

Evolution of CHI-produced current on QUEST electrode configuration

黒田賢剛¹, Roger RAMAN², 花田和明¹, 長谷川真¹, 恩地拓己¹, 小野雅之³, Thomas JARBOE²,
 Brian A. NELSON², 永田正義⁴, 御手洗修⁵, 出射浩¹, John ROGERS², Canbin Huang¹,
 川崎昌二¹, 永田貴大¹, 小島 信一郎¹, 東島亜紀¹, 中村一男¹, 高瀬雄一⁶, 村上定義⁷
 Kengoh KURODA¹, Roger RAMAN², Kazuaki HANADA¹, Makoto HASEGAWA¹,
 Takumi ONCHI¹, Masayuki ONO³, Thomas JARBOE², Brian A. NELSON²,
 Masayoshi NAGATA⁴, Osamu MITARAI⁵, Hiroshi IDEI¹, John ROGERS², Canbin Huang¹,
 Shoji KAWASAKI¹, Takahiro NAGATA¹, Shinichiro KOJIMA¹, Aki HIGASHIJIMA¹,
 Kazuo NAKAMURA¹, Yuichi TAKASE⁶, Sadayoshi MURAKAMI⁷

¹九州大学, ²ワシントン大学, ³プリンストンプラズマ物理研究所, ⁴兵庫県立大学,
⁵先進核融合・物理教育研究所, ⁶東京大学, ⁷京都大学

¹Kyushu University, ²University of Washington, ³Princeton Plasma Physics Laboratory,
⁴University of Hyogo, ⁵Institute for Advanced Fusion and Physics Education,
⁶University of Tokyo, ⁷Kyoto University

現在九州大学の球状トカマク装置QUESTにおいて同軸ヘリシティ入射(CHI)手法による電流立ち上げ評価が行われている。核融合炉への導入を想定して新設計された簡易型のQUEST電極配位においてCHI電流駆動を成功させ、QUESTの主要加熱法であるECHとの組み合わせ加熱を実現させる。これまでの実験ではこのQUEST電極配位においてプラズマは安定に着火して、ポロイダル磁場(PF)コイルによる磁場配位に応じた発展が観測された。現状の課題は適切な発展を生じさせ、明確な閉磁気面を形成することであり、本発表ではそのためのPFコイル条件の算出結果について報告する。CHIでは電極からの入射電流がプラズマを形成し、これが外部磁場との相互作用により大きく発展する。この際、低圧力(~1Pa)の閉磁気面形成段階において、~数10kAの入射電流は $jXB=0$ のフォースフリー状態に至ると推測した。すなわち、発展形状において電極面からの入射電流パスは形成磁場の磁力線と一致するはずであり、その形状解を数値的に算出することにより閉磁気面形成に至る発展のための外部磁場条件の見積りを試みた。真空容器全面により電極が構成されるNSTXなどの従来のCHI電極に対して、新設計のQUEST電極では下部ダイバーター上に円環板状のバイアス電極(内径430mm, 外径850mm)が設置され、真空容器に対してこのバイアス電極に電圧が印加される。したがって電流はこの狭い電極領域内から入射されることに

なり、ここから出発する磁力線に沿った電流パスを算出する。図1に示すようにイタレーション手法により概算した電流パスの発展形状は実験結果とよく一致した。しかし実験結果と同等の発展が生じるための入射電流値、及びその時のトロイダル電流値は実験値と大きく異なった。これらの算出値はバイアス電極上の入射電流分布に大きく依存し、正確な数値予想を行うためには今後この分布について(計測による見積り値、プラズマ特性との関連性など)調べる必要がある。図1の計算は磁束密度 B_z に比例した電流密度を仮定しており、実際は電極外側により多くの電流が流れることを示唆する。図1の入射電流パスは電極及び容器との両端の接続部が大きく離れてしまっている。発展後に入射電流の急速な立ち下げにより両端の接続を切り離し、磁束の繋ぎ変えを経て閉磁気面を形成させるため、この接続部間幅が狭く維持されるPFコイル条件について算出を行った。

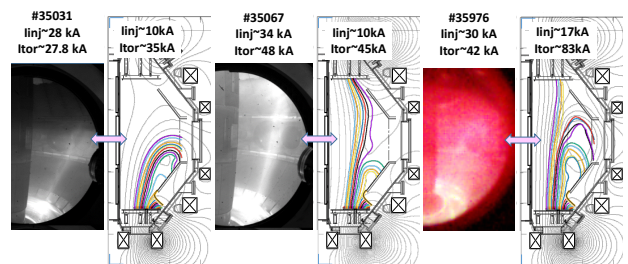


図1 QUEST電極配位における異なるPFコイル条件のCHIプラズマ発展。実験における放電画像(左写真)と数値概算結果(左図, 太線; 電流パス, 細線; 磁束)