

# 合体とトロイダル磁場印加を用いた超高ベータ球状トカマクの生成 Formation of Ultra High Beta Spherical Tokamak by Applying External Toroidal Field to Merging Plasmas

伊藤大智<sup>1</sup>, 伊井 亨<sup>1</sup>, 井 通暁<sup>2</sup>, 小野 靖<sup>2</sup>  
Taichi Ito<sup>1</sup>, Toru Ii<sup>1</sup>, Michiaki Inomoto<sup>2</sup>, Yasushi Ono<sup>2</sup>

1. 東大工, 2. 東大新領域

1. Graduate School of Engineering, Univ.Tokyo

2. Graduate School of Frontier Science, Univ.Tokyo

磁気リコネクション現象およびそれに伴うイオン加熱現象は、再結合磁力線に垂直なガイド磁場成分(トーラスプラズマではトロイダル磁場  $B_t$ )の小さな領域において最も顕著となることが明らかになっているものの、合体後の配位では加熱されたプラズマの閉じ込め性能が大きく劣ってしまう[1]. TS-3では、プラズマ合体による高いイオン加熱効果とトカマク配位の良好な閉じ込め性能とを両立させるために、外部  $B_t$  の存在しない状態でスフェロマクの異極性合体により FRC を生成し、その後外部  $B_t$  を立ち上げトカマク配位に遷移させる実験を行った[2].

本研究では TS-4 を用いて外部  $B_t$  の存在しない状態でスフェロマクの同極性、または異極性合体によって生成したそれぞれ高ベータスフェロマックと FRC に、急速に外部  $B_t$  を印加して球状トカマク (ST) を生成する実験を行った. Fig.1 は合体完了後からのそれぞれの条件下における球状トカマクのポロイダル磁束、体積平均ベータ値の時間発展をプロットしたものである. ポロイダル磁束の時間変化に注目すると、合体によって生成された FRC, あるいはスフェロマックに比べて、合体後に外部  $B_t$  を加えた ST ではプラズマの寿命が約 2 倍に増加していることがわかる. Fig.2 のトロイダルモードの計測からも、トカマク配位への変換は安定性の向上につながっていることが確認できる. 体積平均ベータ値のグラフに注目すると、特にスフェロマクの異極性合体により生成した FRC から ST に配位変換した場合、ベータ値の高い状態が 60  $\mu\text{s}$  ほど続いており、この期間超高ベータ ST となっていると考えられる.

この超高ベータ ST において、プラズマのポロイダル磁束と磁束密度強度の等高線をポロイダル断面上で描いたのが Fig.3(a) であり、そ

れらの値の磁気軸径方向分布を表したのが Fig.3(b) である. セパトリティクスから磁気軸に向かって磁気面上の磁束密度強度が減少しており、圧力駆動型不安定性に対して安定な絶対極小磁場配位の形成が確認できる.

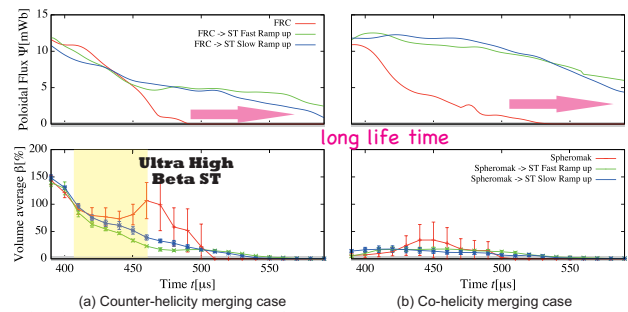


Fig.1: Time evolutions of poloidal fluxes and averaged volume betas of FRC, high beta spheromak and STs transformed from FRC and spheromak

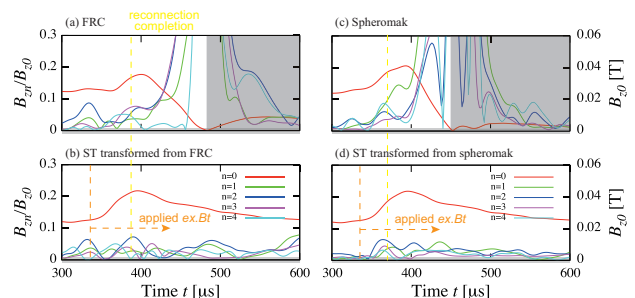


Fig.2: Toroidal mode amplitudes from  $n=1$  to 4 of FRC, spheromak and high beta STs transformed from FRC and spheromak

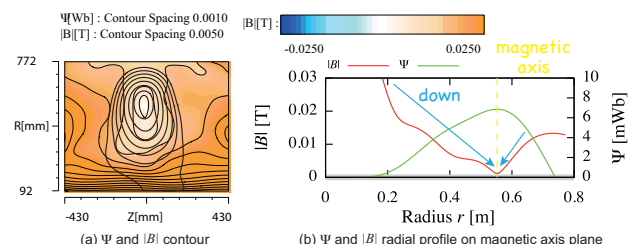


Fig.3:  $R$ - $Z$  contour of  $|B|$  and its radial profile of the high beta ST transformed from FRC ( $t = 405 \mu\text{s}$ )

[1] Y.Ono et.al, Phys, Plasmas, Vol.4, No.5, (1997)

[2] Y.Ono et.al, Nucl, Fusion 43, 789, (2003)