

実機に向けたITERジャイロトロンシステムの開発 Development of ITER gyrotron system for the actual equipment

池田亮介, 小田靖久, 梶原 健, 寺門正之, 青木貴志, 大島克己, 坪田直明,
林原正志, 林一生, 小林貴之, 高橋幸司, 森山伸一, 坂本慶司
R. Ikeda, Y. Oda, K. Kajiwara, M. Terakado, T. Aoki, K. Ohshima, N. Tsubota, M. Hayashibara, K.
Hayashi, T. Kobayashi, K. Takahashi, S. Moriyama and K. Sakamoto

原子力機構
JAEA

ITERにおける電子サクロトロン波加熱・電流駆動システムは、24本の170 GHz / 1 MWジャイロトロンを用いて20 MW以上の電力をプラズマ入射する計画となっている。日本原子力研究開発機構は、8本のジャイロトロン調達に向けて開発を進めている。先行研究として、TE_{31,8}モード発振のジャイロトロンの開発が行われ、ITER要求仕様を満たす発振出力1 MW/電力効率55%を実証し[1]、0.8 MWでは1時間の連続運転を実現するに至っている。更に、新古典ティアリングモード制御の為に、発振出力を5kHzでON/OFF可能な電力変調を世界に先駆けて実証した[2]。現在、原子力機構ではTE_{31,11}モードを用いることで空洞共振器の熱負荷を低減させて、1 MW以上の出力をより安定かつ十分に実現するジャイロトロンの開発を進めている[3]。また、ITERでのジャイロトロンシステムを制御する為、ITER CODACに準拠した制御系の開発も同時に進めている[4]。

TE_{31,11}モードジャイロトロンの開発において、2秒発振にて1 MWを十分に超える1.24 MW/45%や1.13 MW/49%を実現している。また、長パルス試験では1 MW発振にて200秒、0.6 MWまでで1000秒発振を達成している。しかしながら、発振出力を上げていくほどジャイロトロン管内の真空度が劣化しやすく、発振時間の伸長は鈍化傾向にあった。真空度の劣化要因として、管内で散乱するRFパワーの一部がイオンポンプ内で放電・加熱し、真空劣化を起こしている可能性が考えられた。そこで、新たに電磁波遮蔽メッシュを追加し、イオンポンプ部の冷却構造の改良も施した。この改良により、図1に示す0.5 MW/1000秒の発振でも 2×10^{-8} Torrの超高真空を保つことに成功しており、現在、1 MWでの連続運転に向けた調整を続けている。

ITER CODACに準拠したEC制御システムに

よるジャイロトロン運転試験として、調達予定のボディ電源とアノード電源を用いた加速電源方式による5kHz出力変調試験などを行っている。図2に、5秒までの5kHz変調時の電極電圧とビーム電流、主モードの発振信号の時間発展を示しており、安定したTE_{31,11}モードの発振が得られている。

本講演では、ジャイロトロン調達の現況についても発表をする。

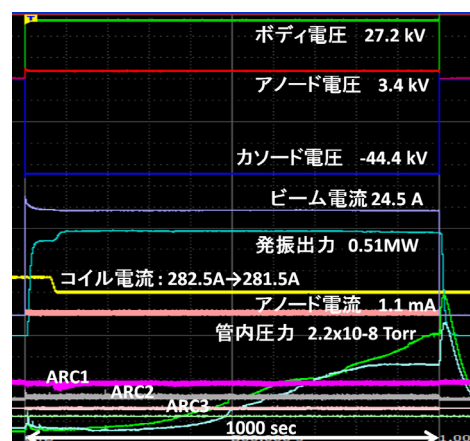


図1 0.5 MW / 1000秒発振の時間発展

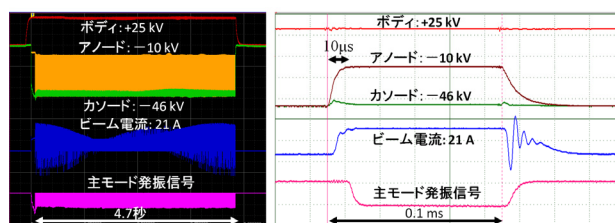


図2 5 kHz変調試験

- [1] K. Sakamoto, *et al.*, Nat. phys. 3 (2007) 411.
[2] K. Kajiwara, *et al.*, Nucl. Fusion 53 (2013) 043013.
[3] R. Ikeda, *et al.*, FUSION ENG DES. 96–97, 482 (2015).
[4] Y. Oda, *et al.*, J. Plasma Fusion Res. 90, 365 (2014).