

令和 6 年 5 月 30 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03905

研究課題名（和文）トーラス統合乱流診断システムを用いた乱流構造の形成および維持機構の研究

研究課題名（英文）Research on formation and sustainment mechanism of turbulent structures by using integrated turbulence diagnostic system in torus

研究代表者

糟谷 直宏（Kasuya, Naohiro）

九州大学・応用力学研究所・教授

研究者番号：20390635

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）：磁場閉じ込め核融合プラズマで重要な役割を持つ乱流構造の3次元的空间競合機構と多スケール間非線形機構の定量的評価を行う統合乱流診断システムを構築した。これは3次元プラズマシミュレーションデータを用いて実際の乱流観測を模擬しながら物理機構の解析を行うものである。オブジェクト指向プログラミングにより実験室および大型装置プラズマの複数種の揺動計測を模擬できるようになった。そして、3次元のトーラスプラズマ不安定性の競合現象や乱流がもたらす粒子輸送現象の解析を行うことで、非線形的な物理過程の解明につなげることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

磁場閉じ込め核融合プラズマは乱流状態にあり、その理解が高温・高密度プラズマの性能向上につながる。局所的な揺らぎだけでなく、装置サイズに及ぶ大域的な揺らぎも存在し役割解明が望まれている。本研究では乱流の局所・大域を含む全体構造をシミュレーションで提示し、解析するシステムを構築したもので、物理機構の解明に貢献する。さらに、シミュレーション空間内で実空間を再現したデジタルツイン上の解析ツールとして、実際のプラズマ現象理解への橋渡しの役割を果たす。

研究成果の概要（英文）：Integrated turbulence diagnostic simulator has been developed for quantitative evaluation of plasma turbulence phenomena, because the 3-D spatial competition and multi-scale nonlinear mechanism of turbulent structures play important roles in magnetic confinement fusion plasmas. The system uses 3-D plasma simulation data to analyze physical mechanisms by simulating turbulence diagnostics in actual experimental devices. The system has been extended to support various types of fluctuation diagnostics in laboratory and large fusion device plasmas through object-oriented programming. Nonlinear processes are clarified by analyzing competition of 3-D torus plasma instabilities and particle transport induced by turbulence.

研究分野：プラズマ科学

キーワード：乱流構造 磁場閉じ込め トーラス 数値診断 統合シミュレーション プラズマ 非線形相互作用

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

磁場閉じ込め核融合プラズマは乱流状態にあり、プラズマ性能の改善のためには乱流輸送の機構理解と定量的評価が不可欠である。プラズマ乱流は自発的に構造を形成することが知られており、間欠的なダイナミクスを伴いながら粒子・熱輸送に寄与をする。その3次元構造変化が、場所によって性質の異なる微視的不安定および微視的不安定性自身が形成するよりスケールの大きいメソスケール乱流構造と局所的に結合して、大域的構造を決める。トラス実験装置の具体的な磁場配位中で、3次元性がもたらす局所性と大域性の競合のもとでの非線形機構というプラズマ物理の根底をなす問題に取り組む必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究の目的はプラズマ乱流構造のもつ3次元空間競合機構と多スケール間非線形機構が、トラス磁場閉じ込め実験装置の磁場配位中でいかに出現し、大域的構造決定のダイナミクスに影響するかを解明することである。MHD不安定性のグローバル非線形シミュレーションにより、大規模構造の形成条件を実際の乱流プラズマで重要となるマイクロ揺動との非線形相互作用を含めて探索する。トラス形状磁化プラズマにおける多空間スケール揺動間の非線形相互作用を数値シミュレーションにより評価することができる「統合乱流診断システム」を開発し、それを利用して具体的実験装置の磁場配位のもとでの不安定性の3次元分布や様々な不安定性間の非線形相互作用の定量的評価を行う。そして、装置サイズに匹敵する大域的構造がマイクロ揺動の存在下で形成・維持される機構を提示し、実験的同定の可能性を探る。

