

DEMO炉用300GHzジャイロトロンの開発
Development of 300 GHz Gyrotron for DEMO Reactor

假家強¹, 小田靖久², 南龍太郎¹, 津村康平¹, 池田亮介², 梶原健², 高橋幸司², 林一生²,
今井剛¹, 坂本慶司²

KARIYA Tsuyoshi¹, ODA Yasuhisa², MINAMI Ryutarou¹, TSUMURA Kohei¹, IKEDA Ryosuke²,
KAJIWARA Ken², TAKAHASHI Koji², HAYASHI Kazuo², IMAI Tsuyoshi¹, SAKAMOTO Keishi²

¹筑波大プラ研, ²原子力機構
¹PRC, Univ. of Tsukuba, ²JAEA

核融合発電に向け、DEMO炉の開発が検討されている。DEMO炉では、高磁場中において高密度プラズマを加熱する必要があり、サブテラヘルツ帯のジャイロトロンが必要とされる。そこで、日本原子力研究開発機構と筑波大学プラズマ研究センターにおける共同研究として、DEMO炉用300GHzジャイロトロン開発を開始した。

発振試験用ジャイロトロン#1では、周波数300GHzにおいて、500kW-数msの出力を目標とした。空洞共振器の発振モードは、将来のMW発振における熱負荷を考慮し、TE_{32,18}の高次モードを採用した。13T超伝導電磁石(SCM)のボア径の制限により、電子銃は2極電子銃を用い、モード変換器を内蔵しないコンベンショナル型である。空洞共振器で発振した、円形導波管モードTE_{32,18}の電磁波は、電子ビームを捕収するコレクタを兼ねた伝送路を伝播し、サファイア製の出力窓より出力される。

初期性能試験は、筑波大学プラズマ研究センターのジャイロトロン試験装置で実施した。図1に試験状況の写真と300GHzジャイロトロン/SCMの断面図を示す。出力モードの同定は、スペクトルアナライザによる周波数測定、パターンによる電力分布と電界の回転方向の確認、動作磁場領域を踏まえ行った。

実験においては、所要モードTE_{32,18}⁽⁻⁾に対しTE_{30,19}⁽⁺⁾のモード競合が厳しく、主磁場—ガン磁場に関する発振モードマップにおいてTE_{30,19}が広く発振し、時間的にもTE_{32,18}モードの発振が、TE_{30,19}モードの発振に移行する現象が見られた。この原因として、出力窓とマッチングの取れたTE_{32,18}モードに対し、TE_{30,19}モードは出力窓での反射が大きく、その反射波により、空洞共振器の実効的なQ値が大きくなり発振しやすくなったためと考えられたため、出力窓にSiO₂板を

付加し、TE_{30,19}モードの反射を0%に抑え、TE_{32,18}モードに反射を与えたところ、TE_{32,18}モードの発振領域が改善された。図2に出力と効率のビーム電流依存性を示す。ビーム電流36.8Aにおいて、所要モードTE_{32,18}(299.84GHz)が、出力522kWで得られた。また、TE_{31,18}モード(296GHz)で542kW、TE_{30,19}モード(301.8GHz)で528kWの発振が主モードと同程度の効率で得られた。

300GHz帯における500kWを超えるmsオーダーの発振が、単純な円筒型共振器で成功したことは、DEMO炉の300GHz-MW-CWジャイロトロン開発に向けての大きなステップである。

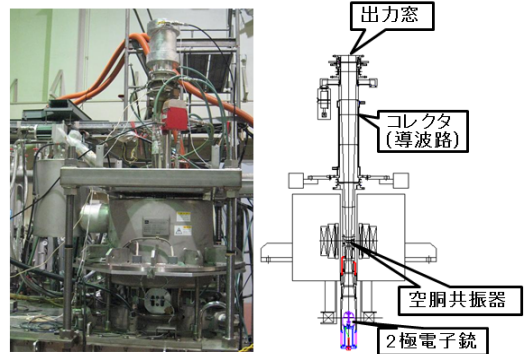


図1 300GHzジャイロトロン試験写真と断面図

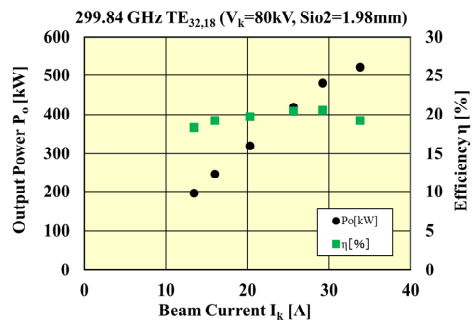


図2 TE_{32,18}モード出力のビーム電流依存性

(科研費助成金25249135(代表:坂本慶司)による)