

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H01901

研究課題名（和文）重力波データ抽出方法の開発：新たな解析手法および分散型コンピューティングの導入

研究課題名（英文）New directions in gravitational-wave data analysis: both in computing algorithms and hardwares including its outreach activities

研究代表者

真貝 寿明 (Shinkai, Hisaaki)

大阪工業大学・情報科学部・教授

研究者番号：30267405

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,000,000円

研究成果の概要（和文）：日本のKAGRA重力波観測グループは、2020年より米欧のグループと共同観測・共同解析をはじめた。本研究では、この共同解析を組織の代表として進め、計算機環境を整えるとともに、重力波データ解析の新たな手法を提案した。後者は「自己回帰モデルを用いる波形抽出」「Hilbert-Huang変換法を用いる波形抽出」など、事前に波形テンプレートの準備を不要とする重力波検出方法の開発、およびノイズにロバストなデータ解析を目的にした「独立成分分析を用いたノイズ除去」「機械学習を用いたノイズ除去」などを含む。これら4提案はいずれも実データをを用いた実用性までを提示し、解析ツールへの実装を進めている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我々が開発した重力波抽出やノイズ除去の新手法は、重力波波源天体のパラメータ推定の精度向上や新たな一般相対論の検証手法として応用される。今後、観測装置の能力向上とともに、重力波観測はその観測数を増し、精密科学となっていくことが期待されるが、そのための解析基盤を充実させることができたと考えられる。また、本研究では、重力波サイエンスのアウトリーチ活動も1つの柱としており、国際共同研究で発表した論文要旨を一般向けに翻訳して示すプロジェクトは、今後も継続して行っていく。また、2025年度からは全国6カ所の科学館・博物館にて重力波とブラックホールの研究を紹介する展示も準備している。

研究成果の概要（英文）：The KAGRA group in Japan, which has been promoting gravitational wave observation, had started full-scale joint observation and analysis with groups in the U.S. and Europe from 2020. In this study, we promoted the joint analysis as core members of KAGRA group, and we also proposed new methods in gravitational-wave data analysis. The latter includes the new methods of extraction of gravitational waves applying "autoregressive model" or "Hilbert-Huang transformation" both of which do not require templates beforehand. We also developed noise reduction methods using "independent component analysis" or using "machine learning". These proposals had been presented with applications to the real event data, all of them show the robustness against noise. These new methods will be applied to improve the accuracy of parameter estimation of gravitational-wave source objects and to test general relativity in an alternative perspective.

研究分野：理論物理学 一般相対性理論

キーワード：一般相対性理論 重力波 ブラックホール データ解析

1 研究開始当初の背景

2015年9月に米国のLIGOグループと欧州のVirgoグループは重力波の直接観測に成功した。その後、本研究課題の申請時までには6例（本研究課題の開始時までには10例）の重力波検出が報告された。日本の重力波干渉計KAGRA（岐阜県神岡、プロジェクトPIは梶田隆章・東京大学宇宙線研究所所長（当時））は、米欧より20年遅れて装置を完成させつつあったが、装置調整の遅れから、観測開始の時期が定まらなかった。また、重力波の検出には複数台の装置による同時観測が必要となるため、米欧との共同観測・共同解析の体制を構築する必要もあった。米欧との共同体制が構築できたとしても、日本発の独自の解析や発見を行うことが期待されていた。本研究の代表者・真貝は、KAGRAグループの研究者代表を2017年から務めており、共同体制構築の交渉を行う立場にあった。本研究が開始された2019年度は、その交渉が本格化したときだった。

重力波の解析手法に関しては、あらかじめいくつもの重力波の波形を計算してテンプレートとして蓄え、ノイズに埋もれた重力波信号が存在するかどうかを確率的に判定する整合フィルタ法が主流である。確実な方法ではあるが、十分な量のテンプレートを準備し、かつ十分な計算機パワーが要求される。重力波物理学が最終的に解明すべき問題としては、一般相対性理論がどこまで正しいのか（量子重力理論へとつながる理論は何か）という理論の検証問題があるが、整合フィルタ法では、一般相対性理論以外の重力波テンプレートを用意することには限界がある。そこで、整合フィルタ法とは別に、重力波を抽出する方法の開発が望まれた。本研究は、この点に着目し、ノイズにまみれた実データから、意味のある重力波信号を取り出す新しい技術開発を進める計画を掲げた。

2 研究の目的

本研究では、以下の3つを目的とした。(A)新しい重力波の抽出方法およびノイズ除去方法を開発し、実データを用いてその有効性を明らかにすること。(B)計算資源を確保し、将来に向けた重力波解析環境を構築すること、そして、(C)巨大サイエンスとして進められている重力波観測の成果をできる限り社会へ還元できるアウトリーチ体制を確立することである。具体的には、(A)に関しては、「自己回帰モデルによる波形抽出」と「Hilbert-Huang変換法を用いる波形抽出」を予定し、その他に「疎性モデリングによるノイズ除去」の可能性についても提案した。

「実データを用いた実証を行う」ことについては、研究開始当初の2019年では実現できていなかった。米欧のLIGO-Virgoコラボレーションと対等なレベルで共同研究体制を構築し、運用を開始することが、研究を進める上での必要なステップとなった。

3 研究の方法

(1) LIGO-Virgo-KAGRA 重力波観測コラボレーション体制の構築

本課題の研究代表である真貝は、KAGRAの研究者組織委員に2019年夏の選挙で再び選出され、2期目の研究者代表に就き、米欧との対等な共同観測体制の覚書に2019年10月に梶田隆章PIと共に調印した。KAGRA内での研究グループ体制も米欧に対応するように再構築し、本課題の研究分担者の伊藤はKAGRAの連続重力波解析の責任者として、同じく高橋は3プロジェクト間の連携コンピューティング担当として、日本の重力波プロジェクトの一翼を担うことになった。

KAGRAは、2020年2月に実観測を開始して共同観測体制に入ったが、残念ながらコロナ禍で世界中の観測がすぐに中断してしまう。しかし、2020年からの実観測(O3b;第3b期観測)結果に関する論文執筆には対等に関わり、毎週数回開かれるオンライン会議への参加、年に2回開かれる対面会議への参加(コロナ禍のときはオンラインで実施)、論文原稿の内部査読、修正提案とりまとめ、新手法の内部提案などの研究活動が恒常化した。

2021年夏に、真貝は2期満期終了で研究者代表から解放される。その後は、KAGRAのアウトリーチ担当グループを組織し、米欧との共同活動を進めている。また、2023年5月から開始された第4期観測(O4)では、真貝は、重力波検出判定を行う観測シフト体制のアジア・インド圏のとりまとめ役となって、実観測時の対応や追観測する天文学者への情報公開手順などを取り仕切っている。

