

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 30 日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05460

研究課題名(和文) 銀河系外活動天体の宇宙論的役割の研究

研究課題名(英文) Study of the Cosmological Roles of Extragalactic Active Objects

研究代表者

井上 進 (Inoue, Susumu)

国立研究開発法人理化学研究所・数理創造プログラム・研究員

研究者番号：80413954

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：銀河系外活動天体の宇宙論的役割について、多角的な理論・観測研究を推進した。活動銀河核から放出されるウィンドは、母銀河のガスと相互作用してその進化に重要な影響を及ぼしていると考えられるが、その際起きるガンマ線・ニュートリノ放射の理論モデルを構築し、最新の観測結果の説明に成功した。また、高速電波バーストなどの明るい突発天体は、遠方宇宙を探る貴重な手段となりうるが、宇宙再電離の探査法について考察を行い、新たな知見が得られた。さらに、ブレイザー天体からのニュートリノの発見や、ガンマ線バーストからの高エネルギーガンマ線発見など、画期的な観測成果に携わり、その理論的解釈にも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1) 高エネルギー宇宙物理学と観測的宇宙論という、大きく異なる二分野をまたぐ研究である。双方にとって従来とは異なる観点が開け、新たな進展へとつながられる可能性が高い。2) 理論と観測が密着した研究である。理論が中心ではあるが、代表者は観測の提案・参加の経験も豊富で、将来計画にも加わっているため、観測的な議論・検討も平行して進められた。3) 活発な国際交流を伴う研究である。代表者は様々な国際観測計画に参加しており、理論研究でも多数の外国人研究者と共同研究を継続している。その人脈を活かし、国際交流を促進できた。

研究成果の概要(英文)：The cosmological role of extragalactic active objects were studied from diverse perspectives. Winds ejected by active galactic nuclei are thought to interact with gas in the host galaxy and affect its evolution in important ways. The accompanying gamma-ray and neutrino emission were theoretically modelled, and successfully compared with the latest observations. Bright transient objects such as fast radio bursts can serve as valuable probes of the distant Universe. New insights were obtained concerning their role in probing cosmic reionization. Furthermore, groundbreaking new observational results were obtained, such as the discovery of a neutrino from a blazar, and discovery of high-energy gamma rays from a gamma-ray burst, together with their theoretical interpretation.

研究分野：高エネルギー宇宙物理学および宇宙論の理論・観測研究

キーワード：高エネルギー宇宙物理学 宇宙論 ガンマ線 ニュートリノ 活動銀河核 ガンマ線バースト 高速電波バースト 中性子星連星

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

活動銀河核 (AGN) は、銀河の中心部に存在する超巨大ブラックホールが動力源となり、電波からガンマ線に渡って明るく輝く天体である。多くの AGN は、細く収束されたジェットや、広角に広がるウィンドとして、高速・高強度のプラズマを放出していることが知られているが、その形成機構は、長年の研究にも関わらず未解明である。また、AGN ウィンドは、母銀河のガスを加熱・加圧してフィードバック効果を及ぼすことで、観測される銀河・ブラックホール共進化の主因となっているとも考えられ、近年特に注目されている。このガス加熱の過程では、衝撃波による高エネルギー粒子加速とそれに起因する非熱的放射も必然的に起きるはずで、特に電波やガンマ線放射は、ウィンド形成やフィードバックの物理機構について重要な情報をもたらす。観測的宇宙論の新たな手段となる可能性を秘めている。このような AGN ウィンド・フィードバックに伴う非熱的放射の研究は、ほぼ未開拓と言ってよい。

ガンマ線バースト (GRB) は、数秒の間、宇宙で最も明るく輝く爆発現象である。そのうち、継続時間が約 2 秒以上の long GRB (LGRB) は、大質量星の崩壊で起きると考えられている一方、継続時間が約 2 秒以下の short GRB (SGRB) は、起源として中性子星連星合体が有力視され、重力波源の対応天体候補としても脚光を浴びている。AGN や LGRB は、赤方偏移 7 以上でも存在が確認され、宇宙最遠方クラスの天体であるが、広い波長域で明るく、遠方でも観測しやすい性質を持っている。一方で、SGRB や、近年発見された、まだ正体不明の高速電波バースト (FRB) は、典型的には赤方偏移 1 以下の、比較的近傍宇宙の天体と考えられている。これらの天体の放射が宇宙空間を伝播する間に起きる様々な吸収・散乱・再放射過程等の効果を観測することで、AGN や LGRB は、初期宇宙の状態や宇宙再電離などについて、SGRB や FRB は、近傍の銀河間物質や宇宙大規模構造について、貴重な新情報をもたらすと期待される。このような銀河系外活動天体を利用した観測的宇宙論の研究は、様々な観点から発展の余地が多いにある。

