

令和 5 年 6 月 30 日現在

機関番号：63902

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K14898

研究課題名(和文) トーラスプラズマにおけるHモード電場励起のメカニズム研究

研究課題名(英文) Study for electric field dynamics across H-mode transition in torus plasmas

研究代表者

小林 達哉 (Kobayashi, Tatsuya)

核融合科学研究所・ヘリカル研究部・助教

研究者番号：30733703

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：磁場閉じ込めプラズマにおける電場励起機構を解明するため、トーラスプラズマにおける実験研究を行った。TJ-II(スペイン、CIEMAT)、JFT-2M(日本、JAIRI(現QST))、LHD(日本、核融合科学研究所)など様々な閉じ込め磁場を持つ実験装置にて実験・データ解析を行った。TJ-II装置では、帯状流と定常電場の相互作用に関する研究を行った。JFT-2M装置では、測地線音波(振動帯状流)の励起機構に関する研究を行った。LHDでは、内部輸送障壁の形成メカニズム及びその崩壊原理に関する研究を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

核融合発電システムの社会実装のため、磁場閉じ込め核融合炉の開発が進められている。プラズマ物理の課題として、プラズマ輸送プロセスの定式化と、高温炉心プラズマ生成のための輸送抑制がある。このための手法として、プラズマが自発的に閉じ込めを改善する、閉じ込め遷移現象が着目されており、その制御のため背景物理機構の理解が望まれている。本研究では、閉じ込め遷移現象で核心的な役割を果たす電場の生成プロセスを明らかにしたものである。ケーススタディではあるが、様々な電場振動固有モードや、定常電場構造形成機構の実験的解明を行った。

研究成果の概要(英文)：Experimental studies in magnetically confined torus plasmas aiming at clarifying background mechanism of electric field structure excitation were performed. In particular, experiments and data analyses were conducted for plasmas having different confinement magnetic field structure, such as TJ-II (Spain, CIEMAT), JFT-2M (Japan, JAIRI: former institute of QST), and LHD (Japan, National Institute for Fusion Science). In TJ-II, interaction between zonal flows and steady-state electric field was studied. In JFT-2M, excitation mechanism for geodesic acoustic mode (GAM) was clarified. In LHD, internal transport barrier (ITB) dynamics was studied and its formation mechanism and quenching manner were found.

研究分野：プラズマ物理

キーワード：プラズマ乱流 電場 L-H遷移 帯状流 測地線音波 内部輸送障壁

1. 研究開始当初の背景

熱核融合炉実現のため、高温プラズマの生成と制御は必須の課題である。高温プラズマでは、発生した乱流が熱や粒子の対流を引き起こし、閉じ込めが悪化することが知られていた。一方、十分なパワーで加熱すると、閉じ込めがよい H モード状態のプラズマが生成されることが発見された。H モードプラズマでは、周辺部の「輸送障壁」と呼ばれる構造により、乱流が抑制され熱や粒子の閉じ込めが改善する。その後の研究で、プラズマ周辺部に局在した半径方向の電場（径電場）構造が輸送障壁を形成していることが発見された。また、理論的に電場励起のモデルが考案された。ところが当時の技術では、径電場の高速・詳細計測を行うことが困難であり、電場励起モデルの検証は行われなかった。近年の計測技術の発展により、径電場の高時間分解計測が可能となり、電場形成メカニズム解明のための研究が精力的に進められている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、トラスプラズマにおいて L-H 遷移の際に発生する電場の生成機構を実験的に明らかにすること、及び、電場と乱流の相互作用を解析し、乱流輸送抑制のメカニズムを明らかにすることである。

3. 研究の方法

スペイン CIEMAT 研究所において実験研究を行う。最先端の計測器を使用して電場と乱流の同時計測を行う。乱流と電場の相互作用を、静電プローブを用いて計測する。得られたデータに統計的スペクトル解析手法を適用し、周波数・波数空間におけるエネルギーの流れや乱流抑制と電場生成の因果関係などを議論する。理論の一般性検証を目的としたパラメータスキャン実験を実施する。支配的な電場励起メカニズムがどのように変化するかを調べる。TJ-II における物理モデル検証に加え、一般性の確認を目的とした多様な実験装置における検証を行う。

