

高エネルギーガンマ線イメージングのための コリメータシステムの改良

Improvement of collimator system for high energy gamma ray imaging

*成藤 智哉¹、藤原 理帆¹、上月 智史¹、谷池 晃¹、古山 雄一¹、
西浦 正樹²、木崎 雅志²

¹神戸大学大学院海事科学研究科, ²核融合科学研究所

核融合プラズマで生成される高エネルギーアルファ粒子と炉壁のベリリウムとの反応によって生じる 4.44 MeV ガンマ線のイメージングを行うため、ストレートコリメータ、ピンホールコリメータ、コーデットアパーチャの3種を比較する研究を行っている。本学静電タンデム加速器を用いて、いくつかのコリメータ体系について実験を行った。また、PHITS シミュレーションコードを用いて検証を行った。

キーワード：高エネルギーガンマ線, タンデム加速器, ガンマ線イメージング

1. 緒言

核融合炉や燃焼プラズマ実験の研究を進める上で、プラズマから損失し炉壁へ到達するアルファ粒子を測定することが重要となる。そこで、炉壁材料のベリリウムと損失アルファ粒子との核反応により生成する 4.44 MeV 高エネルギーガンマ線の発生位置と数量を炉外から測定することで損失アルファ粒子を計測する、高エネルギーアルファ粒子誘起ガンマ線計測手法が提案されている。本計測手法に用いる高エネルギーガンマ線カメラの方式として、コリメータ、ピンホール、コーデットアパーチャの3種が考えられる。我々はタンデム加速器を用いて発生したガンマ線を用いた実験および PHITS[1]計算を行い、ガンマ線イメージングの基礎的研究を行った。

2. 実験及びシミュレーション

本研究ではコリメータを用いた方式に関する実験を行った。本学静電タンデム加速器を用いて 2.7 MeV のプロトンを PTFE(テフロン)ターゲットに入射し、約 6 MeV のガンマ線を生成した。ガンマ線ソースから約 3 m の位置に鉛コリメータと高純度ゲルマニウム検出器(HPGe)を設置し、鉛コリメータと HPGe の測定位置を変えることで、ガンマ線イメージングを模擬した実験を行った。鉛の枚数やコリメータの長さを変化させることで、ガンマ線検出量の変化を測定した。また PHITS 計算により、それらの結果を検証した。

3. 結果・考察

Fig.1 に鉛の枚数およびコリメータの長さを変化させた体系についての実験結果を示す。結果から、鉛の枚数が多くなるほどコリメータを貫通して検出されるガンマ線の量は減少しており、8枚もあれば十分で、4枚の鉛では貫通して検出される量が多く、不十分であることが分かった。6枚の鉛では 200 mm と 150 mm で検出量に違いが見られた。PHITS 計算による実験結果との比較、および考察については講演で述べる。

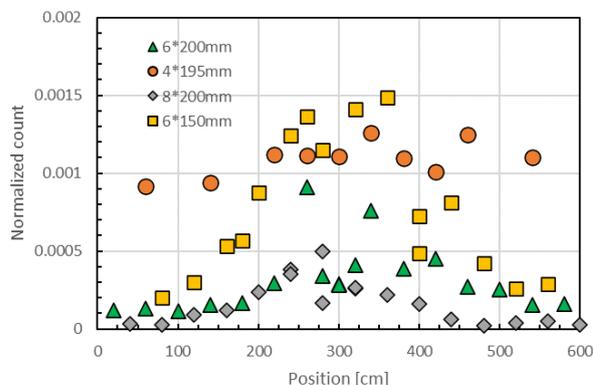


Fig. 1. Experimental results for each collimator system.

[1] Tatsuhiko Sato, et al., Nucl. Sci. Technol. 55(5-6), 684-690 (2018)

*Tomoya Narifuji¹, Riho Fujiwara¹, Satoshi Kozuki¹, Akira Taniike¹, Yuichi Furuyama¹, Masaki Nishiura², Masashi Kisaki²

¹Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University, ²NIFS