さらに、AGN や GRB は、電磁波のみならず、宇宙線やニュートリノを生成する天体として有力候補であり、宇宙ガンマ線背景放射、最高エネルギー宇宙線、高エネルギーニュートリノなど、未解明の高エネルギー宇宙現象の起源となっている可能性がある。この分野は、すでに多くの研究があるが、上記 AGN ウィンド・フィードバックなどと結びつけた研究はまだほとんどない。このような研究は、逆に AGN ウィンドやフィードバックそのものの物理に対し、新たな視点から解明の光を当てることにもなる。

これらの天体に関する観測は、近年著しい進展を見せており、近い将来一層の進歩が期待できる。現在、ガンマ線では Fermi 衛星、MAGIC など、最高エネルギー宇宙線では TA (Telescope Array)、Auger Observatory、高エネルギーニュートリノでは IceCube などが活躍している。代表者はすでに自らの提案で MAGIC による観測の経験があり、今後も状況に応じて理論予想に基づく新観測の提案ができる。初年度以降に起動予定の大型計画としては、電波で SKA (Square Kilometer Array)、GeV-TeV ガンマ線で CTA (Cherenkov Telescope Array) があるが、代表者はどちらも国際 Science Working Group のメンバーであり、上記の観点からの観測戦略やサイエンスケースの検討を強く求められている。

2. 研究の目的

活動銀河核・ガンマ線バースト・高速電波バーストなど銀河系外活動天体の宇宙論的役割について、次のように多角的な理論研究を推進する。(1) 銀河形成・銀河間磁場・暗黒物質などを探るべく、上記活動天体の明るい多波長放射を利用した観測的宇宙論の新しい手法を提唱す

る。(2) 最高エネルギー宇宙線、高エネルギーニュートリノ、宇宙ガンマ線背景放射など未解明の高エネルギー宇宙現象の起源として、上記活動天体に基づく理論を構築し、観測と比較しながら発展させる。(3) 1,2 の考察を通じ、上記活動天体の形成機構や宇宙論的進化について、今後の観測から新たな知見を習得する。(4) 進展著しい電波・ガンマ線・宇宙線・ニュートリノ・重力波などの最新観測に配慮し、状況に応じて自ら新観測を推進し、さらに将来計画の観測戦略・サイエンスケースを検討する。

3．研究の方法

初年度は、すでに提唱している AGN ウィンド・フィードバックに伴う非熱的放射の理論、近傍天体の二次ガンマ線を用いた銀河間磁場の探査法、FRB の電波分散を用いた小スケール密度ゆらぎの探査法を各々発展させ、今後の電波・ガンマ線観測との比較に備えることを主とする。次年度以降は、新たな課題として、AGN フィードバック起源の宇宙ガンマ線背景放射・高エネルギーニュートリノ・最高エネルギー宇宙線への寄与の評価、および 21cm 線吸収を用いた暗黒物質を制限する手法の研究に取り組む。そしてこれに基づき、最新の電波・ガンマ線観測を考慮しながら、MAGIC による新観測の提案、および CTA、SKA による将来観測の戦略を検討する。

4．研究成果

(1) AGN ウィンドと母銀河ガスの相互作用に起因する高エネルギー粒子加速・非熱的放射について、従来より詳細なモデルを構築した。起源が未解明のガンマ線背景放射およびニュートリノ背景放射への寄与を調べた結果、場合によっては大きな寄与が可能であることがわかった。また、ニュートリノ源であることが示唆されている AGN の NGC 1068 にモデルを適用し、電磁波観測と無矛盾に解釈できることを示した。

(2) FRB の電波分散効果の観測を通じ、宇宙における水素・ヘリウム双方の再電離履歴を探れる可能性を検討し、将来的に、よくわかっていない低光度クエーサーの寄与と進化について、貴重な情報が得られることを示した。

(3) 中性子星連星合体 GW170817 の重力波・電磁波による発見を受け、中性子星合体における r 過程重元素合成の検証方法として、X 線高分散分光観測の可能性を提唱した。

