

令和 5 年 9 月 27 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01212

研究課題名(和文) 乱流超新星：自己無撞着な乱流モデルで解き明かす星の終末

研究課題名(英文) Turbulent Supernovae Explosion

研究代表者

横井 喜充 (Yokoi, Nobumitsu)

東京大学・生産技術研究所・助教

研究者番号：50272513

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：星の進化とその最終段階である超新星爆発を支配する乱流現象を解明し、自己無撞着な理論モデルを構成した。恒星表面での放射による強い冷却によって生じる沈降ブリュームは、恒星内部での質量・熱輸送を大きく促進する。このブリュームによる乱流質量輸送や熱輸送は、混合距離理論に基づく従来の勾配拡散型モデルでは再現できない。乱流の非平衡効果を組み入れたモデルで、恒星内部での質量・熱輸送をよく再現できた。さらに、ブリュームとランダム乱れとの間のエネルギー交換を考察し、ブリュームの速度勾配とランダム乱れ応力の結合が、恒星表面での冷却と恒星内部でのエネルギー散逸とを繋ぐ鍵となることを初めて示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、超新星爆発の研究は大規模数値シミュレーションを用いて大きな発展を遂げつつあるが、内部の乱流現象の理論的解明にはほど遠い。一方、従来の乱流モデルは、混合距離理論に代表されるように、経験的にその場限りで与えられるものにとどまっている。本研究では、基礎方程式に基づいた乱流モデルを構築した。二重平均の枠組みで、乱れのコヒーレント成分(ブリューム)とインコヒーレント成分(ランダム乱れ)との間のエネルギー交換を特定し、ブリュームの速度勾配とランダム乱れ応力の結合が、恒星表面での冷却と恒星内部でのエネルギー散逸とを繋ぐ鍵となることを初めて示した。

研究成果の概要(英文)：In order to construct a self-consistent turbulence model for supernovae explosion, we incorporate the non-equilibrium turbulence for the stellar convection in the framework of the time-space double averaging procedure. The diving plumes radiatively cooled at the stellar surface cause a strong mass and heat mixing in the stellar convection zone. This turbulent transport cannot be reproduced by the usual gradient-diffusion model with mixing-length theory. With the aid of the non-equilibrium effect along the plume motions, this strongly localised enhanced turbulent mixing was for the first time successfully reproduced by the present turbulence model. In addition, the energy transfer between the coherent fluctuations (plumes) and the incoherent fluctuations (random noises) are scrutinised through the evolution equations of the coherent and incoherent turbulent energies. It was shown that the shear of the plume motion is essential.

研究分野：非一様乱流の理論解析とそれに基づく乱流モデリング

キーワード：超新星爆発 乱流 対流 ブリューム 非平衡効果 時間-空間二重平均 エネルギー交換 速度シア

## 1. 研究開始当初の背景

星の進化とその最終段階である超新星爆発は、恒星内部のダイナミクスと非線型相互作用で結びついた乱流の輸送に支配される。例えば、大質量星の最終段階で起こる重力崩壊型の超新星爆発では、ニュートリノ加熱に加えてそれに伴う熱対流や乱流が爆発に必要な条件と考えられている。実際、対流を考慮に入れず（一次元球対称の近似で）数値シミュレーションを行うと爆発を再現することはできず、対流の効果が入る（二次元軸対称近似や三次元の）設定では超新星爆発が再現されることがその証左である(Takiwaki et al., 2012; 2014; 2016)。超新星に至る前の星の進化中も、乱流の取り扱いによって進化経路が変わってしまうのは良く知られた問題であり、一番身近な星である太陽がみせる磁場変動の周期も乱流の性質によって決まる実効的な粘性と熱伝導率によって決まると考えられている。

近年、大規模数値シミュレーションが可能になったため、停滞していたこれらの現象の理解が進み始めている。しかし、数値シミュレーションではグリッドサイズに起因する数値粘性係数が自然のそれよりも大きくなってしまふことから、数値シミュレーションだけでは完全な現象の理解に至ることはできない。数値シミュレーションの信頼性を明確にするにあたって、乱流現象の理論的な研究が相補的に求められている。

本研究では「超新星爆発を支配する乱流の占める役割とその発生条件は何か」を問い、調べた。上記のように超新星爆発のシミュレーション研究において、ニュートリノ加熱を促進する対流とそれに伴う乱流が重要であることはよく指摘されている一方、どのような性質の乱流輸送がどの条件でどう働くかについては、未解明な点ばかりである。

## 2. 研究の目的

本研究は、理論的な根拠に基づいて、星の内部の乱流理論を刷新することが目的であった。通常の乱流モデルは、混合距離理論に代表されるように、経験的にその場限りで与えられるものにとどまっている。これまでの研究が恣意的で現象論的な理解に基づいていたのに対し、本研究では乱流理論による正しい理論的背景から乱流モデルを作ることに独自性がある。さらに、それを実際にシミュレーションにより確認する研究体制にも独自性がある。これまでは理論だけでは確かめられない、シミュレーションだけでは現象が理解できないという問題があったが、それを理論研究者とシミュレーション研究者が協力することで問題を解決し、新たな理論を創造することができる。

