

## 6.2 高瀬研究室

高瀬研究室では、主に柏キャンパスのTST-2装置を用い、核融合発電の実現を目標に、「トカマク」と呼ばれるトーラス型プラズマの研究を行っている。特に磁場によるプラズマ閉じ込め効率の指標である $\beta$  (= プラズマ圧力/磁場圧力)を高くとれる球状トカマク (ST) 方式による核融合炉の経済性向上を目指している。TST-2のプラズマ大半径、小半径はおよそ0.38 m, 0.25 mであり、最大プラズマ電流、最大磁場はおよそ120 kA, 0.3 Tである。トカマクプラズマを閉じ込め、維持するには、プラズマを加熱しつつ、プラズマ中にトーラス大周方向の電流 (プラズマ電流) を駆動する必要がある。電流駆動の有力な方法として高周波 (RF) 波動を使う方法があり、当研究室では3つの周波数帯の波動を使った加熱・電流駆動の原理実証実験を行っている。また、RF加熱・電流駆動の実測に向けた平衡解析・レーザートムソン散乱計測の開発等を進めている。一方、トカマクプラズマは遠非平衡物理系の典型例であり、その輸送現象は微視的乱流揺動に支配されている。乱流の理解と制御法の確立はプラズマ閉じ込めの高性能化に不可欠であるため、乱流揺動の詳細計測および分析を通じて乱流揺動の物理解明とその制御を目指している。

### 6.2.1 TST-2 実験

#### RF 電流駆動実験

TST-2において周波数200 MHzのRF波動を用いたプラズマ電流 ( $I_p$ ) 立ち上げ実験を行っている。この周波数はトカマクで電流駆動の実績のある「低域混成波 (LHW)」と呼ばれる波の周波数帯に相当する。今年度は200 MHzの「速波 (FW)」進行波を励起できるコムラインアンテナを用いて実験を行い、垂直磁場とRFパワーの緩やかな増加に合わせて $I_p = 15$  kAを達成した。RF波動がどのような物理機構で電流駆動に寄与しているのかを明らかにするため、様々なエネルギー帯のX線計測を行った結果、軟X線の計測からは $I_p$ が大きくなるに従って1 keV以上のエネルギーを持つ高速電子が増えていくことがわかった。また、図6.2.1に示すように、 $I_p > 5$  kA程度になり、RF電流駆動効果が重要になってくると、 $I_p$ を担う方向の高速電子からの硬X線の放射温度が反対方向の放射温度より大きくなることがわかった。この結果から、方向性を持った低域混成波が電子を一方方向に加速し、電流駆動に寄与していることが示された。このようなRFで立ち上げたプラズマ中に静電プローブを挿入し、浮遊電位の測定を行った。浮遊電位とはプローブ電極に電流が流れなくなる電位であり、プラズマ中の高速電子のエネルギーの目安になると考えられる。測定の結果、浮遊電位が真空容器電位に比べマイナス1 kVに達する場合もみられた。この値は中心ソレノイド (トーラス中心部に位置するコイル) による電磁誘導を用いて立ち上げたプラズマの場合の典型的な値 (マイ

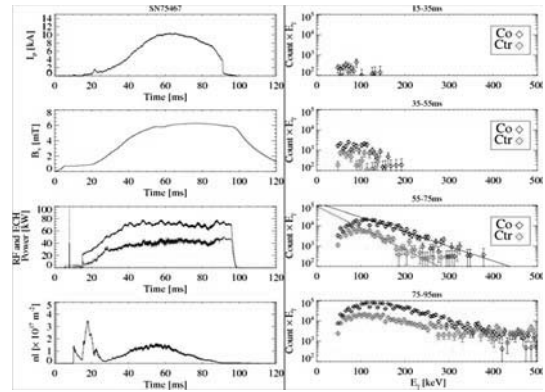


図 6.2.1: Time evolutions of HX spectra (right column) and discharge waveforms (left column) during  $I_p$  ramp-up. Black (red) symbols represent HX energy spectra in co- (counter-) directions.

ナス数十ボルト程度) より1桁以上大きく、高速電子の存在を示す。図6.2.2に示す静電プローブをシャフト回りに回転させて角度分布を測ったところ、大きな異方性が観測され、高速電子には特定方向の流れがあることが明らかとなった。これはアンテナにより励起された波が電子に一方方向の運動量を与えているためと考えられる。TST-2プラズマ中でどのよ

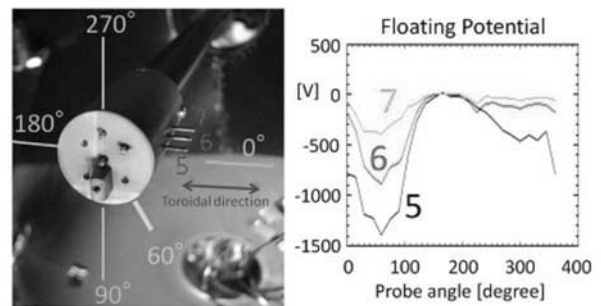


図 6.2.2: Langmuir probe (left), and angular dependence of the floating potential (right).

