

平成 21 年 4 月 27 日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2006～2009

課題番号：18360445

研究課題名 (和文) 高ベータヘリカルプラズマにおけるビーム圧力のMHD平衡、安定性に対する影響

研究課題名 (英文) Effects of beam pressure on the MHD equilibria and stabilities in high beta helical plasmas

研究代表者

渡辺 清政 (WATANABE KIYOMASA)

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：00249963

研究分野：工学

科研費の分科・細目：核融合学

キーワード：プラズマ・核融合、ビーム圧力、MHD 平衡・安定性、ヘリカル、磁場閉じ込め、非等方圧力

## 1. 研究計画の概要

(1) 高ベータのヘリカルプラズマ中の高速イオンの速度分布関数評価コードを開発し、接線入射 NBI プラズマの圧力非等方度、ビーム圧力分布の理論的予測手法を確立する。この手法は、ヘリカルプラズマで重要と考えられる再突入粒子の影響を評価できるものとする。(2) 高速イオンの速度分布関数評価コードの妥当性を再突入粒子プローブを使って検証する。そのために、再突入粒子プローブの設計、製作、LHD への設置、データ収集を行えるようにする。(3) 高速イオンの速度分布関数評価コードの妥当性を分光計測結果を用いて検証する。(4) 圧力非等方度とシャフラノフシフトや圧力分布等のパラメータ依存性を実験的に収集し、圧力非等方度の MHD 平衡に与える影響を調べる。(5) (2),(3) で検証された(1)の結果を非等方度圧力に対応した既存の MHD 平衡解析コードに適用し、圧力非等方プラズマの MHD 安定性解析を行い、理論予測を不安定性の計測結果と比較する。

## 2. 研究の進捗状況

(1) 再突入粒子の影響を評価できる高ベータのヘリカルプラズマ中の高速イオンの速度分布関数評価コードの開発を完了した。(2) 再突入粒子プローブの設計、製作、LHD への設置を完了し、データが収集されている。(3) 分光計測により、圧力非等方度を示すと思われる計測結果を得ている。(4) (1)の結果に基づく圧力非等方度の解析的な MHD 平衡

モデルの予測する磁気軸シフトの大きさに代表される MHD 平衡特性と計測結果を比較し、ほぼ矛盾のない結果を得た。

## 3. 現在までの達成度

一部を除き、当初の計画通りに進展している。(理由) 再突入粒子プローブによる、粒子フラックスの計測精度が十分でなく、高速イオンの速度分布関数評価コードの妥当性の検証が十分でないため。

## 4. 今後の研究の推進方策

「再突入粒子プローブの改良による粒子フラックスの計測精度の向上対策」と「圧力非等方 MHD 平衡計算手法の高度化と磁気計測、分布計測と組み合わせた圧力非等方度の評価方法の確立」により、圧力非等方度の評価手法の確立に重点をおき、実験的な観点から MHD 平衡特性(磁気軸シフトの大きさ)や MHD 安定性(到達可能圧力勾配や磁場揺動強度)に対する圧力非等方度の影響をまとめ、今後の展開(理論予測との比較等)に備える。

## 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 5 件)

① Ryouzuke SEKI, Yutaka MATSUMOTO, Yasuhiro SUZUKI, Kiyomasa WATANABE and Masafumi ITAGAKI, "Particle Orbit Analysis in the Finite Beta Plasma of the Large Helical

Device using Real Coordinates, Plasma and Fusion Research, 3 巻, 016\_1-9, 平成 20 年(2008), 査読有.

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 and the LHD Experimental Group, "MHD study of the reactor-relevant high-beta regime in the Large Helical Device, Plasma Phys. Control. Fusion, 50 巻, 124014\_1-10, 平成 20 年(2008), 査読有.

③ K. Nagaoka, M. Isobe, K. Toi, K. Goto, T. Ito, Y. Todo, M. Osakabe, S. Ohshima, A. Shimizu, A. Fujisawa, H. Nakano, Y. Takeiri, K.Y. Watanabe, T. Akiyama, Y. Yoshimura, C. Suzuki, S. Nishimura, K. Matsuoka, S. Okamura and the CHS experimental group, "Local observations of fast ion responses to energetic particle modes using a directional probe in the Compact Helical System (CHS), Nucl. Fusion, 48 巻, 084005\_1-9, 平成 20 年(2008), 査読有.

④ Hisamichi FUNABA, Kiyomasa WATANABE, Sadayoshi MURAKAMI, Satoru SAKAKIBARA, Hiroshi YAMADA, Kazumichi NARIHARA, Ichihiko YAMADA, Kenji TANAKA, Tokihiko TOKUZAWA, Masaki OSAKABE, Junichi MIYAZAWA, Masayuki YOKOYAMA, Kazuo KAWAHATA and the LHD Experimental Group, "Configuration Effects on Local Transport in High-Beta LHD Plasmas", Plasma and Fusion Research, 3 巻, 022\_1-11 平成 20 年(2008), 査読有

⑤ K Y Watanabe, Y Suzuki, T Yamaguchi, K Narihara, K Tanaka, T Tokuzawa, I Yamada, S Sakakibara, Y Narushima, T Morisaki, N Nakajima, H Yamada, K Kawahata and the LHD Experimental Group, "Change of plasma boundaries due to beta in heliotron plasma with helical divertor configuration", Plasma Phys. Control. Fusion, 49 巻, 605-618, 平成 19 年(2007), 査読有.

[学会発表] (計 5 件)

① 渡邊 清政, "LHD における圧力非等方度の MHD 平衡への影響", プラズマ・核融合学会年会, 2007 年 11 月 27 日, イーグレ姫路.

② K.Y.Watanabe, "Confinement study on the reactor relevant high beta LHD plasmas", Joint Conference of 17th International Toki Conference and 16th International Stellarator/Heliotron Workshop, 2007 年 10 月 18 日, セラトピア土岐.

③ 永岡 賢二, "方向性プローブ法を用いた高速イオンの定量的評価法", 日本物理学会 2007 年秋季大会, 2007 年 9 月 24 日, 北海道大学.

④ 後藤 基志, "LHD におけるライマンアルファ

線のプロファイル計測", 日本物理学会 第 63 回 年次大会, 2008 年 3 月 26 日, 近畿大学.

⑤ K.Y.Watanabe, "Confinement properties of the LHD configuration achieving the highest beta value", 第 14 回 International Congress on Plasma Physics 2008, 2008/9/11, 福岡国際会議場.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]