

低アスペクト比トラス装置 (LATE) における 電子バーンスタイン波の励起と検出

京都大学エネルギー科学研究科 プラズマ物性物理学 研究室
野口悠人 麦谷吉正 打田正樹 田中仁 前川孝

研究背景及び目的

電子バーンスタイン波(EBW)は静電波であり、プラズマ中の高域混成共鳴(UHR)層で電磁波モードからモード変換により励起する。EBWの伝播には電磁波モードのような密度上限がないため、オーバードンスプラズマのマイクロ波加熱に利用できる。しかし今までトラスプラズマにEBWの伝播・吸収の過程を明確に検証した例はない。今回LATEにおいて新たにEBWの励起・検出・検波を行う計測システムを立ち上げ、実験を行った。LATE装置は低アスペクト比トラス装置なので電子サイクロトロン共鳴(ECR)層とUHR層との空間を広くとることができ、UHR層におけるEBWの励起・そこからECR層に到達するまでの伝播・さらにECR層付近での吸収の様子を大域的に調べることが可能である。

EBW計測システム

図1にEBW計測システムの概要を示す。計測方法は以下の通りである。2.45GHz定常マイクロ波によって生成したECRトラスプラズマに対して外部より1~2GHzのマイクロ波をX-modeで入射する。入射されたマイクロ波はプラズマカットオフ層に到達し、さらにトンネル効果でUHR層に侵入してEBWへとモード変換されるものと期待できる。プラズマ内に挿入したプローブの位置を大半径方向に駆動装置によって掃引し、ミキサ回路によりプローブが受信した信号と発振器より受けるreference信号との位相差を取り出して位相変化による干渉パターンを取り、波の空間構造を特定する。またプローブを静電プローブとして用いてイオン飽和電流による密度の空間分布計測を行い、密度揺動の少ないターゲットプラズマの計測を行った。

測定結果

EBWの直接検波にはいたっていないが、初期実験として、入射したX-modeの測定を行った。図2に定常マイクロ波の入射パワー300Wで生成したプラズマに対して外部より1.5GHzのマイクロ波を入射したときの測定結果を示す。図2(a)~(c)はトロイダル磁場強度を変えたときの干渉パターンであり、それぞれR=25cmのときの磁場強度が480G/432G/384Gである。図2(d)は各磁場強度に対するイオン飽和電流である。図2(a)~(c)の線色の違いはそれぞれreference信号の位相を位相器によって変えたものである。図(a)~(c)干渉パターンにおいてR=27cm~30cmで干渉信号の振幅が低下し、また磁場強度が下がるにつれて振幅が低下する位置が内側へのシフトしていくという様子が観測された。この結果は磁場強度が下がるにつれてサイクロトロンカットオフ層が強磁場側へとシフトすることに対応しているものと推定される。

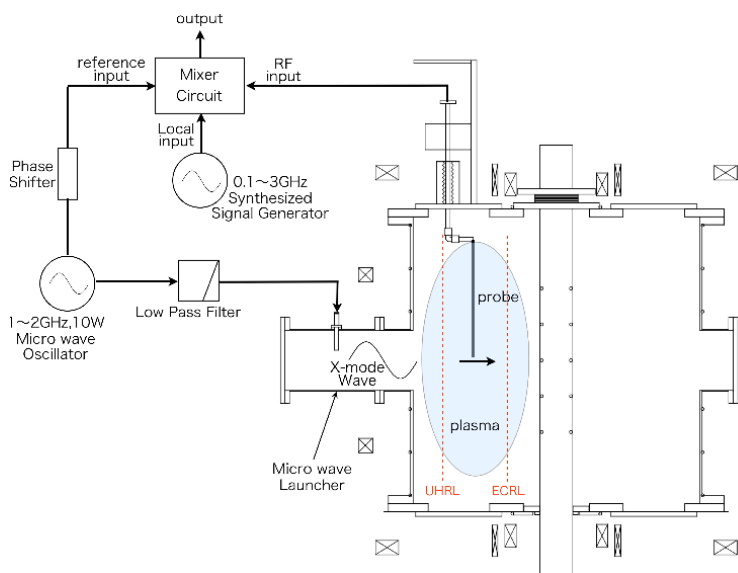


図1: EBW計測システム

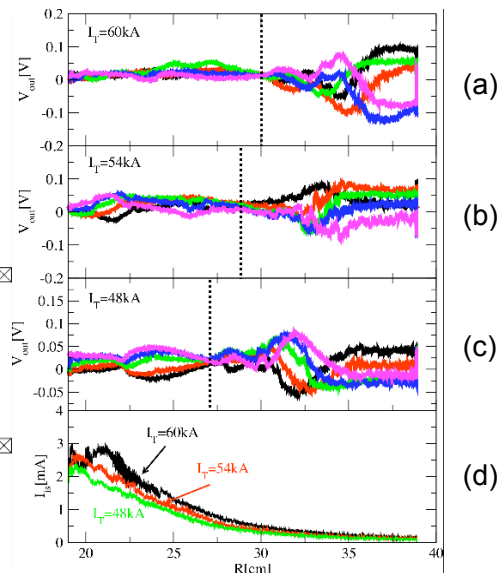


図2: 干渉パターン及びイオン飽和電流空間分布