

令和 3 年 5 月 10 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2015～2019

課題番号：15H02082

研究課題名（和文）多波長重力波宇宙物理学の開拓

研究課題名（英文）Developing multiwavelength gravitational wave astrophysics

研究代表者

横山 順一（Yokoyama, Jun'ichi）

東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・教授

研究者番号：50212303

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 32,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究計画は間接的手段によって検出される宇宙論的スケールの長波長から地上検出器によって観測される100Hz帯に亘る多波長の重力波を用いることによって、光学観測では得られない初期宇宙や未知の天体現象をさぐるための準備と実践をすることを目的としました。研究期間中に、aLIGOによって初検出がなされ、周辺環境は大きく変わりましたが、aLIGOの解析の第一人者を分担者に迎えて連星中性子星合体からの重力波を発見すると共に、KAGRAによる初検出を目指した独立成分解析によるデータ解析の定式化を果たして実データに応用したり、一般的な重力理論における重力波の挙動を解析するなど、重要な成果を挙げました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

重力波は極めて透過性がよいため、光では観測できない初期宇宙や天体の深奥をこれによってみるのが可能です。本研究は、さまざまな波長の重力波を用いることによって、宇宙史の異なる時代や異なる天体について有用な情報が得られることを示すための基礎研究と位置づけられるものであり、わが国のKAGRAの本格観測を控えて、重要な意義を持つものです。とくに、本研究計画によって行ったノイズ除去の基礎研究はKAGRAによる初検出を実現するのに、役立つものと期待され、KAGRAが初期の感度を達成し国際観測ネットワークに参画する上で、本研究は大きな社会的意義を果たすものといえます。

研究成果の概要（英文）：This project aimed at probing the very early universe or deep inside a stellar body in terms of multi-frequency gravitational waves, ranging ultra-low frequency cosmological gravitational waves to those at 100Hz range that can be observed by ground-based detectors. During the research period, a number of events took place, namely, BICEP2 data being falsified and success in direct detection by aLIGO. In this situation, we have flexibly worked out a number of important issues such as formulating an independent component analysis to apply for the forthcoming KAGRA data analysis as well as studies on cosmological gravitational waves in modified gravity theories to show that the three point function of B-mode polarization of cosmic microwave background is a useful quantity to probe these theories. We have also been joined by the top data analyst of aLIGO as a co-I, who discovered the first binary neutron star coalescence.

研究分野：宇宙物理学

キーワード：重力波 独立成分解析 ブラックホール 連星中性子星合体 重力理論 宇宙論的相転移 インフレーション宇宙論 非ガウスノイズ

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

1. 研究開始当初の背景

2014年3月にBICEP2チームが、宇宙マイクロ波背景放射(CMB)のBモード偏光の観測により、初期宇宙のインフレーション中に量子的に生成した背景重力波を検出したと報告した。これによってBモード偏光の観測により、数億光年スケールの極長波長の原始重力波の振幅に対する正しい観測値が早晚確立し、インフレーションがいつ起こったかが判明するものと期待されていた。(しかし残念ながら、その後この観測自体はダストによる混交によるものだったと判明し、現在では原始重力波の上限のみが知られている。)

一方、重力波の直接検出に目を転じると、岐阜県に建設中の大型低温重力波望遠鏡KAGRA、米国のadvanced LIGO、欧州のadvanced Virgoの完成を控え、レーザー干渉計による100Hz帯の重力波の直接検出が実現する時代が目前に迫っていた。(その後aLIGOが世界に先駆けて初検出を実現したのは周知の通りである。)

また、より長波長の数Hzから0.1mHz帯の重力波検出については、日本のDECIGOや欧州のeLISAのように、複数台の人工衛星によるスペースレーザー干渉計が計画されている。このうち、0.1Hz以上の周波数帯は、白色矮星連星や中性子星連星からの混信が避けられるので、インフレーションや宇宙論的相転移などの初期宇宙起源の原始重力波を直接検出可能な周波数帯として、特に注目される。さらに波長一光年スケールの重力波は、ミリ秒パルサーのタイミングノイズによって既に制限されているほか、IPTA、SKA等多数のパルサーの相関解析による重力波検出計画も進められている。

2015年の研究開始時点では、重力波ははまだ検出されておらず、中性子星連星の合体が最も有望な重力波源と考えられていた。(実際には本研究期間終了までに、中性子星連星の合体からの重力波は2イベント検出されているのに対して、ブラックホール連星の合体からの重力波は数十イベントが検出されている。)また、パルサータイミング法による重力波検出は、地上重力波検出器による検出に先んじる可能性も論じられてきた。(これは実現しなかったが、その後、2020年にパルサータイミングのNANOGravチームが検出した可能性を指摘している。)

