

QUESTにおける高周波電流駆動プラズマの硬X線計測 The Hard X-ray measurement of the high frequency wave current drive plasma on QUEST

鈴川慎一郎¹, 花田和明², 田島西夜³, 岡子秀樹², 恩地拓己², 磯部光孝⁴, 藤澤彰英², 中村一男², 出射浩², 永島芳彦², 長谷川真², 川崎昌二², 中島寿年², 東島亜紀², 高瀬雄一⁵, 福山淳⁶, 御手洗修⁷
Shinichiro Suzukawa¹, Kazuaki Hanada², Saya Tashima¹, Hideki Zushi², Takumi Onchi², et al.

九大総理工¹, 九大応力研², 関大システム理工³, 核融合研⁴, 東大新領域⁵, 京大工⁶, 東海大⁷

IGSES, Kyushu Univ.¹, RIAM, Kyushu Univ.², Kansai Univ.³, NIFS⁴, Tokyo Univ.⁵, Kyoto Univ.⁶, and Tokai Univ.⁷

1. 研究背景

装置中心部にコイルを置くためのスペースが十分に確保できない球状トカマクでは非誘導電流駆動によるプラズマ電流の立ち上げが重要である。電子サイクロトロン共鳴電流駆動(2Ωe-ECCD)は、非誘導電流駆動によるプラズマ立ち上げの有力な手法の一つと考えられる。これまで、QUESTでは8.2 GHz基本波ECCDを用いた非誘導電流駆動によるプラズマ立ち上げ実験を実施し、35 kAまでの電流立ち上げに成功している。今実験から新たにより高い周波数である28 GHzのジャイロトロン(<450 kW)が導入され第二高調波(2Ωe)ECCDを実施したところ、プラズマ電流が60 kAに達した。電流駆動効率は8.2 GHz時で $2 \times 10^{17} \text{ AW}^{-1}\text{m}^{-2}$ 、28 GHzでは $1 \times 10^{17} \text{ AW}^{-1}\text{m}^{-2}$ のオーダーであった。このプラズマにおいて高速電子から放射される硬X線を、電流を担う(forward)方向と逆(backward)方向で計測することで28GHzの高周波による電流駆動の機構について考察する。

2. 実験概要

QUESTでは、28 GHzの共鳴層の位置は $R=32 \text{ cm}$ (2Ωe), $R=48 \text{ cm}$ (3Ωe)である。図1に硬X線検出器の配置図を示す。

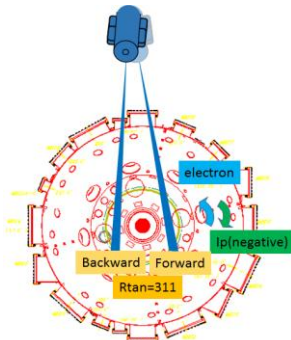


図1 硬X線検出器とQUESTの配置図

今回は、赤道面上で28 GHzの2Ωe共鳴層を通る視線で計測した。硬X線検出器はCdTe半導体検出器を用いており、測定可能なX線エネルギー範囲は25~200 keV程度である。図1の視線で示してあるとおり、電流を担う電子に対してForward方向(右側)、Backward方向(左側)において硬X線を計測した。

3. 結果と考察

図2に計測に用いた放電波形と計測結果を示す。プラズマ電流はおよそ2.2秒で60 kAに達しており、両放電でほぼ同じ時間変化をしている。一方密度はガスパフの違いにより電流の立ち上がり時には大きく異なる。2.3-2.4秒では密度、電流はほぼ同じであり、この時、硬X線実効温度、カウント数ともにForwardがBackwardよりも高いことが分かった。詳細はポスターにて発表する。

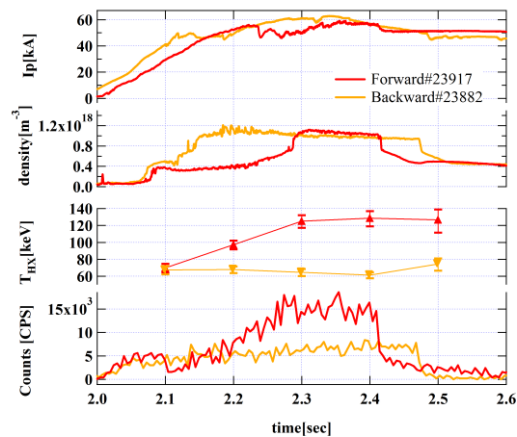


図2 Forward方向の計測を行った放電とBackward方向の計測を行った放電の時間変化
(a) プラズマ電流、(b) 電子密度、(c)、硬X線実効温度(d) 硬X線のカウント数