(2) 新しい重力波の抽出方法の開発、および計算機環境の構築

我々が提案する新たな手法としては、真貝が中心として進めた「自己回帰モデルを用いる波形抽出」「疎性モデリングによるノイズ除去」、高橋が中心として進めた「Hilbert-Huang 変換法を用いる波形抽出」「機械学習を用いたノイズ除去」、伊藤が中心となって進めた「独立成分分析を用いたノイズ除去」がある。適宜連絡を取り合いながら進展を共有した。学会や研究会を含めて、少なくとも年に4回は対面で協議する場を設けた。

本研究課題の予算を用いて、研究分担者の島野・西口・鳥居が所属する大阪工業大学に、重力波解析を行うための専用ワークステーションを構築した。将来的な分散コンピューティングシステムを導入するテスト環境を整えた。

(3) コロナ禍での活動

本研究課題の遂行期間はコロナ禍に重なり、3年以上の間、国内・国外の移動制限が生じた。オンラインで実施する研究会や学会に極力参加して、情報収集や成果発表に努めたが、当初想定した計画に比べると、その進展速度が鈍化したことは否めない。2020年度は旅費予算が利用できず、次年度以降に繰り越す措置を行った。当初計画の一部としていた分散コンピューティングを用いた重力波解析は、海外との共同研究が進展せず、期間内に実用化することができなかった。しかし、コロナ禍で移動制限が課された期間には、執筆活動などを進めることもできた。

4 研究成果

各年度ごとの研究成果の発表件数は以下のようである。

- 2019年度** 論文発表5, 国際会議・研究会発表16, 国内会議・研究会発表14, 一般向け講演・講義18, 専門書翻訳出版1, 雑誌への寄稿1, 取材協力1.
- 2020年度** 論文発表11, 国際会議・研究会発表4, 国内会議・研究会発表13, 一般向け講演・講義14, 図書出版(事典編集執筆)1, 雑誌への寄稿2, 取材協力1.
- 2021年度** 論文発表14, 学会発表7(うち招待講演3/うち国際学会3), 一般向け講演・講義9, 図書出版2(共著1, 事典項目1).
- 2022年度** 論文発表13, 学会発表15(うち国際学会6), 一般向け講演・講義2, 図書出版2(単著1, 事典項目1), 雑誌執筆1, 雑誌編集協力3.
- 2023年度** 論文発表15, 学会発表30(うち国際会議16)である。アウトリーチ関連では、一般向け講演・講義20, 図書出版5(共著3, 訳書1, 事典項目1), テレビ出演1.

以下では本研究でなし得た成果を短くまとめる。個別の研究成果については、すでに専門研究誌あるいは国際学会にて発表している。詳細は本報告書末にある文献リストあるいは本研究課題の成果をまとめたウェブページ¹を参照していただきたい。

(1) LIGO-Virgo-KAGRA による第3期 b 観測結果

O3b 観測 (O3b; 2019年11月1日-2020年3月27日) までの観測結果をまとめて、2021年11月に、突発的重力波カタログ3 (GWTC-3) として発表したものが現在最新の重力波イベントカタログである。そのカタログでは、連星ブラックホール (BBH) 波源の重力波が85例、連星中性子星 (BNS) 波源が2例、中性子星-ブラックホール連星 (NSBH) を波源とするものが2例、片方がブラックホールで相方が不明なもの1例の合計90例を報告した。日本のKAGRAもO3bの最後に共同観測に入ったが、その期間に重力波の直接検出はなかった。2020年4月にKAGRAはドイツのGEO干渉計との同時観測を2週間行った (O3GK 観測)。その期間に重力波の直接検出はなかったものの、ガンマ線バースト現象が近傍で生じていたため、その波源天体の距離の下限を推定する報告をした。

連星系については、その合体頻度について、BBHは赤方偏移 $z = 0.2$ 付近において $17.9\text{--}44/\text{Gpc}^3/\text{yr}$ 、BNSは $10\text{--}1700/\text{Gpc}^3/\text{yr}$ 、NSBHは $7.8\text{--}140/\text{Gpc}^3/\text{yr}$ と見積った。このほか、背景重力波に対して、宇宙膨張率に対して重力波のエネルギーが寄与する割合として(平坦なエネルギースペクトルを仮定した上で) $\Omega_{\text{GW}} < 6.0 \times 10^{-8}$

¹<https://www.oit.ac.jp/is/shinkai/GWdata2019/products.html>

の上限が得た。連続重力波の重力波振幅に対しては、おおよそ 1×10^{-25} 程度 (200 Hz 周り) の上限を得た。また、既知のパルサーからの連続重力波に対して、個々に上限値を得た。

一般相対性理論の検証も行われ、数あるテストすべてで、一般相対性理論から得られる予言と観測されている重力波信号との間に矛盾は生じていない。

今後、発見数が増すにつれて連星系の形成シナリオが明らかになることが期待される。将来的には、銀河系形成シナリオや初期宇宙の情報などにも、重力波観測から多くの知見がもたらされるであろう。

(2) 重力波データ解析に対する新しい手法の提案

① 自己回帰モデルを用いる波形抽出

連星合体後にブラックホールが形成されると、重力波は急速に減衰する。リングダウン重力波と呼ばれるこの波形が、一般相対性理論の予言と正しいかどうかを調べることができれば、もっとも強い重力場での理論検証になる。しかし、現実には減衰が非常に短時間であるために、リングダウン波のみを、干渉計データから重力波のテンプレート無しに抽出することは不可能であった。自己回帰モデル (Auto-Regressive model) は、テラヘルツ分光などの他の物理分野で利用されている手法である。我々は、ノイズのある数十点の時系列データに回帰曲線フィットを行い、その曲線 (時系列関数) から周波数・減衰定数を読み取る技術を開発した。これまでに報告されている実重力波データ (シグナル・ノイズ比の大きな 10 例) に適用し、LIGO-Virgo-KAGRA グループが発表している合体後のブラックホールの質量と角運動量に近い値を見出せること、それらの値が一般相対性理論の予言と無矛盾であること、GW190412 など一部の合体現象では重力波の高次モード検出の可能性が指摘されていたが、そのようなモードは検出されないことを報告した。

② Hilbert-Huang 変換法を用いる波形抽出

テンプレートを用いずに、実重力波データから重力波信号を抽出する第 2 の方法として、Hilbert-Huang 変換 (HHT) 法を実装した。これは、Hilbert 変換によって信号を信号変調と位相変調とに分離する手法を、複数のモードが混在したものに対して適用できるように、前処理として経験的モード分解 (EMD) を行うという Huang らの提案手法である。我々は、GW150914 の重力波イベントに対して、HHT 法によってリングダウン重力波が抽出できることを示したほか、EMD として Akima スプライン補間を用いるなどの工夫を行うことによって、連星中性子星合体のインスパイラル重力波波形から高密度物質の状態方程式の決定精度がどれだけ向上するか、などの実験結果を報告した。

