

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月10日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22360390

研究課題名（和文） 球状RFPにおけるヘリカル配位への遷移とプラズマ閉じ込めの高性能化

研究課題名（英文） Transition to helical RFP states and associated confinement improvement in a spherical RFP

研究代表者

政宗 貞男 (MASAMUNE SADA0)

京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授

研究者番号：00157182

研究成果の概要（和文）：

球状 RFP ではヘリカル配位に遷移する確率が高いことを明らかにした。このヘリカル RFP 配位で磁気計測と軟 X 線イメージング計測を実施し、高温/高密度のヘリカルコアの存在と電子エネルギー輸送障壁に対応する放射強度分布の勾配形成を確認した。さらに  $m/n=1/2$  キンク不安定性 (RWM) のフィードバック安定化により、放電時間を 50%以上伸長させた。トムソン散乱電子温度測定により、 $I_p \sim 120\text{kA}$  で  $\sim 200\text{eV}$ 、電子ベータ値が 10%程度の RFP プラズマ生成を確認した。電子系に関して RELAX の目標値を達成した。

研究成果の概要（英文）：

It has been confirmed from experimental results in RELAX that the quasi-single helicity (QSH) state can be achieved easily in low-aspect-ratio machine. Magnetic measurements and soft-X ray imaging diagnostics have revealed dense or high-temperature helical core with steep gradient in the SXR emissivity profile at the helical boundary which may suggest the electron thermal transport barrier in the QSH state. Feedback stabilization of the  $m/n=1/2$  kink mode (RWM) has resulted in improved discharge duration by  $\sim 50\%$  (from 2 ms to 3 ms). The Thomson scattering measurement has revealed that the central electron temperature reaches 200eV at  $I_p \sim 120\text{kA}$ , corresponding to the electron beta of  $\sim 10\%$ . The electron parameters have reached the designed values in the low-A RFP machine RELAX.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	7,300,000	2,190,000	9,490,000
2011年度	5,000,000	1,500,000	6,500,000
2012年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
年度			
総計	14,000,000	4,200,000	18,200,000

研究分野：核融合科学

科研費の分科・細目：総合工学・核融合学

キーワード：(1) プラズマ・核融合 (2) 自己組織化 (3) エネルギー全般

## 1. 研究開始当初の背景

低  $q$  トーラスプラズマの代表的磁場配位である逆磁場ピンチ (RFP) は、核融合炉心プラズマとしてコンパクトでベータ値の高いプラズマ閉じ込めの可能性をもつ。従来 RFP

では MHD 緩和と自己組織化が RFP を特徴づける重要な性質であり、その過程で MHD 不安定性の非線形相互作用の結果不可避免的に生じる磁気カオスが閉じ込め改善を妨げる原因と考えられてきた。近年アスペクト比

3-5の実験装置での研究が進展してRFPの閉じ込め改善の概念的な整理が進み、RFP研究は新しい段階を迎えた、すなわち、磁気カオスを回避するために、(i)電流分布制御によりすべてのモードの振幅を抑制する、(ii)モードのエネルギーを(極限的には)単一モードに集中させて、ヘリカル変形したプラズマ内部領域で磁気カオスを回避する、2つの極限状態(不安定性の波数空間におけるスペクトルの散逸と集中)の実現が有効であることが見出された。(i)の例として、パルスポロイダル電流駆動(PPCD)を利用したテアリングモードの安定化により30%に近いベータ値のkeV領域のプラズマをトカマクと同程度の閉じ込め時間で保持したMSTの成果があり、(ii)の例としてサドルコイル群を用いた磁気境界条件制御による抵抗性壁不安定性の完全安定化と、QSH概念の延長上にある単一ヘリカル軸RFP配位(Single Helical Axis, SHAx)の有効性を示したRFX-modの成果がある。これらの手法・現象はそれぞれ他の実験装置でも確認され、RFPに共通の新しい概念として確立された。これらの研究の進展は、ダイナモ機構の理解の進展や新しい緩和概念(非軸対称系への自己組織化)の提唱など物理的に重要な成果を伴っている。

