

令和 4 年 5 月 10 日現在

機関番号：33910

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2016～2020

課題番号：16H02442

研究課題名（和文）トラスプラズマのHモード輸送障壁形成の定量的研究

研究課題名（英文）Quantitative model for transport barrier formation of H-mode in toroidal plasmas

研究代表者

伊藤 公孝 (Itoh, Kimitaka)

中部大学・先端研究センター・特任教授

研究者番号：50176327

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究計画では、磁場閉じ込め核融合プラズマのHモードの定量的モデル構築を目的として研究を進めた。代表者らが創始した径電場分岐理論に立脚し、最新の多スケール乱流物理学を取り入れ研究を進めた。先進理論成果を、電場曲率の重要性や遷移の時定数など、空間・時間の双方から実験と比較し検証を行った。これにより、Hモードの輸送障壁の形成機構や構造の定量的モデルを提示した。さらに、多種乱流の共存という問題を展開し、輸送障壁のダイナミクスや輸送の動的応答問題にも新たな描像を提示した。これらは、核融合燃焼プラズマ研究のための学理基盤に寄与する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

当該研究分野にとっては、最先端のプラズマ乱流物理学を活用し、輸送障壁について定量的理論を構築し、実験検証を行なった点に意義がある。更に、輸送構造の動的応答の問題に適用するなど、強相関乱流という新しい描像を広めたことにも意義がある。理論・実験のレビュー論文にまとめたことも学界での今後の活用に役立つ。社会では脱炭酸ガス化が急務であるが、国際熱核融合実験炉（ITER）等の開発研究の成否には、Hモード輸送障壁の予測精度が特に問題になる。本研究は、そのための物理学術基盤を提供する。また、開発された解析手法を、自然現象（集中豪雨領域の運動のパターン探査）に活かすなど、広い波及効果を持つ。

研究成果の概要（英文）：Research has been conducted aiming at to present a quantitative model for transport barrier formation of H-mode in toroidal plasmas. Based on the electric field bifurcation model, which the principal investigator has proposed with a collaborator, new theoretical model has been developed taking into account the method of multiple-scale turbulence theory. Performing the comparison of the model with experimental data, a quantitative model for the structure and transition of the transport barrier in the H-mode was proposed. In addition, analyzing the problem of coexistence of multiple kinds of turbulent fluctuations, progresses were made in the issues of barrier dynamics and transient transport problems.

These achievements contribute to the scientific basis for the study of burning plasmas in the controlled thermonuclear fusion research.

研究分野：プラズマ物理学

キーワード：乱流構造 磁化プラズマ 輸送障壁 動的応答 強相関乱流

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 国際熱核融合実験炉 ITER の建設が進んでいる。経験則に基づき、目標「核融合パワー増倍率  $Q=10$ 」が達成されるとの考えがある。一方、増倍率  $Q$  値の物理モデルによる予測を吟味すると、H-モード輸送障壁の幅や高さに強く依存していることが知られており、障壁の予測に不確実性があるため、達成される増倍率  $Q$  に 10 倍程度の大きな予測幅をもたらしている。H-モードの物理モデルは、代表者が共同研究者と共に提示した径電場分岐理論や不均一径電場による乱流抑制が基本概念である。しかし、通説で用いられる単純な輸送公式では、プラズマ周辺の障壁構造の観測結果を必ずしも説明することができない。更に、ITER 以降の炉心プラズマでは ELM (大振幅の周辺部不安定性) の制御が必須と考えられている。

こうした問題に答えるために、トラスプラズマの H-モード輸送障壁について、形成や構造に関わる物理的な定量的研究の開発が強く求められている。

## 2. 研究の目的

先進的プラズマ乱流物理学の成果に立脚し、磁場閉じ込め核融合プラズマの H-モードの定量的モデル構築を目的とする。代表者らが創始した径電場分岐理論に立脚し、最新の多スケール乱流物理学を取り入れ、H-モード理論を精密化する。電場曲率の重要性や遷移の時定数など、空間・時間の双方から国内外のトカマク実験と比較し、検証を行う。これにより、H-モードの輸送障壁の形成機構や構造の定量的モデルを提示し、核融合燃焼プラズマ研究や制御のための学理基盤を構築することを目的とする。

## 3. 研究の方法

電場分岐モデルと多スケール乱流物理の研究成果を結合させ、H-モード輸送障壁の形成機構や構造の定量的なモデルを構築する。理論モデルを実験で検証する。定量的モデルの提示と検証を通じ、学理基盤を提供する。

具体的な道筋としては、以下の四つの柱をもって構成する。(i) 第一に、輸送障壁の形成過程や構造の理論モデルでは、多スケール乱流の存在、径電場曲率の効果、乱流塊の弾道的移送、などの諸過程を繰り込み、局所モデルを超えた H-mode 輸送障壁構造の定量的モデルを構築する。とりわけ、径電場シアと径電場曲率の効果の違いを理論的・実験的に明確にしつつ、輸送障壁の条件下での乱流輸送モデルを定式化する。また、H-モード状態での乱流輸送や自律的変動の研究を行う。(ii) 並行して、それらの物理過程を実験的に観測するため、データ解析法(畳み込み、大域相関探査、動的応答探査、3次・4次相関解析、等)を整理し体系化する。(iii) モデルや解析法を基礎実験装置にあわせ広く世界の高温度トラス実験(JT-60U, JFT-2M, HL-2A, 等)に適用し、揺動抑制、電場曲率の効果、輸送障壁の構造や閾値、等を検証する。(iv) 併せて、乱流物理の新描像「強相関乱流」の適用がもたらす、輸送現象(例えば多様な非平衡性の源の共存、動的応答問題など)についてさらに深い理解を探求する。

## 4. 研究成果

### (1) 輸送障壁の研究

輸送障壁とは、局所的に圧力勾配が集中して高くなる現象で、磁化高温プラズマの乱流輸送構造の問題として現代的かつ挑戦的なテーマであるとともに、磁場閉じ込め核融合発電への応用についてもその成功の鍵を握るものと考えられている。

