

ピンホールコリメータを用いた 高エネルギーガンマ線イメージングシステム開発

Development of high energy gamma-ray imaging system using pinhole collimator

*西村 洋亮¹、宇都宮 匠¹、吉岡 良兼¹、谷池 晃¹、古山 雄一¹、
西浦 正樹²、土居 謙太³、木崎 雅志⁴、松本 新功⁵、山岡 人志⁶

¹神戸大学大学院海事科学研究科, ²東京大学, ³同志社大学,

⁴核融合科学研究所, ⁵徳島文理大学, ⁶理研

核融合プラズマの α 粒子とBe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、ピンホールコリメータに関する研究を行っている。本研究ではシミュレーションにてピンホールコリメータの最適設計パラメータを検討し、加速器を用いてイメージングを行いコリメータ設計への還元を行った。

キーワード： 損失アルファ粒子, 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

現在次世代のエネルギー源として、核融合炉発電の実現に向けた研究開発が進められている。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、炉壁材料である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。本研究ではPHITSシミュレーションコードを用いてピンホールコリメータ式ガンマ線カメラに必要な設計パラメータの検討を行った。またタンデム加速器を用いてD-T核融合炉からのガンマ線発生核反応を模擬し、ガンマ線イメージング実験を行った。

2. シミュレーション及び実験

シミュレーションにてFigure 1に示す体系を構築し、ピンホールの径、ピンホールコリメータの厚み、遮蔽体系といった設計パラメータの4.44 MeVガンマ線に対する最適な値の検討を行った。本学静電タンデム加速器を用いてヘリウムイオンビームを生成し、ベリリウムターゲットにヘリウムイオンを照射することでガンマ線発生反応を模擬した。発生したガンマ線を、シミュレーションによって得られた設計パラメータを用い作製したピンホールコリメータを通して高純度ゲルマニウム半導体検出器にて測定し、ガンマ線イメージングを行った。

3. 結果・考察

シミュレーション結果の例をFigure 1に示す。ピンホール径が小さいほど、ピンホールの厚みが多いほど解像度の高いイメージングができることが分かった。またピンホールの厚みが小さい(25 mm程度)場合ピンホールとして像を結ぶことができないことが分かった。またTable 1に示すような形状、性能を持つ2つのピンホールコリメータを製作して実際にガンマ線イメージングを行った。ガンマ線イメージングのシミュレーションと実験の差異については講演で述べる。

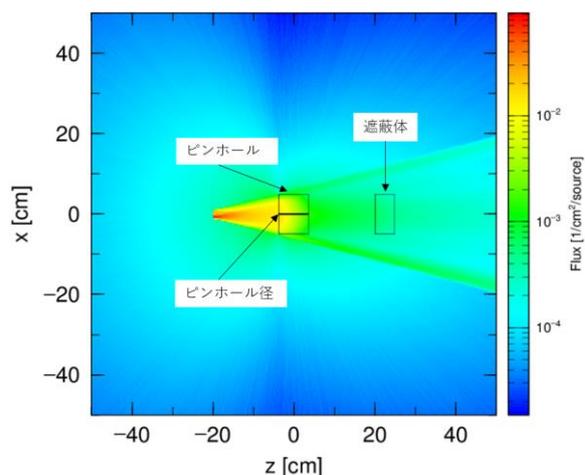


Figure 1. System and result of simulation

Table 1. Shape and performance of pinhole

	ピンホール1	ピンホール2
ピンホール径(mm)	3.0	4.0
ピンホールの厚み(mm)	75	75
遮蔽コリメータ厚み(mm)	50	50
解像力(LP/mm)	0.20	0.17

*Hiroaki Nishimura¹, Takumi Utsumiya¹, Ryoken Yoshioka¹, Akira Taniike¹, Yuichi Furuyama¹, Masaki Nishiura², Kenta Doi³, Masaki Kasaki⁴, Yoshikatsu Matsumoto⁵, Hitoshi Yamaoka⁶

¹Faculty, Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University, ²University of Tokyo, ³Doshisha University, ⁴NIFS, ⁵Tokushima Bunri University, ⁶RIKEN