

# 放射化金属およびイメージングプレートを用いた中性子束の空間分布評価

Evaluation of Neutron Flux Distribution using Activation Foil/Wire and Imaging Plate

\*荻野 靖之<sup>1</sup>, 向井 啓祐<sup>2</sup>, 八木 重郎<sup>2</sup>, 小西 哲之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院エネルギー科学研究科, <sup>2</sup>京都大学エネルギー理工学研究所

核融合炉ブランケットのトリチウム増殖比を評価するためには, 正確な中性子束分布の測定が必要となる. 本研究では, 小型の DD 核融合中性子源から発生する中性子を実験体系内に配置した金属箔および金属線に照射し, 放射化した金属から放出されるガンマ線およびベータ線を, イメージングプレートを用いて測定した. この実験で得られた結果を, MCNP による中性子輸送計算と比較することで, 中性子束の空間分布評価を行なった.

**キーワード:** ブランケット, 中性子計測, イメージングプレート, 中性子輸送計算, 放射化箔

## 1. 緒言

核融合炉に組み込まれるブランケットのトリチウム増殖比(TBR)を評価するためには, 高い精度での中性子束分布の取得が必須であり, そのためには MCNP などによる中性子輸送計算に加え, 実際の測定を要する. 考案されている中性子計測手法のうち, 放射化箔を用いた中性子の点計測を行なった報告[1]等を参考に, 本研究では空間的分布法としてイメージングプレートを用いた方法を開発し, その感度, 分解能, スペクトル分析の可能性を評価した. イメージングプレートによる転写での測定には, フルエンス分布の取得という他の計測方法にはない要素があり, またダイナミックレンジの広さ, 測定後の再利用が金属・イメージングプレート双方で可能であるというメリットを有する. また, 金やインジウム, ディスプロシウムなどを用いることで, 複数のエネルギー領域での中性子束測定が可能となる.

## 2. 研究手法

小型の DD 核融合中性子源を用いて中性子を発生させ(中性子発生率:約  $1.5 \times 10^7 \text{ n/s}$ ), 主にポリエチレンによって構成される実験体系内に置かれた金属箔および金属線へ照射を行なった. 放射化させる金属には金線, インジウム箔, ディスプロシウム箔を使用し, 中性子束の減衰を判断するために中性子源から y 軸方向に各金属を配置した(Fig.1). 照射後に放射化した金属は, イメージングプレート(Fujifilm BAS-MS)によって暗室で転写を行い, スキャナー(Molecular Dynamics STORM8200)によって輝尽性発光(PSL)強度の測定を行なった. また, 上記の実験結果との比較検討のために, MCNP5(核データ:ENDF/B-VII.1,FENDL-3.1)によってモデル化した体系での中性子輸送計算を行った(Fig.1). また,  $^{137}\text{Cs}$  線源を用いてイメージングプレートの校正を行い, イメージングプレートによって取得される PSL とガンマ線の発生量との関係性を調べた.

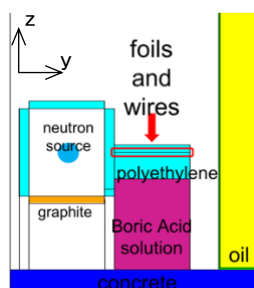


Fig.1 MCNP での計算体系

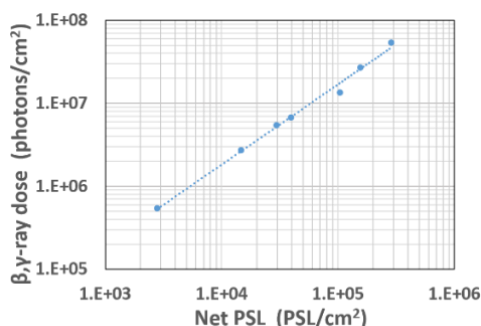


Fig.2 Cs 線源による IP の校正

## 3. 結果・考察

イメージングプレートの校正結果を Fig.2 に示す. 横軸の PSL 密度と縦軸の単位面積当たりの  $\beta, \gamma$  線量とが, 図中約 3 桁の範囲で直線的に分布していることを確認した. 放射化金属から得られた PSL 密度は,  $10^3 \sim 10^6 \text{ PSL/cm}^2$  の間で取得されたため, 校正結果に基づき放射化金属の線量率(photons/cm²)に換算した.

放射化金属の実験および計算で得られるガンマ線発生量と中性子源からの距離との関係は, 距離に対する減衰傾向を同様に有しているものの, 中性子数は計算に対して実験結果が過小である結果が得られた. この原因として, 発生するガンマ線のエネルギーごとにイメージングプレートに寄与する感度が異なることが挙げられる.

## 参考文献

[1] Kentaro OCHIAI, Yosuke TATEBE, Keitaro KONDO, Seiki OHNISHI, Satoshi SATO, Kosuke TAKAKURA, and Chikara KONNO, Nuclear science and technology, 142-145 (2011)

\*Yasuyuki Ogino<sup>1</sup>, Keisuke Mukai<sup>2</sup>, Juro Yagi<sup>2</sup> and Satoshi Konishi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Energy Science, Kyoto Univ., <sup>2</sup>Institute of Advanced Energy, Kyoto Univ.