#### 輸送障壁の構造

このように重要な問題であるが、本研究発足当時には十全な理解がなかった。通説では、局所的に集中した径方向電場の勾配によって乱流輸送が抑制されるものとされている。しかし、通説という径方向電場勾配の効果が最大になる位置と、乱流輸送が抑制される位置が異なっている。(前者の効果は、半径方向に二つのピークを持つが、後者は一つのピークを持ち、定性的に異なる形であり説明として不十分である。)

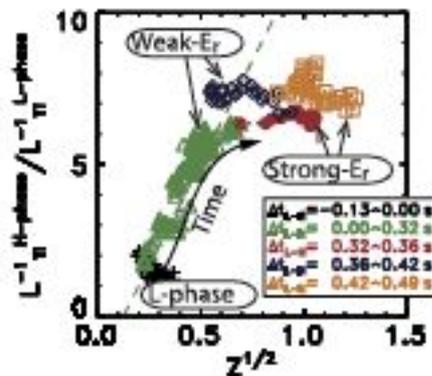
代表者らは、多スケール乱流理論を共同研究者たちと開拓してきたが、輸送障壁のような状況では、通常使われるスケール分離が成り立たずスケール混交が起きることを指摘し、そのような場合に使われるモデル方程式を提案した。乱流揺動強度(乱流輸送係数の二乗に比例)は

$$I = \{1 + (k\rho_i)^{-2}Z\}^{-1}I_0$$

の様に表される ( $Z=Z_1+Z_2$  は  $Z_1 \equiv \{\rho_i^2(V_a B)^{-2}\}(E_r^+ E_r^+)$  and  $Z_2 \equiv \{\rho_i^2(V_a B)^{-2}\}(-E_r^+ E_r^-)$ ) と定義され、 $Z_1$  が電場勾配の効果、 $Z_2$  が曲率の効果を表す。他の記号は[1]を参照されたい)。

このモデルは分担者を中心に JT-60U のプラズマの実験結果と比較された[2]。そして、満足する結果を得た。この場合、径電場構造による安定化効果と乱流輸送の抑制の双方の空間分布

が定性的に一致する。さらに定量的比較においても、右図に示すように、 $Z$  パラメタの値と、イオン温度勾配の増大（乱流輸送の抑制）が比例関係にありその比例係数が背景揺動の性質から矛盾しないという結果を得ている。背景揺動の観測により決定的な定量検証が今後得られるだろうが、半定量的な検証が得られたと言って良い。なお、電場が極めて強くなり  $Z$  の値が大きくなったところで、勾配の増大が飽和しているが、それは、イオン熱輸送を起こす乱流揺動が抑制され、衝突拡散という（電場には弱い依存性しか示さない）弱い輸送過程が主になったという結果を示している。

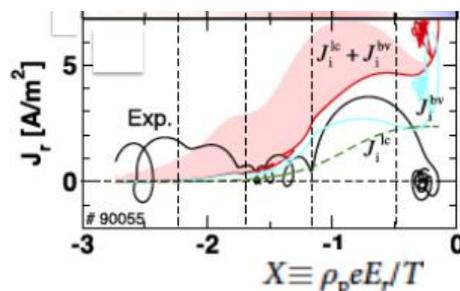


この理論モデルに基づき、H-モードの輸送障壁の厚さを定式化したところ、イオンのポロイダル回転半径に回転半径の数倍を加えたものとの結果を得た。

なお、予想外の発見であったが、電子の乱流輸送の抑制については、揺動振幅の低下のみならず、密度揺動と電気ポテンシャル揺動の位相差が、従来の予測より有効に働くのではないかという実験データ解析結果も得られ[3]、今後の研究を刺激している。

#### 輸送障壁の発生

H-モード発生時の物理モデルは、代表者が共同研究者と共に提示した径電場分岐理論であったが、その実験検証は行われてこなかった。代表者たちの径電場分岐理論では、電場が遷移を起こす時、その源となる半径方向の電流には5種類のものがある。そのうち主となると推定される二つの電流成分を実験結果から抽出することに成功した。電場の变化から、径方向の全電流を評価することもできた[4]。両者を比較したものが右図である。電場が小さい状態（輸送障壁ができていないL-モード状態）から電場の強いH-モード状態にジャンプするときの電流値（黒線）と、二つの電流成分の和が比較されている。この結果から、電場がジャンプするとき働く電流の非線形性は、代表者らの理論と半定量的に一致していることが検証された。と同時に、新たに示された問題として、L-モード状態での電場を決める理論が不十分であることが際立った。この解決案は後ほど(4)項で論じる。



#### 輸送障壁のダイナミクス

輸送障壁には ELM（周辺局在モード）と呼ばれる崩壊現象があり、それが起きると、輸送障壁が間欠的に消失する。通説では、peeling mode と呼ばれる不安定性が非線形成長するのが原因とされているが、その通説を覆す二つの発見を得た。第一の発見は、peeling mode が大振幅に成長せずリミットサイクルになる可能性を理論的に指摘し[5]、JT-60U 実験のデータでそれを検証した（通常、周辺調和振動と呼ばれる現象の機構を説明した）[6]。

第二の発見は、微視的乱流がストリーマーというメソスケール構造へ遷移することが、ある種の ELM の原因であるとの説を立てた。この解釈は中国での実験 HL-2A での ELM 実験にて検証された[7]。

#### 複数種の乱流の輸送障壁内共存

通常は、輸送障壁の中ではトーラスのポロイダル方向（輪切りにしたとき円形断面になるときの周方向）に強い流れがあると考え、トロイダル方向（ドーナツの長い方の周）に強い流れが同時に生まれている。後者が半径方向に不均一になるため、速度勾配不安定性が生じ得る。圧力勾配不安定性がポロイダル方向流不均一で抑制されることと、速度勾配不安定性の発生が、同時に競合しつつ起きる。輸送障壁に複数種の揺動が共存するために起きる、多様な乱流揺動のダイナミクスを研究し、今後研究すべき問題を明示した。項で述べたストリーマーへの遷移と崩壊などもその一例である。

