## ヘリオトロン J における非共鳴マイクロ波加熱プラズマ中の 高エネルギーX 線スペクトル計測

## Measurement of high-energy X-ray spectrum in non-resonant microwave heated plasmas of Heliotron J

\*徳原圭一¹、小林進二²、大垣英明²、紀井俊輝²、全炳俊²、永岡賢一³、岡田浩之²、南貴司²、 門信一郎²、大島慎介²、水内亨²、木島滋²、長崎百伸²

\*K. Tokuhara<sup>1</sup>, S. Kobayashi<sup>2</sup>, H. Ohgaki<sup>2</sup>, T. Kii<sup>2</sup>, H. Zen<sup>2</sup>, K. Nagaoka<sup>3</sup>, H. Okada<sup>2</sup>, et al.

京大エネ科<sup>1</sup>、京大エネ理工研<sup>2</sup>、核融合科学研究所<sup>3</sup> GSES, Kyoto Univ.<sup>1</sup>, IAE, Kyoto Univ.<sup>2</sup>, NIFS<sup>3</sup>

核融合を目指したヘリカル型プラズマの作動 ガス中の閉じ込め特性を調べるため、磁場強度 に依存しないプラズマ着火法が求められている。 ヘリオトロン I において、20 kW, 2.45 GHzの 非共鳴マイクロ波を閉じ込め磁場中に入射する と、 $10^{17} \sim 10^{18} \,\mathrm{m}^{-3}$ オーダーのプラズマが生成 されることが分かっている[1][2]。これにより 0.6~1.4 Tの磁場強度範囲で磁場強度に依存しな いプラズマ着火が可能である。この時、シンク ロトロン放射計測によりMeV級の高エネルギー 電子生成が確認された。この電子がプラズマ生 成を促進していると考えられるが、生成機構は はっきりとは分かっていない。上記の磁場強度 範囲では電子サイクロトロン共鳴層が存在しな いため、高エネルギー電子がマイクロ波の電界 による確率的な静電加速で生成される、という モデルが提唱されている[3]。本研究ではこの加 速モデルの検証を目指し、高エネルギー電子の 速度分布を評価するため制動放射によるX線エ ネルギー分布をシンチレータで測定する。

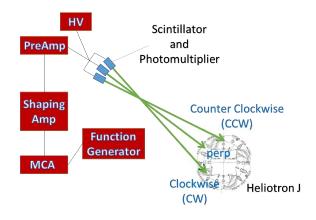


図1:X線スペクトル計測用シンチレータの概略図

図 1 のように LaBr $_3$ (Ce)シンチレータを用いた計測装置を磁力線に対して 3 方向(CW, perp, CCW)に配置し X 線を測定した。ゲート信号を用いて 2.45 GHz マイクロ波入射時のみ X 線の測定を行った。周囲は鉛ブロックで遮蔽し、シンチレータ前のスリットは10  $mm \times 5$  mm、厚さ100 mmとした。図 2 はマイクロ波のパワーが13 kW、トロイダルミラーの磁場成分(バンピネス)が低い配位での X 線スペクトルである。perp 方向と CW 方向で2 MeV程度までの X 線フラックスが観測された。また、perp 方向において0.2 MeV付近にピークが見られたが、これは高エネルギー電子が真空容器壁に衝突することで発生する制動放射を観測したと考えられる。

- [1] S. Kobayashi et al., Nuclear Fusion 51 (2011) 062002
- [2] S. Kobayashi *et al.*, Plasma Physics Control Fusion **62**(2020) 065009
- [3] H. Laqua, et al., Plasma Physics and Control Fusion **56** (2014) 075022

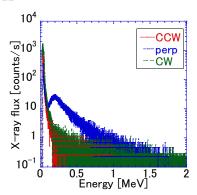


図 2: 低バンピネス配位における X線エネルギー分布の計測結果