うな波が励起され、どのように伝搬するかを調べるため、偏波方向を識別できる磁気プローブを作成した。トロイダル方向偏波 (FWに対応) とポロイダル方向偏波 (LHWに対応) の周波数スペクトルの比較より、アンテナは主にFWを励起するが、非線形過程によりLHWが励起されていることが示唆された。

#### LHW 直接励起アンテナの設計・製作

前述のように、FW進行波を励起するコムラインアンテナを使い、 $I_p = 15$  kAまでの電流立ち上げに

成功しているが、最終的な目標は  $I_p > 50\text{kA}$  程度までの電流増加を達成し、STにおいてLHWを用いてプラズマが自発的に  $I_p$  を流し自己維持できる状態に接続できることを示すことである。LHWの励起効率を高めるため、LHW進行波を直接励起できる「グリルアンテナ」の設計、製作を行い、設置を完了した(図6.2.3)。グリルアンテナは位相差をつけた導波管列で構成されるが、磁場の低いSTではサイズが大きくなりすぎるという問題があった。そこで導波管内に誘電体を充填することにより波長を短くし、アンテナの寸法を小さくする工夫をした。これまでに、導波管間の位相差を調整することでプラズマへの波動励起効率が変わることがわかっており、反射率を15%まで下げることができている。また、最大50kWの電力を入射し、 $I_p = 5\text{kA}$  までの電流立ち上げを達成している。

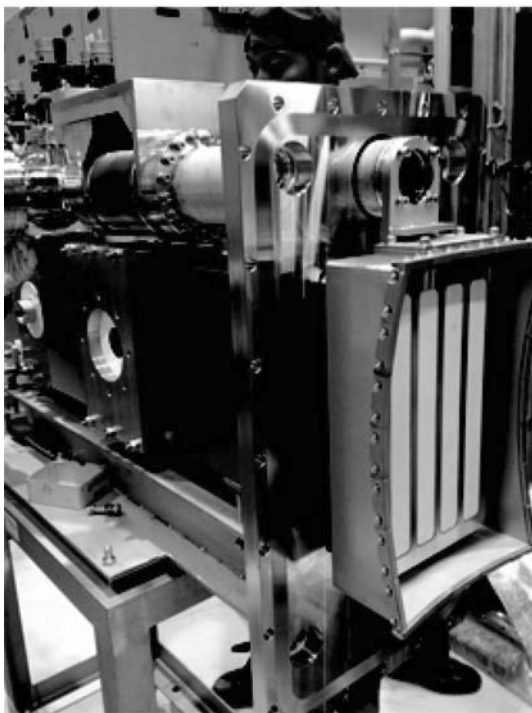


図 6.2.3: The new dielectric-loaded waveguide array antenna (“grill antenna”).

#### マイクロ波によるSTプラズマ生成実験

LHWのプラズマ中心部への伝搬を確保するため、これまで使われていた磁場 ( $\sim 0.1\text{T}$ ) よりも高い磁場 ( $\sim 0.3\text{T}$ ) が必要である。これまでは2.45GHzのマイクロ波を使って初期プラズマを生成していたが、磁場の増加に伴い8.2GHzのマイクロ波を使う必要がある。8.2GHzの電磁波は、本研究室から約20m離れた研究室から伝送するので、損失を少なくするようTST-2までの導波管伝送路を設計し、敷設した。

真空容器内に入射するための真空窓には反射をなくすため反波長の厚みのアルミナを用いた。プラズマ中に入射するためのホーンアンテナは8.2GHzのサイクロトロン共鳴面に接するよう入射するため指向性を持たせた設計とした。8.2GHzで生成されたプラズマでは従来の2.45GHzで生成されたプラズマに比べ約1桁高い密度 ( $\sim 1 \times 10^{18}\text{m}^{-3}$ ) を得ることができる。これは8.2GHzのカットオフ密度が約1桁高いためである。また、8.2GHzでは2.45GHzに比べ約2倍の出力が得られるため、より大きな  $I_p$  を得ることができた。図6.2.4に  $I_p = 4.5\text{kA}$  の時の平衡配位を示す。マイクロ波で生成・維持された平衡の特徴はポロイダルベータ (プラズマ圧力のポロイダル磁場圧力に対する比) が1より大きいこと、電流密度がトーラスの弱磁場側にピークを持つことである。

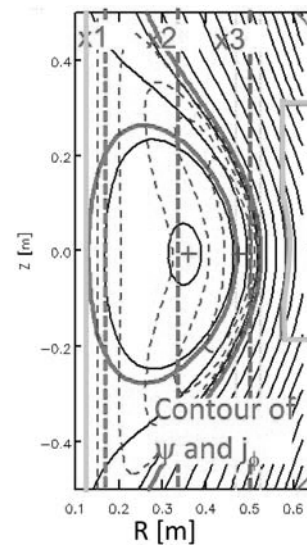


図 6.2.4: Reconstructed equilibrium of an ST plasma formed by 8.2 GHz microwave, showing flux surfaces (black/red) and contours of current density. Vertical dashed lines indicate fundamental (x1), second harmonic (x2) and third harmonic (x3) electron cyclotron resonance layers.