#### (2)多スケール乱流研究の展開 - 多様な乱流や揺動間の非線型結合の研究

(1)のテーマの研究でも明らかになったように、多スケール乱流をさらに一般化する研究は重要である。ここでは、圧力勾配駆動不安定性と速度勾配駆動不安定性の競合を始め、メソスケール揺動と MHD 揺動の非線型結合などに至る、多様な非線形ダイナミクスを研究した。例えば、メソスケール揺動の一種 GAM (geodesic acoustic mode、測地線音波) と MHD 揺動のシンクロナイゼーション現象を当該研究領域では初めて発見した。更に MHD モードで磁気島構造ができる時、磁気島が背景マイクロ揺動を排斥・集中させモジュレーションさせることも見出した[8]。MHD モードの輸送への影響という新しい研究テーマも開拓しつつある。

#### (3)動的輸送現象の研究 - 輸送ヒステリシス

普通の見方では、温度勾配と熱流の間には一対一の関係が成り立ちその比を熱伝導係数と呼んでいる(拡散モデルと呼ぶ)。熱源が時間変動するとき、その変化が離れた位置に伝達するのが拡散モデルの予測よりずっと早いということが知られており、過渡的輸送応答の問題として長い間の謎になってきた。近年、温度勾配と熱流の間にヒステリシスがあることがLHDの実験で発見され、過渡的応答の謎の答え(の一つ)であることが明らかになっている。本研究では、この輸送関係のヒステリシスが、他の実験装置でも広く観測されることを実証し、プラズマ乱流輸送の特徴的な一般的性質を示すことを明らかにした[9]。

#### (4) 強相関乱流

閉じ込めプラズマの非平衡性の源は空間不均一性にあると考えるのが伝統的であるが、それに、流れやエネルギー源など、異種の非平衡性の源が共存する場合、新たな乱流構造が生まれることを理解するため、強相関乱流という概念を提示している。そうした描像や、一例としての「乱流局在」という問題について、それぞれレビュー論文を発表し[10,11]、研究の視野の拡大を導いた。

##### エネルギー源の効果

特に、プラズマのエネルギー源の効果を考えることで、上記の輸送ヒステリシスが説明できるとの仮説を唱え、更に輸送ヒステリシスを考えることによって、従来謎とされていた「エネルギー閉じ込め時間への水素同位体効果」にも理解が与えられるという仮説を提示した。

##### 粒子源の効果

また、粒子補給が新たな乱流源であることも示し(1)の 項に述べた L-モード状態の電場の問題にも関係していることを示し、今後の研究の方向を示した。

#### (5) 位相空間乱流

高温プラズマは衝突周波数が低く、速度空間の揺らぎは実空間の揺動から独立な自由度を保持しており、位相空間乱流として定式化していくことが必要である。上記 GAM 揺動と高速イオンの結合問題を広く論じ、高速イオンからのエネルギーや運動量の配分比に重要な効果を持つことを示した。実験でも、速度分布計測の進展を踏まえ、非マクスウエル分布の計測やその結果の解釈を検討した。

#### (6) 実験方法への寄与

本研究計画では、理論仮説の実験検証も重要な計画の柱である。そのため、検証に必要なデータ解析法も研究し、新機軸を得ている。その成果は、本報告に各所で触れられている実験的検証に生かされている。こうした実験データ解析法の進展を広く研究者に提供するため、クロス・パースペクティブという高次相関の活用法をレビュー論文にまとめて発表した[12]。

#### (7) 広い領域への応用

この研究で得られたデータ解析方法(障壁構造や伝播現象の抽出法)を広い自然現象に適用した。集中豪雨領域の発生と弾道的伝播の観察法を実証し、統計的に予測する方法などを論じた[13]。これにより本研究の広い自然現象・社会現象への応用に歩を進めることができる。

#### (8) まとめ

以上の結果は、H-モードの発見以来研究計画構想当時まで解かずに残されていた問題に具体的な解決をもたらしただけでなく、新たな問題も明確化することができた。本研究計画では、大きな成果が上がったと言って良い。

#### 引用文献

- K. Itoh, S.-I. Itoh, K. Kamiya, T. Kobayashi: Nucl. Fusion **57** (2017) 022005
- K. Kamiya, K. Itoh and S.-I. Itoh: Scientific Reports (2016) **6**:30585
- T. Kobayashi, K. Itoh, et al.: Scientific Reports (2017) **7** 14971
- T. Kobayashi, K. Itoh, et al.: Nucl. Fusion **57** (2017) 072005
- K. Itoh, K. Kamiya, N. Aiba and S.-I. Itoh: Plasma Phys. Control. Fusion **63** (2021) 025002
- K. Kamiya, K. Itoh, et al.: Commun. Phys. (2021) **4**:141
- J. Cheng, J. Q. Dong, K. Itoh, S.-I. Itoh, et al.: Nucl. Fusion **60** (2020) 046021
- K. J. Zhao, Y. Nagashima, et al.: Nucl. Fusion **57** (2017) 126006
- K. Itoh, S.-I. Itoh, et al.: Nucl. Fusion **57** (2017) 102021
- S.-I. Itoh, et al.: J. Plasma Fusion Res. **96** (2020) 225
- K. Itoh, S.-I. Itoh, et al.: Plasma and Fusion Research - Review Articles **13** (2018) 1102113
- S.-I. Itoh, K. Itoh, et al.: Plasma and Fusion Research: Review Articles **12** 1101003 (2017)
- M. Sasaki, H. Arakawa, S. Sugita, K. Itoh: 九州大学応用力学研究所所報 第 158 号 (2020) 1

