

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：12601

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05887

研究課題名(和文)なぜ宇宙は加速するのか? - 徹底的究明と将来への挑戦 -

研究課題名(英文)Why does the Universe accelerate? -Exhaustive study and challenge for the future-

研究代表者

村山 斉(MURAYAMA, HITOSHI)

東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授

研究者番号：20222341

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 21,840,000円

研究成果の概要(和文): 本領域では、宇宙の極初期、また現在の宇宙の加速膨張の物理を解明することを目的とした。以下のものが主な成果である。(1) 弦理論の枠組みで、重力理論を整合的に量子論に組み込むことはできないという「swampland」問題を提起し、大きな議論を巻き起こした。(2) すばるイメージングデータの重力レンズ効果の精密測定と宇宙模型を比較することにより、宇宙論パラメータを正確に測定した。(3) LIGO重力波対応天体、ダークマターの候補である原始ブラックホールに関する理論的、観測的研究を進め、新たな研究領域を開拓した。(4) すばる多天体分光器、宇宙背景放射実験の基盤研究など確実に装置開発を進めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

加速宇宙の物理機構の解明に向け、すばる望遠鏡搭載の超広視野主焦点カメラHSCを用いたダークマターの3次元地図の作成、および宇宙論パラメータの測定、すばる超広視野多天体分光器PFSプロジェクトの準備研究、次世代宇宙マイクロ波背景放射CMB探査計画の推進を行った。加えて、異なる宇宙論データの横断的、統合的解析の新たな手法の開発、原始ブラックホールの理論的、観測的研究の新展開、なども得られた。また、超弦理論のみならず素粒子現象論やモデル・ビルディング、宇宙論に大きな影響を与えた量子重力のswampland条件等の究極理論の知見を得て、領域研究への展開を得た。

研究成果の概要(英文): The purpose of this innovative research area is to reveal the physics driving accelerating expansion of the universe that should have occurred at the beginning and is now happening today. Main achievements of our program are as follows. (1) Researchers in this program proposed the so-called "swampland" conjecture claiming that low-energy effective field theories involving gravity and quantum field theory are not compatible with string theory. (2) Using high-precision measurements of gravitational lensing effects from the Subaru imaging data, we obtained cosmological parameters. (3) We carried out theoretical and observational researches on primordial black holes that are candidates of dark matter and LIGO gravitational wave counterparts. (4) We carried out developments of instrumentation on the cosmic microwave background experiments and the Subaru multi-object spectrograph.

研究分野：素粒子論

キーワード：インフレーション ダークエネルギー ダークマター ニュートリノ 宇宙物理 素粒子

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

Ia型超新星の光度と赤方偏移の観測の結果、現在の宇宙は加速膨張していることが報告され、この発見に2011年のノーベル賞が与えられた。加速膨張を引き起こす未知のエネルギー源はダークエネルギーと呼ばれるが、その正体は不明である。一方、宇宙の極初期に爆発的な加速膨張があったというインフレーション理論は、宇宙背景放射(CMB)の観測衛星WMAP以降のデータで次々と検証され、まだ直接の証拠はないものの、状況証拠が出そろった。つまり、宇宙の極初期と、現在とで宇宙膨張が加速しているという観測的な証拠が確立している。なぜ宇宙膨張は加速するのか？インフレーション、アインシュタインの宇宙定数という「理論」が「説明」に使われているものの、様々な不自然さを抱えており、到底満足できる説明とは言えない。

一方、銀河や銀河団に代表される宇宙の大規模構造は、インフレーション中に生成された量子揺らぎが種となり、宇宙の質量密度の大部分を占めるダークマターの引力の作用で揺らぎが増幅されて形成された。しかし、加速膨張は揺らぎをならず方向に働くため、大規模構造はダークマターとダークエネルギーとの競争によって発展してきた。すなわち、大規模構造と加速膨張の研究は、同じコインの表と裏として深く関わり合う。

