

ダイバータ付きタンデムミラーにおける rigid モードの安定性解析

筑波大学プラズマ研究センター

八木 厚太郎

現在筑波大学プラズマ研究センターではタンデムミラー型実験装置 GAMMA10 を用いてプラズマ閉じ込めの実験を行っている。GAMMA10 では軸対称ミラーと非軸対称ミラーを組み合わせることで巨視的安定性の確保を図っているが、非軸対称磁場配位はプラズマの径方向損失を増大させる効果があるため GAMMA10 に軸対称であるダイバータ磁場配位を導入する計画がある。図 1 はダイバータ導入前と導入後の磁力線の模式図である。

そこでダイバータ磁場配位導入に伴う安定性確保に必要な圧力分布を調べるため近軸近似を用いて rigid モードの安定性解析を行い、ダイバータ磁場配位導入前と導入後の圧力境界を計算し比較・考察した。

図 2 はダイバータ付き GAMMA10 における計算結果である。(a) は近軸近似を用いて磁力線の式を $x = \sigma(z)x_0, y = \tau(z)y_0$ と記述したときの σ と τ の z 方向の分布である。ただし x_0, y_0 は $z = 0$ での磁力線の座標である。(b) この磁力線上の磁力線曲率の z 方向の分布であり、図からダイバータ部では $\kappa_{\psi} < 0$ の安定性確保に対し悪い曲率をもっていることがわかる。(c) は用いた圧力分布のモデルである。本研究ではセントラル部ではマクスウェル分布を仮定し圧力は軸方向に一定であり、アンカー部とダイバータ部は粒子を捕捉するため磁場強度が極小値をもつ位置で圧力がピークをもつよう仮定した。(d) はセントラル部の β 値を 0.01 としたときの安定性境界の計算結果である。 β 値は $\beta = \frac{p_{\perp} + p_{\parallel}}{B_C / 8\pi}$ で定義した (B_C はセントラル部における磁場強度)。

安定性境界は $\beta_C = 0.01$ から 0.05 まで計算した。計算結果からダイバータ磁場配位は近軸傍では安定性確保に対して悪い曲率をもっており、ダイバータ部に対して、アンカー部ではおよそ 15 から 30 倍程度の圧力が必要となることがわかった。

本研究の今後の展望として近軸でない良い磁力線曲率をもったセパトリック近傍を含む領域での安定性解析。また今回安定性境界を求めるときに用いたアンカー部圧力の軸方向分布とダイバータ部圧力の軸方向分布は同じと仮定したが、これらは実験的には別々に制御できる。従ってその軸方向分布依存性をアンカー部とダイバータ部で独立に変えた時の安定性境界の計算などを考えている。

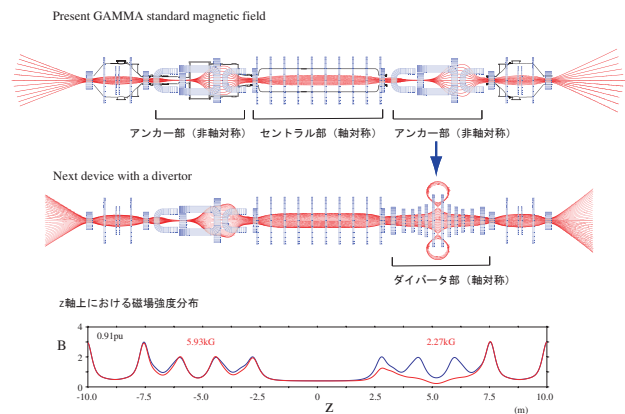


図 1 現在の GAMMA10 とダイバータ付き GAMMA10 の磁力線の様子

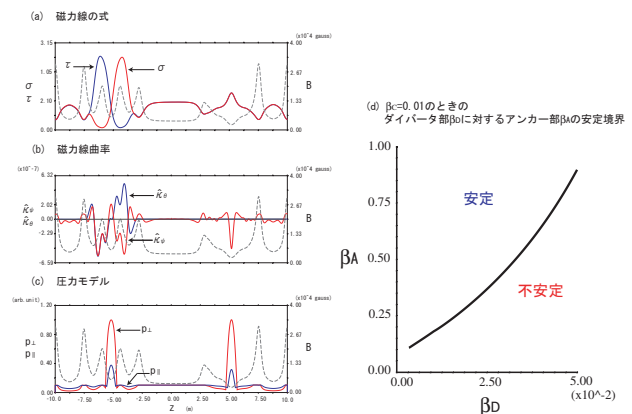


図 2 ダイバータ付き GAMMA10 における計算結果