4. 研究成果

スペインのエネルギー環境技術センター(CIEMAT)のプラズマ閉じ込め装置 TJ-II において、プラズマが自発励起する対称流れ場「帯状流」の基礎的特性解明のためのデータ解析を行った。電子サイクロトロン加熱および中性粒子加熱と呼ばれる 2 つの異なる加熱方法で生成したプラズマにおいて、10kHz 以下の低周波数でポロイダル・トロイダル対称性を持つ帯状流を、静電プローブを用いて計測した。対称性を持つ揺動のみを計測するため、ポロイダル角・トロイダル角の異なる位置に 2 つのプローブを挿入し、強い相関を持つモードのみに着目した。どちらのプラズマにおいても、低周波数領域に帯状流の特徴的な揺動が観測された。2 つのプラズマでは、主に定常の電場構造が異なる。それぞれのプラズマで計測した帯状流は、その空間構造が大きく異なることが世界で初めて示された。また、その空間構造は、振動周波数にも依存することを解明した。このことは、帯状流を平面波で近似した際に、帯状流波数が実験条件および周波数に依存することに対応している。結果を図 1 に示す。ECH で生成したプラズマは、平均電場が正で、下に凸の構造を持っている。帯状流はこの窪みが存在する位置に励起されている。一方 NBI で生成したプラズマは、平均電場が負である。下に凸の構造は ECH プラズマと同様であり、より局在化した構造を持つ。帯状流は局在化した平均電場に対応し、より局在化した構造を持つようになる。また、半径方向構造は、振動周波数によって異なることが示された[1]。

JT-2M 装置においては、L-H 遷移の際の電場と乱流の時間発展を重イオンビームプローブで計測したデータを解析した。

L モードプラズマの周辺部分では帯状流の高周波数振動チャンネル(測地線音波)が観測されることが報告されている。測地線音波は線形安定なモードであり、励起機構として流体的な非線形作用が支配的な役割をはたすことが理論的に予言されているが、未だ定量的な検証はなされていない。本研究では、乱流のレイノルズ応力が測地線音波を励起する効果及び乱流粒子輸送が密度揺動チャンネルを通して測地線音波

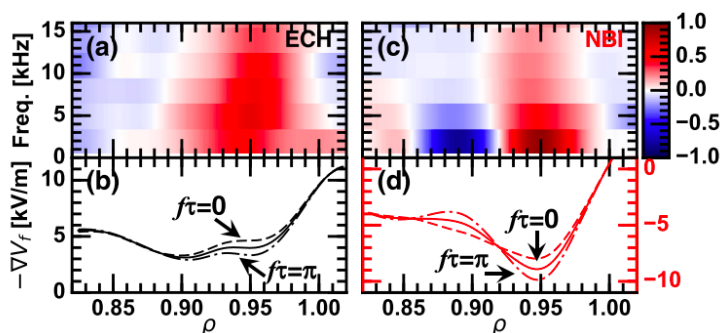


図 1. JT-II プラズマにおける帯状流構造の実験条件依存性。上図は、帯状流波形の空間 ρ -周波数依存性、下図は平均電場と帯状流による変動分の分布。左が ECH、右が NBI 放電の結果。

を励起する効果を定量的に見積もり、比較した。その結果、JFT-2M の L モードプラズマにおいては、乱流レイノルズ応力が寄与する割合が高いことが定量的に明らかにされた。また、測地線音波のエネルギーの時間発展の立ち上がり時間をフィットして求めた成長率と、レイノルズ応力による成長率を比較した結果、同オーダーになることもわかった。このことは、乱流がレイノルズ応力を介して自発的に測地線音波を励起していることを示している[2]。