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計66件（うち査読付論文 64件 / うち国際共著 23件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 Sasaki M., Itoh K., McMillan B. F., Kobayashi T., Arakawa H., Chowdhury J.	4. 巻 28
2. 論文標題 Formation of density corrugations due to zonal flow in wave-kinetic framework	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 112304 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0055777	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 Sasaki M., Arakawa H., Kobayashi T., Kin F., Kawachi Y., Yamada T., Itoh K.	4. 巻 28
2. 論文標題 Interactions of drift wave turbulence with streamer flows in wave-kinetic formalism	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 102304 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0059839	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 XIE Yaoyu, ZHAO Kaijun, CHEN Zhipeng, DONG Jiaqi, ITOH Kimitaka, CHEN Zhongyong, SHI Yuejiang, DING Yonghua, CHENG Jun, YAN Longwen, LIU Hai, CHENG Zhifeng, YANG Zhoujun, WANG Nengchao, WANG Lu, XU Jianqiang, LIANG Yunfeng	4. 巻 23
2. 論文標題 Toroidal component of velocity for geodesic acoustic modes in the edge plasmas of the J-TEXT tokamak	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plasma Science and Technology	6. 最初と最後の頁 105102 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/2058-6272/ac0ccd	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 Kamiya Kensaku, Itoh Kimitaka, Aiba Nobuyuki, Oyama Naoyuki, Honda Mitsuru, Isayama Akihiko	4. 巻 4
2. 論文標題 Unveiling the structure and dynamics of peeling mode in quiescent high-confinement tokamak plasmas	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Physics	6. 最初と最後の頁 141 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42005-021-00644-x	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 Itoh Kimitaka, Kosuga Yusuke, Cheng Jun, Dong Jiaqi, Zhao Kaijun, Itoh Sanae-Inoue	4. 巻 90
2. 論文標題 An Evaluation of Localized Heat Flux Associated with the Streamer at the Onset of Type-III ELMs on HL-2A Tokamak	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 034502 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.90.034502	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 該当する

