

## 23aB06 電子ビーム・プラズマ系におけるビームの自己捕捉現象

Beam-Self-Trapping Phenomena in an Electron-Beam-Plasma

竹田 剛、 山際 啓一郎  
静岡大理

TAKEDA Tsuyoshi and YAMAGIWA Keiichiro  
Faculty of Science, Shizuoka University

電子ビーム・プラズマ系で励起され、かつ、電子応答時間で発展をする波束は、初期の成長をする過程において、二流体不安定性の電子ビーム・モードの特徴とよく一致することが分かっている。しかし、この波束には、非線形現象を伴いやすく、特に、変調不安定性、粒子捕捉などの議論が必要である。粒子捕捉現象では、位相空間でホール（あるいは渦）が現れ、その速度半径が波の振幅に依存することが予想されている。我々は、この系の位相空間におけるビームの分布関数の観測を行い、その広がり幅と波束の振幅の間に相関性が見られることをその証拠として報告した[1]。しかし、このホールは、電子時間応答で発展をするため、観測が困難であった。本研究ではホールの発生から崩壊までを捕らえることができたので、これに関する報告を行う。

DC放電により生成されるアルゴン・プラズマは、永久磁石によるフルライン・カスプ磁場により高い閉じ込めが行われている。プラズマへ入射される電子ビームは、コイルからの軸方向磁場によりほぼ一次元的に振舞う。励起される波束は、同軸プローブを用いて、ポテンシャルの揺らぎとして観測される。エネルギー・アナライザーのビーム電流は、2つに分離されて低周波と高周波の帯域のアンプを介してそれぞれ観測され、その後、これらの数値データをPC上で合成および計算することで、電子応答時間で発展するビームの位相空間の分布関数が得られる。

観測された波束は、成長と飽和の発展過程から成っていた。前者の発展過程においては、波束が電子ビーム・モードの特徴を持っていたが、これまで報告されているような変調不安定性は現れなかった。また、位相空間上では複数のホールが現れ、それらの速度半径は徐々に増大していた。このときの波束とホールは、ほとんど同位相で発展し、かつ、ホールの速度半径は、それに対応する波束の振幅に依存していた。このことは、理論的に予想される捕捉の依存関係式と一致していたため、ビーム電子がビーム波のポテンシャル井戸に自己捕捉されることを証明している。このとき見積もられるバウンス周波数は、波束の時間成長率よりも小さかった。一方、後者の発展過程においては、ホールの形状が崩れ、ビーム電子の散乱を示していた。以上の結果は、自己捕捉されたビーム電子は、波束の成長過程において、ポテンシャル障壁の増大により脱捕捉が困難であり、飽和過程において、波エネルギーの奪取により脱捕捉が可能となることを示唆している。電子ビーム・プラズマ系における自己捕捉現象は、変調不安定性よりも支配的な非線形現象であるようだ。

- [1] TAKEDA T. and YAMAGIWA K., J. Plasma Fusion Res. **79** (2003) 323;  
*ITC-13*, J. Plasma Fusion Res. SERIES 6 (2004) [accepted].