本研究では、まず強非線型かつ非一様な乱流の理論を星の進化を記述する方程式系に適用し、応力、乱流質量流束、乱流熱流束などの乱流相関を解析した。この目的のためには、通常の乱流理論で扱われる非圧縮性流体の力学に加え、密度変動、衝撃波、輻射、回転、磁場、核反応などさまざまな物理過程の効果を同時に扱う乱流理論・モデルを整備する必要があった。以下、本研究での乱流理論とモデリングがこれまでのものと大きく違う独自のものなのか示すため、旧来のものとの比較を行う。乱流輸送を評価する最も簡単なモデルに混合距離理論 (mixing-length theory) がある。乱流の強さをゆらぎ生成の自由エネルギー源となる速度や温度、圧力などの不均一性の長さスケールと結びつけることで、輸送係数の簡便な評価を与える。その簡便さのため、天文・宇宙物理学現象の研究で重用されてきた。しかし、混合距離をどう定めるかにしばしば恣意性があり乱流モデルは経験的でその場限りのも

のになりがちである。また、乱流エネルギーの発展方程式で生成項と散逸項が釣り合う（局所平衡）と仮定すると混合距離の表式が導かれることからわかるように、混合距離理論の適用可能性には大きな制約がある。恒星内部の対流のように、移流や境界からの流束が輸送に大きく効く場合に、そもそも混合距離理論が成り立つ保証はない。

本研究では、基礎方程式に基づいて系統的に、乱流応力、乱流質量流束、乱流熱流束といった平均場方程式中の乱流相関を評価することで、より普遍的なモデルを構築する。その結果を用いて、経験的ではなく基礎方程式に基づいた乱流モデルを構築した。一方で、平均場の非一様性が乱流の生成メカニズムを与えることで乱流場の時空発展が決まる。こうして平均場と乱流場の時空発展は相互作用しながら基礎方程式のダイナミクスに従って決められていく。平均場と乱流統計量の非線型ダイナミクスを同時に解くことで、乱流輸送係数も含めて自己無撞着に場が解かれる。このような非線型で自己無撞着な乱流モデリングの手法を用いることで、特定の経験や流れの特殊性に依存せずに乱流による輸送の問題を解くことが可能になる。

### 3. 研究の方法

この研究を実現するための研究体制を構築した。滝脇がグローバル・シミュレーションの結果から解きたい状況を設定した。それを承けて、横井が理論モデルを構築・提案し、政田のローカル・シミュレーションで理論を検証した後、その効果を滝脇のグローバル・シミュレーションに応用した。それに対応して、本研究は、

- (i) 基礎方程式に基づく乱流モデルの開発；
- (ii) ローカル・シミュレーションによる乱流モデルの検証と発展；
- (iii) 発展した乱流モデルのグローバル・シミュレーション；
- (iv) 低次元簡略化乱流モデルの開発

という何段階かのタスクから構成された。

このうち、(i)と(ii)では、回転、密度変動、磁場などの印可パラメータを変えつつ、簡単形状の局所的シミュレーションでモデルを検証・発展させる。タスクの成果について、次頁以降で詳しく説明する。

(iii)では、モデルを用いて超新星の大域的シミュレーションを行った。(i)で開発され、(ii)で妥当性が検証されたモデルをグローバル・シミュレーションの計算に組み入れること自体に困難はない。しかし、平均場と乱流場の双方について、自己無撞着な形でモデル計算を実行するためには、計算コードに何らかのフィルタリング操作を組み入れる必要がある。さらに、直接数値計算と乱流モデル計算を比較することで、三次元の乱流効果を一次元の方程式に落とし込み、簡略化された超新星の標準モデルを開発を進めた。現在、さまざまなフィルター関数のコードへの組み入れの作業が進められている。(iv)については、今後の展望として以下に言及する。

#### 4. 研究成果

##### 非平衡効果を用いた自己無撞着な乱流モデリング

エントロピー勾配によって局所的に駆動される対流の場合と、表面の放射冷却によるプルームも伴って非局所的に駆動される対流の場合とを比較するシミュレーションを行った。局所駆動(locally driven)の場合(a)と非局所駆動(non-locally driven)の場合(b)では、対流のパターン、乱流の構造、プルームの空間分布に大きな違いがある(図1)。乱流内部エネルギー流束 $\langle e'u' \rangle$ も、両者で大きな違いが存在する(図2)を伴う非局所駆動対流による熱輸送は全体として大きく、さらに表面付近に局在している。通常の混合距離理論に基づく勾配拡散近似のモデルでは、このようなプルームを伴う乱流輸送を全く再現できなかった。

