

GAMMA 10/PDX セントラル部における ICRF 差周波波動励起実験と  
3次元波動伝播解析コードを用いた波動構造の分析  
**Examination using 3D wave propagation analysis code of ion heating  
by ICRF differential frequency wave in GAMMA 10/PDX central cell**

キムドヨン<sup>1</sup>, 杉本勇大<sup>1</sup>, 小澤宇旦<sup>1</sup>, 平田真史<sup>1</sup>, 市村真<sup>1</sup>, 江角直道<sup>1</sup>, 東郷訓<sup>1</sup>,  
中嶋洋輔<sup>1</sup>, 坂本瑞樹<sup>1</sup>, 池添竜也<sup>2</sup>, 福山淳<sup>3</sup>

D. Kim<sup>1</sup>, Y. Sugimoto<sup>1</sup>, T. Kozawa<sup>1</sup>, M. Hirata<sup>1</sup>, M. Ichimura<sup>1</sup> *et al.*

<sup>1</sup>筑波大学プラ研, <sup>2</sup>九州大学応力研, <sup>3</sup>京都大学

<sup>1</sup>PRC, Univ. Tsukuba, <sup>2</sup>RIAM, Kyushu Univ., <sup>3</sup>Kyoto Univ.

GAMMA 10/PDXでは、イオンサイクロトロン周波数帯(ICRF)のアルベン遅波を用いてプラズマを加熱している。ICRF加熱に使われるアルベン遅波はサイクロトロン共鳴でイオンにエネルギーを与えて減衰する。しかし、プラズマが高密度になるにつれて、遅波がプラズマ中に励起されにくくなり、加熱が難しいことが知られている。[1] この問題を解決するために、差周波波動によるイオン加熱方法を検討している。[2]

差周波波動とは周波数が異なる2つの波動を外部から印加した時、波動間の相互作用によって励起される2つの周波数の差を周波数として持つ波動のことである。筑波大学プラズマ研究センターでは次期装置におけるダイバータ模擬実験のための高密度プラズマのイオン加熱として、高密度でも励起可能な2つのICRF速波の差周波波動として遅波をプラズマ内部に励起する方法を検討している。そこで、差周波波動の波動構造と加熱効率の検討をするために、3次元波動伝播解析コードであるTASK/WFコードを用いた。[3]

プラズマの外部から波動を印加するDHTアンテナを使った計算[1]と比較するため、プラズマの内部で励起される差周波波動を、プラズマ中心部で磁力線方向に高周波電流を流すBARアンテナを用いて模擬した。共鳴吸収を再現するため、BARアンテナの位置は $x = \pm 0.02 \sim 1.0$  m、共鳴層が位置する $z = -1.12$  mより外側である $z = -2.0$  mとした。BARアンテナを使った計算のイオン吸収パワー分布をFig.1に示す。DHTアンテナを使った計算ではプラズマの密度が $3 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ 以下において、プラズマ中心部の共鳴層で強いイオン吸収が確認された。しかし、密度が $1 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 以上からは吸収領域が径方向の外側に移動し、共鳴層におけるイオン吸収が弱くなるのが確認された。BARアンテナを使った計算からは、密度 $1 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ までプラズ

マ中心部に波動が励起され、共鳴層で強いイオン吸収が確認された。この結果から、高密度プラズマの共鳴層ではプラズマ内部で励起された高周波によるイオン吸収がプラズマ外部から印加する波動によるイオン吸収より有効であることが示唆された。

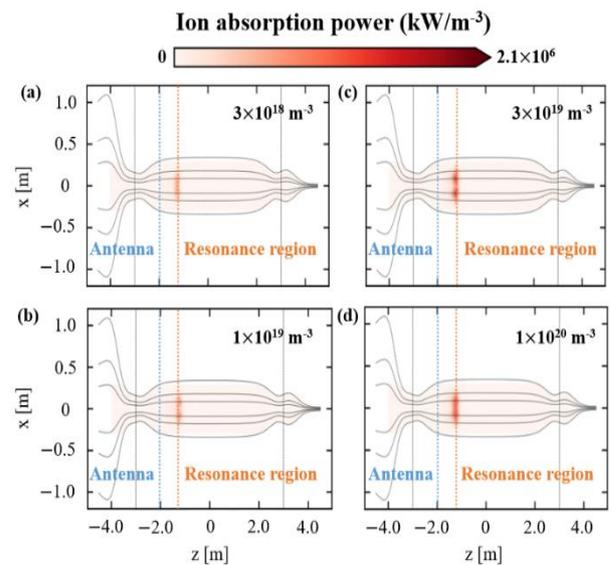


Fig. 1 各プラズマ密度 ( $3 \times 10^{18} \text{ m}^{-3} \sim 1 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ ) で 6.36MHz の波動を印加した時のイオン吸収パワー分布

本研究はNIFS 双方向型共同研究(NIFS21KUGM166, NIFS22KUGM173)のもと実施されている。

- [1] R. Ikezoe *et al.*, Plasma Fusion Res. **14** (2019) 2402003.
- [2] H. Kayano, *et al.*, Plasma Fusion Res. **16** (2021) 2402045.
- [3] A. Fukuyama *et al.*, Proc. of 1996 Int. Conf. on Plasma Phys. **2**, 1342 (1997).