③ 独立成分解析法を用いたノイズ除去

実重力波データからノイズを除去することができれば、重力波信号の検出効率が上がり、重力波信号の質も向上して、得られるサイエンスも広がる。だが、ノイズには非ガウスのものもあり、非ガウスの雑音を除去するための有効な手法が待たれていた。我々は、検出器のデータだけでなく、検出器まわりに設置された環境モニタ (地面振動計や防振系の各段階に設置された加速度計、光てこ、音響モニタ、電気ノイズ計、磁場計など) の情報を取り入れて、独立成分解析によるデータ解析を行うことで、非ガウス雑音を効率的に除去できることを示した。そして、O3GK の観測データに適用した。各チャンネルが線形関係を持つ通常の独立成分解析を実装してノイズ低減を実証した。また、各チャンネルが任意の非線形関係で結びついた一般的な状況で独立成分解析を行えるマスター方程式を導出し、それをもとに複数のチャンネルの非線形結合を許した状況での解析を行い、環境モニタと同じ周波数のノイズだけでなく、サイドバンドの除去もできることを示した。

④ 機械学習を用いたノイズ除去

重力波観測の実データには、原因が不明な非定常・非ガウス性の突発性雑音 (glitch) が多数含まれていて、これらは重力波信号の模倣・隠蔽を引き起こす。そこで、深層学習を用いて突発性雑音の潜在変数を抽出し、その分類を行った。分類化されたことにより、突発性雑音の原因の特定や突発性雑音除去などへとつながり、観測装置の安定的運用や、観測の精度向上に貢献することが期待できる。

また、実データから重力波信号の抽出する部分に関しても、機械学習を応用する研究を進めた。その 1 つは、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を使用した、コア崩壊型超新星から発生する重力波の分類である。 3

次元数値シミュレーションから得られた重力波波形に O3 時の LIGO/Virgo のノイズデータを加え、そのスペクトログラムを使用してトレーニングを行った。ここでのスペクトログラムには、クラス・アクティベーション・マッピング手法を適用し、モデル予測にとって重要な、入力画像内の領域を視覚化した。クラス・アクティベーション・マップは、モデル予測が主に入力スペクトログラム内の特定の特徴 (g モードと低周波モード) に依存していることを示していた。CNN モデルを視覚化することで、モデルの信頼性を高めるための解釈が可能になり、検出効率を改善するためのガイダンスが提供されることがわかった。また、2つ目は、CNN を使用して、連星合体からの信号検出を試みた。CNN のアーキテクチャを 1 次元 (1D)/ 2 次元 (2D) とで比較すると、1D モデルは BBH 信号の識別に優れ、2D モデルは NSBH 信号と BNS 信号の識別に優れていた。アーキテクチャを両者の組み合わせ (アンサンブルモデル) とすることで、すべての信号タイプで検出機能が向上した。

以上の成果はすべて実データを用いた実用性までを提示しており、将来的にノイズに対してロバストな重力波データ解析を推進できることが期待される。

(3) 重力波サイエンスのアウトリーチ活動

研究代表、研究分担者の各自が、出版・講演・出張講義・一般向け講座・テレビ出演などを精力的に行った。また、LIGO-Virgo-KAGRA コラボレーションの日本拠点として、論文出版ごとに一般向けの解説文「Science Summary」を執筆し、翻訳を行った (LIGO のウェブページ²より閲覧できる)。

毎年発行されている『理科年表』(国立天文台編、丸善出版) は、2022 年版より「重力波」の項を新設した。研究代表の真貝は、京都大学田中貴浩氏と毎年改訂を行っている。この他に、書籍としては、一般相対性理論に関する専門書として、問題集の翻訳『演習 相対性理論・重力理論』(A. Lightman 他著、真貝・鳥居訳、森北出版、2019 年)、教科書の翻訳『ロヴェッリ 一般相対性理論入門』(Carlo Rovelli 著、真貝訳、森北出版、2023 年)、事典『相対論と宇宙の事典』(真貝編著、朝倉書店、2020 年)、ブラックホール理論の解説書『宇宙検閲官仮説 裸の特異点は隠されるか』(真貝、講談社ブルーバックス、2023 年)などを出版したほか、雑誌からの依頼記事・編集などに応えた。

現在、「重力波とブラックホール」のテーマでの巡回展を国内の科学博物館 (大阪・明石・横浜・富山・仙台・東京ほか) で 2025 年度以降に行う準備を進めている。

本研究課題については、ウェブページ³を開設し、成果報告を随時報告している。論文などへのリンクも用意している。また、研究者向けには、重力波研究のリンクページ⁴を開設している。

(4) 今後の研究に関して

本研究の継続として、代表者を真貝とした科研費・基盤研究 (C) 『重力波観測データから探るブラックホール形成シナリオへの制限と一般相対性理論の検証』(課題番号 24K07029) が、2024 年度より採択された。本研究成果を発展させ、重力波サイエンスを充実させていける機会をいただけたことを感謝する。

