

1.1 高瀬研究室

高瀬研究室では、核融合発電の実現を目標に磁場閉じこめ型トラスプラズマの研究を行っている。柏キャンパスに設置された TST-2 装置を用いた球状トカマクプラズマの基礎研究を行うと共に、量子科学技術研究開発機構で建設中の JT-60SA 装置、核融合科学研究所の LHD 装置、京都大学の LATE 装置、九州大学の QUEST 装置を対象とした共同研究を進めており、海外との共同研究も実施している。

1.1.1 TST-2 実験の概要

TST-2 は球状トカマク (ST) 型の装置であり、プラズマの大半径、小半径はおよそ 0.36、0.23 m、電磁誘導、高周波波動を用いた最大プラズマ電流はそれぞれ 120、25 kA である。ST は高い規格化圧力を安定に維持できる方式として魅力的である一方、プラズマ電流の立ち上げ維持は解決すべき課題である。TST-2 では、主として低域混成波 (Lower-Hybrid Wave, LHW) を用いた電流立ち上げ維持研究を行っている。2016 年度は、新たに上側に設置した静電結合型コムライン (Capacitively-Coupled Compline, CCC) アンテナを用いた本格的な実験を開始した。また、電子密度分布等の計測を充実させ、波動コードとの比較を行い波動物理の理解を進めた。当研究室で開発された交流オーミック加熱は、小規模軽量オーミックコイルの有効な活用法として期待されている。本年度は、予備電離過程の実験的理論的研究を進めた。

1.1.2 高周波プラズマ立ち上げ実験

CCC アンテナ実験

TST-2 では米国 General Atomics 社と共同開発した CCC アンテナを用いて 200 MHz の LHW の入射によるプラズマ電流駆動実験を行ってきた。LHW は一般的な低磁場赤道面から入射するアンテナ (外側入射アンテナ) に加えて、2015 年度末に新たに設置された上側入射アンテナを用いて励起している。TST-2 の LHW 立ち上げプラズマにおいては、プラズマ電流は密度とともに増加することが観測されている。LHW が伝搬可能な最大密度は磁場とともに増加するため、外側アンテナで駆動可能な最大電流 (25 kA) は現在の電源で生成可能な磁場の最大値 (0.16 T) で制限されている。

2016 年度には、上側入射アンテナによる本格的な電流駆動実験を開始した。上側から LHW を入射した場合、磁場方向の屈折率 $n_{||}$ の上昇により、高密度のプラズマ中心部までアクセスできることが期待された。しかし、上側入射と外側入射で、駆動電流の最大値に大きな違いは見られなかった。また、外側入射のみの場合と外側・上側入射を併用した場合で、トムソン散乱計測から得られた電子密度・温度を比較した (図 1.1.1)。赤は外側から 45 kW、青は外側・

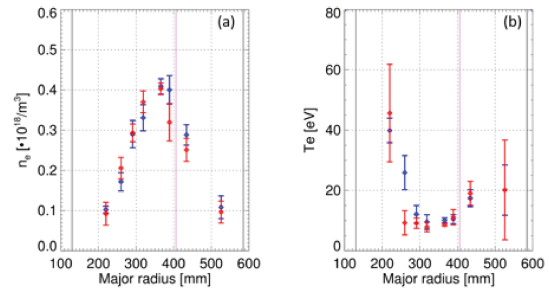


図 1.1.1: LHW 駆動プラズマにおいてトムソン散乱計測により観測された (a) 電子密度と (b) 電子温度。赤: 外側入射のみ。青: 外側及び上側入射。

上側からそれぞれ 20 kW、25 kW を入射した場合である。密度は誤差の範囲内で変わらず、温度は両方のアンテナを使用した方が高くなる可能性があるが、大きな違いは見られなかった。

これまでは単一の RF 電源により LHW を上側と外側アンテナから同時に入射していたが、もう一台の独立な電源を整備した。これにより 2 台の CCC アンテナの独立制御が可能となり、オペレーションの幅が広がった。

