

プラズマ合体における FRC、スフェロマックへの緩和分岐現象の実験的検証

河森 栄一郎、佐藤 慶介
東京大学大学院新領域創成科学研究科

KAWAMORI Eiichirou and SATO Keisuke
Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo
Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656

これまでの東京大学 TS-3 装置における実験によって、互いに逆向きで大きさの異なるトロイダル磁束を持つ 2 つのスフェロマックを合体させると、有限の磁気ヘリシティーを持つコンパクトトーラス (CT) が、磁気エネルギー極小配位であるスフェロマックに緩和する場合と高ベータ平衡状態である逆転磁場配位 (FRC) に緩和する場合とがあるということが確認されている。[1] 本来ならば、有限の磁気ヘリシティーを持つ CT はテイラー理論に従い、スフェロマックにのみ緩和するはずである。

高ベータ緩和においては、イオンの運動論効果が重要な物理機構と考えられる。イオン運動論効果の指標となる値としてサイズパラメータ S^* 値 (magnetic axis と separatrix 間距離とイオンスキン長の比) がある。プラズマは、 S^* が大きい程 MHD 的に振舞い、小さい場合にはイオン運動論効果が顕著になる。本研究は、この FRC 緩和へのイオン運動論効果の寄与を検証することを目的としている。

TS-3 装置を大型化した TS-4 装置では、高 S^* 実験が行なえるようになった。また、 S^* 値を大きく変えるために H, He, Ar プラズマを用い、スフェロマック異極性合体実験を行った。磁気計測からポロイダル固有値 $\lambda_p = I / \psi$ (I : ポロイダル電流, ψ : ポロイダル磁束) を、CO₂ レーザー干渉計による密度計測から S^* 値を各々求めた。Fig. 1 に示す様に、高 S^* (~ 6) の場合、 $\lambda_p / \lambda_{Taylor}$ への緩和は安定しており、平衡状態になっていると考えられるが、 $\lambda_p = 0$ (FRC) 状態は非常に不安定で、明らかな平衡状態は得られなかった。一方、低 S^* (~ 1) の場合には、 $\lambda_p = 0$ 及び $\lambda_p \sim \lambda_{Taylor}$ への緩和分岐が明瞭に観測され、 $\lambda_p = 0$ 状態は少なくとも $2\tau_A$ (τ_A : アルヴェン時間) 程度維持された。これらの結果は、FRC 緩和へのイオン運動論効果の寄与を示唆している。また、低 S^* の場合の $\lambda_p = 0$ 状態においては、磁力線のトロイダル方向の変形が生じ維持されていること、高 S^* の場合にはこの変形が振動し平衡には達しないことが観測された。

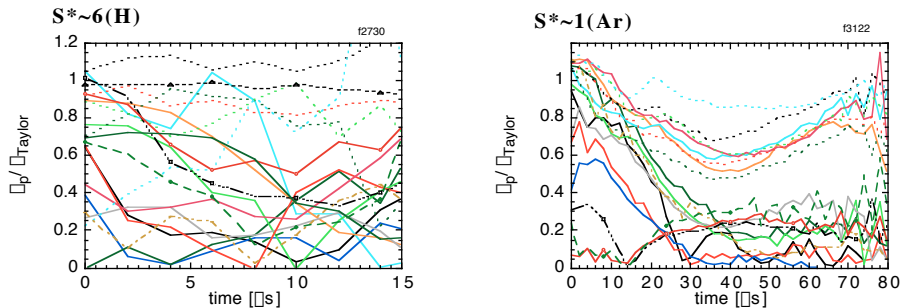


Fig.1 Time evolution of the normalized poloidal eigen value $\lambda_p / \lambda_{Taylor}$

[1] Y. Ono, M. Inomoto, Y. Ueda, T. Matsuyama and T. Okazaki: Nucl. Fusion **39** 11Y, 2001 (1999).