

中性子イメージングプレートを用いたトリチウム生産量の評価 Evaluations of tritium production using neutron imaging plate

向井 啓祐¹、荻野靖之²、八木重郎¹、小西哲之¹
Keisuke MUKAI, Yasuyuki OGINO, Juro YAGI, Satoshi KONISHI

¹京都大学エネルギー理工学研究所, ²京都大学大学院エネルギー科学研究科
¹Institute of Advanced Energy, Kyoto University
²Graduate School of Energy Science, Kyoto University

原型炉開発の主要案として検討されている水冷固体増殖方式の核融合ブランケットでは、軽水素の中性子減速によって、熱中性子及び熱外中性子を多く含むエネルギー幅の広い中性子スペクトルが生じる。特に、 $10^{-2} \sim 10^2$ eVのエネルギーを持つ中性子はトリチウム増殖における寄与が高く^[1]、このエネルギー域の中性子を正確に計測する技術の確立が必要となる。本研究では中性子イメージングプレート (NIP) を用いて、熱中性子を対象とした二次元中性子計測を行い、リチウムによる中性子吸収 ${}^6\text{Li}(n,t)$ から生じる「影絵」から微量トリチウム生成量の見積もりを試みた。

円筒放電型中性子源を用い、ポリエチレンやホウ酸水で構成される実験体系内にDD核融合中性子を照射した。本装置は電極のコーティングにより、本装置は小型中性子源として高い水準の中性子発生率 $>10^7$ n/sを達成している (Fig. 1)。NIPにはコンバーター元素としてGdを含有したGEヘルスケア製のBAS-NDを用いた。中性子を増殖材料 Li_2TiO_3 に照射し、読み取り時にNIP上に現れる輝尽蛍光 (PSL) の濃淡からトリチウム生産量を評価した。

予備試験として、自発的核分裂中性子源 ${}^{252}\text{Cf}$ を用いてNIPの較正を行った (Fig. 2)。 ${}^{252}\text{Cf}$ の中性子エネルギーは平均2.3 MeVであり、DD核融合中性子の2.45 MeVと近いエネルギー値を持つ。較正は暗室内で、5 cm厚の γ 線遮蔽用鉛フィルターを用いて実験を行った。測定範囲 ($10^4 \sim 10^7$ n/cm²) において、単位面積あたりのPSLは中性子フルエンスに対して直線関係 ($\text{PSL} \propto \Phi^{0.96}$) を持ち、 $>10^5$ n/cm²で標準偏差5%以下の精度が得られた。本結果に基づき、減速材 (ポリエチレン) を置いた体系にて、ターゲットの増殖材とNIPに対して中性子照射を行い、NIP読み取り画像の分析を行った。当日の発表ではこれらの結果について報告する。

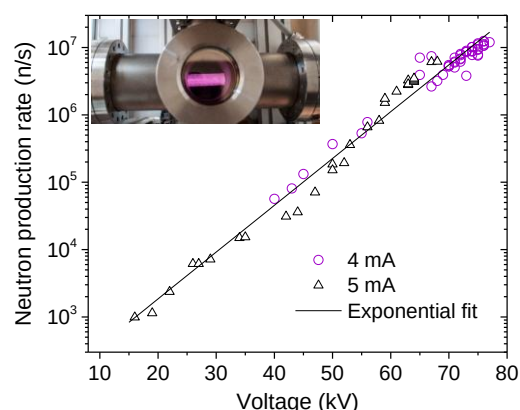


Fig.1 Neutron production rate of the DD fusion device discharged with 4 and 5 mA.

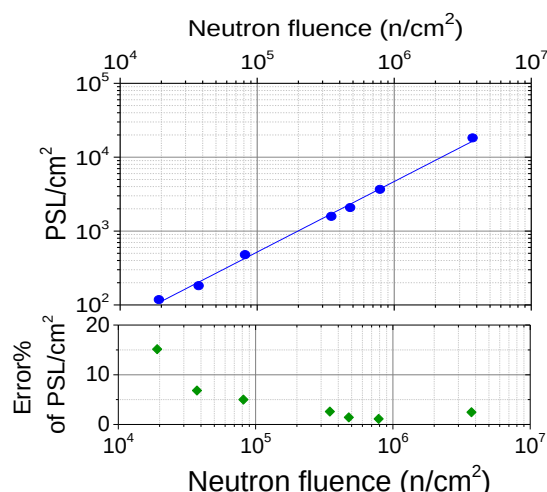


Fig. 2 Calibration curve of the NIP using ${}^{252}\text{Cf}$ neutron source (a) and standard deviation σ of PSL (b).

Reference

[1] S. Sato, et al., *Journal of nuclear science and technology* 44 (2007) 657–663.