イオン温度・フロー計測

球状トカマクの LHW 駆動プラズマでは高速電子の軌道損失によりプラズマが正に帯電し、大きなプラズマフローを生成する可能性がある。これを実験的に確かめるため、可視分光器システムを用いているが、このチャンネル数を 11ch から最大である 16ch に増やすことで一度に計測できる波長幅を 0.22 nm から 0.32 nm に拡張した。また、TST-2 装置の CIII の発光 (C^{2+}) に対して温度計測及びフロー計測を行った。2014 年度にはイオン温度は約 4 eV であったが今年度の計測では約 18 eV と高い温度が計測された。今までは発光強度が弱くポロイダル方向のフロー計測が困難であったが、電子温度の増加に伴い発光強度が強くなり、プラズマ電流 15 kA のプラズマでは約 0.5 km/s のポロイダルフローが計測され、プラズマが正に帯電している可能性を実験的に確かめることができた。今後は、電子温度増加により計測可能なイオン種が増えていると考えられるため、OV の発光に対して温度計測及びフロー計測を行い、また LHW の上側入射と外側入射によるプラズマの計測を行う予定である。

電流駆動の数値計算による解析

一般に LHW 電流駆動においては、密度が増加すると駆動電流が減少するが、TST-2 においては逆に密度が高い方が駆動電流が多い。TST-2 のパラメータに対して駆動電流の密度依存性を数値計算により

調べたところ、非常に低い密度では電流キャリア (電子) 不足で、駆動電流が飽和状態になっていることが分かった。高い密度では、よく知られているように、回折によりプラズマ内部に LHW が到達できなくなるため、駆動電流が減少する。この2つの効果が釣り合う密度で駆動電流は最大となるが、この最適密度は、理論的には磁場とともに増加することが示された。これは実際の TST-2 実験で得られている結果と矛盾しない。現在設置されている外側入射アンテナを使う場合、密度制御の最適化により電流を増やすことは難しいと考えられる。

上側入射実験において、現在のところ駆動電流の増加は確認されていないが、 n_{\parallel} アップシフトの効果を調べるため、磁場スキャンを行った。その結果、上側入射アンテナを用いることで、より低磁場で電流駆動ができることが確認された。これは、数値計算による予測とも定性的に一致した。

MEGA による平衡解析

TST-2 の LHW 駆動プラズマの平衡に対して、高速電子は支配的な役割を果たしていると考えられている。高速電子がプラズマの平衡に与える影響を調べるため、粒子と流体のハイブリッドシミュレーションコード MEGA を用いた解析を行ってきた。2016 年度は、中空状を含む様々な形状を取る電流密度分布に対して自己無撞着な平衡解を安定して得られるようになった。任意の高速電子の速度分布関数について調べるため、ファラデーの法則と高周波成分を考えたアンペアの法則を計算する簡易版 MEGA コードを開発し、自己無撞着な磁場分布と電子分布関数を計算できるようにした。得られた解を初期条件として、完全版 MEGA コードにより粒子や電磁場の計算を時間平均量が収束するまで行った。速度分布関数は 2 成分 Maxwell 分布や経験則的な速度分布関数、CQL3D から得られた速度分布関数などに比べて収束の安定性を調べた。現状、中空状の電流分布を与えた時、形状が緩和して高速電子がプラズマ中心に移動する結果が得られている。初期の電流密度分布や速度分布関数を変えたときに、計算結果がどう変わるかは今後詳細に調べることが必要である。

1.1.3 オーミックプラズマ実験

フロー計測

プラズマ電流 100 kA 以下の放電に対して、内部再結合現象 (IRE) 時のトロイダルフロー速度およびポロイダルフロー速度と磁場揺動の比較を行い、トロイダルフローの回転方向の反転、ポロイダルフロー速度の低下、イオン温度の上昇を観測した。トロイダルフローの反転時の変化量は最大で約 30 km/s であった。IRE 前は磁場揺動のトロイダル・ポロイダル伝搬方向は両方ともフローと一致したが、IRE 時に磁場揺動の反転は確認されなかった。