宇宙の極初期と、現在の宇宙の加速膨張の物理を究明することを目指し、世界中で宇宙背景放射、広天域銀河サーベイが稼働中あるいは計画中である。本領域発足時は、日本でもすばる望遠鏡の超広視野首相点カメラHyper Suprime-Cam(HSC)による大規模銀河イメージングサーベイが始まったところであった。また、日本が主体となって参画している宇宙背景放射の地上、衛星実験の準備研究も進んでいた。

2. 研究の目的

本領域「加速宇宙」では、宇宙の加速膨張の大問題に迫るべく、超弦理論から観測・実験、統計解析に至る総合的なアプローチを提案し、すばる望遠鏡と宇宙マイクロ波背景放射を始めとするこれまでにない画期的な観測データと新たなアイデア、それを結ぶデータ解析によって当該研究領域の飛躍的発展を実現する。研究期間内で物理の成果をあげるために、総括班は領域全体の研究活動をモニターし、自己評価を行い、各計画研究に適切な助言を行う。

3. 研究の方法

宇宙の加速膨張の物理を究明するために、トップダウン型理論研究(C01班)とボトムアップ型理論研究(A01班-A03班)から指針を得て、世界最先端の宇宙観測計画研究(B01班-B03班)と将来宇宙観測計画(B01班、B03班、B04班)から確実に研究成果を出す。また、各計画研究のあいだの協奏を促し、特に究極物理解析のD01班を通して、相乗的に研究を進展させ、結果として融合研究領域を開拓することを目指す。また、公募研究では各研究項目に相補的な研究テーマ、萌芽的研究テーマ、あるいは異なる研究項目を繋ぐ融合研究型の研究テーマを採択し、より包括的な領域研究の展開を目指した。

本領域の研究を確実に達成するために総括班は強力なマネジメントを発揮し、以下の活動を基に領域を運営する。(1)定期的な戦略ミーティング(ビデオ、電話会議)領域全体、各計画研究および公募研究の進捗状況を把握し、問題点への対処とより有効な研究方法を検討する。また領域内研究の連携・協奏を促進する活動を行う。(2)院生、若手研究者対象、また研究者発掘を目的としたスクール、ワークショップを開催する。(3)加速宇宙に関連する研究テーマを絞り、研究成果の発表の場、あるいは異なる研究分野・専門の研究者間の意見交換、議論を目的とした研究会を開催。(4)各年度領域全体の研究者を集め、研究の進捗状況、議論の場、あるいは新しいアイデア、serendipity(思いがけない発見)を歓迎する全体シンポジウムを開催。(5)関連分野の世界的な著名な研究者を招聘し、啓蒙活動、モチベーションを与えるセミナー、情報交換の場を設ける。(6)院生、若手研究者を育成し、グローバルマーケットにおいて競争に勝ち抜ける人材を育成し、その後のキャリアパスの確保に可能な限り対処する。(7)領域で得られた研究成果については積極的にホームページなどを通して発信し、社会に還元する。(8)一般講演などアウトリーチ活動を行う。

4. 研究成果

本領域「加速宇宙」での総括班としての研究成果は以下の通りである。実際の査読論文で発表された研究成果については、事後評価報告書で詳しく述べる。

(1) 研究成果

本領域研究期間で得られた主な研究成果は以下の通りである。

「swampland」問題：D01 班「究極理論」の研究代表者の大栗らは、超弦理論の枠組みで、重力理論を整合的に量子論に組み込むことができないという「swampland」問題を提起し、業界に活発な議論を巻き起こした(Obied, Ooguri et al. 2018 ; 2018 年のその分野での最多引用論文)。領域代表者らは、swampland 問題が帰結するインフレーション、ダークエネルギーの性質について議論し、また領域の実験、観測による検証可能性を議論した論文を発表した(Chiang, Leedom, Murayama et al. 2019)。まさに極初期、現在の「加速宇宙」の物理に迫る研究成果であり、領域全体、関連する研究分野に大きな影響を及ぼした。

