

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 β (= 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、プラズマ中に電流 (I_p) 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、当研究室の主要研究テーマとなっている。2012 年度には、新たに開発したグリル型アンテナを用いて電流駆動実験を行い、プラズマ周辺部での RF 磁場測定により、電流駆動に適した低域混成波 (LHW) が励起されていることを確認した。また、プラズマ電流の局所測定や RF 電場測定の研究開発を行ったほか、トムソン散乱計測の改良により、誘導生成プラズマでは、電子温度の非等方性が見られないことと、プラズマ電流に起因すると考えられる散乱スペクトルのシフトを見出した。トカマクプラズマ中の輸送は乱流による寄与が支配的であり、その理解はプラズマ閉じ込めの高性能化に不可欠なので、静電プローブを用い、周辺プラズマにおける乱流の基礎研究を行っている。

6.2.1 TST-2 実験

RF プラズマ立ち上げ実験

TST-2 では、ST の発展に重要な、LHW による非誘導プラズマ生成・立ち上げ実験が行われている。2012 年度には、コムラインアンテナに代わって導入された誘導体充填型導波管列アンテナ (通称グリルアンテナ) を用いた実験を開始した。電流駆動効率 ($\eta_{CD} \equiv \bar{n}_e I_p R / P_{RF}$) は、グリルアンテナとコムラインアンテナの場合共に I_p の上昇に対して正の相関があり、同様の値をとることが確認された。現時点では $\eta_{CD} \sim 10^{16} \text{ Am}^{-2} \text{ W}^{-1}$ と低効率だが、 I_p を上昇させることで効率が改善されると期待される。

高周波磁気プローブ (RFMP) を 5 つ十字に並べた 5ch-RFMP (図 6.2.16) を用いて LHW の波数計測を行った。RFMP はスリット付きの金属で遮蔽されており、計測する磁場の方向を選択できる。プラズマ中に $|k_{\parallel}| = 50 \text{ m}^{-1}$ の LHW を励起した際に計測された LHW の波数は $|k_{\parallel}| = 7.3 \pm 0.5 \text{ m}^{-1}$, $|k_{\perp}| = 13 \pm 1.2 \text{ m}^{-1}$ であり、LHW の分散関係を満たすことが示された。計測された波数がアンテナが励起した波数に比べて小さいのは、高い波数の波はプラズマ中で効率よく吸収されるためプラズマ周辺部では観測されず、低い波数へと変換された吸収されにくい波が観測されたからと考えられる。

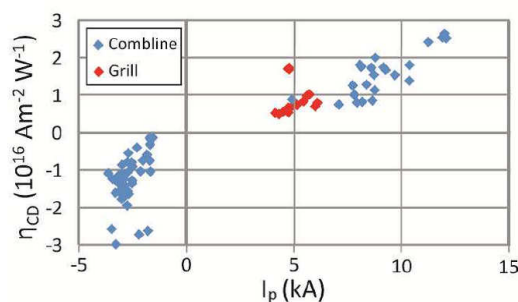


図 6.2.15: 電流駆動効率のグリルアンテナとコムラインアンテナを用いた場合の比較。いずれの場合もプラズマ電流の上昇に伴い効率は上昇する。

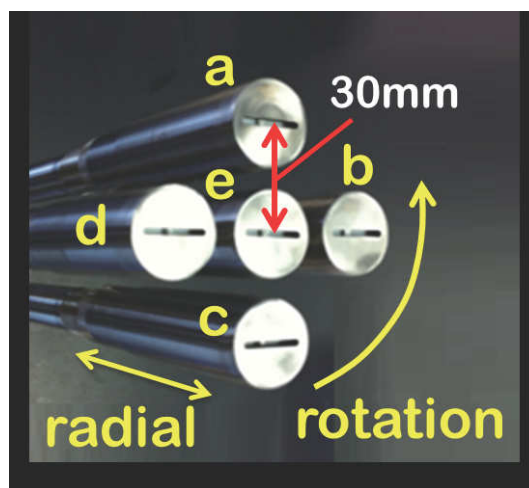


図 6.2.16: 5ch-RFMP。各 RFMP 間の距離は 30 mm。径方向に移動可能で、中心軸回りに回転可能である。

TST-2 における LHW のプラズマ中心部への伝搬には 0.3 T 程度の磁場が必要であり、そのためこの磁場で有効な予備電離ができる 8.2 GHz の電子サイクロトロン波を使ったプラズマ立ち上げ実験を行った。5 本の鉛直経路および 4 本の水平経路に沿って、50 GHz のマイクロ波干渉計を用いて測定した線積分密度より電子密度分布の再構成を行ったところ、8.2 GHz を用いて立ち上げたプラズマの中心密度は $8.0 \times 10^{17} \text{ m}^{-3}$ で、2.45 GHz を用いて立ち上げた場合の約 4 倍であった。また、平衡解析によると 8.2 GHz を用いて立ち上げたプラズマでは、プラズマ断面が D 型になっており、2.45 GHz を用いて立ち上げたプラズマとは異なっていた。