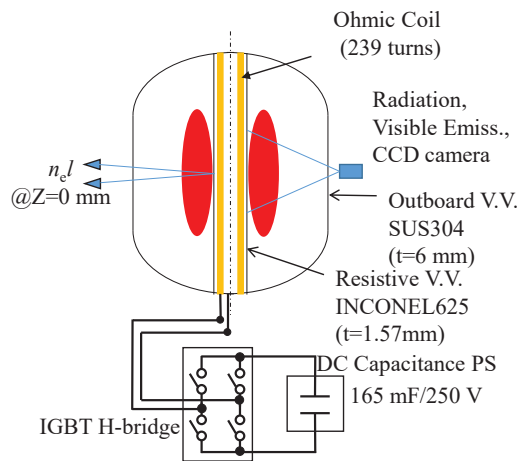


図 1.1.2: 交流オーミック加熱実験における装置の模式図。

交流オーミック加熱

交流オーミック加熱とは、オーミックコイルに 1 kHz 前後の交流電場を印可することで、プラズマ中に交流周回電圧を発生させ、これによる予備電離、加熱、電流駆動を行う手法である。図 1.1.2 に TST-2 での実験配位を示す。これまでの実験で、信頼性の高い予備電離が可能であること、交流プラズマ電流を駆動できること、垂直磁場を重畳することでプラズマ電流に直流成分が生じることが見いだされた。この手法では、磁束変化が微小であり、従来のオーミックコイルに比べてはるかに小型軽量のオーミックコイルで十分であるという利点がある。本年度は、主として予備電離過程の理解を実験的、理論的に進めた。

複数の可視発光測定器を用いて 6 桁程度のダイナミックレンジを持つシステムを構成することで、予備電離中のプラズマ (密度) の成長の詳細を調べることを可能とした。得られた成長率等が印可電圧、充填ガス圧力、周波数、トロイダル磁場、垂直磁場にどのように依存するかを測定し、タウンゼントの α 過程に基づく無電極プラズマ生成モデルで説明できるかを調べた。その結果、定性的な振る舞いの多くが説明できること、定量的には数倍の差があることが分かった。一方、ポロイダル磁場が 0 に近い場合に、成長率は大きくなるものの、可視発光の現れる時刻が遅れることがわかり、上記のモデルと明らかに矛盾することが示された。また、本モデルは両極性拡散と矛盾するという問題を内在している。電極効果は、これらの矛盾を解決できる可能性がある。

1.1.4 計測器開発

ターゲット発光による磁場のピッチ角計測

トカマク内部の磁場構造は通常プラズマ周辺部に設置された磁気計測から推定するが、電流分布、すなわち磁場のピッチ角の推定精度は高くない。TST-2では、局所的に不純物を導入し、その発光を観測することで、磁場方向を推定する装置を開発している。

炭素不純物の発生源としてfアクリル棒を弱磁場側からプラズマに挿入し、発光を確認した。その発光を民生品のカメラでRGBそれぞれの二次元分布を計測することで、 530 ± 50 nmの波長範囲の発光に指向性があることを発見した。この発光は磁気計測から推定される磁場の方向と5度程度の不確かさの範囲で一致した。発光が磁力線方向に指向性を持つ理由は、アクリル棒由来の炭素がイオン化して、磁力線に巻き付きながら拡散し、ライン光を放つためと考えられる。精度悪化の要因としては、無指向性の強い発光が入ってしまっていること、アクリル棒の近傍で細かな構造ができてしまい発光中心が不明瞭であることがある。不純物源の元素や導入方法、波長の再選定が必要である。

マイクロ波散乱計

TST-2のLHW駆動プラズマにおける駆動電流は、数値計算から予想されるよりも一桁近く小さい。この原因を究明するため、非接触で微小な密度揺動を検出することのできるマイクロ波散乱計を開発している。TST-2の典型的なパラメータにおいては、12-40 GHzのマイクロ波はLH波と同程度の波数を持つため、最も感度が高い。マイクロ波の周波数、入射方向を掃引し、多点で散乱光を計測することで、プラズマ内部のLH波の波数を含めた空間分布を調べることができる。2016年度は、Kaバンド(26.5-40 GHz)のシステムを設置し、計測を開始した。装置の感度は高周波のノイズレベルで制限されることがわかった。ノイズ対策を行うことにより-95 dBまでの散乱光を検出できる感度を実現したが、未だLHWによる散乱光は観測できていない。

平衡解析、波動計算等を見直したところ、LHWの電場分布は当初想定していたものとは大きく異なる可能性が示唆された。2017年度は12-20 GHzの散乱計を後方散乱に近い角度で設置する予定である。この構成では、理論的に予想されるパラメータを中心として、広いパラメータ領域に対して計測が可能である。

硬 X 線計測

TST-2のLHW駆動プラズマにおいては、LHWが生成する高速電子の圧力がプラズマ平衡において支配的であることが示唆されており、電流密度分布やLHWの吸収分布を反映する高速電子の制動 X 線を計測することがプラズマを評価する上で重要であ