大型ヘリカル装置 LHD において低電子密度において典型的に観測される、内部輸送障壁の形成メカニズムとその強度にプラズマパラメータが与える影響に着目し、実験データ解析を行った。まず内部輸送障壁の強度を、非線形輸送拡散方程式の数値解とスケーリング則に基づいて定義した[3]。次に、密度、磁気軸位置 (MHD 安定性および新古典安定性に関するパラメータ)、およびプラズマソースガスをそれぞれ独立に変化させた際に内部輸送障壁強度がどのように変化するか調べた。内部輸送障壁は、低密度時、内寄せ磁気軸で、特に重水素プラズマにおいて顕著にみられることがわかった。これらのコントロールパラメータによって様々なプラズマパラメータが同時に変化する。内部輸送障壁強度と高い相関を持って変化するプラズマパラメータを解明するため、主成分分析を用いてデータ解析を行った。その結果、密度プロファイルがピークする条件で典型的に強い内部輸送障壁が形成されることがわかった[4]。また、内部輸送障壁を崩壊させる MHD 現象に関する研究を進めた。MHD 揺動は 5kHz 程度の周波数で発生し、これが減速して行くことで内部輸送障壁が崩壊する。MHD 揺動は発生時には半径方向に位相が 2 度反転する「複数奇関数的構造」を持つが、減速過程でこれが「偶関数的構造」に変化することが解明された。崩壊は中心部で磁気シアが弱まるか反転する条件で引き起こされることがわかった[5]。

