

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：32661

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03699

研究課題名(和文) 超微粒子原子核乾板と超解像飛跡解析法による方向感度を持った暗黒物質探索実験

研究課題名(英文) Directional Dark Matter Search using Super-fine Grained Nuclear Emulsion and Super-resolution Technologies

研究代表者

中 竜大 (NAKA, Tatsuhiro)

東邦大学・理学部・講師

研究者番号：00608888

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題期間において、超微粒子原子核乾板(NIT)デバイスにおけるデバイスからデータ解析の一連のプロセスにおける実用化とその性能評価を行った。特に、地上での初の方向感度を持つ暗黒物質探索実験の実施、イタリア・グランサッソ研究所(LNGS)においてデバイス製造環境を構築し、低バックグラウンド環境での地下実験体制を構築した。地上実験において、10GeV/c²領域の暗黒物質の方向感度を含めた制限を初めて導出し、地下実験においては実験から解析までを実行できる一連の技術基盤の構築を行い、バックグラウンド含めた事象解析とその理解を進めた。また、中性子測定の実用化、さらに一連の技術に対する高度化を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、世界で唯一のナノスケールの空間分解能を有する飛跡検出デバイスの実用化と暗黒物質検出において、他の実験では測定されていない新たな情報を取得するための検出器の実用化を達成したことに学術的意義がある。また、中性子の測定や超高分解能イメージングデバイスとしての応用も広がり、新たな検出デバイスとしての可能性を広げるものである。これが"完全独自"の技術であることは、日本の学術業界においてその価値を示すうえで重要であるとともに、我々若手研究者の自由度を持った研究に対する選択肢の提供という意味でも意義がある。

研究成果の概要(英文)：In this research subject, overall technologies for the super-fine grained nuclear emulsion (NIT) from device production to data analysis were implemented, and promoted the surface direction-sensitive dark matter run and constructed the environment for self-device production and handling with low-background condition at the Gran Sasso National Laboratory (LNGS). We achieved to obtain the cross-section limit at dark matter mass of 10 GeV/c² with direction sensitivity by surface run at the Nagoya university, and also confirmed the method and carried out the data analysis for underground run. In parallel, we demonstrated the neutron measurement and improved the any technologies for this project.

研究分野：素粒子物理学

キーワード：暗黒物質 超微粒子原子核乾板 中性子 ナノトラッキング

1. 研究開始当初の背景

さまざまな宇宙観測の進歩により、未知の重力源である暗黒物質の存在が確かなものとなり、さらに太陽系が属する天の川銀河においても暗黒物質が高い密度で存在することから、地球上においても暗黒物質の高い流束が期待される。つまり、地球上においても暗黒物質の稀な信号が期待でき、世界中で暗黒物質の直接探索実験が進められていた。特に、イタリア・グランサッソ研究所(LNGS)で行われている DAMA/LIBRA 実験は、 13.7σ にという極めて高い有意性での暗黒物質として矛盾のない信号量の季節変動を観測していた。一方、他の実験においてこの信号の再現ができない、または有意には再現性を主張しにくい状況が続く、混沌としている状況が続いていた。

本研究では、新たな暗黒物質検出法として、方向情報を用いた手法による、より深い情報を用いた暗黒物質の存在証拠の検証を進めるための実験を提案し、その基礎開発を進めた。本研究提案では、独自にナノスケールの粒子飛跡を検出できる超高分解能デバイスである超微粒子原子核乾板 (Nano Imaging Tracker : NIT) を開発し、その実用化を測ってきた。また、記録されたサブミクロンの粒子飛跡を自動で読み出すことのできる光学顕微鏡システムのプロトタイプを開発し、イオン注入装置によって作成した疑似暗黒物質信号を用いてその実用性の実証を図ることで、本格的な暗黒物質探索実験へと移行する段階にあった。

2. 研究の目的

本研究課題では、NIT デバイスを武器に方向感度を持った暗黒物質探索実験の推進を図り、そのためのより実用性を持った基盤構築を進めることを目指した。特に、LNGS における実験環境の構築と実験の推進、並びに事象読み出し・解析システムの高度化と効率化を進め、新たな物理探索データを導出できる体制を構築することを目的とした。これらの研究は、プラズモニクスや機械学習等これまでの研究にとって新たな物理現象や技術を積極的に導入することで、革新的独自技術の構築を目指すものである。

