

# LHD における CTS 計測用 300 GHz 帯ジャイロトロンの発振特性 Oscillation Characteristics of a 300 GHz Band Gyrotron for CTS Diagnostics in LHD

田中俊輔<sup>1</sup>, 斉藤輝雄<sup>1</sup>, 新林竜志<sup>1</sup>, 山口裕資<sup>1</sup>, 福成雅史<sup>1</sup>, 立松芳典<sup>1</sup>,  
下妻隆<sup>2</sup>, 久保伸<sup>2</sup>, 田中謙治<sup>2</sup>, 西浦正樹<sup>2,3</sup>  
S.Tanaka<sup>1</sup>, T.Saito<sup>1</sup>, R.Shinbayashi<sup>1</sup>, Y.Yamaguchi<sup>1</sup>, M.Fukunari<sup>1</sup>, Y.Tatematsu<sup>1</sup> et al.  
<sup>1</sup>福井大遠赤センター, <sup>2</sup>核融合研, <sup>3</sup>東大新領域  
<sup>1</sup>FIR Center Univ. Fukui, <sup>2</sup>NIFS, <sup>3</sup>Frontier Sci. Univ. Tokyo

## 【1】はじめに

福井大学では、核融合科学研究所の大型ヘリカル装置(Large Helical Device, LHD)における協同トムソン散乱(collective Thomson scattering, CTS)計測用光源としての利用を目的とした出力 300 kW 上の 300 GHz 帯パルスジャイロトロンの開発が行われてきた[1]。CTS 計測には 100 kW オーダーの高出力かつ安定な単独モード発振が必要である。このジャイロトロンでは TE<sub>22,2</sub> モードが選択されている。

CTS 計測で用いる受信機は非常に高感度であり、LHD の真空容器等で反射された入射周波数の成分による受信機の破損を防ぐためのノッチフィルターが用いられる。このため、CTS 実験で想定するパルス幅において、発振周波数の変化が小さく、フィルターのノッチ幅に収まることを確かめる必要がある。発振周波数の変化が小さいことは散乱スペクトルの解析にも重要である。

この確認を行う過程で、広いパラメータ範囲でジャイロトロンの発振特性を調べた。この結果も報告する。

## 【2】周波数の時間安定性

TE<sub>22,2</sub>モードに最適な共振器磁場強度においてパルス幅をCTS実験で想定する100 μsに延ばし、パルス中の周波数の変化をヘテロダイン受信機で計測した。図1はミキサのIF信号の時間変化を表している。周波数は303.3 GHzで、パルス中の

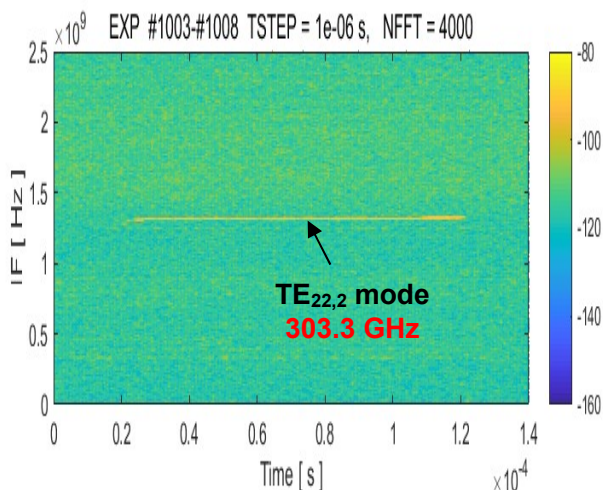


図1 周波数の時間変化

周波数変化は15 MHz以内であった。これはCTS計測用に準備したフィルターのノッチ幅500 MHzに比べて十分小さい。

## 【3】ジャイロトロンの発振特性

CTS計測では共振器磁場強度をTE<sub>22,2</sub>モードの安定発振領域に設定して運用する。しかし、モード競合計算によると、共振器磁場強度を広い範囲で変化させた場合、TE<sub>22,2</sub>モードと他モードとの競合が見られる可能性がある。

このジャイロトロンの真空窓は、TE<sub>22,2</sub>モードの透過率が最大となるように設計されている。一方、TE<sub>22,2</sub>モード以外のモードでは発振状態が真空窓の反射に影響される可能性がある。よって、真空窓のみの場合では、TE<sub>22,2</sub>モードと他モードとの競合を実験的に観測出来ない可能性がある。そこで、真空窓の前に真空窓と同じ厚さのサファイア板を追加して二重窓とし、他モードのジャイロトロンの発振特性を調べた。

図2は、ジャイロトロンを発振させながら磁場強度を変化させ、追加サファイア板の有無により、発振出力強度の磁場依存性がどのように変化するかを調べた結果である。TE<sub>22,2</sub>モードと同じ whispering gallery mode のTE<sub>21,2</sub>モード、TE<sub>23,2</sub>モードが発振する。ポスターでは、このジャイロトロンの発振特性を詳しく解析した結果も示す。

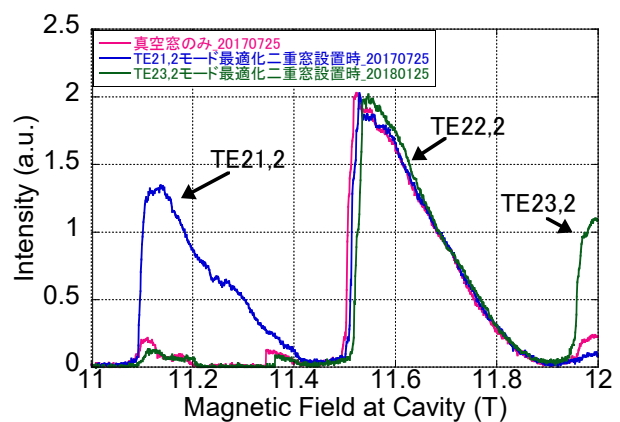


図2. 発振強度の共振器磁場依存性

[1] T. Saito, et al., Plasma Fusion Res. 1206013 (2017).