

## JT-60SA電子サイクロトロン加熱装置の大電力・長パルス化開発の進展 Progress in high-power long-pulse ECH system development for JT-60SA

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

量研機構  
QST

### 概要

JT-60SA用電子サイクロトロン加熱 (ECH) 装置の開発において、大電力・長パルスの加熱実験を高い信頼性で実現することを目指し、ジャイロトロン、伝送系等において、複数周波数での大電力・長パルス化開発を進め、また、実機製作を開始した。本発表では、JT-60SAのファーストプラズマに向けた、ECH装置の開発及び製作の進展について報告する。

### ジャイロトロン開発

JT-60SAでは幅広いトロイダル磁場強度 (1.7 ~ 2.3T) で実験を行うため、複数の周波数で発振可能なジャイロトロンを開発している。既に、目標である1MW/100秒の大電力・長パルス発振を、110GHz及び138GHzの2周波数で達成した [1]。更に、第二高調波で用いられる上記2周波数と比較して、着火や放電洗浄に効果的と考えられる基本波として利用可能な、82GHzでも1MW/1秒の発振に成功している。

今回、運転領域拡大を目指し、110GHzで大電力試験を行った。JT-60SA ジャイロトロン (TE<sub>22,8</sub>) は、JT-60 ジャイロトロン (TE<sub>22,6</sub>) と比較して、より高次のモードを発振モードとして選択した。これにより、空洞共振器の熱負荷を低減し、従来の上限であった1.5MWを超える領域での運転が可能な設計を得た。大電力実験の結果、同一の出力 (1.5MW) で比較した空洞共振器冷却面温度上昇は、従来120度から80度に低下し、期待通り熱負荷が低減できた。また、これまでに1.9MW/1秒の出力を確認し、110GHzでの最高記録を更新した。今後、アノード電圧等の更なる最適化を進め、最大で2MW (数秒) までの試験を行う予定である。

### 伝送系開発

JT-60SAでは、ジャイロトロンからランチャーまで約60 - 80m程度の導波管伝送路を用いる。これまでに開発した導波管部品を用いて

1MW/100秒の伝送が可能であることを確認している。しかし、7mの短距離伝送路における試験では、一部の導波管の到達温度が材料 (アルミ合金) の許容運転温度の上限 (150°C) まで達した。このときの実験条件では、伝送路が短く、ダミーロードからの反射やマイターバンド (MB) でのモード変換など、複数の要因により導波管が加熱されていると考えられた。今回、37mの伝送路を敷設し、MB間距離として1mから12m程度まで異なる条件を作り、導波管温度上昇を比較したところ (図1)、MBからおよそ2m程度離れば、温度上昇は30度以下と小さいことが確認できた。MB近傍だけを十分に冷却することで、全体の温度上昇及び熱伸びを十分に小さくできる見通しを得て、実機製作仕様を決定した。

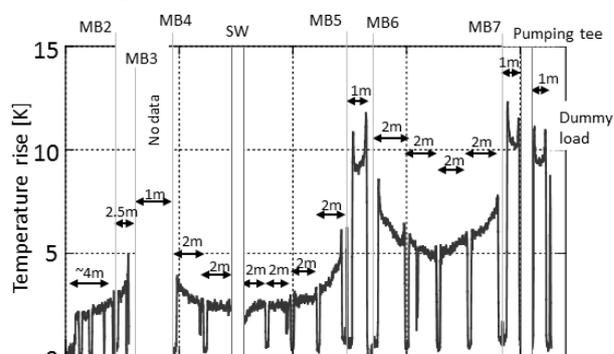


図1 0.5MW/20秒 (10MJ) 伝送時の導波管温度上昇分布。1MW/100秒時はこの10倍となる。

### まとめ

以上の成果に加え、制御系やランチャー、電源等の設計・開発を進め、その成果を基にJT-60SAのECH装置の実機製作を開始した。2019年のファーストプラズマに向けて、今後製作・試験を進めつつ、更なる高性能化にも取り組んでいく計画である。

### 参考文献

[1] T. Kobayashi et al., Nucl. Fusion **55** (2015) 063008.