

UTST装置における高ガイド磁場リコネクション下流域での
 パラレル電子加速への面内電場の影響
 Effect of In-plane Electric Field Downstream on the Parallel Electron
 Acceleration under High-Guide-Field Reconnection in UTST Device

鈴木大樹, 井通暁, 靳海林, 中務敬

Taiju SUZUKI, Michiaki INOMOTO, Hailin JIN, Kei NAKATSUKASA

東大

The University of Tokyo

合体立ち上げは中心ソレノイドを利用しない球状トカマク立ち上げ手法の一つであり、磁気エネルギーをプラズマの熱、運動エネルギーへと変換する磁気リコネクションを仲介して行われる。UTST装置においては高いトロイダル磁場がかけられており、ポロイダル面内に四重極の荷電分離構造が形成される[1,2]。同時に面内に生じている静電場は粒子の運動状態に大きく影響を及ぼす。この面内電場が十分に成長した時、下流域での定常的な条件（磁力線に平行な成分は0）が満たされ、 $E \times B$ 速度でイオンと電子は流出する。そのため、下流域において開放された磁場のエネルギーは主としてイオンに受け渡される。一方、面内静電場の成長が不十分な過渡状態では、磁力線方向の電場が残留し、パラレルな荷電粒子加速が生ずる。パラレル加速では開放された磁気エネルギーの大部分を電子のエネルギーに受け渡せることから、下流域境界条件の修正による電子加速効果を向上させるような能動的制御手法の開発を行なった。Fig.1に示すように3つの電極プレートが装置内部リコネクション下流部に導入された。上下の電極間をIGBT素子によって短絡すること

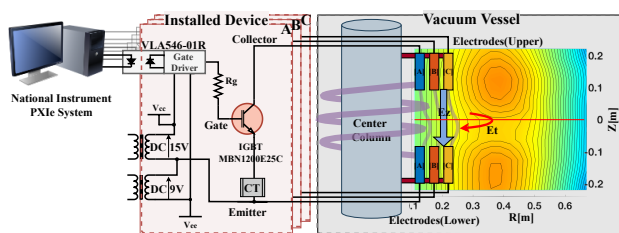


Fig. 1 Active control circuit and locations of three electrode pairs.

で、“回路短絡”効果によって面内電場の抑制が行われた。

Fig.2(a)は各電極ペアに流れる電流の大きさを示す。ペアAおよびBは9509 μ sに、ペアCは9519 μ sにそれぞれ独立に短絡され、9526 μ sに全ての電極の短絡は解除される。磁力線に沿った下流域での荷電分離状態が、各電極間を流れる電流によって解除される。

Fig.2(b)はアクティブな電極短絡制御を行わなかった(黒線)/行なった(赤線)場合の面内静電場の時間発展を示している。電極接続を行なったことで、 E_z が大きく低下しており、この結果は下流域でのプラズマの挙動を磁場に垂直な運動から、磁場に平行な加速へと変えている可能性が考えられる。

Fig.2(c)はトロイダル誘導電場 E_t の時間発展、すなわち下流域における磁力線の挙動を示す。短絡によって一時的に減少した E_t は電極の開放によって再度成長している。このような間接的な影響からは電子加速効果においては E_z だけでなく E_t も考慮する必要があることを示唆している。

[1] W. Fox, et al., Phys. Rev. Lett. 118, 125002 (2017)

[2] M. Inomoto, et al., Nucl. Fusion 59 086040 (2019).

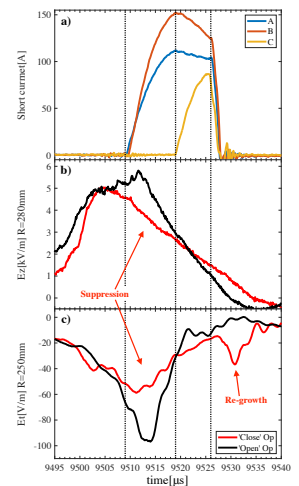


Fig. 2 Time evolutions of (a) circuit current on each electrode pair, (b) in-plane electric field E_z and (c) toroidal inductive electric field E_t in the downstream region. Three vertical dotted lines indicate the timing of connection and disconnection.