静電プローブによる乱流データ測定

プラズマ粒子間の2体衝突過程だけでは説明できない輸送過程である異常輸送は、プラズマ中の電磁的な揺らぎにより引き起こされ、乱流輸送とも呼ばれる。これはプラズマの閉じ込め性能を悪化させる原因となるため、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。プラズマ乱流現象は異なったスケールの渦間の相互作用に加え、荷電粒子が磁場と相互作用することで様々な固有振動が発生し、揺らぎが引き起こされており、どの固有振動に基づく揺らぎかによって渦間の相互作用の度合いや、それによって引き起こされる輸送特性が異なる。また、マイクロの乱流構造により、ゾーナルフローやMHD揺動といった大域的乱流構造が生成され、乱流輸送に影響を与えることが知られており、そのメカニズムの解明が急務とされている。トカマクプラズマ周辺部では、異常輸送の原因とされる乱流の計測に静電プローブがよく用いられる。TST-2において静電プローブを用い、プラズマの境界近傍の広範な領域で測定を行った結果、プラズマ内の広範囲において10 kHzにパワースペクトルのピークを持つコヒーレントなMHD揺動を観測した。また、同一磁力線上での相関がMHD揺動と同期して時間変化しており、静電揺動がMHD揺動より低い周波数でモジュレートされていることを観測している。また、新たなプラズマ乱流計測手段として、静電プローブ、マッハプローブ、三軸磁気プローブを搭載したプローブを制作し、プラズマの流速、静電ポテンシャル、密度及び磁場の揺動の分布を計測し、磁場揺動とプラズマ密度揺動に相関があることを確認した。さらにプラズマ輸送、マクスウェルストレスの評価を行った結果、両者共にMHD揺動の寄与が支配的であり、磁場揺動はポロイダル方向の揺動、プラズマ流速はトロイダル方向の流速が支配的であることがわかった(図6.2.17)。

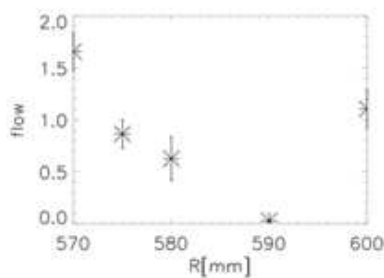


図 6.2.17: トロイダル流速の径方向分布。

200 MHz 波動の静電プローブによる計測

静電プローブは電子やイオンを直接受けることができるため、LHWのような電子とイオンの運動が関与する波動を直接計測することが原理的に可能である。TST-2では200 MHzのLHWを用いているが、これは静電プローブが通常使用される周波数帯の上限より1桁程度大きい。静電プローブによる測定では電極からの信号を同軸ケーブルなどで計測器に伝送するが、200 MHz程度の高周波になると信号を担う高周波電流がケーブルのキャパシタンスによって真空容器に短絡されてしまう。この場合、短絡された高周波電流によって測定対象の波動のエネルギーが持ち去られるため、波動が乱され、測定された信号がプローブ電極近傍の波動を正しく反映していることが保証できなくなる可能性がある。そこで図6.2.18のように大きな抵抗を電極の直後に配置し、高周波においてケーブルのキャパシタンスによりショートされることを防ぎ、プラズマ中のLHWによる浮遊電位振動を正しく測定する静電プローブの開発を進めている。なお200 MHz帯以上の高周波に対してはシースの応答も明らかでないため、まずはこのような高周波帯においてシースモデルの検証を行い、得られた知見をもとに最終的にはプローブユニットをアレイ状に配置して、LHWの波数を計測することを計画している。

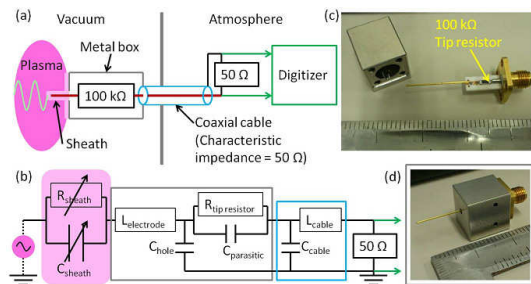


図 6.2.18: (a) 概念図, (b) 等価回路, (c) チップ抵抗と金属シールド, (d) プローブユニット。

マイクロ波干渉計による電子密度分布計測

プラズマ中の波動伝播は電子密度分布に影響されるので、電子密度分布の計測は重要である。TST-2において、LHWを励起するグリルアンテナを用いて立ち上げたプラズマの電子密度分布を知るために、50 GHzのマイクロ波干渉計で鉛直方向および水平方向の複数経路に沿った線積分密度を測定し、電子密度分布の推定を行った。また、電子密度のプラズマ電流、トロイダル磁場、初期充填ガス圧に対する依存性を調べたところ、トロイダル磁場強度には明確な依存性は見られなかったが、プラズマ電流と初期充填ガス圧に関しては $\bar{n}_e \propto I_p^{0.6} P_{fill}^{0.5}$ という依存性を持つことがわかった。

