

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H02087

研究課題名(和文) 宇宙重力波干渉計の地上試験モデルの完成

研究課題名(英文) Construction of bread board model of space gravitational wave interferometer
DECIGO

研究代表者

中村 卓史 (Nakamura, Takashi)

京都大学・理学研究科・名誉教授

研究者番号：80155837

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,700,000円

研究成果の概要(和文)：研究開始1年目にLIGOが連星ブラックホール合体時の重力波を初検出した。本基盤Aは地球の周回軌道にDECIGOの10分の1のサイズの干渉計B-DECIGOを打ち上げるとほぼ宇宙の果てまでの連星ブラックホールの合体を観測可能であり、その起源を決定できることを明らかにした。これに基づいて、B-DECIGO(=太陽周回軌道で1000kmのサイズ)というロードマップをDECIGOグループとして決定した。さらに、DECIGOに必須な1)レーザー干渉計地上試験モデル、2)周波数安定化高出力光源、3)ドラッグフリーと精密フォーメーションフライト制御技術、4)軌道設計等に大きな進展があった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人類が宇宙で起きている現象を認識する手段としてはガリレオによる光学望遠鏡に始まり、電波、赤外線、X線、ガンマ線という電磁波が唯一に近かった。電磁波は光速で進む波で最も遠くの情報を得られる。一方、重力波も同じく光速で進む波であり、電磁波と違い、途中の障害物にほとんど遮られないという特徴がある。重力波は2015年に初めて直接観測されたが、それは数十Hzの振動数帯であった。DECIGOというのは0.1Hz帯の重力波を検出する装置で、それが完成すれば、さらに驚くべき宇宙の姿が明らかになると思われる。本研究はそのようなDECIGOを建設するための基礎研究でその学術的・社会的な意義は大きいと言える。

研究成果の概要(英文)：In the first year of this research, the first detection of the gravitational waves from coalescing binary black hole was presented by LIGO team. This research group A found that B-DECIGO which has a tenth of DECIGO in scale with the orbit around the earth can detect the gravitational waves from coalescing binary black holes up to almost the horizon of the universe. Following this fact, DECIGO group decided to adopt the road map of the project as B-DECIGO-->DECIGO which has 1000km in scale with the orbit around the sun. Key technology such as 1)test model of laser interferometer system on the earth 2) frequency stabilization of high power laser 3) drag free and control techniques of formation flight 4) designs of orbits have been developed so much.

研究分野：相対性理論

キーワード：重力波 宇宙レーザー干渉計

1 . 研究開始当初の背景

研究開始時には、重力波の直接観測に関しては、振動数が 100Hz 帯の重力波を検出すべく我が国の KAGRA を始めとして LIGO/Virgo 等のレーザー干渉計が建設・改良されていたが、LIGO による初の連星ブラックホール GW150914 からの重力波の初検出とその報告は本研究開始の初年度が終了する間近かの 2016 年 2 月 11 日であった。

デサイゴ(DECIGO=DECi hertz Interferometer Gravitational wave Observatory)とは、2001 年に本研究の代表者らが提案した(PRL 87, 221103 (2001)) 0.1Hz 帯の宇宙重力波望遠鏡である。宇宙空間ではレーザー干渉計の基線長を長くすることが可能であるとともに、地上のように地面振動の影響を受けないことから、0.1Hz という低周波数帯の重力波の観測を可能にする。これまでの概念設計では、3 機の宇宙機を太陽周回軌道に投入し、それらのフォーメーションフライトによって基線長 1000 km のレーザー干渉計を構成する計画になっている。

2 . 研究の目的

本研究では、宇宙重力波干渉計 DECIGO 実現のために必要なミッション検討や基礎技術を確立させることを目指す。DECIGO 実現のためには、大きく分けて、(A) 宇宙空間でのレーザー干渉計による精密計測技術、(B)安定化レーザー光源技術、(C) ドラッグフリーと精密フォーメーションフライト技術、の 3 点が根幹技術となっており、本研究においてもこれらを柱とした開発を行う。また、DECIGO の前哨ミッションである B-DECIGO(後述)のシステム検討を進め、軌道や衛星システムの検討を進める。

3 . 研究の方法

レーザー干渉計の地上実証モデルの開発としては、真空槽内に基線長 55cm 程度のファブリ・ペロー共振器を 2 つ設置し、それらの両側からそれぞれレーザー光を入射し双方向ファブリ・ペロー共振器を構築する。この干渉計の制御を行うことで、検討されている制御トポロジを実証する。また、安定化レーザー光源部の地上実証モデルとして、ファイバレーザー光源と、周波数安定化モジュールで構成されたブレッドボードモデルの開発を進める。特に最も性能要求が厳しくなる、ヨウ素の吸収線を用いた周波数安定化モジュール部の開発に注力する。波長 1030 nm の光源を用い、それをファイバカップルされた非線形結晶に入射することで倍波の 515nm の光を得る。この光を長さ 40 cm 程度のヨウ素セルに入射し、飽和吸収分光を行うことで得た誤差信号を光源にフィードバックすることで周波数安定化を実現する。波長 515 nm には信号・雑音比の高い吸収線が存在し、0.1 Hz の周波数帯で 0.5 Hz/Hz^{1/2} の周波数安定度を実現する。

ミッション装置には、小型スラスタも搭載され、ドラッグフリーのデモンストレーションも行う。ドラッグフリーは、試験マス位置を基準に宇宙機の位置と姿勢を制御することで、宇宙機に加わる太陽輻射圧変動などの外乱を抑圧し、安定な宇宙機振動環境を実現する手法である。B-DECIGO では、宇宙機変動が 0.1 Hz の周波数帯で 10⁻⁹ m/Hz^{1/2} 以下に抑えられなければならないという要求がある。本研究では、この地上実証を進める。ドラッグフリーと精密フォーメーションフライト制御技術としては、ドラッグフリー制御とレーザー干渉計制御という複数の制御系が入り組んだ制御システムの地上実証を行う。それにより、精度や基準点のこととなる複数の制御系がお互いに影響を及ぼしあいながら全体としての協調制御が成立することをしめす。試験質量とそれを格納する模擬衛星機体とを懸架することで 1 次元方向にフリーなセットアップを構築し、試験質量は固定基準点にたいしてファブリ・ペロー共振器をセンサ、模擬衛星機体搭載のコイルマグネットをアクチュエータとして用いて制御す

