

LHDプラズマの電子・イオンスケール乱流間相互作用の研究
A study of interaction between electron and ion scale turbulence in LHD plasmas

那須達丈¹⁾、徳沢季彦^{1,2)}、後藤勇樹²⁾、LHD実験グループ²⁾
 NASU Tatsuhiko¹⁾, TOKUZAWA Tokihiko^{1,2)}, GOTO Yuki²⁾, and LHD Experiment Group²⁾

¹⁾総研大、²⁾核融合研
¹⁾SOKENDAI, ²⁾NIFS

将来の核燃焼プラズマでは α 粒子による電子加熱が支配的になり、電子からイオンへのエネルギーの伝搬によってプラズマ加熱が行われる。一般に、大きなスケールの乱流から小さいスケールの乱流へとエネルギーは伝搬していくと考えられている(エネルギーカスケード)。しかしプラズマ速度空間分布関数のある領域に集中してエネルギーを注入するような場合には、逆カスケードのような現象が発生することも知られている。またこの際、各スケールにおける乱流が直接的間接的に相互に影響を与えることも予想されている。したがって、効率的なイオン加熱を実現するためには、多階層にわたるプラズマのスケール間相互作用を知ることは重要である。本研究ではLHDプラズマにおける特に電子・イオンスケール乱流間相互作用およびメゾマイクロ相互作用を調べることを目的とする。

LHDでは、同一のトロイダル断面において電子スケール乱流を90GHzのミリ波を用いた後方散乱計測法で、イオンスケール乱流をドップラー反射法で観測することができる。これらの計測法によりそれぞれのスケールの乱流強度だけでなく、背景流の流速を計測することもできる。この背景流の流速変化はゾーナル流が発達した際にはその指標とすることができる。トロイダル方向に離れた2点間で同一の半径位置においてこの背景流の応答を見ることでメゾスケールの乱流の情報を得られるように、新たなドップラー反射計を導入した。このドップラー反射計には、将来的にさらなる多点計測を目指して、MMIC回路を用いた多チャンネル信号処理システムを開発し適用した。

図1に新しいドップラー反射計で計測した信号の時系列複素周波数スペクトルを示す。3.0sのプラズマ生成に伴って信号が観測され、放電に伴ってスペクトルが広がり、5.6sのプラズマ消滅とともに信号も消える様子が確認できた。

図2には複素周波数スペクトルの例を示す。このスペクトルは $\pm 0.2\text{MHz}$ 程度まで広がっていた。これは、密度揺動による散乱波の位相変化によるものだと考えられる。また、中心からのドップラーシフトも確認できた。このように本計測システムによっても、イオンスケール乱流の強度変化と背景流速を推量することが可能となった。学会では、LHD実験で得られるデータからさらなる解析を施し、ポスターセッションでその成果を発表する。

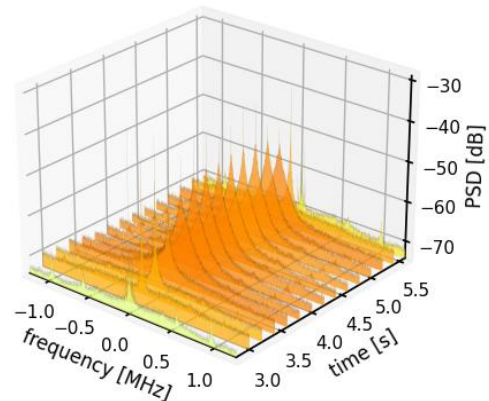


図1 LHDプラズマ放電中の時系列スペクトル。このときのプラズマ生成時間は3.0-5.6s.

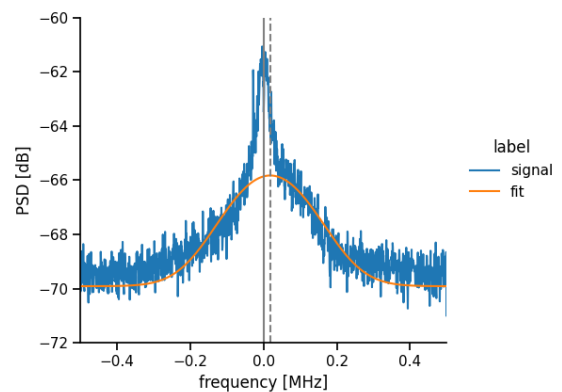


図2 複素周波数スペクトルの例。青線が信号、橙線がガウシアンフィット曲線、破線はフィット曲線の頂点の位置で18kHzにある。