#### プラズマ乱流測定

プラズマ中に揺らぎが存在すると、プラズマ中の荷電粒子は電場揺らぎによる  $E \times B$  ドリフト運動に半径方向の粒子速度揺らぎが生じ、半径方向に粒子輸送を引き起こす。これは異常輸送と呼ばれ、プラズマの閉じ込め性能を悪化させる原因となる。このためプラズマ中における乱流輸送の物理解明は核融合プラズマ研究の最重要課題の一つである。TST-2の高い実験機動性を活かし、ショット数を増やすことで統計精度を高めた乱流研究が可能である。揺らぎに

よる粒子輸送は密度揺らぎと電位揺らぎの相関と位相に依存するため、実験的に乱流輸送を同定するには、各種揺らぎの波数や周波数、あるいはそれらの揺らぎの間の相関を計測する必要がある。種々のプラズマ閉じ込め装置における周辺部揺動計測で、乱流揺動のパワースペクトルや揺動の輸送への寄与について、ポロイダル断面上における非一様性が報告されている。揺動のポロイダル非対称性は従来の理論では説明し難く、周辺乱流の発達、伝播の理解に重要である。乱流輸送の非対称性の測定を目的として、誘導生成プラズマを対象に静電プローブを用いて TST-2 周辺プラズマにおける浮遊電位およびイオン飽和電流揺動のポロイダル断面での 2 次元分布計測を行った。静電プローブは空間・時間分解能に優れ、比較的容易に空間電位、密度揺動に関する情報を得ることが出来る。その結果、最外殻磁気面内側で強い MHD 揺動が存在し、プラズマ上部で 70 kHz の静電揺動が増大していること、最外殻磁気面を境に浮遊電位揺動の伝播方向が逆転していることを検出した。さらに、トロイダル方向に離れ、同一磁力線上にあると考えられるプローブ間で強い相関を検出し、その相関が MHD 揺動と連動して増減していることを示した。近年の研究では乱流の飽和レベル・輸送量を決定する機構として異なるスケールのプラズマ乱流間の非線形過程の重要性が広く認識されている。異なる周波数間の非線形結合を示すために行ったバイスペクトル解析では、MHD 揺動および 70 kHz の静電揺動と広い範囲の周波数が結合していることを示した (図 6.2.5)。

### 計測法の開発

プラズマ中の電子温度 ( $T_e$ ) および電子密度 ( $n_e$ ) の分布を精度良く測定する手法として、1 パルスのレーザーを往復させ、往路と復路のトムソン散乱信号を得る「ダブルパストムソン散乱法」の開発が進められている。まずプラズマ中心部において、電子温度、電子密度、電子温度非等方性を 10% の精度で測定可能なシステムを構築した。電子温度非等方性はプラズマ周辺部で現れる可能性があるため、径方向分布計測システムの開発を行い、電子温度・電子密度・の電子温度非等方性の 6 点同時分布計測に成功した (図 6.2.6)。高密度の誘導生成プラズマでは有意な電子温度非等方性は検出されていない。より低密度のプラズマの測定を目指し、誤差の軽減やマルチパス化を進めている。

プラズマ中の RF 波動伝播は電子密度分布に依存するため、プラズマ中の電子密度分布を知ることは重要である。マイクロ波干渉計を用いて線積分密度を測定し、プラズマ中の電子密度分布を推定するため、水平方向および鉛直方向の複数の計測経路を整備した。3 本の水平経路および 5 本の鉛直経路に沿って測定された線積分密度より、電子密度分布を再構成した結果、プラズマ中心部と周辺部で密度が高く、その間の領域で低い密度の領域が存在することを示唆する結果が得られた。

プラズマ中に流れる電流の分布を測るため、電流

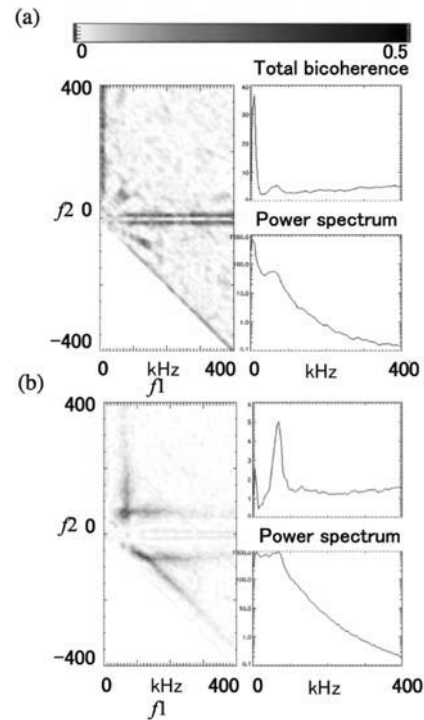


図 6.2.5: Bicoherence patterns of  $\tilde{V}_f$  (a) well inside the plasma boundary ( $R = 415$  mm,  $Z = 234$  mm) and (b) just inside the boundary ( $R = 512$  mm,  $Z = 203$  mm).