る。模擬衛星機体は、この制御された試験質量を位置基準としてフォトセンサをセンサとして、および窒素ガスを用いたスラスト様の推進機構をアクチュエータに用いて位置制御を行う。上記の地上実証開発研究に加え、宇宙空間でのミッション実現性についてのシステム検討も進める。特に軌道設計と衛星システム設計、フォーメーションフライト構築までのミッションシーケンスの検討を進め、重力波望遠鏡ミッション全体としての成立性を確認する。

4. 研究成果

4.1 DECIGO のミッションの新提案

本研究の研究目的には DECIGO のミッション提案書を完成させるというものがあつた。これに最も重要なきっかけを与えたのは 2016 年 2 月 11 日に発表された LIGO による連星ブラックホール GW150914 からの重力波の初検出であつた。DECIGO 計画では地球の太陽周回軌道に 3 つの衛星を打ち上げるが、そのような実験例は今までにない大きな計画なので、いきなり DECIGO を打ち上げることは困難で幾つかのステップをたどる必要があつた。今までは DPF (Decigo Path Finder)→Pre-DECIGO→DECIGO という 3 段階方式を取っていたが、DECIGO の準備段階の DPF と Pre-DECIGO では、重力波の検出を約束出来る確たる重力波源を示すことができなかった。そこで、Pre-DECIGO の再設計を行った。その結果、地球の周回軌道に干渉計の腕の長さが DECIGO の 10 分の 1 の 100km の B-DECIGO を打ち上げると GW150914 のような連星ブラックホールの合体を一番遠いと赤方偏移 $z=30$ まで検出できて GW150914 のような連星ブラックホールの起源を確かめられることがわかつた(Nakamura, T. et al, PTEP 2016 093E01)。この結果、今までの DECIGO 計画中の DPF→Pre-DECIGO→DECIGO という方針を変更して B-DECIGO→DECIGO というロードマップで進めることに DECIGO グループ内で合意した。本基盤 A と上記論文はこの方針変更における中心的な役割を果たした(図 1)。

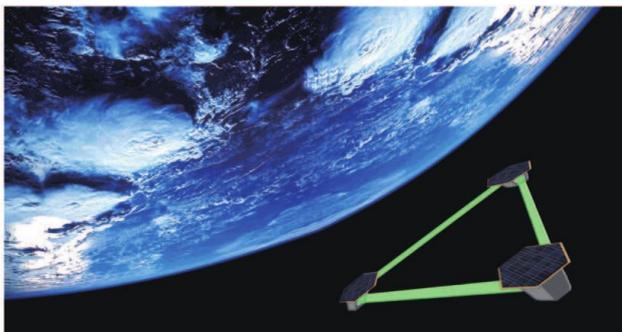


図 1 1 辺 100km で地球周回軌道にある B-DECIGO 連星ブラックホールの起源等を明らかにするとともに太陽周回軌道上の DECIGO の前哨衛星の役割を果たす

4.2 レーザー干渉計地上試験モデルの開発

一方、DECIGO は、1000km 離れて正三角形に配置された 3 機の宇宙機の各辺でレーザー干渉計(ファブリ・ペロー共振器)を構築し、重力波を観測する構成になっている。それぞれのファブリ・ペロー干渉計は、両側からレーザー光を入射させる、双方向ファブリ・ペロー共振器と呼ばれる干渉計方式を用いる予定である。この方式では、複数のファブリ・ペロー共振器が互いに影響を与え合うため、すべての干渉計の信号を同時に得るための新しい制御手法の検討が必要であつた。そこで、ファブリ・ペロー型宇宙重力波望遠鏡の制御モデルを構築し、DECIGO の目標感度である $10^{-23} \text{ Hz}^{-1/2}$ というひずみ感度と 1 日以上安定性を持つ干渉計制御の成立解を確立した。また、双方向差動ファブリ・ペロー干渉計を定

式化した。

加えて、実際に地上の実験室に 55 cm の基線長を持つセットアップを構築し、その動作を世界で初めて実証した(図 2)．さらに、共振器の共振点からのずれが、共振器長さを調整することで低減されることを確認した．これらの結果は、双方向差動ファブリ・ペロー干渉計の挙動を正しく理解できることを示している．この研究は、DECIGO の詳細な設計に資するものであり、将来の 0.1 Hz 帯での重力波観測、特に宇宙誕生直後の姿の直接観測にむけた重要な基礎となるものである．

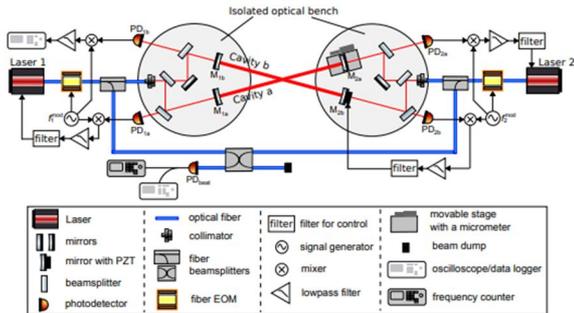
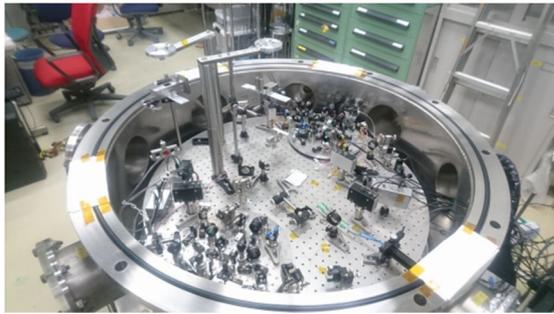


図 2 レーザー干渉計プロトタイプの写真(左)と構成図(右)