KAGRAは2015年度後半から2016年度にかけて基本的な構成で常温運転し、その後設計感度に向けて数度の改良、調整と運転を経て、LIGO-Virgoとの共同観測に参加する予定であった。最初の運転はiKAGRA運転と呼ばれ、主干渉計信号チャンネルとともにいくつかの環境データを取得する予定であった。さらに、KAGRAは2018年から低温鏡を用いたbKAGRA運転を開始する予定で、感度向上に合わせて環境モニターを増やしていく計画であった。環境モニターを用いた雑音の除去は、雑音間の線形結合については理論的な研究がいくつかなされている一方、第2世代重力波検出器の実データへの適用はなされておらず、また非線形結合については理論的な研究もほぼ発表されていなかった。

重力波対応天体の研究としては、電磁波もほぼ同時に検出可能な重力波源として、連星中性子星の合体は注目されていた。中性子星合体によって放出される物質には鉄より重い放射性元素が大量に含まれていると予想され、中性子星合体は金などの貴金属の起源天体の候補の一つであった。2013年に継続時間の短い(2秒程度以下)ガンマ線バーストGRB130603Bに付随して継続時間が10日ほどの近赤外線放射が観測され、連星中性子星合体から放出される放射性元素が光っていると解釈されたことに茂山は着目し、近傍矮小銀河に属する星のスペクトルから評価された重元素Euの量が全て連星中性子星合体から放出される重元素で賅われると仮定し、この現象の頻度を予想していた。一方で継続時間の短いガンマ線バーストが連星中性子星合体の結果生じる現象であるという証拠はなかった。連星中性子星合体からの重力波検出とその対応電磁波天体の観測によって、連星中性子星合体とそれにとまなう放出物質の理解が大きく進展すると期待されていた。

2. 研究の目的

(1) 宇宙観測の新チャンネルとなる重力波を用い、多波長に亘る重力波宇宙物理学を開拓し、電磁波では見えないコンパクト天体の最深部や極初期宇宙を解明することが全体を通しての目的である。波長・周波数帯によって観測可能になる時期が異なるので、直近に観測可能になる100Hz帯の重力波については、重力波検出器に特有の非ガウスノイズを取り除く方法として、独立成分分析をKAGRA検出器の各アウトプットに適用し、効率的に重力波信号を取り出せるスキームを開発するなどデータ解析の準備と実践、その天体物理学と宇宙論への応用をKAGRAの進捗に合わせて行い、人工衛星で観測する低周波数帯については、仕様設定に寄与する基礎研究を行う計画であった。

(2) 観測対象に関わる研究としては、連星中性子星合体について、以下のテーマを目的とする。小さい銀河ほど連星中性子星合体の頻度は少なくなる。特に暗くて質量が小さい近傍矮小銀河では1回しか中性子星合体が起きなかったと期待できる。本研究では、そのような銀河に属する星のスペクトル観測をできるだけ多くの星に対して行い、1回の連星中性子星合体によって

重元素がどれくらい放出されるのかを突き止めることを一つの目的とした。その評価を元に連星中性子星合体の頻度の値の精度を向上する。

一方で、連星中性子星合体からの重力波検出とその対応天体からの電磁波観測が行われた際に、その観測結果から放出物質の力学的性質を引き出すことのできるモデル構築を目的とした。

(3) さらに宇宙論的重力波源については、100Hz 帯からパルサーや宇宙背景放射により間接的に検出される極低周波に至るまで、初期宇宙の相転移や宇宙論的重力波電波に関わる修正重力理論を含めて総合的に研究を行い、多波長重力波の豊かで多様な新しい世界をひらくことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) KAGRA の観測を控え、データ解析側の準備としては、これまで代表者らが重力波データに対して定式化した独立成分分析の手法を、シミュレーションデータおよび実データに適用する。2016 年の iKAGRA 運転と 2018 年からの bKAGRA 運転およびその後の運転において、実データに適用した際におこりうる諸問題を洗い出し、独立成分分析によって非ガウス雑音を除去し、もって効率的に重力波信号を取り出せるスキームを開発する。また、手法に内在する問題と実データの複雑性に起因する問題を切り分けるために、独立成分分析をシミュレーションデータへも適用し、それらの問題の解析をおこなう。

(2) 本研究費の採択と前後して研究代表者の所属先に開設されることが決まった重力波データ解析部門に、前カナダ LIGO チーム代表の Cannon, Kipp 博士が准教授として着任したことから、同博士を分担者に迎え、彼の開発した連星コンパクト天体合体からの重力波検出パイプライン GstLAL を用いた aLIGO データの解析を行ない、重力波信号をいち早く検出する体制を調べるとともに、それによって得られる天体物理パラメータの推定を行い、関連する天文学の進展に寄与する。

(3) 重力波対応天体の天体物理学的研究としては、まず、すばる望遠鏡の高波長分解能分光装置 HDS を用いて近傍矮小銀河に属する星の分光観測を行う。得られたスペクトルを分析し、Eu, Ba, Fe などの重元素量を評価する。Fe は超新星から供給され、Eu, Ba は連星中性子星合体から供給されると仮定して、連星中性子星合体の頻度と超新星出現頻度の比を求める。単独の連星中性子星合体からの放出量は最も暗い矮小銀河に属する星の Eu, Ba の観測量をもとに推定する。