計測用小型ロゴスキーコイルを径方向に 2 つ、ラングミュアプローブを径方向に 4 つ (最前面では上下に 1 つずつ)、さらにトロイダル磁場とポロイダル磁場が同時に計測できる 2 次元磁気プローブが搭載された複合プローブの開発を行なっている。プローブ全体が径方向に移動でき、軸回りに回転できるため、径方向分布及び角度分布計測が可能である。本年度は、ロゴスキーコイルの感度測定及びプローブ全体の設計を行なった。さらに、ロゴスキーコイルが非常にノイズに敏感なため、銅製シールドの作成も行なった。

## 6.2.2 共同研究

### QUEST におけるトムソン散乱

九州大学の ST 装置 QUEST において、マイクロ波による  $I_p$  立ち上げ、定常維持実験が行われている。電流駆動機構を解明するために必要な平衡解析には、信頼性の高い温度・密度分布データが必要である。マイクロ波で立ち上げたプラズマの密度は低いいため、トムソン散乱光は弱く、計測は困難であるが、

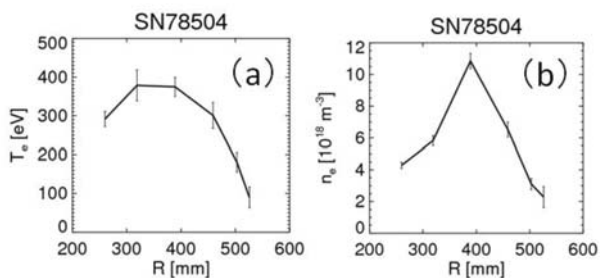


図 6.2.6: Profiles of (a)  $T_e$  and (b)  $n_e$  measured in an inductively formed plasma.

プラズマが定常的であることを利用し、散乱光を積算する事によって、十分な散乱光を検出することを試みた。前年度に設置したレーザーや集光ポートに加え、今年度は球面ミラー及び光ファイバーを設置し、集光光学系を完成させ、分光系（ポリクロメーター）を設置した。このシステムを用い、 $10^{17} \text{ m}^{-3}$ 程度の密度のプラズマを計測し、散乱信号の検出及び電子温度の導出に成功した。大半径方向 6 点の空間分布計測を行ったところ、プラズマ中心部における電子温度は  $10^8 80 \text{ eV}$  程度であった。

### LHD 装置における反射計計測

マイクロ波反射計は、マイクロ波を入射し、プラズマ中で反射して返ってきたマイクロ波の位相を測定する計測法であり、微小な電子密度変動を測定することができる。この特徴を利用して、プラズマ中の RF 波動を検出することができるので近年注目されている。核融合科学研究所の LHD（大型ヘリカル装置）では既設のマイクロ波反射計を用いて、イオンサイクロトロン加熱のためにプラズマ中に励起した RF 波動の測定を行っている。図 6.2.7 は、入射マイクロ波の周波数が  $34 \text{ GHz}$  の時の反射計信号のスペクトルを示したもので、 $10 \text{ dB}$  以上の S/N 比で入射 RF 波動 ( $38.47 \text{ MHz}$ ) に由来する信号が測れることを示している。RF 波動による位相変動は rms で  $10^{-3} \text{ rad}$  程度であり、密度変動レベルに換算すると  $0.2\%$  程度である。さらに波の分散関係等を用いて、ポロイダル方向の波動電場を評価すると、およそ  $8 \text{ kV/m}$  であった。この値は、簡単なモデル計算より予想される値より 1 桁程度高いが、この差は種々の現実的な効果がモデル計算では考慮されていないことに起因すると考えられる。

### MAST における EBW 放射測定

英国の ST 装置 MAST では、H モード（閉じ込め改善モード）プラズマにおいて間欠的に発生し、第一壁に大きな損害を与える ELM（周辺局在モード）という不安定性の物理機構をプラズマ周縁部の詳細な電流分布測定によって明らかにすることを目指し

ている。このため、天文学で用いられている開口合成法という手法をプラズマ計測に応用する試みが進行中である。この手法ではプラズマに向けて複数並べたアンテナレイの信号間の相互相関を 2 次元フーリエ変換することで、プラズマからの放射を 2 次元イメージとして再構築する。ここでいう放射とはプラズマ中で生成された電子バーンスタイン波 (EBW) がモード変換して生じた電磁波である。放射点が磁場に沿って並ぶため、イメージから磁場ピッチ角がわかり、これより電流分布が得られる。得られるイメージの質はアンテナの幾何学的な配置に依存するが、アンテナサイズや真空容器窓の空間的制約のため、その最適化には限界があり、図 6.2.7 の最左図のような放射を仮定した場合は中央図 (principal solution という) のような復元にとどまり、偽のピークを伴うことがある。そこで最大エントロピー法 (MEM) を用いて、偽のピークを除去するコードを作成し、最右図のように復元し成功し、有効性を確認した。2012 年度には、このコードを実験データに適用することを目指す。

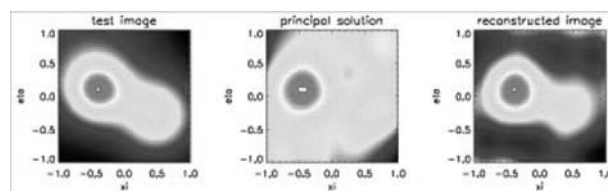


図 6.2.7: Left: test image, center: principal solution, right: image reconstructed by MEM ( $xi = \sin \theta$ ,  $eta = \cos \theta \sin \phi$ , where  $\theta$  and  $\phi$  are horizontal and vertical angles, respectively).