本研究ではアスペクト比2(世界で最小の値)のRFP実験装置RELAXを用いて、同装置ですでに生成が確認されているヘリカル平衡(立体磁気軸)RFP配位を長時間維持し、閉じ込め改善の長時間化を実現して全ベータ値が20%を超えるプラズマを生成することを目標とする。ヘリカル平衡RFP配位への遷移条件を解明し、弱い外部磁場で100eV領域の高ベータプラズマを実現することは、緩和の物理解明とその応用という観点から非常に重要である。

## 2. 研究の目的

RELAXの初期実験におけるMHD現象に対する低アスペクト比の効果は第22回IAEA核融合エネルギー国際会議(2008年)において報告した。その後の磁気測定、関連計測の進展を受けて、アスペクト比2のRELAX装置におけるヘリカル平衡RFP配位を利用した高性能RFPプラズマを実現することが本研究の目的である。

RELAXにおいてはトロイダル磁場の反転が浅い場合に主要モードが成長しやすく、反転 $\sim 0$ でヘリカル平衡RFP配位(立体磁気軸配位)に遷移することが確かめられている。ヘリカル平衡RFP配位での磁気カオス回避を直接確認するために、軟X線ピンホールカメラを3次元計測に拡張して内部磁場分布のダイナミクスの解明を目指す。QSHへの遷移過程において異なるトロイダルモード数の間の非線形結合の重要性を調べるために、

バースペクトル解析の手法を適用して非線形モード結合過程に対するアスペクト比の効果을明らかにする。アスペクト比4のRFX-mod装置の解析も並行して進め、 $A=2$ (RELAX)および4(RFX-mod)の結果を比較検討して両者の類似点と相違点を明らかにすることを旨とする。

RELAXで壁の磁気境界条件のフィードバック制御により、閉じ込め特性の改善をはかり、プラズマ電流 $\sim 100\text{kA}$ で全(電子+イオン)ベータ値20%のプラズマ生成と閉じ込めを目指す。

RELAXは現在世界で唯一の低アスペクト比RFP装置である。軸上の $q$ 値をうまく選べば、最も内側のモード有界面と磁気軸の間に有界面のない平衡磁場分布を実現でき、主要モードに付随する磁気島が隣接磁気島と相互作用することなく大きく成長できる可能性がある。このようなRFP配位において抵抗性不安定性がどう成長し、従来の枠を超える緩和現象にどう影響するかを解明し、高性能RFPプラズマの実現を目指す試みは、実験装置の特色を生かした独創的な研究課題である。計測と制御を中心としたRFPコミュニティにおける国際協力も進めている。低アスペクト比配位における抵抗性不安定性の制御法を研究することはトカマクやSTとも共通する核融合プラズマの重要課題である。

## 3. 研究の方法

本研究は京都工芸繊維大学に既設の低アスペクト比RFP実験装置“RELAX”において実施した。特に軟X線イメージング計測器を2方向に設置し、磁気面構造の3次元計測法への拡張を試み、ヘリカル平衡RFP配位の磁気面構造(カオスか否か)を明らかにすることを試みた。サドルコイル群アクチュエータによる磁気的境界条件のフィードバック制御を行い、RWMの安定化をおこなった。

### ① 軟X線イメージング

RELAXで実現されるヘリカル平衡RFP配位において、磁気カオスを回避して(ヘリカル変形した)磁気面が形成されているかどうかを知るために、磁気面構造の3次元計測を試みた。高速度カメラ、MCPと蛍光板からなる軟X線ピンホールカメラをもとに、これまで開発及び原理実証実験を進めてきた軟X線イメージング計測器を1台増設した。接線ポートおよび垂直ポートを使って2方向から同時に軟X線撮像を行い、3次元画像解析を行って、ヘリカル平衡RFP配位における磁気面の構造を解明した。ショットごとではあるが、ヘリカル平衡RFP配位への遷移過程を追跡し、遷移過程のダイナミクスを明らかにした。