また、連星中性子星合体で放出される物質の流体力学的モデルを構築し、特に衝撃波が表面を通過するときの様子を核反応ネットワークとともに数値計算することで詳細に記述する。これにより、最初に放出される物質の様子を調べ、電磁波による早期観測結果と比較できるようにする。

(4) 宇宙論的重力波の研究としては、これまで代表者らがホルンデスキー理論に基づいて構築した最も一般的な共変スカラー・テンソル理論における重力波の伝播公式を出発点とし、さらに完全な共変性は持たない理論に拡張して、それが重力波の挙動にどのような影響を及ぼすかを解析する。また、宇宙論的相転移の数値シミュレーションを行い、それに基づいて背景重力波のスペクトルを予言し、宇宙重力波干渉計やパルサータイミングによる観測可能性を議論する。

4. 研究成果

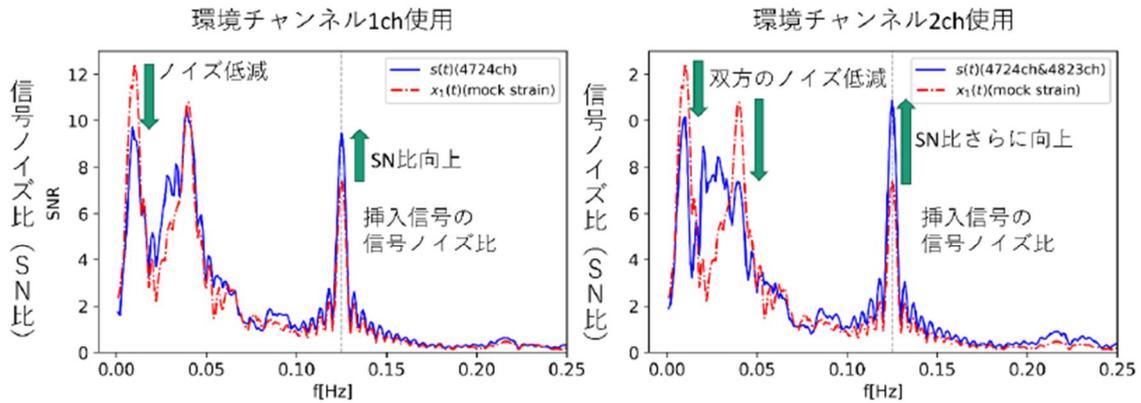
(1) まず、地面振動計などの環境チャンネルの出力を使い、そこに独立成分分析を用い、特に重力波チャンネルに非ガウス雑音が乗法的に載っている場合、それを除去する方法を定式化した。さらに、数値シミュレーションにより、この手法を用いることで重力波信号の信号対雑音比が増加することを明らかにした。この方法を実データに適用するための、クラスタ計算機を導入した。また、KAGRA による連続波重力波の検出を目指して、F-statistic を用いて解析パイプラインを構築するとともに、カイ二乗識別子を用いた全天連続波探査におけるライン雑音除去法を新たに提案した。

さらに、重力波チャンネルに非ガウスノイズが乗法的、加法的に載っている場合について独立成分解析による信号分離に取り組み、この方法の有用性を数値シミュレーションによって明らかにし、論文を刊行した(10.2183/pjab.92.336)。

以上の準備に基づき、独立成分解析による重力波データ解析を低温重力波検出器 KAGRA の初期運転である iKAGRA のデータに対して行った。連続波を注入して独立成分解析の有無によって信号検出率がどのように変化するかを調べたところ、環境チャンネルの状態によるもの、おしなべて向上することがわかった。とくに環境チャンネルに擾乱が見られる時間帯では、適切な環境チャンネルを逐次的に用いて独立成分解析を繰り返すことにより、図のように、信号検出率が顕著に向上することを見いだした。この結果は、KAGRA の実データを用いて書かれた最初の学術論文として、KAGRA コラボレーション全体の共著論文として PTEP に出版された(10.1093/ptep/ptaa056)。

また、干渉計の非ガウス雑音を特徴づける手法として Student t-分布を導入し、LIGO S6 観測運転データに適用することでその有用性を示した(10.1103/PhysRevD.93.082005)。

TOBA 検出器のデータを用いて世界で初めて 6-7Hz という低周波で重力波振幅に制限をつけた (10.1093/ptep/ptv179)。また理論的研究として当時まで不可能と考えられてきた単独中性子星の質量の決定が可能であることを示した (10.1103/PhysRevD.91.084032)。



重力波チャンネルに0.125Hzの連続波を挿入した上で、横軸の各周波数の連続波によるmatched filter解析をし、各周波数のSN比を測定。環境チャンネルを用いない(---)とノイズを信号と誤認するが、環境チャンネルを用いる(—)とノイズのSN比が低減し、挿入信号のSN比は向上する。