プルーム運動に沿った乱流の非平衡性に注目し、非一様性乱流の応答函数を用いた理論解析に基づいて、非平衡効果を組み入れた乱流モデルを構築した。従来の単純な平均操作では、プルーム運動を捕捉することはできない。そこで、時間領域と空間領域の双方でフィルター操作を導入する「時間-空間二重平均」の枠組みで、プルーム運動を取り扱った。この平均操作で、場の量 $f$

は $f = \langle \bar{f} \rangle + \tilde{f} + f''$ と分解される。空間平均の枠組みで、ゆらぎはコヒーレントゆらぎ $\tilde{f}$ とインコヒーレントゆらぎ $f''$ に分けられ、プルームの運動はコヒーレントゆらぎとして扱われる。

本研究の解析では、乱流の非平衡性は、プルームに沿う方向の乱流エネルギーやその散逸率の変化として表現される。その非平衡性の効果で、乱流の時間スケールや長さスケールが変わり、平衡時に比べて、輸送係数が変化する。非平衡性乱流輸送係数を組み入れたモデルで、乱流内部エネルギー流束を表現し、直接数値計算と比較した結果が図3である。従来混合距離理論に基づく勾配拡散型のモデルでは全く表現できなかった非局所駆動型対流での乱流内部エネルギー流束をよく再現している。

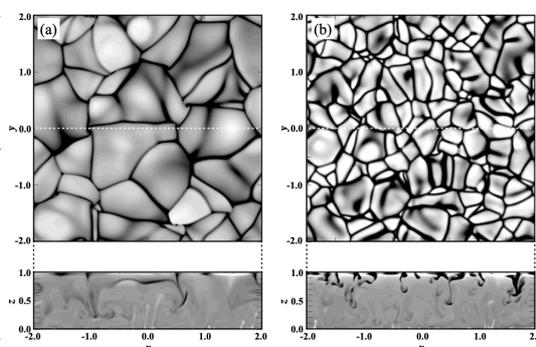


図1：エントロピーゆらぎの等高線。水平断面(上)と鉛直断面(下)。(a) 局所駆動対流、(b) 非局所駆動対流。

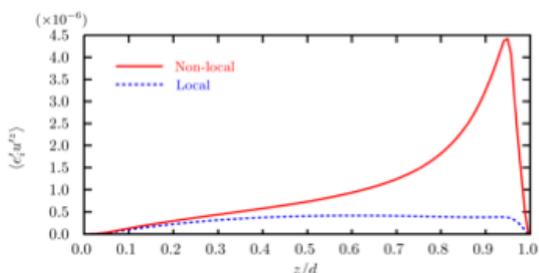


図2：乱流内部エネルギー流束の鉛直分布。局所駆動対流(Local)と非局所駆動対流(Non-local)。

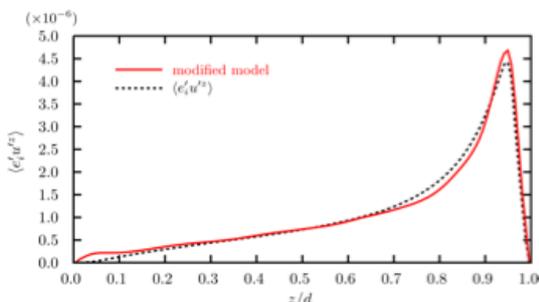


図3：乱流内部エネルギー流束。非平衡モデルと直接数値計算の比較。

さらに、時間-空間二重平均操作の枠組みで、コヒーレントゆらぎ応力とインコヒーレントゆらぎ応力のそれぞれの発展方程式を導くことで、コヒーレントゆらぎとインコヒーレントゆらぎの間の応力およびエネルギーのやりとりを支配する物理を特定した。この結果から、プリューム（コヒーレントゆらぎ）の速度勾配とランダム乱れ（インコヒーレントゆらぎ）の応力が結合することで、プリュームとランダム乱れの間エネルギー移送が生じることを示した。これは、プラズマなどの帯状流のシア（剪断）がドリフト波乱流など小スケールの乱れと相互作用する機構と同様である。もしランダム乱れの応力が簡単に渦粘性の形で表現される場合には、プリュームからランダム乱れへ運動エネルギーが移送されることを示唆している。さらに非平衡効果が加わると、このエネルギー移送が増大したり抑制されたりする。

これらの知見は、帯状流やプリュームなど、乱れ自信がある構造を伴う場合に、乱流の非平衡な性質が系の輸送を大きく変える可能性があることを示している。超新星爆発での乱流の役割を検討するには、乱流中の構造的性質とそれに伴う非平衡性を合わせ考える必要があることを示唆している。

