

GAMMA 10/PDXにおける密度揺動の回転速度空間構造計測のための コム・ドップラー反射計の開発

Development of a comb Doppler reflectometer system for measuring the rotation velocity spatial structure of density fluctuation in GAMMA 10/PDX

小波蔵純子¹, 正木沙貴子¹, 徳沢季彦², 吉川正志¹, 嶋頼子¹, 中西博之¹,
有泉佑哉¹, 竹田陽平¹, 野尻訓平¹, 中嶋洋輔¹, 江角直道¹, 坂本瑞樹¹
J. Kohagura¹, S. Masaki¹, T. Tokuzawa², M. Yoshikawa¹, Y. Shima¹, *et al.*

¹筑波大プラズマ、²核融合研
¹Univ. Tsukuba, ²NIFS

揺動や乱流等の発生・抑制機構の解明には種々の情報の多点同時計測が不可欠である。本研究では、筑波大学のGAMMA 10/PDXにおいて、中央部（セントラル部）円柱状プラズマの密度揺動の方位角方向回転速度を径方向に多点同時計測が可能なコム・ドップラー反射計の開発を行っている。図1に開発した周波数コム・ドップラー反射計の概略図を示す。本システムでは、多周波数を同時生成するコム発振器を使用している。発振周波数間隔は200MHzであり、周波数12-18 GHz（Xモード）のマイクロ波が入射される。そのうちの11.8-16.8 GHzの8周波数を計測に用いる。これらの周波数により典型的な電子密度分布ではプラズマ半径 a （18 cm）に対し $r/a=0.5-1$ 程度の領域が観測可能となる。受信・参照信号は10.8 GHzの局部発振器信号により1-6 GHzの中間周波数信号に変換した後、バンドパス・フィルタ（BPF）で抽出される。選択された受信信号と参照信号を直交ミキサ（I-Q mixer）に入力すると、In-phase（I）信号とQuadrature（Q）信号が得られる。

図2に、本反射計を用いて単一放電#250476で得られた各チャンネル（図中に入射周波数を示す）のドップラーシフト周波数の時間変化を示す。放電条件は、イオンサイクロトロン周波数帯の高周波加熱で生成されたプラズマに、 $t=225-240$ msに東西バリア部に電子サイクロトロン加熱（B-ECH）を、更に $t=230-240$ msには東プラグ部にECH（P-ECH）が重畳されている。本図より、観測領域のほぼ全体でB-ECH印加時に負に周波数がシフトするが、P-ECH重畳によりシフトが正に反転する様子が観測された。これらはそれぞれ電子反磁性方向、イオン反磁性方向の回転に対応していると考えられ、本反射計により単一放電のみで密度揺動の流れの空間構造を得ることが可能となった。

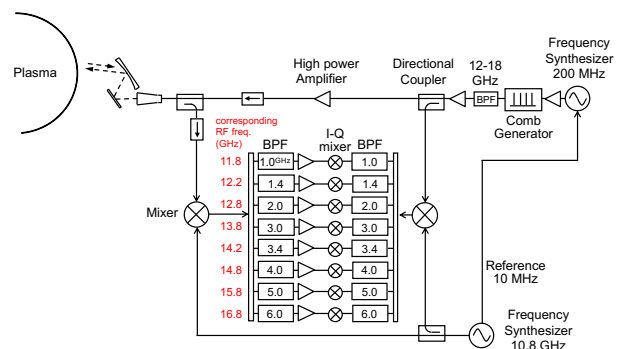


図1 コム・ドップラー反射計回路の概略図

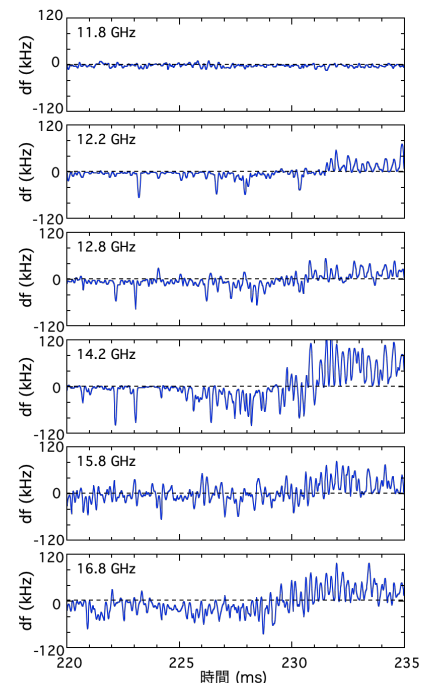


図2 ドップラーシフト周波数の時間変化

本研究は、核融合科学研究所双方向型共同研究（NIFS19KUGM137, NIFS19KUGM144）の支援のもと実施された。