

QUEST における 2nd ECRH によるプラズマ電流立ち上げ時の 中性粒子の影響と電子エネルギー分布について

小島信一郎¹, 花田和明², 出射浩², 恩地拓己², 中村一男², 長谷川真², 永島芳彦²,
池添竜也², 黒田賢剛², 米田亮太³, Hatem Elserafy¹, 小野雅之⁴, 江尻晶⁵, 四竈泰一⁶, 假屋強⁷,
高瀬雄一⁵, 村上定義⁶

¹九大院総合理工, ²九大応力研, ³UCLA, ⁴PPPL, ⁵東大院新領域, ⁶京大院工, ⁷筑波大プラセ

1. 研究背景、目的

球状トカマクでは、中心ソレノイド(CS)コイルの断面積が小さくオーミック加熱によるプラズマ電流立ち上げに不向きである。九州大学球状トカマク実験装置QUESTでは、高密度プラズマを実現するため28 GHz第2高調波(2nd) X-mode斜め入射による電子サイクロトロン共鳴加熱(ECRH)を用いたプラズマ電流立ち上げ実験を行っている[1]。実験中、オペレーションを変更していないにもかかわらず急激なプラズマ電流の増加のタイミングの変化が観測された。プラズマ電流の立ち上がりが変化することは実験の再現性に大きな影響を与えるため、原因を調べることにした。

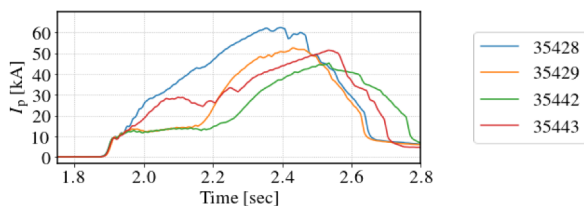


図 1: 種々のプラズマ電流立ち上がり過程。放電条件はすべて同じである。

2. 実験方法

QUEST装置半径は1250 cm、CSコイル半径は22 cmである。28 GHz 2nd 高調波の共鳴層位置をR=32 cmとしミラーによりEC波を集光しX-mode斜め入射を行った[2]。共鳴層上においてN//=0.78である。プラズマ電流立ち上げのEC波は、予備電離として8.2 GHz 20 kWによるECRHを行い、28 GHz 200 kWによる2nd ECRHを8.2 GHzと200 msec間重畳させ、その後2nd ECRH単独で入射とした。

3. 実験結果、考察

図2に電流の立ち上がりが遅れる場合の典型的な放電波形を示す。単独入射中の電流立ち上げ過程をそれぞれStage A, B, C, Dとして4つの段階に分けた。Stage A, Bでは低プラズマ電流で高電子温度であり、Stage Bでは電子温度が減少した。Stage C, Dでは電子温度は低いが高い

プラズマ電流を示しStage Dでは高強度の硬X線を観測した。トムソン散乱計測により計測された電子温度は、バルク電子温度を反映し、硬X線はテール電子の制動放射を観測している。このことからStage A, Bの前半まではバルク電子加熱が主であり、Stage Bの後半、C, Dではテール電子加熱が起こっていると考えられる。急激な電流立ち上がりはH₀信号強度とほぼ反比例することに着目し、電子-中性粒子衝突に影響を検討した。電子-電子、イオン、中性粒子衝突時間を計算し、プラズマ電流の立ち上がり時における高エネルギー粒子に対する中性粒子の寄与について考察する。

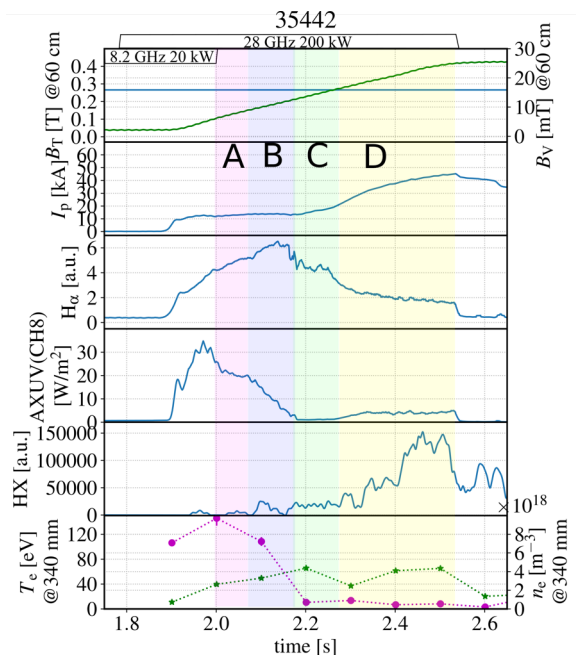


図 2: プラズマ電流立ち上がり過程における各パラメータ

参考文献

- [1] H. Idei, T. Kariya, T. Imai et al, *Nuclear Fusion*, **57**, 12 (2017)
- [2] H. Idei, T. Onchi, T. Kariya et al, *Proc. of the 26th IAEA FEC*, EX/P4-50 (2016)