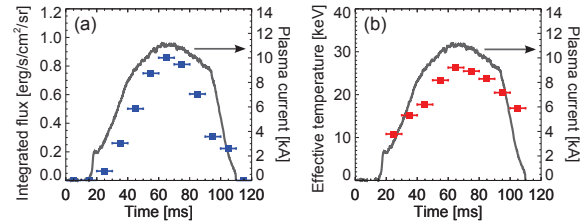


図 1.1.3: 硬 X 線計測によって得られた、(a) 20 keV 以上のエネルギーを持つ硬 X 線の総エネルギー流束の時間発展および、(b) スペクトルから求めた高速電子の実効温度の時間発展。曲線はプラズマ電流を示す。

る。そこで本研究では、硬 X 線分布計測のためのシステムを開発した。低いところで数十 keV のエネルギー帯から計測できるようにするため、計測窓には約 3 mm 厚のホウケイ酸ガラスを採用した。強度を保つため計測窓の有効径は小さく、赤道面上の視線の多くの部分が TF コイルによって遮られてしまうため、分布計測を行うには検出器を TF コイル内側に設置する必要がある。この点および TST-2 における先行研究を踏まえ、本システムでは、NaI シンチレータ、光電子増倍管 (PMT)、曲率を持ったアクリルライトガイド、鉛製のコリメータ、直線および回転ステージの組み合わせを採用した。これにより、赤道面上の数十 keV から 1 MeV 近くまでのエネルギー帯の硬 X 線のエネルギー流束を、 ± 10 %程度のエネルギー分解能で計測することが可能である。

TST-2 のコイル通電による PMT のゲインの変動が見られないこと、ライトガイドを用いた際のシンチレーション光の大幅な損失がないことを確認した後、プラズマ電流が最大 11 kA の LHW 駆動プラズマに対してこのシステムを用いた硬 X 線計測を行った。結果として、エネルギースペクトルの時間発展の計測に成功し、プラズマ電流と相関をもつ硬 X 線のエネルギー流束および実効温度の変化が観測された (図 1.1.3)。また、装置中心に近い視線ほどエネルギー流束が大きくなることが示された。

1.1.5 共同研究

QUEST におけるトムソン散乱

九州大学の QUEST 球状トカマク装置では、電子バーンスタイン波 (EBW) 電流駆動による定常高性能プラズマの生成を目標としており、これまでに約 70 kA の非誘導プラズマ電流が達成されている。低密度高周波維持プラズマの基本的な性質や電流駆動の物理機構を解明し、さらなる高性能化を図るためには、プラズマの基礎データである電子温度・密度分布を測定する必要がある。本共同研究では、それらの分布計測を目的としたトムソン散乱 (TS) 計測システムを開発を行っている。これまで種々のプラ

ズマに対する分布計測を行うとともに、測定可能な空間点を 12 点へ拡充、レーザー入射タイミング制御回路による QUEST の放電やコンパクトトラス (CT) 入射タイミングと TS 計測タイミングの同期システムの開発といった TS システムの開発・整備・改善を行ってきた。

2016 年度も引き続きプラズマ計測を行い、8.2 GHz と 28 GHz の電子サイクロトロン波 (ECW) で維持されたプラズマおよび OH プラズマに CT 入射を行った際の分布の時間発展計測に成功した。また、オーミック放電への CT 入射、ECH (8.2 GHz、28 GHz) 電流立ち上げ維持プラズマを対象に測定を行ない、CT による粒子補給の様子、28 GHz の方が 8.2 GHz よりもバルクの電子温度が低いこと等を明らかにした。さらに、QUEST における ECW 駆動のプラズマは一般のトカマクプラズマに対して密度が低いため、高効率での計測が必須である。従来の APD よりも高感度の APD S11519-30 (Hamamatsu Photonics) が開発されたので、検出器をこれに交換し、校正等を行い、プラズマ測定の前準備を完了した。

LATE におけるイオン温度・フロー計測

京都大学の LATE では、新たに、計測視線 $R_{\text{tan}} = 60 \text{ mm}$ 、 110 mm を計測可能なファイバー固定具を作成し、トロイダルおよびポロイダル視線での測定を C^{2+} (464.7 nm)、 O^{4+} (278.1 nm)、 C^{4+} (227.1 nm) のラインについて行った。5.0 GHz の電子サイクロトロン共鳴加熱によって電流駆動されたプラズマを対象に計測を行った。計測したプラズマのプラズマ電流は最大 8 kA、トロイダル磁場 $B_t \sim 0.18 \text{ T}$ 、電子密度 $n_e \sim 6 \times 10^{17} \text{ m}^{-3}$ であった。