### ② 磁場揺動フーリエ解析

球状RFP配位においても、中心に近いモー

ド有理面をもつ  $m=1$  モードが主要モードである。  $m=2$  モードの振幅は  $m=1$  モードの  $1/2$  程度であり、したがって抵抗性 MHD モードに起因する壁の磁場境界条件の制御のためには、  $m=2$  モードの起源を明らかにする必要がある。 RELAX の周辺磁場揺動の解析を行い、  $m=2$  モードの励起は  $m=1$  モードの非線形結合よりもトロイダル効果が重要であることが示唆された。これをさらに詳細に調べるために、16 個の磁気プローブを用いたポロイダルアレイを新たに製作し、真空容器内に設置して磁場揺動を測定し、同様の解析を行った。

### ③ 磁場揺動非線形解析

ヘリカル平衡 RFP 配位への遷移過程において、トロイダルモード数の異なる  $m=1$  モードの非線形結合がどう関与するか、軸対称緩和過程とどう異なるのかを解明するために、24 個の磁気プローブを用いたポロイダルアレイを真空容器内に設置して周辺磁場揺動を測定し、バイスペクトル解析を適用してモード結合過程を調べ、低アスペクト比 RFP 配位の生成・維持に対する非線形モード結合の役割を明らかにした。さらに、ヘリカル平衡 RFP 配位への遷移過程における非線形モード結合の様子を解明した。

### ④ 電子系熱エネルギーの評価

ウィスコンシン大学との共同で電子温度測定用トムソン散乱測定システムを設計・製作して RELAX の中心電子温度を測定し、平衡再構成コードの拘束条件として利用するとともに、電子系熱エネルギーの評価を行った。

イオン系の計測機器の整備が遅れたため、当初計画していた多チャンネル分光測定システムの導入はできなかった。磁気カオスを伴わない、ラミナーダイナモ機構の存在の有無を知る手がかりを得られる可能性をもつ計測法であり、次年度以降の重要課題である。

### ⑤ RWM のフィードバック安定化

サドルコイルアレイを用いて、抵抗性壁の境界条件で運転されている RELAX 装置の壁面における磁場境界条件を制御し、RWM の安定化をはかった。RELAX 本体に取り付けたサドルコイルアレイを用いても磁氣的境界条件制御の実験を開始し、放電時間の 50% の伸長を実現した。

### ⑥ 共鳴摂動磁場による MHD 制御

摂動磁気島幅を変化させて主要モードである  $m=1/n=4$  テアリングモードの振幅がどう変化するか、磁場揺動のパワーが外部共鳴磁場と同じ構造をもつモードに集中するかどうかを調べるために、外部共鳴摂動磁場を利用してヘリカル平衡 RFP 配位への遷移をアシストできるかどうかを解明する。

磁場揺動のバイスペクトル解析および相関長さの評価から、共鳴摂動磁場と隣接モードとの相互作用（摂動磁気島と不安定性による磁気島の重なり）の程度を明らかにする。

これらの測定を軟 X 線イメージング計測と同時に、内部磁場構造に対する摂動磁気島の効果を明らかにする。さらに、摂動磁気島から磁気島の成長、磁気リコネクションによる軸対称磁気軸の排除を経てヘリカル平衡 RFP 配位の形成へと至る過程を詳細に調べる。（これは現在考えているヘリカル平衡 RFP 配位の生成過程である。）