#### 今後の研究

重力崩壊型超新星爆発の乱流モデリングはその重要性に反して世界でも限られたグループで行われていない。そのうちひとつの方向性は高解像度計算でレイノルズ応力の空間分布を出そうというものであり(Radice et al., 2016)、もうひとつはそれに似せた現象論的なモデルを用いて超新星が爆発する条件を探ろうとするものである(Mabanta et al., 2017)。本研究では、(i) 従来の経験的（試行錯誤的）で単純な乱流モデリングの手法を根本的に改め、基礎方程式の解析に基づく系統的なモデリングを行った。(ii) さらに、モデル表現の妥当性を幾何形状が簡単な局所的（ローカル）シミュレーションで検証し、特に各物理過程の時間スケールの評価を組み入れた星の進化および超新星爆発の乱流モデルを開発した。特にプリュームなど非局所的に駆動される対流での乱流輸送を表現するためには、非平衡性など乱流の時間スケールや長さスケールの変動を乱流モデルに組み入れる必要がある。本研究では、ローカルシミュレーションを通じて本モデリングの有効性が示された。

この結果を踏まえて、超新星爆発のグローバル・シミュレーションにこのモデルを適用することが、今後の研究のひとつの方向である。一方で、きわめて直截的に可能なのは、本研究のモデルを二次元や一次元などより低次の数値解析で適用するために簡略化することである。そのような低次元モデルを用いた計算は、短時間に低コストで行うことができる。低次元モデルの計算を、密度変動、衝撃波、輻射、回転、磁場、核反応などさまざまな物理過程の効果を同時に扱って行う。それによって、超新星爆発の物理条件についての信頼できるデータを構築することが可能となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計50件（うち査読付論文 50件 / うち国際共著 34件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Yokoi Nobumitsu	4. 巻 14
2. 論文標題 Non-Equilibrium Turbulent Transport in Convective Plumes Obtained from Closure Theory	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 1013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos14061013	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 Yokoi, N.	4. 巻 arXiv.2303.01834
2. 論文標題 Unappreciated cross-helicity effects in plasma physics: Anti-diffusion effects in dynamo and momentum transport	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Review of Modern Plasma Physics	6. 最初と最後の頁 1-95
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 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 Mizerski Krzysztof A., Yokoi Nobumitsu, Brandenburg Axel	4. 巻 89
2. 論文標題 Cross-helicity effect on $\langle i \rangle$ -type dynamo in non-equilibrium turbulence	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Plasma Physics	6. 最初と最後の頁 1-27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0022377823000545	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 Yokoi, N.	4. 巻 Geophysical Monograph 283
2. 論文標題 Transport in helical fluid turbulence	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 AGU Books: Helicities in Astrophysics, Geophysics and Beyond	6. 最初と最後の頁 25-50
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/9781119841715.ch03	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 Pouquet Annick, Yokoi Nobumitsu	4. 巻 380
2. 論文標題 Helical fluid and (Hall)-MHD turbulence: a brief review	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences	6. 最初と最後の頁 0087-1~18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsta.2021.0087	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 Yokoi N, Masada Y, Takiwaki T	4. 巻 516
2. 論文標題 Modelling stellar convective transport with plumes ? I. Non-equilibrium turbulence effect in double-averaging formulation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2718 ~ 2735
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stac1181	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 Yokoi, N	4. 巻 CH-1469
2. 論文標題 Transport in helical fluid turbulence	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 AGU Books: Helicities in Astrophysics, Geophysics and Beyond	6. 最初と最後の頁 1-66
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 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 Yokoi, N	4. 巻 D-23-00003R1
2. 論文標題 Unappreciated cross-helicity effects in plasma physics: Anti-diffusion effects in dynamo and momentum transport	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Review of Modern Plasma Physics	6. 最初と最後の頁 1-95
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 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 Miserski, K, Yokoi, N, Brandenburg, A	4. 巻 D-23-00003
2. 論文標題 Cross-helicity effect on $\alpha$ -type dynamo in non-equilibrium turbulence	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Plasma Physics	6. 最初と最後の頁 1-18
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 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 Yokoi, N	4. 巻 2393003
2. 論文標題 Non-equilibrium turbulent transport in convective plumes obtained from closure theory	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 1-20
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 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 Ishikawa Ryohtaroh T., Nakata Motoki, Katsukawa Yukio, Masada Youhei, Riethmüller Tino L.	4. 巻 658
2. 論文標題 Multi-scale deep learning for estimating horizontal velocity fields on the solar surface	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Astronomy and Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A142 ~ A142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/202141743	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 Masada, Y, Sano, T	4. 巻 arXiv:2206.06566
2. 論文標題 Rotational Dependence of large-scale dynamo in strongly-stratified convection: What causes it?	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 1-13
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 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 Brandenburg,A , Elstner,D , Masada,Y , Pipin,V	4. 巻 arXiv:2303.12425
2. 論文標題 Turbulent processes and mean-field dynamo	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Space Science Review	6. 最初と最後の頁 1-64
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 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 Mori, Masamitsu; Suwa, Yudai; Takiwaki, Tomoya	4. 巻 107
2. 論文標題 Long-term gravitational wave asteroseismology of supernovae: From core collapse to 20 seconds postbounce	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 83015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.107.083015	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 Matsumoto Jin; Takiwaki Tomoya; Kotake Kei; Asahina Yuta; Takahashi Hiroyuki R.	4. 巻 516
2. 論文標題 Magnetic support for neutrino-driven explosion of 3D non-rotating core-collapse supernova models	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1752-1767