### UTST における RF 加熱実験

UTST はプラズマ合体によりベータ（プラズマ圧力の磁場圧力に対する比）の高い ST プラズマを生成することのできる装置であり、 $21 \text{ MHz}$  の RF システムを用いて加熱実験を行っている。プラズマ合体により高ベータプラズマが短時間で生成できるが、リコネクション（磁力線の再結合）が終わってしまうと加熱入力が無くなってしまいます。これに高次高調速波 (HHFW) による電子加熱を加え、高ベータ状態を維持することが目的である。今年度は同軸管内のアークを防ぐため、最適な長さでの配管を行い、アーク検出のための電圧プローブを設置し、計測システムも一新した。平成 24 年度から加熱実験を再開する予定である。

< 報文 >

(原著論文)

- [1] Y. Takase, A. Ejiri, H. Kakuda, Y. Nagashima, T. Wakatsuki, O. Watanabe, P. Bonoli, O. Meneghini, S. Shiraiwa, J. Wright, C. Moeller, H. Kasahara, R.

- Kumazawa, T. Mutoh, K. Saito and TST-2 Group: Development of a plasma current ramp-up technique for spherical tokamaks by the lower hybrid wave, *Nucl. Fusion* **51** (2011) 063017.
- [2] J. Hiratuska, A. Ejiri, M. Hasegawa, Y. Nagashima, Y. Takase, H. Tojo, T. Yamaguchi, T. Ambo, H. Kakuda, T. Sakamoto, R. Shino, M. Sonehara, T. Wakatsuki and O. Watanabe: Development of a Double-pass Thomson Scattering System in the TST-2 Spherical Tokamak, *Plasma Fusion Res.* **6** (2011) 1202133.
- [3] H. Meyer, M.F.M. De Bock, N.J. Conway, S.J. Freethy, K. Gibson, J. Hiratsuka, A. Kirk, C.A. Michael, T. Morgan, R. Scannell, G. Naylor, S. Saarelma, A.N. Saveliev, V.F. Shevchenko, W. Suttrop, D. Temple, R.G.L. Vann and the MAST and NBI teams: LH transition and pedestal studies on MAST, *Nucl. Fusion* **51** (2011) 113011.
- [4] M. Ishiguro, K. Hanada, H. Liu, H. Zushi, N. Yoshida, T. Tokunaga, K. Nakamura, A. Fujisawa, H. Idei, M. Sakamoto, M. Hasegawa, S. Tashima, Y. Takase, T. Maekawa and Y. Kishimoto: Direct measurement of energetic electron flow in Q-shu University experiment with steady-state spherical tokamak, *Rev. Sci. Instrum.* **82** (2011) 113509.
- [5] S. Kamio, Q. Cao, K. Abe, M. Sakumura, N. Suzuki, T. Watanabe, K. Ishiguchi, R. Imazawa, T. Yamada, M. Inomoto, Y. Takase and Y. Ono: Multipoint Spectroscopy Measurement of Spherical Tokamak Heating by Magnetic Reconnection in UTST, *Plasma Fusion Res.* **6** (2011) 2402033.
- [6] Y. Nagashima, A. Ejiri, Y. Takase, M. Sonehara, H. Kakuda, T. Oosako, J. Hiratsuka, O. Watanabe, T. Yamaguchi, H. Kobayashi, T. Wakatsuki, T. Sakamoto, K. Hanashima, T. Ambo, R. Shino and S. Inagaki: Evaluation of edge electron temperature fluctuation by the use of fast voltage scanning method on TST-2, *Plasma Fusion Res.* **6** (2011) 2402036.
- [7] Y. Nagashima, S.-I. Itoh, S. Inagaki, H. Arakawa, N. Kasuya, A. Fujisawa, K. Kamataki, T. Yamada, S. Shinohara, S. Oldenburger, M. Yagi, Y. Takase, P. H. Diamond and K. Itoh: Non-Gaussian properties of global momentum and particle fluxes in a cylindrical laboratory plasma, *Phys. Plasmas* **18** (2011) 070701.