以上の方法のうち⑥は研究期間内に結果を得るに至らなかった。ハードウェアはすべて整っており、次年度以降実験を進める。

## 4. 研究成果

低アスペクト比 RFP では、従来のアスペクト比の RFP 装置に比べて準単一ヘリシティ（Quasi-Single Helicity, QSH）状態に遷移する確率が高いことを実験的に明らかにした。この QSH のヘリカル構造は、中心に最も近いモード有理面の構造と一致する。ヘリカル RFP 配位において磁気計測と軟 X 線イメージング計測を実施し、高温または高密度のヘリカルコアが存在すること、およびヘリカルコアと周囲の軸対称磁場構造の境界付近に軟 X 線放射強度分布の勾配が存在することを確認した。この勾配は電子エネルギー輸送障壁に対応する。以上の実験結果を、核融合科学研究所で開発された MIPS コードを用いた 3 次元 MHD シミュレーションの結果と比較・検討した。シミュレーションでは内部共鳴抵抗性モードの成長とそれに伴う磁気リコネクションによりヘリカル配位が形成される場合と、内部非共鳴キंकモードの成長により磁気面形状のヘリカル変形が起こる場合があることがわかった。ヘリカルコア内部の圧力分布は平坦である（実験結果と傾向は一致）ので、いずれの場合も磁力線構造は隣接モードの影響を受けてストキャスティックになっていることを明らかにした。

RFP プラズマの MHD 不安定性制御のためのフィードバック制御装置を製作し、 $m/n=1/2$  キंक不安定性（抵抗性壁モード、RWM）に絞って安定化実験を行った。RFP 放電の持続時間を 50% 以上伸長させることができた。

電子熱エネルギー評価のためにトムソン散乱測定装置により電子温度測定を行った。軸対称 RFP 配位では中心電子温度はプラズマ電流  $I_p$  とともに増加し、 $I_p \sim 120 \text{ kA}$  で  $\sim 200 \text{ eV}$  に達した。電子密度分布を適当に仮定すると、電子ベータ値が 10% 程度に相当する。電子系に関しては、RELAX 実験の目標値をほぼ達成することができた。QSH の電子温度計測については、背景制動放射光強度が強く散乱光との識別が十分でないため、トムソン散乱測定の結果は得られていない。QSH 状態に対しては軟 X 線の薄膜吸収法を用いた 2 次元電子温度分布計測系の開発を進めている。

## 5. 主な発表論文等

(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 13 件)

