

## 筑波大学におけるジャイロトロン開発の現状 Recent studies of gyrotron development at University of Tsukuba

假家強、出射浩<sup>1)</sup>、恩地拓己<sup>1)</sup>、吉村泰夫<sup>2)</sup>、南龍太郎、沼倉友晴、米田優、坂本瑞樹  
KARIYA Tsuyoshi, IDEI Hiroshi<sup>1)</sup>, ONCHI Takumi<sup>1)</sup>, YOSHIMURA Yasuo<sup>2)</sup>, MINAMI Ryutarō,  
NUMAKURA Tomoharu, YONEDA Yu<sup>1</sup>, SAKAMOTO Mizukii

筑波大プラ研、<sup>1)</sup>九大応力研、<sup>2)</sup>核融合研  
PRC, Univ. of Tsukuba, <sup>1)</sup>AFRC, RIAM Kyushu Univ., <sup>3)</sup>NIFS

### 1. 初めに

筑波大では、図 1 に示すように、九大や NIFS 等の大学/研究所との共同研究を中心に、14GHz～300GHz の広い周波数領域においてプラズマ加熱用電力源である大電力ジャイロトロンの開発を行ってきた。本講演では、筑波大ジャイロトロンの開発の近況を報告する。

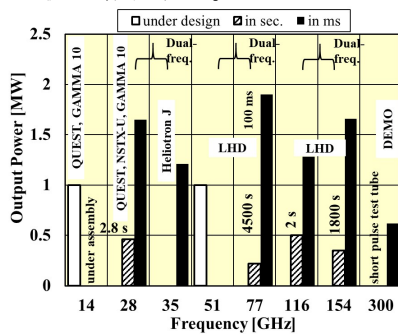


図 1 筑波大学におけるジャイロトロン開発

### 2. 14GHz ジャイロトロン

将来の QUEST や Pilot GAMMA PDX SC 装置への適用を見込み、これまでに開発されていない 14GHz ジャイロトロンの開発を進めている。14GHz は波長が長いこと電磁波ビームの発散が大きい、磁場強度が低いため電子ビームパラメータ制御が難しい等の課題がある。本ジャイロトロンは、低周波数での電磁波伝送効率改善のためのカップリング導波管を内蔵する設計としており(図 2)、本コンセプトは整合器を必要としないため、核融合原型炉等に向けての低コストのジャイロトン・システム開発にもつながるものと期待する。

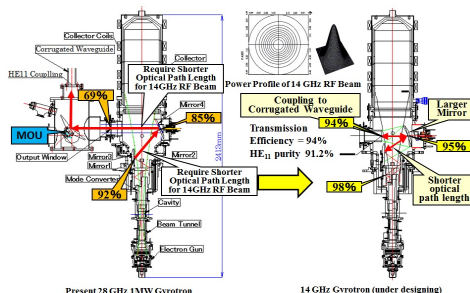


図 2 現状ジャイロトロンと新14GHzジャイロトロンの構造

現在、14GHz ジャイロトロンは、部品製作を終え、組立を行っている。今後、ベーキング/真空排気を行い超高真空電子管とし、耐電圧処置等を実施後、2023年9月に初期性能試験開始を計画している。

### 3. 28GHz ジャイロトロン

双方向型共同研究のセンター間連携研究に基づき、筑波大で開発した 28GHz-1MW ジャイロトロンを九大の QUEST 装置に適用しプラズマ実験が行われてきた。QUEST 実験では、これまでに高電子温度(～500eV)、高電流(>80kA)プラズマ生成を達成している。九大では、2 システムのジャイロトン・システムを立ち上げ、2 ビームの独立した入射角可変のもと、高電子温度、高電流プラズマの立ち上げ生成・維持を目指している。2 系統目のジャイロトロンは、0.4MW-連続(CW)動作を目標とし、サファイア製ダブルディスク窓、電位降下型コレクタ(CPD)を採用した。新たに製作を行った九大 28GHz ジャイロトロンの初期性能評価試験を、筑波大の試験装置で行い、最大出力 1.24MW を得た。QUEST の ECRH 電源仕様での動作特性を取得し問題の無いことを確認した。

### 4. 154GHz/116GHz 2周波数ジャイロトロン

NIFS との共同研究で、新たに LHD における ECRH 用として 154GHz と 116GHz の出力が可能な 2 周波数ジャイロトロンの開発を行った。NIFS 実機装置での試験で、154.05GHz-1.66MW-34.8%、116.15GHz-1.28MW-26.8% のガウスビーム状出力が得られた。このことにより、154GHz 帯(磁場強度 B=2.75T で 2 倍高調波共鳴加熱)で入射パワーの増強を図るとともに、B=1.375T において、既存の 77GHz ジャイロトロンの 2 倍高調波加熱と 116GHz の 3 倍高調波加熱の同時入射が可能となった。

本研究は、NIFS-筑波大間ジャイロトン開発共同研究(CKI03734)、NIFS 双方向型共同研究(NIFS20KUGM160、NIFS20KUGM155、NIFS17KUTR128)による。