3. 研究の方法

本研究課題において、暗黒物質探索実験は、宇宙線起因の背景事象を排除するため、LNGS の地下研究所において実施する。LNGS の Hall F に独自ファシリティを建設し、それまで名古屋大学に設置していたものと同型のデバイス製造装置を新たに導入し、デバイス作成から行える体制を構築することで、実験サイトですべての工程を完結できるようにする。また、デバイス製造から検出器とする工程について、環境線等の放射線バックグラウンドやデバイス作成時に混入する不純物を除去するための手法についても研究を行い、より低バックグラウンドな検出デバイスの作成を行った。この一連の工程は、日本側(名古屋大学・東邦大学)においても同様に行えるようにし、相互にデバイス研究が行える体制を構築した。

デバイスに記録された事象解析は、日本側(名古屋大学・東邦大学)において PTS システムと呼ばれる光学顕微鏡読み取りシステムの開発を行う。これらのシステムによって、事象画像データを解析する体制を構築するとともに、特に、システムの高速度化やより深い情報を局在表面プラズモン共鳴(LSPR)の情報から引き出すための開発を進めた。また、イタリア(ナポリ大学)においては、日本側で原理実証を行った LSPR による超解像イメージングの実用化を行った。これらの一連の技術を結集させ、暗黒物質探索実験を小スケールなセットアップから開始する。放射線バックグラウンドの理解を行うために、名古屋大学での地上実験室による赤道儀を使った探索実験を進め、その後、LNGS においてより低バックグラウンド環境での実験を推進した。

並行して、デバイスの高度化に向けた基礎研究も進めた。特に、デバイスの温度に対する感度特性や粒子種のエネルギー阻止能とハロゲン化銀結晶感度に対する特性、現像処理における光学輝度ならびに光学顕微鏡における LSPR 特性と粒子識別能に関する研究を進めることで、将来の検出器の高度化に向けた知見を蓄積した。

暗黒物質探索においては、中性子は本質的な背景事象になるため、その実験的理解も重要である。NIT 自体、中性子検出器としての高い機能を果たすことから、中性子事象の測定に特化した事象選別・解析手法の研究を行うとともに、相補的な情報を得るため液体シンチレータによる開発を早稲田大学・大阪大学によって進めた。

暗黒物質探索におけるパラメータ領域、特に、質量パラメータについて、より低質量の暗黒物質について、天の川銀河中での宇宙線による加速機構を想定した、いわゆる "Cosmic-ray Boosted Dark Matter (CRDM)" モデルに基づく検出可能性について、現象論研究を進めた。特に、暗黒物質が銀河中心に向かって高くなる密度プロファイルが期待されるため、銀河中心方向からのフラックスが高くなることが想定され、方向感度検出における特徴を生かした探索が可能であると期待され、その理論的検証を進めた。

4. 研究成果

(1) 方向感度を持つ暗黒物質信号検出性能の向上

NIT 検出器としての性能として、NIT デバイスを構成するハロゲン化銀結晶 ($\text{AgBr} \cdot \text{I}$) サイズおよび現像法の調整、ならびに光学像における画像処理精度を向上させることによって、暗黒物質によって期待される反跳原子核信号のエネルギー 30keV に対し方向感度を示すことに成功した。これは、世界の方向感度探索実験の中でも最も解像度が高いことを示す結果である。さらに、より実際の実験体系に近いセットアップでの実証のため、産業技術総合研究所・中性子標準場による $\text{T}(p, n)$ 反応による 880keV の単色中性子源を用いることにより、反跳原子核としての信号検出の実証に成功した。また、並行してよりデバイスの構造・特性を反映させたシミュレーションを構築し、実験データと比較することにより、その有効性を確認し、反跳原子核に対する方向感度を持つ検出効率の評価を行うことができた。

