

三次元マイクロ波イメージング反射計（MIR）を用いたLHD端部プラズマ揺動観測

Observation of Edge Plasma Fluctuations by Using Microwave Imaging Reflectometry in LHD

長山 好夫¹, 桑原 大介², 土屋 隼人¹, 近木 祐一郎³, 間瀬 淳⁴, 飯尾 俊二⁵,
吉永 智一⁶, 山口 聡一朗⁷, 山田一博¹, 鈴木千尋¹
Y. Nagayama¹, D. Kuwahara², H. Tsuchiya¹, Y. Kogi³, A. Mase⁴, S. Tsuji-Iio⁵,
T. Yoshinaga⁶, S. Yamaguchi⁷, I. H. Yamada¹, C. Suzuki¹

核融合研¹, 東京農工大², 福岡工大³, 九大⁴, 東工大⁵, 防大⁶, 関西大⁷
NIFS¹, TUAT², FIT³, Kyushu Univ.⁴, Tokyo Tech⁵, NDA⁶, Kansai Univ.⁷

プラズマの閉じ込めは乱流に支配され、乱流はドリフト波が成長して生成されると言われている。ドリフト波は密度揺動を引き起こし、その波長はイオンラーマー半径(LHDでは約3mm)の10倍のオーダーとされている。そこで、LHDでは空間分解能2cmの3次元マイクロ波イメージング反射計(MIR)を世界に先駆けて開発してきた。これはマイクロ波をプラズマに照射し、カットオフ密度で反射したマイクロ波を2Dイメージング検出器に結像し、電子密度揺動の3次元構造を計測するものである[1]。

今回は、プラズマ端部のMIRによる観測結果を報告する。Fig. 1に観測対象のLHDプラズマの電子温度、イオン温度、電子密度を示す。MIRの63GHzのカットオフ密度を破線で示すが、これと電子密度の交点が観測位置であり、 $R=4.5\text{m}$ 付近とほぼプラズマ端部である。このプラズマでは $t=3.9\text{s}$ 頃からITBが発現し、 $t=4.4\text{s}$ 頃まで続き、中心イオン温度 7keV、中心電子温度 5.5keVに到達した。Fig. 2にMIR (63GHz) 信号のFFTスペクトルを示す。強度は対数スケールである。

明らかにITBが発生している時間帯のプラズマ端部の電子密度揺動は激減している。とくに最高温度に到達した $t=4\text{s}$ の直前の揺動は減少している。しかし、ITB領域は $R=4.2\text{m}$ であり、観測位置 ($R=4.5\text{m}$) からは30cmも離れている。ITB領域の電子密度揺動が注目されるが、現在の60GHz帯のMIRシステムではこの領域は観測できない。ITB観測にはMIRに80GHz帯の送受信機を装備する必要がある。なおFig.2では、 $t=4\text{s}$ からMHDモードが発生している。これはEdge Harmonic Oscillation (EHO) であり、MIRにより波長10cmオーダーの短波長モードだとわかった。

[1] Y. Nagayama, D. Kuwahara, T. Yoshinaga, Y. Hamada, Y. Kogi, A. Mase, H. Tsuchiya, S. Tsuji-Iio, and S. Yamaguchi, "Development of 3D microwave imaging reflectometry in LHD", Rev. Sci. Instrum. Vol.83, 10E305 (2012).

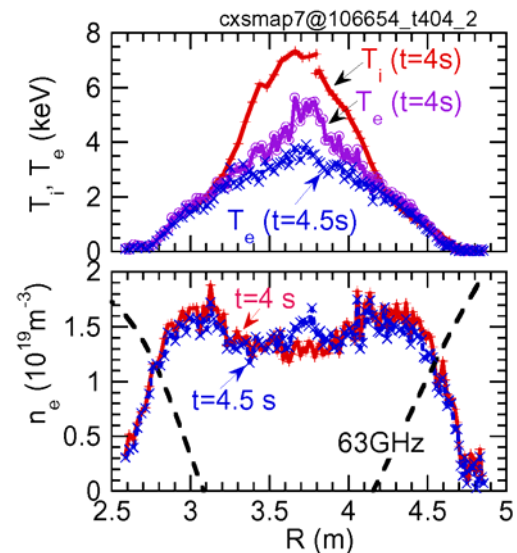


Fig. 1 Electron temperature and density profiles of high Ti Plasma in LHD.

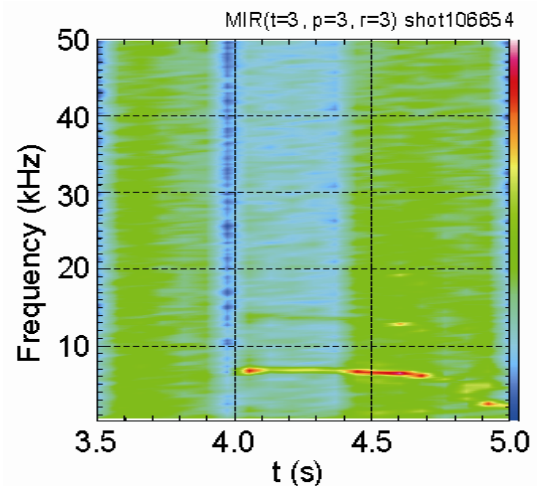


Fig.2 FFT spectrum of MIR (63GHz) signal.