- [8] M. Uchida, T. Maekawa, H. Tanaka, S. Ide, Y. Takase, F. Watanabe and S. Nishi: Generation of initial closed flux surfaces by ECH at a conventional aspect ratio of  $R/a = 3$ : experiments on the LATE device and JT-60U tokamak, *Nucl. Fusion* **51** (2011) 063031.
- [9] D. Moreau, D. Mazon, M.L. Walker, J.R. Ferron, K.H. Burrell, S.M. Flanagan, P. Gohil, R.J. Groebner, A.W. Hyatt, R.J. La Haye, J. Lohr, F. Turco, E. Schuster, Y. Ou, C. Xu, Y. Takase, Y. Sakamoto, S. Ide, T. Suzuki and ITPA-IOS group members and experts: Plasma models for real-time control of advanced tokamak scenarios, *Rev. Sci. Instrum.* **51** (2011) 063009.
- [10] H. Tojo, A. Ejiri, J. Hiratsuka, T. Yamaguchi, Y. Takase, K. Itami and T. Hatae: First measurement of electron temperature from signal ratios in a double-pass Thomson scattering system, *Plasma Fusion Res.* **83** (2012) 023507.
- (学位論文)
- [11] 安保貴憲: Measurements of Radio Frequency Waves in Magnetized Plasmas by Microwave Reflectometry and Interferometry (修士論文)
- [12] 篠遼太: Plasma Start-up Experiments Using the Electron Cyclotron Wave on the TST-2 Spherical Tokamak (修士論文)
- [13] 曾根原正晃: Flucuation measurements over a broad region of low-field side edge plasma in the TST-2 spherical tokmak (修士論文)
- < 学術講演 >
- (国際会議)
- 一般講演
- [14] T. Wakatsuki, A. Ejiri, H. Kakuda, O. Meneghini, S. Shiraiwa, Y. Takase, J. C. Wright, T. Ambo, K. Hanashima, J. Hiratsuka, Y. Nagashima, T. Sakamoto, R. Shino, M. Sonehara, T. Yamaguchi and O. Watanabe: Plans for Lower Hybrid Current Drive Experiment using a Dielectric Loaded Waveguide Array Antenna in TST-2, The 19th Topical Conference on Radio Frequency Power in Plasmas, Newport, RI, USA, June 1–3, 2011.
- [15] Y. Takase, T. Wakatsuki, A. Ejiri, H. Kakuda, C.P. Moeller, T. Ambo, K. Hanashima, J. Hiratsuka, H. Kasahara, R. Kumazawa, Y. Nagashima, K. Saito, T. Sakamoto, T. Seki, F. Shimpo, R. Shino, M. Sonehara, O. Watanabe, T. Yamaguchi: Plasma Current Start-up Experiment using Waves in the Lower Hybrid Frequency Range in TST-2, The 19th Topical Conference on Radio Frequency Power in Plasmas, Newport, RI, USA, June 1–3, 2011.
- [16] K. Hanada, et al.: QUEST experiments towards steady state operation of spherical tokamaks, The Joint Meeting of 5th IAEA Technical Meeting on Spherical Tori, 16th International Workshop on Spherical Torus (ISTW2011), 2011 US-Japan Workshop on ST Plasma, Toki, Japan, Sep. 27–30, 2011.
- [17] H. Idei, et al.: Development of Electron Cyclotron / Bernstein Wave Heating and Current Drive System and its Application to the QUEST Experiments, The Joint Meeting of 5th IAEA Technical Meeting on Spherical Tori, 16th International Workshop on Spherical Torus (ISTW2011), 2011 US-Japan Workshop on ST Plasma, Toki, Japan, Sept. 27–30, 2011.

