

二次高調波多周波数ガウスビーム出力ジャイロトロンの
モード変換器設計及びビーム形状計測

**Mode converter design and beam shape measurement of Second Harmonic
Multi-Frequency Gyrotron with Gaussian Beam Output.**

高山京也¹、立松芳典¹、上山達也¹、中川和輝¹、前田悠斗¹、小椋大聖¹、神谷亮汰¹、
笹野準貴¹、若林優次¹、山森英智²、峠正範²、青山直樹²、川崎孝俊²、山口裕資¹、
福成雅史¹、斉藤輝雄¹

K. Takayama¹, Y. Tatematsu¹, T. Ueyama¹, K. Nakagawa¹, Y. Maeda¹, T. Ogura¹, R. Kamiya¹,
J. Sasano¹, Y. Wakabayashi¹, H. Yamamori², M. Tao², N. Aoyama², T. Kawasaki², Y. Yamaguchi¹,
M. Fukunari¹, T. Saito¹

福井大学 遠赤外領域開発研究センター¹、福井大学工学部技術部²
FIR Center Univ. Fukui¹, Technical Division, University of Fukui²

福井大学では、サブテラヘルツ帯電磁波を発振可能な汎用性の高い光源として、1 台で複数の周波数でガウスビーム出力できるジャイロトロンの開発を行っている。これまでに 160 ~ 270 GHz の周波数帯で離散的な周波数変化が可能な基本波発振管 Gyrotron FU CW GV (以下、GV と記述) を開発した [1]。今回は、二次高調波発振を用いて 300 ~ 430 GHz までの周波数帯で同様なジャイロトン Gyrotron FU CW GVII (以下、GVII と記述) の開発を行った。

発振周波数は、共振器内の発振モードによって決まる。そのため、このジャイロトロンの実現には複数のモードをガウスビームとして取り出し可能なモード変換器が必要となる。GVII モード変換器の構成要素は、図 1 に示すようにランチャーと 4 枚のミラーである。共振器で発振した電磁波は、ランチャー及び 4 枚のミラーによって反射されながら最終的にガウスビームに変換され出力窓から放射される。一般に、モード変換器はある 1 つのモードに対して設計されるが、図 1 (b) に示す伝播角 θ が設計モードのそれと近い値を持つ他のモードに関して問題なくガウスビームに変換される [1]。それを受け、GVII では TE_{6,5} モードをガウスビームに変換できるようにミラー形状を決定し、そのモードに近い θ を持つ、発振周波数が 300 ~ 430 GHz にある 6 つのモードの計 7 モードの発振を目指した。

設計したモード変換器により窓から放射されるビーム形状の計算を行った。TE_{6,5} モードから変換されたガウスビームは出力窓のほぼ中心から放射される。他の 6 モードは θ 値によって放射されるビームの位置は窓中心から水平方向にずれる。鉛直方向のビーム位置はほぼ窓中心の高さで変化しない。

GVII で発振試験を行った結果を示す。まず発振周波数の測定から設計モードが発振しているかの確認を行った。その結果、7 つのモード全てが実際に発振していることを確認した。次に、7 つのモードが

ガウスビームとして出力されるかどうか、放射ビームをターゲット板に当て、その温度上昇を観測することでビーム形状を計測した。結果として 6 つのモードがガウスビームとして出力された。確認できなかったモードは出力が著しく低く、ターゲット板の温度上昇として観測できなかったと考えられる。図 2 に実際に測定した TE_{6,5} モードから変換されたビーム形状を示す。右側のグラフは温度上昇ピークを通る X 軸 Y 軸の温度上昇分布である。温度上昇分布からガウスビームが出力したことを確認した。

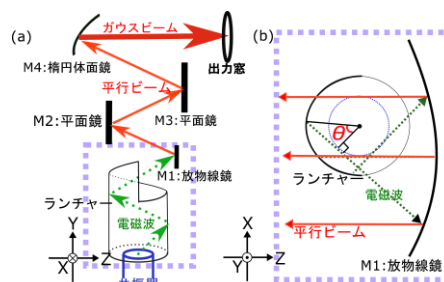


図 1. (a)モード変換器の概略図、(b)上から見たモード変換器

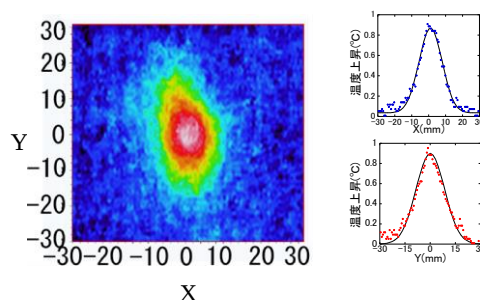


図 2. TE_{6,5} のビーム形状

参考文献

[1] Y. Tatematsu et al., J. Infrared Milli. Terahz. Waves 36, 697 (2015).