

GAMMA10 アンカー部磁場配位の最適化に関する研究

Study of constrained optimization for magnetic field in the GAMMA10 anchor region

○名取 尊良, 中嶋 洋輔, 川崎 陽子, 小林 進二, 石本 祐樹, 片沼 伊佐夫, 網中 洋明, 石貫 英一
織戸 公成, 加藤 達也, 深沢 崇浩, 渡辺 一浩, 谷津 潔
筑波大学プラズマ研究センター

タンデムミラー型閉じ込め装置である GAMMA10 の磁場配位は、セントラル部で真円である磁束管が、アンカー部内側変換部および外側変換部では長軸と短軸の比（楕円率）が 50 程度に扁平した楕円形の磁束管になる。このため、磁力線に対して垂直な方向へのプラズマ損失の可能性が考えられている。その理由として、アンカー部に設置した可動式静電プローブの飽和電流分布の結果によると、長軸に対して周辺プラズマが非対称な分布になっていることから径方向損失の要因として考えられる。

本研究の目的は、極小磁場コイル系（AB 系、RT 系、RB 系）の電流値を従来の値から変更することにより、アンカー部内側変換部・外側変換部の楕円率が 45~20 程度になるような磁場配位を形成する極小磁場コイル系電流値の最適化条件を探ることである。また、単一粒子の軌道計算から、楕円率を通常時よりも小さくした場合の粒子の振る舞いについての解析を行う。

新磁場配位を計算するにあたり、磁場はいくつかの条件を満たす必要がある。その条件を下記に示す。

条件 1：セントラル部で真円であった磁束管が、アンカー部中央およびプラグ部中央において再び円形になること。（再円形化条件）

条件 2：再円形化条件下でアンカー内側変換部および外側変換部の長軸と短軸の比（楕円率）を 45~20 程度にすること。

条件 3：再円形化条件下でアンカー ICRF1 の高周波がアンカー中央部まで伝播すること。

条件 4：再円形化条件下で ICRF1（イオンサイクロトロン）共鳴層が閉じた等磁場強度線上にあること。

上記の条件を満たす極小磁場コイル系電流の最適値を探ったところ、条件 1 である再円形化条件下（図 1）において、条件 2~4 を満たす AB 系、RT 系 RB 系の電流値が広範囲に存在する事がわかった。（図 2）

次に、上記の条件を満たす電流値において、アンカー部中央からセントラル部およびプラグ・バリア部方向へ流出する単一粒子の粒子軌道計算を行い、アンカー内側変換部および外側変換部で長軸に対する旋回中心の非対称性について解析を行った。その結果、楕円率を低減することによって、非対称性は改善される傾向が見られた。（図 3）さらに、アンカー部全体における非対称性を詳細に解析した結果も講演時に議論する。

図 1 再円形化条件

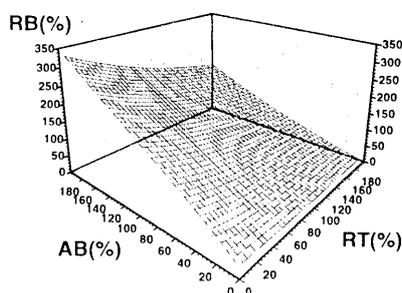


図 2 条件検索結果

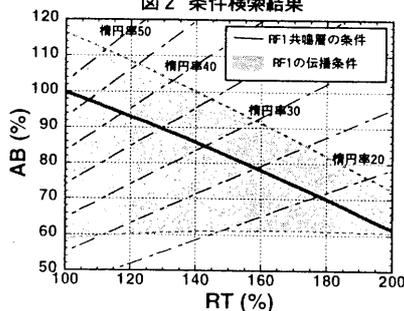
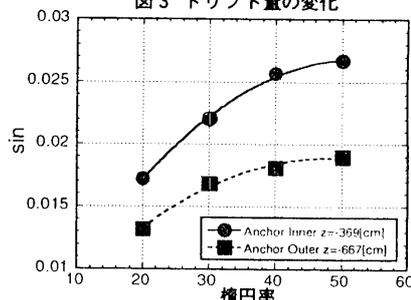


図 3 ドリフト量の変化



GAMMA10 における低周波磁場揺動の解析 II

Analysis of Low Magnetic Frequency Fluctuations in the GAMMA10 Tandem Mirror

角谷清臣, 市村真, 田中覚, 中村基征, 竿崎宗春, 太田百合子, 川端敏毅, 及川正崇,
加納英和, 西原伸太郎, 徳本公平, 辻智之, 北条仁士, 谷津潔,
筑波大学プラズマ研究センター

タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置 GAMMA10 において、プラズマに入射する高周波の加熱電力を増加させたときに、プラズマの蓄積エネルギーに相当する反磁性量の上昇が飽和する現象が観測されている。この原因の一つとしてプラズマ中に励起される不安定性が考えられ、これまでにドリフトタイプとフルードタイプの低周波密度揺動、高周波磁場揺動である AIC モードの影響について考察されてきた。

本研究では、外部から印加する加熱用高周波とプラズマ中に自発的に励起される AIC モードの差周波数領域に観測される磁場揺動が反磁性量の飽和時に特に強く観測されることに着目した。この磁場揺動と加熱用高周波、AIC モードとの関連について調べ、反磁性量飽和の知見を得ることを目的としている。

磁気プローブの信号周波数スペクトルを図 1 に示す。2MHz 以下の周波数帯に観測される揺動のピークは加熱用高周波と AIC モードの差周波数であることがこれまでの研究で分かっている。最も大きい 690kHz のピークは、反磁性量が飽和する時間帯に強度が最大になる。このモードと AIC モードの強度の時間変化と反時性量の時間変化を図 2 に示す。AIC モードと同じ時間帯に出現し、異なる時間帯でピークを持つことが分かる。加熱電力の上昇とともにその強度も大きくなり、反磁性量が高いときに強度は急激に増大する(図 3)。

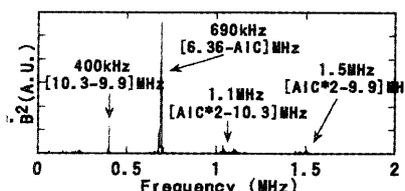


図 1 観測された周波数スペクトル

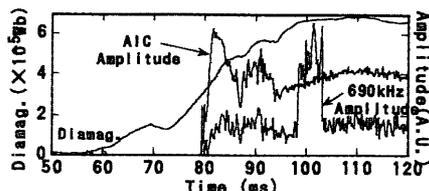


図 2 反磁性量と強度の時間変化

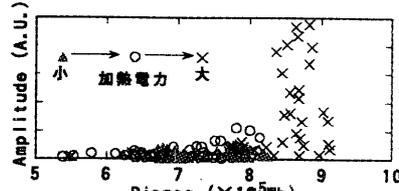


図 3 反磁性量とセントラル部加熱電力依存性