

6.3 高瀬研究室

当研究室では磁場により閉じ込められた高温プラズマの研究を行っている。この研究は未来のエネルギー源としての核融合の実現を目指したものであり、そのために不可欠な高温プラズマの物理的理解を目標としている。現在では、トカマクと呼ばれる閉じ込め方式により、核融合出力が外部からの加熱入力を上回る段階まで来ており、核融合反応による自己加熱が支配的となる「燃焼プラズマ」の研究に移行しようとしている。このため国際熱核融合実験炉 (ITER) 計画が国際協力で行進している。我々はトカマクより更に効率を上げるため、球状トカマク (ST) 方式の研究を進めている。ST では、プラズマを閉じ込める磁場の圧力に対するプラズマの圧力 (この比は β とよばれ、プラズマ閉じ込めの効率を表す) が従来のトカマク方式に比べ数倍大きくできると期待されている。

高温・高ベータプラズマは非線形複雑系の典型例であり、様々な興味深い現象が起こる。例えば、プラズマの圧力勾配により電場が生じ、強い流れが生じる。更に流れに強い勾配ができるとプラズマ中の乱流が抑制され、輸送が軽減される。プラズマには輸送の大きい状態と輸送の小さい状態が存在し、これらの中で遷移を起こす。また、プラズマ中に自発的に電流が流れるようになり、プラズマを閉じ込めるのに必要な磁場をプラズマ自身が作り出すようになる。我々はこのような高温・高ベータのプラズマ実験を行うために、平成 11 年度に TST-2 球状トカマク装置を新設し、平成 12 年度から ST プラズマで起きる電磁流体 (MHD) 不安定性、プラズマ乱流による輸送、波動を用いたプラズマ加熱等の研究を開始した。また、プラズマ加熱あるいはプラズマ計測の手法も ST では従来のものが使用できない場合も多く、これらの開発も合わせて行っている。13 年度以降、高周波を用いたプラズマ加熱の実験を計画しているほか、開発した計測・加熱手法を用いて学外の研究所との共同研究を活用して幅広い研究を行っている。

6.3.1 TST-2 実験

TST-2 はトーラスの大半径 0.36 m、小半径 0.23 m の球状トカマクプラズマである。トロイダル磁場 0.3 T、プラズマ電流 0.2 MA、電子密度 $2 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 、電子温度 200 eV、 $\beta = 5\text{--}10\%$ のプラズマを生成できるよう設計されている (図 6.3 a 参照)。現在、測定器と電源を順次整備しながら実験を進めており、得られている典型的なパラメータは図 6.3 b に示すように、設計値の約半分のレベルである。

内部磁気再結合現象の観測

内部磁気再結合現象 (IRE) は球状トカマク特有の MHD 現象と考えられている。現象論としては、図 6.3b の様に放電の途中でプラズマ電流に正のスパイ

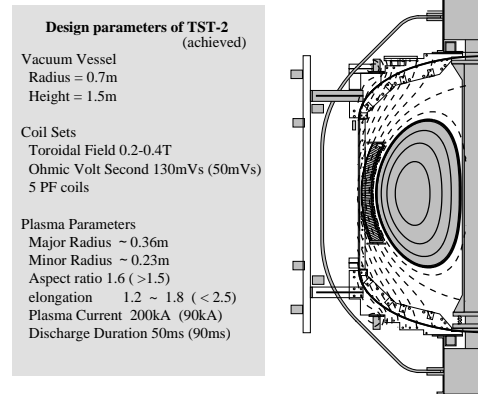


図 6.3 a: Design parameters and poloidal cross section of TST-2

クが、また、周回電圧に負のスパイクがあらわれる。これはプラズマの内部で磁気再結合がおきて電流分布が平坦になり、内部インダクタンスが下がったためと考えられる。このとき H_α の発光が増え、軟 X 線の信号強度や密度が減り、プラズマに閉じ込められた熱や粒子が吐き出されていることを示す。しかしプラズマ内部でどのような不安定性が成長しているかといったメカニズムは分かっていない。

プラズマ内部に磁気プローブを挿入し、磁気揺動の空間分布を測定した。この結果、プラズマの小半径の約半分の位置で、10 kHz の磁気揺動に加えて、(20, 30, 40 kHz) の高次モードが起きていることが分かった。また、IRE の直前にこの周波数は 15 kHz, 30 kHz に移動している。この 10 kHz 磁気揺動はプラズマの外側で計ったところ $n = 1$ のモード数を示し、このモードがプラズマ内部で成長していることが分かった。

高周波波動励起実験

ST で生成されるプラズマは高い誘電率を有するが、イオン高調波速波 (High harmonic fast wave: HHFW) はこのようなプラズマの中心部まで伝播可能であり、特に高温ではランダウ減衰による電子への強い吸収が期待されるので、ST における有力な加熱・電流駆動の手段となりうる。このため、高誘電率プラズマ中の HHFW の伝播・吸収機構の解明は、加熱・電流駆動実験の基礎となる重要なテーマである。TST-2 の実験では真空容器内壁に取りつけられたコムラインアンテナを用いて 25 MHz、1 kW レベルの進行波を励起した。励起された波はプラズマの外側の 5ヶ所に配置した磁気プローブで検出し、位相・強度・周波数スペクトルを測定した。その結果、トロイダルモード数 7-8 の波がプラズマ中に励起されていることがわかった。また、密度揺動による波の散乱に起因するとおもわれる 100 kHz 程度の周波