### 3. 研究の方法

本研究では「統合乱流診断システム」の構築およびそれをを用いた解析を通じて、プラズマ乱流におけるメソおよび巨視的構造形成機構の詳細を解き明かす。計算機空間での数値診断、すなわちプラズマの3次元シミュレーションデータを実際の磁場配位上に配置して、それに対して実験で行われる乱流計測を実際の観測条件を考慮して模擬することでの揺動データ解析を可能とする。また、オブジェクト指向プログラミングを適用することで多種の磁場閉じ込めプラズマ揺動診断に対応させる。システムを共通のプラットフォームとして2種類のシミュレーションを行う;(1)コアおよび端部プラズマ両領域を含むMHDモデルにより、コア部で成長する大域的MHD不安定性がモード間相互作用をし、端部領域の影響も受けながら発展する様相を評価する。(2)簡易MHDモデルにより、圧力勾配駆動のマイクロ不安定性がより大きな空間スケールを持つ構造と非線形相互作用して時空間構造を決定する機構を評価する。両シミュレーションに対する統合乱流診断システムを用いた解析では、ダイナミクスを含む揺動場に対して3次元可視化、モード分解、非線形エネルギー移送評価、実験計測模擬を行う。統一的なデータ処理フローを形成することで、シミュレーション間および実験との統合的な比較を可能とし、解析プラットフォームとして確立する。

### 4. 研究成果

磁場閉じ込め核融合プラズマで重要な役割を持つ乱流構造の3次元空間競合機構と多スケール間非線形機構の定量的評価を行う統合乱流診断システムを構築した。これは3次元プラズマシミュレーションデータを用いて実際の乱流観測を模擬しながら物理機構の解析を行うものである。オブジェクト指向プログラミングにより実験室および大型装置プラズマの複数種の揺動計測を模擬できるようになった。そして、3次元的なトラスプラズマ不安定性の競合現象や乱流がもたらす粒子輸送現象の解析を行うことで、非線形的な物理過程の解明につなげることができた。それぞれの年度の研究成果を以下に述べる。

1年目はトラス統合乱流診断システムの開発、およびトカマク実験装置の磁場配位を導入した圧力駆動不安定性の大域的シミュレーションにおける不安定性の競合過程の解析を行った。前者に関しては、重イオンビームプローブ模擬ルーチンで複数種類の乱流データを解析対象とするためのインターフェースの設計を行った。離散不等間隔メッシュ上データおよびスペクトル展開データについて解析可能とした。後者に関しては、プラズマ磁場平衡導入ルーチンを整備して3次元MHDコードによるPLATOトカマクにおけるバルーニングおよびキンク不安定性シミュレーションとモード間相互作用の評価を行った。図1に計算で得られたプラズマ不安定性の時間発展を示す。最外殻磁気面外の分布も含む平衡磁場を初期条件として3次元的なMHD不安定性の時間発展計算を可能とし、モード分解により複数種類の不安定成分が空間的に広がり、重なりを持つダイナミクスや、同一波数成分が線形不安定モードとして励起される場合および他モードによって非線形的に励起される場合の空間構造の違いを示した。このように統合環境の構築、および3次元MHDシミュレーションでのモード間相互作用のダイナミクス解明についてそれぞれ進展があった。

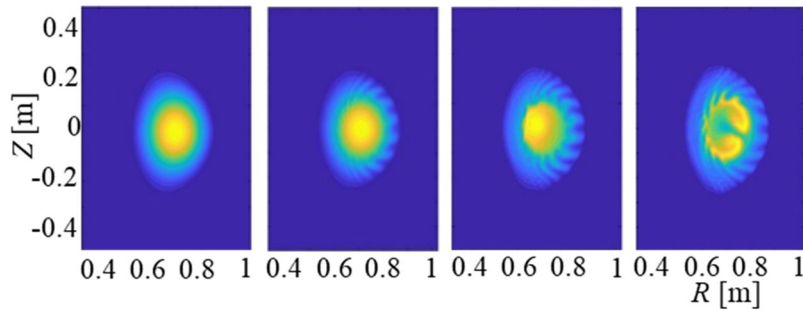


図1 PLATO トカマク装置パラメータを用いた MHD シミュレーションにおける不安定性時間発展。プラズマ断面上の圧力分布をプロットしている。

2 年目も引き続きトーラス統合乱流診断システムの開発、およびトカマク実験装置の磁場配位を導入した圧力駆動不安定性の大域的シミュレーションにおける不安定性の競合過程の解析を行った。前者に関しては、重イオンビームプローブ模擬ルーチンにオブジェクト指向プログラミングを適用してフォーマットの異なる複数種類の乱流データの解析を可能とした。図 2 にシミュレーションスキームの枠組みを示す。後者に関しては、PLATO トカマクにおけるバルーニングおよびキンク不安定性が競合するシミュレーションにおいてフーリエモード展開および動的モード分解を適用し、線形および非線形過程におけるモード構造ダイナミクスの抽出や 3 次元可視化を行った。また、基礎実験装置のドリフト波不安定性に関して、理論解析も含めたイオン質量数依存性評価を行うことで、揺動空間構造の選択条件について考察した。このようにシミュレーションデータ解析統合環境の構築に進展があった。さらに、近年用いられ始めた新しいデータ解析手法を 3 次元プラズマシミュレーションデータに適用することで時空間ダイナミクスの抽出につなげることができた。