ログスキープローブによる局所プラズマ電流計測

プラズマ電流分布を計測するため、電流計測用のログスキーコイルを2つ、磁場計測用のピックアップコイルを2つ、静電プローブを5つ搭載したログスキープローブの開発を行い、ログスキーコイルの小型化（外径 9.5 mm, 内径 5 mm, 300 巻）とログスキーコイルにかかる外部磁場の影響を取り除くことに成功した。ログスキーコイルはトロイダル磁場とポロイダル磁場に対して感度を持っていたため、2つのログスキーコイルの間にピックアップコイルを置き、ログスキーコイルにかかるトロイダル磁場とポロイダル磁場の影響を推定することで外部磁場の影響を取り除き、局所電流の計測に成功した。ログスキーコイルで計測した電流密度 (750 kA/m^2) は、平衡計算で求めた電流密度 (790 kA/m^2) とほぼ一致した。

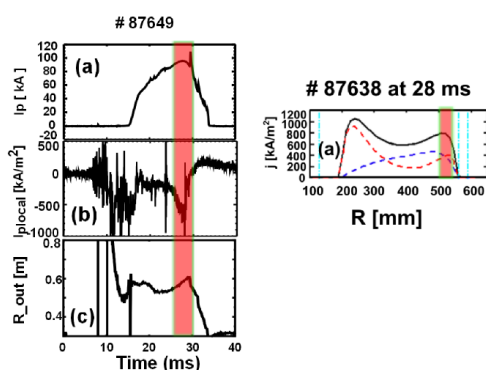


図 6.2.19: 局所的電流密度計測結果と平衡計算結果の比較。

トムソン散乱によるプラズマ電流密度計測

核融合プラズマの電子温度 (T_e)・電子密度 (n_e) 測定手法として最も信頼性の高いトムソン散乱計測の先進的応用として、プラズマ中の電流密度 (j_e) 計測の開発が行われている。TST-2 では測定に用いるレーザー光がプラズマ中を 1 往復し、往路・復路に対応する 2 つの信号を得るダブルパストムソン散乱を用いている。このうち復路の信号のみがプラズマ電流の影響を受けることを利用して、復路の信号を電流密度の測定に、往路の信号を計測の確からしさの検定に用いる。本手法の実現可能性の検討として、ランダムなポアソンノイズを仮定したモンテカルロシミュレーションを行った結果、電子温度 50 eV 程度、全プラズマ電流 100 kA 程度のプラズマを測定した場合、既存の計測器では電流密度の測定誤差 (1σ) が 50% 程度となることが分かった。現在、精度を 14% まで向上させるよう設計した計測器を製作中である。電流密度計測の信頼性を示す最も効果的な方

法は、プラズマ中の電流を反転した場合に測定された電流密度が絶対値は一致し符号が反転するのを確認することである。既存の計測器で複数回の電流反転実験を行った結果、全プラズマ電流が 100 kA 程度のプラズマにおいて平均して 300 kA/m^2 程度の電流密度がプラズマ電流の反転に対応し、符号が逆転して測定された。測定された電流密度の符号は推定と一致しており、測定は電流密度の情報を捉えていると考えられる。

マルチパストムソン散乱計測の開発

RF 波動により生成された低密度プラズマではトムソン散乱計測は困難である。この問題を解消すべく、1 回の測定でレーザーがプラズマ中を数回往復するマルチパス配位のトムソン散乱計測の開発を行っている。ポッケルスセルと反射型偏光子を用い、偏光を高速制御することでミラー間にレーザーパルスを閉じ込める。トムソン散乱計測に用いる Nd:YAG レーザーは高出力なので、マルチパス光学系の設計には光学素子のレーザー耐性を考慮する必要がある。散乱光は凹面鏡を用いて光ファイバーに集光するので、測定位置におけるビーム径も考慮しなければならない。これらの条件を満足させるため、往復ごとの各光学素子、測定位置におけるビーム径をシミュレーションから求めた。シミュレーションの結果、レーザー光の拡がり角やビームウェストを、光学素子を用いてチューニングする必要があることがわかった。そのほか、ビーム伝搬ファクター M^2 を加味したレンズ前後のビーム伝搬が理論と実測で一致していることを確認した。また、マルチパスを行う上で必要となるポッケルスセルや MOSFET の動作確認を行った。今後は、レーザーパワーを落とし、マルチパス光学系で実際にレーザーパルスを往復させ、マルチパス計測が可能であることを確認した後、高出力レーザーでマルチパス計測を行う予定である。

6.2.2 共同研究

QUEST におけるトムソン散乱計測

8.2 GHz のマイクロ波によるプラズマの非誘導電流立ち上げ・定常維持実験が行われている九州大学の球状トカマク装置 QUEST 用のトムソン散乱計測の開発を行っている。非誘導立ち上げプラズマは密度が低いため、トムソン散乱計測は難しいが、QUEST では数秒の長時間放電を行っているので、レーザーが 10 Hz で繰り返し撃てることを利用し、散乱光を重ね合わせて電子温度の算出を行っている。密度較正にはラマン散乱を用い、相対値ではあるが密度分布計測を行っている。現在、空間 6 点の同時計測が可能である。