(2) LIGO チームによって連星ブラックホール合体からの重力波が発見されたことにより、予想外に早く重力波の実観測時代が到来したが、2016年2月に代表者の所属先に着任した Cannon 准教授を分担者に加え、これに関する研究も大いに推進する体制を構築することができた。LIGO の発見したブラックホールは初期宇宙に生成した原始ブラックホールである可能性もあるが、蒸発する原始ブラックホールが銀河中のガンマ線背景放射に与える影響を解析した (10.1103/PhysRevD.94.044029)。また、LIGO のブラックホールイベントを使って一般相対論のテストを行ったが、矛盾する結果は得られなかった。これは KAGRA の稼働が待たれる所以となる (10.1103/PhysRevLett.116.221101)。

2017 年度には LIGO 検出器を用いた連星中性子星合体からの重力波の発見、という非常に大きな業績を挙げる事ができた (10.1103/PhysRevLett.119.161101)。LIGO チームは 6 種類の即時検出システムを擁しているが、このうち Cannon 分担者が主導者となって開発している GstLAL のみがこのイベントの即時検出に成功したのである。このイベントは GW170817 と呼ばれると共に、この GstLAL の功績によって世界中の電磁波観測装置にアラートが出され、世界初の電磁波対応天体すなわちガンマ線バースト GRB170817A の発見に繋がった。これはまさに、本研究計画応募時に理想的な結果としたことであり、KAGRA は間に合わなかったものの、それが現実のものになったのである (10.3847/2041-8213/aa91c9)。

KAGRA の本格稼働を控え、GstLAL パイプラインに KAGRA データを取り入れられるよう改良を進めるとともに、データ解析ツールの整備を行った (10.1142/9789813226609_0404)。

(3) 連星中性子星合体で放出される物質の流体力学モデルを構築し、とくに最外層に形成される自由中性子からなる層に着目した。自由中性子は 800 秒ほどで陽子に崩壊するため、水素に特有のスペクトル線の観測が初期に期待されるためである。明るさと継続時間を推定し、観測可能性を議論した (10.3847/1538-4357/aac385)。GW170817 の電磁波による追観測は重力波検出の 11 時間後に始められたが、この層を観測するためには遅くとも 30 分後には追観測を始める必要があることがわかった。今後はスペクトル線の形状の特徴から物理量を推測することを目指すことにした。

連星中性子星合体のもつ天体物理学的な意義を明らかにする一環として、竜座矮小銀河に属する星のすばる望遠鏡の高波長分解能分光装置 HDS を用いたスペクトル観測を行い、星の大気での r-過程元素の組成を解析した。竜座矮小銀河では Eu が検出できないくらい少ない星とほぼ同じ量の Eu を持つ星しか見つからなかった。星の数を増やす必要があるが、この矮小銀河では連星中性子星合体は 1 回しか起きなかったとして矛盾のない結果である。検出された Eu の量も他の非常に小さい矮小銀河の星の検出量と同程度であった (10.1093/pasj/psv035)。さらに多くの星の観測を続けた結果、特に Ba については GW170817 の電磁波による追観測から示唆される放出量とは異なる供給源が銀河初期にも存在することを示唆する結果を得た (10.3847/2041-8213/aa9886)。さらに理論的な研究として、中性子星合体の際に自由中性子のみからなる層が高速で飛び出してくる可能性について、流体力学的数値計算を行い調べた。その結果、最大で太陽質量の 100 万分の 1 程度が放出されることがわかり、その層が数時間の間観測可能なほどの明るさで、可視光で光ることを示した。

中間質量ブラックホールについて、枝、Silk らの研究を推し進め、ブラックホールを取り巻く暗黒ハローによる動的摩擦の効果を取り入れて、より現実的な評価をおこなった (10.1103/PhysRevD.91.044045)。2013 年の論文を端緒として、重力波位相への暗黒ハローの効果が目されるようになり、2034 年打ち上げ予定の宇宙重力波望遠鏡計画 LISA がなしうる基本的物理学への貢献についてのレビューで議論されている (Prospects for fundamental physics

with LISA(10.1007/s10714-020-02691-1))。DECIGO について、その前哨計画である Pre-DECIGO (現在 B-DECIGO と呼称される)と地上重力波望遠鏡の共同観測によって方向決定精度が格段に向上し、GW150914 のようなブラックホール連星の起源に迫れることを示した。(10.1093/ptep/ptw127)。

(4)宇宙論的重力波の研究に関しては、まず XG3 理論と名付けた空間方向のみに座標変換に対する不変性を持つ理論において生成する量子的重力波の挙動を解析し、この理論が高階微分相互作用を持つにもかかわらず、こと重力波に関してはアインシュタイン重力と同等の表現をとる座標系を歪形変換によって選べることを証明した(10.1088/1475-7516/2016/02/014)。

また、大域的相転移を起こした多成分スカラー場が宇宙膨張と共に一様化する際に放出される重力波は、インフレーション中に生成する量子的重力波とともに宇宙論的スケール不変重力波の起源を与えるが、本研究では、この場の時間発展を、インフレーション後の再加熱期の宇宙膨張と共に解き、生成する重力波のスペクトルを精細に求めると共に、再加熱温度に対する依存性を明らかにした。そして、DECIGO 等の観測衛星によって熱史を決定できる条件、ならびにインフレーション起源の重力波と峻別できるための条件を明らかにした。

