

## ミリ波後方散乱法によるLHDプラズマ微視的乱流揺動計測 Two back-scattering methods of micro-turbulence measurements in LHD

徳沢季彦<sup>1,2</sup>, 小栗一輝<sup>3</sup>, 田中謙治<sup>1</sup>, 山田弘司<sup>1,2,4</sup>, 稲垣滋<sup>5</sup>, 江尻晶<sup>4</sup>, 居田克巳<sup>1,2</sup>,  
渡邊清政<sup>1,3</sup>, LHD実験グループ

TOKUZAWA Tokihiko<sup>1,2</sup>, OGURI Kazuki<sup>3</sup>, TANAKA Kenji<sup>1</sup>, YAMADA Hiroshi<sup>1,2,4</sup>,  
INAGAKI Shigeru<sup>5</sup>, EJIRI Akira<sup>4</sup>, IDA Katsumi<sup>1,2</sup>, WATANABE Kiyomasa<sup>1,3</sup>,  
and LHD Experiment Group

<sup>1</sup>核融合研, <sup>2</sup>総研大, <sup>3</sup>名大, <sup>4</sup>東大, <sup>5</sup>九大応力研

<sup>1</sup>NIFS, <sup>2</sup>SOKENDAI, <sup>3</sup>Nagoya Univ., <sup>4</sup>Univ. Tokyo, <sup>5</sup>RIAM Kyushu Univ.

大型ヘリカル装置 (LHD) に設置したマイクロ波コムドップラー反射計 (DBS) やミリ波後方散乱計測 (high-k BS) による重水素プラズマ実験における乱流計測について報告する。

乱流揺動による閉じ込めの劣化を抑制することは、制御熱核融合炉を目指す高温高密度プラズマの閉じ込め物理研究において重要な研究課題である。特に、スケール長の異なる様々な乱流間の相互作用(マクロ-メゾ-マイクロ乱流間の相互相関)が重要な役割を果たすことがこれまでのLHDの実験などから指摘され、様々な理論モデルが提案されるようになってきている。この多スケール間の相互相関という物理描像を実験的に明らかにし、閉じ込め改善に向けた知見を得るためには、それぞれの乱流スケールに感度を持ち、空間的に広い範囲を、同時に、かつ高い時間分解能で計測することが求められ、LHDでは対応を図っている (図1)。

まず、プラズマへの擾乱の無い微少電力のマイクロ波を用いた計測器として、電子密度揺動強度、ポロイダル流速、径電場等の同時空間多点観測が可能な周波数コムドップラー反射計 (DBS: 時間分解能: 10 $\mu$ s、空間分解能:mm) を開発・適用した。本計測器で観測対象とする密度揺動は現在のLHDプラズマにおいて支配的乱流成分であるイオン温度勾配不安定性 (ITG)・補足電子モード (TEM) 等のマイクロスケールの乱流であるが、同時にゾーナル流などのメゾスケール乱流にも感度を持つため、両者の相互作用を調べることができる。

また、より高い波数領域が高い、電子ラーマ一半径程度の構造をもつ電子温度勾配不安定性 (ETG) 乱流の観測を目指し、新たにミリ波後方散乱計測器を開発・適用した。周波数は  $k=30-40\text{cm}^{-1}$  の乱流に対応するため90GHz帯のミリ波を用い、真空容器内で角度可変の集光光学系を持つアンテナとして金属レンズを用い

たアンテナ光学系を設置した (図2)。

年会においては、それぞれのシステムについて紹介するとともに、両者を組み合わせることで達成される、低~高波数領域のマルチスケールの乱流特性の同時観測結果について報告する。

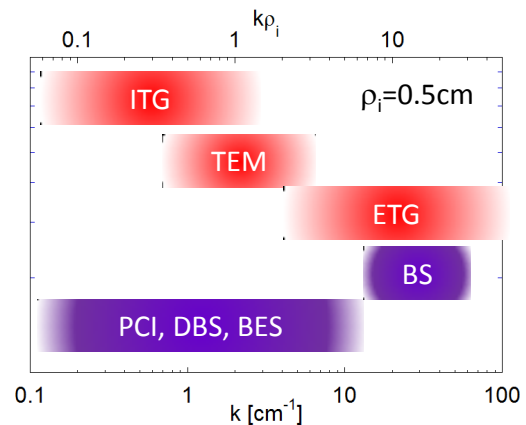


図1 微視的乱流揺動(ITG/TEM/ETG)とLHDに設置した電子密度揺動計測器(ドップラー反射計DBS, ミリ波後方散乱計BS)の観測波数領域

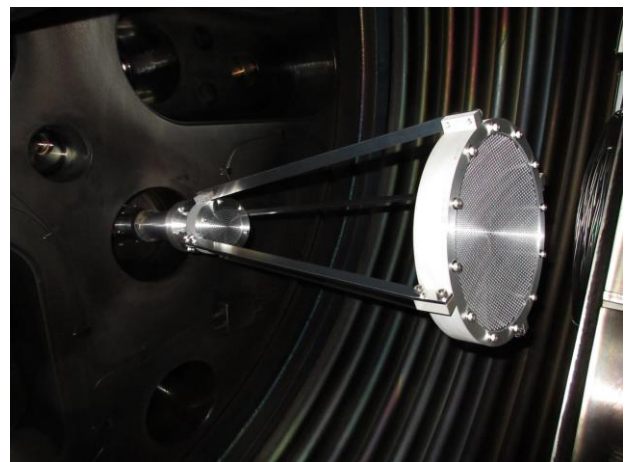


図2 真空容器内に設置した金属レンズを用いた角度可変集光光学アンテナ