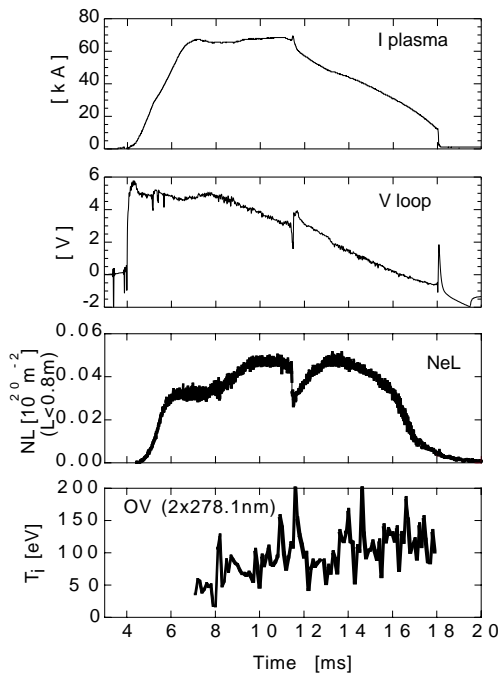


図 6.3 b: Typical plasma parameters of TST-2

数スペクトルの広がりが観測された。現在これらの結果を元に、200 kW レベルの大電力を使ったプラズマ加熱実験の準備中である。

プローブ実験

高温プラズマの熱・粒子輸送は、通常微視的揺動の引き起こす輸送（乱流輸送）によって支配されている。ST プラズマの輸送現象を観測するために静電・磁気プローブを用いて静電揺動及び磁気揺動を測定している。先端に 4 つの電極をもつプローブを用いて測定を行った。全ての電極で浮遊電位を計測した結果、トリプルプローブ法が使用可能であることが分かった。プラズマの外 $R = 540 \text{ mm}$ の位置では、放電後半では電子温度が 10 eV 程度であるのに対して電子密度はほとんどなく、プラズマが内側よりになり、プラズマ外側のスクレイブオフ領域ではプラズマ電流に応じて増大、減少する。現存のプローブを用いた実験では、トリプルプローブ法を用いて電場の計測を行えないので輸送係数を求めることはできなかった。しかし、浮遊電位計測によってプラズマ電位の波数の目安を与えることができた。今後輸送係数やプラズマ中の静電波計測のために複数のプローブを設置する予定である。

マイクロ波干渉計による電子密度の測定

2 つのマイクロ波発信器（周波数 104 GHz 、差周波数 1.2 GHz ）を用いて、ヘテロダイン方式のマイクロ波干渉計を用いて電子密度を測定している。今回新たに、ピンスイッチを用いて導波管を切り替え、2 つのコードを交互に測定することを試みた。ピンスイッチは簡単な電子回路によって $2 \mu\text{s}$ ごとに切り替えられ、1 つのコードに対して $4 \mu\text{s}$ 間隔で測定が行われた。

図 6.3 c に示すのは、典型的な放電の際の 2 コードの電子密度とプラズマ電流の波形である。測定コードはプラズマの中心付近を通る $R = 390 \text{ mm}$ と、それより外側 $R = 505 \text{ mm}$ を用いた。時刻 $8\text{--}15 \text{ ms}$ に、プラズマ電流に頻繁に現れる正のスパイクに応じて中心密度は大きく減少するが、外側の密度はあまり変化していない。これより、この現象は主にプラズマの内部で起こったことが分かる。なお、両コードの密度は 29 ms 頃から上昇するが、これは 2 回目のガス入射 ($27\text{--}28 \text{ ms}$) を行ったためである。

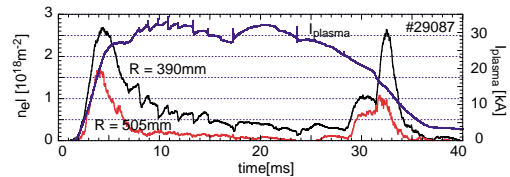


図 6.3 c: The line-averaged density measured by a dual-channel PIN-switch interferometer.