初期宇宙に生成する位相欠陥の一種であり、重力波源としてパルサータイミングによって強く制限されているコズミックストリングが、インフレーション後期に生成する場合、パルサーの制限を逃れられる一方、宇宙マイクロ波背景放射には特徴的な信号が見られることを示した(10.1088/1475-7516/2016/02/033)。また、重力波や曲率ゆらぎを過剰生成するドメインウォールの生成を回避する一方法を提案した(10.1103/PhysRevD.93.025002)。

宇宙論的極長波長重力波の観測手段として有望な、宇宙背景放射の B モード偏光の理論的研究に取り組み、B モード偏光の三点関数が観測可能なほど大きな値を持つのは、重力理論にアインシュタインテンソルとスカラー場の結合項のある場合に限られることを示した(10.1093/ptep/ptx185)。

インフレーション後にインフラトンの運動エネルギーが優勢になるモデルにおいて、量子的重力波が過剰生成することなく、宇宙の再加熱とダークマター生成を両立できる方策を提案した。また、同種のモデルにおいて重力波の過剰生成を避けるもう一つの方法として、ヒッグス場がスカラー曲率と正の結合定数を持っているモデルを提案した(10.1103/PhysRevD.99.061303)。

ホルンデスキー理論に基づいて構築した最も一般的な共変スカラー・テンソル理論に超対称性を取り入れ、超重力理論の下で定式化することに成功した。そして、超対称化の影響は重力波の伝播には現れないことを見いだした(10.1007/JHEP12(2019)041)。

以上のように、本研究計画がテーマとした重力波を巡る研究状況は申請時と終了時で大きな変容を遂げた。そのような状況下において、本研究計画の標榜する多波長重力波の宇宙物理的意義をさまざまな側面から明らかにすることができた。また、それ以前から代表者らが続けてきた努力が実り、所属先に重力波データ解析部門を設立することが叶い、着任した Cannon 准教授(後に教授)を分担者に迎え、aLIGO のデータを用いた大きな研究成果を挙げることもできた。東日本大震災によって起工が遅れたことから KAGRA が初検出に間に合わなかったのは残念なことであるが、本研究計画によって行ったノイズ除去の基礎研究は現在 KAGRA 環境チャンネルチームと共に KAGRA の低温本格観測にむけた実装を行ない、成果を挙げつつあるところで、aLIGO, aVirgo との第 4 共同観測期の KAGRA による重力波初検出に向けて貢献することが期待されているところである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計58件（うち査読付論文 53件 / うち国際共著 26件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 He Minxi, Jinno Ryusuke, Kamada Kohei, Park Seong Chan, Starobinsky Alexei A., Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 791
2. 論文標題 On the violent preheating in the mixed Higgs-R2 inflationary model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 36 ~ 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2019.02.008	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 Hashiba Soichiro, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 99
2. 論文標題 Gravitational particle creation for dark matter and reheating	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 43008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.99.043008	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 Hashiba Soichiro, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Gravitational reheating through conformally coupled superheavy scalar particles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2019/01/028	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 Kawasaki Masahiro, Sekiguchi Toyokazu, Yamaguchi Masahide, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2018
2. 論文標題 Long-term dynamics of cosmological axion strings	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 910
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/pty098	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 Wang Yi、Wu Yi-Peng、Yokoyama Jun'ichi、Zhou Siyi	4. 巻 2018
2. 論文標題 Hybrid quasi-single field 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 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2018/07/068	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 He Minxi、Starobinsky Alexei A.、Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2018
2. 論文標題 Inflation in the mixed Higgs-R2 model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2018/05/064	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 Nakama Tomohiro、Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Reheating through the Higgs amplified by spinodal instabilities and gravitational creation of gravitons	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptz014	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 Nakama Tomohiro、Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 99
2. 論文標題 Micro black holes formed in the early Universe and their cosmological implications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 61303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.99.061303	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 Oshita Naritaka, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 33
2. 論文標題 Creation of an inflationary universe out of black hole space-time	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Modern Physics A	6. 最初と最後の頁 1844005 ~ 1844005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0217751X18440050	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. Abbott et al including K. Cannon, Y. Itoh, and J. Yokoyama	4. 巻 21
2. 論文標題 Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with Advanced LIGO, Advanced Virgo and KAGRA	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Living Reviews in Relativity	6. 最初と最後の頁 1-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41114-018-0012-9	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 該当する