(4) IceCube 天文台によって検出された高エネルギーニュートリノ IC-170922A の対応天体として、明るいブレーザー天体 TXS 0506+056 が発見された (Science 誌論文掲載)。この天体の多波長電磁波・ニュートリノ観測の統合的な解釈として、ジェットの空間構造を考慮したモデル、ガンマ線のハドロン起源放射が卓越するモデル、降着流起源の外部光子に基づくモデルなどを提唱した。

(5) GRB からの TeV 帯域ガンマ線が、GRB 190114C で初めて発見されたが、多波長観測データと詳細な理論モデルを比較し、残光における逆コンプトン放射である可能性が高いことを突き止めた (Nature 誌論文掲載)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 26件 / うち国際共著 26件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 The IceCube Collaboration, Fermi-LAT, MAGIC, AGILE, ASAS-SN, HAWC, H.E.S.S., INTEGRAL, Kanata, Kiso, Kapteyn, Liverpool Telescope, Subaru, Swift/NuSTAR, VERITAS, VLA/17B-403 teams	4. 巻 361
2. 論文標題 Multimessenger observations of a flaring blazar coincident with high-energy neutrino IceCube-170922A	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 eaat1378
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aat1378	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 Ansoldi S., Bernardini E., Bhattacharyya W., Inoue S., Tavecchio F., Cerruti M. et al.	4. 巻 863
2. 論文標題 The Blazar TXS 0506+056 Associated with a High-energy Neutrino: Insights into Extragalactic Jets and Cosmic-Ray Acceleration	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 L10~L10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/aad083	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 MAGIC Collaboration, Acciari V A, Hassan T, Hoang J, Inoue S, Marcote B et al.	4. 巻 481
2. 論文標題 Constraining very-high-energy and optical emission from FRB 121102 with the MAGIC telescopes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2479~2486
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/sty2422	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 Cerruti M, Zech A, Boisson C, Emery G, Inoue S, Lenain J-P	4. 巻 483
2. 論文標題 Leptohadronic single-zone models for the electromagnetic and neutrino emission of TXS 0506+056	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters	6. 最初と最後の頁 L12~L16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnrasl/sly210	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 Righi C, Tavecchio F, Inoue S	4. 巻 483
2. 論文標題 Neutrino emission from BL Lac objects: the role of radiatively inefficient accretion flows	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters	6. 最初と最後の頁 L127 ~ L131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnrasl/sly231	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 Acciari V A et al.	4. 巻 486
2. 論文標題 Measurement of the extragalactic background light using MAGIC and Fermi-LAT gamma-ray observations of blazars up to z=1	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 4233 ~ 4251
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz943	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 Inoue Susumu, Uchiyama Yasunobu, Arakawa Masanori, Renaud Matthieu, Wada Keiichi	4. 巻 849
2. 論文標題 Cosmic Rays and Non-thermal Emission Induced by Accretion of Cool Gas onto the Galactic Disk	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 22 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa8dfa	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 Liu Ruo-Yu, Murase Kohta, Inoue Susumu, Ge Chong, Wang Xiang-Yu	4. 巻 858
2. 論文標題 Can Winds Driven by Active Galactic Nuclei Account for the Extragalactic Gamma-Ray and Neutrino Backgrounds?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 9 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aaba74	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 Inoue Yoshiyuki, Khangulyan Dmitry, Inoue Susumu, Doi Akihiro	4. 巻 880
2. 論文標題 On High-energy Particles in Accretion Disk Coronae of Supermassive Black Holes: Implications for MeV Gamma-rays and High-energy Neutrinos from AGN Cores	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 40 ~ 40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab2715	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 Acciari V. A. et al.	4. 巻 883
2. 論文標題 Constraints on Gamma-Ray and Neutrino Emission from NGC 1068 with the MAGIC Telescopes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 135 ~ 135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab3a51	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 MAGIC Collaboration, Acciari V. A., Inoue S., Berti A., Noda K. et al.	4. 巻 575
2. 論文標題 Teraelectronvolt emission from the γ -ray burst GRB 190114C	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 455 ~ 458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-019-1750-x	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 MAGIC Collaboration, Acciari V. A., Nava, L., Moretti, E., Inoue S., et al.	4. 巻 575
2. 論文標題 Observation of inverse Compton emission from a long γ -ray burst	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 459 ~ 463
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-019-1754-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計37件（うち招待講演 16件 / うち国際学会 20件）