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stac2335	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 Matsuoka, Tomoki; Lee, Shiu-Hang; Maeda, Keiichi; Takiwaki, Tomoya; Moriya, Takashi J.	4. 巻 930
2. 論文標題 Long-term Evolution of a Supernova Remnant Hosting a Double Neutron Star Binary	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 930
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac67a4	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 Yokoi Nobumitsu, Tobias Steven M.	4. 巻 9
2. 論文標題 Magnetoclinicity Instability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Turbulence	6. 最初と最後の頁 273 ~ 279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-80716-0_37	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 Masada Youhei, Takiwaki Tomoya, Kotake Kei	4. 巻 924
2. 論文標題 Convection and Dynamo in Newly Born Neutron Stars	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 75 ~ 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac34f6	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 Kuroda, Takami; Fischer, Tobias; Takiwaki, Tomoya; Kotake, Kei	4. 巻 924
2. 論文標題 Core-collapse Supernova Simulations and the Formation of Neutron Stars, Hybrid Stars, and Black Holes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal,	6. 最初と最後の頁 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac31a8	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 Shibagaki, Shota; Kuroda, Takami; Kotake, Kei ; Takiwaki, Tomoya	4. 巻 502
2. 論文標題 Characteristic time variability of gravitational-wave and neutrino signals from three-dimensional simulations of non-rotating and rapidly rotating stellar core collapse	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 3066
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab228	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, Hirokazu; Takiwaki, Tomoya	4. 巻 104
2. 論文標題 Neutrino-antineutrino oscillations induced by strong magnetic fields in dense matter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 23018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.023018	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 Yoshida, Takashi; Takiwaki, Tomoya; Aguilera-Dena, David R.; Kotake, Kei; Takahashi, Koh; Nakamura, Ko ; Umeda, Hideyuki; Langer, Norbert	4. 巻 506
2. 論文標題 A three-dimensional hydrodynamics simulation of oxygen-shell burning in the final evolution of a fast-rotating massive star	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnrasl/slab067	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 Takiwaki, Tomoya; Kotake, Kei; Foglizzo, Thierry	4. 巻 508
2. 論文標題 Insights into non-axisymmetric instabilities in three-dimensional rotating supernova models with neutrino and gravitational-wave signatures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 966
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab2607	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 Sotani, Hajime; Takiwaki, Tomoya; Togashi, Hajime	4. 巻 104
2. 論文標題 Universal relation for supernova gravitational waves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 123009
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.123009	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 Matsumoto Jin, Masada Youhei	4. 巻 490
2. 論文標題 Propagation, cocoon formation, and resultant destabilization of relativistic jets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 4271 ~ 4280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz2821	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 Kawanaka Norita, Masada Youhei	4. 巻 881
2. 論文標題 Neutrino-dominated Accretion Flows with Magnetic Prandtl Number-dependent MRI-driven Turbulence	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 138 ~ 138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab2e71	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 Abbar Sajad, Duan Huaiyu, Sumiyoshi Kohsuke, Takiwaki Tomoya, Volpe Maria Cristina	4. 巻 100
2. 論文標題 On the occurrence of fast neutrino flavor conversions in multidimensional supernova models	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 43004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.100.043004	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 Widmer F., Buechner J., Yokoi N.	4. 巻 26
2. 論文標題 Analysis of fast turbulent reconnection with self-consistent determination of turbulence timescale	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 102112 ~ 102112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5109020	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 Yokoi Nobumitsu	4. 巻 591
2. 論文標題 Turbulence, Transport and Reconnection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 CISM International Centre for Mechanical Sciences	6. 最初と最後の頁 177 ~ 265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-16343-3_6	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 Pipin, V. V., Yokoi, N.	4. 巻 859
2. 論文標題 Generation of a large-scale magnetic field in a convective full-sphere cross-helicity dynamo	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aabae6	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 Sokoloff, D., Yokoi, N.	4. 巻 84
2. 論文標題 Path integrals for mean-field equations in nonlinear dynamos	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Plasma Physics	6. 最初と最後の頁 735840307
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0022377818000521	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 Yokoi, N.	4. 巻 1993
2. 論文標題 Turbulent dynamos beyond the heuristic modeling: Helicities and density variance	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 AIP CP Series	6. 最初と最後の頁 20010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5048720	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 Yokoi, N.	4. 巻 84
2. 論文標題 Electromotive force in strongly compressible magnetohydrodynamic turbulence	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Plasma Physics	6. 最初と最後の頁 735840501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0022377818000727	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 Yokoi, N.	4. 巻 84