計測したどのイオンにおいても、電子サイクロトロン共鳴加熱パワーが最大となる時間で、トロイダルフロー速度は最大となった。ポロイダルフロー速度は、 $\sim 4 \text{ km/s}$ であった。これは TST-2 RF プラズマのポロイダルフロー速度と同程度かそれより遅い速度である。また、視線 $R_{\text{tan}} = 260 \text{ mm}$ において、プラズマ電流が最大となる時間において C^{4+} のイオン温度が 100 eV 程度であることを発見した (図 1.1.4)。TST-2 RF プラズマでは、 C^{4+} 、 O^{4+} は十分な発光を確認できていないうえに、 C^{2+} のイオン温度が最大 10 eV 程度であり、LATE プラズマでのイオン温度 100 eV は非常に高いことがわかる。

UTST 合体実験における電流分布計測

プラズマ合体実験における磁気リコネクション時の電流シートを測定するため、小型多層巻きのロゴスキーコイル 5 個を径方向に並べたプローブを用いた電流分布計測を行った。分布計測の結果、X 点付近に非常に大きな電流が確認でき、電流シートの径方向分布が測定できた。また、電流密度の値とプラズマ電流の間には弱い相関が見られ、大きい電流密度はプラズマ電流が高い放電でのみ計測される傾向があった。

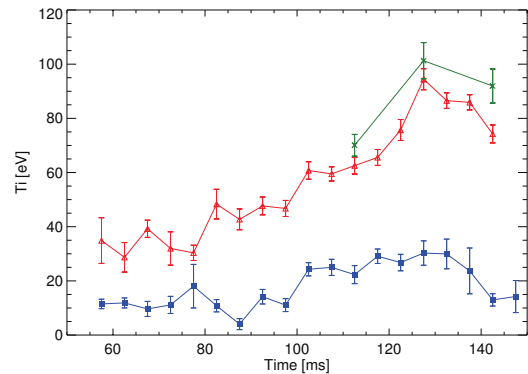


図 1.1.4: LALTE における C^{2+} (青)、 O^{4+} (赤)、 C^{4+} (緑) のイオン温度の時間変化。

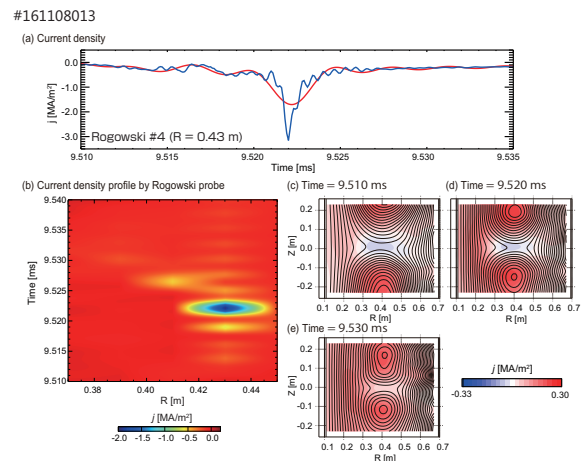


図 1.1.5: UTST における電流密度分布計測結果。

得られた電流密度の最大値は、ピックアップコイルから求めた値が $\sim 0.3 \text{ MA/m}^2$ であったのに対し、ロゴスキーコイルで測定した最大値は $\sim 2.0 \text{ MA/m}^2$ となり (図 1.1.5(a), (b))、従来のピックアップコイルの計測から推測された分布 (図 1.1.5(c)–(e)) よりも急峻な分布となっていることがわかった。電流シートの R 方向幅は、測定したほとんどの放電で 20–40 mm となり、その平均値は 32 mm だった。また、 Z 方向の幅についてはプローブ位置が $Z = 0 \text{ m}$ で固定されているため、放電ごとの X 点の位置と電流密度の測定値を比較した結果、電流密度の値は、X 点の位置とプローブ位置が一致した場合にもっとも高くなったほか、X 点の位置が 10 mm 程度ずれると、ロゴスキーコイルで測定される電流密度が小さくなることがわかった。このことから、X 点の位置と電流の位置は概ね一致すること、電流シートの Z 方向幅がおおよそ 20 mm であることが見積もられた。見積もられた電流シートの大きさは、 R 方向、 Z 方向いづれも既設のピックアップコイルアレイの空間分解能 $\sim 5 \text{ cm}$ よりも小さく、電流シートは局在した領域に生成されることがわかった。

〈報文〉

(原著論文)