4.3 周波数安定化高出力光源

DECIGO の高い変位感度を実現するために、光源には高い周波数・強度安定度とあわせて高出力が求められる。この非常に高い性能を持つ衛星搭載用の小型・堅牢な光源を実現するために、我々は波長 515 nm のヨウ素安定化レーザーを開発し、ファイバ増幅器による高出力化を行った。ヨウ素安定化光源(図 3)では、波長 1030nm の Yb 添加 fiber DFB レーザーの第 2 高調波(515 nm)を、長さ 400mm のセルに封入されたヨウ素の飽和吸収線を周波数基準として周波数を行っている。光学系全体を 550mmx300mm の小型のブレッドボード上に収め、セル中マルチパスによる長い相互作用長や分光条件の最適化、そして差動受光・残留強度雑音の抑圧等を行う事によりヨウ素安定化光源として世界最高レベルの $15 \text{ Hz}/\sqrt{\text{Hz}}$ の周波数安定度を達成している(図 4)。また 2 段階の Yb ファイバ増幅器と高効率波長変換により、周波数安定度を保ったまま 1.2W の高出力化を達成しており、堅牢でさらなる高出力化のシステムを目指してコヒーレント加算の原理実証も行っている。また強度雑音に関してもファイバ増幅器の励起光に対する負帰還制御により $5 \times 10^{-8} \text{ } \sqrt{\text{Hz}}$ のほぼ目標値に近い強度安定化を実現している

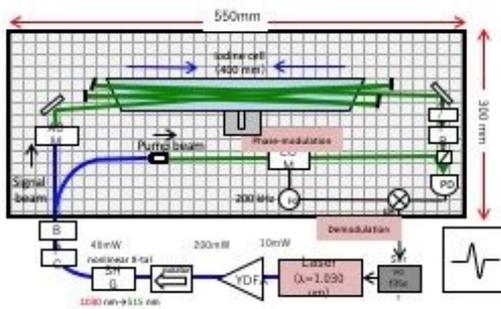


図 3 ヨウ素安定化光源概略図

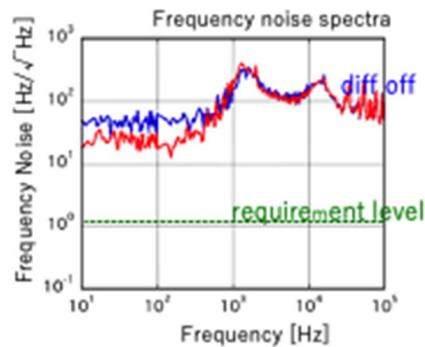


図 4 周波数雑音スペクトル

4.4 ドラッグフリーと精密フォーメーションフライト制御技術

DECIGO および B-DECIGO では軌道上で FP 共振器を構成し、その試験質量(鏡)に対して

衛星がドラッグフリー（DF）制御をすることにより、全体としてフォーメーションフライト（FF）を実現する。これら精度や基準点のことなる複数の制御系がお互いに影響を及ぼしあいながら全体としての協調制御が成立することをしめす実証実験を行った。試験質量とそれを格納する模擬衛星機体とを懸架することで1次元方向にフリーな機械構成とした。試験質量は固定基準点にたいしてFPをセンサ、模擬衛星機体搭載のコイルマグネットをアクチュエータとして用いて制御した。模擬衛星機体は、この制御された試験質量を位置基準としてフォトセンサをセンサとして、および窒素ガスを用いたスラスト様の推進機構をアクチュエータに用いて位置制御を行った。制御の自由度は限られているが、FP制御という精密制御とスラスト機構を用いた衛星機体の制御が矛盾なく成立することを示した。

4.5 軌道設計

DECIGOおよびB-DECIGOでは軌道上で3機の衛星をもちいた正三角形のフォーメーションフライト（FF）を行う。衛星間はFP共振器を用いて精密に距離制御されるため、これらを格納する衛星もドラッグフリー制御を通じて精密にFF制御される必要がある。スラスト機構のダイナミックレンジと搭載推薬量という現実的な制約から、できるだけ重力場などの加速度擾乱が少ない軌道を選定するというのが重要な点である。地球周回、太陽周回軌道を候補軌道として、スラスト制御なしでのフォーメーション維持期間、およびスラスト制御した場合の消費推薬量（擾乱加速度換算）といった2つの観点から評価を行った。地球周回軌道（軌道高度36,000km）ではそれぞれ、5日と 10^{-5}m/s^2 程度であり、これらは低軌道域では地球のJ2項が支配的な擾乱源となること、高軌道域では月重力が地球のJ2項と結合して複雑な擾乱を形成することがわかった（図5）。太陽周回ではそれぞれ数年以上、 10^{-8}m/s^2 程度であり、地球周回における擾乱源が回避されるため、地球から遠いことを除

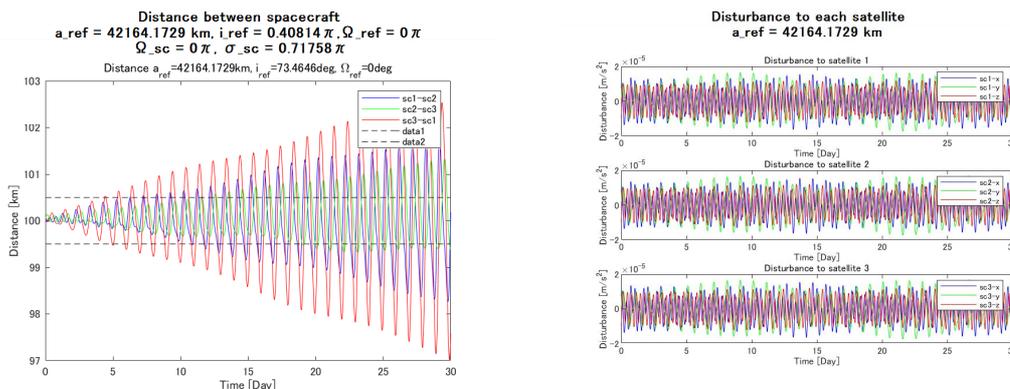


図5 衛星軌道シミュレーションの結果

けば、擾乱環境は最も優れている。

4.6 宇宙重力波望遠鏡 B-DECIGO のシステム検討

DECIGOの前哨ミッションとなるB-DECIGOは、基線長100kmの宇宙重力望遠鏡であり、DECIGOよりは1桁程度感度が劣るものの、コンパクト連星合体からの重力波観測においては、次世代の地上重力波望遠鏡をしのぐ科学的成果も期待できる本格的なミッションである。本研究では、このB-DECIGOのミッションについて、システム検討を進めた。