参考文献

- [1] T. Kobayashi et al, Nucl. Fusion 59, 044006 (2019)
- [2] T. Kobayashi et al, Phys. Rev. Lett. 120, 045002 (2018)
- [3] T. Kobayashi et al, Plasma Phys. Control. Fusion 61, 085005 (2019)
- [4] T. Kobayashi et al, Scientific Reports 9, 15913 (2019)
- [5] T. Kobayashi et al, Nucl. Fusion 60, 036017 (2020)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kobayashi T, Nishizawa T, Sasaki M, Yoshinuma M, Ida K	4. 巻 63
2. 論文標題 Method for estimating the frequency-wavenumber resolved power spectrum density using the maximum entropy method for limited spatial points	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plasma Physics and Controlled Fusion	6. 最初と最後の頁 045011 ~ 045011
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6587/abe024	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kobayashi T., Takahashi H., Nagaoka K., Tanaka K., Seki R., Yamaguchi H., Nakata M., Sasaki M., Yoshinuma M., Ida K.	4. 巻 61
2. 論文標題 Characterization of isotope effect on ion internal transport barrier and its parameter dependence in the Large Helical Device	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 126013 ~ 126013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ac298f	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kobayashi T., Ida K., Tanaka K., Yoshinuma M., Tsujimura T.Ii, Inagaki S., Tokuzawa T., Tsuchiya H., Tamura N., Igami H., Yoshimura Y., Itoh S.-I., Itoh K., Experiment Group LHD	4. 巻 60
2. 論文標題 Isotope effect in transient electron thermal transport property and its impact on the electron internal transport barrier formation in LHD	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 076015 ~ 076015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ab9005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 KOBAYASHI Tatsuya, YANAI Ryoma, TSUJIMURA Toru Ii, TOKUZAWA Tokihiko, YOSHIMURA Yasuo, IDA Katsumi, the LHD Experiment Group	4. 巻 15
2. 論文標題 Transient Electron Thermal Transport Analysis Accounting Oblique Electron Cyclotron Resonance Heating Injection to Magnetic Field Line	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1402072 ~ 1402072
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.15.1402072	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T, Yoshinuma M, Ida K	4. 巻 62
2. 論文標題 Two-dimensional beam emission spectroscopy for hydrogen isotope negative neutral beam in Large Helical Device	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plasma Physics and Controlled Fusion	6. 最初と最後の頁 125011 ~ 125011
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6587/abbf08	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T., Kin F., Kawachi Y., Sasaki M., Kosuga Y., Yamasaki K., Inagaki S.	4. 巻 27
2. 論文標題 Impact of helium neutral gas puff on plasma turbulence in linear magnetized argon plasmas	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 062309 ~ 062309
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0007899	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T.	4. 巻 60
2. 論文標題 The physics of the mean and oscillating radial electric field in the L-H transition: the driving nature and turbulent transport suppression mechanism	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 095001 ~ 095001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ab7a67	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T, Takahashi H, Nagaoka K, Sasaki M, Yokoyama M, Seki R, Yoshinuma M, Ida K, LHD Experiment Group	4. 巻 61
2. 論文標題 Definition of the profile gain factor and its application for internal transport barrier analysis in torus plasmas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plasma Physics and Controlled Fusion	6. 最初と最後の頁 085005 ~ 085005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6587/ab221c	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T., Takahashi H., Nagaoka K., Sasaki M., Nakata M., Yokoyama M., Seki R., Yoshinuma M., Ida K.	4. 巻 9
2. 論文標題 Isotope effects in self-organization of internal transport barrier and concomitant edge confinement degradation in steady-state LHD plasmas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-52271-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T., Ida K., Suzuki Y., Takahashi H., Takemura Y., Yoshinuma M., Tsuchiya H., Sanders M., LHD Experiment Group	4. 巻 60
2. 論文標題 Electron temperature profile collapse induced by double-odd-parity MHD mode in the Large Helical Device	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 036017 ~ 036017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ab6b40	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T., Losada U., Liu B., Estrada T., van Milligen B.Ph., Guerru R., Sasaki M., Hidalgo C.	4. 巻 59
2. 論文標題 Frequency and plasma condition dependent spatial structure of low frequency global potential oscillations in the TJ-II stellarator	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 044006 ~ 044006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ab0122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kobayashi Tatsuya	4. 巻 1993
2. 論文標題 On the turbulence interface in magnetically confined plasmas	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 020003 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5048713	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T., Ida K., Ii Tsujimura T., Inagaki S., Tokuzawa T., Tsuchiya H., Tamura N., Igami H., Yoshimura Y., Itoh S.-I., Itoh K., LHD Experiment Group	4. 巻 58
2. 論文標題 Density dependence of transient electron thermal transport property in LHD	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 126031 ~ 126031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aae5de	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T., Itoh K., Ido T., Kamiya K., Itoh S.-I., Miura Y., Nagashima Y., Fujisawa A., Inagaki S., Ida K.	4. 巻 7
2. 論文標題 Turbulent transport reduction induced by transition on radial electric field shear and curvature through amplitude and cross-phase in torus plasma	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 14971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-14821-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T., Itoh K., Ido T., Kamiya K., Itoh S.-I., Miura Y., Nagashima Y., Fujisawa A., Inagaki S., Ida K.	4. 巻 120
2. 論文標題 Quantification of Turbulent Driving Forces for the Geodesic Acoustic Mode in the JFT-2M Tokamak	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 45002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.120.045002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T., Kobayashi S., Lu X. X., Kenmochi N., Ida K., Ohshima S., Yamamoto S., Kado S., Kokubu D., Nagasaki K., Okada H., Minami T., Otani Y., Mizuuchi T.	4. 巻 25
2. 論文標題 Response of a core coherent density oscillation on electron cyclotron resonance heating in Heliotron J plasma	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 012513 ~ 012513
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5007903	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tatsuya Kobayashi, Kimitaka Itoh, Katsumi Ida, Shigeru Inagaki, Sanae-I. Itoh	4. 巻 86
2. 論文標題 Method for Estimating Harmonic Frequency Dependence of Diffusion Coefficient and Convective Velocity in Heat Pulse Propagation Experiment Tatsuya	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society Japan	6. 最初と最後の頁 74501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.86.074501	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi T., Ida K., Inagaki S., Tsuchiya H., Tamura N., Choe G.H., Yun G.S., Park H.K., Ko W.H., Evans T.E., Austin M.E., Shafer M.W., Ono M., Lopez-bruna D., Ochando M.A., Estrada T., Hidalgo C., Moon C., Igami H., Yoshimura Y., Tsujimura T.I., Itoh S.-I., Itoh K.	4. 巻 57
2. 論文標題 Analysis of higher harmonics on bidirectional heat pulse propagation experiment in helical and tokamak plasmas	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 076013 ~ 076013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa6f1f	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 19件)