- [1] H. Furui, A. Ejiri, Y. Nagashima, Y. Takase, M. Sonehara, N. Tsujii, T. Yamaguchi, T. Shinya, H. Togashi, H. Homma, K. Nakamura, T. Takeuchi, S. Yajima, Y. Yoshida, K. Toida, W. Takahashi and H. Yamazaki: A model of plasma current through a hole of Rogowski probe including sheath effects, *Rev. Sci. Instrum.* **87**, 043503 (2016).
- [2] S. Banerjee, H. Zushi, N. Nishino, K. Mishra, Y. Mahira, S. Tashima, A. Ejiri, T. Yamaguchi, T. Onchi, Y. Nagashima, K. Hanada, K. Nakamura, H. Idei, M. Hasegawa, A. Fujisawa, A. Kuzmin and K. Matsuoka: Observation of an edge coherent mode and poloidal flow in the electron cyclotron wave induced high β_p plasma in QUEST, *Phys. Plasmas* **23**, 082507 (2016).
- [3] H. Tojo, I. Yamada, R. Yasuhara, A. Ejiri, J. Hiratsuka, H. Togashi, E. Yatsuka, T. Hatae, H. Funaba, H. Hayashi, Y. Takase and K. Itami: Validations of calibration-free measurements of electron temperature using double-pass Thomson scattering diagnostics from theoretical and experimental aspects, *Rev. Sci. Instrum.* **87**, 093502 (2016).
- [4] T. Shinya, S. G. Baek, G. M. Wallace, S. Shiraiwa, Y. Takase, R. R. Parker, P. T. Bonoli, D. Brunner, I. Faust, B. L. LaBombard and S. Wukitch: Identification of waves in the lower-hybrid frequency range in the scrape-off layer plasma of Alcator C-Mod, *Nucl. Fusion* **57**, 036005 (2016).
- [5] T. Shinya, Y. Takase, S. Yajima, C. Moeller, H. Yamazaki, N. Tsujii, Y. Yoshida, A. Ejiri, H. Togashi, K. Toida, H. Furui, H. Homma, K. Nakamura, B. Roidl, M. Sonehara, W. Takahashi and T. Takeuchi: Plasma current start-up experiments using outboard- and top-launch lower hybrid wave on the TST-2 spherical tokamak, *Nucl. Fusion* **57**, 036006 (2016).

(学位論文)

- [6] 曾根原正晃: A study of temporal and spatial structure of edge turbulence in the TST-2 spherical tokamak (博士論文).
- [7] 富樫央: Electron temperature and density profile measurement in spherical tokamaks started-up by radio frequency waves (博士論文).
- [8] 高橋航: 球状トカマク TST-2 及び LATE におけるイオン温度及びイオン流速の計測 (修士論文).
- [9] 戸井田和弥: TST-2 球状トカマクにおける低域混成波で生成されたプラズマの電子温度・密度分布計測 (修士論文).
- [10] 山崎響: A Study of Start-Up Process of Spherical Tokamak Configurations Using Lower Hybrid Wave Current Drive and Plasma Merging (修士論文).

〈学術講演〉

(国際会議)