1. 著者名 B.P. Abbott et al including Kipp Cannon	4. 巻 119
2. 論文標題 GW170817: Observation of Gravitational Waves from a Binary Neutron Star Inspiral	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	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) 10.1103/PhysRevLett.119.161101	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 Kamae Tuneyoshi, Lee Shiu-Hang, Makishima Kazuo, Shibata Shinpei, Shigeyama Toshikazu	4. 巻 70
2. 論文標題 Evidence for GeV cosmic rays from white dwarfs in the local cosmic ray spectra and in the gamma-ray emissivity of the inner Galaxy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy010	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 Tahara Hiroaki W H, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2018
2. 論文標題 CMB B-mode auto-bispectrum produced by primordial gravitational waves	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 013E03 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptx185	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 Horiguchi Koichiro, Ichiki Kiyotomo, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2017
2. 論文標題 Revisiting the oscillations in the cosmic microwave background angular power spectra at $l=120$ in the Planck 2015 data	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptx121	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 KAGRA collaboration (including J. Yokoyama and Y. Itoh)	4. 巻 2018
2. 論文標題 Construction of KAGRA: an Underground Gravitational Wave Observatory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 013F01
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptx180	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 B.P. et al including Kipp Cannon	4. 巻 848
2. 論文標題 Multi-messenger Observations of a Binary Neutron Star Merger	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 L12 ~ L12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/aa91c9	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 Abott B.P. et al including Kipp Cannon	4. 巻 551
2. 論文標題 A gravitational-wave standard siren measurement of the Hubble constant	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 85-88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nature24471	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 K. Ohara et al including Y. Itoh and J. Yokoyama	4. 巻 14
2. 論文標題 Development of KAGRA Algorithmic Library (KAGALI)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of 14th Marcel Grossman Meeting	6. 最初と最後の頁 3170-3174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/9789813226609_0404	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Carr B.J., Kohri Kazunori, Sendouda Yuuiti, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 94
2. 論文標題 Constraints on primordial black holes from the Galactic gamma-ray background	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 44029
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.94.044029	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 S. Morisaki, J. Yokoyama, K. Eda and Y. Itoh	4. 巻 B92
2. 論文標題 Toward the detection of gravitational waves under non-Gaussian noises II. Independent Component Analysis	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proc. Japan Acad.	6. 最初と最後の頁 336-345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2183/pjab.92.336	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 Fujita Tomohiro, Gao Xian, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 1602
2. 論文標題 Spatially covariant theories of gravity: disformal transformation, cosmological perturbations and the Einstein frame	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/02/014	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 Kuroyanagi Sachiko, Hiramatsu Takashi, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 1602
2. 論文標題 Reheating signature in the gravitational wave spectrum from self-ordering scalar fields	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/02/023	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 -

1. 著者名 Ringeval Christophe, Yamauchi Daisuke, Yokoyama Jun'ichi, Bouchet Fran?ois R.	4. 巻 1602
2. 論文標題 Large scale CMB anomalies from thawing cosmic strings	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/02/033	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 Mazumdar Anupam, Saikawa Ken'ichi, Yamaguchi Masahide, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 93
2. 論文標題 Possible resolution of the domain wall problem in the NMSSM	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 25002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.93.025002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hayashinaka Takahiro, Fujita Tomohiro, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 1607
2. 論文標題 Fermionic Schwinger effect and induced current in de Sitter space	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/07/010	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 Hayashinaka Takahiro, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 1607
2. 論文標題 Point splitting renormalization of Schwinger induced current in de Sitter spacetime	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/07/012	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 Moghaddam Hossein Bazrafshan, Brandenberger Robert, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 95
2. 論文標題 Note on reheating in G inflation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 63529
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.95.063529	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 Oshita Naritaka, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2016
2. 論文標題 Entropic interpretation of the Hawking-Moss bounce	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 5100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptw053	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 Suzuki Akihiro, Maeda Keiichi, Shigeyama Toshikazu	4. 巻 834
2. 論文標題 HYDRODYNAMICAL INTERACTION OF MILDLY RELATIVISTIC EJECTA WITH AN AMBIENT MEDIUM	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/834/1/32	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Komiya Yutaka, Shigeyama Toshikazu	4. 巻 830
2. 論文標題 CONTRIBUTION OF NEUTRON STAR MERGERS TO THE r-PROCESS CHEMICAL EVOLUTION IN THE HIERARCHICAL GALAXY FORMATION	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/0004-637X/830/2/76	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Akihiro, Maeda Keiichi, Shigeyama Toshikazu	4. 巻 825
2. 論文標題 2D RADIATION-HYDRODYNAMIC SIMULATIONS OF SUPERNOVA SHOCK BREAKOUT IN BIPOLAR EXPLOSIONS OF A BLUE SUPERGIANT PROGENITOR	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/0004-637X/825/2/92	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masuyama Miyu, Shigeyama Toshikazu, Tsuboki Yoichiro	4. 巻 68
2. 論文標題 Spherical explosion with a central energy source	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	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) 10.1093/pasj/psv140	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 B.P. Abbott et al including Kipp Cannon	4. 巻 6
2. 論文標題 Binary Black Hole Mergers in the First Advanced LIGO Observing Run	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review X	6. 最初と最後の頁 41015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevX.6.041015	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 B.P. Abbott et al including Kipp Cannon	4. 巻 116
2. 論文標題 GW151226: Observation of Gravitational Waves from a 22-Solar-Mass Binary Black Hole Coalescence	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 241103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.116.241103	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 B.P. Abbott et al including Kipp Cannon	4. 巻 826
2. 論文標題 LOCALIZATION AND BROADBAND FOLLOW-UP OF THE GRAVITATIONAL-WAVE TRANSIENT GW150914	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 L13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8205/826/1/L13	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 B.P. ABBOTT et al including Kipp Cannon	4. 巻 116
2. 論文標題 Tests of General Relativity with GW150914	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 22101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.116.221101	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 T.Kobayashi, M.Yamaguchi and J.Yokoyama	4. 巻 1507
2. 論文標題 Galilean Creation of the Inflationary Universe	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 JCAP	6. 最初と最後の頁 17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2015/07/017	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.Kunimitsu, T.Suyama, Y.Watanabe and J.Yokoyama	4. 巻 1508
2. 論文標題 Large tensor mode, field range bound and consistency in generalized G-inflation	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 JCAP	6. 最初と最後の頁 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2015/08/044	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 N.Oshita and J.Yokoyama	4. 巻 2016
2. 論文標題 Entropic interpretation of the Hawking-Moss bounce	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 PTEP	6. 最初と最後の頁 5300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptw053	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 A.Mazumdar, K.Saikawa, M.Yamaguchi and J.Yokoyama,	4. 巻 93
2. 論文標題 Possible resolution of the domain wall problem in the NMSSM	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 25002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.93.025002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 S.Kuroyanagi, T.Hiramatsu and J.Yokoyama	4. 巻 1602
2. 論文標題 Reheating signature in the gravitational wave spectrum from self-ordering scalar fields	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 JCAP	6. 最初と最後の頁 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/02/023	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 -