4 ビーム相関法による揺動測定の可能性

プラズマは非平衡、非線形な系である。また、多種の粒子、多種の場をもつため、プラズマ乱流は、通常流体の一樣等方乱流とは異なった散逸機構、エネルギースペクトル、カスケードを示すと考えられる。これらの研究を実験的に行うためには、従来よりも小さい空間スケールでの揺動の構造を測定する必要がある。ここで述べる 4 ビーム相関法は、揺動の微細構造測定を目的とした新しい手法であり、その可能性と限界を理論的に解析した。

4 ビーム相関法は、従来から知られているクロスビーム法を拡張した方法である。クロスビーム法は、2 つの交差する線積分測定から、交差部の局所的な揺動を得る手法で、揺動の相関長が短いことを利用する。図 6.3 d(a) はセルモデルを用いて配位を模式的に示したものである。セルモデルでは、空間を相関長で離散化し、1 つのセル内では相関が 1 で、異なるセル間の相関は 0 とおく。この場合に 2 つの線積分測定値の相関をとると、相関の無い成分 ($\epsilon_i, \delta_j, i \neq j$) は統計平均により 0 になり、相関のある成分 ($\epsilon_k = \delta_k$)、すなわち、交差部の揺動の自乗平均 ($\epsilon_k^2 = \delta_k^2$) のみが残る。

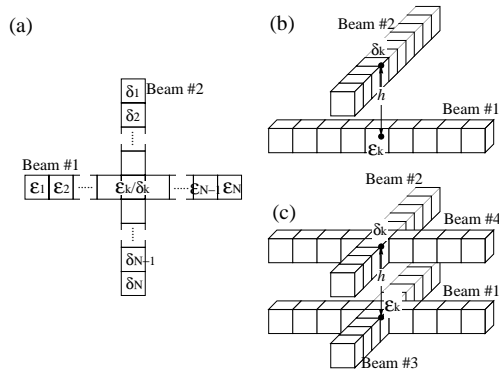


図 6.3 d: Schematic cell-model of the 4-beam correlation method

これに対して、4 ビーム相関法では h だけ離れた、交差しない2つの線積分（ビーム）の相関をとる（図 6.3 d(b)）。これによって、揺動の空間相関 $\langle \epsilon_k \delta_k \rangle$ が得られる。さらに2つのビームを配置し、 h だけ離れた平面のそれぞれに2つの交差するビームを配置する（図 6.3 d(c)）。この距離 h を変化させて測定することによって、距離の関数として相関が求められるとともに、交差部の揺動の自乗平均で規格化することにより相関関数が得られると期待される。

定量的な評価を行うために、相関関数がガウス型分布を持つとして解析を行った。その結果、空間的に一様等方な揺動（相関関数）の場合には、相関関数の測定が可能であること、測定の局所性はビームの交差角度と相関長に依存することがわかった。また、通常、磁化プラズマでは、磁力線方向に長い相関長が期待されるが、この場合に磁力線に平行、垂直方向には正しい相関長が求められることがわかった。さらに、磁力線にシアがある場合には、定性的な相関長が得られる。このことを利用することにより、磁力線の方向を測定することが可能であることが示された。

電子パーンシュタイン波をもちいた電子温度計測法の開発

ST では電子サイクロトロン波（ECW）は伝播することができない。このためこの波動を用いて電子温度を計測したり、電子加熱を行うことはできない。電子パーンシュタイン波（EBW）はこのような条件のもとでも伝播できる。しかし、電場が波動の進行方向と平行な静電波であり、真空中では伝播することができないため EBW はプラズマ外部に出てこない。しかし、EBW はプラズマと真空の境界付近に位置する高域混成共鳴点付近で ECW に線形モード変換するため、モード変換した ECW をプラズマ外部で検出すればプラズマ中心部の電子温度を測定することが期待できる。また、このモード変換の逆過

程を辿ることで、プラズマ外部から ECW を入射してプラズマを加熱することも可能となる。このようなアイデアの元にプラズマの放射する EBW を観測するためのラジオメータを設計した。今後、マイクロ波部品の組み立て、感度較正などを行い、13 年度に測定を行う予定である。

トムソン散乱を用いた電子温度計測装置の製作

トムソン散乱を用いた電子温度、電子密度の分布計測を準備中である。この計測法は、まず、プラズマ中にレーザー光を入射する。この時レーザー光の強い電場は、プラズマ中の電子を激しく振動させる。振動した電子は、電磁波を再放射する。再放射された電磁波は、電子の運動の影響をうけて、ドップラシフトする。そのため、散乱された電磁波のスペクトルは、電子の速度分布を反映したものになる。そのスペクトルの幅から電子温度を、強度から密度を算出することができる。この方法では、プラズマ中の電子の速度分布関数の広がりを直接計測するため、信頼性の高い測定が可能である。

使用するレーザーは YAG の第二高調波（波長 532 [nm]）で出力 250 [mJ/pulse] であり、散乱光は ~ 1000 [photons/s] と少ないことが予測される。このため S/N の良い最適な検出系を構成するために検出素子、光ファイバーや光学系の設計などの検討を行っている。

6.3.2 原研との共同研究

日本原子力研究所との共同研究として、JFT - 2M トカマクにおいて揺動の発生機構と輸送の関連を明らかにするための研究を行っている。平成 11 年度から、高速移動可能なプローブ（レシプロケーティングプローブ）を設置し、スクレイブオフ及び周辺プラズマの計測を行った。実験の結果、浮遊電位が電極間で一致せず、トリプルプローブ計測が難しいことが判明した。そこでシングルプローブ法によって電子温度、密度分布を計測した。図 6.3 e は密度分布の測定結果である。また、この密度分布の減衰係数をもとに粒子輸送係数を求めると $2 \text{ m}^2/\text{s}$ であった。