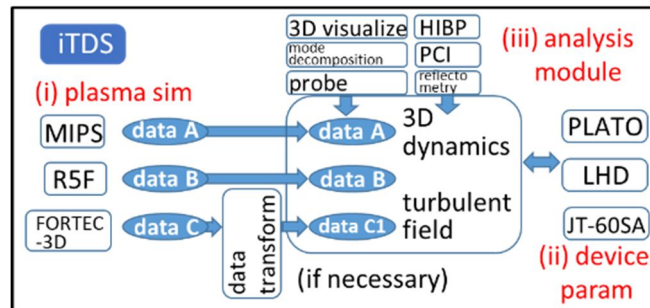


図2 トーラス統合乱流診断システムの解析過程。プラズマシミュレーション(i)のデータを用いて、実験装置プラズマ配位(ii)のもと、実験計測シミュレーション(iii)が行われる。

3 年目も引き続きトーラス統合乱流診断システムの開発を進めた。またトカマクプラズマの 3 次元乱流シミュレーションを通じて粒子輸送過程の解析を行った。前者に関しては、オブジェクト指向プログラミングを適用したプラズマ 3 次元揺動場解析プラットフォームの拡張を行った。複雑な 3 次元形状をしたプラズマからの観測模擬のために、観測視線を考慮したデータ抽出基盤ルーチン群の整備、およびそれらを組み合わせた重イオンビームプローブ模擬をはじめとする複数種類の観測模擬ルーチンの開発を行った。後者に関しては、トカマクプラズマの大域的簡約 MHD コードを使用して、周辺近傍に密度こぶ状分布が加えられた時にプラズマ乱流が密度変化に果たす役割の検討を行った。本年度開発した揺動場解析プラットフォームを利用して、小さいながらも中心プラズマ密度上昇に必要な内向き粒子流束が乱流の非線形過程によって生じ得ることを示した。図 3 に乱流流束の径方向分布を示す。このようにシミュレーションデータ解析統合環境の構築に進展があり、大枠が完成した。そして、そのルーチンを利用してトカマクプラズマにおける 3 次元シミュレーションデータ解析を行い、粒子輸送過程の評価を行うことができた。

最終年度は複雑な 3 次元形状をしたヘリカルプラズマに重イオンビームプローブ模擬および位相コントラストイメージング模擬を適用した結果をまとめ、国際学会にて報告した。図 4 に大型ヘリカル装置 LHD での重イオンビーム計測軌道を示す。さらにトーラスプラズマの 3 次元乱流シミュレーションを通じて大域的・動的な現象の物理的理解を進めるのも本研究の対象であるので、大域的簡約 MHD コードを使用した密度勾配駆動の乱流粒子輸送過程についての論文をまとめるとともに、その非線形過程の数値診断から粒子流束が維持される機構を提示した。