1. 著者名 T.Fujita, X.Gao and J.Yokoyama	4. 巻 1602
2. 論文標題 Spatially covariant theories of gravity: disformal transformation, cosmological perturbations and the Einstein frame	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 JCAP	6. 最初と最後の頁 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/02/014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 C.Ringeval, D.Yamauchi, J.Yokoyama and F.R.Bouchet,	4. 巻 1602
2. 論文標題 Large scale CMB anomalies from thawing cosmic strings	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 JCAP	6. 最初と最後の頁 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/02/033	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 T.Yamamoto, K.Hayama, S.Mano, Y.Itoh, and N.Kanda	4. 巻 93
2. 論文標題 Characterization of non-Gaussianity in gravitational wave detector noise	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 82005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.93.082005	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 P.Chen, T.Suyama, J.Yokoyama:	4. 巻 92
2. 論文標題 Spontaneous-scalarization-induced dark matter and variation of the gravitational constant	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 124016
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.92.124016	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 H. Komiya and T. Shigeyama	4. 巻 830
2. 論文標題 Contribution of Neutron Star Mergers to the r-Process Chemical Evolution in the Hierarchical Galaxy Formation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 76 (1-10)
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 Kamada Kohei, Kume Jun'ya, Yamada Yusuke, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2020
2. 論文標題 Gravitational leptogenesis with kination and gravitational reheating	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	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) 10.1088/1475-7516/2020/01/016	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 KAGRA collaboration J. Yokoyama, Y. Itoh, K. Cannon et al	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 該当する

1. 著者名 Yamada Yusuke, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Horndeski model in nonlinearly realized supergravity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP12(2019)041	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 Hashiba Soichiro, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 798
2. 論文標題 Dark matter and baryon-number generation in quintessential inflation via hierarchical right-handed neutrinos	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 135024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2019.135024	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 Hayashi Takumi, Kamada Kohei, Oshita Naritaka, Yokoyama Jun'ichi	4. 巻 2020
2. 論文標題 On catalyzed vacuum decay around a radiating black hole and the crisis of the electroweak vacuum	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP08(2020)088	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 Takei Yuki, Shigeyama Toshikazu	4. 巻 72
2. 論文標題 A numerical light curve model for interaction-powered supernovae	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa050	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 Terasaki Tomoki、Tsunada Daichi、Shigeyama Toshikazu	4. 巻 890
2. 論文標題 Fast Luminous Blue Transients in the Reionization Era and Beyond	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 L17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ab7240	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 Takei Yuki、Shigeyama Toshikazu	4. 巻 72
2. 論文標題 A numerical light curve model for interaction-powered supernovae	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa050	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. Abbott et al including K. Cannon	4. 巻 37
2. 論文標題 Model comparison from LIGO?Virgo data on GW170817's binary components and consequences for the merger remnant	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 45006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/ab5f7c	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 B.P. Abbott et al including K. Cannon	4. 巻 37
2. 論文標題 A guide to LIGO?Virgo detector noise and extraction of transient gravitational-wave signals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Classical and Quantum Gravity	6. 最初と最後の頁 55002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6382/ab685e	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 Nakamura Takashi, Ando Masaki, Kinugawa Tomoya, Nakano Hiroyuki, Eda Kazunari, Sato Shuichi, Musha Mitsuru, Akutsu Tomotada, Tanaka Takahiro, Seto Naoki, Kanda Nobuyuki, Itoh Yousuke	4. 巻 2016
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 Progress of Theoretical and Experimental Physics	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) 10.1093/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 -

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 22件 / うち国際学会 26件)