6.3.3 核融合研との共同研究

CHS ヘリカル装置での不純物イオン計測

プラズマ中の不純物イオンが発する特性 X 線の良い時間分解能で測定するために、多層膜反射鏡を用いた軟 X 線分光器を開発した。用いた多層膜反射鏡は、15–20 eV のエネルギー分解能、10–25% の反射率を持つ分光素子で、測定エネルギー範囲は 300–1000 eV 程度である。分光器の原理は、入射角に対しブラッグ条件を満たすエネルギーを持った電磁波が反射することを利用して分光し、PIN 型の 20ch フォトダイオードで信号を検出する。過去の実験ではエネルギー

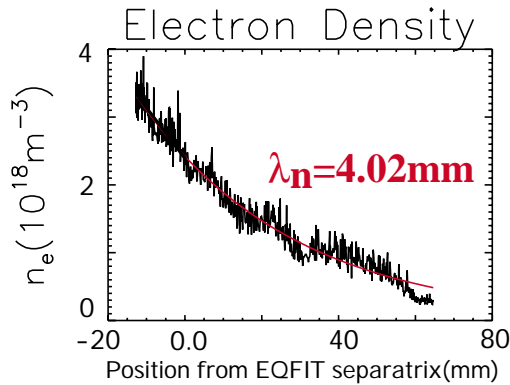


図 6.3 e: Edge density profile measured by a single Langmuir probe.

ギー範囲 500–1300 eV のスペクトルから連続スペクトル (制動放射・再結合放射) の式

$$I \propto \exp(-E/T_e)$$

を用いて電子温度を求めることを目的としたが、実際の電子温度を反映しないことがわかった。その原因として、不純物による発光の寄与が示唆された。これまでは多層膜反射鏡の全エネルギー範囲を測定するためにエネルギー分解能を犠牲にしていたが、不純物のラインスペクトルを同定する目的で、エネルギー分解能を改良した。この改造により、エネルギー分解能は 40 eV から 23 eV になり、測定エネルギー範囲は 640–800 eV になった。分光器最適化の結果、774 eV のエネルギーに O(1s-3p) のスペクトル線が確認でき、CHS プラズマ中の酸素イオンによる発光強度を計測することが可能となった。

LHD 用電流駆動アンテナの開発

ヘリカル型装置はプラズマ電流を必要とせず、外部コイルの作る磁場のみによりプラズマを閉じ込めることができる。しかし高 β で安定なプラズマを維持するためには、圧力駆動電流によって生じる理想的な磁場からのずれをキャンセルするように回転変換の径方向分布を制御する必要がある。これはプラズマ中に少量の電流を駆動することにより達成可能である。そのためには、高い指向性をもった進行波を励起することが必要である。核融合科学研究所の大形ヘリカル装置 LHD において速波による電流駆動実験を行うため、コムラインアンテナの開発を行っている。周波数は 85 MHz で電子とのランダウ共鳴を利用して電子を一方向に加速することにより電流を駆動する。平成 13 年度にはアンテナの製作を完了する予定である。

プラズマ中の径電場構造の理論

電極を用いたバイアス実験において、局所的にピークを持つ径電場の構造が測定されているが、これは改善閉じ込め現象を特徴づけるものである。電流保存の式にトカマクプラズマ中でのオームの法則を適用し、さらに空間的に電場が変化することによる拡散項を加えた式を解析することで、電場の空間分布を得る。非線形の微分方程式であるが、電気伝導率に近似的な 2 次式を用いることで解析的な取り扱いができる。電極間の距離を有限な値とした場合、複数個のピークを持つ解が求められる。また、解が存在する最小の電極間距離が存在し、解の個数はこの最小の電極間距離によって決まる。同一の条件で、複数の解が与えられるわけであるが、これが構造の分岐を説明する。縦軸に電極より流出する電流、横軸に電極間の電圧をプロットすると、実際を取る値は内部抵抗を含む回路の式との交点で与えられる。外部電圧を大きくしていくと空間的に一様な解からピークを持った構造へと遷移する。このとき一様な解から、ピークが 2 つある解へ、さらにピークが 1 つの解へと複数段階の遷移も可能となる。逆に外部電圧を小さくしていく場合には 1 段階の遷移のみ可能となり、ヒステリシスを持つ。

6.3.4 プリンストンにおける共同研究

日本国内では TST-2 は最大規模の ST 装置であるが、米国プリンストン大学プラズマ物理研究所の NSTX ならびに英国 UKAEA Fusion の MAST は TST-2 より一回り規模の大きな ST 装置である。どちらも平成 11 年に実験を開始しており、当研究室はこれらの研究グループと緊密な協力関係をもっている。特に NSTX の実験には直接参加しており、12 年度には HHFW を用いた高周波加熱、電子バーンシュタイン波 (EBW) の輻射を利用した新電子温度計測法の開発で共同研究を行い、13 年度も継続する予定である。