軌道設計や搭載ミッション機器の構成をもとに、衛星内配置や電力・質量・熱設計・通信や信号処理といった衛星の成立性の検討、打ち上げからフォーメーションフライト構成に至る初期捕捉の手順に検討、打ち上げ時のフェアリング内配置、ミッションコストなどを含む総合検討を行い、現時点で考慮に入れている各要素について、ミッションが成立することを確認した。

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 13件 / うちオープンアクセス 28件）

1. 著者名 Isoyama Soichiro, Nakano Hiroyuki, Nakamura Takashi	4. 巻 2018
2. 論文標題 Multiband gravitational-wave astronomy: Observing binary inspirals with a decihertz detector, B-DECIGO	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/pty078	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 Kisaka Shota, Ioka Kunihito, Kashiyama Kazumi, Nakamura Takashi	4. 巻 867
2. 論文標題 Scattered Short Gamma-Ray Bursts as Electromagnetic Counterparts to Gravitational Waves and Implications of GW170817 and GRB 170817A	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 39 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aae30a	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 Ioka Kunihito, Nakamura Takashi	4. 巻 2018
2. 論文標題 Can an off-axis gamma-ray burst jet in GW170817 explain all the electromagnetic counterparts?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/pty036	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 Kimura Masashi, Tanaka Takahiro	4. 巻 36
2. 論文標題 Stability analysis of black holes by the S-deformation method for coupled systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 055005 ~ 055005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/ab0193	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 Loutrel Nicholas、Tanaka Takahiro、Yunes Nicol?s	4. 巻 98
2. 論文標題 Spin-precessing black hole binaries in dynamical Chern-Simons gravity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.98.064020	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 Tokuda Junsei、Tanaka Takahiro	4. 巻 2018
2. 論文標題 Can all the infrared secular growth really be understood as increase of classical statistical variance?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 022 ~ 022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2018/11/022	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 Kimura Masashi、Tanaka Takahiro	4. 巻 35
2. 論文標題 Robustness of the S-deformation method for black hole stability analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 195008 ~ 195008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/aadc13	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 Nair Remya、Tanaka Takahiro	4. 巻 2018
2. 論文標題 Synergy between ground and space based gravitational wave detectors. Part II: Localisation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 033 ~ 033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2018/08/033	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 Misao, Suyama Teruaki, Tanaka Takahiro, Yokoyama Shuichiro	4. 巻 35
2. 論文標題 Primordial black holes?perspectives in gravitational wave astronomy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 063001 ~ 063001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/aaa7b4	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 Fujita Tomohiro, Obata Ippei, Tanaka Takahiro, Yokoyama Shuichiro	4. 巻 2018
2. 論文標題 Statistically anisotropic tensor modes from inflation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 023 ~ 023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2018/07/023	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 KAGRA collaboration	4. 巻 3
2. 論文標題 KAGRA: 2.5 generation interferometric gravitational wave detector	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Astronomy	6. 最初と最後の頁 35 ~ 40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41550-018-0658-y	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 Akiyama Y, Akutsu T, Ando M et al	4. 巻 36
2. 論文標題 Vibration isolation system with a compact damping system for power recycling mirrors of KAGRA	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 095015 ~ 095015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/ab0fcb	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 Shimoda Tomofumi, Aritomi Naoki, Shoda Ayaka, Michimura Yuta, Ando Masaki	4. 巻 97
2. 論文標題 Seismic cross-coupling noise in torsion pendulums	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.97.104003	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 Komori Kentaro, Enomoto Yutaro, Takeda Hiroki, Michimura Yuta, Somiya Kentaro, Ando Masaki, Ballmer Stefan W.	4. 巻 97
2. 論文標題 Direct approach for the fluctuation-dissipation theorem under nonequilibrium steady-state conditions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.97.102001	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 Michimura Yuta, Komori Kentaro, Nishizawa Atsushi, Takeda Hiroki, Nagano Koji, Enomoto Yutaro, Hayama Kazuhiro, Somiya Kentaro, Ando Masaki	4. 巻 97
2. 論文標題 Particle swarm optimization of the sensitivity of a cryogenic gravitational wave detector	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.97.122003	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 Takeda Hiroki, Nishizawa Atsushi, Michimura Yuta, Nagano Koji, Komori Kentaro, Ando Masaki, Hayama Kazuhiro	4. 巻 98
2. 論文標題 Polarization test of gravitational waves from compact binary coalescences	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1103/PhysRevD.98.022008	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 Miyamoto Akinobu, Kinugawa Tomoya, Nakamura Takashi, Kanda Nobuyuki	4. 巻 96
2. 論文標題 How to confirm the existence of population III stars by observations of gravitational waves	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.96.064025	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 Yamazaki Ryo, Ioka Kunihito, Nakamura Takashi	4. 巻 2018
2. 論文標題 Prompt emission from the counter jet of a short gamma-ray burst	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 10-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/pty012	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sasaki Misao, Suyama Teruaki, Tanaka Takahiro, Yokoyama Shuichiro	4. 巻 35
2. 論文標題 Primordial black holes?perspectives in gravitational wave astronomy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 063001 ~ 063001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/aaa7b4	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 Kocsis Bence, Suyama Teruaki, Tanaka Takahiro, Yokoyama Shuichiro	4. 巻 854
2. 論文標題 Hidden Universality in the Merger Rate Distribution in the Primordial Black Hole Scenario	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 41 ~ 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aaa7f4	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 Tokuda Junsei, Tanaka Takahiro	4. 巻 2018
2. 論文標題 Statistical nature of infrared dynamics on de Sitter background	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 014 ~ 014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2018/02/014	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 Tanaka Takahiro, Urakawa Yuko	4. 巻 2017
2. 論文標題 Large gauge transformation, soft theorem, and Infrared divergence in inflationary spacetime	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 5-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP10(2017)127	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 Nakano Hiroyuki, Sago Norichika, Tagoshi Hideyuki, Tanaka Takahiro	4. 巻 2017
2. 論文標題 Black hole ringdown echoes and howls	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 6-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptx093	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 Shoda Ayaka, Kuwahara Yuya, Ando Masaki, Eda Kazunari, Tejima Kodai, Aso Yoichi, Itoh Yousuke	4. 巻 95
2. 論文標題 Ground-based low-frequency gravitational-wave detector with multiple outputs	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 3-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.95.082004	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 -