- [1] R. Ikezoe, S. Masamune, K. Oki, A. Sanpei, H. Himura, T. Onchi, A. Hirose, "Asymmetric toroidal flux generation due to phase locking of internally resonant tearing modes in the RELAX reversed-field pinch", Plasma Phys. Control. Fusion, 55, p.15005 (2013). (査読有)  
DOI: 10.1088/0741-3335/55/1/015005
- [2] R. Ikezoe, S. Masamune, K. Oki, A. Sanpei, H. Himura, T. Onchi, A. Hirose, "Phase Locking and Unlocking Associated with Transition to Quasi-Single Helicity State in RELAX Reversed Field Pinch", J. Phys. Soc. Jpn., 81, No.11, p.115001 (2012). (査読有)  
DOI: 10.1143/JPSJ.81.115001
- [3] N. Mizuguchi, A. Sanpei, S. Fujita, K. Oki, H. Himura, S. Masamune, K. Ichiguchi, "Modeling of Formation of Helical Structures in Reversed-Field Pinch", Plasma Fusion Res., 7, 2403117 (2012). (査読有)  
DOI: 10.1585/pfr.7.2403117
- [4] A. Sanpei, K. Oki, D. Fukahori, K. Deguchi, S. Nakaki, K. Nishimura, H. Himura, S. Masamune, S. Ohdachi, N. Nishino, T. Onchi, "Design and Initial Result of Time-Resolved Vertical Soft X-Ray Imaging System in Low-A RFP", Plasma Fusion Res., 7, 2402052 (2012). (査読有) DOI: 10.1585/pfr.7.2402052
- [5] K. Oki, D. Fukahori, K. Deguchi, S. Nakaki, A. Sanpei, H. Himura, S. Masamune, R. Paccagnella, "Characterization of quasi-single-helicity states in a low-aspect-ratio RFP", Plasma Fusion Res. 7, 1402028 (2012). (査読有) DOI: 10.1585/pfr.7.1402028
- [6] A. Sanpei, K. Oki, M. Nakamura, A. Higashi, H. Motoi, D. Fukahori, H. Himura, S. Masamune, S. Ohdachi, N. Nishino, T. Onchi, R. Ikezoe, "Tangential Image of Helical SXR Emissivity Structure in Low-Aspect-Ratio RFP", IEEE Transaction Plasma Science, 39, 2410 (2011). (査読有) DOI: 10.1109/TPS.2011.2160369
- [7] T. Onchi, R. Ikezoe, K. Oki, A. Sanpei, H. Himura, S. Masamune, N. Nishino, H. Koguchi, "Observation of Helical Structure by Imaging Diagnostics in a Low-Aspect-Ratio Reversed Field Pinch", J. Phys. Soc. Jpn., 80, 114501 (2011). (査読有) DOI: 10.1143/JPSJ.80.114501
- [8] A. Sanpei, K. Oki, M. Nakamura, A. Higashi, H. Motoi, D. Fukahori, H. Himura, S. Masamune, S. Ohdachi, N. Nishino, T. Onchi, R. Ikezoe, "Initial Result of Successive SXR Imaging Measurement in Low-A RFP", Plasma Fusion Res., 6, 2406096 (2011). (査読有)  
DOI: 10.1585/pfr.6.2406096
- [9] K.Y. Watanabe, S. Masamune, Y. Takemura, H. Funaba, S. Sakakibara, F. Watanabe, K. Tanaka, S. Ohdachi, K. Toi, Y. Narushima, and LHD Experiment Group, "Effect of pressure-driven MHD instabilities on confinement in reactor-relevant high-beta helical plasmas", Phys. Plasmas, 18, 056119 (2011). (査読有) DOI: 10.1063/1.3592675
- [10] R. Ikezoe, K. Oki, T. Onchi, Y. Konishi, M. Sugihara, S. Fujita, A. Sanpei, H. Himura, S. Masamune, "Extended operational regimes and MHD behavior in a low-aspect-ratio reversed field pinch in RELAX", Plasma Phys. Control. Fusion, 53, 025003 (2011). (査読有)  
doi:10.1088/0741-3335/53/2/025003
- [11] A. Sanpei, R. Ikezoe, T. Onchi, K. Oki, M. Sugihara, Y. Konishi, S. Fujita, M. Nakamura, A. Higashi, H. Motoi, H. Himura, S. Masamune, "Recent Progress in Low-A RFP Plasma Research in RELAX", Plasma Fusion Res., 5, S2063 (2010). (査読有) DOI: 10.1585/pfr.5.S2063
- [12] M. Sugihara, K. Oki, R. Ikezoe, T. Onchi, A. Sanpei, H. Himura, S. Masamune, T. Akiyama, A. Ejiri, K. Sakamoto, K. Nagasaki, V. Zhuravlev, "Density Regimes of Low-Aspect-Ratio RFP Plasmas in RELAX", Plasma Fusion Res., 5, S2061 (2010). (査読有) DOI: 10.1585/pfr.5.S2061
- [13] T. Onchi, R. Ikezoe, K. Oki, A. Sanpei, H. Himura, S. Masamune, "Tangential soft-x ray imaging for three-dimensional structural studies in a reversed field pinch", Rev. Sci. Instrum., 81, 073502 (2010). (査読有) DOI: 10.1063/1.3455216

[学会発表] (計 53 件)