< 報文 >

(原著論文)

- [1] J. Reardon, P.T. Bonoli, M. Porkolab, Y. Takase, W.J. Wukitch: Fast wave transmission measurements on the Alcator C-Mod tokamak, Phys. Lett. A 264, 407-411 (2000).
- [2] J.A. Snipes, A. Fasoli, P. Bonoli, S. Migliuolo, M. Porkolab, J.E. Rice, Y. Takase and S.M. Wolfe: Investigation of fast particle driven modes on Alcator C-Mod, Plasma Phys. Control. Fusion 42, 381-388 (2000)
- [3] S. Lee, S. Duorah, A. Ejiri, H. Iguchi, A. Fujisawa, E. Ishiyama, Y. Takase, H. Toyama, M. Aramaki, M. Kojima, S. Okamura, K. Matsuoka: Multilayer mirror soft x-ray spectrometer for fast electron temperature measurement on the compact helical system, Rev. Sci. Instrum. 71, 1671-1674 (2000).

- [4] P. T. Bonoli, M. Brambilla, E. Nelson-Melby, C.K. Phillips, M. Porkolab, G. Schilling, G. Taylor, S.J. Wukitch, R.L. Boivin, C.J. Boswell, C.L. Fiore, S. Gangadhara, J. Goetz, R. Granetz, M. Greenwald, A.E. Hubbard, I. H. Hutchinson, Y. In, J. Irby, B. LaBombard, B. Lipschultz, E. Marmor, A. Mazurenko, R. Nachtrieb, D. Pappas, C.S. Pitcher, J. Reardon, J. Rice, W. L. Rowan, J.A. Snipes, Y. Takase, S.M. Wolfe: Mode conversion electron heating in Alcator C-Mod: Theory and experiment, *Phys. Plasmas* **7**, 1886-1893 (2000).
- [5] P.T. Bonoli, R.R. Parker, M. Porkolab, J.J. Ramos, S.J. Wukitch, Y. Takase, S. Bernabei, J.C. Hosea, G. Schilling, J.R. Wilson: Modelling of advanced tokamak scenarios with LHCD in Alcator C-Mod, *Nucl. Fusion* **40**, 1251-1256 (2000).
- [6] A. Ejiri, K. Kawahata, Feasibility of Microwave Transmissivity Measurement to Obtain Density Profile of Sheet Plasmas, *Jpn. J. Appl. Phys.* **39**, 2839-2842 (2000).
- [7] T. Tokuzawa, K. Kawahata, R. O. Pavlichenko, K. Tanaka and A.Ejiri, Pulsed radar reflectometry on the LHD *Rev. Sci. Instrum.* **72**, 328-331 (2001).
- [8] T. Tokuzawa, K. Kawahata, K. Tanaka, Y. Ito, A. Ejiri, T. Simizu, New type of digital phase linearizer for real-time interferometric measurement *Rev. Sci. Instrum.* **72**, 1103-1106 (2001).
- [9] S. Duorah, A. Ejiri, S. Lee, H. Iguchi, A. Fujisawa, M. Kojima, K. Matsuoka, E. Ishiyama, K. Hanada, S. Shiraiwa, H. Toyama, and Y. Takase, Multilayer mirror based soft x-ray spectrometer as a high temperature plasma diagnostic *Rev. Sci. Instrum.* **72**, 1183-1187 (2001).
- (会議抄録)
- [10] Y. Takase, A. Ejiri, N. Kasuya, T. Mashiko, S. Shiraiwa, L.M. Tozawa, T. Akiduki, H. Kasahara, Y. Nagashima, H. Nozato, H. Wada, H. Yamada, T. Yamada, K. Yamagishi: Initial Results from the TST-2 Spherical Tokamak, in *Fusion Energy 2000* (Proc. 18th Int. Conf., Sorrento, Italy, 2000) paper IAEA-CN-77/EXP1/08.