1. 著者名 Michimura Yuta Ando Masaike.....et al.	4. 巻 34
2. 論文標題 Mirror actuation design for the interferometer control of the KAGRA gravitational wave telescope	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 225001 ~ 225001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/aa90e3	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 Michimura Yuta, Kuwahara Yuya, Ushiba Takafumi, Matsumoto Nobuyuki, Ando Masaki	4. 巻 25
2. 論文標題 Optical levitation of a mirror for reaching the standard quantum limit	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 13799 ~ 13799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.25.013799	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 Suemasa Aru, Shimo-oku Ayumi, Nakagawa Ken'ichi, Musha Mitsuru	4. 巻 9
2. 論文標題 Developments of high frequency and intensity stabilized lasers for space gravitational wave detector DECIGO/B-DECIGO	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 CEAS Space Journal	6. 最初と最後の頁 485 ~ 491
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12567-017-0151-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Musha Mitsuru, DECIGO Working Group	4. 巻 9
2. 論文標題 Space gravitational wave antenna DECIGO and B-DECIGO	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 CEAS Space Journal	6. 最初と最後の頁 371 ~ 377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12567-017-0177-1	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 Nakamura, Takashi; Ando, Masaki; Kinugawa, Tomoya; Nakano, Hiroyuki; Eda, Kazunari; Sato, Shuichi; Musha, Mitsuru; Akutsu, Tomotada; Tanaka, Takahiro; Seto, Naoki; Kanda Nobuyuki; Itoh Yousue	4. 巻 No 9
2. 論文標題 Pre-DECIGO can get the smoking gun to decide the astrophysical or cosmological origin of GW150914-like binary black holes	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 PTEP	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptw127	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 Kinugawa, Tomoya; Nakano, Hiroyuki; Nakamura, Takashi	4. 巻 No 10
2. 論文標題 Gravitational wave quasinormal mode from Population III massive black hole binaries in various models of population synthesis	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 PTEP	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptw143	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 Eda, Kazunari; Shoda, Ayaka; Kuwahara, Yuya; et al.	4. 巻 No 1
2. 論文標題 All-sky coherent search for continuous gravitational waves in 6-7 Hz band with a torsion-bar antenna	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptv179	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 Kuwahara, Yuya; Shoda, Ayaka; Eda, Kazunari; et al.	4. 巻 94
2. 論文標題 Search for a stochastic gravitational wave background at 1-5 Hz with a torsion-bar antenna	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.94.042003	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 -

1. 著者名 Hiroyuki Nakano, Norichika Sago, Takahiro Tanaka, Takashi Nakamura	4. 巻 83
2. 論文標題 Estimate of the radius responsible for quasi normal modes in the extreme Kerr metric and the asymptotic behavior of the Sasaki-Nakamura transformation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 PTEP	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptw098	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 Misao Sasaki, Teruaki Suyama, Takahiro Tanaka and Shuichiro Yokoyama	4. 巻 117
2. 論文標題 Primordial Black Hole Scenario for the Gravitational-Wave Event GW150914	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Phys. Rev. Lett.	6. 最初と最後の頁 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.117.061101	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 Yasuho Yamashita and Takahiro Tanaka	4. 巻 1605
2. 論文標題 Bigravity from gradient expansion	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 JCAP	6. 最初と最後の頁 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/05/011	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 Takahiro Tanaka and Yuko Urakawa	4. 巻 1606
2. 論文標題 Conservation of ζ with radiative corrections from heavy field	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 JCAP	6. 最初と最後の頁 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/06/020	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 Remya Nair, Sanjay Jhingan and Takahiro Tanaka	4. 巻 53
2. 論文標題 Synergy between ground and space based gravitational wave detectors for estimation of binary coalescence parameters	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 PTEP	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) 10.1093/ptep/ptw043	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 Sugumi Kanno, Misao Sasaki and Takahiro Tanaka	4. 巻 1703
2. 論文標題 Vacuum State of the Dirac Field in de Sitter Space and Entanglement Entropy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 JHEP	6. 最初と最後の頁 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP03(2017)068	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 Yuki Sakakihara and Takahiro Tanaka	4. 巻 1609
2. 論文標題 Primordial fluctuations from inflation in dRGT bimetric theory of gravity	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 JCAP	6. 最初と最後の頁 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/09/033	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 Rampei Kimura, Takahiro Tanaka, Kazuhiro Yamamoto and Yasuho Yamashita	4. 巻 94
2. 論文標題 Constraint on ghost-free bigravity from gravitational Cherenkov radiation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Phys. Rev. D	6. 最初と最後の頁 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.94.064059	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 Nakano, Hiroyuki; Tanaka, Takahiro; Nakamura, Takashi	4. 巻 92
2. 論文標題 Possible golden events for ringdown gravitational waves	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 id.064003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1103/PhysRevD.92.064003	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 Nakamura, Takashi; Nakano, Hiroyuki; Tanaka, Takahiro	4. 巻 93
2. 論文標題 Detecting quasinormal modes of binary black hole mergers with second-generation gravitational-wave detectors	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 id.044048
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1103/PhysRevD.93.044048}	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 Kisaka Shota, Ioka Kunihito, Takashi Nakamura	4. 巻 809
2. 論文標題 Isotropic detectable X-ray counterparts to gravitational waves from neutron star binary mergers	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Astrophys. J. Letters	6. 最初と最後の頁 L8-L13
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasuaki Kagawa, Daisuke Yonetoku, Tatsuya Sawano, Asuka Toyonago, Takashi Nakamura, Keitaro Takahashi, Kazumi Kashiya and Kunihito Ioka	4. 巻 811
2. 論文標題 X-raying Extended emission and rapid decay of short gamma-ray bursts	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Astrophys. J.	6. 最初と最後の頁 4-12
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto, Tatsuya; Nakauchi, Daisuke; Ioka, Kunihito; Heger, Alexander; Nakamura, Takashi	4. 巻 810
2. 論文標題 Direct Collapse Black Holes Can Launch Gamma-Ray Bursts and Get Fat to Supermassive Black Holes?	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Astrophys. J.	6. 最初と最後の頁 64-73
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 Kinugawa, Tomoya; Miyamoto, Akinobu; Kanda, Nobuyuki; Nakamura, Takashi	4. 巻 456
2. 論文標題 The detection rate of inspiral and Quasi-normal modes of Pop III binary black holes can confirm or refute the Einstein theory in the strong gravity region	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1093-1114
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kinugawa, Tomoya; Nakano, Hiroyuki; Nakamura, Takashi	4. 巻 310
2. 論文標題 Possible confirmation of the existence of ergoregion by the Kerr quasinormal mode in gravitational waves from Pop III massive black hole binary	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Prog. Theor. Exp. Phys.	6. 最初と最後の頁 310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1093/ptep/ptw012	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 Nakano, Hiroyuki; Nakamura, Takashi; Tanaka Takahiro	4. 巻 3100
2. 論文標題 The detection of Quasinormal Mode with $a/M \sim 0.95$ would confirm 99% of the ergoregion of the Kerr space-time	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Prog. Theor. Exp. Phys.	6. 最初と最後の頁 3100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.1093/ptep/ptw015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Okutomi, T. Akutsu, M. Ando, et al.	4. 巻 610
2. 論文標題 Residual Gas Noise in the Test-mass Module for DECIGO Pathfinder	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Journal of Physics Conference Series	6. 最初と最後の頁 12040
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ramya Nair, Sanjay Jhingan, Takahiro Tanaka.	4. 巻 1504
2. 論文標題 Synergy between ground and space based gravitational wave detectors for estimation of binary coalescence parameters	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 PTEP	6. 最初と最後の頁 4108
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