1. 著者名 Itoh Kimitaka, Kamiya Kensaku, Aiba Nobuyuki, Itoh Sanae-I	4. 巻 63
2. 論文標題 On the possibility of limit-cycle-state of peeling mode near stability boundary in the quiescent H-mode	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plasma Physics and Controlled Fusion	6. 最初と最後の頁 025002 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6587/abcb2	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 Kin F, Itoh K, Yoshida M, Honda M, Kamada Y, Kamiya K, Narita E, Bando T	4. 巻 63
2. 論文標題 Spatio-temporal evolutions of ion heat flux and radial electric field during internal transport barrier formation on JT-60U	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plasma Physics and Controlled Fusion	6. 最初と最後の頁 035030 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6587/abd9e3	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 Makoto SASAKI, Hiroyuki ARAKAWA, Satoru SUGITA, Kimitaka ITOH	4. 巻 158
2. 論文標題 Statistical analysis of spatio-temporal structure of localized heavy rain by using high resolution Precipitation Nowcasts	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 九州大学応用力学研究所所報	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Cheng J., Dong J.Q., Itoh K., Itoh S.I., Yan L.W., He Y., Li W., Zhou H., Xu J.Q., Huang Z.H., Wu N., Zhao K. J., Shi Z.B., Kosuga Y., Sasaki M., Han M.K., Wang Z.X., Liu Y., Xu M., Xu Y.	4. 巻 60
2. 論文標題 Pedestal dynamics prior to type-III ELM onset on HL-2A tokamak*	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 086014 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ab9884	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 Kosuga Yusuke, Itoh Kimitaka, Itoh Sanae-I.	4. 巻 89
2. 論文標題 Possible Break-down of Up-Down Symmetry for Propagation of Parallel Velocity Gradient Driven Mode near Edge Transport Barrier	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 074501 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.89.074501	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 Itoh S.I., Kosuga Y., Kobayashi T., Sasaki M., Itoh K.	4. 巻 95
2. 論文標題 Multi Ferroic Turbulence in Nonequilibrium Plasmas	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Plasma Fusion Research	6. 最初と最後の頁 225-261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Cheng J., Dong J.Q., Itoh K., Itoh S.-I., Yan L.W., Xu J.Q., Jiang M., Huang Z.H., Zhao K.J., Shi Z.B., Zhong W.L., Inagaki S., Kobayashi T., Ida K., Kosuga Y., Sasaki M., Han M.K., Wang Z.X., Xu M., Xu Y., HL-2A team	4. 巻 60
2. 論文標題 Formation of radially elongated flow leading to onset of type-III edge localized modes in toroidal plasmas	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 046021 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ab742a	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 Sasaki M., Camenen Y., Escarguel A., Inagaki S., Kasuya N., Itoh K., Kobayashi T.	4. 巻 26
2. 論文標題 Formation of spiral structures of turbulence driven by a strong rotation in magnetically cylindrical plasmas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 042305 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5085372	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 Sasaki M., Itoh K., Kosuga Y., Dong J.Q., Inagaki S., Kobayashi T., Cheng J., Zhao K.J., Itoh S.-I.	4. 巻 59
2. 論文標題 Parallel flow driven instability due to toroidal return flow in high-confinement mode plasmas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 066039 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ab1292	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 Kin F., Fujisawa A., Itoh K., Kosuga Y., Sasaki M., Inagaki S., Nagashima Y., Yamada T., Kasuya N., Yamasaki K., Hasamada K., Zhang B. Y., Kawachi Y., Arakawa H., Kobayashi T., Itoh S.-I.	4. 巻 26
2. 論文標題 Observations of radially elongated particle flux induced by streamer in a linear magnetized plasma	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 042306 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5093218	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 Arakawa H., Sasaki M., Inagaki S., Kosuga Y., Kobayashi T., Kasuya N., Yamada T., Nagashima Y., Kin F., Fujisawa A., Itoh K., Itoh S.-I.	4. 巻 26
2. 論文標題 Roles of solitary eddy and splash in drift wave-zonal flow system in a linear magnetized plasma	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 052305 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5094577	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 Arakawa Hiroyuki, Inagaki Shigeru, Kosuga Yusuke, Sasaki Makoto, Kin Fumiyoshi, Hasamada Kazunobu, Yamasaki Kotaro, Kobayashi Tatsuya, Yamada Takuma, Nagashima Yoshihiko, Fujisawa Akihide, Kasuya Naohiro, Itoh Kimitaka, Itoh Sanae I	4. 巻 14
2. 論文標題 Ion temperature measurement by laser induced fluorescence spectroscopy in panta	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering	6. 最初と最後の頁 1450 ~ 1454
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tee.22962	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 Kamiya K., Itoh K., Itoh S.-I., Honda M., Isayama A., Oyama N.	4. 巻 59
2. 論文標題 Multiple plasma transport states in the H-mode transition on JT-60U	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 086046 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ab2662	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 Moon C., Kobayashi T., Ida K., Tokuzawa T., Hidalgo C., Yoshinuma M., Ogawa K., Itoh K., Fujisawa A., LHD Experiment Group	4. 巻 26
2. 論文標題 Spatial structure of low-frequency fluctuations throughout the transition of poloidal flow velocity in edge plasmas of LHD	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 092302 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5098954	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 Xu M., Duan X.R., Liu Yi, . . . . ., Ida K., Inagaki S., Isobe M., Itoh K., Itoh S.-I., et al.	4. 巻 59
2. 論文標題 Overview of HL-2A recent experiments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 112017 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/ab1d84	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 KIN Fumiyoshi, ITOH Kimitaka, HAPPEL Tim, BIRKENMEIER Gregor, FUJISAWA Akihide, INAGAKI Sigeru, ITOH Sanae-I., STROTH Ulrich, ASDEX Upgrade Team	4. 巻 14
2. 論文標題 Comparison of Conditional Average Using Threshold and Template Methods for Quasi-Periodic Phenomena in Plasmas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1402114 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.14.1402114	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 Ida K	4. 巻 62
2. 論文標題 On the interplay between MHD instabilities and turbulent transport in magnetically confined plasmas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plasma Physics and Controlled Fusion	6. 最初と最後の頁 014008 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6587/ab4827	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 ITOH Kimitaka, ITOH Sanae-I.	4. 巻 14
2. 論文標題 On the Source of Turbulence by Fuelling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 3403058 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.14.3403058	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 SASAKI Makoto, KASUYA Naohiro, KOSUGA Yusuke, KOBAYASHI Tatsuya, YAMADA Takuma, ARAKAWA Hiroyuki, INAGAKI Shigeru, ITOH Kimitaka	4. 巻 14
2. 論文標題 Turbulence Simulation on Zonal Flow Formations in the Presence of Parallel Flows	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1401161 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.14.1401161	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 Fumiyoshi Kin, Kimitaka Itoh, Akihide Fujisawa, Yusuke Kosuga, Makoto Sasaki, Takuma Yamada, Shigeru Inagaki, Sanae-Inoue Itoh, Tatsuya Kobayashi, Yoshihiko Nagashima, Naohiro Kasuya, Hiroyuki Arakawa, Kotaro Yamasaki, and Kazunobu Hasamada	4. 巻 25
2. 論文標題 Extraction of nonlinear waveform in turbulent plasma	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical. Plasmas	6. 最初と最後の頁 062304 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5027124	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 M. Sasaki, K. Itoh, T. Kobayashi, N. Kasuya, A. Fujisawa, and S.-I. Itoh	4. 巻 58
2. 論文標題 Propagation direction of geodesic acoustic modes driven by drift wave turbulence	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 112005 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aad251	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 Ida K., Kobayashi T., Yoshinuma M., Akiyama T., Tokuzawa T., Tsuchiya H., Itoh K., Itoh S.-I.	4. 巻 8
2. 論文標題 Trigger mechanism for the abrupt loss of energetic ions in magnetically confined plasmas	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2804 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-21128-z	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 YAMASAKI Kotaro, IDA Katsumi, YOSHINUMA Mikirou, KOBAYASHI Tatsuya	4. 巻 13
2. 論文標題 Observation of the Spatial Profile of Deuterium/Hydrogen Ratio Using Bulk Charge Exchange Emission	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1202103 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.13.1202103	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 K. Itoh, S.-I. Itoh, Y. Nagashima, T. Yamada, Y. Kosuga	4. 巻 13
2. 論文標題 Symmetry-Breaking of Turbulence Structure and Position Identification in Toroidal Plasmas	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research - Review Articles	6. 最初と最後の頁 1102113 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.13.1102113	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 K. Ida	4. 巻 1993
2. 論文標題 Pioneering work before becoming mainstream research	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 020001 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5048711	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 Kensaku Kamiya	4. 巻 1993
2. 論文標題 Role of electric field curvature in the formation of edge transport barrier	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 020004 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5048714	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 Makoto Sasaki	4. 巻 1993
2. 論文標題 Trapping of turbulence clumps by geodesic acoustic modes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 020007 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5048717	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 Kimitaka Itoh, and Sanae-I. Itoh	4. 巻 1993
2. 論文標題 Where is the frontier for frontrunners?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 020012 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5048722	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 Kosuga Y., Itoh S.-I., Diamond P. H., Itoh K.	4. 巻 95
2. 論文標題 How turbulence fronts induce plasma spin-up	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review E	6. 最初と最後の頁 031203 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevE.95.031203	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 Ida K., Kobayashi T., Yoshinuma M., Akiyama T., Tokuzawa T., Tsuchiya H., Itoh K., LHD Experiment Group	4. 巻 24
2. 論文標題 Observation of distorted Maxwell-Boltzmann distribution of epithermal ions in LHD	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 122502 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4999644	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 Itoh K., Itoh S.-I., Sasaki M., Kosuga Y.	4. 巻 57
2. 論文標題 Effects of hydrogen isotope in coupling between confinement, wall material and SoL turbulence	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 056031 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa65eb	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 Itoh S.-I., Itoh K	4. 巻 60
2. 論文標題 Transport hysteresis and hydrogen isotope effect on confinement	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plasma Physics and Controlled Fusion	6. 最初と最後の頁 035008 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6587/aaa2ed	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 Itoh K., Itoh S.-I., Ida K., Inagaki S., Kamada Y., Kamiya K., Dong J.Q., Hidalgo C., Evans T., Ko W.H., Park H., Tokuzawa T., Kubo S., Kobayashi T., Kosuga Y., Sasaki M., Yun G.S., Song S.D., Kasuya N., Nagashima Y., Moon C., Yoshinuma M., Makino R., Tsujimura T., Tsuchiya H., Stroth U.	4. 巻 57
2. 論文標題 Hysteresis and fast timescales in transport relations of toroidal plasmas	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 102021 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa796a	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 該当する

