

JT-60SAに向けた電子サイクロトロン加熱システムの開発 Development of Electron Cyclotron Heating System for JT-60SA

諫山明彦, 小林貴之, 森山伸一, 横倉賢治, 下野貢, 澤畠正之, 鈴木貞明, 寺門正之, 平内慎一, 和田健次, 日向淳, 佐藤福克, 星野克道, 坂本慶司, 梶原健, 濱松清隆
Akihiko ISAYAMA, Takayuki KOBAYASHI, Shinichi MORIYAMA et al.

原子力機構

Japan Atomic Energy Agency

JT-60SAでは9系統の電子サイクロトロン(EC)波入射装置が装備される予定であり(プラズマへの入射パワー: 7 MW), 電子加熱, 電流分布制御, 新古典テアリング不安定性抑制, プラズマ着火アシスト, 壁洗浄など多岐の目的で利用される。システムはJT-60の設備を最大限再利用して構築されるが, 各系統で1 MW×100秒の出力が要求されていることから, 開発運転を継続している。

以前, JT-60用110 GHzジャイロトロンを用いて1 MW×31秒の発振に成功したが, 出力時間は31.75 mm径伝送系の温度上昇により制限されていた。更なる長時間出力を実現するために, 伝送系でのパワー密度の低下およびマイターバンド部でのモード変換損失の抑制を可能とする60.3 mm径の伝送路を敷設して開発運転を進めた。低パワーから徐々にパワーを上昇させた結果, 0.5 MWを120秒, 0.7 MWを87秒, 1 MWを70秒維持することに成功した(図1)。同程度の伝送エネルギーと比較すると, 伝送系の温度上昇はおおむね半分となり, 高パワー・長時間運転への見通しが得られた。さらに, 1 MWを超える出力を維持するための開発運転も継続した。以前, 1.5 MW×4秒の発振に成功したが, 出力時間はDCブレーク部冷却水の温度上昇により制限されていた。上記成果を得たジャイロトロン(改良モード変換器を装備)を用いて開発運転を進め, 現在のところ1.4 MW×9秒の発振を得ている(図1)。

JT-60SAの最大運転磁場2.25 Tにおいて $\rho \sim 0.5$ 付近での加熱/電流駆動を可能とするために(ρ : 規格化小半径), 2周波数ジャイロトロンを開発を開始した。EC加熱/電流駆動に関する計算結果を踏まえたジャイロトロン設計の結果, 発振周波数は110 GHz (TE_{22,8}モード), 138 GHz (TE_{27,10}モード)とした。138 GHz EC波によりトロイダル磁場 $B_t=2.25$ Tのもとで $\rho=0.3-0.8$ での

加熱/電流駆動が可能となる(図2)。設計の後に製作に入り, 据付・調整後, 2012年6月から本格的に運転を開始した。現在までに110 GHzで1 MW×0.1秒, 138 GHzで0.5 MW×0.1秒の発振に成功している。

ジャイロトロンや伝送路の開発・改良とともに, 線形駆動アンテナの開発も進めている。光学試験用モックアップおよび駆動試験用モックアップを製作して試験を行っており, 所期の結果が得られている [1]。

[1] 小林他, 「JT-60SAに向けた電子サイクロトロン加熱アンテナ設計の進展」, 本年会28pB08

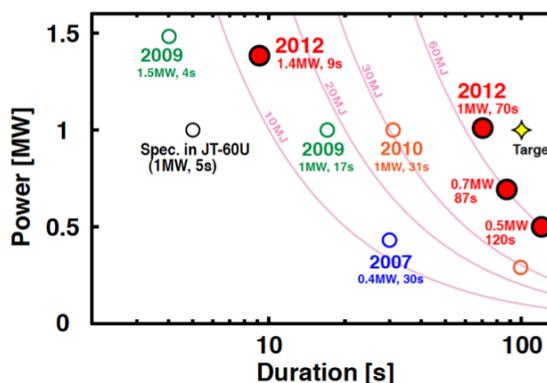


図1: 出力パワーと維持時間の進展

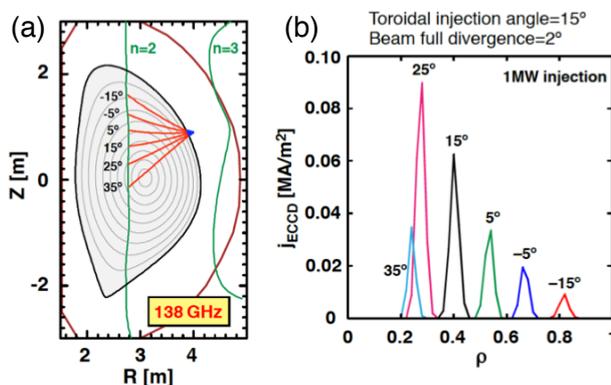


図2: $B_t=2.25$ T の場合の 138 GHz EC 波の (a) 軌跡および (b) 駆動電流分布