

直線型慣性静電閉じ込め式小型中性子源の開発と実用化

Development and practicality of compact neutron source with a linear inertial electrostatic confinement fusion device

HSU 未来産業学部¹, 山梨大学² ○(M1)高橋武¹, 成松滉生¹, 椎名柔¹, 秋津哲也², 大川博司¹
 HSU.¹, Yamanashi Univ.², °Takeru Takahashi¹, Koki Narimatsu¹, Yawara Shina¹, Tetsuya Akitsu²,
 and Hiroshi Okawa¹

1. 研究背景

慣性静電閉じ込め式核融合炉 (IECF 装置: Inertial Electrostatic Confinement Fusion) は、コンパクト中性子源として知られ、非破壊検査やがん治療機、タンパク質構造解析等の応用が期待されている。現在の小型中性子線源は、中性子発生管 (DD 管) でおおよそ $1 \times 10^8 \text{ n/s}$ の中性子生成数のものが利用されているが、約数百～数千時間の運転で重水素または三重水素を吸蔵させたターゲットのメンテナンスが必要となり、中性子線源としては寿命が限られている。またそれ以上の高出力中性子線源は、J-PARC の様な大型加速器施設が必要となり利用が制限される。そこで我々は両者の中間帯のニーズを担うべく長寿命かつ安全で高出力な小型中性子源の実用化へ向け、直線型 IECF 装置[1]の開発を行った。

本講演では、中性子生成量の増加要因に関する議論、及び中性子線源の応用に向けた性能評価と実用性について述べる予定である。

2. IECF 装置の性能

本装置は全長 400mm の円筒形真空チェンバーであり、冷却によって長時間運転可能な装置外部にむき出しの筒状陰極と接地陽極の外径が共に $\phi 100\text{mm}$ 、そして装置中央部に前記陰極が配置され、その軸方向の両端には 2 つの接地陽極が陰極を挟んだ状態で設置されている。また、陰極と両接地陽極間には、それぞれ外径 $\phi 65\text{mm}$ 、長さ約 3.5mm、長さ約 186mm のガラス管 (デュラン管) を設置し、絶縁を保っている。装置の稼働にはチェンバー内に重水素ガスを封入し、筒状陰極に数十 kV の負電圧を印加することで陰極の同軸線上の電位ポテンシャルにイオン化された重水素が加速・収束する。そして、イオン同士または中性粒子と衝突を繰り返して D-D 反応を誘発し、2.45MeV の高速中性子を発生させる。

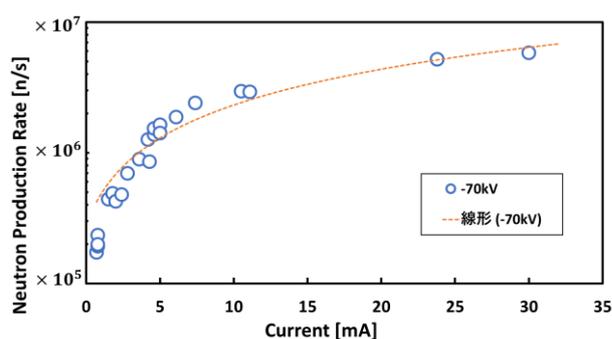


Fig1. Current dependence of the neutron production

Fig1 は直線型 IECF 装置に DC -70kV を印加し、中性子生成数[n/s]と電流依存性を示すグラフである。計測には装置中心部から 1m 離れた位置に中性子サーベイメーターを設置し、1 分間当たりの計数率[cps]を記録した。電流が増すと中性子生成数も増加し、これまで最大中性子生成数 $5.8 \times 10^6 \text{ n/s}$ を記録した。現在 1000W～で約 $1 \times 10^9 \text{ n/s}$ 以上の効率的に出力が得られる IECF 装置を目指して開発を進めている。

Ref. [1] 板垣智信, 堀田栄喜, 長谷川純, 高倉啓, 田端真之介, 松枝泰志 「直線型慣性静電閉じ込め核融合中性子源における放電特性と中性子出力の陽極形状依存性」