1. 著者名 Kimitaka Itoh, Sanae.-I. Itoh, Yoshihiko Nagashima, Takuma Yamada, and Akihide Fujisawa	4. 巻 87
2. 論文標題 Position Identification of Measurement for the Study of Symmetry-Breaking of Turbulence Structure in Toroidal Plasmas	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Soc. Jpn.	6. 最初と最後の頁 025002 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JPSJ.87.025002	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 Sasaki M., Itoh K., Hallatschek K., Kasuya N., Lesur M., Kosuga Y., Itoh S.-I.	4. 巻 7
2. 論文標題 Enhancement and suppression of turbulence by energetic-particle-driven geodesic acoustic modes	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16767 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-17011-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 該当する

1. 著者名 Sasaki M., Kobayashi T., Itoh K., Kasuya N., Kosuga Y., Fujisawa A., Itoh S.-I.	4. 巻 25
2. 論文標題 Spatio-temporal dynamics of turbulence trapped in geodesic acoustic modes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Plasmas	6. 最初と最後の頁 012316 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5008541	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 SASAKI Makoto, KASUYA Naohiro, TODA Shinichiro, YAMADA Takuma, KOSUGA Yusuke, ARAKAWA Hiroyuki, KOBAYASHI Tatsuya, INAGAKI Shigeru, FUJISAWA Akihide, NAGASHIMA Yoshihiko, ITOH Kimitaka, ITOH Sanae-I	4. 巻 12
2. 論文標題 Multiple-Instabilities in Magnetized Plasmas with Density Gradient and Velocity Shears	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1401042 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.12.1401042	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., Hoshino K.	4. 巻 57
2. 論文標題 Model validation for radial electric field excitation during L-H transition in JFT-2M tokamak	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 072005 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa5d03	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 Zhao K.J., Nagashima Y., Diamond P.H., Dong J.Q., Itoh K., Itoh S.-I., Yan L.W., Cheng J., Fujisawa A., Inagaki S., Kosuga Y., Sasaki M., Huang Z.H., Yu D.L., Li Q., Ji X.Q., Song X.M., Huang Y., Liu Yi., Yang Q.W., Ding X.T., Duan X.R., HL-2A team	4. 巻 57
2. 論文標題 Mesoscale electric fluctuations interacting with zonal flows, magnetic fluctuations and turbulence	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 076036 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa6f35	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 Zhao K.J., Nagashima Y., Li F.M., Shi Yuejiang, Diamond P.H., Dong J.Q., Itoh K., Itoh S.-I., Zhuang G., Liu H., Chen Z.P., Cheng J., Nie L., Ding Y.H., Hu Q.M., Chen Z.Y., Rao B., Cheng Z.F., Gao L., Zhang X.Q., Yang Z.J., Wang N.C., Wang L., Jin W., et al.	4. 巻 57
2. 論文標題 Temporal-spatial structures of plasmas flows and turbulence around tearing mode islands in the edge tokamak plasmas	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 126006 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa8341	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 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 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 076013 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa611f	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 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 Kamiya K, Itoh K, Itoh S-I, Ida K, Kobayashi T	4. 巻 60
2. 論文標題 Role of electric field curvature in the formation of edge transport barrier in the JT-60U tokamak	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Plasma Physics and Controlled Fusion	6. 最初と最後の頁 014023 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6587/aa8a01	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 T. Kobayashi, M. Sasaki, T. Ido, K. Kamiya, Y. Miura, Y. Nagashima, K. Ida, S. Inagaki, A. Fujisawa, S.-I. Itoh, and K. Itoh	4. 巻 120
2. 論文標題 Quantification of turbulence driving forces for the geodesic acoustic mode in the JFT-2M tokamak	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 045002 -
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 Kamiya K., Itoh K., Itoh S.-I.	4. 巻 57
2. 論文標題 Reduction of ion thermal transport due to non-uniformity effects of the radial electric field at the edge of the JT-60U tokamak	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 126003 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa7f3b	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 K. Itoh, S.-I. Itoh, K. Kamiya, T. Kobayashi	4. 巻 57
2. 論文標題 On Width of Pedestal in the H-mode	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 022005 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0029-5515/57/2/022005	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 Itoh S.-I., Itoh K.	4. 巻 56
2. 論文標題 Hydrogen isotope effect on the Dimits shift	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 106028 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0029-5515/56/10/106028	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 K. Kamiya, K. Itoh and S.-I. Itoh	4. 巻 6
2. 論文標題 Experimental validation of non-uniformity effect of the radial electric field on the edge transport barrier formation in JT-60U H-mode plasmas	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 30585 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep30585	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 T. Kobayashi, K. Itoh, T. Ido, K. Kamiya, S.-I. Itoh, Y. Miura, Y. Nagashima, A. Fujisawa, S. Inagaki, K. Ida and K. Hoshino	4. 巻 6
2. 論文標題 Experimental Identification of Electric Field Excitation Mechanisms in a Structural Transition of Tokamak Plasma	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 30720 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep30720	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 K. J. Zhao, Y. Nagashima, P. H. Diamond, J. Q. Dong, K. Itoh, S.-I. Itoh, L. W. Yan, J. Cheng, A. Fujisawa, S. Inagaki, Y. Kosuga, M. Sasaki, Z.X. Wang, L. Wei, Z. H. Huang, D.L. Yu, W. Y. Hong, Q. Li, X. Q. Ji, X. M. Song, Y. Huang, Yi. Liu, Q. W. Yang, X. T. Ding, X. R. Duan	4. 巻 117
2. 論文標題 Synchronization of Geodesic Acoustic Modes and Magnetic Fluctuations in Toroidal Plasmas	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 145002 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.117.145002	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, Itoh Kimitaka, Ida Katsumi, Inagaki Sigeru, Itoh Sanae-I.	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	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the Physical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 074501 -
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S.-I. Itoh, K. Itoh, S. Inagaki	4. 巻 57
2. 論文標題 Transport Hysteresis of Core Plasma and H-mode Physics	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 022003 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0029-5515/57/2/022003	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 Sasaki M., Kasuya N., Itoh K., Toda S., Yamada T., Kosuga Y., Nagashima Y., Kobayashi T., Arakawa H., Yamasaki K., Fujisawa A., Inagaki S., Itoh S.-I.	4. 巻 24
2. 論文標題 Topological bifurcation of helical flows in magnetized plasmas with density gradient and parallel flow shear	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 112103 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5000343	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 K. Kamiya, K. Ida, K. Itoh, S.-I. Itoh, M. Yoshinuma, M. Yokoyama, S. Kubo, H. Tsuchiya, N. Tamura, S. Masuzaki, C. Suzuki, T. Akiyama, and LHD experiment group	4. 巻 23
2. 論文標題 Observation of the inward propagation of spontaneous toroidal flow from the plasma boundary in LHD	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 102309 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4965908	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 Y. Kosuga, S.-I. Itoh, P.H. Diamond, K. Itoh, M. Lesur	4. 巻 57
2. 論文標題 Role of phase space structures in collisionless drift wave turbulence and impact on transport modeling	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nucl. Fusion	6. 最初と最後の頁 072006 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/57/7/072006	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 Y. Kosuga, S.-I. Itoh, K. Itoh	4. 巻 24
