

23Pa34

球状トカマクQUEST用センターソレノイド電流電源の汎用化と適用 Applying a versatile power supply to the central solenoid coil on the QUEST spherical tokamak

恩地拓己¹⁾, Y. Zhang²⁾, 中村一男¹⁾, 長谷川真¹⁾, 出射浩¹⁾, 黒田賢剛¹⁾, 大塚裕也²⁾, 小出悠二²⁾, 王洋²⁾, 永田貴大¹⁾, 池添竜也¹⁾, 永島芳彦¹⁾, 井戸毅¹⁾, 花田和明¹⁾
ONCHI Takumi¹⁾, ZHANG Yifan²⁾, NAKAMURA Kazuo¹⁾, HASEGAWA Makoto¹⁾, IDEI Hiroshi¹⁾,
KURODA Kengoh¹⁾, OTSUKA Yuya²⁾, KOIDE Yuji²⁾, WANG Yang²⁾, *et al.*

¹⁾九大応力研, ²⁾九大総理工

¹⁾RIAM, Kyushu Univ., ²⁾IGSES, Kyushu Univ.,

球状トカマクQUESTのセンターソレノイド (CS) 用電源を増強して汎用化した。IGBTスタックを使ったスイッチングにより、二つの3 MWサイリスタ電源を組み合わせると±8 kAのバイポーラ電源とした。さらに100 kJコンデンサーバンクを組み合わせている。CSはオーム加熱 (OH) や平衡制御などに用いられる。

QUESTでは28 GHz高周波入射による電子サイクロトロン加熱 (ECH) が行われている。整備したCS用電源を使って電流の立ち下げ・ゼロ交差・立ち上げを300 ms程度の時間で行うことで、CS磁束のダブルスイングによるOHを行った。この実験では、事前の28 GHz-ECHによる非誘導電流立ち上げでプラズマ電流 $I_p \approx 15$ kAのトカマク配位が形成されている。この28 GHz-ECH+OH運転では最大周回電圧 $V_{loop} \approx 2$ V (センターポスト位置)を印加し、 $I_p = 100$ kA以上のプラズマ電流を安定して得られるようになった。

またCS電流を制御して正負のトロイダル電場を印加する実験を行った。これまでの実験で、トロイダル電場は高エネルギー電子の数やエネルギーに影響を与えることが分かっている。プラズマ電流と逆方向のトロイダル電場を印加しながら28 GHz-ECHによる非誘導電流駆動を行うと、高磁場側にコンパクトな閉磁気面が形成され、電子密度 $n_e = 1 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ 以上で電子温度は $T_e \approx 800$ eV以上に上昇した。高エネルギー電子のトロイダル方向のドリフト運動がプラズマ電流を担っているが、トロイダル電場でその運動を抑制すること

で、EC波のパワーがバルク電子に吸収されやすい状態になったと推定される。他にも一放電中にCS電流を複数回変化させる実験も行っている。CS磁束変化の量に応じてループ電圧は変化し、繰り返しOHを行うことも可能である。

さらにコンデンサーバンクの制御を高速化して同軸ヘリシティ入射 (CHI) 実験にも適用可能になった。CHI単独ではプラズマ電流120 kA, $n_e = 1 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ のプラズマを生成出来る。このプラズマに対してOHを追加し、周回電圧 $V_{loop} \approx 3$ Vの効果でトロイダル電流が $I_p = 170$ kAまで上昇した。このとき密度及び温度にわずかな上昇が見られた。図1に示すように、電源の汎用化によってプラズマ電流に向上が見られている。講演では実験の詳細については述べる。

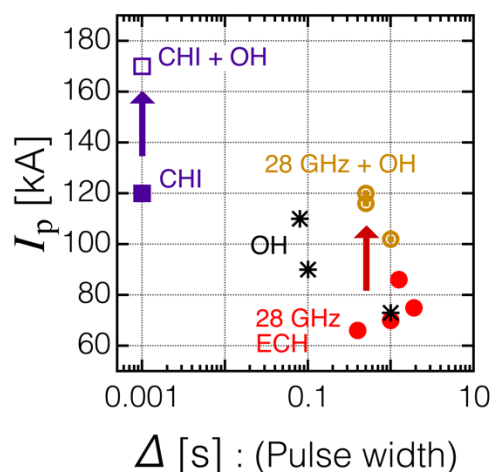


図1. QUESTにおけるプラズマ電流と放電時間の関係。代表的なプラズマ生成・加熱法毎に色分けしている。