2. 論文標題 Mass and internal-energy transports in strongly compressible magnetohydrodynamic turbulence	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Plasma Physics	6. 最初と最後の頁 775840603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0022377818001228	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 Titov, V., Stepanov, R., Yokoi, N., Verma, M., Samtaney, R.	4. 巻 55
2. 論文標題 Cross helicity sign reversals in the dissipative scales of magnetohydrodynamic turbulence	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Magnetohydrodynamics	6. 最初と最後の頁 225-231
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 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 Yokoi, N.	4. 巻 VIII
2. 論文標題 Multiple-scale analysis of the strong compressibility effects on transport in magnetohydrodynamic turbulence	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Turbulence	6. 最初と最後の頁 241-246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-22196-6_38	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 Widmer, F., Buechner, J., Yokoi, N.	4. 巻 26
2. 論文標題 Analysis of fast turbulent reconnection with self-consistent determination of turbulence timescale	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 102112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5109020	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 Yokoi, N.	4. 巻 591
2. 論文標題 Turbulence, transport and reconnection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Topics in Magnetohydrodynamic Topology, Reconnection and Stability Theory, CISM International Centre for Mechanical Sciences 591	6. 最初と最後の頁 177-265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-16343-3_6	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 O' Connor, E., Bollig, R., Burrows, A., Couch, S., Fischer, T., Janka, H.-T., Kotake, K., Lentz, E. J., Liebenduerfer, M., Messer, O. E. B., Mezzacappa, A., Takiwaki, T., Vartanyan, D.	4. 巻 45
2. 論文標題 Global comparison of core-collapse supernova simulations in spherical symmetry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics	6. 最初と最後の頁 104001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6471/aadeae	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 Masada, Y., Kotake, K., Takiwaki, T., Yamamoto, N.	4. 巻 98
2. 論文標題 Chiral magnetohydrodynamic turbulence in core-collapse supernovae	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 83018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.98.083018	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 Sotani, H., Kuroda, T., Takiwaki, T., Kotake, K.	4. 巻 99
2. 論文標題 Dependence of the outer boundary condition on protoneutron star asteroseismology with gravitational-wave signatures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 123024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.99.123024	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 Yoshida, T., Takiwaki, T., Kotake K., Takahashi K., Nakamura K., Umeda H.	4. 巻 881
2. 論文標題 One-, two-, and three-dimensional simulations of oxygen-shell burning just before the core collapse of massive stars	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab2b9d	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 Nakamura, K., Takiwaki, T., Kotake, K.	4. 巻 71
2. 論文標題 Long-term simulations of multi-dimensional core-collapse supernovae: Implications for neutron star kicks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz080	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 Sotani, H., Sumiyoshi, K.	4. 巻 100
2. 論文標題 Determination of properties of protoneutron stars toward black hole formation via gravitational wave observations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 83008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.100.083008	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 Kawanaka, N., Masada, Y.	4. 巻 881
2. 論文標題 Neutrino-dominated accretion flows with magnetic prandtl number-dependent MRI-driven turbulence	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 138-138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab2e71	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 Suzuki, A., Moriya, T. J., Takiwaki, T.	4. 巻 887
2. 論文標題 Supernova ejecta interacting with a circumstellar disk. I. Two-dimensional radiation-hydrodynamic simulations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 249 ~ 249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab5a83	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 Abbar, S., Duan, H., Sumiyoshi, K., Takiwaki, T., Volpe, M. C.	4. 巻 100
2. 論文標題 On the occurrence of fast neutrino flavor conversions in multidimensional supernova models	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 43004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.100.043004	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 Matsumoto, J., Masada, Y.	4. 巻 490
2. 論文標題 Propagation, cocoon formation, and resultant destabilization of relativistic jets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 4271-4280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz2821	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 Shibagaki, S., Kuroda, T., Kotake K., Takiwaki, T.	4. 巻 493
2. 論文標題 A new gravitational-wave signature of low-T/ W  instability in rapidly rotating stellar core collapse	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters	6. 最初と最後の頁 L138-L142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnrasl/slaa021	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, H., Takiwaki, T., Kawagoe, S., Horiuchi, S., Ishidoshiro, K.	4. 巻 101
2. 論文標題 Detectability of collective neutrino oscillation signatures in the supernova explosion of a 8.8??M? star	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 63027
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.063027	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40件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 29件)