²<https://www.ligo.org/science/outreach.php>

³<https://www.oit.ac.jp/is/shinkai/GWdata2019/project.html>

⁴<https://www.oit.ac.jp/is/shinkai/linkGW.html>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計51件（うち査読付論文 51件 / うち国際共著 35件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 105
2. 論文標題 Constraints on dark photon dark matter using data from LIGO 's and Virgo 's third observing run	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 63030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.063030	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 659
2. 論文標題 Search for intermediate-mass black hole binaries in the third observing run of Advanced LIGO and Advanced Virgo	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/202141452	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 105
2. 論文標題 All-sky, all-frequency directional search for persistent gravitational waves from Advanced LIGO 's and Advanced Virgo 's first three observing runs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 122001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.122001	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 928
2. 論文標題 Search for Gravitational Waves Associated with Gamma-Ray Bursts Detected by Fermi and Swift during the LIGO-Virgo Run O3b	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac532b	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 935
2. 論文標題 Searches for Gravitational Waves from Known Pulsars at Two Harmonics in the Second and Third LIGO-Virgo Observing Runs	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac6acf	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 105
2. 論文標題 All-sky search for gravitational wave emission from scalar boson clouds around spinning black holes in LIGO O3 data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 102001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.102001	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 932
2. 論文標題 Narrowband Searches for Continuous and Long-duration Transient Gravitational Waves from Known Pulsars in the LIGO-Virgo Third Observing Run	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac6ad0	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 106
2. 論文標題 All-sky search for continuous gravitational waves from isolated neutron stars using Advanced LIGO and Advanced Virgo O3 data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 102008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.102008	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 106
2. 論文標題 Search for gravitational waves from Scorpius X-1 with a hidden Markov model in O3 LIGO data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 62002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.062002	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 2022
2. 論文標題 First joint observation by the underground gravitational-wave detector KAGRA with GEO 600	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 ptac073
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptac073	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 Akutsu T, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H, et al (KAGRA collaboration)	4. 巻 2023
2. 論文標題 Input optics systems of the KAGRA detector during O3GK	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 ptac166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptac166	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 106
2. 論文標題 Search for continuous gravitational wave emission from the Milky-Way center in O3 LIGO-Virgo data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 42003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.106.042003	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 Abe H, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al. (KAGRA collaboration)	4. 巻 10
2. 論文標題 The Current Status and Future Prospects of KAGRA, the Large-Scale Cryogenic Gravitational Wave Telescope Built in the Kamioka Underground	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Galaxies	6. 最初と最後の頁 63 ~ 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/galaxies10030063	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 T. Washimi, Y. Itoh et al	4. 巻 2022
2. 論文標題 Response of the underground environment of the KAGRA observatory against the air pressure disturbance from the Tonga volcanic eruption on January 15, 2022	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 ptac128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptac128	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 Y. Sakai, H. Takahashi, Y. Itoh, et al	4. 巻 2022
2. 論文標題 Training Process of Unsupervised Learning Architecture for Gravity Spy Dataset	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annalen der Physik	6. 最初と最後の頁 2200140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/andp.202200140	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 Y. Sakai, H. Takahashi, Y. Itoh, et al	4. 巻 12
2. 論文標題 Unsupervised learning architecture for classifying the transient noise of interferometric gravitational-wave detectors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-13329-4	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 S. Sasaoka, H. Takahashi et al	4. 巻 105
2. 論文標題 Localization of gravitational waves using machine learning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 103030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.103030	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 Nozawa M, Torii T	4. 巻 107
2. 論文標題 New family of C-metrics in N=2 gauged supergravity	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 64064
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.107.064064	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 Washimi T, Yokozawa T, Tanaka T, Itoh Y, Kume J, Yokoyama J	4. 巻 38
2. 論文標題 Method for environmental noise estimation via injection tests for ground-based gravitational wave detectors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 125005 ~ 125005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/abf89a	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 913
2. 論文標題 Diving below the Spin-down Limit: Constraints on Gravitational Waves from the Energetic Young Pulsar PSR J0537-6910	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L27 ~ L27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/abffcd	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 104
2. 論文標題 Upper limits on the isotropic gravitational-wave background from Advanced LIGO and Advanced Virgo's third observing run	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 22004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.022004	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 922
2. 論文標題 Constraints from LIGO O3 Data on Gravitational-wave Emission Due to R-modes in the Glitching Pulsar PSR J0537?6910	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 71~71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac0d52	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 126
2. 論文標題 Constraints on Cosmic Strings Using Data from the Third Advanced LIGO?Virgo Observing Run	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 241102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.126.241102	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 104
2. 論文標題 Search for anisotropic gravitational-wave backgrounds using data from Advanced LIGO and Advanced Virgo's first three observing runs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 22005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.022005	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 該当する

1. 著者名 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 104
2. 論文標題 Application of the Hilbert-Huang transform for analyzing standing-accretion-shock-instability induced gravitational waves in a core-collapse supernova	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 84063
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.084063	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 915
2. 論文標題 Observation of Gravitational Waves from Two Neutron Star-Black Hole Coalescences	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L5 ~ L5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac082e	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 921
2. 論文標題 Searches for Continuous Gravitational Waves from Young Supernova Remnants in the Early Third Observing Run of Advanced LIGO and Virgo	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 80 ~ 80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac17ea	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 104
2. 論文標題 All-sky search for continuous gravitational waves from isolated neutron stars in the early O3 LIGO data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 82004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.082004	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 104
2. 論文標題 All-sky search for long-duration gravitational-wave bursts in the third Advanced LIGO and Advanced Virgo run	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 102001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.102001	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 104
2. 論文標題 All-sky search for short gravitational-wave bursts in the third Advanced LIGO and Advanced Virgo run	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 122004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.104.122004	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 Abbott R, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H et al.(LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 105
2. 論文標題 Search for continuous gravitational waves from 20 accreting millisecond x-ray pulsars in O3 LIGO data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 22002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.022002	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 Brady Patrick, Losurdo Giovanni, Shinkai Hisaaki	4. 巻 1
2. 論文標題 LIGO, VIRGO, and KAGRA as the International Gravitational Wave Network	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Handbook of Gravitational Wave Astronomy	6. 最初と最後の頁 1~21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-4702-7_51-1	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 Bailes M., Shinkai H., et al	4. 巻 3
2. 論文標題 Gravitational-wave physics and astronomy in the 2020s and 2030s	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Reviews Physics	6. 最初と最後の頁 344 ~ 366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42254-021-00303-8	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 Akutsu T, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H, et al (KAGRA collaboration)	4. 巻 38
2. 論文標題 Vibration isolation systems for the beam splitter and signal recycling mirrors of the KAGRA gravitational wave detector	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 65011
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/abd922	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 Akutsu T, Itoh Y, Shinkai H, Takahashi H, et al (KAGRA collaboration)	4. 巻 2021
2. 論文標題 Overview of KAGRA: Calibration, detector characterization, physical environmental monitors, and the geophysics interferometer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 ptab018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptab018	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 Kawamura S, Itoh Y, Shinkai H, et al (DECIGO collaboration)	4. 巻 2021
2. 論文標題 Current status of space gravitational wave antenna DECIGO and B-DECIGO	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 ptab19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptab019	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 Takamoto Masao, Ushijima Ichiro, Ohmae Noriaki, Yahagi Toshihiro, Kokado Kensuke, Shinkai Hisaaki, Katori Hidetoshi	4. 巻 14
2. 論文標題 Test of general relativity by a pair of transportable optical lattice clocks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Photonics	6. 最初と最後の頁 411 ~ 415
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41566-020-0619-8	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 Akutsu, Y Itoh, H Shinkai, H Takahashi, et al. (KAGRA collaboration)	4. 巻 2020
2. 論文標題 Application of independent component analysis to the iKAGRA data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 053F01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptaa056	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 Akutsu, Y Itoh, H Shinkai, H Takahashi, et al. (KAGRA collaboration)	4. 巻 37
2. 論文標題 An arm length stabilization system for KAGRA and future gravitational-wave detectors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 035004 ~ 035004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/ab5c95	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 B.P. Abboto, Y Itoh, H Shinkai, H Takahashi, et al. (LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)	4. 巻 23
2. 論文標題 Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with Advanced LIGO, Advanced Virgo and KAGRA	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Living Reviews in Relativity	6. 最初と最後の頁 3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41114-020-00026-9	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 Uchikata Nami, Narikawa Tatsuya, Sakai Kazuki, Takahashi Hirotaka, Nakano Hiroyuki	4. 巻 102
2. 論文標題 Black hole spectroscopy for KAGRA future prospect in O5	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 24007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.102.024007	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 Takahashi Hirotaka	4. 巻 2020
2. 論文標題 Method of Gravitational Wave Search Based on Adaptive Time-Frequency Analysis and Machine Learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 43 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21820/23987073.2020.5.43	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 Akutsu, Y Itoh, H Shinkai, H Takahashi, et al. (KAGRA collaboration)	4. 巻 2021
2. 論文標題 Overview of KAGRA: KAGRA science	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 05A103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptaa120	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 Akutsu, Y Itoh, H Shinkai, H Takahashi, et al. (KAGRA collaboration)	4. 巻 2021
2. 論文標題 Overview of KAGRA: Detector design and construction history	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 05A101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptaa125	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 S. Kawamura, Y Itoh, H Shinkai, H Takahashi, et al. (DECIGO collaboration)	4. 巻 2021
2. 論文標題 Current status of space gravitational wave antenna DECIGO and B-DECIGO	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 05A105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptab019	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 Akutsu, Y Itoh, H Shinkai, H Takahashi, et al. (KAGRA collaboration)	4. 巻 2021
2. 論文標題 Overview of KAGRA: Calibration, detector characterization, physical environmental monitors, and the geophysics interferometer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 05A102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptab018	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 H. Nakano, T. Narikawa, K. Oohara, K. Sakai, H. Shinkai, H. Takahashi, T. Tanaka, N. Uchikata, S. Yamamoto, T. S. Yamamoto	4. 巻 99
2. 論文標題 Comparison of various methods to extract ringdown frequency from gravitational wave data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 124032
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.99.124032	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. Yanagisawa, D. Jia, S. Hirobayashi, N. Uchikata, T. Narikawa, K. Ueno, H. Takahashi, H. Tagoshi	4. 巻 2019-6
2. 論文標題 A time-frequency analysis of gravitational wave signals with Non-Harmonic Analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 063F01-1-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptz043	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. Akutsu et al (KAGRA collaboration)	4. 巻 36
2. 論文標題 First cryogenic test operation of underground km-scale gravitational-wave observatory KAGRA	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Classical Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 165008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/ab28a9	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 藤元 章, 三橋 雅子, 谷 保孝, 田中 淳, 小島 夏彦, 鳥居 隆	4. 巻 67-4
2. 論文標題 火星移住計画と太陽系ツアーをテーマにしたPBL型授業	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 物理教育 (物理教育学会)	6. 最初と最後の頁 261-265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20653/pesj.67.4_261	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 S. Tsuchida, N. Kanda, Y. Itoh, and M. Mori	4. 巻 101
2. 論文標題 Dark matter signals on a laser interferometer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 23005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.023005	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 -

