

LATE での ECH による球状トカマク形成

開いた磁場配位から閉じた磁気面構造 (球状トカマク平衡配位) への自発的遷移

京都大学エネルギー科学研究科
吉永智一, 打田正樹, 田中仁, 前川孝

球状トカマク炉の実現のためには、中心ソレノイドを除き、オーミック加熱を用いずにプラズマ電流を立ち上げる手法の確立が必要である。LATE (高さ 1m、直径 1m 円筒形真空容器) では、定常垂直磁場 (B_v) の下での ECH/ECCD によってプラズマ電流 (I_p) を立ち上げ、球状トカマクを形成する実験を行っており、これまでに、定常 B_v の下での ECH により、2.45 GHz, 20 kW で $I_p \sim 3.3$ kA ($B_v = 34$ Gauss)、5 GHz, 130 kW で $I_p \sim 7$ kA ($B_v = 85$ Gauss) での球状トカマク平衡が得られている。また、平衡形成後、入射電力および B_v をランプすることにより、更に I_p は増加し、2.45 GHz, 30 kW で $I_p \sim 7.2$ kA ($B_v = 78$ Gauss) が得られている。

本講演では、定常 B_v の下でプラズマ電流が発生および増大し、開いた磁場配位から閉じた磁気面を持つ球状トカマク平衡配位が形成されるまでの機構について考察した結果について報告する。図 1 は、実験で得られた定常 $B_v = 34$ Gauss の下でのプラズマ電流分布およびポロイダル磁束の時間発展である。マイクロ波 (2.45 GHz, 20 kW) の入射開始後、 I_p は緩やかに ~ 0.7 kA まで増加した。このとき、電流分布は基本共鳴 ECR 層と第二高調波 ECR 層の中間で、垂直磁場に沿って広く分布し、ポロイダル磁束は開いた磁場配位をしていた (a)。この直後、 I_p は急激な増大に転じて約 3 ms の間に ~ 1.8 kA に達し、電流分布は強磁場側に広がって、中心導体付近に閉じた磁気面が形成された (b)。電流は更にゆっくりと増加しながら弱磁場側に広がって行き (c)、真空容器壁付近まで拡がり、中心導体から離れて分布するようになり、 $I_p \sim 3.3$ kA で定常に到った (d)。

開いた磁場配位の下での電流駆動のメカニズムとして、 ∇B ドリフトをキャンセルするような $v_{||}$ 成分を持つ電子のみが、真空容器内に選択的に閉じ込められることによる効果が考えられる。閉じ込められた電子の $v_{||}$ 成分は、 I_p を増加させる方向を向いているので、これらの電子の増加によって I_p が増大する。 I_p が増加すると自己場が増大して閉じ込めが改善されるので、更に I_p が増大する。この様な正のフィードバック機構によって I_p が加速度的に増大するが、 I_p が増大して閉じた磁気面が十分に成長すると、逆方向の電子の閉じ込めも改善され、急激な I_p の増大が止まると考えられる。

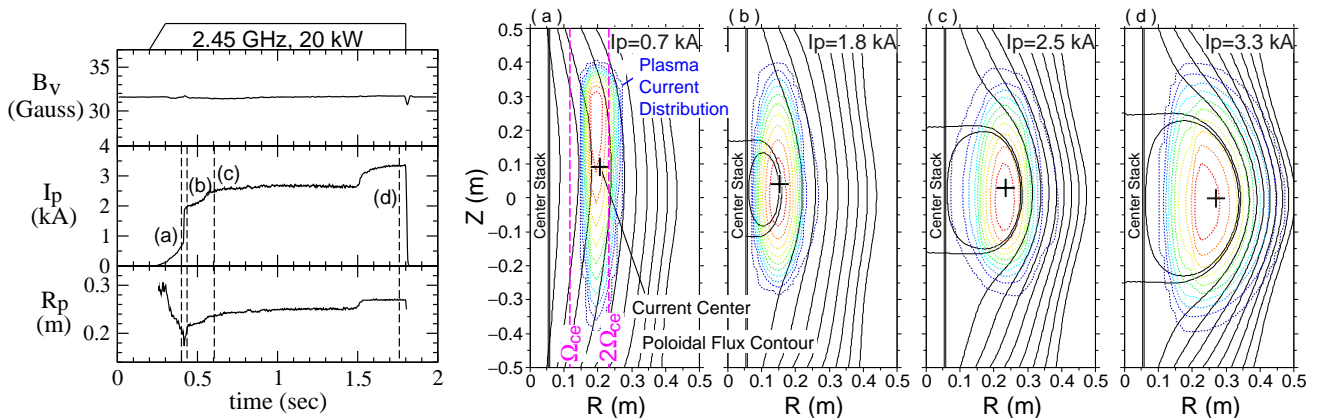


図 1: プラズマ電流分布およびポロイダル磁束分布の時間発展