

# 東京大学大学院新領域創成科学研究科 複雑理工学専攻

## 論文題目

「マイクロ波干渉計を用いた電流駆動プラズマの電子密度の振舞いの研究」

47-176109 坂本 将  
2019 年修了

指導教員 江尻 晶 准教授

キーワード: 核融合プラズマ、電流駆動、LHW、TST-2、QUEST

球状トカマクにおいて電流生成、電流駆動手法の確立は、重要な課題である。TST-2 では、低域混成波 (LHW : Lower Hybrid Wave)、QUEST では電子サイクロトロン波を用いた手法を研究している。いずれの場合も電子密度は波の励起、伝搬、吸収を左右する重要な量であり、波を理解し、最適な電流駆動手法を確立するために電子密度測定は重要である。球状トカマク装置 TST-2 では LHW をアンテナで励起しているが、LHW の伝搬にはプラズマの密度が大きな影響を与えることがわかっており、プラズマの密度分布は高周波電流駆動プラズマの解析に不可欠な情報である。密度の計測にはマイクロ波干渉計が広く用いられている。

TST-2 では、上側アンテナの近傍を測定する水平視線 ( $Z=200, 298$  mm) の、マイクロ波干渉計を整備し、測定を可能とした。本研究では、これらを含めて合計 3 本 ( $Z=0, 200, 298$  mm) の水平視線で密度を測定し、解析した。 $Z=200, 298$  mm の視線では 50 GHz、 $Z=0$  mm では 104 GHz の干渉計を用いた。上側アンテナ近傍の密度と放射パワーの関係調べたところ、密度が高いほど、上側アンテナの放射パワーが小さくなること、密度はプラズマの鉛直方向位置で制御できることが分かった。この依存性は、以前、外側アンテナを用いて、アンテナ直近の密度を静電プローブで測定した結果と定性的に一致する。また、数値シミュレーションによる予想とも一致する。パワー変調実験では、上側アンテナを用いた時 (ON 時) に上側アンテナ近傍の密度が大きく影響を受けること、赤道面の密度への影響は小さいこと、外側アンテナの影響は小さいことが分かった。カメラ画像から解析した発光分布の変化と合わせて考えると、ON 直後に電子が上側アンテナ近傍から排除され、下側へ押されていると考えられる。このような現象の候補として上側アンテナの励起した LHW の電場で引き起こされるポンデロモーティブ力が考えられる。ポンデロモーティブ力の効果を評価したところ、密度の減少を説明できる可能性があることがわかった。なお、上側アンテナを用いた場合でも、トロイダル磁場が反転の場合は密度の減少は小さく、反転の場合の方が LHW の電場が小さいことが示唆される。また、発光分布自体は、上側アンテナ ON 時、外側アンテナ ON 時に増えており、アンテナから放出された不純物の発光の影響が考えられる。

QUEST では、トムソン散乱計測で得られた密度の絶対校正が課題であった。赤道面に視線を持つマイクロ波干渉計を新設し、プラズマの線積分密度を測定することで、絶対校正に役立てることができた。