〔学会発表〕 計67件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 29件)

1. 発表者名 Seiya Sasaoka, Yilun Hou, Kentaro Somiya, Hirotaka Takahashi
2. 発表標題 Localization of gravitational waves using machine learning
3. 学会等名 Gravitational Wave Advanced Detector Workshop (GWADW2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 Hirotaka Takahashi, Mei Takeda, Nobuyuki Kanda, Ken-ichi Oohara, Kazuki Sakai
2 . 発表標題 Application of the Hilbert-Huang transform for analyzing gravitational waves in a core-collapse supernova
3 . 学会等名 Supernovae in the Gravitational Wave Detection Era, Melbourne, Australia and online, November 28- December 2, 2022. (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Seiya Sasaoka, Yilun Hou, Diego Dominguez, Suyog Garg, Kentaro Somiya, Hirotaka Takahashi
2 . 発表標題 Detection of Gravitational Waves from Core-Collapse Supernovae Using Deep Learning
3 . 学会等名 Supernovae in the Gravitational Wave Detection Era, Melbourne, Australia and online, November 28- December 2, 2022. (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Hirotaka Takahashi, Mei Takeda, Nobuyuki Kanda, Ken-ichi Oohara, Kazuki Sakai
2 . 発表標題 Application of the Hilbert-Huang transform for analyzing gravitational waves in a core-collapse supernova
3 . 学会等名 Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop 2022, Melbourne, Australia and online, December 5-9, 2022. (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Yusuke Sakai, Hirotaka Takahashi
2 . 発表標題 Effectiveness of sparse decomposition on gravitational-wave data analysis
3 . 学会等名 Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop 2022, Melbourne, Australia and online, December 5-9, 2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1. 発表者名 Seiya Sasaoka, Yilun Hou, Diego Dominguez, Suyog Garg, Kentaro Somiya, Hirotaka Takahashi
2. 発表標題 Detection of Gravitational Waves from Core-Collapse Supernovae Using Deep Learning
3. 学会等名 Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop 2022, Melbourne, Australia and online, December 5-9, 2022. (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋弘毅
2. 発表標題 Machine learning in gravitational wave data analysis
3. 学会等名 第1回 ML@HEPワークショップ (Workshop on Machine Learning @ High Energy Physics), 東京大学理学部小柴ホール, 2022.7.8-9.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 真貝寿明
2. 発表標題 自己回帰モデルを用いた重力波データ解析:03 a/b 連星ブラックホールイベントのリングダウン波形抽出
3. 学会等名 日本物理学会 (2022年9月7日, 岡山理科大)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 笹岡聖也, Hou Yilun, Diego Dominguez, 宗宮健太郎, 高橋弘毅
2. 発表標題 深層学習による超新星爆発からの重力波の検出
3. 学会等名 日本物理学会, 岡山理科大学, 2022.9.7.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武田芽依, 神田展行, 大原謙一, 高橋弘毅, 平沼悠太
2. 発表標題 Hilbert-Huang変換を用いた非線形メカニズムからの重力波データ解析
3. 学会等名 日本物理学会, 岡山理科大学, 2022.9.7.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 酒井一樹, オドンチメドソドタウィラン, 高野光生, 高橋弘毅
2. 発表標題 ニューラルネットワークによる重力波波形状抽出のためのフィルタ生成の検討
3. 学会等名 日本物理学会, 岡山理科大学, 2022.9.7.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋弘毅, 坂井佑輔, 伊藤洋介, 苔山圭以子, 中平勝子, 押野翔一, 鹿野豊, 内山隆, 鷲見貴生, 山本尚弘, 横澤孝章
2. 発表標題 重力波検出器における突発性雑音の教師なし分類
3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会, 新潟大学, 2022.9.13.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 武田芽依, 神田展行, 大原謙一, 高橋弘毅, 平沼悠太
2. 発表標題 重力波の非線形メカニズムに着目したデータ解析手法
3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会, 新潟大学, 2022.9.13.
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 真貝寿明
2. 発表標題 自己回帰モデルを用いた重力波データ解析: 連星ブラックホールイベントのリングダウン波形抽出による相対論の検証
3. 学会等名 日本物理学会 (2023年3月24日)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野澤真人, 鳥居隆
2. 発表標題 New family of C-metrics in supergravity
3. 学会等名 日本物理学会 (2023年3月24日)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hisaaki Shinkai
2. 発表標題 Gravitational Wave Physics & Astronomy, Status of KAGRA
3. 学会等名 Cosmology from Home 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yusuke Sakai, Yosuke Itoh, Piljong Jung, Chihiro Kozakai, Katsuko T. Nakahira, Shoichi Oshino, Yutaka Shikano, Hirotaka Takahashi, Takashi Uchiyama, Gen Ueshima, Tatsuki Washimi, Takahiro Yamamoto, Takaaki Yokozawa
2. 発表標題 Unsupervised Deep Learning for Classification of Transient Noise
3. 学会等名 2021 Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop (GPAW2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hisaaki Shinkai
2. 発表標題 LIGO-Virgo-KAGRA network for hunting gravitational waves
3. 学会等名 The 30th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan (JGRG30) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤洋介
2. 発表標題 Efforts on search for gravitational waves from neutron stars
3. 学会等名 第4回～中性子星の観測と理論～研究活性化ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤洋介, KAGRA Collaboration
2. 発表標題 大型低温重力波望遠鏡KAGRAの現状
3. 学会等名 日本天文学会2022年春季年会 (2022年3月4日)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂井佑輔, 伊藤洋介, 苔山圭以子, 中平勝子, 押野翔一, 鹿野 豊, 高橋弘毅, 内山隆, 鷺見貴生, 山本尚弘, 横澤孝章
2. 発表標題 重力波望遠鏡に現れる突発性雑音の教師なし分類
3. 学会等名 日本情報処理学会 第84回全国大会 (2022年3月)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 笹岡聖也, Hou Yilun, 宗宮健太郎, 高橋弘毅
2. 発表標題 機械学習による重力波の到来方向推定
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会 (2022年3月)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hisaaki Shinkai
2. 発表標題 Gravitational wave and test of general relativity
3. 学会等名 The 7th Korea-Japan Workshop on Dark Energy: Maeda's Universe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hisaaki Shinkai
2. 発表標題 Status of KAGRA