[学会発表] 計93件 (うち招待講演 40件 / うち国際学会 50件)

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 Testing gravity theory using gravitational waves
3. 学会等名 2018 Second international workshop "Particles, Gravitation and the Universe" (PGU 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 Testing gravity theory using gravitational waves
3. 学会等名 IBS Workshop on Prospects of Particle Physics and Cosmology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 Testing gravity theory using gravitational waves
3. 学会等名 5th Korea-Japan Workshop on Dark Energy: Starobinsky's Universe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 Gravitational waves from BH mergers as a new probe of physics
3. 学会等名 AVENUES OF QUANTUM FIELD THEORY IN CURVED SPACETIME (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 What is the next step of A01?
3. 学会等名 Area workshop of innovative area "GW Genesis" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中貴浩
2. 発表標題 重力波輻射反作用の数理：LISA-DECIGOによる連星からの重力波観測の時代に向けて
3. 学会等名 日本物理学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 Recent results of gravitational wave
3. 学会等名 Higgs Couplings 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 TOBA Torsion-Bar Gravitational-Wave Antenna
3. 学会等名 The 15th MG Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shuichi Sato
2. 発表標題 DECIGO and B-DECIGO
3. 学会等名 Space Gravitational-Wave Detection (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shuichi Sato
2. 発表標題 DECIGO project for detection of gravitational wave in space
3. 学会等名 XXXth General Assembly of the International Astronomical Union (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 末正有、大塚俊介、中森真輝、赤見恵、武者満
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(104):安定化光源と光学システム
3. 学会等名 日本物理学会第74回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶川詠司、石井知広、久保貴司、武者満、小川和彦
2. 発表標題 高出力安定動作可能なTm3+ZBLANファイバMOPA
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石井知広、梶川詠司、久保貴志、武者満、小川和彦
2. 発表標題 Tm3+:ZBLANファイバを用いた813nm光源の高出力安定動作
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会第39回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大塚俊介、末正有、赤見恵、中森真輝、下奥あゆ美、武者満
2. 発表標題 宇宙重力波検出器DECIGO/B-DECIGOのための光源と光学技術の開発
3. 学会等名 第62回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石井知広、梶川詠司、久保貴志、武者満、小川和彦
2. 発表標題 813 2nm Tm3+:ZBLANファイバMOPAの高効率・高出力化
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 赤見恵、末正有、武者満
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(96)：音響光学偏向子を用いた衛星位置決定システムの開発
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中森真輝、末正有、下奥あゆ美、大塚俊介、中川賢一、武者満
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(95)：高出力・安定光源
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuru Musha, Kei Akami, Aru Suemasa
2. 発表標題 Novel satellite positioning system using Acousto-Optic Deflector
3. 学会等名 International Conference on Space Optics 2018 (ICS02018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Aru Suemasa, Shunsuke Ohtsuka, Ayumi Shimo-oku
2. 発表標題 stable and high power 515-nm lasers for the space gravitational wave detector: DECIGO
3. 学会等名 International Conference on Space Optics 2018 (ICSO2019) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Eiji Kajikawa, Takashi Kubo, Tomohiro Ishii, Yu-ichi Takeuchi, Mitsuru Musha
2. 発表標題 High efficient dual-wavelength-pumped (1050+1220nm) Tm ³⁺ -doped ZBLAN fiber MOPA at 813 nm
3. 学会等名 EuroPhoton 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuru Musha
2. 発表標題 High power and highly-stable light source for DECIGO/B-DECIGO
3. 学会等名 RESCEU Workshop Space Gravitational-Wave Detection (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuru Musha
2. 発表標題 Optical technologies for space gravitational wave detecto
3. 学会等名 5th MIPT-UEC-LPI International Workshop on Atomic, Molecular, Optical Physic (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Eiji Kajikawa, Mitsuru Musha
2. 発表標題 Fiber-based trapping laser for Sr optical lattice clock
3. 学会等名 5th MIPT-UPEC-LPI International Workshop on Atomic, Molecular, Optical Physic (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuru Musha
2. 発表標題 Optical frequency comb applications for large missions
3. 学会等名 Ultrafast Light 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuru Musha, Aru Suemasa, Ayumi Shimo-oku, Shunsuke Ohtsuka
2. 発表標題 Ultrahigh stable light source for DECIGO
3. 学会等名 15th Marcel Grossmann Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takashi Nakamura
2. 発表標題 Merger of Binary Black Hole and Quasi Normal Mode of Black Hole
3. 学会等名 Transient Universe (NTU Singapore) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 Opening and A01 Status Report
3. 学会等名 Gravitational wave physics and astronomy: Genesis, First Area Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 On ringing gravitational waves from black holes
3. 学会等名 YKIS2018a (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 Targets of Innovative Area Gravitational Wave Physics and Astronomy:
3. 学会等名 KAGRA f2f meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 A01: 重力波データ解析による 重力理論の検証
3. 学会等名 Gravitational wave physics and astronomy: Genesis, KICKOFF workshop (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中貴浩
2. 発表標題 A01: 重力波データ解析による 重力理論の検証
3. 学会等名 Gravitational wave physics and astronomy: Genesis, Area Workshop 2017 Autumn (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中貴浩