1. 発表者名 T. Kobayashi
2. 発表標題 Hydrogen isotope effect on electron internal transport barrier in LHD
3. 学会等名 Asia-Pacific Transport Working Group Meeting US-EU Transport Task Force Workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Kobayashi
2. 発表標題 Dependence of electron ITB threshold condition on isotope mass
3. 学会等名 The 30th International Toki Conference on Plasma and Fusion Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林達哉
2. 発表標題 磁場閉じ込めプラズマの自己組織化構造に見られる水素同位体効果の物理機構
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Kobayashi
2. 発表標題 Nonlocal transport hysteresis in torus plasmas
3. 学会等名 4th Asia-Pacific Conference on Plasma Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Kobayashi
2. 発表標題 Development of two-dimensional beam emission spectroscopy having high spatial resolution in LHD
3. 学会等名 The 29th International Toki Conference on Plasma and Fusion Research (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林達哉
2. 発表標題 乱流最適化配位創生に向けた能動分光計測器の導入検討
3. 学会等名 2020年日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林達哉
2. 発表標題 内部輸送障壁の同位体効果とその背景物理の実験研究
3. 学会等名 プラズマ核融合学会第37回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林達哉
2. 発表標題 LHDにおけるイオン内部輸送障壁強度の定義とその同位体効果
3. 学会等名 閉じ込め・輸送研究会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林達哉
2. 発表標題 LHDにおける2次元イメージングビーム放射分光計測の開発と性能評価
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Kobayashi
2. 発表標題 Hydrogen isotope effect on electron internal transport barrier threshold and radial electric field structure
3. 学会等名 2021 LHD workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 T. Kobayashi, U. Losada, B. Liu, T. Estrada, B. Ph. van Milligen, R. Guerru, M. Sasaki, and C. Hidalgo
2 . 発表標題 Frequency and plasma condition dependent spatial structure of zonal flows in TJ-II stellarator
3 . 学会等名 19th Coordinated Working Group Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Kobayashi, U. Losada, B. Liu, T. Estrada, B. Ph. van Milligen, R. Guerru, M. Sasaki, and C. Hidalgo
2 . 発表標題 Experimental evidences showing how sensitive are the properties of low frequency zonal flows to plasma conditions in TJ-II stellarator
3 . 学会等名 Workshop EFTSOMP (Electric Fields, Turbulence and Self-Organisation in Magnetised Plasmas) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Kobayashi
2 . 発表標題 Role of mean and oscillating radial electric field in LH transition
3 . 学会等名 17th International Workshop on H-mode Physics and Transport Barriers (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Kobayashi, H. Takahashi, K. Nagaoka, M. Sasaki, M. Nakata, M. Yokoyama, R. Seki, M. Yoshinuma, K. Ida, and LHD Experiment Group
2 . 発表標題 Isotope effects in internal transport barrier formation and concomitant edge confinement degradation in steady-state LHD plasmas
3 . 学会等名 17th International Workshop on H-mode Physics and Transport Barriers (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 小林達哉, 高橋裕己, 永岡賢一, 佐々木真, 仲田資季, 横山雅之, 關良輔, 吉沼幹朗, 居田克巳
2. 発表標題 LHDにおける内部輸送障壁強度の同位体効果
3. 学会等名 プラズマ核融合学会2019年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林達哉
2. 発表標題 トラスプラズマにおける過渡的電子熱輸送の実験的研究
3. 学会等名 プラズマ核融合学会2019年会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林達哉
2. 発表標題 LHDにおけるイオン内部輸送障壁強度の定義とその同位体効果
3. 学会等名 閉じ込め・輸送研究会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Kobayashi, M. Sasaki, T. Ido, K. Kamiya, Y. Miura, Y. Nagashima, K. Ida, S. Inagaki, A. Fujisawa, S.-I. Itoh, and K. Itoh
2. 発表標題 Quantitative evaluation of turbulent driving forces for the geodesic acoustic mode in the JFT-2M tokamak
3. 学会等名 The 8th Asia-Pacific Transport Working Group (APTWG) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Kobayashi, U. Losada, B. Liu, T. Estrada, B. Ph. van Milligen, R. Guerru, M. Sasaki, and C. Hidalgo