一般講演

- [11] Y. Takase for the TST-2 Group: Plasma Current Start-Up Using Capacitively-Coupled Combline Antennas on TST-2, US-Japan Workshop on RF Heating Physics, Toyama, Japan, May 18–20, 2016.
- [12] N. Tsujii, A. Ejiri, Y. Takase, P. T. Bonoli, J. Lee, J. C. Wright, R. W. Harvey, H. Kasahara and E. F. Jaeger: Modeling of self-consistent velocity distribution functions with low-hybrid and ICRF waves in 2D and 3D, US-Japan Workshop on RF Heating Physics, Toyama, Japan, May 18–20, 2016.
- [13] Y. Takase for the TST-2 Group: Study of Plasma Current Ramp-Up by the Lower Hybrid Wave in the TST-2 Spherical Tokamak, 18th International Congress on Plasma Physics, Kaohsiung, Taiwan, Jun. 27–Jul. 1, 2016.
- [14] B. Roidl, Y. Todo, Y. Takase, N. Tsujii, Y. Yoshida, A. Ejiri, T. Shinya, S. Yajima, H. Togashi, H. Furui, H. Homma, K. Nakamura, M. Sonehara, W. Takahashi, T. Takeuchi, K. Toida, H. Yamazaki: Numerical Investigation of the role of energetic electrons in the TST2-spherical Tokamak plasma, 18th International Congress on Plasma Physics, Kaohsiung, Taiwan, Jun. 27–Jul. 1, 2016.
- [15] H. Togashi, A. Ejiri, H. Homma, T. Shinya, Y. Takase, K. Toida, N. Tsujii, H. Furui, K. Nakamura, B. Roidl, M. Sonehara, W. Takahashi, T. Takeuchi, S. Yajima, H. Yamazaki, Y. Yoshida, M. Hasegawa and Y. Nagashima: Electron temperature and density profile measurements for spherical tokamak plasmas sustained by lower hybrid wave on TST-2, 18th International Congress on Plasma Physics, Kaohsiung, Taiwan, Jun. 27–Jul. 1, 2016.
- [16] S. Yajima, Y. Takase, C. P. Moeller, T. Shinya, H. Yamazaki, N. Tsujii, A. Ejiri, M. Sonehara, H. Furui, H. Togashi, Y. Yoshida, T. Takeuchi, H. Homma, K. Nakamura, B. Roidl, K. Toida, W. Takahashi: Non-inductive Current Drive Experiment Using Top-Launch Antenna on TST-2 Spherical Tokamak, 18th International Congress on Plasma Physics, Kaohsiung, Taiwan, Jun. 27–Jul. 1, 2016.
- [17] Y. Takase, A. Ejiri, T. Fujita, K. Hanada, H. Idei, M. Nagata, Y. Ono, H. Tanaka, A. Fukuyama, Y. Kamada, N. Fukumoto, R. Horiuchi, Y. Nagayama, Y. Takeiri, and S. Tsuji-Iio: Overview of Spherical Tokamak Research in Japan, 26th IAEA Fusion Energy Conference, Kyoto, Japan, Oct. 17–22, 2016.