- [18] T. Wakatsuki, A. Ejiri, H. Kakuda, Y. Takase, T. Ambo, H. Furui, T. Hashimoto, J. Hiratsuka, H. Kasahara, K. Kato, R. Kumazawa, Y. Nagashima, K. Saito, T. Sakamoto, T. Seki, F. Shimpo, R. Shino, T. Shinya, M. Sonehara, O. Watanabe, and T. Yamaguchi: X-ray Measurements during Plasma Current Start-up Experiments using Waves in the Lower Hybrid Frequency Range on the TST-2 Spherical Tokamak, The Joint Meeting of 5th IAEA Technical Meeting on Spherical Tori, 16th International Workshop on Spherical Torus (ISTW2011), 2011 US-Japan Workshop on ST Plasma, Toki, Japan, Sept. 27–30, 2011.
- [19] Y. Nagashima, M. Sonehara, H. Kakuda, Y. Takase, A. Ejiri, J. Hiratsuka, O. Watanabe, T. Yamaguchi, T. Sakamoto, T. Wakatsuki, T. Ambo, R. Shino, H. Furui, T. Hashimoto, K. Kato, and T. Shinya: Fluctuation measurement across the broad range of the low-field side edge plasmas in the TST-2 spherical tokamak, The Joint Meeting of 5th IAEA Technical Meeting on Spherical Tori, 16th International Workshop on Spherical Torus (ISTW2011), 2011 US-Japan Workshop on ST Plasma, Toki, Japan, Sept. 27–30, 2011.
- [20] T. Yamada, M. Gryaznevich, S. Kamio, Q.H. Cao, N. Suzuki, T.G. Watanabe, T. Itagaki, K. Takemura, K. Yamasaki, K. Ishiguchi, Y. Hayashi, H. Tanabe, T. Li, M. Inomoto, Y. Takase, Y. Ono: Merging startup experiments in UTST and MAST, The Joint Meeting of 5th IAEA Technical Meeting on Spherical Tori, 16th International Workshop on Spherical Torus (ISTW2011), 2011 US-Japan Workshop on ST Plasma, Toki, Japan, Sept. 27–30, 2011.
- [21] A. Ejiri, T. Wakatsuki, H. Kakuda, Y. Takase, Y. Nagashima, T. Ambo, H. Furui, T. Hashimoto, J. Hiratsuka, H. Kasahara, K. Kato, R. Kumazawa, K. Saito, T. Sakamoto, T. Seki, F. Shimpo, R. Shino, T. Shinya, M. Sonehara, O. Watanabe, and T. Yamaguchi: Equilibrium analysis of the RF start-up plasma on the TST-2 spherical tokamak device, The Joint Meeting of 5th IAEA Technical Meeting on Spherical Tori, 16th International Workshop on Spherical Torus (ISTW2011), 2011 US-Japan Workshop on ST Plasma, Toki, Japan, Sept. 27–30, 2011.
- [22] H. Kakuda, A. Ejiri, H. Furui, Y. Nagashima, M. Sonehara, Y. Takase, T. Wakatsuki, T. Ambo, T. Hashimoto, J. Hiratsuka, H. Kasahara, K. Kato, R. Kumazawa, K. Saito, T. Sakamoto, T. Seki, F. Shimpo, R. Shino, T. Shinya, O. Watanabe, T. Yamaguchi: Floating Potential Measurements during Plasma Current Start-up Experiments using Waves in the Lower Hybrid Frequency Range on the TST-2 Spherical Tokamak, The Joint Meeting of 5th IAEA Technical Meeting on Spherical Tori, 16th International Workshop on Spherical Torus (ISTW2011), 2011 US-Japan Workshop on ST Plasma, Toki, Japan, Sept. 27–30, 2011.
- [23] Y. Takase, et al.: Plasma current ramp-up by waves in the lower hybrid frequency range on TST-2, 53rd Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics, Salt Lake City, UT, USA, Nov. 14–18, 2011.
- [24] Y. Nagashima, et al.: Non-Gaussian properties of global particle and momentum fluxes driven by turbulence in a linear plasma, 53rd Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics, Salt Lake City, UT, USA, Nov. 14–18, 2011.
- [25] J. Hiratsuka, A. Ejiri, M. Hasegawa, Y. Nagashima, Y. Takase, H. Tojo, T. Yamaguchi, T. Ambo, H. Kakuda, T. Sakamoto, R. Shino, M. Sonehara, T. Wakatsuki and O. Watanabe: Off-axis temperature anisotropy measurement by a double-pass Thomson scattering diagnostic system on TST-2, 21th International Toki Conference, Toki, Japan, Nov. 28–Dec. 1, 2011.
- [26] H. Tojo, et al.: Demonstration of an in-situ relative calibration method for a Thomson scattering diagnostics on TST-2, 21th International Toki Conference, Toki, Japan, Nov. 28–Dec. 1, 2011.
- (国内会議)  
一般講演
- [27] 山口隆史、江尻晶、平塚淳一、永島芳彦、長谷川真、成原一途、高瀬雄一、関子秀樹: QUEST におけるトムソン散乱計測の開発、第 6 回 QUEST 研究会、九州大学、2011 年 8 月 2–3 日
- [28] 古井宏和、永島芳彦、高瀬雄一、江尻晶、角田英俊、曾根原正晃: TST-2 における 200MHz 高周波波動を用いた立ち上げプラズマの浮遊電位計測、第 6 回 QUEST 研究会、九州大学、2011 年 8 月 2–3 日
- [29] 加藤邦彦他: 球状トカマクにおける干渉計を用いた密度計測、プラズマ若手夏の学校、高野山大学、2011 年 8 月 8–11 日
- [30] 古井宏和他: 200MHz  $z$  立ち上げプラズマにおける浮遊電位計測、プラズマ若手夏の学校、高野山大学、2011 年 8 月 8–11 日
- [31] 新屋貴浩他: UTST における高次高調波実験計画、プラズマ若手夏の学校、高野山大学、2011 年 8 月 8–11 日
- [32] 橋本貴博他: TST-2 における 8.2GHz マイクロ波を使ったプラズマ立ち上げ実験計画、プラズマ若手夏の学校、高野山大学、2011 年 8 月 8–11 日
- [33] 曾根原正晃、永島芳彦、高瀬雄一、江尻晶、大迫琢也、山口隆史、角田英俊、坂本拓也、平塚淳一、若月琢馬、安保貴憲、篠遼太、渡邊理: TST-2 における周辺乱流の空間 2 次元計測、プラズマ科学のフロンティア 2011 研究会、核融合科学研究所岐、2011 年 9 月 7–8 日
- [34] 江尻晶、門野良典、日下部岳広、佐藤恵、箕浦高子、澤田美智子、原田慶恵、由良敬: 研究者のワークライフバランス (WLB) WG、大規模アンケート調査のフォローアップ WG 活動報告、第 9 回男女共同参画学協会連絡会シンポジウム、つくば、2011 年 10 月 31 日

