

## JT-60SAに向けたECRF装置の設計及び開発の進展 Progress in ECRF system design and development for JT-60SA

小林貴之, 澤畠正之, 寺門正之, 平内慎一, 和田健次, 日向淳, 佐藤文明, 横倉賢治,  
星野克道, 諫山明彦, 小田靖久, 池田亮介, 高橋幸司, 坂本慶司, 森山伸一  
T. Kobayashi, M. Sawahata, M. Terakado, S. Hiranai, et al.

原子力機構  
JAEA

### 1. はじめに

JT-60SA (Super-Advanced) では、100GHz帯の電子サイクロトロン波 (ECRF) を用いた加熱電流駆動装置を用いる。本装置では、合計出力9MW、加熱電力7MWで100秒間の入射を可能とする計画であり、段階的な整備に向けて、設計及び開発が進展している。本報告では、JT-60SAに向けた大電力発振器ジャイロトロンの複数周波数化、大電力化開発の最新の成果及び、電源、ランチャー、伝送路等のECRF装置設計及び開発の進展について報告する。

### 2. ジャイロトロン開発の進展

原子力機構では、JT-60SAにむけて、2周波数 (110GHz, 138GHz) で1MW、100秒の出力が可能なジャイロトロンの開発を行い、2014年にその目標を達成した[1]。さらに、同一のジャイロトロンを用いて、第三の周波数である82GHzにおいても、1MW (1秒) の出力に成功した[2]。82GHzのECRFにより、JT-60SAの最大磁場(真空容器中心で2.25T)のもとで基本波による吸収が可能となる。以上の、3つの周波数で出力可能なジャイロトロンの開発により、JT-60SAのプラズマ加熱・電流駆動実験におけるECRF装置の適用可能領域を大きく拡大することに成功した。

さらに、上記ジャイロトロンは、従来のJT-60のジャイロトロンと比較して、発振モードをより高次モード化 (110GHz: 従来TE<sub>22,6</sub>/今回TE<sub>22,8</sub>) した。これにより、ジャイロトロンの高出力化を妨げる一因である空洞共振器の熱負荷低減を目指した。空洞共振器の温度が飽和する約1秒を超えるパルス幅において、110GHzでは2MW、138GHzでは1.5MW程度までの最大出力が見込まれる設計である。今回、1MWを越える高出力試験を開始し、これまでに、110GHzにおいて1.5MW/5秒、1.8MW/1秒、138GHzにおいて、1.3MW/1秒までの、従来を上回る出力・パルス幅が得られている。今後さらに発振調整

を進めることで、更なる高出力化・長パルス化が期待できる。

### 3. ECRF装置設計及び開発の進展

#### (1) ジャイロトロン電源

1MW/100秒のジャイロトロン出力をデュティサイクル1/18で実現し、また5kHz以上の変調運転を可能とする新規電源を欧州が製作する計画である。電源の技術仕様について、日欧の担当者間で合意し、2015年7月に調達取り決めが締結された。2016年5月までに基本設計を完了し、製作を開始する計画である。

#### (2) ランチャー

プラズマへのミリ波ビーム入射角度をトロイダル/ポロイダルの2方向に可変制御可能なランチャーの開発を進めている。既に、2軸駆動用ベローズ機構の信頼性検証を目的とした繰返し動作試験等を実施した[3]。加えて、2015年にフルスケールの駆動機構モックアップを製作して、機械的な成立性を検証した。今後、ポロイダル10万回、トロイダル1万回の繰返し駆動試験を真空中で実施する計画である。

#### (3) 伝送路

上述のジャイロトロン開発において、長パルス試験時の伝送路の温度上昇がHE<sub>11</sub>モード伝送時の理論予測より大きいことが明らかになった。試験に用いた短距離伝送路 (7m) のマイターバンドにおけるモード変換の影響と、ダミロードからの反射の影響を切り分けるため、約40mの長距離伝送路を構築した。本試験の初期結果についても、本会議において報告する。

また、2周波数で偏波を制御するための偏波器の開発を茨城大学との共同研究で進めた[4]。

### 参考文献

- [1] T. Kobayashi et al., Nucl. Fusion **55** (2015) 063008.
- [2] T. Kobayashi et al., Proc. IRMMW-THz 2015.
- [3] T. Kobayashi et al., Fusion Eng. Des, **96-97** (2015) 503.
- [4] 堀江直之 他, 本会議 24aE17P.