パッシブγ線断層撮影法を用いた画像再構成技術の開発
(1) ベイズ型逐次近似法によるモックアップ燃料集合体中γ線源分布の画像再構成

Development of Image Reconstruction Technology using Passive Gamma Emission Tomography

(1)Image Reconstruction of gamma-ray sources in Mock-up Fuel Assembly using Bayesian Iterative Approximation

*柴 茂樹 [1]，相楽 洋 [1]

[1] 東京工業大学

パッシブγ線断層撮影法を用いた画像再構成技術を開発し、モックアップ燃料集合体中のパッシブγ線源分布の再構成結果について報告する。

キーワード： パッシブγ線断層撮影法，ベイズ型逐次近似法，WWER

1. 緒言

パッシブγ線断層撮影法（PGET）は、ガンマ線源の 3 次元分布計測手法として開発が進められており、保障措置における使用済燃料の検認技術の高度化や、廃棄物管理等への応用[1]が期待されている。日本による保障措置技術支援（JASPAS）の一環として PGET を用いた検認への適用性について検討を進めているが、パッシブγ線の測定であるため測定時間に大きく依存し、工学応用のためには、測定時間の短縮化やバックグランドノイズ低減が求められる。本研究では、PGET において不完全なデータであってもスムーズな光源分布可視化が可能なベイズ型逐次近似法を用いた新たな画像再構成技術[2]を開発し、モックアップ燃料集合体内のパッシブγ線源分布の再構成を実施した。

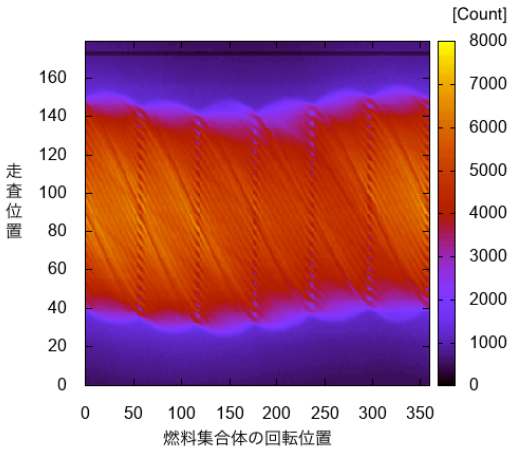

図 1 WWER のパッシブγ線の投影データ(サイノグラム)

2. 評価対象及び解析条件

WWER(Water Water Enegetic Reactor)モックアップ燃料集合体から取得したパッシブγ線の投影データ（サイノグラム、図 1 参照）は、モックアップ燃料集合体中心に検出器を 1.0 度毎に回転させ（合計 360 方向）、その都度燃料集合体に沿って 174 点の走査を行って取得したものである[3]。同データを用いて、ベイズモデルに基づいた逐次近似法である Median Root Prior-Expectation Maximization（MRPEM）法[2]によりパッシブγ線源分布の再構成を実施した。なお、事前に減弱係数分布が分かっていないため減弱補正等を考慮しない。

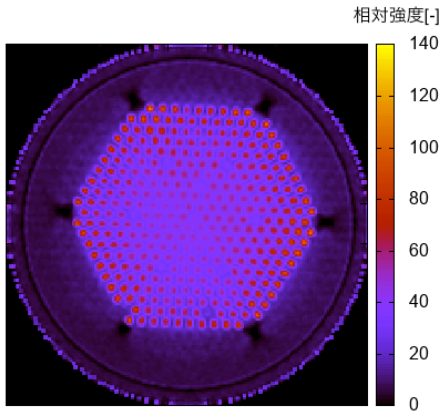

図 2 WWER モックアップ燃料集合体内のパッシブγ線源分布

3. 結果

MRPEM 法により WWER モックアップ燃料集合体内のパッシブγ線源相対強度分布が得られた（図 2 参照）。

4. 結論

模擬燃料棒の位置及びその相対強度を取得できることを確認した。しかし、減弱補正を適用していないため外側のパッシブγ線源強度に比べ中央の強度が小さくなっていることが分かった。このため、今後、減弱補正方法等を検討する予定である。

謝辞

本研究は科研費(JSPS Kakenhi Grant Number JP17K07005「核不拡散・核テロ防止のための非破壊測定技術開発に重要な核データの研究」)の成果を含む。

参考文献

[1] L. Eric Smith, et al., PNNL-25995, Oct. 2016. [2] S. Shiba, H. Sagara, Ann. Nucl. Energy (submitted for publication). [3] T. Honkamaa, et al., IAEA Safeguards Symposium (2014).

*Shigeki Shiba[1] and Hiroshi Sagara[1]
[1]Tokyo Institute of Technology