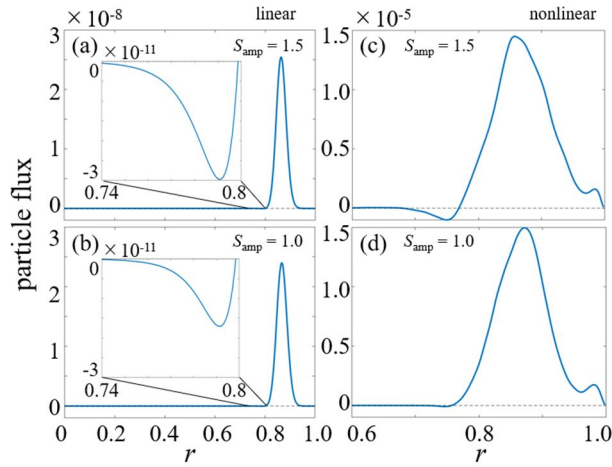


図3 密度反転が大きい時と小さい時の線形期および非線形期の粒子流束の径方向分布。ここで  $S_{amp}$  は密度こぶの大きさを表すパラメータ。

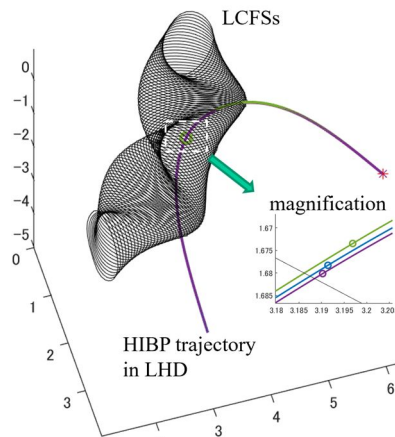


図4 重イオンビームプローブ軌道。磁場データが(i)全領域で真空磁場、(ii)最外殻磁気面内では平衡磁場、(iii)最外殻磁気面内では平衡磁場および揺動電場の3つの場合についてプロットしている。図中の丸が入射イオン電離点を示す。

このようにトラス統合乱流診断システムを実験比較プラットフォームとして確立するための基盤整備を進め、それによる物理機構解明につなげることができた。複数のグローバルシミュレーションの解析が可能な統合環境を構築して、トロイダル磁場閉じ込めプラズマにおける3次元的な構造形成機構の定量的評価と実験比較を可能とするという本研究の目的を十分達したといえる。さらには、トカマク実験装置プラズマの性能評価に用いる統合輸送シミュレーションコード開発やプラズマ不安定性の基本特性理解についても進展があった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 TODOROKI Haruhiko, KASUYA Naohiro, YAGI Masatoshi	4. 巻 18
2. 論文標題 Analysis of Turbulent Particle Fluxes in Reduced MHD Simulation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1203052 ~ 1203052
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.18.1203052	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 KASUYA Naohiro, SASAKI Makoto	4. 巻 17
2. 論文標題 Wave Number Dependence on Ion Mass Number of Resistive Drift Wave Instabilities	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1201053 ~ 1201053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.17.1201053	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 KASUYA Naohiro, ISHIDA Masanobu, IMAHASHI Yudai, YAGI Masatoshi	4. 巻 16
2. 論文標題 Ion Mass Dependence of Resistive Drift Wave Turbulence in Cylindrical Plasmas	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1201083 ~ 1201083
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.16.1201083	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 MOCHINAGA Shota, KASUYA Naohiro, FUKUYAMA Atsushi, NAGASHIMA Yoshihiko, FUJISAWA Akihide	4. 巻 16
2. 論文標題 Transport Simulation of PLATO Tokamak Plasma Using Integrated Code TASK	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1403093 ~ 1403093
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.16.1403093	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 TOMIMATSU Shuhei, KASUYA Naohiro, SATO Masahiko, FUKUYAMA Atsushi, YAGI Masatoshi, NAGASHIMA Yoshihiko, FUJISAWA Akihide	4. 巻 15
2. 論文標題 Simulation of Co-Existence of Ballooning and Kink Instabilities in PLATO Tokamak Plasma	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1403052 ~ 1403052
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.15.1403052	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 -