LHD における反射計による波動計測

マイクロ波反射計は、プラズマ中で反射したマイクロ波の位相を計測し、微小な電子密度変動を測定できる装置である。原理的にはプラズマ中の高周波波動を検出することができるが、波動電場の定量的な測定は難しく、研究開発が必要である。核融合科学研究所の LHD ヘリカル装置において、イオンサイクロトロン周波数帯 (ICRF) の速波励起アンテナ近傍の波動電場を測定するため、新たにマイクロ波反射計を設計・製作・設置し、波動測定を行った。測定対象は周波数 38.47 MHz の少数イオン加熱で維持された LHD プラズマである。反射計で測定された密度揺動の RF 成分は、0.01 % のオーダーであり、分散関係を用いて波動電場の大きさに変換される。その結果、波動電場 (磁気面上で磁場に垂直な成分) は測定位置が密度の低いプラズマの外側に移るにつれ大きくなることがわかった。

LHW の数値シミュレーション

米国マサチューセッツ工科大学プラズマ科学核融合センターとの共同研究として、TORLH 全波解析コードを用いた TST-2 における LHW による電流駆動のシミュレーションを行った。特に前年度、速波進行波励起用アンテナ (コムラインアンテナ) を用いた LHW 電流駆動実験で得られた X 線スペクトルとシミュレーションで予想される X 線スペクトルの定量的な比較を行うことを目的とした。シミュレーションは TORLH により計算される波動の伝播・吸収と、フォッカープランクコード CQL3D により計算される速度分布関数の変形が無矛盾な結果を与えるよう繰り返し計算がおこなわれる。実験で用いた条件でシミュレーションを行い、変形された速度分布関数を計算し、現在この結果を用いて実験で用いた視線に沿った X 線スペクトルを計算する準備を進めている。TST-2 のプラズマパラメータでは励起された LHW の吸収が弱いので、波動の回折・干渉効果を正確に取り扱える全波解析コードを用いたシミュレーションが適していると考えられていたが、実際光線追跡コード GENRAY を用いた計算を行ったところ、なめらかな速度分布関数を得ることが難しいことがわかった。

JT-60SA における電流駆動シナリオの検討

日本原子力研究開発機構との共同研究として、プラズマ輸送解析統合コード TOPICS を用いた JT-60SA トカマクにおけるセンターソレノイド (CS) 磁束の消費を最小限に抑えたプラズマ立ち上げシナリオの検討を行った。この研究は JT-60SA の大目標の一つである、デモ炉における CS の使用を最小限に抑えたプラズマ電流立ち上げシナリオの開発に資することを目標としている。初期プラズマ生成後のプラズマ電流が低い段階で CS による誘導駆動電流がゼロの状態を達成し、その状態を保ったままプラズマ電流を立ち上げることを目指した。どのような密度・温度分

布を仮定すれば十分な自発電流割合が達成され、上述のシナリオを実現できるかを明らかにし、2.1 MA までのプラズマ電流立ち上げを計算し、JT-60SA で予定されている加熱入力パワーの範囲内で、必要とされる温度・密度分布を得るために、極端に高い閉じ込め性能が要求されるわけではないことが確かめられた。この放電において、プラズマ電流の 8 割程度を担う自発電流は、主に内部輸送障壁のある規格化小半径 $\rho = 0.55$ 付近において流れているため、プラズマ中心部では電流ホールという状態が形成され、強い負磁気シアを持つことがわかった。

新型 LHW アンテナの開発

日米科学技術協力協定のもと、米国 General Atomics 社との共同研究として、新たな LHW 進行波励起アンテナの開発を行っている (図 6.2.20)。このアンテナは 13 個の家型断面をもつ導体で構成され、端の導体のみに給電する。他の導体には隣の導体からの静電誘導により位相のずれた電位が誘起され、プラズマ中に静電進行波を励起する。電場の向きはトロイダル方向であり、LHW の励起に適している。各銅体間の位相差は、 $N_{||} = 5 \sim 6$ の波を励起するよう調整されている。200 MHz において反射は入射に対し -25 dB、透過は -1 dB であった。



図 6.2.20: 新型 LHW アンテナ

<受賞>

- [1] 若月琢馬、第 9 回 核融合エネルギー連合講演会 若手優秀発表賞、プラズマ・核融合学会、2012 年 6 月 29 日。

<報文>

(原著論文)

- [2] H Tojo, A Ejiri, J Hiratsuka, T Yamaguchi, Y Takase, K Itami and T Hatae: Demonstration of