2. 発表標題 パルサー精密観測による重力理論検証
3. 学会等名 日本物理学会秋季分科会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 KAGRA and B-DECIGO
3. 学会等名 YKIS2018a Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 Observation of Gravitational Waves
3. 学会等名 Japan-France Workshop "Neutron Star Mergers and Galactic Chemical Evolution" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 Science and Design of DECIGO and B-DECIGO
3. 学会等名 ISGW2017: International Symposium on Gravitational Waves (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 Science and Design of DECIGO and B-DECIGO
3. 学会等名 The 2nd ASTROD International Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 Science and Design of DECIGO and B-DECIGO
3. 学会等名 Gravitational Wave Advanced Detector Workshop 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤修一, DECIGOワーキンググループ
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(87): B-DECIGOの設計
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村越萌, 佐藤修一, 森本睦子
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(88): B-DECIGOの軌道設計
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野々村拓也, 橋本安寿佳, 久保海, 吉田裕人, 東浦孝典, 船木一幸, 大塩裕哉, 佐藤修一
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(89): DECIGO/B-DECIGOの概要: 捻じれ振り子を用いた微小推力雑音計測のためのスラスト
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤修一
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(93): B-DECIGOの設計
3. 学会等名 日本物理学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 下奥あゆ美, 未正有, 武者満, 中川賢一
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(92): 安定化光源
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 赤見恵、末正有、武者満
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(85):安定化光源
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 末正有、下奥あゆ美、中川賢一、武者満
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(87):音響光学素子を用いた衛星捕捉システムの開発
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 赤見恵、末正有、武者満
2. 発表標題 音響光学偏向子を用いた衛星ポジショニングシステムの開発
3. 学会等名 宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 下奥あゆ美、末正有、武者満
2. 発表標題 宇宙重力波検出器DECIGO/B-DECIGOのための高出力・高安定化光源の開発
3. 学会等名 宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 末正有、下奥あゆ美、中川賢一、武者満
2. 発表標題 宇宙重力波検出器DECIGOのための周波数・強度安定化光源の開発
3. 学会等名 応用物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Aru Suemasa, Ayumi Shimo-oku, Ken'ichi Nakagawa, Mitsuru Musha
2. 発表標題 Deelopments of highly frequency and intensity stabilized lasers for space gravitational wave detector: DECIGO
3. 学会等名 CLEO Europe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Nakamura
2. 発表標題 Astronomy and Cosmology from the first detection of gravitational wave
3. 学会等名 Hanoi international workshop "Gravitation and the Universe" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中村卓史
2. 発表標題 重力波イベントに対する電磁フォローアップ観測の可能性について
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 佐藤修一、DECIGOワーキンググループ
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(76): pre-DECIGOの設計、
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 阿久津智忠, 安東正樹A, 佐藤修一, 武者満, DECIGOワーキンググループ
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(77): 干渉計設計
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 安東正樹 他、
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(73): 概要
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 安東正樹 他
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(78): DECIGO/B-DECIGOの概要
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤修一, DECIGOワーキンググループ
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(81): B-DECIGOの設計
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 久保海, 野々村拓也, 東浦孝典, 大塩裕哉A, 船木一幸A, 佐藤修一
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(82): μ Nスラスタスタンドの開発
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村越萌, 佐藤修一, 森本睦子
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(83): B-DECIGO の軌道設計
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S.Sato et al.
2. 発表標題 The status of DECIGO,
3. 学会等名 11th International LISA symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 KAGRA : a Gravitational-Wave Antenna in Japan
3. 学会等名 Korean Physical Society Spring Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 The First Direct Detection of Gravitational Wave
3. 学会等名 Space Science Colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 Space Gravitational-Wave Antenna: DECIGO and Pre-DECIGO
3. 学会等名 GWPAW2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 安東 正樹
2. 発表標題 宇宙重力波望遠鏡 B-DECIGO
3. 学会等名 第17回 宇宙科学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 重力波天文学入門
3. 学会等名 第23回 ICEPPシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaki Ando
2. 発表標題 KAGRA : a Cryogenic Interferometric Gravitational-Wave Antenna
3. 学会等名 Gravitational Wave Astronomy with Present and Future Detectors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 A.Suemasa, A.Shimo-oku, M.Musha, DECIGO working group,
2. 発表標題 "Developments of highly-stabilized lasers for DECIGO/Pre-DECIGO"
3. 学会等名 11th International LISA symposium (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 A. Suemasa, A. Shimo-oku, K.Nakagawa, M. Musha
2. 発表標題 "Developments of highly-frequency and intensity stabilized lasers for space gravitational wave detector DECIGO/B-DECIGO"
3. 学会等名 International Conference on Space Optics (ICS02016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M.Musha DECIGO working group
2. 発表標題 " Space gravitational wave detector DECIGO/B-DECIGO "
