

核融合を実現する為にはプラズマを数 10 keV(数億度)以上の高温に加熱して、 1m^3 当りの粒子の密度と閉じ込めている時間の積を 10^{21} 個・秒以上にする必要がある。プラズマ閉じ込めの方法としては、磁場を使ったものが一般的かつ有力である。

2 個の円形コイルを並べて同方向に電流を流すと、コイル近くでは強く、コイル間では弱くなっている磁場配位が形成され、これを単純ミラー磁場と呼ぶ。また、ベースボール形のコイルに電流を流すと、中心部で最も弱く、外側のどの方向にも強度が増していく磁場分布が形成され、これを極小ミラー磁場と呼ぶ。両者とも、最も基本的なプラズマ閉じ込めの磁場構造だが、プラズマの端損失が大きく、経済性の高い核融合炉を考えた場合もう一步の工夫が必要である。

この閉じ込め改善策として考え出されたのが、プラズマを電位の壁で閉じ込めるタンデムミラー方式である。即ち、ミラー磁場を直線的に並べ、両端のミラー部に高温高密度のプラズマを生成すると、中央ミラー部より高い正の電位が形成される。この電位の壁で中央ミラー部のプラズマを閉じ込める。この電位閉じ込めの原理は世界初のタンデムミラー装置 GAMMA6 で実証され、閉じ込め性能が改善された。タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA10 では、磁場によるプラズマ閉じ込めに加え、電子サイクロトロン加熱 (ECH) を行うことによって閉じ込め電位及びサーマルバリア電位を形成して、プラズマ閉じ込め性能を著しく向上させている。

GNBP 法 (金の中性粒子を用いたビームプローブ法) は、ビームをプラズマ中に入射して、プラズマ内で相互作用して外に出てきたビームを測定することによって電位、密度等のプラズマの物理量を求める計測方法である。筑波大学プラズマ研究センターのビームプローブ装置では、金の負イオンを加速する方法が用いられている。加速されたイオンビームは偏向電極板間に発生させた電場によってビームの方向を変化させる。その後、中性化セル内で水素ガスによって中性化される。セントラル部ビームプローブ装置では、入射されるビームのエネルギーを変化させることによって入射方向のイオン化点を制御することができ、ビーム偏向電極板 (ディフレクター) 間の電場の大きさを変化させることによってイオンビームの入射角度を径方向に変化させることができる。これによってプラズマ断面の 2 次元的な電位分布の測定が可能である。

近年、電場シアーが閉じ込めを改善することが発見されて以来、電場シアーと閉じ込めの改善に関する研究が注目されるようになった。磁場閉じ込め方式のプラズマ実験装置では、高温のプラズマを磁場の力で閉じ込めている。プラズマの膨張する力と磁場の抑えつける力が釣りあって平衡状態になっているが、プラズマ中に小さな擾乱が生じると大きく成長することがある。このような不安定性に関連した揺動現象は閉じ込めを劣化させたり、あるいは大振幅の揺動はプラズマを崩壊に導くこともある。GNBP 法では主にプラズマ中の電位を計測している。そこから径方向電場シアーと電位揺動を解析し、両者の関連性を研究している。