

## LHD 重水素実験における非等方的トリトン発生分布の トリトン燃焼率に対する影響

### Effects of anisotropic triton birth profile on triton burn-up ratio in LHD plasma

庄司悠歩, 村上定義

Yuho SHOJI, Sadayoshi MURAKAMI

京都大学 原子核工学専攻

Department of Nuclear Engineering, Kyoto University

LHD において、プラズマ閉じ込めにおける同位体効果の検証などを目的に、重水素実験が行われている。重水素プラズマにおいては、核融合由来の中性子スペクトルを計測することで、中心領域の高エネルギー粒子の分布に関する情報を得ることができる。トリトン燃焼率は、D-D 核融合反応で発生したトリトンのうち、D-T 核融合反応を起こす割合であり、高エネルギープラズマの閉じ込め性能を評価する指標の一つである。このトリトン燃焼率は、D-D 核融合反応由来の 2.45MeV 中性子発生量と D-T 核融合反応由来の 14MeV 中性子発生量を測定し、比をとることで、実験的に評価することができる。トリトン燃焼率は、磁気軸位置を内側にシフトすることで、大きくなるのが実験において示されている [1]。また、先行数値シミュレーション研究においても、内寄せ磁場配位で高エネルギートリトンの閉じ込めが改善され、トリトン燃焼率が高くなる傾向が示されている。これらの2つの結果は、同様な傾向を示しているが、定量的には差が見られる。一方、先行研究においては、トリトンの発生時の速度分布が等方的であると仮定し、ビームイオンの運動量が考慮されていない。

本研究では、まず NBI ビームイオンのもつ運動量により、非等方的となったトリトンの発生分布を評価する。さらにトリトンの減衰を評価することで、トリトン燃焼率への影響を評価する。NBI ビームイオンのソース項は、HFREYA コードを用いて計算する。NBI ビームとトリトンの減衰後の速度分布を評価するために、5次元位相空間ドリフト運動論方程式を解く GNET コード [2] を用いて、高エネルギーイオンについて解析を行う。

非等方的および等方的なトリトン発生分布の場合のトリトン燃焼率の磁場配位依存性を Fig.1 に示す。NBI 加熱パワー 1MW,  $n_e = 2.0 \times 10^{19} \text{m}^{-3}$  の条件では、D-D 核融合反応率は  $6.5 \times 10^{14} (\text{s}^{-1})$  であり、D-T

核融合反応率は  $7.9 \times 10^{11} (\text{s}^{-1})$  であった。トリトン燃焼率は、磁気軸の位置 3.50m, 3.60m, 3.75m に対して、それぞれ 0.21%, 0.12%, 0.01% であった。これらの値は、等方的な発生分布を仮定した時よりも高くなり、実験値に近い結果を示している。 $R_{ax} = 3.60\text{m}$  において、非等方発生分布のトリトンと、等方発生分布のトリトンの捕捉粒子の割合を LHD 内の軌道追跡のみを行い、比較したところ、捕捉粒子の割合が 28% から、21% 程度まで減少した。これらのことから、ビーム粒子のもつ運動量により、トリトンの発生分布が非等方的に変化することで、補足粒子の割合が減少することにより、トリトンの閉じ込めが改善されたことが得られた。

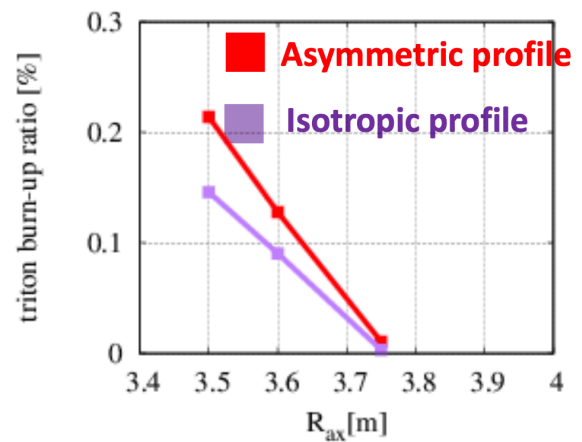


Fig. 1: トリトン燃焼率の磁場配位依存性

[1] K. Ogawa, et al., Nucl. Fusion 59 (2019) 076017.

[2] S. Murakami, et al., Nucl. Fusion 40 (2000) 693.