- [35] Junichi Hiratsuka, Akira Ejiri, Makoto Hasegawa, Yoshihiko Nagashima, Yuichi Takase, Hiroshi Tojo, Takashi Yamaguchi, Takahiro Ambo, Hidetoshi Kakuda, Takuya Sakamoto, Ryota Shino, Masateru Sonehara, Takuma Wakatsuki and Osamu Watanabe: Double-pass Thomson scattering diagnosis on the TST-2 spherical tokamak device, プラズマ・核融合学会第 28 回年会/応用物理学学会第 29 回プラズマプロセッシング研究会/日本物理学会 (領域 2)2011 年秋季大会 (Plasma Conference 2011)、金沢、2011 年 11 月 22–25 日
- [36] T. Wakatsuki, et al.: X-ray measurements during non-inductive plasma current start-up experiments using lower hybrid waves on the TST-2 spherical tokamak, プラズマ・核融合学会第 28 回年会/応用物理学学会第 29 回プラズマプロセッシング研究会/日本物理学会 (領域 2)2011 年秋季大会 (Plasma Conference 2011)、金沢、2011 年 11 月 22–25 日
- [37] Y. Nagashima, et al.: Dynamics of global transport and turbulence noise force an experimental analysis on plasma turbulence, プラズマ・核融合学会第 28 回年会/応用物理学学会第 29 回プラズマプロセッシング研究会/日本物理学会 (領域 2)2011 年秋季大会 (Plasma Conference 2011)、金沢、2011 年 11 月 22–25 日
- [38] M. Ishiguro, et al.: Measurement of Energetic Electron Flow with Langmuir Probe in QUEST, プラズマ・核融合学会第 28 回年会/応用物理学学会第 29 回プラズマプロセッシング研究会/日本物理学会 (領域 2)2011 年秋季大会 (Plasma Conference 2011)、金沢、2011 年 11 月 22–25 日
- [39] K. Hanada, et al.: Radial propagation of blobs in ECR plasmas on QUEST, プラズマ・核融合学会第 28 回年会/応用物理学学会第 29 回プラズマプロセッシング研究会/日本物理学会 (領域 2)2011 年秋季大会 (Plasma Conference 2011)、金沢、2011 年 11 月 22–25 日
- [40] H. Zushi, et al.: Evaluation of “Stochastic force” using higher order moments in the SOL fluctuations in QUEST, プラズマ・核融合学会第 28 回年会/応用物理学学会第 29 回プラズマプロセッシング研究会/日本物理学会 (領域 2)2011 年秋季大会 (Plasma Conference 2011)、金沢、2011 年 11 月 22–25 日
- [41] 山口 隆史, 江尻晶, 平塚淳一, 長谷川真, 永島芳彦, 成原一途, 高瀬雄一, 関子秀樹, QUEST チーム: QUEST 球状トカマクにおけるトムソン散乱計測の開発、プラズマ・核融合学会第 28 回年会/応用物理学学会第 29 回プラズマプロセッシング研究会/日本物理学会 (領域 2)2011 年秋季大会 (Plasma Conference 2011)、金沢、2011 年 11 月 22–25 日
- [42] 曾根原正晃, 永島芳彦, 角田英俊, 高瀬雄一, 江尻晶, 大迫琢也, 渡邊理, 平塚淳一, 山口隆史, 坂本拓也, 若月琢馬, 安保貴憲, 篠遼太, 古井宏和, 橋本貴博, 加藤邦彦, 新屋貴浩: TST-2 における周辺乱流の空間 2 次元計測、プラズマ・核融合学会第 28 回年会/応用物理学学会第 29 回プラズマプロセッシング研究会/日本物理学会 (領域 2)2011 年秋季大会 (Plasma Conference 2011)、金沢、2011 年 11 月 22–25 日
- [43] 新屋貴浩: TST-2 における低域混成波を用いたビート波実験での磁気プローブによる計測、第 1 回 ICRF 加熱研究会「ICRF 加熱装置の高性能化と将来応用」、核融合科学研究所、2012 年 2 月 10 日
- [44] 安保貴憲: マイクロ波反射計による RF 電場計測、第 1 回 ICRF 加熱研究会「ICRF 加熱装置の高性能化と将来応用」、核融合科学研究所、2012 年 2 月 10 日
- [45] H. Kakuda, S. J. Freethy, V. F. Shevchenko, B. K. Huang, R. G. L. Vann: EBW imaging in MAST, 「ST 研究会」、核融合科学研究所、2012 年 2 月 23 日
- [46] R. Shino, et al.: Plasma start-up by EC wave in TST-2, 「ST 研究会」、核融合科学研究所、2012 年 2 月 23 日
- [47] M. Sonehara, et al.: Poloidal structure of turbulence of edge plasma in TST-2, 「ST 研究会」、核融合科学研究所、2012 年 2 月 23 日
- [48] 平塚淳一, 江尻晶, 長谷川真, 永島芳彦, 高瀬雄一, 東條寛, 山口隆史, 安保貴憲, 大迫琢也, 角田英俊, 加藤邦彦, 坂本拓也, 篠遼太, 新屋貴浩, 曾根原正晃, 橋本貴博, 古井宏和, 若月琢馬, 渡邊理: Current progress of the double-pass Thomson scattering diagnostics on TST-2 spherical tokamak, 第 15 回若手科学者によるプラズマ研究会、日本原子力研究開発機構那珂核融合研究所、2012 年 3 月 14–16 日
- [49] 江尻晶, 安保貴憲, 大迫琢也, 角田英俊, 笠原寛史, 加藤邦彦, 熊澤隆平, 斎藤健二, 齋藤晴彦, 坂本拓也, 篠遼太, 新保富士夫, 新屋貴浩, 関哲夫, 曾根原正晃, 高瀬雄一, 永島芳彦, 野村吾郎, 橋本貴博, 平塚淳一, 古井宏和, 森川惇二, 山口隆史, 若月琢馬, 渡邊理: TST-2 における平衡解析、日本物理学会 2012 年春季大会、関西学院大学、2012 年 3 月 24–27 日
- [50] 江尻晶: 大規模アンケート調査にみるワーク・ライフ・バランス、日本物理学会 2012 年春季大会、関西学院大学、2012 年 3 月 24–27 日

## 招待講演

- [51] 高瀬雄一: 球状トカマクについて、プラズマ若手夏の学校、高野山大学、2011 年 8 月 8–11 日