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Non-equilibrium effect in turbulent transport and its modelling
3. 学会等名 RIMS Satellite / IIS U-Tokyo Symposium: Mathematical Modelling of Turbulent Flows in Astrophysical and Geophysical Phenomena, Kansai Seminar House, 16 March 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masada, Y.
2. 発表標題 "Spherical-shell mean-field solar dynamo model based on turbulent EMF extracted from DNS"
3. 学会等名 RIMS Satellite / IIS U-Tokyo Symposium: Mathematical Modelling of Turbulent Flows in Astrophysical and Geophysical Phenomena, Kansai Seminar House, 16 March 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Effects of pseudo-scalar invariants in turbulent momentum transport
3. 学会等名 International Congress on Plasma Physics (ICPP 2022), [Tu2C] Turbulence and High Energy Density Plasmas HICO, Gyeongju, Korea, 29 November 2022 (Invited) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Modelling stellar convection with non-equilibrium effect in time-space double filtering scheme
3. 学会等名 Isaac Newton Institute Program: Frontiers in dynamo theory: from the Earth to the stars DY2W02: Fluid flow and magnetic field generation in fluids and plasmas - theory and laboratory experiments (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Modelling stellar convection with non-equilibrium effect in time-space double filtering scheme
3. 学会等名 Plasma Physics Meets AI, Aalto University, 24 August 2022 (Invited) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Modeling turbulent transport associated with plumes in stellar convection
3. 学会等名 44th COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2022), Athens, 23 July 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Modelling convective turbulent transport with plumes using double-averaging formulation
3. 学会等名 NORDITA Program: Magnetic Field Evolution in Low Density or Strongly Stratified Plasmas, NORDITA, 6 June 2022 (Invited) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Strong compressibility effects on dynamo and mass/energy transport
3. 学会等名 NORDITA Program: Magnetic Field Evolution in Low Density or Strongly Stratified Plasmas, NORDITA, 3 June 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Magnetoclinicity instability
3. 学会等名 iTi Conference on Turbulence Online
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, Nobumitsu
2. 発表標題 Unappreciated helicity effects in hydrodynamic and magnetohydrodynamic turbulence
3. 学会等名 Helicity: Online Advanced Study Program on Helicities in Astrophysics and Beyond (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Modeling plume and shock in convective turbulence: Non-equilibrium and supersonic effects
3. 学会等名 American Geophysical Society Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yokoi, N
2. 発表標題 Strong compressibility effects on dynamo and mass/energy transport
3. 学会等名 NORDITA Program: Magnetic Field Evolution in Low Density or Strongly Stratified Plasmas, NORDITA, 3 June 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N
2. 発表標題 Modelling convective turbulent transport with plumes using double-averaging formulation
3. 学会等名 NORDITA Program: Magnetic Field Evolution in Low Density or Strongly Stratified Plasmas, NORDITA, 6 June 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N, Masada, Y, Takiwaki, T
2. 発表標題 Modeling turbulent transport associated with plumes in stellar convection
3. 学会等名 44th COSPAR Scientific Assembly (COSPAR 2022), Athens, 23 July 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi,N, Masada,Y, Takiwaki,T
2. 発表標題 Modelling stellar convection with non-equilibrium effect in time-space double filtering scheme
3. 学会等名 Plasma Physics Meets AI, Aalto University, 24 August 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi,N
2. 発表標題 Modelling stellar convection with non-equilibrium effect in time-space double filtering scheme
3. 学会等名 Isaac Newton Institute Program: Frontiers in dynamo theory: from the Earth to the stars DY2W02: Fluid flow and magnetic field generation in fluids and plasmas - theory and laboratory experiments (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi,N.
2. 発表標題 Effects of pseudo-scalar invariants in turbulent momentum transport
3. 学会等名 International Congress on Plasma Physics (ICPP 2022), [Tu2C] Turbulence and High Energy Density Plasmas HICO, Gyeongju, Korea, 29 November 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi,N
2. 発表標題 Non-equilibrium effect in turbulent transport and its modelling
3. 学会等名 RIMS Satellite / IIS U-Tokyo Symposium: Mathematical Modelling of Turbulent Flows in Astrophysical and Geophysical Phenomena, Kansai Seminar House, 16 March 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masada, Y
2. 発表標題 Spherical-shell mean-field solar dynamo model based on turbulent EMF extracted from DNS
3. 学会等名 RIMS Satellite / IIS U-Tokyo Symposium: Mathematical Modelling of Turbulent Flows in Astrophysical and Geophysical Phenomena, Kansai Seminar House, 16 March 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yokoi, N
2. 発表標題 Magnetoclinicity: Density variance effects in large-scale instability in magnetohydrodynamic turbulence
3. 学会等名 European Geosciences Union General Assembly (EGU2020) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yokoi, N
2. 発表標題 Modeling plume and shock in convective turbulence: Non-equilibrium and supersonic effects
