

01Ep07 QUESTにおける電子サイクロトロン共鳴の速度空間制御 によるプラズマ電流立ち上げ

Electron Cyclotron Plasma Ramp-up under Control of Resonance Velocity Space in QUEST

出射浩¹⁾, 恩地拓己¹⁾, 福山雅治²⁾, 加藤凌哉²⁾, 工藤倫大²⁾, 武田康佑²⁾, 池添竜也¹⁾, 江尻晶³⁾, 大澤佑規³⁾, Y. Peng³⁾, 井戸毅¹⁾, 河野香¹⁾, 花田和明¹⁾, 小島信一郎²⁾, 長谷川真¹⁾, 黒田賢剛¹⁾, 中村一男¹⁾, 小野雅之⁴⁾, 福山淳⁵⁾, 假家強⁶⁾, 辻村亨⁷⁾, 久保伸⁷⁾, 高瀬雄一³⁾, 村上定義⁵⁾

H. Idei, T. Onchi, M. Fukuyama, R. Kato, M. Kudo, K. Takeda, R. Ikezoe *et al.*,

¹⁾九大応力研, ²⁾九大総理工, ³⁾東大新領域, ⁴⁾PPPL, ⁵⁾京大工, ⁶⁾筑波大プラセ, ⁷⁾核融合科研

¹⁾RIAM, Kyushu Univ., ²⁾IGSES, Kyushu Univ., ³⁾Dept. Complexity Science and Eng., The Univ. of Tokyo,

⁴⁾PPPL, ⁵⁾Faculty of Eng., Kyoto Univ., ⁶⁾PRC, Univ. of Tsukuba, ⁷⁾NIFS

QUEST では、準光学偏波器・強集束ランチャーシステムを開発し、28GHz:Xモードの局所電子サイクロトロン加熱による斜め・準垂直入射で、高プラズマ電流・高電子温度のトカマクプラズマの立ち上げ・維持を目指している。図1に $N_{||}$ (磁場に平行方向屈折率): 0.75, 0.11入射時の電流・線積分密度・ $H\alpha$ 強度の時間変化、時刻 $t=3.7$ 秒時の電子温度・密度の主半径 (R) 分布を示す。入射電力は共に 140 kW で磁場配位、ガスパフ供給とも同一の放電である。斜め入射 ($N_{||}$: 0.75) 時は、80 kA 程度の高プラズマ電流が立ち上がり、準垂直入射 ($N_{||}$: 0.11) 時は、プラズマ電流が 30 kA 程度に止まるが、第2高調波共鳴 ($R=0.32$ m) 近くの $R=0.34$ m で時刻 $t=3.7$ 秒時、200 eVまでバルク電子温度が上昇する。両入射でプラズマ電流が異なるが、垂直磁場強度が同じで、電流が小さい準垂直入射時、プラズマが内側に押されてプラズマ径が小さくなる。斜め入射時、エネルギー弁別の硬X線計測カウン트는、50 keV から 200 keV へと高いエネルギーほど時間遅れを伴って増加

し、プラズマ電流のランプアップに伴う有効な高速電子生成・加熱が観測された。準垂直入射時は、100 keV 程度の硬X線計測カウントが顕著に減少する。さらなる垂直磁場、ガフパフ供給調整で、高電子温度となる500 eV までのバルク電子加熱を達成した。光線追跡 (TASK/WR) コードで一回通過吸収を評価すると、斜め入射時、装置中心 ($R=0.64$ m) 付近から第4・3高調波共鳴で高速電子による吸収が始まり、第2高調波共鳴をセンターポスト近傍で2回通過し、30 % 程度となった。ここで高速電子の温度を 50 keV、密度は平衡解析で評価される圧力からバルク電子の5 % とした。垂直入射時は、高速電子による高次高調波共鳴吸収が減少し、第2高調波共鳴によるバルク電子による吸収が数%見込める。入射 $N_{||}$ による相対論的ドップラーシフト効果の共鳴速度空間制御で、高速・バルク電子といった速度領域、また速度ピッチ (磁場に垂直・水平成分比) の異なる電子へ波動吸収させ、高プラズマ電流・高電子温度プラズマの立ち上げに成功した。

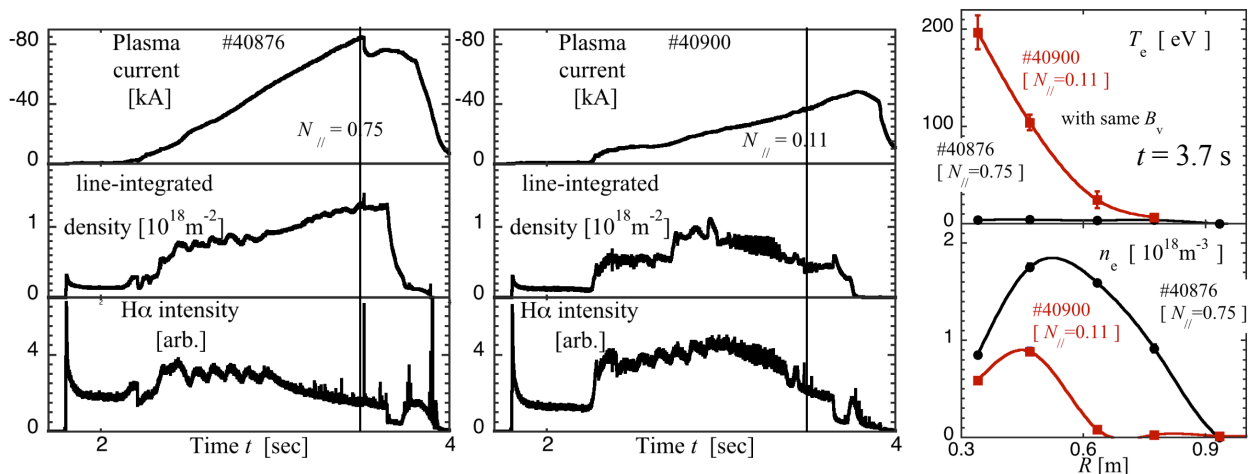


図1: $N_{||}$: 0.75, 0.11 入射時の電流・線積分密度・ $H\alpha$ 強度の時間変化と電子温度・密度分布