〔学会発表〕 計41件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 轟晴彦, 糟谷直宏, 矢木雅敏
2. 発表標題 簡約化MHDコードを用いた密度バンプ存在下での乱流粒子流束解析
3. 学会等名 第12回IFERC-CSC研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 糟谷直宏, 吉原稜, 井戸毅, 桑宮幸佑, 沼波政倫, 佐竹真介, 藤田慶二, 西浦正樹
2. 発表標題 トラス3次元計測とシミュレーションデータを用いた数値診断
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 糟谷直宏, 轟晴彦, 宮本琉耶, 矢木雅敏
2. 発表標題 簡約化MHDコードを用いた密度バンプ存在下での乱流粒子流束解析
3. 学会等名 プラズマシミュレーションポジウム2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 N. Kasuya, R. Yoshihara, T. Ido, M. Nunami, K. Tanaka, S. Satake, K. Fujita and M. Yagi
2. 発表標題 Development of Integrated Turbulence Diagnostic Simulator and Its Application to Torus Device
3. 学会等名 29th IAEA Fusion Energy Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 桑宮幸佑, 糟谷直宏, 持永祥汰
2. 発表標題 トカマクプラズマにおける PCI を用いた密度揺動の実験計測シミュレーション
3. 学会等名 プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部第27回支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮本琉耶, 糟谷直宏, 矢木雅敏
2. 発表標題 トラス内向き乱流粒子流束生成における非線形機構の評価
3. 学会等名 プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部第27回支部大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 糟谷直宏, 吉原稜, 井戸毅, 沼波政倫, 田中謙治, 佐竹真介, 藤田慶二, 矢木雅敏
2. 発表標題 Development of Integrated Turbulence Diagnostic Simulator and Its Application to Torus Device Measurements
3. 学会等名 21st Burning Plasma Simulation Initiative Meeting
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 桑宮幸佑, 糟谷直宏, 持永祥汰
2. 発表標題 Simulation of PCI experimental diagnostic for density fluctuations in tokamak plasmas
3. 学会等名 21st Burning Plasma Simulation Initiative Meeting
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮本琉耶, 糟谷直宏, 矢木雅敏
2. 発表標題 Evaluation of nonlinear mechanism to induce inward turbulent particle fluxes in tokamaks
3. 学会等名 21st Burning Plasma Simulation Initiative Meeting
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 糟谷直宏, 吉原稜, 井戸毅, 轟晴彦, 矢木雅敏, 永島芳彦, 藤澤彰英
2. 発表標題 トカマク揺動ダイナミクスシミュレーションを用いた計測模擬
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 糟谷直宏, 吉原稜, 井戸毅, 轟晴彦, 矢木雅敏, 永島芳彦, 藤澤彰英
2. 発表標題 トカマクプラズマ揺動計測を模擬した数値診断
3. 学会等名 プラズマシミュレーションシンポジウム2022
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 轟晴彦, 糟谷直宏, 矢木雅敏
2. 発表標題 簡約化MHDコードを用いた乱流粒子流束の準線形解析
3. 学会等名 プラズマシミュレーションポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉原稜, 糟谷直宏, 井戸毅, 沼波政倫, 藤田慶二, 佐竹真介
2. 発表標題 3次元磁場配位データを用いた重イオンビームプローブ計測模擬コードの開発
3. 学会等名 プラズマシミュレーションポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 糟谷直宏, 吉原稜, 井戸毅, 矢木雅敏, 永島芳彦, 藤澤彰英
2. 発表標題 複数種物理量解析のための乱流シミュレーションを用いた数値診断
3. 学会等名 第39回プラズマ・核融合学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 轟晴彦, 糟谷直宏, 矢木雅敏
2. 発表標題 簡約化MHDコードを用いた乱流粒子流束解析
3. 学会等名 第39回プラズマ・核融合学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉原稜, 糟谷直宏, 井戸毅, 沼波政倫, 藤田慶二, 佐竹真介
2. 発表標題 重イオンビームプローブを用いたトラスプラズマにおける3次元揺動計測の模擬
3. 学会等名 第39回プラズマ・核融合学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 糟谷直宏
2. 発表標題 Global Structure and Its Diagnostic Simulation in Magnetized Plasma
3. 学会等名 20th International Congress on Plasma Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 轟晴彦, 糟谷直宏, 矢木雅敏
2. 発表標題 トラスプラズマにおける5場簡約化MHDコードを用いた乱流粒子流束解析
3. 学会等名 プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部第26回支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉原稜, 糟谷直宏, 井戸毅, 沼波政倫, 藤田慶二, 佐竹真介
2. 発表標題 重イオンビームプローブを用いたトラスプラズマにおける3次元揺動計測の模擬
3. 学会等名 プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部第26回支部大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 糟谷直宏
2. 発表標題 Global Structure and Its Diagnostic Simulation in Magnetized Plasma
3. 学会等名 20th Burning Plasma Simulation Initiative Meeting
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 轟晴彦, 糟谷直宏, 矢木雅敏
2. 発表標題 Analysis of turbulent particle fluxes by using 5-field RMHD code in torus plasmas
3. 学会等名 20th Burning Plasma Simulation Initiative Meeting