3. 学会等名 American Geophysical Society Fall Meeting
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 滝脇知也, 横井喜充, 政田洋平
2. 発表標題 超新星爆発における輸送現象
3. 学会等名 第37回プラズマ核融合学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 政田洋平, 横井喜充, 滝脇知也
2. 発表標題 太陽熱対流の非局所性とその輸送ダイナミクスへの影響: 理論モデルの検討
3. 学会等名 第37回プラズマ核融合学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yokoi, N, Tobias, SM
2. 発表標題 Magnetoclinicity instability
3. 学会等名 iTi Conference on Turbulence Online
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, N
2. 発表標題 Unappreciated helicity effects in hydrodynamic and magnetohydrodynamic turbulence
3. 学会等名 Helicity: Online Advanced Study Program on Helicities in Astrophysics and Beyond
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yokoi, Nobumitsu
2. 発表標題 Magnetoclinicity: Density variance effects in large-scale instability in magnetohydrodynamic turbulence
3. 学会等名 European Geosciences Union (EGU) General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yokoi, Nobumitsu
2. 発表標題 Magnetoclinicity Instability
3. 学会等名 iTi Conference on Turbulence (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yokoi, Nobumitsu
2. 発表標題 Unappreciated helicity effects in magnetohydrodynamic turbulence
3. 学会等名 Online Advanced Program on Helicities in Astrophysics and Beyond (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yokoi, Nobumitsu
2. 発表標題 Statistical theories of turbulent transport and the prospects of applying such theories in the modeling of astrophysical convection
3. 学会等名 The Shifting Paradigm of Stellar Convection: From Mixing Length Concepts to Realistic Turbulence Modeling (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 滝脇知也
2. 発表標題 超新星爆発における輸送現象
3. 学会等名 第37回プラズマ核融合学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 政田洋平
2. 発表標題 太陽熱対流の非局所性とその輸送ダイナミクスへの影響:理論モデルの検討
3. 学会等名 第37回プラズマ核融合学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Multiple-scale analysis of turbulent transport in strongly compressible magnetohydrodynamic flows
3. 学会等名 Proceedings of European Geosciences Union General Assembly Meeting 2018 (Vienna, Austria) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Turbulent dynamo research beyond heuristic modelling
3. 学会等名 Theory and Simulation of Solar System Plasmas (TSSSP) Symposium: From space, solar and laboratory plasmas to plasma astrophysics, Goettingen, 18-19 June 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Multiple-scale analysis of the strongly compressible effects on transport in magnetohydrodynamic turbulence
3. 学会等名 iTi Conference on Turbulence VIII, Bertinoro, 5-7 September 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Yokoi, N.
2 . 発表標題 Multiple-scale analysis of turbulent transports in highly compressible magnetohydrodynamic plasma flows
3 . 学会等名 2nd Asia-Pacific Conference on Plasma Physics (AAPPs-DPP2018), Kanazawa, 12-17 November 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Yokoi, N.
2 . 発表標題 Effective mass and energy fluxes in strongly compressible magnetohydrodynamic turbulence: Density-variance and compressive cross-helicity effects
3 . 学会等名 American Geophysical Society Fall Meeting 2018, Washington D.C., Dec. 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Yokoi, N.
2 . 発表標題 Exploration of transport enhancement and suppression in turbulence: Helicity effects
3 . 学会等名 Sensing, Mining and Modeling of Wave, Flow and Turbulence, RIAM, Kyushu Univ., Fukuoka, 31 January - 1 February 2019 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yokoi, N.
2 . 発表標題 Multiple-scale analysis of turbulent transport in strongly compressible magnetohydrodynamic plasmas
3 . 学会等名 International symposium on recent progress in heliospheric physics by direct measurements of unexplored space plasmas, Institute of Space and Earth Environmental Research (ISEE), Nagoya University
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Focus event, summary and discussion on topic 1: Role, importance, and evolution of helicity N. Yokoi Solar Helicities in Theory and Observations: Implications for Space Weather and Dynamo Theory, Nordic Institute for Theoretical Physics (NORDITA), Stockholm, 4-29 March 2019, 1-5-2
3. 学会等名 Solar Helicities in Theory and Observations: Implications for Space Weather and Dynamo Theory, Nordic Institute for Theoretical Physics (NORDITA), Stockholm, 4-29 March 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yokoi, N.
2. 発表標題 Turbulent transport in strongly compressible magnetohydrodynamic flows
3. 学会等名 Solar Helicities in Theory and Observations: Implications for Space Weather and Dynamo Theory, Nordic Institute for Theoretical Physics (NORDITA), Stockholm, 4-29 March 2019
4. 発表年 2019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	政田 洋平 (Youhei Masada)  (30590608)	福岡大学・理学部・准教授  (37111)	
研究分担者	滝脇 知也 (Tomoya Takiwaki)  (50507837)	国立天文台・科学研究部・准教授  (62616)	

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1件

国際研究集会 RIMS Satellite / IIS U-Tokyo Symposium: Mathematical Modelling of Turbulent Flows in Astrophysical and Geophysical Phenomena, Kansai Seminar House, 16 March 2023	開催年 2022年～2022年
---	--------------------

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			
英国	University of Leeds			
米国	University of California San Diego			
スウェーデン	Nordic Institute for Theoretical Physics	Stockholm University	Royal Institute of Technology (KTH)	
フランス	Ecole Centrale de Lyon			
英国	University of Leeds			