1. 発表者名 井上進
2. 発表標題 中性子星合体における高エネルギー現象とrプロセス
3. 学会等名 重力波観測時代のrプロセスと不安定核（和光・理研）（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 Interpreting the electroweak observations of the blazar TXS 0506+056: insights into extragalactic jets, neutrinos and cosmic rays
3. 学会等名 VHE Phenomena in the Universe (Quy Nhon, Vietnam) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上進
2. 発表標題 ブレーザー電弱放射の物理
3. 学会等名 高エネルギー宇宙物理学2018（東京・東大本郷）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上進、Elisa Bernardini、Fabrizio Tavecchio、Wrijuan Bhattacharya、Konstancja Satalecka、他MAGIC Collaboration
2. 発表標題 ブレーザー TXS 0506+056における高エネルギーガンマ線放射・ニュートリノ放射・宇宙線加速について
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会（姫路・兵庫県立大）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Matteo Cerruti、Andreas Zech、井上進、Catherine Boisson、Gabriel Emery、Jean-Philippe Lenain
2. 発表標題 ブレーザー TXS 0506+056の電磁波・ニュートリノ放射のハドロン成分卓越モデル
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会（姫路・兵庫県立大）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 Multi-messenger Transients in the CTA Era
3. 学会等名 The Extreme Universe Viewed in Very-High-Energy Gamma Rays (La Palma, Spain) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 GRB Science Prospects at the Dawn of the CTA Era
3. 学会等名 CTA Transient/MWL Science Working Group Meeting (Milano, Italy) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上進
2. 発表標題 Study of Cosmic Ray Origin and Transient Sources with CTA
3. 学会等名 日本物理春季学会（福岡・九州大伊都）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 Gravitational wave follow-up at Very High Energy: What do we expect? What do we learn?
3. 学会等名 MAGIC Physics Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 Transients Physics Working Group Report
3. 学会等名 MAGIC Collaboration Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Susumu Inoue, Koji Noda, Pierre Colin, Satoshi Fukami, Alessandro Carosi, Elena Moretti, Francesco Longo, Alessio Berti
2. 発表標題 Rapid follow-up observations of gamma-ray bursts with the MAGIC telescopes
3. 学会等名 35th International Cosmic Ray Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井上進、内山泰伸、荒川真範、Matthieu Renaud、和田桂一
2. 発表標題 銀河系ディスク外縁部への低温ガスの降着に伴う宇宙線加速と非熱的放射
3. 学会等名 高エネルギー宇宙物理学研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井上進、Sourav Mitra、Tirth Roy Choudhury、Andrea Ferrara
2. 発表標題 大質量星およびクエーサーによる宇宙再電離と高速電波バーストの分散測度
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Susumu Inoue, Yasunobu Uchiyama, Masanori Arakawa, Matthieu Renaud, Keiichi Wada
2. 発表標題 Cosmic Rays and Non-thermal Emission Induced by Accretion of Cool Gas onto the Outer Galactic Disk
3. 学会等名 Theories of Astrophysical Big Bangs (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井上進
2. 発表標題 ガンマ線バーストと遠方宇宙・元素の起源
3. 学会等名 ガンマ線バースト研究の新機軸 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 Short Gamma-Ray Bursts and Neutron Star Mergers at Very High Energy
3. 学会等名 8th International LHAASO Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 Multimessenger Transient Observations with MAGIC and Prospects for CTA
3. 学会等名 高エネルギーガンマ線でみる極限宇宙2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Susumu Inoue, Elisa Bernardini, Wriju Bhattacharya, Fabrizio Tavecchio, Konstancja Satalecka, Matteo Cerruti
2. 発表標題 IceCube-170922A + TXS 0506+056: Interpretation
3. 学会等名 MAGIC Physics Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Susumu Inoue, Kenta Hotokezaka, Kohta Murase, Aya Bamba, Shigehiro Nagataki, Yukikatsu Terada
2. 発表標題 X-raying r-process nucleosynthesis in neutron star mergers
3. 学会等名 重力波物理学・天文学：創世記シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上進、仏坂健太、村瀬孔大、馬場彩、長瀧重博、寺田幸功
2. 発表標題 中性子星合体におけるr-process元素合成のX線診断
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上進、仏坂健太、村瀬孔大、馬場彩、長瀧重博、寺田幸功
2. 発表標題 中性子星合体におけるr過程元素合成のX線診断
3. 学会等名 日本物理学会春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 High-Energy Neutrinos and Gamma Rays from Active Galactic Nuclei without Jets
