

TST-2 球状トカマクにおける低域混成波の上側入射による電流駆動効率の評価

Evaluation of the current drive efficiency by the upper-side lower hybrid wave injection on the TST-2 spherical tokamak

矢嶋悟¹, 高瀬雄一¹, 江尻晶¹, 辻井直人¹, Charles Moeller², 新屋貴浩³, 山崎響¹, 武井悠稀¹, 田尻芳之¹, Benedikt Roidl¹, 曾根原正晃¹, 富樫央¹, 吉田裕亮¹, 高橋航¹, 戸井田和弥¹, 北山明親¹, 佐藤暁斗¹, 松本直希¹

S.Yajima¹, Y. Takase¹, A. Ejiri¹, N. Tsujii¹, Charles Moeller², et al.

¹ 東京大学, ²General Atomics, ³量研機構

¹The University of Tokyo, ²General Atomics, ³QST

トカマク型の磁場閉じ込めではプラズマの電流駆動が不可欠であり、TST-2 球状トカマク装置では 200 MHz の低域混成波 (LHW) を用い、ランダウ減衰によるプラズマ電流立ち上げ実験を行ってきた。[1]

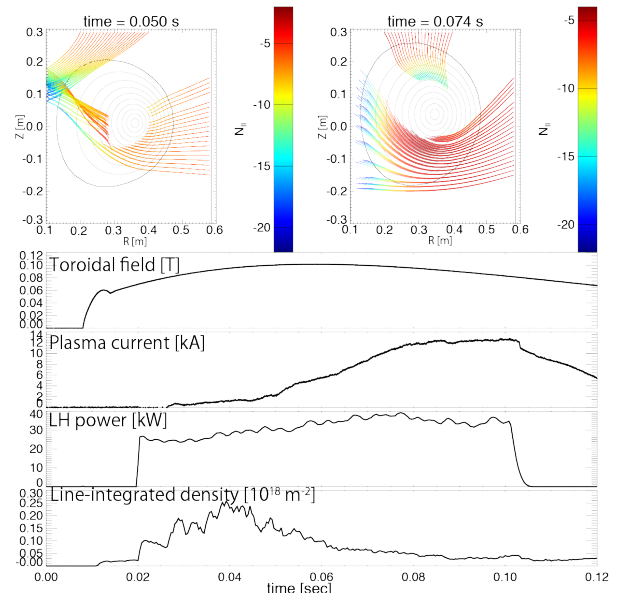
LHW を生成するためのアンテナとして、現在は静電結合型アンテナ (CCC アンテナ) を用いて実験を行っている。CCC アンテナは導波管列アンテナと異なり、単一同軸ポートからの入力のみによって、プラズマ中に磁場方向に鋭い波数スペクトルを持つ静電波を入射できるという利点があり、また実際に TST-2 容器内の外側に取り付けられた CCC アンテナによる LHW 入射実験では、90 kW の入力で 25 kA のプラズマ電流を達成した。

光線追跡コード GENRAY[2]による数値計算によれば、10 kA 以上のトロイダル電流の流れるプラズマに対し上側から LHW を入射した場合、プラズマ中心部 (高密度側) に伝搬するにつれて波数が大きく上昇すると期待され、これにより不要な速波 (FW) へのモード変換の回避と強い波の吸収が期待される。CCC アンテナはチューニングを経て、新たに真空容器上部に取り付けられ、これを用いてプラズマ電流立ち上げ実験を行った。

上側アンテナ単独の入射実験を初めに行ったが、多くの場合で 2 kA を超えるプラズマ電流を立ち上げることが困難であった。これに対し外側のアンテナから少なくとも 10-20 kW 程度のパワーを補助的に同時入射することで、立ち上げ初期の電流駆動が円滑化された。GENRAY による計算によれば、プラズマ電流がまだ小さな立ち上げ初期に上側から入射された LHW はプラズマ中心部を逸れ、大部分は直接吸収されず、一旦プラズマ外部に伝搬することが示唆されている (図)。このことは立ち上げ初期の上側入射による電流駆動効率を低下させる一つの原因と考えられている。

駆動されるプラズマ電流については上下にあるリミターの間隔による依存性も大きく、現在のリ

ミター位置では外側アンテナのみによる電流駆動実験で 15 kA、上側 (80 kW) + 外側 (10-20 kW) による実験で 20 kA を確認している。今後は、リミター位置の改善及び 2 箇所アンテナの独立制御を行い、2 つのアンテナそれぞれの効果を改めて比較する予定となっている。



図：上側アンテナ単独による立ち上げの際のプラズマの放電波形 (下側) と、放電の際の磁気面を用いた数値計算による波の伝搬 (上側)。カラープロットは磁場方向の屈折率を表す。

[1] T. Shinya *et al.*: Nucl. Fusion **55** (2015) 073003.

[2] A.P. Smirnov *et al.*: Amer. Phys. Soc. **39** 7 1626 (1994).