3. 学会等名 The 7th KAGRA International Workshop (KIW7) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M.Takeda, R.Negishi, Y.Watanabe, Y.Hiranuma, K.Oohara, N.Kanda, T.Kuroda, K.Kotake, K.Sakai, Y.Sakai, T.Sawada, H.Takahashi, T.Takiwaki, S.Tsuchida, K.Hayama, T.Yokozawa
2. 発表標題 Data analysis of GWs from core-collapse supernova with Hilbert-Huang Transform
3. 学会等名 The 7th KAGRA International Workshop (KIW7) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 G. Ueshima, K. Kokeyama, C. Kozakai, S. Oshino, Y. Shikano, H. Takahashi, T. Uchiyama, T. Washimi, T. Yamamoto, T. Yokozawa
2. 発表標題 Development of Unsupervised-Learning Based Glitch Classification System
3. 学会等名 The 7th KAGRA International Workshop (KIW7) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中 靖浩, 西口 敏司
2. 発表標題 物体領域推定のための学習データの生成支援
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上島元, 峯山圭以子, 小坂井千紘, 押野翔一, 鹿野豊, 高橋弘毅, 内山隆, 山本尚弘, 横澤孝章, KAGRA collaboration
2. 発表標題 深層学習を用いた突発性雑音の教師なし分類
3. 学会等名 日本物理学会(秋), オンライン
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 B. Hsieh, H. Tagoshi, H. Takahashi, K. Kotake, T. Takiwaki
2. 発表標題 Analysis of gravitational wave signals from core collapse supernovae with Non-Harmonic Analysis method
3. 学会等名 日本物理学会(秋), オンライン
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武田芽依, 渡邊幸伸, 平沼悠太, 根岸諒, 大原謙一, 神田展行, 黒田仰生, 固武慶, 酒井一樹, 坂井佑輔, 澤田崇広, 高橋弘毅, 滝脇知也, 土田怜, 端山和大, 横澤孝章
2. 発表標題 Hilbert-Huang変換を用いた重力崩壊型超新星爆発のSASI由来の重力波解析
3. 学会等名 第7回超新星ニュートリノ研究会, オンライン開催
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上島元, 峯山圭以子, 小坂井千紘, 押野翔一, 鹿野豊, 高橋弘毅, 内山隆, 鷲見貴生, 山本尚弘, 横澤孝章, KAGRA collaboration
2. 発表標題 KAGRAデータへの適用に向けた深層学習に基づく突発性雑音分類システムの開発
3. 学会等名 第7回超新星ニュートリノ研究会, オンライン開催
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 真貝寿明
2. 発表標題 重力波観測の現状とこれから
3. 学会等名 「富岳で加速する素粒子・原子核・宇宙・惑星」シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 オドンチメド ソドタウィラン, 高橋弘毅, 酒井一樹
2. 発表標題 ニューラルネットワークによる重力波波形再構成のためのフィルターデザインの生成
3. 学会等名 日本物理学会(春), オンライン開催
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 布目喜裕, 長谷川昌也, 廣林茂樹, 高橋弘毅, 田越秀行
2. 発表標題 NHA解析とディープラーニングを用いた重力波信号のガウスノイズのノイズ除去システムの検証
3. 学会等名 日本物理学会(春), オンライン開催
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上島元, 峯山圭以子, 小坂井千紘, 押野翔一, 鹿野豊, 高橋弘毅, 内山隆, 鷲見貴生, 山本尚弘, 横澤孝章, KAGRA collaboration
2. 発表標題 重力波望遠鏡における深層学習を用いた突発性雑音の分類システム
3. 学会等名 日本物理学会(春), オンライン開催
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武田芽依, 渡邊幸伸, 平沼悠太, 根岸諒, 大原謙一, 神田展行, 黒田仰生, 固武慶, 酒井一樹, 坂井佑輔, 澤田崇広, 高橋弘毅, 滝脇知也, 土田怜, 端山和大, 横澤孝章
2. 発表標題 HHilbert-Huang 変換を用いた重力崩壊型超新星爆発由来の重力波データ解析
3. 学会等名 日本物理学会(春), オンライン開催
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. D. Silva, K. T. Nakahira, M. Takeda, N. Kanda, K. Oohara, T. Takiwaki, K. Kotake, H. Takahashi
2. 発表標題 Effectiveness of Hilbert Huang Transform for analyzing gravitational wave data from supernova
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上島元, 荅山圭以子, 小坂井千紘, 中平勝子, 押野翔一, 鹿野豊, 高橋弘毅, 内山隆, 鷺見貴生, 山本尚弘, 横澤孝章
2. 発表標題 重教師なし学習に基づいた突発性雑音分類システムの開発 -大型低温重力波望遠鏡KAGRAデータへの適用に向けて-
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Shinkai
2. 発表標題 Brief Introduction of KAGRA collaboration
3. 学会等名 The 6th KAGRA International Workshop, Wuhan, China, June 21- 23, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Shinkai
2. 発表標題 Latest status of KAGRA
3. 学会等名 The 22nd International Conference on General Relativity and Gravitation, Valencia, Spain, July 7-13, 2019. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Shinkai
2. 発表標題 Comparison of various methods to extract ringdown frequency from gravitational wave data
3. 学会等名 The 22nd International Conference on General Relativity and Gravitation, Valencia, Spain, July 7-13, 2019. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Hiroyuki Hayashi, Kazuki Sakai, Hiroyuki Hamazumi, Hirotaka Takahashi, and Yuto Omae
2 . 発表標題 A Basic Study of Noise Reduction on the Analysis of Burst Gravitational Waves by Direct and Parallel Denoising Autoencoder
3 . 学会等名 The 14th International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2019), Seoul, Korea, p.97, August 26-29, 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Shinkai
2 . 発表標題 Status of KAGRA
3 . 学会等名 LIGO-Virgo collaboration meeting, Warsaw, Poland, September 2019 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Shinkai
2 . 発表標題 Ring-down GW wave search using Auto-Regressive model
3 . 学会等名 YITP long-term workshop : Multi-Messenger Astrophysics in the Gravitational Wave Era, at Kyoto University, October 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Shinkai
2 . 発表標題 Ring-down waveform extraction by Auto-Regressive approach
3 . 学会等名 Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop, The University of Tokyo, October 14-17, 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M.Takeda, R.Negishi, Y.Watanabe, Y.Hiranuma, K.Oohara, N.Kanda, T.Kuroda, K.Kotake, K.Sakai, Y.Sakai, T.Sawada, H.Takahashi, T.Takiwaki, S.Tsuchida, K.Hayama, T.Yokozawa
2 . 発表標題 Data Analysis of Gravitational Waves from the SASI mode in a Core Collapse Supernova with Hilbert-Huang Transform
3 . 学会等名 Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop, The University of Tokyo, October 14-17, 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 R.Negishi, M.Takeda, Y.Watanabe, Y.Hiranuma, K.Oohara, N.Kanda, T.Kuroda, K.Kotake, K.Sakai, Y.Sakai, T.Sawada, H.Takahashi, T.Takiwaki, S.Tsuchida, K.Hayama, T.Yokozawa