(2) 地上での暗黒物質探索実験

(1) の評価をもとに、地上実験によって赤道儀を用いた初めての暗黒物質探索実験を小スケール (照射量 $0.6\text{ g} \cdot \text{day}$) で行った。バックグラウンドの理解も兼ねて、特に、積極的なバックグラウンド遮蔽を行わないセットアップで行ったが、 $10\text{ GeV}/c^2$ の暗黒物質に対して初めての方向感度を持った探索制限を導出した (Fig.1)。この制限は、暗黒物質-核子断面積において 10^{-28}cm^2 ($10\text{ GeV}/c^2$ 暗黒物質) であり、地下実験をベースとする他実験においては岩盤遮蔽による盲点となっている領域であるため、本実験はこの領域を実験的に探索したという意味で学術的にも重要である。また、これによって、電子バックグラウンドの推定に対する詳細な検出性能の理解が進むことができた。特に、地上実験環境においては宇宙線ミュオン粒子における電離電子および環境線が主な電子バックグラウンドであることをシミュレーションと NaI シンチレータによる測定によって理解し、定量的なバックグラウンドレートの推定を行うことができるようになった。

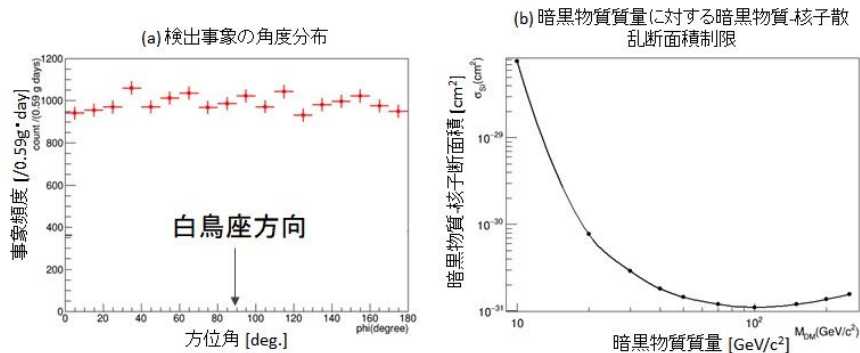


Fig.1 地上での方向感度を持つ暗黒物質探索実験における結果 (a) 観測された事象の角度分布

(b) 暗黒物質質量に対するスピンの依存しない暗黒物質と核子との散乱断面積の制限

(3) グランサツ研究所 (LNGS) における実験の推進

(2) の結果をもとに、地下実験を進めた。現地のセキュリティ対策規則の変更による実験環境のセキュリティ強化工事や COVID-19 による影響もあったが、現地研究者とうまく連携することで実験を進めることができた。実験環境の様子を Fig.2 に示した。特に、デバイスハンドリング中の環境線蓄積の影響を推定し、それによる背景事象としての検出能を大幅に下げられるための処理法を開発した。また、事象選別の高度化を機会学習と合わせて行うことによって、物理解析を進めることができるようになった。これら実験体制の基盤構築を進め、デバイス作成からデータ解析の一連の流れを整備することができた。このシステムをもとに、さまざまな条件下による地下実験を推進、地上実験よりも大幅に宇宙線ならびに環境起因の放射線を大幅に抑制した体系での実験における背景事象の理解を進めた。一連の実験は、約 2g 程度のターゲットマスを持つデバイスを 1 ユニットにし、複数の条件における実験を行った。結果として、電子バックグラウンド期待値からは優位に多い事象が検出されており、その理解を進めている。特に、環境線によるバックグラウンドの可能性について現在研究を進めているところである。環境線については、本来であれば幾何学的情報を用いてほぼ完全に再構成できるものであるが、入射タイミングによっては背景事象になり得る可能性が示唆される。この確率は、それまで検証されていなかったため、現在継続して研究を進めている。

