一例をFig. 1に示す。コリメータが線源に近い場合には立体角が大きくなるので、吸収線量は大きくなるが、10 cmの位置において最もシャープな分布になっていることがわかる。

3. 実験方法

Fig. 2に示すように、コリメータ板を並べ、タンデム加速器で発生させたガンマ線を観測する実験を行う。実験では、厚さ10 mmの鉛板10枚にφ3.0からφ4.8まで0.2 mmステップで穴を開けた。幅10 mmのテフロンターゲットを2.8 MeVの陽子ビームで照射し、F(p,γ)反応で生成した6 MeV程度のガンマ線を高純度ゲルマニウム検出器(HPGe)検出器で測定する。コリメータ及びHPGeをビームに対して垂直方向に移動することで、シミュレーション計算に対応させることとした。

4. 結果及び考察

タンデム加速器を用いて発生させたガンマ線を観測した先駆的な実験結果は、ガンマ線発生場所と発生していない場所の区別がつけられることが分かった。コリメータの位置及び鉛板の間隔の変化に対する実験結果及びシミュレーション計算結果の詳細は講演で述べる。

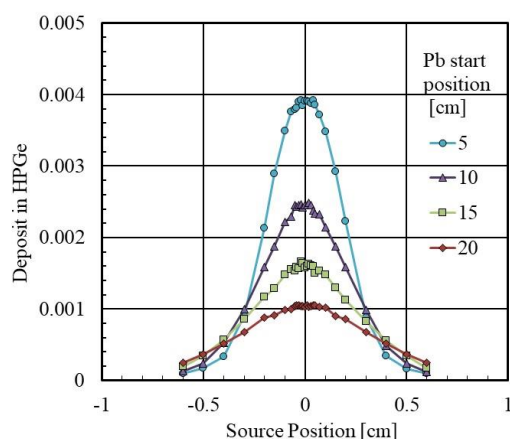


Fig. 1. Simulation results.

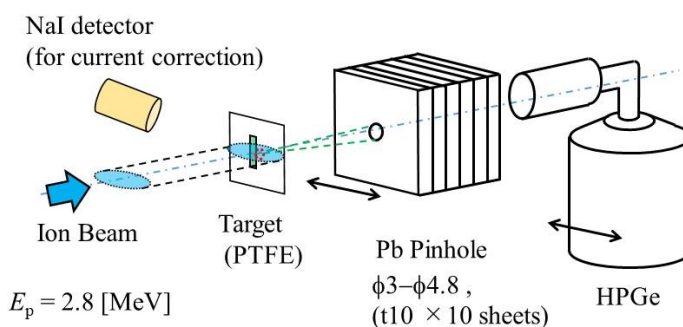


Fig. 2. Experimental setup.

*Akira Taniike¹, Taiju Suga¹, Masaki Nishiura², Masashi Kasaki², Yuichi Furuyama¹

¹Kobe Univ., ²National Institute for Fusion Science