2. 論文標題 Zonal flow generation in parallel flow shear driven turbulence	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Plasmas	6. 最初と最後の頁 032304 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4978485	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 M. Sasaki, N. Kasuya, K. Hallatschek, K. Itoh, Y. Kosuga, S.-I. Itoh	4. 巻 23
2. 論文標題 A branch of energetic-particle driven geodesic acoustic modes due to magnetic drift resonance	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Phys. Plasma	6. 最初と最後の頁 102501 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4963397	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 M. Sasaki, N. Kasuya, K. Itoh, Y. Kosuga, M. Lesur, K. Hallatschek, S.-I. Itoh	4. 巻 57
2. 論文標題 Toroidal momentum channeling of geodesic acoustic modes driven by fast ions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nuclear Fusion	6. 最初と最後の頁 036025 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1741-4326/aa4eb4	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 S.-I. Itoh, K. Itoh, Y. Nagashima and Y. Kosuga	4. 巻 12
2. 論文標題 On the Application of Cross Bispectrum and Cross Bicoherence	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Plasma Fus. Research	6. 最初と最後の頁 1101003 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.12.1101003	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 C. Moon, T. Kaneko, K. Itoh, K. Ida, T. Kobayashi, S. Inagaki, S.-I. Itoh & R. Hatakeyama	4. 巻 58
2. 論文標題 Effects of radial electric field on suppression of electron-temperature-gradient mode through multiscale nonlinear interactions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Plasma Phys. Contr. Fusion	6. 最初と最後の頁 105007 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/0741-3335/58/10/105007	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 M. Lesur, T. Cartier-Michaud, T. Drouot, P. H. Diamond, Y. Kosuga, T. R´eveill´e, E. Gravier, X. Garbet, S-I. Itoh, and K. Itoh	4. 巻 24
2. 論文標題 A simple model for electron dissipation in trapped ion turbulence	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phys. Plasmas	6. 最初と最後の頁 012511 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4974269	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28件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 佐々木真、伊藤公孝、B. F. McMillan, 小林達哉、荒川弘之、J. Chowdhury
2. 発表標題 帯状流による階段状密度分布の形成
3. 学会等名 物理学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐々木真、伊藤公孝、B. F. McMillan, 小林達哉、荒川弘之、J. Chowdhury
2. 発表標題 波動運動論による帯状流・乱流間相互作用
3. 学会等名 閉じ込め・輸送研究会2021「プラズマの定量的予測と制御に向けたトロイダルプラズマの燃焼閉じ込め・輸送に関する研究」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 F. Kin, K. Itoh, T. Bando, K. Shinohara, N. Oyama, M. Yoshida, K. Kamiya, S. Sumida
2. 発表標題 Observations of bursty fluctuations measured by reflectometer associating to avalanche-like transport in JT-60U
3. 学会等名 Asia Pacific Transport Working Group (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金史良、伊藤公孝、坂東隆宏、篠原孝司、大山直幸、吉田麻衣子、神谷健作、隅田脩平
2. 発表標題 JT-60Uにおける突発的揺動と雪崩的熱輸送の観測
3. 学会等名 プラズマ核融合学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Kamiya, K. Itoh, S.-I. Itoh, and M. Honda
2. 発表標題 Structure generation of the edge radial current during the L-H transition on JT60-U
3. 学会等名 46th EPS Conference on Plasma Physics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤公孝, 伊藤早苗, 小菅佑輔, 佐々木真
2. 発表標題 H-mode バリアとD' Angelo mode
3. 学会等名 日本物理学会 2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 M. Sasaki, K. Itoh, S. Inagaki, Y. Kosuga, N. Kasuya, T. Kobayashi, A. Fujisawa, S.-I. Itoh
2 . 発表標題 Parallel flow driven instability due to toroidal return flow in H-mode plasmas
3 . 学会等名 Workshop on Electric Fields, Turbulence and Self-Organization in Magnetized Plasmas ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Kaniya, N. Oyama, N. Aiba, K. Itoh, and JT-60 team
2 . 発表標題 Observation of low-n edge harmonics oscillations at high field side in JT-60U QH-mode plasmas
3 . 学会等名 61st Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Ido, et al.
2 . 発表標題 Nonlinear wave particle interaction in magnetized high temperature plasmas confined in the Large Helical Device
3 . 学会等名 3rd AAPPS DPP ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Itoh, Y. Kosuga, T. Kobayashi, S.-I. Itoh
2 . 発表標題 Multi-ferroic turbulence in non-equilibrium plasmas
3 . 学会等名 International Toki Conference -28 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 荒川弘之, 佐々木真, 稲垣滋, 小菅佑輔, 小林達哉, 山田琢磨, 永島芳彦, 藤澤彰英, 伊藤公孝
2. 発表標題 直線磁化プラズマにおける磁場強度-中性粒子ガス圧制御による帯状流変化
3. 学会等名 日本物理学会2020年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田琢磨, 稲垣滋, 佐々木真, 永島芳彦, 山崎広太郎, 糟谷直宏, 小菅佑輔, 藤澤彰英, 伊藤公孝
2. 発表標題 直線プラズマにおける非線形結合の研究
3. 学会等名 日本物理学会2020年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤公孝, 小菅佑輔, 小林達哉, 佐々木真
2. 発表標題 非平衡プラズマの強相関乱流の諸展開
3. 学会等名 日本物理学会2020年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤公孝, 伊藤早苗
2. 発表標題 粒子補給がもたらす乱流について
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimitaka Itoh and Sanae-I. Itoh
2. 発表標題 On the source of turbulence by fuelling
3. 学会等名 International Toki Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神谷健作, 伊藤公孝, 伊藤早苗, 本多充
2. 発表標題 JT-60UのL-H遷移における周辺径電流構造の形成
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 M. XU, X.R. DUAN, YI LIU, X.M. SONG, D.Q. LIU, Y.Q. WANG, B. LU, Q.W. YANG, G.Y. ZHENG, X.T. DING, J.Q. DONG, G.Z. HAO, W.L. ZHONG, Z.B. SHI, L.W. YAN, X.L. ZOU, Y.Q. LIU, W. CHEN, G.L. XIAO, (24名), K. ITOH, (他40名)
2. 発表標題 OVERVIEW OF HL-2A RECENT EXPERIMENTS
3. 学会等名 27th IAEA Fusion Energy Conference (FEC 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Kamiya, K. Itoh, S.-I. Itoh, M. Honda, A. Isayama, and N. Oyama
2. 発表標題 Multiple turbulent plasma states in the H-mode transition on JT-60U
3. 学会等名 27th IAEA Fusion Energy Conference (FEC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 J.Cheng, J.Q.Dong, K.Itoh, S.-I.Itoh, L.W.Yan,J.Q.Xu,M.Jiang, K.J.Zhao, Z.H.Huang,D.L.Yu, S. Inagaki, K.Ida, Z.B.Shi,W.L.Zhong, M.K.Han, Z.X.Wang, X.Q.Ji, Y.Liu, Q.W. Yang, X.T. Ding, M.Xu and X.R. Duan
2 . 発表標題 Pedestal dynamics in inter-ELM phase on HL-2A tokamak
3 . 学会等名 27th IAEA Fusion Energy Conference (FEC 2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 K. J. Zhao, Y. Nagashima, P. H. Diamond, J. Q. Dong, K. Itoh, S.- I. Itoh, L. W. Yan, J. Cheng, A. Fujisawa, S. Inagaki, Y. Kosuga, M. Sasaki, S. Wang, X. M. Song, and HL-2A team
2 . 発表標題 Sawtooth effects on zonal flows, turbulence and gradients in the edge tokamak plasmas
3 . 学会等名 Asia Pacific Transport Working Group (国際学会)
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 T. Kobayashi, K. Itoh, T. Ido, K. Kamiya, M. Sasaki, Y. Miura, Y. Nagashima, K. Ida, S. Inagaki, A. Fujisawa, and S.-I. 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 K. Itoh, S.-I. Itoh, Y. Kosuga, M. Sasaki
2. 発表標題 Fuelling Fuels Turbulence
3. 学会等名 7th Asia-Pacific Transport Working Group (APTWG) Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Itoh, S.-I. Itoh, Y. Nagashima, T. Yamada, A. Fujisawa
2. 発表標題 Symmetry-Breaking of Turbulence Structure and Position Identification in Toroidal Plasmas
3. 学会等名 PLASMA Conference 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤公孝、伊藤早苗
2. 発表標題 水素同位体効果と学術研究の進展
3. 学会等名 プラズマ核融合学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 K. Itoh, S.-I. Itoh, K. Ida, et al.
2. 発表標題 Hysteresis and Fast Timescale in Transport Relation of Toroidal Plasmas
3. 学会等名 IAEA Fusion Energy Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 K. Itoh
2. 発表標題 dynamics and structure of LH transition
3. 学会等名 Japan-China Joint Data Analysis Workshop (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊藤公孝、伊藤早苗、小林達哉、神谷健作
2. 発表標題 スケール混合と輸送障壁の構造
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2016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
研究分担者	居田 克巳  (Ida Katsumi)  (00184599)	核融合科学研究所・ヘリカル研究部・教授   (63902)	削除：2021年6月7日
研究分担者	杉田 暁  (Sugita Satoru)  (20650708)	中部大学・中部高等学術研究所・准教授   (33910)	
研究分担者	神谷 健作  (Kamiya Kensaku)  (60360426)	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・那珂核融合研究所 先進プラズマ研究部・上席研究員   (82502)	