- [18] A. Ejiri, Y. Takase, N. Tsujii, S. Yajima, T. Shinya, H. Yamazaki, C. P. Moeller, H. Togashi, K. Toida, H. Homma, A. Ishida, H. Furui, H. Kasahara, T. Mutoh, K. Nakamura, B. Roidl, K. Saito, T. Seki, M. Sonehara, W. Takahashi, T. Takeuchi, Y. Yoshida and O. Mitarai: Plasma Start-up Experiments on the TST-2 Spherical Tokamak, 26th IAEA Fusion Energy Conference, Kyoto, Japan, Oct. 17–22, 2016.
- [19] H. Idei, T. Onchi, T. Kariya, K. Hanada, T. Imai, A. Ejiri, O. Watanabe, K. Mishra, K. Nakamura, M. Hasegawa, S. Kawasaki, H. Nakashima, A. Higashijima, H. Zushi, Y. Takase and A. Fukuyama: Noninductive Electron Cyclotron Heating and Current Drive with Dual Frequency (8:2/28 GHz) Waves in QUEST, 26th IAEA Fusion Energy Conference, Kyoto, Japan, Oct. 17–22, 2016.
- [20] K. Hanada, N. Yoshida, T. Honda, Z. Wang, A. Kuzmin, I. Takagi, T. Hirata, Y. Oya, M. Miyamoto, H. Zushi, M. Hasegawa, K. Nakamura, A. Fujisawa, H. Idei, Y. Nagashima, O. Watanabe, T. Onchi, H. Watanabe, K. Tokunaga, A. Higashijima, S. Kawasaki, H. Nakashima, T. Nagata, Y. Takase, A. Fukuyama and O. Mitarai: Investigation of Hydrogen Recycling Property and its Control with Hot Wall in Long Duration Discharges on QUEST, 26th IAEA Fusion Energy Conference, Kyoto, Japan, Oct. 17–22, 2016.
- [21] N. Fukumoto, K. Awajitani, K. Hanada, H. Togashi, K. Toida, M. Nagata, T. Onchi, H. Idei, M. Hasegawa, A. Fujisawa, K. Nakamura, H. Zushi, A. Kuzmin, A. Ejiri, Y. Takase, Y. Nagashima, O. Mitarai, A. Higashijima, T. Nagata, S. Kawasaki: Advanced Fueling in Spherical Tokamak by Compact Toroid Injection on QUEST, 26th IAEA Fusion Energy Conference, Kyoto, Japan, Oct. 17–22, 2016.
- 招待講演
- [22] Y. Takase: RF Heating and Current Drive, 4th A3 Foresight Summer School and Workshop on Spherical Torus, Kyushu University Chikushi Campus, Kasuga, Japan, Aug. 2–5, 2016.
- [23] A. Ejiri and TST-2 team: Internal reconnection events in the TST-2 spherical tokamak, The US-Japan Workshop and School on Magnetic Reconnection, Hiroshima, Japan, Mar. 19–23, 2017.
- (国内会議)
- 一般講演
- [24] 江尻晶: 原型炉における計装制御とその開発戦略 15S51, 第 11 回核融合エネルギー連合講演会、九州大学伊都キャンパス、2016 年 7 月 14 日–15 日。
- [25] 江尻晶、辻井直人、富樫央、戸井田和弥、矢嶋悟、吉田裕亮、高瀬雄一、曾根原正晃、高橋航、山響、北山明親、佐藤暁斗、武井悠稀、田尻芳之、松本直希、御手洗修: TST-2 球状トカマクにおける電流立ち上げ実験 15P017, 第 11 回核融合エネルギー連合講演会、九州大学伊都キャンパス、2016 年 7 月 14 日–15 日。
- [26] 辻井直人、高瀬雄一、江尻晶、高橋航、戸井田和弥、富樫央、曾根原正晃、矢嶋悟、山響、吉田裕亮、Benedikt Roidl: TST-2 における低域混成波計測用マイクロ波散乱計の設計、第 11 回核融合エネルギー連合講演会、九州大学伊都キャンパス、2016 年 7 月 14 日–15 日。
- [27] Y. Takase, A. Ejiri, N. Tsujii, C. P. Moeller, B. Roidl, T. Shinya, S. Yajima, H. Yamazaki, M. Sonehara, H. Togashi, Y. Yoshida, W. Takahashi, K. Toida, A. Kitayama, A. Sato, Y. Takei, Y. Tajiri and N. Matsumoto: Plasma current ramp-up experiments using capacitively-coupled lower-hybrid-wave antenna on the TST-2 spherical tokamak, 第 33 回プラズマ・核融合学会年会、東北大学青葉山キャンパス、2016 年 11 月 29 日–12 月 2 日。
- [28] 江尻晶、辻井直人、富樫央、戸井田和弥、矢嶋悟、吉田裕亮、高瀬雄一、曾根原正晃、高橋航、山崎響、北山明親、佐藤暁斗、武井悠稀、田尻芳之、松本直希、Roidl Benedikt、御手洗修: TST-2 球状トカマクにおける AC オーミックコイル運転、第 33 回プラズマ・核融合学会年会、東北大学青葉山キャンパス、2016 年 11 月 29 日–12 月 2 日。
- [29] 富樫央、江尻晶、高瀬雄一、辻井直人、曾根原正晃、矢嶋悟、吉田裕亮、高橋航、戸井田和弥、山響、北山明親、佐藤暁斗、武井悠稀、田尻芳之、松本直希、Roidl Benedikt: TST-2 球状トカマクにおける硬 X 線計測システムの開発、第 33 回プラズマ・核融合学会年会、東北大学青葉山キャンパス、2016 年 11 月 29 日–12 月 2 日。
- [30] 高橋航、高瀬雄一、江尻晶、辻井直人、富樫央、矢嶋悟、吉田裕亮、戸井田和弥、山響、北山明親、佐藤暁斗、武井悠稀、田尻芳之、松本直希、Benedikt Roidl: TST-2 オーミックプラズマにおける可視分光器を用いたイオンフローの測定、第 33 回プラズマ・核融合学会年会、東北大学青葉山キャンパス、2016 年 11 月 29 日–12 月 2 日。
- [31] 山崎響、古井宏和、山崎広太郎、牛木知彦、高瀬雄一、井通暁、小野靖、江尻晶、辻井直人、UTST グループ、TST-2 グループ: UTST におけるロゴスキーコイルを用いた局所電流測定、第 33 回プラズマ・核融合学会年会、東北大学青葉山キャンパス、2016 年 11 月 29 日–12 月 2 日。
- [32] 辻井直人、高瀬雄一、江尻晶、曾根原正晃、富樫央、矢嶋悟、吉田裕亮、高橋航、戸井田和弥、山崎響、北山明親、佐藤暁斗、武井悠稀、田尻芳之、松本直希、Benedikt Roidl: TST-2 における低域混成波計測用マイクロ波散乱計の開発、第 33 回プラズマ・核融合学会年会、東北大学青葉山キャンパス、2016 年 11 月 29 日–12 月 2 日。