

## QUESTにおけるRFの高磁場側入射における加熱特性について Heating characteristics of high field side RF injection in QUEST

村上貴洋<sup>1</sup>, 小島信一郎<sup>1</sup>, 花田和明<sup>2</sup>, Hatem ELSERAFY<sup>3</sup>, 出射浩<sup>2</sup>, 井戸毅<sup>2</sup>, 池添竜也<sup>2</sup>, 長谷川真<sup>2</sup>, 恩地拓己<sup>2</sup>, 黒田賢剛<sup>2</sup>, 稲垣滋<sup>2</sup>, 河野香<sup>1</sup>, 福山雅治<sup>1</sup>, 木谷彰宏<sup>1</sup>, Yi PENG<sup>4</sup>, 大澤佑規<sup>4</sup>, 江尻晶<sup>4</sup>

Takahiro MURAKAMI<sup>1</sup>, Shinichiro KOJIMA<sup>1</sup>, Kazuaki HANADA<sup>2</sup>, Hatem ELSELAFY<sup>3</sup>, Hiroshi IDEI<sup>2</sup>, *et al.*

<sup>1</sup>九大総理工, <sup>2</sup>九大応力研, <sup>3</sup>(株)日立製作所, <sup>4</sup>東大新領域

<sup>1</sup>IGSES, Kyushu Univ., <sup>2</sup>RIAM, Kyushu Univ., <sup>3</sup>Hitachi, Ltd., <sup>4</sup>GSFS, Univ. of Tokyo

### 1. 序論

球状トカマク(STs)は高誘電率であるため, 通常用いられる低域混成波や電子サイクロトロン波(ECW)では有効に加熱することが難しい. 一方, 高磁場側(HFS)から高周波を入射すればカットオフ密度のない電子バーンシュタイン波(EBW)励起による加熱が期待できる. また低磁場(LFS)入射の場合と異なり, HFS入射X-mode ECWが高域混成共鳴(UHR)で直接モード変換するため, プラズマ立ち上げ等の低密度でも使用可能である. このEBWへのモード変換と加熱効率を調べるため, 球状トカマク型プラズマ実験装置「QUEST」を用いて, HFSとLFSからXモードのRFを入射した時のプラズマの電子温度・密度を計測し, 入射パワーの吸収機構や加熱効率について調べた.

### 2. 実験方法

HFS入射用とLFS入射用の導波管を設置して[1, 2], HFSとLFSから8.2 GHzの高周波(RF)を30 ms入射し, QUESTの赤道面上でトムソン散乱計測および可動プローブ計測を行った.

### 3. 実験結果

図1にHFSおよびLFS入射時の密度と温度の空間分布を示す. HFS入射時とLFS入射時の密度に約4倍の差があり, HFS入射では入射RFの周波数でのプラズマカットオフを超える密度に達している. また, EBWの励起を示すパラメトリック崩壊不安定性信号が確認済であるため, EBWによって加熱していると考えられる. 電子温度のピークはHFS入射ではR=600 mm, LFS入射ではR=500 mmであった. LFS入射ではECR層近傍で加熱・密度上昇が起こっているため, LFS入射ではサイクロトロン吸収であると考えられる. しかし, HFS入射の場合にはUHR層近傍であり, ドップラーシフ

トした電子のサイクロトロン共鳴加熱でも, R=500~700 mmで衝突吸収率が1%以下であることから衝突吸収でも説明できず,  $N_{||}$ 成分の存在次第ではランダウ吸収の可能性が示唆される[3].

### 4. まとめ

高周波の高磁場・低磁場側入射を実験的に比較し, 高磁場入射時にはプラズマ遮断密度を超える密度に達していることを確認した. 加熱位置は低磁場入射ではサイクロトロン共鳴層, 高磁場入射では高域混成共鳴近傍で, 加熱機構が異なる可能性が示唆される結果を得た.

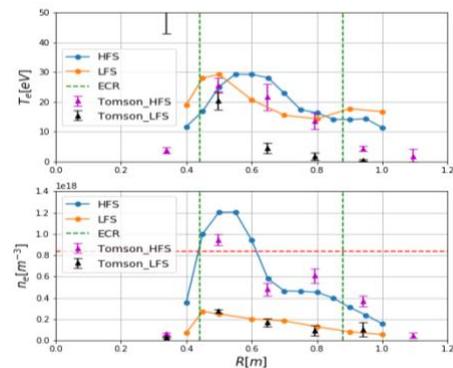


図1 上図はHFS入射時とLFS入射時の電子温度, 下図はHFSとLFS電子密度の空間分布. プローブ計測された電子密度はトムソン散乱計測により構成されている. 黄緑線はECR層, 赤線は8.2 GHz周波数のOモードカットオフ密度を示す. ECR層は440 mmの位置に設定した.

### 参考文献

- [1] H. Elserafy *et al.*, 2020 Plasma Phys. Control. Fusion **62**, 035018
- [2] S. Kojima *et al.*, 2020 Plasma and Fusion Res. **15**, 2402063
- [3] A. I. Anisimov *et al.*, 1973 Sov Phys.-Tech. Phys. **18**, 459