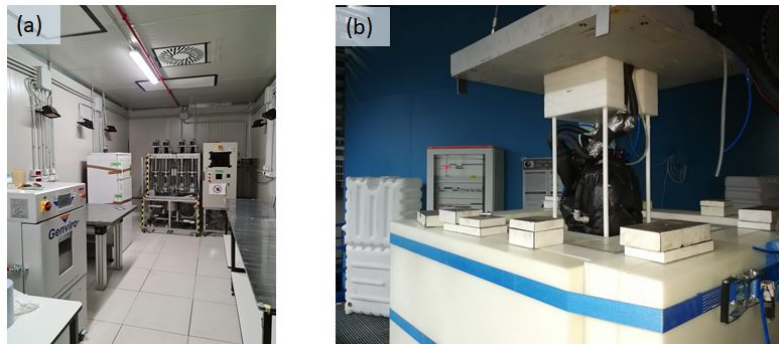


Fig. 2 グランサッソ研究所における実験施設 (a) デバイス製造ファシリティ (b) 地下実験のためのデバイスインストール用マウント

(4) 中性子の測定

中性子測定においては、超微粒子原子核乾板は、sub- μm での粒子飛跡を検出でき、かつ水素標的を含んでいることから MeV 以下の中性子エネルギーにおいても数 μm で中性子による反跳陽子の飛跡が検出でき、その角度精度は 0.1rad. 以下程度という極めて高い精度となる。これはより深い粒子の物理情報を取得できることを意味し、極めて高い粒子弁別能を持つことにつながる。特に、環境線に対してはバックグラウンドフリーでの測定が可能である。中性子測定においては、東邦大学で立ち上げたシステムでの

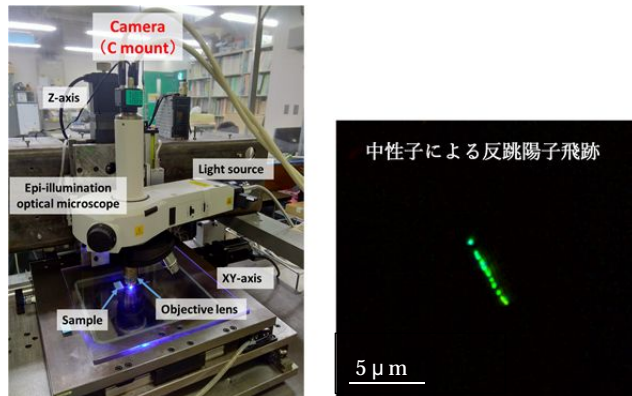


Fig.3 中性子計測用光学顕微鏡システム (左) と検出された中性子による反跳陽子飛跡 (右)

産業技術総合研究所・中性子標準場における検出性能の較正を行い LNGS 地上環境における初めての sub-MeV 帯での中性子による反跳陽子の再構成性能の評価ならび自動解析が可能となり、陽子検出効率 90%以上 (>200keV) で測定できることを示した。また、飛跡検出解析速度は現状で年間 0.1kg 以上での解析速度を達成している。この一連の技術を用いて、NEWSdm 実験の一環で、LNGS の地上実験室における中性子観測を行った。現在、フラックスの評価も行っているが、概ねシミュレーションと一致しており、現在使われている中性子生成モデルが正しいことを示すことができている。中性子の相互理解として、液体シンチレータの開発を早稲田大・大阪大学においても行い、特に、シンチレータならびに検出器自体の部材から生じる線バックグラウンドの除去に関する研究開発を行い、神岡鉱山における測定実験も進めた。

(5) デバイスの基礎特性

暗黒物質の信号として想定される反跳原子核は、速度が光速に対して 10^{-3} 程度であり、光速に近い荷電粒子に対して、エネルギー損失機構が根本的に異なる。特に、この速度は物質中の電子のフェルミ速度程度であることから、電子の多体系の相互作用を物質に及ぼすことから、従来の検出メカニズムの延長として特性を考えてよいかは自明ではない。そして、その違いの理解は、将来のデバイスの高性能化・低バックグラウンド化において理解を進めるべき対象である。

ここで、高速粒子として量子科学技術研究開発機構・HIMAC のイオンビーム、さらにイオン注入を用いることによって、イオン速度の違いにおける AgBr・I 感度特性を評価した。Fig. 4 に示すように、高速粒子かつ電子損失能の高いイオンにおいては、その高密度電子励起がナノスケールのハロゲン化銀結晶中では電子-正孔の再結合が大きく効くことによると考えられる結晶感度の飽和が観測され、約 50% で飽和することがわかった。一方で、暗黒物質探索実験で想定される光速の 1/1000 程度のイオンにおいては、結晶感度はそれよりも優位に高く、これは単にエネルギー損失能だけではない物性的影響が効いていることが示唆される。この現象論については未だ理解でき

