

# 内部導体装置Mini-RTにおけるヘリコンプラズマの生成実験

学生証番号 47-146076 氏名 竹本 卓斗  
(指導教員 小川 雄一 教授)

Key Words : Mini-RT device, High-density plasma, Helicon wave, Torus plasma, Magnetic probe

## 1. 序論

ヘリコン波は比較的容易に高密度プラズマを生成することができるが、核融合プラズマへの応用研究はあまりない。しかし、高ベータ装置のような低磁場の核融合プラズマ閉じ込め装置においてヘリコンプラズマが利用できれば高密度プラズマを作る上で有利な手法となる可能性があるため、Mini-RT装置ではトーラスプラズマ中のヘリコン波の特性を調べるため、ヘリコンプラズマ生成実験を行ってきた。

## 2. ヘリコン波

ヘリコン波は、境界のあるプラズマ中における電子サイクロトロン周波数とイオンサイクロトロン周波数の間の周波数帯の波である。ヘリコンプラズマは生成されるまでに容量結合型プラズマ(CCP)モードと誘導結合型プラズマ(ICP)モードを経由する。モード遷移は高周波(RF)の出力に閾値を持っており、閾値を越えると急激な密度上昇(密度ジャンプ)と共にモードが遷移する。閾値は封入ガス圧にも依存し、ガス圧が高いと閾値は下がる。今回の実験ではこの密度ジャンプの計測が目標となる。

## 3. 実験装置

Mini-RT装置は真空容器内部に円環状の高温超伝導材のコイルをもつ内部導体装置である。プラズマは2.45 GHzの電子サイクロトロン加熱(ECH)によって生成することができる。ヘリコン波源としては、13.56 MHzのRF電源とサドル型のアンテナを用意した。プラズマの密度温度はアンテナからトロイダル方向に90°離れた位置のトリプルプローブ(TP)で計測している。また、ヘリコン波の計測をするため、空間3方向の摂動磁場が計測できるシールドド磁気プローブを作成し設置した。

## 4. 実験結果

実験では、パルス幅5秒程度のECHを入射した2・3秒後に同じパルス幅のRFを入射する実験を行った。RFのみではアンテナ付近にのみプラズマが生成され、トロイダル方向に離れたTPでプラズマを計測することができなかった。しかし、カメラで観測すると、ガス圧が低い場合図1のようにプラズマはアンテナの高電圧側に多く生成されていたが、ガス圧を高くすると図2のようにアンテナの内側全体にプラズマがついていた。これは、高ガス圧によってCCP-ICPモード遷移の閾値が下がり、モード遷移が起きたと考えられる。ガス圧とRF出力を大きくすることでヘリコンプラズマへの遷移が起きることが期待される。ECHプラズマにRFを重畳した場合、期待に反してECHプラズマに対して密度が下がってしまった。RFプラズマがECHプラズマを閉じ込め領域の外に出すような影響を与えてしまった可能性が考えられる。また、磁気プローブによる波の偏波計測では、冷たいプラズマの分散関係から予想されるヘリコン波と同様な楕円偏波を図3のように確認することができた。静磁場をz方向としている。

## 5. 今後の課題

CCP-ICPのモード遷移を確認するためには、アンテナ周辺のRFプラズマを計測する必要があるため、今後アンテナ周辺にプローブを設置する予定である。また、今後、超伝導コイルや真空系を保護しながら高ガス圧での実験ができるシステムを導入していく。

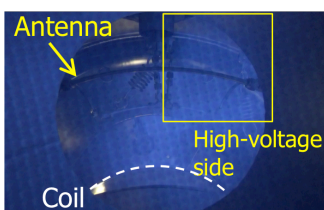


図1:ガス圧 $1.0 \times 10^{-2}$  Pa

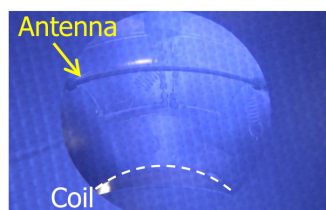


図2:ガス圧 $9.4 \times 10^{-2}$  Pa

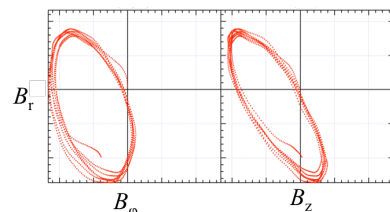


図3:摂動磁場の偏波