- in-situ relative calibration method for a Thomson scattering diagnostic on TST-2, *Journal of Instrumentation* **7** (2012) P04005.
- [3] M. Ishiguro, K. Hanada, H. Liu, H. Zushi, K. Nakamura, A. Fujisawa, H. Idei, Y. Nagashima, M. Hasegawa, S. Tashima, Y. Takase, Y. Kishimoto, O. Mitarai, S. Kawasaki, H. Nakashima and A. Higashijima: Non-inductive current start-up assisted by energetic electrons in Q-shu University experiment with steady-state spherical tokamak, *Phys. Plasmas* **19** (2012) 062508.
- [4] T. Tokuzawa, A. Ejiri, K. Kawahata, K. Tanaka, I. Yamada, M. Yoshinuma, K. Ida, and C. Suzuki: Microwave Doppler reflectometer system in LHD, *Rev. Sci. Instrum.* **83** (2012) 10E322.
- [5] J. Hiratsuka, A. Ejiri, M. Hasegawa, Y. Nagashima, Y. Takase, H. Tojo, T. Yamaguchi, T. Ambo, H. Furui, T. Hashimoto, H. Kakuda, K. Kato, T. Oosako, T. Sakamoto, R. Shino, T. Shinya, M. Sonehara, T. Wakatsuki and O. Watanabe: Off-Axis Temperature Anisotropy Measurement by Double-Pass Thomson Scattering Diagnostic System on TST-2, *Plasma Fusion Res.* **7** (2012) 2402092.
- [6] M. Sonehara, Y. Nagashima, Y. Takase, A. Ejiri, T. Yamaguchi, T. Ambo, H. Kakuda, J. Hiratsuka, T. Sakamoto, R. Shino, T. Wakatsuki and O. Watanabe: Fluctuation Measurement Across the Broad Range of the Low-field Side Edge Plasmas in the TST-2 Spherical Tokamak, *IEEE Transactions on Fundamentals and Materials.* **132** (2012) 499.
- [7] K. Hanada, H. Zushi, H. Idei, K. Nakamura, M. Ishiguro, S. Tashima, E. Kalinnikova, M. Sakamoto, M. Hasegawa, A. Fujisawa, K. Sato, N. Yoshida, H. Watanabe, K. Tokunaga, Y. Nagashima, A. Higashijima, S. Kawasaki, H. Nakashima, H. Liu, O. Mitarai, T. Maekawa, A. Fukuyama, Y. Takase and J. Qian: QUEST Experiments Towards Steady State Operation of Spherical Tokamaks, *IEEE Transactions on Fundamentals and Materials.* **132** (2012) 490.
- [8] 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, T. Yamaguchi and C. P. Moeller: X-ray Measurements during Plasma Current Start-up Experiments using the Lower Hybrid Wave on the TST-2 Spherical Tokamak, *IEEE Transactions on Fundamentals and Materials.* **132** (2012) 485.
- [9] S. Kamio, K. Yamasaki, K. Takemura, Q. H. Cao, T. G. Watanabe, H. Itagaki, T. Tsutsui, K. Ishiguchi, R. Imazawa, T. Yamada, C. Z. Cheng, M. Inomoto, Y. Takase and Y. Ono: Development of Multi-channel Doppler Spectroscopic Measurement System Using 8x8 Multianode Photomultiplier Tube Assembly, *Rev. Sci. Instrum.* **83** (2012) 083103.
- [10] S. Kamio, K. Yamasaki, K. Takemura, Q. H. Cao, T. G. Watanabe, H. Itagaki, T. Tsutsui, K. Ishiguchi, R. Imazawa, T. Yamada, C. Z. Cheng, M. Inomoto, Y. Takase, Y. Ono: Electron Acceleration by Magnetic Reconnection During Spherical Tokamak Merging Experiment, *IEEE Transactions on Fundamentals and Materials.* **133** (2013) 166.
- [11] T. Yamaguchi, A. Ejiri, J. Hiratsuka, M. Hasegawa, Y. Nagashima, K. Narihara, Y. Takase, H. Zushi and the QUEST group: Electron Temperature Measurement on QUEST Spherical Tokamak by Thomson Scattering System, *Plasma Fusion Res.* **8** (2013) 1302001.
- (国内雑誌)
- [12] M. Yoshida, G. Giruzzi, Y. Kamada, Y. Takase, T. Suzuki, K. Nagasaki, G. Matsunaga, M. Furukawa, K. Tanaka, K. Shinohara, M. Osakabe, H. Urano, T. Morisaki, T. Nakano, M. Sakamoto, S. Sakurai, A. Sagara, N. Hayashi, A. Fukuyama: JT-60SA リサーチプラン, プラズマ・核融合学会誌 (研究最前線) *J. Plasma Fusion Res.* **88** (2012) 650.
- [13] T. Maekawa, Y. Takase, K. Hanada, N. Yoshida, M. Nagata, Y. Ono, M. Inomoto, Y. Nagashima, Y. Nagayama: 球状トカマク研究の進展 -核融合エネルギー開発に向けて-, プラズマ・核融合学会誌 (小特集) *J. Plasma Fusion Res.* **88** (2012) 706.
- (学位論文)
- [14] 加藤邦彦: TST-2 における非誘導立ち上げプラズマの電子密度のパラメータ依存性及び電子密度分布計測, (修士論文)
- [15] 新屋貴浩: Wave Measurements by RF Magnetic Probes during Lower Hybrid Wave Experiments on TST-2, (修士論文)
- [16] 橋本貴博: Measurement of toroidal and poloidal flow on the TST-2 spherical tokamak, (修士論文)
- [17] 古井宏和: Development of a current profile diagnostic for a spherical tokamak plasma, (修士論文)
- <学術講演>
- (国際会議)
- 一般講演
- [18] J. Hiratsuka, A. Ejiri, M. Hasegawa, Y. Nagashima, Y. Takase, H. Togashi, H. Tojo, T. Yamaguchi, H. Furui, T. Hashimoto, H. Kakuda, K. Kato, A. Nakanishi, T. Oosako, Y. Shimada, T. Shinya, M. Sonehara, and T. Wakatsuki: Development of An Advanced Thomson Scattering System on TST-2 Spherical Tokamak, Japan-Korea Seminar 2012 for Plasma Diagnostics, Jeju, Korea, Aug. 23-25, 2012.

