

QUESTにおけるトランジェントCHIシステムの設計改善
Improvement of design for Transient CHI system in QUEST

黒田賢剛¹⁾, Roger RAMAN²⁾, 長谷川真¹⁾, 恩地拓己¹⁾, 花田和明¹⁾, 小野雅之³⁾,
 Brian A. NELSON²⁾, Thomas JARBOE²⁾, John ROGERS²⁾, 池添竜也¹⁾, 出射浩¹⁾, 井戸毅¹⁾,
 御手洗修⁴⁾, 永田正義⁵⁾, 川崎昌二¹⁾, 永田貴大¹⁾, 東島亜紀¹⁾, 島袋瞬¹⁾, 新谷一朗¹⁾, 関谷泉¹⁾,
 中村一男¹⁾, 江尻晶⁶⁾, 高瀬雄一⁶⁾, 村上定義⁷⁾

Kengoh KURODA¹⁾, Roger RAMAN²⁾, Makoto HASEGAWA¹⁾, Takumi ONCHI¹⁾,
 Kazuaki HANADA¹⁾, Masayuki ONO³⁾, Brian A. NELSON²⁾, Thomas JARBOE²⁾, John ROGERS²⁾,
 Ryuya IKEZOE¹⁾, Hiroshi IDEI¹⁾, Takeshi IDO¹⁾, Osamu MITARAI⁴⁾, Masayoshi NAGATA⁵⁾,
 Shoji KAWASAKI¹⁾, Takahiro NAGATA¹⁾, Aki HIGASHIJIMA¹⁾, Shun SHIMABUKURO¹⁾,
 Ichiro NIIYA¹⁾, Izumi Sekiya¹⁾, Kazuo NAKAMURA¹⁾, Akira EJIRI⁶⁾, Yuichi TAKASE⁶⁾,
 Sadayoshi MURAKAMI⁷⁾

¹⁾九大, ²⁾UW, ³⁾PPPL, ⁴⁾先進核融合・物理教育研究所, ⁵⁾兵庫県大, ⁶⁾東大, ⁷⁾京大
¹⁾Kyushu Univ., ²⁾UW, ³⁾PPPL, ⁴⁾Institute for Advanced Fusion and Physics Education,
⁵⁾Univ. of Hyogo, ⁶⁾Univ. of Tokyo, ⁷⁾Kyoto Univ.

これまで九州大学の球状トカマク装置QUESTでのトランジェント同軸ヘリシティ入射(T-CHI)による電流立ち上げ実験において、適切な磁束発展時に入射磁束条件と駆動電流(入射電流・トロイダル電流)値の明確な関係性が示され、入射磁束量 $\Psi_{inj} \sim 8$ mWbにおいてトロイダル電流値 $I_{tor} \sim 43$ kAを達成した。結果は磁束が入射電流に対してforce-free ($j \times B \sim 0$) を満たす条件で発展することを示唆しており、更なる高い入射磁束条件において $I_{tor} \sim 100$ kAの電流駆動が期待される。

図1に高磁束入射条件における立ち上げ評価のための装置改造図を示す。入射磁束条件を上げるためにはバイアス電極を下部コイルに近づける必要があり、電極及びそれを乗せる下部ダイバータを図に示す構成に変更する。下部コイル(PF5-1)の電流値を $I_{PF5-1} \sim -3$ kAとした場合の入射磁束は、従来の電極構成において $\Psi_{inj} \sim 3$ mWb, CSコイルも補助的に使用した場合 $\Psi_{inj} \sim 8$ mWbであったのに対して、改造後はCSコイルを使用せずに $\Psi_{inj} \sim 15$ mWbの形成が可能になる。入射領域における入射磁束量をコイル電流値 I_{PF5-1} により調整し、その他の周辺コイルを磁束発展時の平衡磁場の形成のために用いて様々な配位での磁束発展の評価を行い、同時に電極構成の各種パラメータ(電極間距離、面積、設置位置など)の最適値を決定する。

本改造においてはガス導入機構の改善が不可欠となる。T-CHIでは入射領域に導入した高圧ガスが電極の電圧印加により着火し、着火プラズマにより生じた大きな絶縁破壊が急速な入射電流の上昇を促してBubble Burstと呼ばれるバブル状の磁束拡大が入射領域において生じ、適切な磁束発展が達成される。しかし入射磁束量の増加に伴いBubble Burst条件は厳しくなり、プラズマ着火のために導入したガスは入射領域よりも磁力線長の長い(着火条件の低い)容器中域部領域で着火を引き起こす。この場合、十分な入射電流が駆動せず、外周部のみ拡大した磁束によりアブソーバー放電が生じてしまう。本改造では図のように入射領域にガスシールド板を設置して囲われた領域に滞留した高圧ガスを着火させ、高密度の着火プラズマによりBubble Burstを生じさせる。

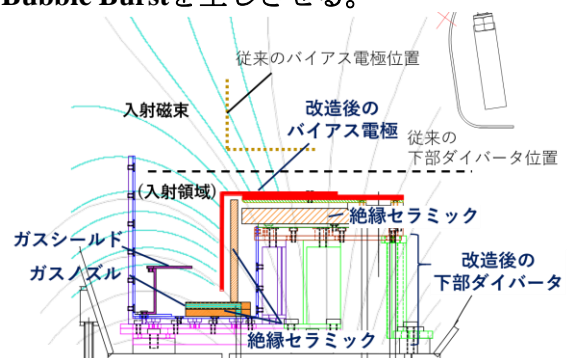


図1. T-CHI高磁束入射評価のための装置改造図