

## TST-2におけるマイクロ波後方散乱を用いた低域混成波による 非誘導プラズマ立ち上げの研究

### Studies of non-inductive plasma start-up with lower-hybrid waves using a microwave back-scattering diagnostic on TST-2

辻井直人、高瀬雄一、江尻晶、古井宏和、本間寛人、中村建大、高橋航、竹内敏洋<sup>1</sup>、  
富樫央、戸井田和弥、新屋貴浩、曾根原正晃<sup>1</sup>、矢嶋悟<sup>1</sup>、山崎響、吉田裕亮<sup>1</sup>  
TSUJII Naoto, TAKASE Yuichi, EJIRI Akira, FURUI Hirokazu, HOMMA Hiroto,  
NAKAMURA Kenta, TAKAHASHI Wataru, TAKEUCHI Toshihiro<sup>1</sup>, TOGASHI Hiro,  
TOIDA Kazuya, SHINYA Takahiro, SONEHARA Masateru<sup>1</sup>, YAJIMA Satoru<sup>1</sup>, YAMAZAKI Hibiki,  
and YOSHIDA Yusuke<sup>1</sup>

東大新領域、<sup>1</sup>東大理  
Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo  
<sup>1</sup>Graduate School of Sciences, the University of Tokyo

トカマクを定常運転する上で、非誘導的な電流駆動方の開発は必須である。東京大学のTST-2球状トカマクでは高周波（RF）、特に低域混成波（Lower-Hybrid Wave、LHW）による電流駆動の研究を行っている。2013年に設置された静電結合型進行波（Capacitively-Coupled Compline, CCC）アンテナ<sup>1</sup>は、それ以前のアンテナに比べてプラズマへの電力の結合が良く、また高い電流駆動効率を持っている。このCCCアンテナを用いて、これまでに25 kAまでのプラズマ電流立ち上げに成功している。これはTST-2で誘導的に立ち上げた時のプラズマ電流50-100 kAに比べて遜色ない値である。

LHW を用いた電流駆動においては、波が伝搬可能な高密度限界が問題となる。電流ランプアップ中、プラズマ密度は印加された磁場に対するLHWの伝搬限界値以下に保つ必要がある。しかし、実際の実験では密度を任意に制御するのは難しく、電流と密度には比例に近い強い相関がある。そのため、電流が上昇すると、密度も上昇し、一定の磁場のもとではLHW伝搬の密度限界に達してしまう。電流が頭打ちになる密度の磁場依存性は定性的には理論予測と一致する。一方、実際の実験で観測された電流は、数値計算で得られた電流に対して1桁小さい。

数値計算と実験結果に大きな差がある原因を特定するため、LHWを直接計測できるマイクロ波散乱計を設計した（図1）。マイクロ波源としては電圧掃引発振器を用いる。マイクロ波はミッドプレーンの水平ポートから様々な角度で入射し、LHWによる散乱光は、プラズ

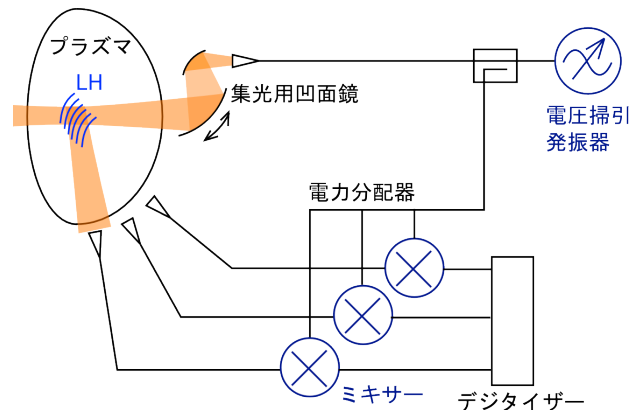


図1. マイクロ波散乱計模式図

マ下部のホーンアンテナアレーで受信する。散乱信号は、マイクロ波周波数を掃引することでヘテロダイン検出する（周波数掃引ホモダイン検出）。周波数は1 kHzで掃引するので、1 msの時間分解能で波数スペクトル全体を計測することができる。周波数帯域については、12-40 GHzをKu、K、Kaの3つのバンドでカバーする。このシステムで、TST-2に伝搬する、ほぼ全ての空間領域と波数のLHWが計測可能である。

計測されたLHWの波数や空間分布は光線追跡コードとFokker-Planckコードによる計算と比較することで、これらのコードの精度向上に役立てていく予定である。

[1] T. Shinya *et al.*: Nucl. Fusion **55** (2013) 073003.