3. 学会等名 International Conference on Space Optics (ICS02016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 武者満
2. 発表標題 超高精度光干渉計を用いた重力波の直接検出
3. 学会等名 電子情報通信学会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 下奥あゆ美、末正有、武者満
2. 発表標題 宇宙重力波望遠鏡(DECIGO)のための高出力・高安定光源の開発
3. 学会等名 第60回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 末正有、下奥あゆ美、中川賢一、武者満
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(75):安定化光源
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 下奥あゆ美、末正有、中川賢一、武者満
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画(80):安定化光源
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 武者満
2. 発表標題 重力波天文学の幕開け
3. 学会等名 精密周波数委員会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 A.Suemasa, A.Shimo-oku, M.Musha
2. 発表標題 Developments of highly frequency and intensity stabilized lasers for space gravitational wave detector
3. 学会等名 MIPT-UEC workshop (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 A.Suemasa, M.Musha,
2. 発表標題 Highly stabilized lasers for space gravitational wave detector
3. 学会等名 CIAiS International Symposium 2017 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 Testing gravity theory by gravitational waves
3. 学会等名 UTQuest WS5・YITP (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 Revival of classical black hole evaporation?
3. 学会等名 Rethinking Quantum Field Theory・DESY (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takahiro Tanaka
2. 発表標題 Restriction on the initial state for the absence of IR effect in single field inflation model
3. 学会等名 3rd Korea-Japan Workshop on Dark Energy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田中貴浩
2. 発表標題 ドジッター背景時空上における赤外効果の統計的性質
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中貴浩
2. 発表標題 AdS境界に局在したブラックホールに対する高次元極限からのアプローチ
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中村卓史
2. 発表標題 重力波源GW150914の種族III星起源説とX線・光学対応天体
3. 学会等名 天文学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takashi Nakamura
2. 発表標題 Some Topics of Sources of Gravitational Waves and available Physics from them
3. 学会等名 JGRG25 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 M. Ando
2. 発表標題 Torsion Bar Antenna Experiments
3. 学会等名 Low-Frequency Gravitational Wave Antenna Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1 . 発表者名 M.Ando
2 . 発表標題 Space Gravitational-Wave Antenna: DECIGO and Pre-DECIGO
3 . 学会等名 GWPAW2015 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1 . 発表者名 M. Ando, A.Shoda, K. Yamamoto, Y. Aso, R. Takahashi
2 . 発表標題 Lessons learned and the next steps of Torsion-Bar Antenna experiments
3 . 学会等名 GWADW2015 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1 . 発表者名 T. Tanaka
2 . 発表標題 Moodified gravity and gravitational waves
3 . 学会等名 Hot Topics in General Relativity and Gravitation (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1 . 発表者名 T.Tanaka
2 . 発表標題 Graviton Oscillation in a viable bigravity model
3 . 学会等名 One Hundred Years of Strong Gravity workshop, (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1. 発表者名 Mitsuru Musha
2. 発表標題 Frequency-stabilized lasers & Their Applications, from precision spectroscopy to gravitational wave antenna.
3. 学会等名 III Interntional Workshop : Atomic. Molecular and Optical Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 武者満、末正有、中川賢一
2. 発表標題 Frequency-stabilized lasers & Their Applications, from precision spectroscopy to gravitational wave antenna.
3. 学会等名 日本物理学会2015年秋季大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 末正有、中川賢一、武者満
2. 発表標題 宇宙重力波検出器用周波数・強度安定化レーザーの開発
3. 学会等名 第59回宇宙科学技術連合講演会(招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 末正有、下奥あゆ美、中川賢一、武者満
2. 発表標題 スペース重力波検出器DECIGO計画(70): 安定化光源
3. 学会等名 日本物理学会第71回年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 佐藤修一, DECIGOワーキンググループ
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画 (67) : pre-DECIGOの設計
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 佐藤修一, DECIGOワーキンググループ
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画 (71) : pre-DECIGOの設計
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 久保海, 野々村拓也, 東浦孝典, 大塩裕哉A, 船木一幸A, 佐藤修一
2. 発表標題 スペース重力波アンテナDECIGO計画 (72) : μ Nスラストスタンドの開発
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 田中 貴浩	4. 発行年 2017年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 206
3. 書名 深化する一般相対論 : ブラックホール・重力波・宇宙論	

1. 著者名 ビエール・ピネトリユイ、安東 正樹、岡田 好恵	4. 発行年 2017年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 368
3. 書名 重力波で見える宇宙のはじまり 「時空のゆがみ」から宇宙進化を探る	

1. 著者名 安東正樹	4. 発行年 2017年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 317
3. 書名 重力波とはなにか	

1. 著者名 安東正樹 (共著)	4. 発行年 2017年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 1104
3. 書名 理科年表 重力波の初観測と重力波天文学の幕開け	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 干渉型測距計	発明者 佐藤 修一	権利者 学校法人法政大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2016-062591	出願年 2016年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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	佐藤 修一 (Sato Shuichi) (30425409)	法政大学・理工学部・教授 (32675)	

6. 研究組織（つづき）

	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	田中 貴浩 (Tanaka Takahiro) (40281117)	京都大学・理学研究科・教授 (14301)	
研究分担者	武者 満 (Musha Mitsuru) (40303028)	電気通信大学・レーザー新世代研究センター・准教授 (12612)	
研究分担者	阿久津 智忠 (Akutsu Tomotada) (40564274)	国立天文台・光赤外研究部・助教 (62616)	
研究分担者	安東 正樹 (Ando Masaki) (90313197)	東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・准教授 (12601)	