1. 発表者名 Jun'ichi Yokoyama
2. 発表標題 Gravitational wave data analysis with the independent component analysis
3. 学会等名 KAGRA data analysis workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jun'ichi Yokoyama
2. 発表標題 Reheating and spontaneous cogenesis after G-inflation
3. 学会等名 Joint Canada Asia Pacific Conference on General Relativity and Relativistic Astrophysics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jun'ichi Yokoyama
2. 発表標題 Approaches to inflationary cosmology
3. 学会等名 Summer School at Democritos Institute (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jun'ichi Yokoyama
2. 発表標題 Self-anisotropizing inflationary universe in Horndeski theory and beyond
3. 学会等名 7th International Conference on New Frontiers in Physics (ICNFP2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jun'ichi Yokoyama
2. 発表標題 Micro black hole remnant and Planckian interacting dark matter
3. 学会等名 CosPA2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横山順一
2. 発表標題 インフレーションからキネーション時の重力的ダークマター生成
3. 学会等名 インフレーション小研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 茂山俊和
2. 発表標題 重力崩壊型超新星爆発時に中心天体に戻ってくる物質を押し戻す活動性
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Creation of the inflationary universe out of a black
3. 学会等名 International Conference on Gravitation and Cosmology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 The Universe after G-inflation
3. 学会等名 Dark Side of the Universe (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Inflation (and dark energy): Large or Small?
3. 学会等名 4th Korea-Japan joint workshop on Dark Energy at KMI (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Creation of the inflationary universe out of a black hole
3. 学会等名 The First Symposium of the BRICS Association on Gravity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Approaches to inflationary cosmology
3. 学会等名 5th international meeting on frontiers of physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Spontaneous genesis after G inflation
3. 学会等名 3rd LeCosPA symposium ``Cosmic Prospects'' (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Shigeyama
2. 発表標題 Origin of r-process elements in dwarf spheroidal galaxies
3. 学会等名 Workshop on "Theories of Astrophysical Big Bangs (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 SUSY inflation? What else?
3. 学会等名 SUSY2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Tensor perturbations in spatially covariant gravity
3. 学会等名 CosPA 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 横山順一
2. 発表標題 初期宇宙と重力
3. 学会等名 理論天文学宇宙物理学懇談会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 横山順一
2. 発表標題 Gインフレーションの再加熱
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Shigeyama
2. 発表標題 Bright novae - Indications of the spectrum of MAXI J0158-744
3. 学会等名 7 years of MAXI: Monitoring X-ray Transients (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Galilean genesis of the inflationary universe
3. 学会等名 Gordon conference on string theory and cosmology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Galilean creation of the inflationary universe
3. 学会等名 COSMO15 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Gravitational waves from the early Universe
3. 学会等名 CosPA2015 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Birth of the inflationary universe and tensor perturbation
3. 学会等名 2nd LeCosPA symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Gravitational radiation and CMB anisotropy from cosmic strings created during inflation
3. 学会等名 Cosmic strings at Brazil (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 SUSY inflation? What else?
3. 学会等名 SUSY2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Tensor perturbations in spatially covariant gravity
3. 学会等名 CosPA2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Gravitational waves as a probe of the history of the universe
3. 学会等名 NORDITA program ``Gravitational waves from the early universe'' (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Yokoyama
2. 発表標題 Gravitational waves as a probe of the early universe
3. 学会等名 APCTP School/Workshop on Gravitational-wave cosmology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桑潤哉 関口豊和 森崎宗一郎 伊藤洋介 横山順一
2. 発表標題 The effectiveness of Independent Component Analysis with iKAGRA data : continuous waves
3. 学会等名 KAGRA 22nd f2f meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Kume, T. Sekiguchi, Y. Itoh, S. Morisaki and J. Yokoyama
2. 発表標題 Application of independent component analysis to KAGRA data
3. 学会等名 GWPAW 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田原弘章、小林努、横山順一
2. 発表標題 ホルンデスキー理論における静的球対称時空の角度方向摂動に対する安定性
3. 学会等名 日本物理学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山順一
2. 発表標題 重力波のサイエンス
3. 学会等名 CRC将来計画タウンミーティング(招待講演)
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	伊藤 洋介 (Itoh Yosuke) (60443983)	大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授 (24402)	
研究分担者	カンノン キップ (Cannon Kipp) (50777886)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授 (12601)	
研究分担者	茂山 俊和 (Shigeyama Toshikazu) (70211951)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授 (12601)	

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3件

国際研究集会 RESCEU workshop on space gravitational wave detection	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 9th RESCEU International Symposium "Gravitational-Wave Astrophysics in the High Event Rate Regime"	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 Gravitational Wave Physics and Astrophysics Workshop (GPAW2019)	開催年 2019年～2019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			
ロシア連邦	ランダウ理論物理学研究所			
韓国	延世大学			
その他の国・地域	香港科学技術大学			
ベルギー	ルーバンカトリック大学			
アメリカ合衆国	カリフォルニア工科大学	マサチューセッツ工科大学	ペンシルバニア州立大学	
カナダ	トロント大学			
中国	中山大学			
英国	ランカスター大学			
フランス	パリ天体物理学研究所			