2 . 発表標題 Extraction of gravitational waves from SASI with Hilbert-Huang Transform
3 . 学会等名 Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop, The University of Tokyo, October 14-17, 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M.Takeda, R.Negishi, Y.Watanabe, Y.Hiranuma, K.Oohara, N.Kanda, T.Kuroda, K.Kotake, K.Sakai, Y.Sakai, T.Sawada, H.Takahashi, T.Takiwaki, S.Tsuchida, K.Hayama, T.Yokozawa
2 . 発表標題 Data Analysis of Gravitational Waves from the SASI mode in a Core Collapse Supernova with Hilbert-Huang Transform
3 . 学会等名 Multi-dimensional Modeling and Multi-Messenger observation from Core-Collapse Supernovae (4M-COCOS), Fukuoka, Fukuoka University, October 21-24, 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 R.Negishi, M.Takeda, Y.Watanabe, Y.Hiranuma, K.Oohara, N.Kanda, T.Kuroda, K.Kotake, K.Sakai, Y.Sakai, T.Sawada, H.Takahashi, T.Takiwaki, S.Tsuchida, K.Hayama, T.Yokozawa
2 . 発表標題 Extraction of gravitational waves from SASI with Hilbert-Huang Transform
3 . 学会等名 Multi-dimensional Modeling and Multi-Messenger observation from Core-Collapse Supernovae (4M-COCOS), Fukuoka, Fukuoka University, October 21-24, 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 M.Takeda, R.Negishi, Y.Watanabe, Y.Hiranuma, K.Oohara, N.Kanda, T.Kuroda, K.Kotake, K.Sakai, Y.Sakai, T.Sawada, H.Takahashi, T.Takiwaki, S.Tsuchida, K.Hayama, T.Yokozawa
2 . 発表標題 Data Analysis of Gravitational Waves from the SASI mode in a Core Collapse Supernova with Hilbert-Huang Transform
3 . 学会等名 The 29th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan (JGRG), Kobe University, November 25-29, 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Shinkai
2 . 発表標題 Auto-regressive approach to find ring-down gravitational wave
3 . 学会等名 The 29th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan (JGRG), Kobe University, November 25-29, 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 R.Negishi, M.Takeda, Y.Watanabe, Y.Hiranuma, K.Oohara, N.Kanda, T.Kuroda, K.Kotake, K.Sakai, Y.Sakai, T.Sawada, H.Takahashi, T.Takiwaki, S.Tsuchida, K.Hayama, T.Yokozawa
2 . 発表標題 Extraction of gravitational waves from SASI with Hilbert-Huang Transform
3 . 学会等名 The 29th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan (JGRG), Kobe University, November 25-29, 2019. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Itoh
2 . 発表標題 Status of KAGRA
3 . 学会等名 The 29th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan (JGRG), Kobe University, November 25-29, 2019. (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Shinkai
2. 発表標題 Status of KAGRA
3. 学会等名 LIGO-Virgo-KAGRA collaboration meeting, in remote style. March 12, 2020. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 J. Kune, T. Sekiguchi, S. Morisaki, Y. Itoh, and J. Yokoyama
2. 発表標題 Application of the independent component analysis to the iKAGRA data
3. 学会等名 New Innovative Area Workshop 2019 Early Summer, Osaka City University, Osaka, 2019/6/29
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Itoh
2. 発表標題 Status of KAGRA and gravitational wave data analysis
3. 学会等名 Lecture at National Central University, Taiwan, 2019/9/24 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森雅也, 中平勝子, 高橋弘毅, 田中貴浩
2. 発表標題 ノイズに埋もれた微小信号波形の検出への変分オートエンコーダを用いた異常検知の応用
3. 学会等名 第18回情報科学技術フォーラム (A-009), 岡山大学 津島キャンパス, 2019/9/4.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真貝寿明
2. 発表標題 自己回帰モデルを用いた重力波データ解析(2) : LIGO/Virgo 02までのカタログデータの解析"
3. 学会等名 日本物理学会(秋), 山形大学 小白川キャンパス, 2019/9/20.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武田芽依, 渡邊幸伸, 平沼悠太, 大原謙一, 神田展行, 黒田仰生, 固武慶, 酒井一樹, 坂井佑輔, 澤田崇広, 高橋弘毅, 滝脇知也, 土田怜, 端山和大, 横澤孝章
2. 発表標題 Hilbert-Huang変換を用いた重力崩壊型超新星爆発のSASIモードからの重力波に対するデータ解析
3. 学会等名 日本物理学会(秋), 山形大学 小白川キャンパス, 2019/9/19.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 酒井一樹, 高橋弘毅, 大原謙一
2. 発表標題 リカレントニューラルネットワークを用いた重力波観測データにおけるノイズ除去の検討
3. 学会等名 日本物理学会(秋), 山形大学 小白川キャンパス, 2019/9/19.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内瀧那美, 酒井一樹, 高橋弘毅, 中野寛之, 成川達也
2. 発表標題 KAGRAアップグレードに向けたブラックホール準固有振動解析
3. 学会等名 日本物理学会(秋), 山形大学 小白川キャンパス, 2019/9/19.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武田芽依, 渡邊幸伸, 平沼悠太, 根岸諒, 大原謙一, 神田展行, 黒田仰生, 固武慶, 酒井一樹, 坂井佑輔, 澤田崇広, 高橋弘毅, 滝脇知也, 土田怜, 端山和大, 横澤孝章
2. 発表標題 Hilbert-Huang変換を用いた重力崩壊型超新星爆発のSASI由来の重力波解析
3. 学会等名 第48回 日本物理学会 新潟支部例会, 新潟大学, 2019/12/21
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Shinkai
2. 発表標題 Introduction to Sparse Modeling
3. 学会等名 新学術領域研究「重力波物理学・天文学：創世記」_A01グループ 研究会, 2020/1/11
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林滉之, 酒井一樹, 高橋弘毅, 濱住啓之, 大前佑斗
2. 発表標題 L2正則化を導入した直並列型 Denoising Autoencoder を用いたバースト重力波解析におけるノイズ除去の基礎的検討
3. 学会等名 信学技報, Vol.119, No.453, NC2019-91, pp.89-94, (2020). (電子情報通信学会 ニューロコンピューティング研究会 (NC)), 電気通信大学, 2020/3/5.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上島元, 苔山圭以子, 小坂井千紘, 押野翔一, 高橋弘毅, 内山隆, 山本尚弘, 横澤孝章, KAGRA collaboration
2. 発表標題 深層学習を用いた突発性ノイズの原因探索に関する研究
3. 学会等名 日本物理学会(春), 名古屋大学 東山キャンパス, 2020/3/16.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武田芽依, 渡邊幸伸, 平沼悠太, 根岸諒, 大原謙一, 神田展行, 黒田仰生, 固武慶, 酒井一樹, 坂井佑輔, 澤田崇広, 高橋弘毅, 滝脇知也, 土田怜, 端山和大, 横澤孝章
2. 発表標題 Hilbert-Huang変換を用いた重力崩壊型超新星爆発のSASI由来の重力波解析
3. 学会等名 日本物理学会(春), 名古屋大学 東山キャンパス, 2020/3/16.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 布目喜裕, 長谷川昌也, 廣林茂樹, 高橋弘毅, 田越秀行
2. 発表標題 NHAによる時間周波数解析とディープラーニングを用いたノイズ環境下における重力波検出に関する研究
3. 学会等名 日本物理学会(春), 名古屋大学 東山キャンパス, 2020/3/16.
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計7件

