

QUEST 高周波電流駆動における干渉計・反射計による密度計測

Plasma density measurement using interferometer/reflectometer in QUEST

板戸 貴紀¹ (九州大学総合理工学府)

図子 秀樹², 出射 浩² (九州大学応用力学研究所高温プラズマ力学センター)

QUEST実験グループ³ (九州大学総合理工学府)

Takanori Itado¹, Hideki, Zushi², Hiroshi Idei², QUEST experiment group³, Kyushu Univ.^{1, 2, 3}

1. 概要

入射波の周波数と同じサイクロトロン周波数を持つ電子は共鳴し加速され、入射波のエネルギーがプラズマ中の電子に吸収され、プラズマが加熱される。しかし、加熱を行う電磁波の周波数が遮断周波数よりも低い領域には電磁波がプラズマ中を伝搬できず、加熱が困難となる。そのような状態のプラズマを加熱するために、サイクロトロン波を高域混成共鳴層(UHR)で電子バーンシュタイン波(EBW)と呼ばれる伝搬に密度上限のない静電波に変換する手法がある^[2]。この変換効率には密度勾配が深く関わっており、密度計測が重要となる。

QUEST 装置で密度を計測するために干渉計、反射計を準備した。高周波電力のみによって生成・維持されたプラズマでは、高い密度で電流を維持するのが難しい。オーミック放電に高周波電力を重畳入射し、高密度プラズマで加熱・電流駆動する試みを行った。高周波電力のみによって生成・維持されたプラズマと併せて、密度変化等を報告する。

2. 実験方法

QUEST 装置は、主半径 0.68 m, 小半径 0.4 m, 真空容器半径 1.4m, 真空容器高さ 2.8m, アスペクト比 1.7, トロイダル磁場 0.25 T の装置である。図 1 に整備された干渉計システムを示す。電磁波の周波数は 140 GHz であり、真空容器の外側の赤道面から 2 枚の準光学鏡 (M1/M2) を用いて入射し、センタースタックにより反射され再び、プラズマを通過した波の振幅・位相情報を計測する。用いる 140GHz 発振器が周波数ドリフトするために、広帯域の振幅・位相検出回路を準備した。反射計は、AM 反射計システムを準備している。本発表では、干渉計による密度測定結果を用いる。プラズマ電流はロゴスキーコイルを用いて測定した。

3. 結果

高周波入射のみによる放電波形 (# 18540), オーミック放電に重畳入射した放電波形 (# 19034) を図 2, 図 3 に示す。上段が密度変化 (黒) とプラズマ電流の変化 (赤), 中段がその時の H_{z0} , 下段が入射パワー (黒) とガスパフのタイミングと入射

量 (赤) を示している。それぞれの図の横軸は時間である。

ショット番号 18540 は、密度はあまり高くないが、電流は安定して維持できていることが分かる。ショット番号 19034 では、オーミック放電に RF を重畳することで高い密度を得られ、干渉計で測定された密度の時間変化は、 H_{α} 発光強度の時間変化と同様になっていることから、急峻な密度の立ち上げりを含め、干渉計でうまく密度変化を捉えていることも確認できた。

4. まとめ

高周波入射のみでは高い密度でプラズマ電流を維持することが難しかったが、オーミック放電に重畳入射することで、高密度領域で電流を維持することができた。ガスパフ入射にも関わらず重畳入射中に密度が減少し始め、併せて電流も減少した。今後、磁場配位の最適化等で遮断密度を超える高密度領域で電流維持を目指す。

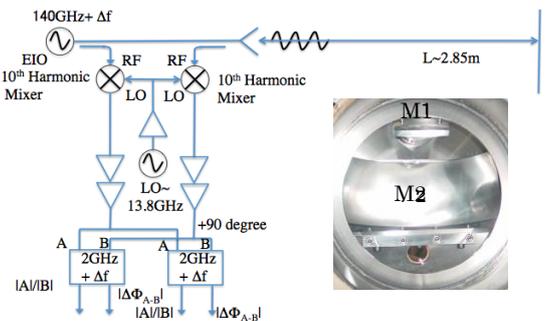


図 1 : 干渉計の概略図と準光学鏡

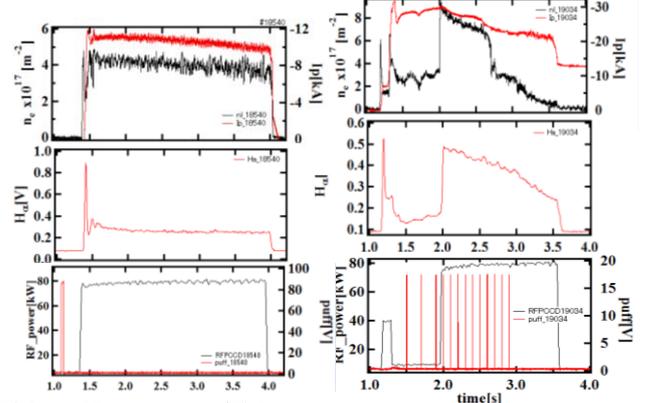


図 2 : 18540

図 3 : 19034