

論文審査の結果の要旨

氏名 板垣 宏知

本論文は「Studies of stabilization technique for field-reversed configuration by using magnetized plasmoid injection (磁化プラズモイド入射による磁場反転配位プラズマの安定化手法に関する研究)」と題し、高ベータ磁場反転配位 (FRC) プラズマにおける楕円変形を伴う回転不安定性を抑制するために、磁化同軸プラズマガン (MCPG) を用いたプラズモイド入射手法を提案し、その効果を実験的に検証したものである。入射されるプラズモイドは、ガン放電電圧とバイアスコイル電流によって決定されるトロイダル磁束とポロイダル磁束を有しているが、これを主プラズマの両側から入射することによって、軸方向シフトの抑制およびトロイダル磁束／ポロイダル磁束それぞれの安定化への寄与の差別化が実現され、FRC プラズマの自発回転メカニズムの解明とその抑制手段の実現につながる重要な実験結果を得た。

本論文は全8章からなり、第1章は「Introduction (序論)」と題し、FRC 実験研究の現状と回転不安定性抑制の必要性について簡潔に説明されたのちに、研究目的の設定と論文の全体構成が述べられている。第2章は「Rotational instability in FRC (FRC における回転不安定性)」と題し、FRC の放電時間を制限する代表的な不安定性である回転不安定性について、楕円変形開始の条件と自発回転をもたらすと考えられる3つのメカニズムについてレビューされている。第3章は「Experimental Setup (実験装置)」と題し、本研究で用いられた NUCTE-III 装置の概要、計測装置の詳細とプラズマパラメータ導出のための各種関係式が記述されている。第4章は「Development and performance of MCPG (MCPG の開発と性能)」と題し、MCPG 装置の概要とプラズマガンによって入射されるヘリシティの定義式が示されたのちに、予備実験装置において性能評価を行った結果として、生成されたプラズモイドのパラメータと、放電条件に対する依存性が示されている。第5章は「Results from single plasmoid injection experiment (片側プラズモイド入射実験結果)」と題し、主プラズマに対して片側からのみプラズモイド入射を実施した場合の実験結果について記されている。このケースでは実験結果の再現性が非常に悪く、その原因として片側から入射することによって主プラズマが軸方向に移動することによって閉じ込めの劣化が発生している可能性が指摘された。ただし、プラズモイド入射が回転不安定性の抑制効果を発揮するケースもみられたため、主プラズマの軸方向移動を抑制する意味を含めて、次章で述べられる両側入射が必要であることが示された。第6章は「Results from double side injection experiment (両側プラズモイド入射実験結果)」と題し、主プラズマの両側からプラズモイドを入射した場合の実験結果が

示されている。両側入射の場合には再現性良く回転不安定性の抑制が実現され、その効果は両側のプラズモイドのトロイダル磁束が打ち消し合うようなケースの方が顕著であることが示されている。また、プラズモイド入射により主プラズマのポロイダル磁束が増加する傾向があることも示されている。第7章は「Discussion (考察)」と題し、分光計測による主プラズマ回転速度計測に基づくプラズモイド入射効果および自発回転機構についての議論が行われており、プラズモイド入射が主プラズマコア部分の回転速度増加を抑制していることが示されている。第8章は「Conclusion (結論)」であり、本論文で得られた結論がまとめられている。

以上を要するに、本研究で提案された両側プラズモイド入射法によって、閉じ込め性能を劣化させることなしに FRC プラズマの回転不安定性を緩和することに成功し、その要因が主としてポロイダル磁束注入による FRC コア部分の回転抑制にあること、提案手法が FRC プラズマの自発回転メカニズムの解明とその抑制、さらには磁束維持法の開発につながる有効な手段であることを明らかにした。プラズマ理工学、核融合工学への貢献が大きく、博士(科学)の学位請求論文として合格と認められる。

以上1824字