1. 著者名 真貝 寿明	4. 発行年 2023年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 256
3. 書名 宇宙検閲官仮説 「裸の特異点」は隠されるか	

1. 著者名 国立天文台編 (重力波の項 真貝寿明 田中貴浩)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 1208
3. 書名 理科年表 2023	

1. 著者名 岡村 定矩 (著, 監修), 芝井 広 (著, 監修), 縣 秀彦 (著, 編集), 大山 真満 大朝 由美子, 工藤 哲洋, 佐藤 文衛, 谷口 義明, 真貝 寿明, 鷹野 重之, 西浦 慎悟 (著)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 日本評論社	5. 総ページ数 224
3. 書名 すべての人の天文学	

1. 著者名 松浦 清 (著, 編集), 真貝 寿明 (著, 編集), 郷司泰仁, 石田 淳, 寺澤慎吾, 勝俣 隆, 西村昌能, 山下克明, 横山恵理, 米田達郎, 神羽麻紀, 鳥居 隆, 作花一志, 玉澤春史 (著)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 思文閣出版	5. 総ページ数 394
3. 書名 天文文化学序説：分野横断的にみる歴史と科学	

1. 著者名 国立天文台 (重力波の項 真貝寿明, 田中貴浩)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 1204
3. 書名 理科年表 2022	

1. 著者名 安東正樹、白水徹也、浅田秀樹、石橋明浩、小林努、真貝寿明、早田次郎、谷口敬介	4. 発行年 2020年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 432
3. 書名 相対論と宇宙の事典	

1. 著者名 A. P. Lightman他著, 真貝寿明・鳥居隆訳	4. 発行年 2019年
2. 出版社 森北出版	5. 総ページ数 576
3. 書名 演習 相対性理論・重力理論	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>重力波データ抽出方法の開発 (本研究課題のページ) https://www.oit.ac.jp/is/shinkai/GWdata2019/index.html 重力波データ抽出方法の開発 成果一覧ページ https://www.oit.ac.jp/is/shinkai/GWdata2019/products.html</p> <p>重力波研究者向けリンク https://www.oit.ac.jp/is/shinkai/linkGW.html LIGO-Virgo-KAGRA アウトリーチ (各論文のまとめ, 日本語版あり) https://www.ligo.org/science/outreach.php</p>

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	鳥居 隆 (Torii Takashi) (00360199)	大阪工業大学・ロボティクス&デザイン工学部・教授 (34406)	
研究分担者	島野 顕継 (Shimano Akitsugu) (20351463)	大阪工業大学・情報科学部・准教授 (34406)	
研究分担者	高橋 弘毅 (Takahashi Hirotaka) (40419693)	東京都市大学・デザイン・データ科学部・教授 (32678)	

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	伊藤 洋介 (Itoh Yousuke) (60443983)	大阪公立大学・大学院理学研究科・准教授 (24405)	
研究分担者	西口 敏司 (Nishiguchi Satoshi) (80362565)	大阪工業大学・情報科学部・教授 (34406)	

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