

# タンデムミラーにおける捕捉、損失イオンの計測

宮田 良明、小島 有志 筑波大学プラズマ研究センター

## タンデムミラー GAMMA 10

タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA 10 では、粒子の速度空間内に必然的に存在する損失領域を減少させるためにプラグ部に正電位(プラグ電位)を形成し、プラグ電位で反射するプラグポテンシャル(PP)バウンスイオンを発生させてイオンの閉じ込めを向上させている。さらに、セントラル部とプラグ部の間に低い電位(サーマルバリア電位)を形成することで、セントラル部からプラグ部へ流入する電子を減少させ、プラグ部の効率的な電位形成を実現している。他方、ミラープラズマのMHD安定化を目的とし、タンデムミラー磁場配位には通常、非軸対称磁場を持つ、アンカー部を含んでいる。

## バウンスイオン

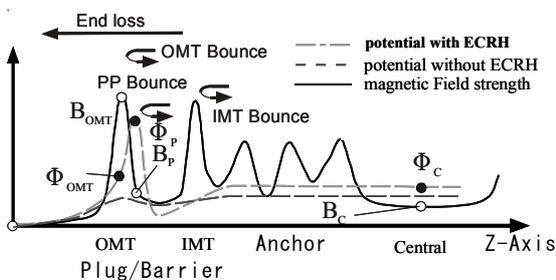
タンデムミラーでは強磁場によるミラー閉じ込めに加え、プラズマ両端部近傍に生成された電位による閉じ込めを行っている。プラグ電位により跳ね返され、電位捕捉されるイオンをPPバウンスイオン、プラグ/バリア部の内側ミラーズロート(IMT)、及び外側ミラーズロート(OMT)の強磁場により反射されるイオンを各々IMTバウンスイオン、OMTバウンスイオンと呼ぶ。軸方向閉じ込めの向上に対し、高閉じ込め電位形成が必要とされ、PPバウンスイオンの量が注目されるようになった。バウンスイオンはタンデムミラープラズマの両端部間をバウンスし、その通過路における揺動や非軸対称磁場配位のアンカー部を含めた長い通過路における径方向電位分布の影響を受け、各バウンスイオンの存在量は径方向輸送に強く関連する。

## 荷電交換バウンスイオン測定器(CX-BIA)

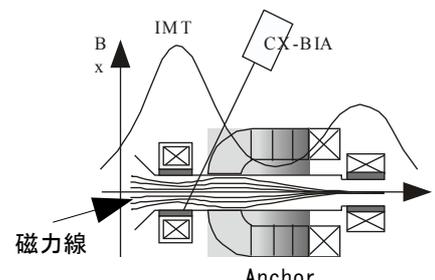
本研究ではPP、IMT、及びOMTの各バウンスイオンに注目し、平衡状態からの微小変位として径方向電位分布の変化に対する挙動について案内中心近似計算を用いた軌道計算より検討した。径方向電位分布形状変化によりバウンスイオンの径方向輸送に起因する端損失イオンへの移行が示された。実際に、GAMMA 10における径方向電位分布と揺動によるバウンスイオンの端損失イオンへの移行へのメカニズムを検討するため、プラグ/バリア部内側ミラーズロート(IMT部)に設置した荷電交換バウンスイオン測定器(CX-BIA)を使用してバウンスイオンの直接計測を行った。CX-BIAは軸方向に対して角度を持って取り付けられており、ピッチ角と同時にエネルギーを分析することが可能で、軸方向との角度を変化させることにより各バウンスイオンを測定することが可能である。その結果、強磁場により捕捉されたIMTバウンスイオン、OMTバウンスイオンや、高電位に捕捉されたPPバウンスイオンの測定に成功した。

## 閉じ込め改善実験

今回、CX-BIAにおいて直接測定された各バウンスイオン量と、端損失イオン測定器(ELEGA)により測定された装置端部に流出してくる端損失イオン量の比較を行うことにより、バウンスイオンを用いた閉じ込め改善現象の検討を行う。バウンスイオンと端損失イオンの比較を行った結果、閉じ込め改善に伴う、イオン量の上昇を直接観測した。



GAMMA 10の磁場、及び電位の概念図



荷電交換バウンスイオン測定器 (CX-BIA) の概念図