

## QUESTにおけるCHI合体燃料供給の研究

## Merging fueling by CHI in QUEST

御手洗 修<sup>1)</sup>, 中村一男<sup>2)</sup>, 恩地拓己<sup>2)</sup>, 長谷川 真<sup>2)</sup>, 黒田 賢剛<sup>2)</sup>, 高橋 俊樹<sup>3)</sup>,  
福本直之<sup>4)</sup>, 永田正義<sup>4)</sup>, 花田和明<sup>2)</sup>, QUESTグループ<sup>2)</sup>

O. Mitarai<sup>1)</sup>, K. Nakamura<sup>2)</sup>, T. Onchi<sup>2)</sup>, M. Hasegawa<sup>2)</sup>, K. Kuroda<sup>2)</sup> et al.

サスカチュワン大 1, 九大応力研 2, 群馬大学 3, 兵庫県立大学 4

1: Univ. of Sask., IAF-PE 2: RIAM, 3: Gunma Univ. 4: Univ. of Hyogo

QUEST において同軸ヘリシティ入射 (CHI) はプラズマ電流スタートアップのためのものであるが, 本研究の究極の目的はそれらの装置を利用して燃料供給が行えないかを調べるものである. この燃料供給実験は (1) CHI で主プラズマ電流を作り, その下で次なる CHI 電流を生成して合体させ燃料供給する, (2) オーミックで主プラズマ電流を生成し, その下部で CHI 電流を追加生成して燃料供給をする, 2 通りの方法がある.

(1) のシナリオの初期 CHI によるプラズマ電流の生成には 8.2 GHz の ECR を利用すればよい. Fig. 1 に示すように, トロイダルコイル電流を 50 kA に設定すると, 共鳴点は CHI の+の下側電極板(黒太線)上の 0.54m の位置にできる. このトロイダル磁場と PF35-2 ダイバータコイルによって, 2 つの電極(-は下外側橙部)を連結するトロイダル方向に多数回転する磁力線をあらかじめ生成しておけば, ECR により生成された電子を 2 つの電極間で加速し, 磁力線に沿って電流を生成することができる. このとき下側電極のトーラス内側端部 0.45 m を出発点として磁力線を追跡した 3 次元図を Fig. 1 右に赤い線で示す. トロイダル方向に 4 回転以上して外側電極に到達することがわかる. この 4 回転している電流は同じ方向なのでこれらが引き合い, 合体してプラズマ電流になると考えられる.

印加電圧 1 kV を電極に印加した場合のトカマクにおけるバッシェン曲線(電場  $E=V/L$ -封入圧  $p$ ) を, これ

らの磁力線長を用いて計算してみるとガスパフによる封入圧力が  $1.3 \sim 3.5 \times 10^{-4}$  Torr の場合に放電がおきることがわかる. トカマクにおいて RF 印加によりブレークダウンに要する電場は半分に減少することを考慮すると[1], 運転領域はさらに広がる.

(2) のシナリオの燃料供給実験の場合もトロイダル磁場が強い方が磁力線の回転数は多いので, 同じ  $B_t=0.23$ T を用いる.

Fig. 2 左に示すように, オーミック放電によって 30kA 程度の主プラズマ電流を生成しておき, CHI 電極に電圧を印加して CHI プラズマ電流を流す. このとき初期 CHI 実験とは異なり, プラズマ周辺電子密度は十分に存在すると考えられるので, CHI 電流生成は可能と考えられる. このときも初期 CHI 実験と同程度のガスパフを行い, 燃料供給をあわせて行う.

主プラズマ電流の下で CHI 電流を生成する場合, 磁力線のトロイダル回転数は主プラズマの位置に依存する. Fig. 2 右に主プラズマの位置が中心にある場合の CHI 電流流路の磁力線の 3D 図を示す. 主プラズマの位置を下げるとトロイダル磁場が減少するので, トロイダル回転数  $N$  は増大するが, 下げすぎると独立した CHI 電流は作れなくなる. なお, 外側電極では通常のダイバータ実験のように PF26 コイル電流をあまり流せないで, プラズマ位置制御が重要となる.

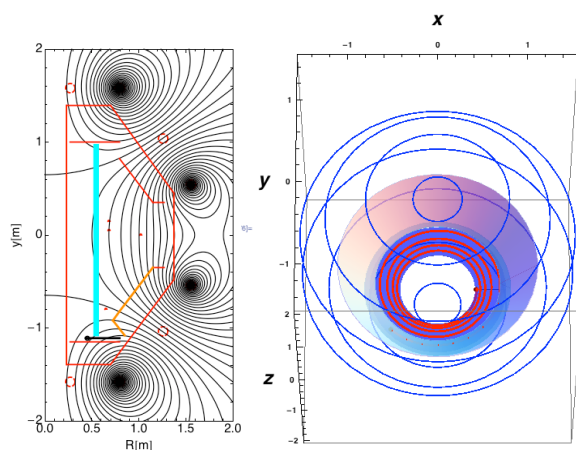


Fig.1. Left: EC resonance position on the CHI anode plate and magnetic flux surface for  $I_{PF352}=0.5$  kA,  $I_{PF17}=-0.7$  kA and  $I_{BT}=50$  kA ( $B_t=0.23$ T). Right: 3D magnetic field line starting from the inboard side of 0.45m.

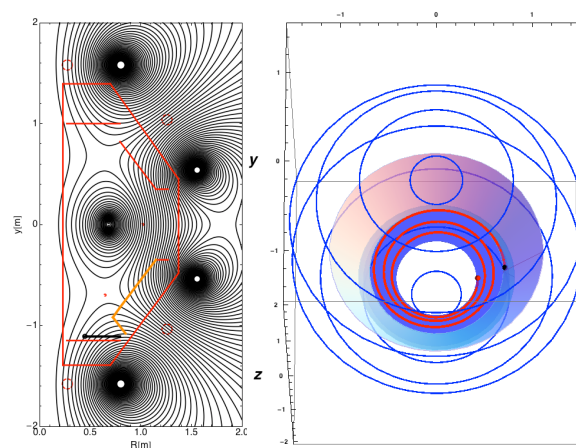


Fig.2. Left: Magnetic flux surface, Right: 3D magnetic field line starting from the inboard side of 0.45m for  $R=0.68$  m,  $Z=+0.0$  m,  $I_p=30$  kA,  $I_{pf17}=-1.5$  kA,  $I_{pf26}=0$  kA, and  $I_{pf352}=1.0$  kA, yielding  $N \sim 3$ .

[1] M. Hasegawa, et al., J. of Physical Society of Japan, **76** (2007) 084501-1