- [11] T. Ogawa, K. Hoshino, S. Kanazawa, M. Saigusa, T. Ido, H. Kawashima, N. Kasuya, Y. Takase, H. Kimura, Y. Miura, K. Takahashi, C.P. Moeller, R.I. Pinsky, C.C. Petty, and JFT-2M Group: Radio Frequency Experiments in JFT-2M: Demonstration of Innovative Applications of a Traveling Wave Antenna, in *Fusion Energy 2000* (Proc. 18th Int. Conf., Sorrento, Italy, 2000) paper IAEA-CN-77/EXP4/06.
- [12] M. Ono, M. Bell, R.E. Bell, T. Bigelow, M. Bitter, W. Blanchard, D. Darrow, D. Gates, J. Hosea, S.M. Kaye, R. Kaita, S. Kubota, H. Kugel, D. Johnson, B. LeBlanc, R. Maingi, R. Maqueda, J. Menard, D. Mueller, B.A. Nelson, C. Newmeyer, F. Paoletti, S. Paul, Y.-K. M. Peng, S. Ramakrishnan, R. Raman, P. Ryan, S.Sabbagh, C. Skinner, T. Stevenson, D. Stutman, E. Synakowski, D. Swain, G. Taylor, A. Von Halle, J. Wilgen, M. Williams, J.R. Wilson, R. Ackers, A. Bers, J. Bialek, P. Bonoli, M.D. Carter, J. Chrzanowski, W. Davis, E. Doyle, L. Dudek, R. Ellis, P. Efthimion, J. Ferron, E. Fredd, M. Finkenthal, T. Gibney, R. Goldston, R.E. Hatcher, R. Hawryluck, K. Hill, T. Jarboe, S.C. Jardin, H. Ji, M. Kalish, L. Lao, K.C. Lee, N.C. Luhmann, H. Hayashiya, P. Lamarche, B. McCormack, R. Majeski, R. Marsala, T.K. Mau, E. Mazzucato, O. Mitarai, M. Nagata, G. Oliaro, H. Park, R. Parsells, T. Peebles, G. Pearson, C.K. Phillips, R. Pinsker, N. Nishino, A.K. Ram, J. Robinson, P.Roney, L. Roquemore, A. Rosenberg, M. Schaffer, S. Shiraiwa, P. Sichta, B. Stratton, Y. Takase, W.R. Wampler, G. Wurden, J.G. Yang, L. Zeng, W. Zhu, S. Zweben: Overview of the Initial NSTX Experimental Results, in *Fusion Energy 2000* (Proc. 18th Int. Conf., Sorrento, Italy, 2000) paper IAEA-CN-77/OV4/2.
- [13] J.R. Wilson, R. Bell, M. Bitter, P. Bonoli, M. Carter, D. Gates, J.C. Hosea, B. LeBlanc, R. Majeski, T.K. Mau, J. Menard, D. Mueller, S. Paul, C.K. Phillips, R. Pinsker, A. Rosenberg, P. Ryan, S.A. Sabbagh, D. Stutman, D. Swain, Y. Takase, J. Wilgen: High Harmonic Fast Wave Heating Experiments on NSTX, in *Fusion Energy 2000* (Proc. 18th Int. Conf., Sorrento, Italy, 2000) paper IAEA-CN-77/EXP4/08.
- [14] Y. Takase, A. Ejiri, N. Kasuya, T. Mashiko, S. Shiraiwa, L.M. Tozawa, H. Wada, T. Akiduki, H. Kasahara, Y. Nagashima, H. Nozato, H. Yamada, T. Yamada, K. Yamagishi: RF Wave Experiments on the TST-2 Spherical Tokamak, In *Proc. 2000 Int. Congress on Plasma Phys.* (Quebec, Canada, 2000), Vol. III, p. 780-783.
- (国内雑誌)
- [15] Y. Takase, Y.-K.M. Peng, A. Sykes, M. Nagata, T. Uyama, Y. Ono, Y. Nogi, M. Ono, T. Hayashi, M. Katsurai: Status and Future Prospects of the Spherical Torus Research, *Journal of Plasma and Fusion Research (プラズマ・核融合学会誌)* **76**, 503-552 (2000).
- (学位論文)
- [16] 益子岳史:「プラズマからの可視光強度の揺動測定」(修士論文)
- < 学術講演 >
- (国際会議)
- 一般講演

