

円筒型IEC中性子線源の基礎研究

Basic research on a cylindrical Inertial Electrostatic Confinement neutron source

松沢拓弥¹, 根津周平², 渡部政行³MATSUZAWA Takuya¹, NEZU Shuhei², WATANABE Masayuki³¹日大院量子, ²日大物理, ³日大量科研¹QST-Nihon Univ., ²CST-Nihon Univ., ³IQS-Nihon Univ.

1. はじめに

中性子は物質中において原子核とのみ直接相互作用を起こすと考えられている。そのため、中性子線は軽元素に対する反応性が高く、X線では検出が難しい水素などに対する各種応用が期待される。その応用法の一つに非破壊検査などが挙げられる。現段階では中性子応用が可能な施設としては原子炉といった大型施設に限られており、中性子応用の普及のためには安価・簡易な中性子発生装置の開発が必要とされる。

2. IECF (Inertial Electrostatic Confinement Fusion)

慣性静電閉じ込め方式核融合(IECF)の概念を図1に示す。IECFの原理は、幾何学的透過率の高い陰極に負の高電圧を印加し、装置中央に向けてイオンを加速させる。加速されたイオンは陰極を通り抜け、減速した後、再び中央部へ加速される。この加減速を繰り返す周回イオンによりイオンや背景粒子との衝突が発生する。衝突の際、確率的に核融合反応を起こすが、2重井戸ポテンシャル効果やトンネル効果など、反応が生じる詳しい機構はまだ解明されていない。

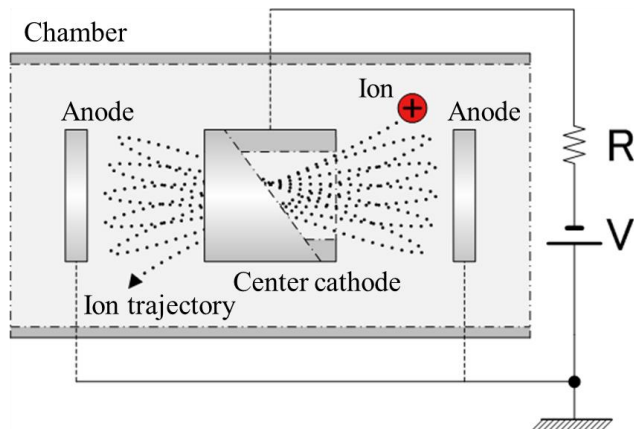


Figure 1. Schematic drawing of c-IECF device

3. 実験目的及び内容

本研究の最終的な目標は簡易な小型中性子線源の開発である。現在は新規実験装置の立ち上げ段階にある為、原理検証を目的とした中性子の観測を目標に装置設計・組立てを進めている。

本実験では円筒型の電極を用い軸方向の重水素ガス放電による IECF を目指している。現在、使用している装置構成は真空容器、リング状負電極（直径 $\phi 30\text{mm}$, 幅 10mm など）、電源（最

大電圧-30kV, 最大電流 10mA ）、中性子サーベイメータ等である。中性子の定常的な生成を目的としているため、ポンプを駆動させながら重水素ガスを充填し、一定の気圧で放電実験を行っている。本実験では絶縁された真空容器の一部である陽極部にも正電圧を印可することが可能である。絶縁性能確保のため真空度が重要となる。現段階では 10^{-3}Pa オーダーの真空度を達成しているが、今後はより高真空における放電が可能な実験装置の改良を行う予定である。

4. 実験結果及び結論

現時点で達成している最大印加電圧について重水素放電での放電結果を図2に示す。

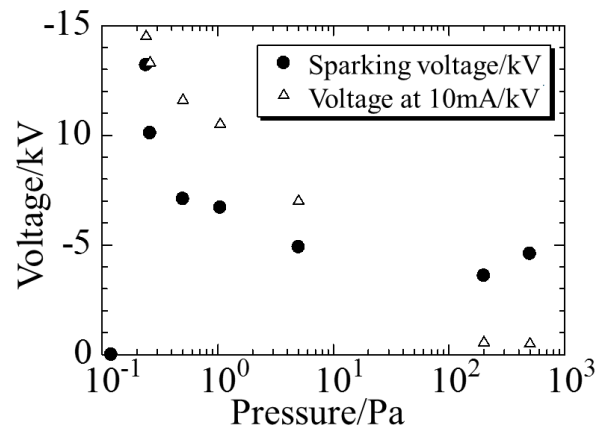


Figure 2. Sparking voltage and Voltage at 10mA vs. Pressure in deuterium gas discharge.

気圧に対する最大電圧の依存性が見られ、その最大電圧は-15kVであった。現在は中性子発生に最低限必要だと思われる-20kVまで、電圧を印可することを可能とした。講演では中性子の測定方法や電極の形状などについて議論を行い、装置や実験結果のより詳細な内容は講演にて報告を行う。

5. 参考文献

- [1] 高木俊宜:「電子・イオンビーム工学」, 電気学会, (1995).
- [2] 吉川潔, 他:「慣性静電閉じ込め核融合研究の現状」, *J. Plasma Fusion Res.*, **Vol.83**, No.10, pp.795-811, (2007).
- [3] 谷内康行:「慣性静電閉じ込め核融合装置の中性子生成機構の研究」, *東海大学紀要工学部*, **Vol.50**, No.1, pp.9-14, (2010).