## 6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	佐々木 真  (Sasaki Makoto)  (70575919)	日本大学・生産工学部・講師    (32665)	
研究分担者	伊藤 早苗  (Itoh Sanae)  (70127611)	九州大学・応用力学研究所・協力研究員    (17102)	削除：2019年9月17日

	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
研究協力者	小菅 佑輔  (Kosuga Yusuke)		
連携研究者	糟谷 直宏  (Kasuya Naohiro)  (20390635)	九州大学・応用力学研究所・准教授    (17102)	
連携研究者	小林 達哉  (Kobayashi Tatsuya)  (30733703)	核融合科学研究所・ヘリカル研究部・助教    (63902)	
連携研究者	徳沢 季彦  (Tokuzawa Tokihiko)  (90311208)	核融合科学研究所・ヘリカル研究部・准教授    (63902)	
連携研究者	矢木 雅敏  (Yagi Masatoshi)  (70274537)	量子科学技術研究開発機構・核融合炉システム研究開発部・部長    (82502)	

## 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			
ドイツ	Max-Planck Institute for Plasma Physics	Technische Univ. Munchen		
中国	西南物理学研究所	Southwest Jiaotong University	Zhejiang University	他2機関
フランス	ロレーヌ大学	CEA		
米国	カルフォルニア大学サンディエゴ校	General Atomics		
スペイン	CIEMAT			
韓国	NFR1	Pohang Univ.	Ulsan NIST	
英国	Univ. Warwick			
インド	Institute for Plasma Research			