

GAMMA 10/PDXにおける2つの印加ICRF速波の差周波数を持つ  
遅波励起の計測

**Measurement of a slow wave with difference-frequency  
between applied two ICRF fast waves on GAMMA 10/PDX**

野口大地<sup>1)</sup>, 平田真史<sup>1)</sup>, 相澤拓実<sup>1)</sup>, KIM DOYEON<sup>1)</sup>, 杉本勇大<sup>1)</sup>, 大里和久<sup>1)</sup>,  
小澤宇旦<sup>1)</sup>, 不破悠<sup>1)</sup>, 池添竜也<sup>2)</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>

NOGUCHI Daichi<sup>1)</sup>, HIRATA Mafumi<sup>1)</sup>, AIZAWA Takumi<sup>1)</sup>, KIM Doyeon<sup>1)</sup>,  
SUGIMOTO Yudai<sup>1)</sup>, IKEZOE Ryuya<sup>2)</sup> *et al.*

1) 筑波大 2) 九大

1) Univ. Tsukuba 2) Kyushu Univ.

直線型ミラー閉じ込め装置GAMMA 10/PDXでは、イオンサイクロトロン周波数帯 (ICRF) のアルヴェン遅波によって磁力線に対し垂直方向にイオン加熱をすることで、イオン温度が数keVの高温プラズマを生成している。現在、筑波大学プラズマ研究センターでは超電導コイルを用いた単純ミラー型装置を建設中であり、高イオン温度を達成している実績や定常運転に適していることからICRFによる加熱が検討されている。新装置では $10^{19} \text{ m}^{-3}$ 以上の密度が想定されているが、高密度プラズマ( $> 10^{19} \text{ m}^{-3}$ )においてはアンテナに印加した高周波がプラズマによってシールドされ、遅波がプラズマ中心部で励起されないという課題がある[1]。GAMMA 10/PDXでは、温度非等方性に起因してプラズマ中に自発励起する2つの波動の差周波数の波動(差周波波動)が励起され、イオンのピッチ角散乱等のプラズマに対する影響が観測されている。そこで高密度プラズマで遅波励起の可能性を模索するために、高密度でも励起可能と考えられる速波を2つのICRFアンテナから異なる周波数で励起し、その差周波波動を遅波として励起させることが考えられる。これまでにGAMMA 10/PDXを用いた研究では、2つのICRFアンテナの周波数(方位角モード数)を16.26 MHz ( $m=0$ )、9.9 MHz ( $m=\pm 1$ )に設定し、その差周波数をセントラル部のイオンサイクロトロン周波数である6.36 MHzに合わせることで差周波波動によるプラズマの加熱を試みた。その結果、16.26MHzおよび6.36MHzの密度揺動レベルの上昇とともに、反磁性量が増加し、イオン加熱が示唆された[2]。

本研究では、強磁場側で励起されて伝搬する遅波を検出するために、波動計測装置としてマイクロ波反射計と磁気プローブを用いた。ミッドプレーンを原点とし、 $z = -1.42 \text{ m}$ に設置されたマイクロ波反射計は方位角方向に2ペア設置されており、同時計測が可能となっている。また、磁気プローブは約  $z = -1.35 \text{ m}$ に

$r, \theta, z$ 方向に感度を持つ複数個がプラズマ周辺部に固定され、同時計測が可能となっている。

マイクロ波反射計の方位角方向の計測から、16.26 MHzの波動が  $m=0$  でありプラズマ中に励起されていることや、差周波波動が  $m=-1$  の方位角モード数を持つと考えられることがわかった(Fig.1)。また、磁気プローブによるプラズマ周辺部の偏波計測から差周波波動が右回りであることが計測された。これら2つの計測結果は、差周波波動が遅波として励起されていることを示しており、サイクロトロン共鳴加熱により反磁性量が増加したことを示唆している。

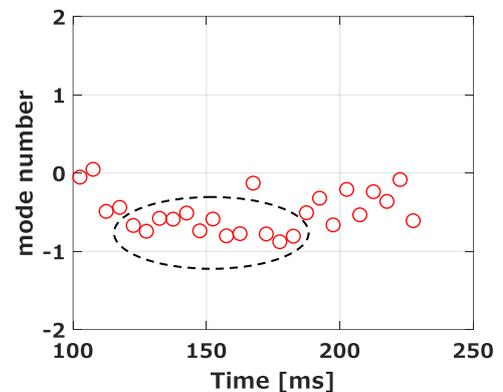


Fig.1 差周波波動のモード数の時間発展

本研究はNIFS双方向型共同研究(NIFS20KUGM158, NIFS21KUGM166)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.