- [19] M. Sonehara, et al.: Measurements of turbulent structure of edge plasma in the TST-2 spherical tokamak, Japan-Korea Seminar 2012 for Plasma Diagnostics, Jeju, Korea, Aug. 23-25, 2012.
- [20] Y. Takase, A. Ejiri, H. Kakuda, T. Oosako, T. Shinya, T. Wakatsuki, O. Watanabe, T. Ambo, H. Furui, T. Hashimoto, J. Hiratsuka, H. Kasahara, K. Kato, R. Kumazawa, C. Moeller, T. Mutoh1, A. Nakanishi, Y. Nagashima, K. Saito, T. Sakamoto, T. Seki, M. Sonehara, R. Shino, H. Togashi, T. Yamaguchi: Non-inductive Plasma Initiation and Plasma Current Ramp-up on the TST-2 Spherical Tokamak, 24th IAEA Fusion Energy Conference San Diego Oct. 8-13, 2012.
- [21] T. Wakatsuki, A. Ejiri, Y. Takase, H. Furui, T. Hashimoto, J. Hiratsuka, H. Kakuda, K. Kato, A. Nakanishi, T. Oosako, T. Shinya, M. Sonehara, H. Togashi, T. Yamaguchi, H. Kasahara, R. Kumazawa, K. Saito, T. Seki, F. Shimpō, Y. Nagashima: Plasma Start-up Experiments Using the Lower Hybrid Wave Excited by a Dielectric Loaded Waveguide Array Antenna on the TST-2 Spherical Tokamak, 54th Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics Providence, Oct. 29-Nov. 2, 2012.
- [22] Y. Nagashima, Y. Takase, M. Sonehara, T. Oosako: Observation of nonlinear phenomena of edge fluctuations in the TST-2 spherical tokamak, 54th Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics Providence, Oct. 29-Nov. 2, 2012.
- [23] S.G. Baek, R.R. Parker, S. Shiraiwa, G. Wallace, D. Brunner, I. Faust, A. Hubbard, B. LaBombard, M. Porkolab, J. Terry, C. Lau, Y. Takase: Measurements of lower-hybrid frequency spectra at the high-field and low-field side using probes in Alcator C-Mod, 54th Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics Providence, Oct. 29-Nov. 2, 2012.
- [24] Y.-K.M. Peng, Y. Takase, B. Lloyd: World spherical torus (ST) research as coordinated by the IEA ST Implementing Agreement (IA), 54th Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics Providence, Oct. 29-Nov. 2, 2012.
- [25] S. Masamune, A. Sanpei, S. Nakaki, K. Deguchi, K. Nishimura, H. Tanaka, H. Himura, A. Ejiri, N. Mizuguchi, K. Kawahata, D.J. Den Hartog, R. Paccagnella: Progress in low-aspect-ratio RFP research in RELAX, 54th Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics Providence, Oct. 29-Nov. 2, 2012.
- [26] H. Tojo, T. Hatae, T. Sakuma, T. Hamano, K. Itami, A. Ejiri, J. Hiratsuka, T. Yamaguchi, Y. Takase: Development of a Thomson scattering diagnostic design for JT-60SA, The 9th Australia-Japan workshop on plasma diagnostics, Naka, Japan, Dec. 3-6, 2012.
- [27] J. Hiratsuka, A. Ejiri, M. Hasegawa, Y. Nagashima, Y. Takase, H. Togashi, H. Tojo, T. Yamaguchi, H. Furui, T. Hashimoto, H. Kakuda, K. Kato, A. Nakanishi, T. Oosako, T. Shinya, M. Sonehara, and T. Wakatsuki: Double-pass Thomson scattering system on TST-2 spherical tokamak, The 9th Australia-Japan workshop on plasma diagnostics, Naka, Japan, Dec.3-6, 2012.
- [28] J. Hiratsuka, A. Ejiri, Y. Takase, H. Togashi, T. Yamaguchi, H. Furui, T. Hashimoto, H. Kakuda, K. Kato, A. Nakanishi, T. Oosako, T. Shinya, M. Sonehara, and T. Wakatsuki: Development of An Advanced Thomson Scattering System on TST-2 Spherical Tokamak, GCOE International Symposium on Physical Sciences Frontier, Hongo, Tokyo, Japan, Dec. 8-9, 2012.
- [29] H. Kakuda, Y. Nagashima, Y. Takase, A. Ejiri, M. Sonehara, H. Furui, T. Hashimoto, K. Kato, J. Hiratsuka, A. Nakanishi, T. Oosako, T. Sakamoto, T. Shinya, H. Togashi, T. Wakatsuki, T. Yamaguchi: Floating Potential Measurement of RF Start-up Plasmas on the TST-2 Spherical Tokamak, GCOE International Symposium on Physical Sciences Frontier, Hongo, Tokyo, Japan, Dec. 8-9, 2012.
- [30] T. Wakatsuki, et al.: Development of An Advanced Thomson Scattering System on TST-2 Spherical Tokamak, GCOE International Symposium on Physical Sciences Frontier, Hongo, Tokyo, Japan, Dec. 8-9, 2012.
- [31] T. Wakatsuki, et al.: Experimental results using a new dielectric loaded waveguide array antenna on TST-2, Workshops on Physics and Technology of RF Heating of Fusion Plasmas 2012, Nara, Japan, Dec. 11-15, 2012.
- [32] T. Shinya, Y. Takase, A. Ejiri, T. Oosako, T. Wakatsuki, T. Yamaguchi, H. Kakuda, J. Hiratsuka, T. Sakamoto, M. Sonehara, H. Furui, K. Kato, T. Hashimoto, A. Nakanishi, H. Togashi, T. Yamada, Y. Nagashima, O. Watanabe: Wave Measurements during Lower Hybrid Wave Injection using Radio Frequency Magnetic Probes on TST-2, Workshops on Physics and Technology of RF Heating of Fusion Plasmas 2012, Nara, Japan, Dec. 11-15, 2012.
- [33] C. P. Moeller, Y. Takase: A Lower Hybrid Traveling Wave Antenna, Workshops on Physics and Technology of RF Heating of Fusion Plasmas 2012, Nara, Japan, Dec. 11-15, 2012.
- [34] J. Hiratsuka, A. Ejiri, M. Hasegawa, Y. Nagashima, Y. Takase, H. Togashi, H. Tojo, T. Yamaguchi, H. Furui, T. Hashimoto, H. Kakuda, K. Kato, A. Nakanishi, T. Oosako, T. Shinya, M. Sonehara, and T. Wakatsuki: Study of Electron Distribution Function Asymmetry by Thomson Scattering on TST-2, The First A3 Foresight Workshop on Spherical Torus, Seoul, Korea, Jan. 14-16, 2013.