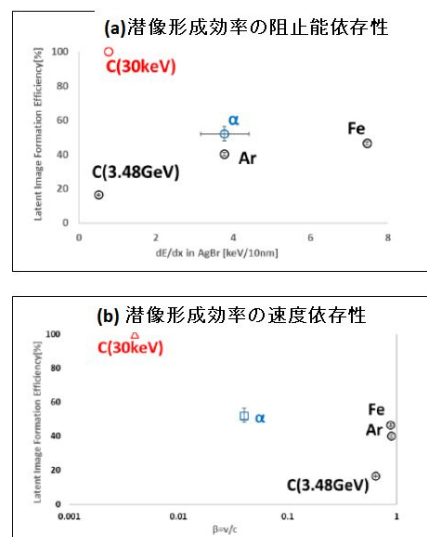


Fig.4 重粒子イオンビームおよびイオン注入装置を用いた高速および低速イオンに対するハロゲン化銀結晶感度特性 (a) 阻止能依存性 (b)速度依存性

ていないが、新規の現象を見出すことができたと言える。さらに、デバイスの温度を低下させていった場合も高速粒子の感度低下に対して、低速粒子の感度低下は緩やかであることが示唆された。これは、中性子による反跳原子核においても同様の特性が見られ、背景事象との区別において極めて重要な知見であり、今後、より詳細に調べていく。

(6) サブミクロン飛跡読み取りシステムの高度化

暗黒物質の信号検出のための自動光学顕微鏡読み取りシステム (Fig.6(a)) の高速処理化は、解析スケールを決める重要な技術開発テーマである。本研究課題において、当初、年間 5g 程度の標的重量しか読み出せない状態であったが、画像処理や動作速度、CMOS カメラのアップグレード(高フレームレート、高視野化)等を進めることによって 20 倍以上の速度向上に成功した。これによって、上記の地下実験解析においても一定の標的重量の解析が効率的に行うことができるようになった。この高速化研究は現状でも継続しており、現在、さらに 10 倍近い速度向上を目指して開発を進めている。

さらに、NIT デバイスに記録されている粒子飛跡は、ナノスケールの銀粒子となっているため、光学顕微鏡下において局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) と呼ばれる光学特性によって高いコントラストで検出される。この LSPR の特性を用いた超解像顕微鏡システム (Fig.6(c)) をナポリ大学と共同で行い、LSPR の偏光特性ならびに機械学習を用いることによって、nm レベルの分解能での超解像イメージングが実現した。(Fig.5 参照) また、東邦大学においてはマルチスペクトルカメラを用いたシステムの開発 (Fig.6 (b)) により、LSPR による波長スペクトルも含めたイメージングが可能となり、多変数解析法を用いることによって、反跳原子核信号と電子バックグラウンド信号を分離することができることを実証した。これらのシステムを現在の暗黒物質探索実験の解析へ実装させるための準備を進めている。

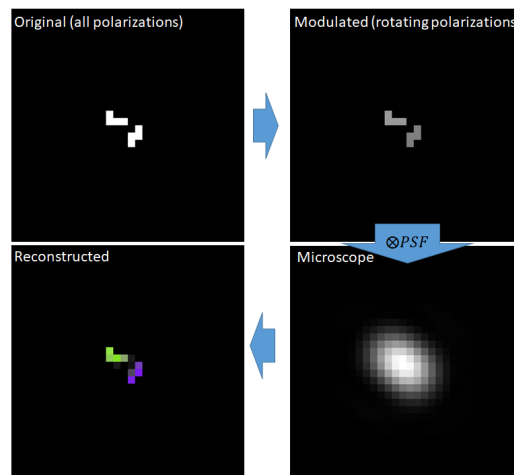


Fig.5 局在表面プラズモン特性と機会学習を用いた超解像イメージング。通常の光学像が右下画像であり、そこからナノスケールの構造を再構成できる(左下)