- [17] Y. Takase, A. Ejiri, S. Shiraiwa, M. Ushigome, N. Kasuya, Y. Nagashima, L. M. Tozawa, T. Mashiko, H. Nozato, T. Akiduki, H. Kasahara, H. Wada, H. Yamada, T. Yamada, K. Yamagishi: First Results from the TST-2 Spherical Tokamak, 3rd Japan-China Workshop on Plasma Control in Magnetic Fusion Device, Naka, May 23-26, 2000.
- [18] Y. Takase, A. Ejiri, N. Kasuya, T. Mashiko, S. Shiraiwa, L.M. Tozawa, T. Akiduki, H. Kasahara, Y. Nagashima, H. Nozato, H. Wada, H. Yamada, T. Yamada, K. Yamagishi: Research Activities on the TST-2 Spherical Tokamak, RCM on Comparison of Compact Toroid Configurations, IAEA Vienna, July 10-14, 2000.
- [19] T. Ogawa, K. Hoshino, S. Kanazawa, M. Saigusa, T. Ido, H. Kawashima, N. Kasuya, Y. Takase, H. Kimura, Y. Miura, K. Takahashi, C.P. Moeller, R.I. Pinsky, C.C. Petty, JFT-2M Group: RF Experiments on JFT-2M: Demonstration of Innovative Applications of a Traveling Wave Antenna, International Workshop on Heating and Transport in Tokamaks and ITER Expert Group Meeting on Fast Particles, Heating, and Steady State Operation, Frascati, October 11-13, 2000.
- [20] Y. Takase, A. Ejiri, N. Kasuya, T. Mashiko, S. Shiraiwa, L. Tozawa, H. Wada, H. Kasahara, H. Yamada, K. Yamagishi: RF Wave Experiments on the TST-2 Spherical Tokamak, 42nd Annual Meeting of the Division of Plasma Physics of The American Physical Society and the 10th International Congress on Plasma Physics, Quebec, October 23-27, 2000, Bull. Am. Phys. Soc. Vol. 45, No. 7, 345-346 (2000).
- [21] Y. Takase, H. Wada, N. Kasuya, T. Mashiko, L.M. Tozawa, H. Kasahara, H. Yamada, A. Ejiri, S. Shiraiwa, K. Yamagishi, M. Ushigome, Y. Nagashima, H. Nozato, T. Akiduki, T. Yamada: RF Experiments of TST-2, US-Japan Workshop on RF Physics, Nara, March 22-24, 2001.
- [22] T. Yamada, A. Ejiri, S. Shiraiwa, K. Yamagishi, M. Ushigome, N. Kasuya, Y. Nagashima, H. Nozato, T. Mashiko, T. Akiduki, H. Kasahara, H. Yamada, H. Wada, L. M. Tozawa: Two channel microwave reflectometry and interferometry using PIN switch 5th international workshop on Reflectometry, Gifu, March 6, 2001.
- (国内会議)
一般講演
- [23] 高瀬雄一: NSTX の状況報告 「NSTX における日米研究協力」研究会 核融合研 2000年5月31日
- [24] 高瀬雄一: 高次速波を用いた加熱実験 「NSTX における日米研究協力」研究会 核融合研 2000年5月31日
- [25] S. Shiraiwa, M. Ushigome, N. Kasuya, Y. Nagashima, L. M. Tozawa, T. Mashiko, H. Nozato, T. Akiduki, H. Kasahara, H. Wada, H. Yamada, T. Yamada, K. Yamagishi, A. Ejiri, Y. Takase: TST-2 における球状トカマク研究 「NSTX における日米研究協力」研究会 核融合研 2000年5月31日
- [26] 白岩俊一: EBW を用いた電子温度計測法の開発 「NSTX における日米研究協力」研究会 核融合研 2000年5月31日
- [27] 江尻晶、白岩俊一、高瀬雄一、牛込雅裕、永島芳彦、糟谷直宏、野里英明、益子岳史、山岸健一、ルシオ・ミノル・トザワ: TST-2 球状トカマク装置の設計とプラズマ実験の現状 核融合エネルギー連合講演会 春日井 2000年6月
- [28] 糟谷直宏、高瀬雄一、和田浩史、白岩俊一、山岸健一、江尻晶、スミタ・ドゥオラ、牛込雅裕、永島芳彦、野里英明、益子岳史、戸沢ルシオ実: TST-2 球状トカマク装置における速波励起実験 核融合エネルギー連合講演会 春日井 2000年6月
- [29] 徳沢季彦、R.O.Pavlichenko、川端一男、田中謙治、江尻晶: 大型ヘリカル装置用バルスレーダ反射計 核融合エネルギー連合講演会 春日井 2000年6月
- [30] 江尻晶、白岩俊一、山田琢磨、牛込雅裕、永島芳彦、糟谷直宏、野里英明、益子岳史、ルシオ・ミノル・トザワ、秋月剛士、笠原寛史、山田秀治、和田浩史、山岸健一、高瀬雄一: TST-2 における球状トカマク研究 電気学会プラズマ研究会 東京 2000年9月
- [31] 江尻晶、山田琢磨、白岩俊一、牛込雅裕、永島芳彦、糟谷直宏、野里英明、益子岳史、ルシオ・ミノル・トザワ、秋月剛士、笠原寛史、山田秀治、和田浩史、山岸健一、高瀬雄一: TST-2 球状トカマクにおけるイオン温度と電子密度のふるまい 日本物理学会第 55 回年次大会 新潟 2000年9月
- [32] 糟谷直宏、和田浩史、笠原寛史、山田秀治、牛込雅裕、永島芳彦、野里英明、益子岳史、戸沢ルシオ実、秋月剛士、山田琢磨、白岩俊一、山岸健一、江尻晶、高瀬雄一: TST-2 球状トカマクにおける ICRF 速波波動実験 II 日本物理学会第 55 回年次大会 新潟 2000年9月
- [33] 高瀬雄一: 球状トカマクの現状 「定常核融合をめざす炉心プラズマ研究の現状と物理課題」第 2 回会合 名古屋 2000年11月18日
- [34] 高瀬雄一, J.R. Wilson, R. Majeski, J. Menard, M. Ono, C.K. Phillips, P. Ryan, D. Swain, R. Pinsky, NSTX Team: NSTX 球状トカマクにおける高周波加熱実験 プラズマ・核融合学会第 17 回年会 北海道大学 2000年11月27-30日
- [35] S. Shiraiwa, G. Taylor, P. Efthimion, B. Jones, H. Hayashiya: Electron Bernstein Wave Data Analysis on NSTX プラズマ・核融合学会第 17 回年会 北海道大学 2000年11月27-30日
- [36] 糟谷直宏、高瀬雄一、江尻晶、白岩俊一、牛込雅裕、永島芳彦、野里英明、益子岳史、戸沢ルシオ実、秋月剛士、笠原寛史、山田琢磨、山田秀治、和田浩史、山岸健一: TST-2 球状トカマクプラズマの性能改善 プラズマ・核融合学会第 17 回年会 北海道大学 2000年11月27-30日