- [35] T. Wakatsuki, A. Ejiri, T. Shinya, Y. Takase, H. Furui, T. Hashimoto, J. Hiratsuka, H. Kakuda, H. Kasahara, K. Kato, Y. Nagashima, T. Oosako, K. Saito, T. Seki, F. Shimpō, M. Sonehara, T. Yamaguchi: Lower Hybrid Current Drive Experiment on TST-2, The First A3 Foresight Workshop on Spherical Torus, Seoul, Korea, Jan. 14-16, 2013.
- [36] Y. Takase: LH Antenna and Diagnostic Development on TST-2, Workshop on RF Startup and Sustainment, Kasuga, Feb. 26–Mar. 1, 2013.
- 招待講演
- [37] Y. Takase: TST-2: present status and future plan, The First A3 Foresight Workshop on Spherical Torus, Seoul, Korea, Jan. 14–16, 2013.
- [38] Y. Takase: Plasma Start-up by LHW on TST-2, Workshop on RF Startup and Sustainment, Kasuga, Feb. 26–Mar. 1, 2013.
- (国内会議)
- 一般講演
- [39] 新屋貴浩、高瀬雄一、江尻晶、大迫琢也、山口隆史、角田英俊、平塚淳一、若月琢馬、曾根原正晃、加藤邦彦、橋本貴博、古井宏和、島田陽介、富樫央、中西綾香、永島芳彦: TST-2 における低域混成波を用いた実験でのピックアップコイルによる波動計測, 第9回核融合エネルギー連合講演会、神戸、2012年6月28-29日
- [40] 若月琢馬、高瀬雄一、江尻晶、安保貴憲、大迫琢也、角田英俊、笠原寛、加藤邦彦: TST-2 球状トカマクにおける誘電体充填型導波管列アンテナを用いた低域混成波によるプラズマ立ち上げ実験, 第9回核融合エネルギー連合講演会、神戸、2012年6月28-29日
- [41] 角田英俊、永島芳彦、曾根原正晃、古井宏和、高瀬雄一、江尻晶、若月琢馬、渡邊理、大迫琢也、安保貴憲、加藤邦彦、坂本拓也、篠遼太、島田陽介、新屋貴浩、富樫央、中西綾香、橋本貴博、平塚淳一、山口隆史: TST-2 球状トカマクにおける 200MHz 帯周波数の高周波を用いた立ち上げプラズマの浮遊電位計測, 第9回核融合エネルギー連合講演会、神戸、2012年6月28-29日
- [42] 徳沢季彦、角屋豊、谷正彦、萩行正憲、江尻晶、川端一男: ミリ波-テラヘルツ波を用いた核融合炉心プラズマ計測, 第9回核融合エネルギー連合講演会、神戸、2012年6月28-29日
- [43] 富樫央他: マルチパストムソン散乱計測における光学系と実現可能性の検討及び基礎実験, プラズマ若手夏の学校、蔵王、2012年8月20-23日
- [44] 江尻晶: 研究者のワークライフバランス (WLG)WG、大規模アンケート調査のフォローアップ WG: 第2回大規模アンケートの再解析に見る RPD 支持層, 第10回男女共同参画学協会連絡会シンポジウム、西新橋、2012年10月7日
- [45] 若月琢馬、鈴木隆博、井手俊介、林信彦、高瀬雄一: プラズマ輸送コード TOPICS を用いた JT-60SA におけるセンターソレノイドを用いたないプラズマ立ち上げシナリオ解析, プラズマ・核融合学会第29回年会、春日、2012年11月27-30日
