

小型核融合中性子源における中性子フルエンス率のリング陰極形状依存性 Ring cathode shape dependence of neutron fluence rate in small nuclear fusion neutron source

高原優¹, 渡部政行²

Yutaka Takahara, Masayuki Watanabe

日大理工量子¹, 日大量科研²

QST-CST-Nihon Univ.¹, IQS-Nihon Univ.²

1. 慣性静電閉じ込め方式核融合

慣性静電閉じ込め方式核融合 (IECF: Inertial Electro-static Confinement Fusion) とは, 真空容器内で放電を起こし, 重水素などの燃料となるガスをプラズマ化させ, その過程で発生する原子核を加速・収束させ, 核融合反応を起こす方式の一つである. 本研究では円筒型 IECF を用いた小型中性子源の開発を行っている.

2. 実験装置と実験方法

Figure 1 に本研究で使用する小型核融合中性子源の概略図を示す. 装置中心部に核融合反応を起こさせるリング電極を含む真空容器が設置され, そのリング陰極の左右両側に陽極が設置されている. 実験ではこの二つの陽極を接地している. 真空装置の周りに放電を発生させる回路系や中性子線などを測定する計測系が配置されている. 中性子フルエンス率の計測には中性子サーベイメータを用いた.

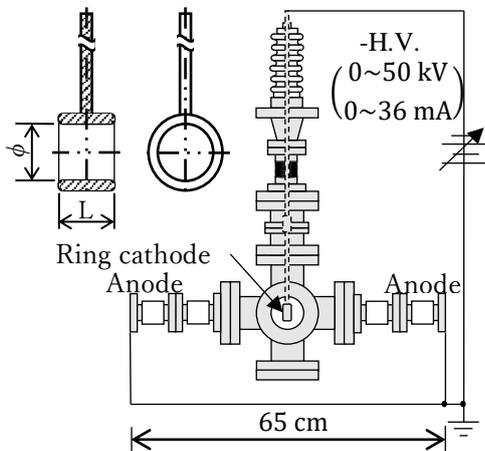


Figure 1 Schematic diagram of the compact neutron source

本研究ではリング陰極を用いて重水素原子核を加速・収束し, 核融合反応を起こすことで中性子を発生させる. そのためリング陰極の形状にプラズマの放電特性や中性子の発生特性が強く影響される. そこで本実験では, リングの径 (ϕ) および長さ (L) を変化させて中性子フルエンス率のリング陰極形状依存性を調べた.

実験手順として, まず真空ポンプを用いて真空容器内を高真空に減圧し, 容器内に重水素ガスを充満

させる. その後, リング陰極と陽極間で放電を形成し, 重水素の原子核を生成する. 発生した原子核は高い電場によりリング陰極の中心部に向かって急激に加速される. リング陰極の中心部を通り過ぎた後, 原子核は電場で引き戻され, 再びリング陰極の中心部に向かって急激に加速される. その結果, 重水素原子核同士の衝突が起こり, 核融合反応により中性子が生じる.

3. 実験結果とまとめ

リング陰極の大きさを $\phi=15\text{mm}$ で固定し, L の長さを変化させ, 中性子フルエンス率を測定した. リング陰極への印加電圧を $-10\sim-30\text{kV}$, 放電電流を 6mA , 8mA , 10mA の条件で実験を行った. -30kV の実験結果を Figure 2 に示す.

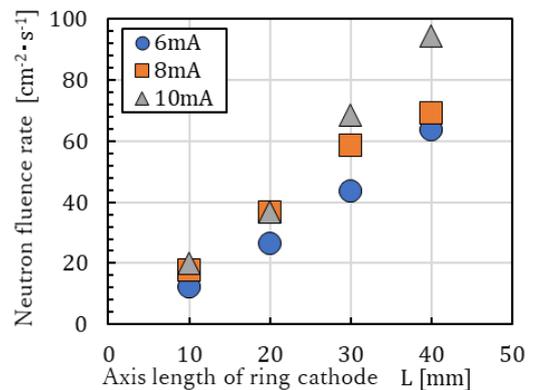


Figure 2 Dependence of neutron fluence rate on ring cathode axis length

リング陰極の長さ L の増加に伴い, 中性子フルエンス率が線形的に増加することが確認できる. 本実験ではこの他, 様々なリング陰極の形状の電極を用い中性子の生成実験を行っている. 講演ではその結果を報告する.

4. 参考文献

- [1] 大塚徳勝・西谷源展: 「Q&A 放射線物理改訂2版」, 共立出版株式会社, 2016, p.33, p.148
- [2] A. Asle Zaeem, et al, Journal of Instrumentation, Volume 14, Issue 07, pp. T07007 (2019).