すばる HSC による精密宇宙論：領域期間中にすばる超広視野カメラ HSC による広天域銀河イメージングサーベイのデータを取得した。B02、B03 班の研究者らを中心に、この HSC サーベイの約 1000 万個の銀河の形状から宇宙の重力レンズ効果を精密に測定し、ダークマターの総量、現在の宇宙構造の成長の度合いを記述する物理パラメータを測定した(Hikage et al. 2019)。また、このすばるデータの結果から、ダークエネルギーの性質についても知見が得られた。日本がリードするデータに基づく宇宙論の観測的研究では初めての成果であり、本領域の推進により実現した成果と言える。すばる HSC と Planck が示唆する宇宙モデルには 2 程度の矛盾があり、標準模型を超える物理を示唆している可能性があり、今後の研究の新たな展開も期待できる。

原始ブラックホール研究の新展開：本領域発足直後に、LIGO 重力波実験によりブラックホール連星系からの重力波が検出された。しかし、その連星のブラックホールは太陽質量の 30 倍程度もあり、それまでの天体物理・天文学の常識、予想を覆す結果であった。LIGO ブラックホールの起源は大きな謎になっているが、A01 班の研究者らが中心になり、宇宙初期に形成された可能性がある原始ブラックホールが LIGO 重力波対応天体である可能性を世界に先駆けて指摘した(Sasaki et al. 2016)。その後 A02 班の研究者らも、ダークマター総量を説明し得る原始ブラックホールの生成機構を備えたインフレーションモデルの提案などの研究成果を発表した(Inomata et al. 2017)。さらに、B03 班らの研究者らが中心に、すばる HSC のアンドロメダ銀河の重力マイクロレンズ効果の探査から、太陽系小天体の質量程度の原始ブラックホールの存在量を世界で初めて制限した(Niikura et al. 2019)。このように、本領域の研究者らが中心に、原始ブラックホールの研究の新たな展開を作り、活発な議論を巻き起こしている。この成果は、本領域発足時には予想し得なかった研究成果であり、異なる分野、専門の研究者が参加する新領域が推進する共同研究によって実現したと言える。

LiteBIRD 衛星の推進：本領域の研究者が中心に推進する次世代宇宙背景放射衛星計画 LiteBIRD が、宇宙研の次期戦略的中型 2 号機の計画に選定された。本領域の研究者らによる宇宙背景放射地上実験の確実な成果、経験が認められた結果と言える。

装置開発：本領域の研究費を元に、CMOS センサーの開発(B02 班)、宇宙背景放射の地上実験(B01)、すばる超広視野多天体分光器の赤外線分光器(B03 班)、TMT のための光周波数コムシステムの開発(B04 班)、などの装置開発、基盤整備の研究が確実に進展した。

解析手法：実験・観測計画研究 B01、B02、B03、B04 班をまたぐ広範なデータを包括的に解析する新しいツールと手法を確立した。

など、これらが主な研究成果であり、総括班のマネジメントによる共同研究の促進がもたらした成果と言える。これ以外にも様々な成果があるが、事後評価報告書で詳しく述べる。

(2) 研究会、シンポジウムの開催

領域期間中に、総括班のメンバーを中心に、様々なレベルのワークショップ、研究会、シンポ

ジウムを開催した。その数例を挙げれば、大学院生、博士研究員を対象にした、領域の研究テーマの啓蒙を目的とした学校、ワークショップを開催した（2016年度のダークマターに関する秋の学校など）。大学院生、博士研究員を中心に、研究成果の発表の場として、「観測的宇宙論研究会」を毎年様々な大学で開催してきた（京都大学、広島大学、弘前大学、山口大学、東北大学）。さらに、各年度末には領域全体のシンポジウムを開催し、各研究班の成果発表、進捗状況の報告の場を設けた。2018年度、2019年度には、シンポジウム終了後に、領域内の研究テーマで世界的に活躍する招待講演者を招き、国際会議も開催した。

