

## 磁力線平行・垂直方向プラズマフローシアーによる低周波揺動の励起・抑制

東北大学 大学院工学研究科 電子工学専攻

金子俊郎, 角山北斗, 多田栄司, 畠山力三

我々は、核融合プラズマ閉じ込めに密接に関連するプラズマ周辺部での不安定性や輸送現象の発生原因として、また宇宙空間プラズマ中での各種低周波揺動の原因として、最近特に関心が寄せられている、磁力線平行方向および垂直方向プラズマフローシアーに注目している。しかしながら、多くの場合これらの2方向のフローシアーは混在しているため、それぞれのフローシアーの不安定性への影響を解明することは困難である。従って、東北大学では完全電離無衝突磁化プラズマ発生装置（Qマシン）において、分割型のプラズマ生成電極を用いることによって、平行・垂直フローシアーを独立に生成し、各種低周波揺動に対する効果を明らかにすることを目的としている。

実験は、東北大学 Q<sub>T</sub>-Upgrade Machine において、同心円上に三分割されたタングステン電極を用いて行った。磁力線平行方向フローシアー実験の場合（図1）、直線型円筒容器の一端から酸化バリウム電極を加熱することで熱電子を供給し（電子源）、他端から上記タングステン電極で接触電離により発生させたカリウムイオンを供給することにより（イオン源）、全体としてプラズマを発生させた。このプラズマ生成法では、空間電位が電子源のバイアス電圧によって決定されるため、イオン源各電極のバイアス電圧を変化させることにより、空間電位とイオン源各電極電位の差でイオンフローの発生・制御が可能となる。さらに、半径方向の位置によってフロー速度を独立に変化させ、平行方向イオンフローシアーを生成することができる。この平行フローシアーを生成した場合に、周波数が数 kHz である数種類の不安定揺動が観測された。揺動強度、伝搬特性などの測定から、プラズマ中心領域で観測された揺動は、フローシアー強度に依存するケルビン・ヘルムホルツ不安定性とフロー速度に依存するイオン音波不安定性に関係しているものと考えられる。一方、周辺部で観測された揺動は、密度勾配に起因するドリフト波が中心部の平行フローシアーにより助長されているものと考えている。

一方、磁力線垂直方向フローシアー実験の場合（図2）、上記タングステン電極を高温に加熱し、Qマシンプラズマを発生させ、それぞれの電極に独立に電位を印加して径方向電場を制御することで、 $E \times B$  ドリフトによる垂直方向のフローシアーを生成して行った。その結果、周辺領域で存在していたドリフト波と考えられる揺動が、中心領域での垂直フローシアーの増加に伴い抑制されるが、さらにシアー強度を増加させると再び揺動が励起されることが観測された。この時、垂直フローシアーの符号が負又は正のどちらの場合でもこの揺動は励起されており、これはケルビンヘルムホルツ不安定性に関係している揺動であると考えている。

以上、磁力線平行・垂直方向のフロー及びフローシアーを精密に制御した結果、ケルビンヘルムホルツ型、ドリフト型、イオン音波型などの各種低周波揺動を独立に区別して励起及び抑制することに成功した。講演では、これらのフローシアーと低周波揺動との関係を、理論的な計算結果と比較しながら、考察した結果を発表する予定である。

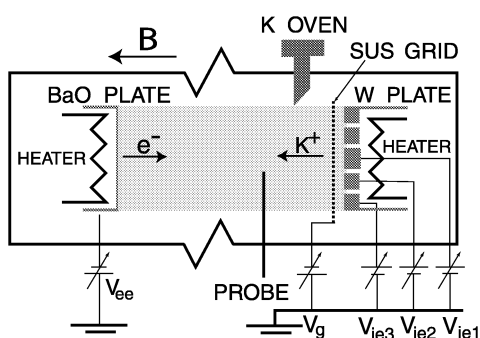


図1：平行方向フローシアー生成実験装置

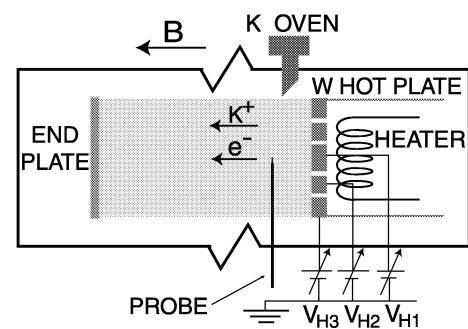


図2：垂直方向フローシアー生成実験装置