- [1] 三瓶明希夫, 政宗貞男, RELAX Group, "RFPの内部構造変化におけるMHD不安定性の役割", 日本物理学会第68回年次大会, 26aEA-10, 広島大学, 2013/3/26-29
- [2] 中木聖也, 政宗貞男他, "RELAXにおける低アスペクト比RFPのMHD不安定性のフィードバック制御", 第29回プラズマ・核融合学会年会, 28E19P, 春日市, 2012/11/27-30
- [3] 政宗貞男他, "RELAX プラズマの高性能化シナリオ", 第29回プラズマ・核融合学会年会, 28E17P, 福岡県春日市, 2012/11/27-30
- [4] 三瓶明希夫他, "軟X線イメージングを用いた低アスペクト比RFPにおける三次元構造の計測と評価", 第29回プラズマ・核融合学会年会, 28E16P, 春日市, 2012/11/27-30
- [5] 西村香苗, 政宗貞男他, "RELAXにおける軟X線イメージング計測による2次元電子温度分布測定", 第29回プラズマ・核融合学会年会, 28E15P, 春日市, 2012/11/27-30
- [6] 田中裕之, 政宗貞男他, "RELAX プラズマのパラメータ領域", 第29回プラズマ・核融合学会年会, 28E12P, 春日市, 2012/11/27-30

- [7] A. Sanpei, S. Masamune et al., "Evaluation of 3-D Structure in low-aspect-ratio RFP RELAX", ITC22 P4-43, Toki, Japan, 2012/11/19-11/22
- [8] A. Sanpei et al., "Mode control with external fields in the low-aspect-ratio RFP" (invited), 17th Workshop on MHD stability control, New York, USA, 2012/11/5-7
- [9] A. Sanpei et al., "Evaluation of 3-D structure in RELAX RFP with SXR imaging technique", 54th Annual Meeting of the APS-DPP JP8.00173, Providence, USA, 2012/10/29-11/2
- [10] S. Masamune, et al., "Progress in low-aspect-ratio RFP research in RELAX", 54th Annual Meeting of the APS-DPP, JP8.00172, Providence, USA 2012/10/29-11/2
- [11] S. Masamune et al., "Direct Observation of soft-X ray filament structure and high current operation in low-aspect-ratio RFP", 24th IAEA Fusion Energy Conf., EX/P4-24, San Diego, USA 2012/10/8-10/13
- [12] 三瓶明希夫他, "軟 X 線イメージングによる低アスペクト比 RFP の三次元構造の評価", 日本物理学会 2012 年秋季大会, 19aFA-5, 横浜国立大学, 2012/9/18-9/21
- [13] 政宗貞男他, "低アスペクト比 RFP 研究の最近の進展", 第 9 回核融合エネルギー連合講演会 28A-13p, 神戸国際会議場, 神戸市, 2012/06/28-29
- [14] 三瓶明希夫他, "非中性プラズマと熱核融合プラズマにおける自己組織化", 第 61 回理論応用力学講演会, 東京大学生産技術研究所, 2012/03/07-09
- [15] A. Sanpei, S. Masamune, J.K. Anderson et al., "Characteristics of MHD mode dynamics in low-A RFP machine RELAX", 2012 US-Japan MHD Workshop, ITPA-MHD TG and EP Topical group joint meeting, NIFS, Japan, 2012/03/05-07
- [16] 中木聖也, 政宗貞男, RELAX group, "低アスペクト比 RFP 装置 RELAX における鞍型コイルを用いた MHD 制御実験", 核融合科学研究所共同研究会「高ベータプラズマにおける自発的フローと三次元構造の形成」, 核融合科学研究所, 2011/12/19-21
- [17] A. Sanpei, S. Masamune, RELAX group, "Tangential and vertical Soft-X ray imaging for three-dimensional structural studies in the RFP", ITC21, P2-42, Toki, Japan, 2011/11/28-12/1.
