

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19360419

研究課題名（和文）トロイダルプラズマにおける共鳴磁場の巨視的不安定性に与える影響

研究課題名（英文）Effect of Resonant Magnetic Field on Macroscopic Instability in Toroidal Plasmas

研究代表者

榊原 悟 (SAKAKIBARA SATORU)

核融合科学研究所・大型ヘリカル研究部・准教授

研究者番号：90280594

研究代表者の専門分野：核融合学、プラズマ理工学

科研費の分科・細目：総合工学・核融合学

キーワード：トロイダルプラズマ、磁気島、共鳴磁場、MHD安定性、交換型モード

1. 研究計画の概要

磁場閉じ込め装置において、プラズマの高ベータ化は、経済的な炉を実現する上で必要不可欠である。しかしながら、プラズマ中に発生した巨視的不安定性がプラズマの高ベータ化を制限するため、その特性の理解、及び制御法確立に向けた実験が世界各国で推進されている。また、高圧力プラズマの平衡状態を定常維持するための閉じ込め磁気面の確保は必須であり、安定した炉運転の観点から工学的にも重要な課題である。磁気面は、不整磁場やベータ値上昇に伴う平衡電流の存在により乱れが発生し、その磁場フーリエ成分に共鳴した構造（磁気島）が発生する。本研究では、このような磁場構造の乱れと、プラズマ圧力に起因する交換型モードとの関係について明らかにするものである。

2. 研究の進捗状況

通常の高磁気シア配位では、長波長の抵抗性交換型不安定性が高ベータプラズマ中に発現し、閉じ込めを劣化させる現象が観測されている。摂動磁場を適度に加えることにより圧力勾配を維持したまま本モードを安定化することが可能であることを実証した。また、磁気シアの低下に伴い、本モードの回転が停止し、非回転モードとして現れる。このモードが誤差磁場に起因したものであることを明らかにし、摂動磁場を加えることにより安定化できること、また、各磁気シア配位においてモードが発現する領域を明らかにした。これまでは静的な摂動磁場をプラズマ中に印加していたが、平成21年度より実時間で摂動磁場強度を変化させ、プラズマおよびMHDモードの応答を詳細に調べ、より精度の

高い安定/不安定化条件を明らかにした。

3. 現在までの達成度

①ほぼ計画通りに進んでいる
摂動磁場のMHDモードに対する影響については、ほぼ明らかになりつつある。残念ながら当初予定していた電子ビームを用いた誤差磁場の定量的評価は実験スケジュールの都合上敵わなかったが、以前に行った実験結果に加えて、低ベータ領域において摂動磁場に対するプラズマの応答（磁場構造を反映した電子温度分布形状など）を評価することにより、異なる磁気シア配位における誤差磁場の評価が可能となった。

4. 今後の研究の推進方策

今後は磁気レイノルズ数、衝突性等の異なるプラズマにおいて抵抗性モードと摂動磁場の相互作用について実験研究を進める。また、トカマク等のデータと比較、検討を進めることにより、MHDモードに対する総合的理解を進める。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計2件）

- ① S.Sakakibara, K.Y.Watanabe, H.Yamada, S.Ohdachi, Y.Suzuki, H.Funaba, Y.Narushima, F.Watanabe, K.Toi, K.Ida, I.Yamada, K.Narihara, K.Tanaka, T.Tokuzawa, LHD Experimental Group, "Configuration Dependence of Pressure Driven Modes in Heliotron Plasmas", Proceedings of 17th International Toki Conference,

P1-049, (2007) 1-4、査読無

- ② S.Sakakibara, K.Y.Watanabe, Y.Suzuki, Y.Narushima, S.Ohdachi, N.Nakajima, F.Watanabe, L.Garcia, A.Weller, K.Toi, I.Yamada, K.Tanaka, T.Tokuzawa, K.Ida, H.Yamada, A. Komori, O.Motojima, LHD Experimental Group,” MHD study of the reactor-relevant high-beta regime in the Large Helical Device”, Plasma Physics and Controlled Fusion 50 (2008) 12014-1~10、査読有

〔学会発表〕 (計 6 件)

- ① 榑原 悟, 渡邊清政, 山田弘司, 鈴木康浩, 大館 暁, 舟場久芳, 成嶋吉朗, 東井和夫, 田中謙治, 徳沢季彦, 山田一博, 成原一途, 居田克己, 小森彰夫, LHD 実験グループ,”ヘリオトロン配位における安定性特性”, 第 24 回プラズマ・核融合学会年会、2007 年 11 月 27 日、イーグレ姫路
- ② S.Sakakibara, K.Y.Watanabe, H.Yamada, S.Ohdachi, Y.Suzuki, H.Funaba, Y. Narushima, F.Watanabe, K.Toi, K.Ida, I.Yamada, K.Narihara, K.Tanaka, T.Tokuzawa,”Study of Reactor-relevant high-beta regime in the Large Helical Device”, 第 35 回プラズマ物理に関する欧州物理学会年会、2008 年 6 月 9-13 日、ギリシャ、クレタマリス会議場、招待講演
- ③ 榑原 悟, 大館 暁, 渡邊清政, 鈴木康浩, 成嶋吉朗, 舟場久芳, 東井和夫, 山田一博, 成原一途, 田中謙治, 居田克己, 山田弘司, LHD 実験グループ,”大型ヘリカル装置における高ベータプラズマ生成”, 第 7 回エネルギー連合講演会、2008 年 6 月 19-21 日、青森市民ホール
- ④ 榑原 悟, 渡邊清政, 大館 暁, 成嶋吉朗, 鈴木康浩, ヴェラー・アルトア, 山田弘司, 山本 聡,”ステラレータ/ヘリオトロンにおける MHD データベース”, 第 25 回プラズマ・核融合学会年会、2008 年 12 月 2-5 日、栃木県総合文化センター
- ⑤ S.Sakakibara, K.Y.Watanabe, H.Yamada, Y.Suzuki, Y.Narushima, S.Ohdachi, K Toi, F.Watanabe, K.Narihara, I.Yamada, K.Tanaka, T.Tokuzawa, K.Ida, A.Komori, LHD Experimental Group,” Effect of external magnetic perturbation on MHD characteristics in the Large Helical Device”, 第 18 回国際土岐会議、2008 年 12 月 9-12 日、セラトピア土岐
- ⑥ 榑原 悟, 大館 暁, 渡邊清政, 鈴木康浩, 成嶋吉朗, 山田弘司, LHD 実験グループ,”LHD における高ベータプラズマの磁気軸制御”, 第 26 回プラズマ・核融合学会年会、2009 年 12 月 1-4 日、京都国際交流会館

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕
○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