（3）著名研究者の招聘

総括班のメンバーを中心に、各分野で世界的に活躍する著名研究者を招聘し、意見交換の場を持ち、また国際ネットワークの構築を目指した。例えば、宇宙背景放射、宇宙の構造形成の研究で世界的に活躍するプリンストン高等研究所の Matias Zaldarriaga 教授（2016年に招聘）、弦理論、重力理論の研究の権威であるカリフォルニア大学サンタバーバラ校の Gary Horowitz 教授（2017年）、宇宙背景放射の研究の権威であるシカゴ大学 John Carlstrom 教授（2017年）、宇宙論の研究で活躍するカリフォルニア大学バークレー校宇宙論センター長 Uros Seljak 教授（2018年）、宇宙論・宇宙物理で著名なプリンストン大学 David Spergel 教授（2018年）などを招聘し、有意義な議論の場を設けた。

（4）若手研究者、人材の育成

領域の研究を通し、大学院生、博士研究員を育成した。これも事後評価報告書で詳しく述べるが、例えば、奥村哲平氏（カブリ IPMU 博士研究員 台湾天文及天体物理研究所准教授）、斎藤俊氏（カブリ IPMU 博士研究員 Missouri University of Science and Technology 助教授）、横崎統三氏（東北大助教 中国浙江大学助教授）、石垣美保氏（カブリ IPMU 博士研究員 東北大博士研究員 国立天文台助教）、須山輝明氏（東京大学助教 東工大准教授）、横山修一郎氏（立教大特任助教 名古屋大学助教）などがある。国際的な人材を輩出したことは特筆すべき成果である。領域内で、修士論文 10 件程度、博士論文 15 件程度の取得があり、確実に院生を育成し、次世代の研究者候補を輩出した。

（5）アウトリーチ

総括はリードの下、積極的にアウトリーチ活動を行い、領域で得られた研究成果を社会に還元することに留意した。その数例を挙げれば、領域代表者の村山がメインキャストを務めた NHK 「村山斉の宇宙をめぐる大冒険」は 2017 年 1 月 6 日に放送され、その後も何度も再放送されるなど、大きな反響を呼んだ。本領域の成果が「観測成功の重力波、起源は原始ブラックホールの衝突か」などのタイトルで NHK 朝のニュース「おはよう日本」などで紹介された（2016 年）。NHK 総合番組「チコちゃんに叱られる！」に D01 班代表の大栗博司が出演、2019 年 4 月 19 日、20 日「重力って何？」について解説した。大栗博司が科学監修を務めた 3D ドームシアター映像作品『9 次元からきた男』（<http://www.miraikan.jst.go.jp/sp/9dimensions/>）が、2016 年 4 月より日本科学未来館で上映されている。

これに加えて、全国の大学で本領域の研究成果について一般講演会のシリーズを開催し、幅広い年齢層の一般の方からの反響を得た。東京大学、愛媛大学、弘前大学、広島大学、東北大学、熊本大学で開催した。

これ以外にも研究成果のホームページからの配信、様々なアウトリーチを行っており、加速宇宙に関する研究成果を広く発信している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件／うち国際共著 18件／うちオープンアクセス 19件）