- [18] 深堀 大佑, 政宗貞男, RELAX group, "RELAX における軟 X 線放射強度分布の時間発展", PLASMA CONFERENCE2011, 23P121-P, 金沢市, 2011/11/22-25
- [19] 大木 健輔, 政宗貞男他, "低アスペクト比 RFP 装置 RELAX の改造と最適化", PLASMA CONFERENCE2011 23P120-P, 金沢市, 2011/11/22-25
- [20] 政宗貞男他, "RELAX における低アスペクト比 RFP 研究の現状と展開", PLASMA CONFERENCE2011, 23P119-P, 金沢市, 2011/11/22-25
- [21] 三瓶明希夫他, "低アスペクト比 RFP における 3 次元構造研究のための二方向軟 X 線イメージングシステムの開発", PLASMA CONFERENCE2011, 22P123-P, 金沢市, 2011/11/22-25
- [22] A. Sanpei, RELAX group, "3-D soft-X ray imaging diagnostics for the study of MHD mode dynamics in RELAX", 53rd Annual Meeting of the APS-DPP, BP9.00068, Salt Lake City, USA, 2011/11/14-18.
- [23] S. Masamune, "Progress in low-aspect-ratio RFP studies in RELAX", 53rd Annual Meeting of the APS-DPP, PO4.00010, Salt Lake City, USA, 2011/11/14-18
- [24] K. Oki, A. Sanpei, S. Masamune, and RELAX group, "Progress in characterization of low-A RFP plasmas", 15th IEA/RFP Workshop, Madison, USA, 2011/10/10-12
- [25] A. Sanpei, "Time-resolved soft-X ray imaging diagnostics for the study of MHD mode", 15th IEA/RFP Workshop, Madison, USA, 2011/10/10-12
- [26] S. Masamune, "Scenarios for high-current operation in RELAX", 15th IEA/RFP Workshop, Madison, USA, 2011/10/10-12
- [27] S. Masamune, "Roles of self-organized plasmas in fusion energy science", 2nd Int. Symposium of Advanced Energy Science, Kyoto Univ., Uji, Japan, 2011/9/27-9/28
- [28] A. Sanpei, "Experimental Study of Formation of Vortex Crystal Configuration in Pure Electron Plasma", RIMS Camp-style Seminar, 2011/08/28-31, Kyoto, Japan
- [29] S. Masamune, "Low-aspect-ratio RFP plasma properties in two characteristic regimes in RELAX (invited)", Workshop on Innovation in Fusion Science, Seattle, USA, 2011/08/16-19
- [30] 三瓶明希夫, 政宗貞男他, "球状 RFP プラズマにおける画像計測", 電気学会プラズマ研究会, 大阪工業大学, 2011/8/7-9, PST-11-038
- [31] 政宗貞男, "Control of MHD instabilities with RMP in RFP experiments", 核融合科学研究所共同研究会「高ベータプラズマにおける MHD 平衡、安定性及び輸送特性に関する研究」, 核融合科学研究所, 2011/1/27-28
- [32] 政宗貞男, "RFP における準単一ヘリカル構造"核融合科学研究所共同研究研究会「MHD 理論研究の進展と課題」, 核融合科学研究所, 2010/12/21-22
- [33] 政宗貞男, "RFP における 3 次元自己組織化とヘリカル系における MHD との関係", 核融合科学研究所共同研究会「高ベータ自己組織化プラズマの閉じ込めと輸送現象」, 核融合科学研究所, 2010/12/16-17
- [34] A. Sanpei, RELAX Group, "Development of