- [46] 古井宏和、永島芳彦、高瀬雄一、江尻晶、角田英俊、曾根原正晃、大迫琢也、加藤邦彦、新屋貴浩、富樫央、中西綾香、橋本貴博、平塚淳一、山口隆史、若月琢馬: TST-2 におけるプラズマ電流分布計測用の小型ロゴスキープローブ開発, プラズマ・核融合学会第29回年会、春日、2012年11月27-30日
- [47] 曾根原正晃、永島芳彦、江尻晶、高瀬雄一、古井宏和、角田英俊、大迫琢也、山口隆史、若月琢馬、平塚淳一、加藤邦彦、新屋貴浩、橋本貴博、富樫央、中西綾香: TST-2 球状トカマク装置におけるプラズマ周辺部乱流構造の計測, プラズマ・核融合学会第29回年会、春日、2012年11月27-30日
- [48] 田中裕之、政宗貞夫、三瓶明希夫、出口和明、中本聖也、西村香苗、比村治彦、江尻晶、川端一男、秋山毅志、D.J. DenHartog、小口治久: X-ray measurements during non-inductive plasma current start-up experiments using lower hybrid waves on the TST-2 spherical tokamak, RELAX プラズマのパラメータ領域、プラズマ・核融合学会第29回年会、春日、2012年11月27-30日
- [49] 東條寛、波多江仰紀、佐久間猛、濱野隆、伊丹潔、江尻晶、平塚淳一、山口隆史、高瀬雄一: JT-60SA におけるトムソン散乱計測の開発, NIFS 一般共同研究「磁場閉じ込め及び慣性閉じ込め核融合プラズマ診断の新展開」核融合エネルギーフォーラムプラズマ物理クラスター計測サブクラスター 合同会合、土岐、2013年1月9-10日
- [50] 江尻晶、徳沢季彦: LHD における反射計を用いた波動計測, NIFS 一般共同研究「磁場閉じ込め及び慣性閉じ込め核融合プラズマ診断の新展開」核融合エネルギーフォーラムプラズマ物理クラスター計測サブクラスター 合同会合、土岐、2013年1月9-10日
- [51] 江尻晶、徳沢季彦: LHD におけるマイクロ波反射計を用いた波動測定, 第2回 ICRF 加熱研究会「ICRF 加熱装置の高性能化と将来応用」、土岐、2013年2月20日
- [52] 曾根原正晃、永島芳彦、江尻晶、高瀬雄一、古井宏和、角田英俊、大迫琢也、山口隆史、若月琢馬、平塚淳一、加藤邦彦、新屋貴浩、橋本貴博、富樫央、中西綾香: TST-2 球状トカマク装置におけるフロー及びプラズマ乱流構造計測, 第16回若手科学者によるプラズマ研究会、那珂、2013年3月4-6日
- [53] 古井宏和、永島芳彦、高瀬雄一、江尻晶、角田英俊、曾根原正晃、大迫琢也、加藤邦彦、新屋貴浩、富樫央、中西綾香、橋本貴博、平塚淳一、山口隆史、若月琢馬: TST-2 における小型ロゴスキープローブを用いた局所プラズマ電流の計測, ST 研究会「マイクロ波駆動核融合」討論会、土岐、2013年3月6日
- [54] 江尻晶、高瀬雄一、大迫琢也、山口隆史、角田英俊、平塚淳一、若月琢馬、曾根原正晃、加藤邦彦、新屋貴浩、橋本貴博、古井宏和、富樫央、中西綾香: 最近の TST-2 実験, ST 研究会「マイクロ波駆動核融合」討論会、土岐、2013年3月6日

- [55] 江尻晶、徳沢季彦: LHD におけるマイクロ波反射計を用いた波動計測, 光・ミリ波・マイクロ波を用いた計測技術・解析モデルの開発とその応用に関する研究会、春日、2013 年 3 月 11-12 日
- [56] 江尻晶、徳沢季彦、斎藤健二、関哲夫、笠原寛史、武藤敬、熊澤隆平、山田一博、高瀬雄一: LHD におけるマイクロ波反射計を用いた波動測定, 日本物理学会第 68 回年次大会 (広島) 2013 年 3 月 26-29 日