

ヘリオトロン J における K a バンドマイクロ波反射計を用いた 電子密度揺動の径方向相関計測

“Radial correlation measurement of electron density fluctuation using Ka-band microwave reflectometer in Heliotron J”

山田晃生¹, 長崎百伸², 向井清史³, 福田武司⁴, 南貴司², 小林進二², 門信一郎²,
岡田浩之², 山本聡², 大島慎介², 増田開², 中村祐司¹, 木島滋², 釧持尚輝³,
大谷芳明¹, 呂湘潯¹, Inklin Nutchaphol¹, 望月総一郎¹, 國分大¹,
飯村幹¹, 野崎勇樹¹, 多和田斉興¹, 白波瀬一貴¹, 水内亨²

K. Yamada¹, K. Nagasaki², K. Mukai³, T. Fukuda⁴, T. Minami², *et al.*

京大エネ科¹, 京大エネ理工研², 核融合科学研究所³, 阪大工学研究科⁴
GSES, Kyoto Univ.¹, IAE, Kyoto Univ.², NIFS³, GSE, Osaka Univ.⁴

磁場閉じ込めプラズマの微視的不安定性の物理的理解のため、高時間分解能での多点同時計測が必要とされている。ヘリオトロン J 装置では電子密度揺動を計測する方法の一つであるKaバンドマイクロ波反射計を二装置用いて真空容器断面径方向の電子密度揺動2点同時計測を目指している。

両反射計システム共に周波数変調方式を採用しており、O-mode入射を行うことによって密度揺動計測を行っている。二つの反射計をそれぞれ反射計1、反射計2と名付け、反射計1の搬送周波数は26.00 - 42.12 GHz(対応カットオフ密度は0.84 - 2.20 $\times 10^{19} \text{ m}^{-3}$)の範囲で可変であり、反射計2の搬送周波数は固定して計測する。

今回、2015年度に構築した反射計2について改良を進めた。反射計2の概要図を図1に示す。計測する揺動周波数は500 kHzまでの範囲であり、反射計2で見られた約80 kHzシステムノイズが揺動解析に影響を与える可能性があるため、発生元である3逓倍器を4逓倍器に取り替えてノイズを除去した。また、ミキサーへの入力信号強度が-0.29 dBmとかなり小さかったためミキサー前に可変減衰器と増幅器を追加した。可変減衰器を完全に開いた状態で、周波数発生器(FG)の入力強度が7 dBmと10 dBmの場合について搬送周波数を25.6 - 26.4 GHzの範囲で0.04 GHzずつ掃引し、ミキサー入力直前の信号強度を調べた。これより入力強度が10 dBmにおいて25.7 GHz付近ではミキサーが機能する十分な信号強度が得られることが分かった。次にアップコンバータ後の入射側アンテナ点での信号強度のデータを得た。信号発生器(FG)の入力強度が7 dBmと10 dBmの場合について搬送周波数を25.6 - 26.4 GHzの範囲で0.04 GHzずつ掃引し、アンテナ点での高周波数側と低周波数側の信号強度の差を

図2に示す。入力強度が7 dBmではサイドバンド強度の差が目標とする20 dB程度まで得られていることが分かる。これらより、ミキサー直前の信号強度とアンテナ前でのサイドバンド強度の差の両者が共に目標とする値を満たす入力信号強度を決定できていないことが現在の問題である。

これからの方針としては、反射計2においてミキサー直前で13 - 15 dBm、アンテナ点でのサイドバンドの信号強度差が20 dBである入力強度と搬送周波数を決定し、プラズマ実験で実際に揺動計測を行う。反射計1や他の揺動計測器との相関をとり、反射計1の周波数を掃引することで計測位置を変えていき相関長を調べる予定である。

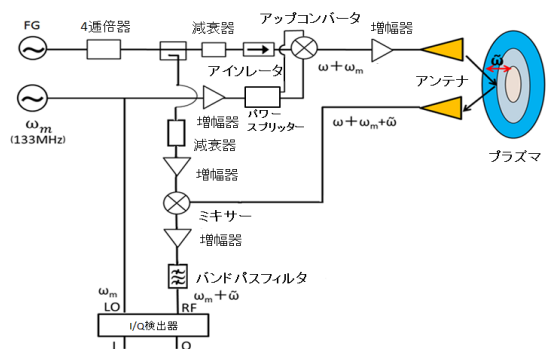


図1. 反射計2の概要図

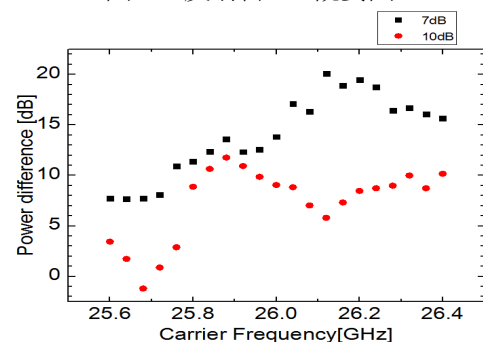


図2. アンテナ点でのサイドバンドの信号強度差