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉原稜, 糟谷直宏, 井戸毅, 沼波政倫, 藤田慶二, 佐竹真介
2. 発表標題 Simulation of 3D perturbation measurement in torus plasmas using a heavy ion beam probe
3. 学会等名 20th Burning Plasma Simulation Initiative Meeting
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 N. Kasuya, Y. Imahashi, H. Todoroki, M. Ishida and M. Yagi
2. 発表標題 Ion Mass Dependence of Resistive Drift Wave Turbulence in Cylindrical Plasmas
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 糟谷直宏, 今橋優大, 轟晴彦, 石田雅信, 矢木雅敏
2. 発表標題 円筒プラズマにおけるイオン質量数とドリフト波乱流構造
3. 学会等名 プラズマシミュレーションポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒田侑, 糟谷直宏, 佐藤雅彦, 福山淳, 矢木雅敏, 永島芳彦, 藤澤彰英
2. 発表標題 PLATOトカマクにおけるバルーニング不安定性のプラズマパラメータ依存性
3. 学会等名 プラズマシミュレーションポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 糟谷直宏, 今橋優大, 轟晴彦, 石田雅信, 矢木雅敏
2. 発表標題 円筒プラズマにおけるイオン質量数とドリフト波乱流構造
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 糟谷直宏, 吉原稜, 井戸毅, 黒田侑, 矢木雅敏, 沼波政倫, 永島芳彦, 藤澤彰英
2. 発表標題 トラスプラズマにおける3次元データを用いた揺動計測模擬
3. 学会等名 第38回プラズマ・核融合学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒田侑, 糟谷直宏, 佐藤雅彦, 佐々木真
2. 発表標題 トカマクプラズマにおけるMHD不安定性の三次元構造の解析
3. 学会等名 プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部第25回支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 轟晴彦, 糟谷直宏, 稲垣滋
2. 発表標題 直線磁化プラズマにおける中性粒子分布の解析と特性評価
3. 学会等名 プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部第25回支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉原稜, 糟谷直宏, 井戸毅, 黒田侑, 矢木雅敏, 沼波政倫, 永島芳彦, 藤澤彰英
2. 発表標題 トラスプラズマにおける3次元データを用いたHIBP計測シミュレーションコードの開発
3. 学会等名 プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部第25回支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 糟谷直宏, 吉原稜, 井戸毅, 黒田侑, 矢木雅敏, 沼波政倫, 永島芳彦, 藤澤彰英
2. 発表標題 Numerical diagnostic of plasma fluctuations by using 3-D simulation data in torus plasmas
3. 学会等名 19th Burning Plasma Simulation Initiative Meeting
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 糟谷直宏, 今橋優大, 轟晴彦, 石田雅信, 矢木雅敏
2. 発表標題 Drift wave turbulent structure depending on ion mass number in cylindrical plasmas
3. 学会等名 19th Burning Plasma Simulation Initiative Meeting
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 黒田侑, 糟谷直宏, 佐藤雅彦, 佐々木真
2. 発表標題 Analysis of three-dimensional structure of MHD instabilities in tokamak
3. 学会等名 19th Burning Plasma Simulation Initiative Meeting
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 黒田侑, 糟谷直宏, 佐藤雅彦, 佐々木真
2. 発表標題 トカマクMHDダイナミクス中の3次元モード構造の抽出
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 N. Kasuya, S. Mochinaga, A. Fukuyama, I. Shimomura, and M. Yagi
2. 発表標題 Development of Integrated Transport Simulation Scheme for Impurity Control in Tokamak Plasmas
3. 学会等名 第29回国際土岐コンファレンス(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Mochinaga, N. Kasuya, A. Fukuyama, Y. Nagashima, and A. Fujisawa
2. 発表標題 Transport Analysis of PLATO Tokamak Plasma Using Integrated Code TASK
3. 学会等名 第29回国際土岐コンファレンス(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 糟谷直宏, 持永祥太, 福山淳, 下村一哉, 矢木雅敏
2. 発表標題 トカマクプラズマにおける不純物制御のための統合輸送シミュレーションスキームの開発
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 糟谷直宏, 持永祥太, 福山淳, 下村一哉, 矢木雅敏
2. 発表標題 トカマクプラズマにおける不純物制御のための統合輸送シミュレーションスキームの開発
3. 学会等名 第18回核燃焼プラズマ統合コード研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 黒田侑, 糟谷直宏, 佐藤雅彦, 福山淳, 矢木雅敏, 永島芳彦, 藤澤彰英
2. 発表標題 PLATOトカマクにおけるバルーニングとキンク不安定性の評価
3. 学会等名 第18回核燃焼プラズマ統合コード研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 黒田侑, 糟谷直宏, 佐藤雅彦, 福山淳, 矢木雅敏, 永島芳彦, 藤澤彰英
2. 発表標題 PLATOトカマクにおけるパルレーニングとキンク不安定性の評価
3. 学会等名 プラズマ・核融合学会 九州・沖縄・山口支部 第24回支部大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 糟谷直宏, 石田雅信, 今橋優大, 矢木雅敏
2. 発表標題 円筒プラズマにおける抵抗性ドリフト波乱流のイオン質量数依存性
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2021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