SXR imaging system for 3-D structural studies in toroidal plasmas", ITC20, P1-18, Toki, Japan, 2010/12/7-10, P1-18

[35] 三瓶明希夫, RELAX Group, "軟 X 線イメージングと高速カメラによる低アスペクト比 RFP の 3 次元構造計測", 第 27 回プラ・核学会年会 01P43, 北大, 2010/11/30-12/3

[36] 元井秀彦, 政宗貞男, RELAX Group, "低アスペクト比 RFP におけるトムソン散乱による電子温度測定", 第 27 回プラ・核学会年会 01P08, 北海道大学, 2010/11/30-12/3

[37] 中村 満, 政宗貞男他, "サドルコイルアレイによる低アスペクト比 RFP プラズマの能動的 MHD 制御", 第 27 回プラ・核学会年会 30P16, 北海道大学, 2010/11/30-12/3

[38] 東 明男, 三瓶明希夫, 比村治彦, 政宗貞男他, "低アスペクト比 RFP 周辺部の電子密度・電子温度分布測定によるブートストラップ電流の評価", 第 27 回プラ核学会, 北海道大学, 2010/11/30-12/3, 30P15

[39] 深堀大佑, 三瓶明希夫, 比村治彦, 政宗貞男他, "低アスペクト比 RFP プラズマの軟 X 線放射強度分布の放電領域" 第 27 回プラ・核学会 30P14, 北海道大学, 2010/11/30-12/3

[40] 大木健輔, 三瓶明希夫, 比村治彦, 政宗貞男他, "低アスペクト比 RFP プラズマの放電特性と最適化" 第 27 回プラ・核学会 30P13, 北海道大学, 2010/11/30-12/3

[41] A. Sanpei, S. Masamune, S. N. Mizuguch et al., "Initial results from 3-D MHD simulation studies for low-A RFP", 15th Workshop on MHD Stability Control & Joint US-Japan MHD Workshop, Madison WI, USA, 2010/11/15-17

[42] S. Masamune, "3-D self-organization in RFPs with connections to stellarator MHD (invited)" 15th Workshop on MHD Stability Control & Joint US-Japan MHD Workshop, Madison WI, USA, 2010/11/15-17

[43] S. Masamune, "Optimization of low-aspect-ratio RFP configuration in RELAX", 52nd Annual Meeting of the APS-DPP, GO4-5, Chicago, USA, 2010/11/8-12

[44] S. Masamune, "Overview of RELAX", 2010 USTC International Workshop of RFP, USTC, Hefei, China, 2010/10/18-19

[45] A. Sanpei, S. Masamune, "Characteristics of extremely deep reversal and Quasi-Single-Helicity (QSH) states in a low-aspect-ratio RFP", 23rd IAEA Fusion Energy Conference 26aQJ-4, Daejeon, Republic of Korea, 2010/10/10-16

[46] S. Masamune, "Mode structure of global MHD instabilities and its effect on plasma confinement in LHD", 23rd IAEA Fusion Energy Conference EXS/P5-11, Daejeon, Republic of Korea, 2010/10/10-16

[47] 政宗貞男, 三瓶明希夫, 比村治彦他, "RELAX における低アスペクト比 RFP 平衡配

位と MHD 不安定性", 日本物理学会 2010 年秋季大会 26aQJ-4, 大阪府立大, 2010/9/23-26

[48] 政宗貞男, "RFP プラズマで観測された準ヘリカル磁場構造" (シンポジウム講演), 日本物理学会 2010 年秋季大会 25aQA-3, 大阪府立大, 2010/9/23-26

[49] K. Oki, A. Sanpei, H. Himura, S. Masamune et al., "Experimental research on low-aspect-ratio RFP", The 5th Japan-Korea Seminar on Advanced Diagnostics for Steady-State Fusion Plasma, Oita, Japan. 2010/8/26-29

[50] 政宗貞男他, "RELAX における低アスペクト比 RFP 配位の研究", 第 8 回核融合エネルギー連合講演会, 高山市民文化会館, 岐阜県高山市, 2010/6/10-11

[51] S. Masamune, "Contribution of KIT to LHD -Topics from collaboration research on MHD phenomena in LHD-", 14th IEA/RFP Workshop, Consorzio RFX, Padova, ITALY, 2010/4/26-28

[52] A. Sanpei, "Helicallly deformed plasma in RELAX -experiments and 3-D MHD simulation-", 14th IEA/RFP Workshop, Consorzio RFX, Padova, ITALY, 2010/4/26-28

[53] S. Masamune, "Equilibrium and Stability of RELAX", 14th IEA/RFP Workshop, Consorzio RFX, Padova, ITALY, 2010/4/26-28

[その他]

<http://nuclear.es.kit.ac.jp/new/>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

政宗 貞男 (MASAMUNE SADA0)  
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授  
研究者番号：00157182

### (2)研究分担者

比村 治彦 (HIMURA HARUHIKO)  
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・准教授  
研究者番号：30311632

三瓶 明希夫 (SANPEI AKIO)  
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・助教  
研究者番号：90379066

### (3)連携研究者

( )

研究者番号：