- [37] 永島芳彦、江尻晶、高瀬雄一、白岩俊一、三浦幸俊、星野克道、上原和也、仙石盛夫: JFT-2Mにおけるレシプロプローブ実験 プラズマ・核融合学会第17回年会 北海道大学 2000年11月27-30日
- [38] 高瀬雄一: NSTXにおけるHHFW実験 「コンパクト核融合炉を指向した高ベータプラズマの閉じ込め」及び第二回「NSTXにおける日米協力研究」合同研究会 核融合研 2000年12月15-16日
- [39] S. Shiraiwa, M. Ushigome, N. Kasuya, Y. Nagashima, L. M. Tozawa, T. Mashiko, H. Nozato, T. Akiduki, H. Kasahara, H. Wada, H. Yamada, T. Yamada, K. Yamagishi, A. Ejiri, Y. Takase: TST-2 球状トカマクの電源増力とプラズマ性能改善 「コンパクト核融合炉を指向した高ベータプラズマの閉じ込め」及び第二回「NSTXにおける日米協力研究」合同研究会 核融合研 2000年12月15-16日
- [40] 白岩俊一: 電子パーンシュタイン波を用いた電子温度計測法の開発 「コンパクト核融合炉を指向した高ベータプラズマの閉じ込め」及び第二回「NSTXにおける日米協力研究」合同研究会 核融合研 2000年12月15-16日
- [41] 高瀬雄一、飛田健次: 「高エネルギー粒子、加熱及び定常運転」Expert Group Meetingの報告 「MHD、ディスラプション及び制御」, 「高エネルギー粒子、加熱及び定常運転」第3回ITER物理R&D合同研究会 鳥羽 2001年1月5-6日
- [42] 和田浩史、山田秀治、江尻晶、糟谷直宏、白岩俊一、山田琢磨、戸沢ルシオ実、笠原寛史、牛込雅裕、永島芳彦、野里英明、益子岳史、秋月剛士、山岸健一、高瀬雄一: TST-2とLHDにおけるRF実験 第4回若手科学者によるプラズマ研究会 日本原子力研究所 2001年2月26日-28日
- [43] 高瀬雄一、山田秀治、和田浩史、糟谷直宏、渡利徹夫、熊沢隆平、武藤敬、関哲夫、C. P. Moeller: LHD用進行波励起型高周波アンテナの開発 日本物理学会第56回年次大会 中央大学 3/27-30/01
- [44] 江尻晶: 超微細構造測定のための可視光4ビーム相関法の開発 日本物理学会第56回年次大会 中央大学 3/27-30/01
- [45] 白岩俊一、牛込雅裕、永島芳彦、糟谷直宏、野里英明、益子岳史、秋月剛士、笠原寛史、山田琢磨、山田秀治、和田浩史、ルシオミノルトザワ、山岸健一、江尻晶、高瀬雄一: TST-2 球状トカマクにおけるMHD現象の観測 日本物理学会第56回年次大会 中央大学 3/27-30/01
- [46] 和田浩史、糟谷直宏、笠原寛史、白岩俊一、山岸健一、江尻晶、牛込雅裕、永島芳彦、野里英明、益子岳史、秋月剛士、山田琢磨、山田秀治、ルシオミノルトザワ、高瀬雄一: TST-2 球状トカマクにおけるICRF速波の伝播 日本物理学会第56回年次大会 中央大学 3/27-30/01
- [47] 山田琢磨、江尻晶、高瀬雄一、白岩俊一、山岸健一、牛込雅裕、糟谷直宏、永島芳彦、野里英明、益子岳史、秋月剛士、笠原寛史、山田秀治、和田浩史、ルシオミノルトザワ: TST-2 球状トカマクにおける密度のふるまい 日本物理学会第56回年次大会 中央大学 3/27-30/01
- 招待講演
- [48] 高瀬雄一、M. Greenwald, A. Hubbard: 「Alcator C-ModにおけるEnhanced D_{α} H-mode」周辺閉じ込め研究会 核融合研 2000年7月26日
- [49] 高瀬雄一: 「球状トカマク実験の最新動向」プラズマ科学シンポジウム2001/第18回プラズマプロセスング研究会 京都 2001年1月24-26日
- [50] 高瀬雄一: 「球状トカマク研究の現状」平成12年度第2回核融合研究委員会 原研那珂研 2001年2月1日
- (セミナー)
- [51] 高瀬雄一: 「トカマク及び球状トカマクにおける波動物理」筑波大学 2000年12月25-27日