1. 著者名 Chu Xiaoyong, Garcia-Cely Camilo, Murayama Hitoshi	4. 巻 124
2. 論文標題 Finite-Size Dark Matter and its Effect on Small-Scale Structure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 1 - 7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevLett.124.041101	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 Dror Jeff A., Hiramatsu Takashi, Kohri Kazunori, Murayama Hitoshi, White Graham	4. 巻 124
2. 論文標題 Testing the Seesaw Mechanism and Leptogenesis with Gravitational Waves	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 1 - 6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevLett.124.041804	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 Hall Eleanor, Konstandin Thomas, McGehee Robert, Murayama Hitoshi, Servant Geraldine	4. 巻 2020
2. 論文標題 Baryogenesis from a dark first-order phase transition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 1 - 14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/JHEP04(2020)042	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 Henning Brian, Lu Xiaochuan, Melia Tom, Murayama Hitoshi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Erratum to: 2, 84, 30, 993, 560, 15456, 11962, 261485, ...: higher dimension operators in the SM EFT	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 1 - 2
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/JHEP09(2019)019	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 Chiang Chien-I, Leedom Jacob M., Murayama Hitoshi	4. 巻 100
2. 論文標題 What does inflation say about dark energy given the swampland conjectures?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1 - 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.100.043505	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 Hochberg Yonit, Kuflik Eric, Murayama Hitoshi	4. 巻 99
2. 論文標題 Twin Higgs model with strongly interacting massive particle dark matter	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1103/PhysRevD.99.015005	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 Hochberg Yonit, Kuflik Eric, McGehee Robert, Murayama Hitoshi, Schutz Katelin	4. 巻 98
2. 論文標題 Strongly interacting massive particles through the axion portal	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.98.115031	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 Chu Xiaoyong, Garcia-Cely Camilo, Murayama Hitoshi	4. 巻 122
2. 論文標題 Velocity Dependence from Resonant Self-Interacting Dark Matter	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.122.071103	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 Hook Anson, McGehee Robert, Murayama Hitoshi	4. 巻 98
2. 論文標題 Cosmologically viable low-energy supersymmetry breaking	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	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) 10.1103/PhysRevD.98.115036	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 Murayama Hitoshi, Yamazaki Masahito, Yanagida Tsutomu T.	4. 巻 2018
2. 論文標題 Do we live in the swampland?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP12(2018)032	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 Hochberg Yonit, Kuflik Eric, Murayama Hitoshi	4. 巻 97
2. 論文標題 Dark spectroscopy at lepton colliders	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.97.055030	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 Henning Brian, Lu Xiaochuan, Murayama Hitoshi	4. 巻 2018
2. 論文標題 One-loop matching and running with covariant derivative expansion	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP01(2018)123	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 Henning Brian, Lu Xiaochuan, Melia Tom, Murayama Hitoshi	4. 巻 2017
2. 論文標題 2, 84, 30, 993, 560, 15456, 11962, 261485, . . . : higher dimension operators in the SM EFT	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 1-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP08(2017)016	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 Choi Soo-Min, Hochberg Yonit, Kuflik Eric, Lee Hyun Min, Mambri Yann, Murayama Hitoshi, Pierre Mathias	4. 巻 2017
2. 論文標題 Vector SIMP dark matter	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 1-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP10(2017)162	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 Henning Brian, Lu Xiaochuan, Melia Tom, Murayama Hitoshi	4. 巻 2017
2. 論文標題 Operator bases, S-matrices, and their partition functions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP10(2017)199	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 Binder Tobias, Covi Laura, Kamada Ayuki, Murayama Hitoshi, Takahashi Tomo, Yoshida Naoki	4. 巻 2016
2. 論文標題 Matter power spectrum in hidden neutrino interacting dark matter models: a closer look at the collision term	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	6. 最初と最後の頁 43-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1475-7516/2016/11/043	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 Hochberg Yonit、Kuflik Eric、Murayama Hitoshi	4. 巻 2016
2. 論文標題 SIMP spectroscopy	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 1-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP05(2016)090	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 Henning Brian、Lu Xiaochuan、Murayama Hitoshi	4. 巻 2016
2. 論文標題 How to use the Standard Model effective field theory	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 1-94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP01(2016)023	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 Hochberg Yonit、Kuflik Eric、Murayama Hitoshi、Volansky Tomer、Wacker Jay G.	4. 巻 115
2. 論文標題 Model for Thermal Relic Dark Matter of Strongly Interacting Massive Particles	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	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/PhysRevLett.115.021301	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0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

新学術領域「なぜ宇宙は加速するのか？-徹底的究明と将来への挑戦-」
<http://acceleration.ipmu.jp>
 カブリ数物連携宇宙研究機構
<http://www.ipmu.jp>

領域全体のプロジェクトマネジメントをあずかる総括班のため、論文発表、学会発表はないが、領域代表者村山のみによる論文は、各計画研究班に所属していないためここにリストした。

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	片山 伸彦 (Katayama Nobuhiko) (50290854)	東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授 (12601)	
研究分担者	樽家 篤史 (Taruya Atsushi) (40334239)	京都大学・基礎物理学研究所・准教授 (14301)	追加：2019年1月10日(2019年度限り)