2 . 発表標題 Frequency dependent spatial structure of low frequency global potential oscillations in TJ-II
3 . 学会等名 18th Coordinated Working Group Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Kobayashi, K. Ida, T. Ii Tsujimura, S. Inagaki, T. Tokuzawa, H. Tsuchiya, N. Tamura, H. Igami, Y. Yoshimura, S.-I. Itoh, K. Itoh
2 . 発表標題 Density dependence of heat pulse transport property in LHD
3 . 学会等名 The 45th European Physical Society Conference on Plasma Physics (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Kobayashi, K. Itoh, T. Ido, K. Kamiya, S.-I. Itoh, Y. Miura, Y. Nagashima, A. Fujisawa, S. Inagaki, and K. Ida
2 . 発表標題 Dynamics of turbulent particle flux across the L H transition in JFT 2M tokamak
3 . 学会等名 The Workshop EFTSOMP 2018 - Workshop on Electric Fields, Turbulence and Self-Organization in Magnetized Plasmas (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 T. Kobayashi, M. Sasaki, T. Ido, K. Kamiya, Y. Miura, Y. Nagashima, K. Ida, S. Inagaki, A. Fujisawa, S.-I. Itoh, and K. Itoh
2 . 発表標題 Experimental investigation of the L-H transition dynamics
3 . 学会等名 2nd Asia-Pacific Conference on Plasma Physics (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuya Kobayashi
2. 発表標題 Interrelation between radial electric field and turbulence across confinement transition in fusion plasmas
3. 学会等名 Max Planck Princeton Center Workshop 2019 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林達哉, 居田克巳, 稲垣滋, 徳澤季彦, 土屋隼人, 田村直樹, 伊神弘恵, 吉村泰夫, 伊藤早苗, 伊藤公孝
2. 発表標題 LHDにおける非局所熱パルス輸送特性の密度依存性
3. 学会等名 第12回核融合エネルギー連合講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林達哉, 小林進二, X. X. Lu, 劔持尚輝, 居田克巳, 大島慎介, 山本聡, 門信一郎, 福田大貴, 長崎百伸, 岡田浩之, 南貴司, 大谷芳明, 水内亨
2. 発表標題 ヘリオトロンJにおける中心部コヒーレント密度揺動の電子サイクロトロン共鳴加熱に対する応答
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林達哉, 伊藤公孝, 井戸毅, 神谷健作, 佐々木真, 伊藤早苗, 三浦幸俊, 永島芳彦, 藤澤彰英, 稲垣滋, 居田克巳
2. 発表標題 核融合プラズマにおける閉じ込め遷移現象の物理機構
3. 学会等名 第35回 プラズマ・核融合学会 年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林達哉, 高橋裕己, 永岡賢一, 佐々木真, 横山雅之, 關良輔, 吉沼幹朗, 居田克巳
2. 発表標題 LHDにおけるイオン内部輸送障壁の閉じ込め改善度の定義
3. 学会等名 第35回 プラズマ・核融合学会 年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Kobayashi, K. Itoh, T. Ido, K. Kamiya, S.-I. Itoh, Y. Miura, Y. Nagashima, A. Fujisawa, S. Inagaki, K. Ida, and K. Hoshino
2. 発表標題 Turbulent particle flux suppression by radial electric field non-uniformity at edge transport barrier in JFT-2M tokamak
3. 学会等名 The 7th Asia-Pacific Transport Working Group (APTWG) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Kobayashi
2. 発表標題 Physical mechanism of confinement improvement mode transition in magnetically confinement plasmas
3. 学会等名 The 8th International Symposium to Advanced Energy Science -Frontiers of Zero Emission Energy- (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Kobayashi, M. Sasaki, K. Itoh, T. Ido, K. Kamiya, S.-I. Itoh, Y. Miura, Y. Nagashima, A. Fujisawa, S. Inagaki, and K. Ida
2. 発表標題 Interaction of geodesic acoustic modes and turbulence in JFT-2M tokamak
3. 学会等名 16th International Workshop on H-mode Physics and Transport Barriers (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Kobayashi, K. Ida, S. Inagaki, T. Tokuzawa, H. Tsuchiya, N. Tamura, H. Igami, Y. Yoshimura, S.-I. Itoh, and K. Itoh
2. 発表標題 Electron heat pulse propagation experiments in hydrogen and deuterium plasmas on Large Helical Device
3. 学会等名 26th International Toki Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林達哉, 居田克巳, 稲垣滋, 徳澤季彦, 土屋隼人, 田村直樹, 伊神弘恵, 吉村泰夫, 伊藤早苗, 伊藤公孝
2. 発表標題 LHD水素・重水素プラズマにおける熱パルス輸送特性の密度依存性
3. 学会等名 Plasma conference 2017
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関