3. 学会等名 3.学会等名 Multifrequency Behaviour of Cosmic High Energy Sources (Palermo, Italy) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue, Matteo Cerruti, Ruo-Yu Liu, Kohta Murase
2. 発表標題 High-Energy Neutrino and Gamma-Ray Emission from AGN-driven Winds
3. 学会等名 High Energy Phenomena in Relativistic Outflows VII (Barcelona, Spain) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue, Matteo Cerruti, Ruo-Yu Liu, Kohta Murase
2. 発表標題 High-Energy Neutrinos from Active Galactic Nuclei: The Role of Disk-driven Winds
3. 学会等名 Japan-Israel Workshop on High-Energy Astrophysics (Wako, Japan) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue, Lara Nava, Koji Noda et al.
2. 発表標題 MAGIC Observations of the Nearby Short GRB 160821B: Implications for Afterglow Physics, Neutron Star Mergers and Gravitational Wave Follow-up
3. 学会等名 36th International Cosmic Ray Conference (Madison, USA) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上進、Lara Nava、野田浩司、他MAGIC Collaboration
2. 発表標題 GRB 190114CのTeVガンマ線放射の物理
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会(熊本・熊本大)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上進、Lara Nava、野田浩司、他MAGIC Collaboration
2. 発表標題 MAGIC報告72: GRB 190114CのTeVガンマ線放射の物理
3. 学会等名 日本物理学会(山形・山形大)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 High-Energy Neutrinos from Active Galaxies without Strong Jets
3. 学会等名 Perspectives in Astroparticle Physics from High Energy Neutrinos (Berlin, Germany) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue, for the MAGIC Collaboration
2. 発表標題 Physics and multi-messenger implications of TeV gamma-ray emission from GRBs 190114C and 160821B
3. 学会等名 Multi-Messenger Astrophysics in the Gravitational Wave Era (Kyoto, Japan) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue, for the MAGIC Collaboration
2. 発表標題 Physics and implications of TeV emission from GRB 190114C detected by MAGIC
3. 学会等名 Gamma-Ray Bursts in the Gravitational Wave Era (Yokohama, Japan) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue, Kenta Hotokezaka, Kohta Murase et al.
2. 発表標題 X-raying r-process nucleosynthesis in neutron star mergers
3. 学会等名 Gamma-Ray Bursts in the Gravitational Wave Era (Yokohama, Japan) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue, for the MAGIC Collaboration
2. 発表標題 Physics of Gamma-Ray Bursts Detected by MAGIC and Prospects for CTA
3. 学会等名 高エネルギーガンマ線でみる極限宇宙2019(柏・宇宙線研) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue
2. 発表標題 Gamma-Ray Bursts at Very High Energies
3. 学会等名 CTA Linkages Meeting (Adelaide, Australia) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue, Matteo Cerruti, Ruo-Yu Liu, Kohta Murase
2. 発表標題 High-energy neutrino and gamma-ray emission from the AGN-driven wind in NGC 1068
3. 学会等名 TeV Particle Astrophysics 2019 (Sydney, Australia) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Susumu Inoue, for the MAGIC Collaboration
2. 発表標題 Gamma Ray Bursts at Very High Energies
3. 学会等名 10th International Workshop on Air Shower Detection at High Altitudes (Nanjing, China) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上進、仏坂健太、村瀬孔大、馬場彩、長瀧重博、寺田幸功
2. 発表標題 中性子星合体におけるr過程元素合成のX線診断
3. 学会等名 高感度・広帯域X線天文衛星FORCEで探る高エネルギー宇宙(京都・京大)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上進、 Matteo Cerruti、 Ruo-Yu Liu、 村瀬孔大
2. 発表標題 活動銀河核ウィンドからの高エネルギーニュートリノ・ガンマ線放射:NGC 1068の例
3. 学会等名 日本物理学会春季年会(名古屋・名大)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 J A Hinton, R A Ong, D Torres, R C G Chaves, R Mukherjee, D Mazin, L Gerard, J E Ward, P Giommi, A M Brown, S Inoue, M Ribo, E Bernardini, V Connaughton, J Granot, S Markoff, P O Brien, F Schussler, A Zech, J Biteau, M Daniel, T Hassan, E Lindfors, M Meyer	4. 発行年 2019年
2. 出版社 World Scientific Publishing	5. 総ページ数 364
3. 書名 Science with the Cherenkov Telescope Array	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Highly energetic neutrino traced back to a blazar http://www.riken.jp/en/research/rikenresearch/highlights/20181102_FY20180034/
--

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
---------	---------------------------	-----------------------	----