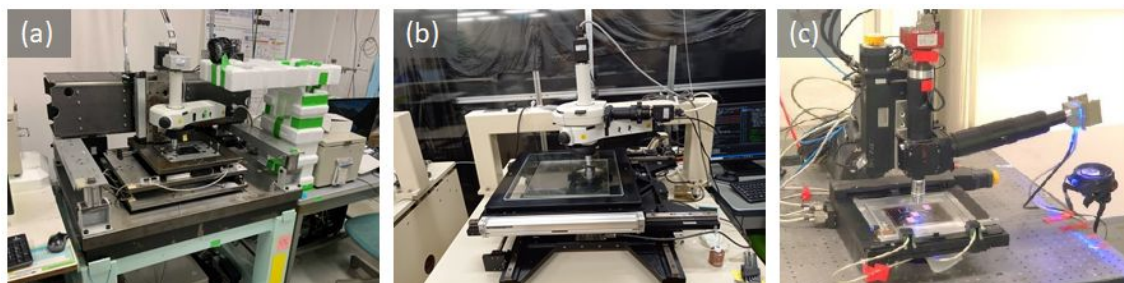


Fig.6 サブミクロン飛跡読み取りシステムおよび LSPR 解析システム (a)高速化を行った読み取りシステム(名古屋大) (b)マルチスペクトル解析可能な読み取りシステム(東邦大) (c)超解像イメージングシステム(ナポリ大)

(7) 低質量暗黒物質探索の可能性

より広い暗黒物質のパラメータ領域の探索のため、宇宙線で加速した低質量暗黒物質の検出可能性を評価した。これは本研究デバイスの特徴である水素標的を用いることによってバックグラウンドフリーでの測定が可能であり、大型化が最終的課題として挙げられる。本研究によって、現在の感度で 1kg 程度の実験で $10^{-(29-30)} \text{ cm}^2 (1\text{MeV}/c^2 \text{ 帯})$ の暗黒物質探索が可能であることが推定された。また、銀河中心の方向から CRDM が多く到来することが現象論的研究によって明らかになり、方向感度を持つ実験における優位性が生かせることが示された。今後、地球大気や岩盤などでの減衰効果等も考慮したより現実の体系に近いシミュレーションの構築を目指す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Tani Tadaaki, Uchida Takayuki, Naka Tatsuhiko	4. 巻 129
2. 論文標題 Analyses and design of nuclear emulsions for dark matter detection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Radiation Measurements	6. 最初と最後の頁 106184-106184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radmeas.2019.106184	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 Nagao Keiko I., Ikeda Tomonori, Yakabe Ryota, Naka Tatsuhiko, Miuchi Kentaro	4. 巻 27
2. 論文標題 Discrimination of anisotropy in dark matter velocity distribution with directional detectors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics of the Dark Universe	6. 最初と最後の頁 100426-100426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dark.2019.100426	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 Mizukoshi Keita, Taishaku Ryosuke, Hosokawa Keishi, Kobayashi Kazuyoshi, Miuchi Kentaro, Naka Tatsuhiko, Takeda Atsushi, Tanaka Masashi, Wada Yoshiaki, Yorita Kohei, Yoshida Sei	4. 巻 1468
2. 論文標題 Measurement of ambient neutrons in an underground laboratory at Kamioka Observatory and future plan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012247-012247
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1468/1/012247	査読の有無 無
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 O. Sato and NEWSdm collaboration	4. 巻 1468
2. 論文標題 Directional Dark Matter Search with Nuclear Emulsion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012041-012041
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1468/1/012041	査読の有無 無
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 中 竜大	4. 巻 38
2. 論文標題 方向感度を持つ暗黒物質探索実験NEWSdmと超微粒子原子核乾板技術	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 高エネルギーニュース	6. 最初と最後の頁 17-26
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 Nagao Keiko I.	4. 巻 1468
2. 論文標題 Discrimination of Dark Matter Mass and Velocity Distribution by Directional Detection	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012067-012067
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1468/1/012067	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 久下 謙一, 安達 考洋, 梅本 篤宏, 中 竜大, 小平 聡	4. 巻 82
2. 論文標題 局在表面プラズモン共鳴を用いた光学顕微鏡による微細放射線飛跡解析法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本写真学会誌	6. 最初と最後の頁 292-303
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 Ken'ichi Kuge, Kenzo Kawata, Takaharu Kobayashi, Mitsuhiro Kimura, Nakahiro Yasuda, Satoshi Kodaira	4. 巻 29
2. 論文標題 Dispersion of Latent Image Specks in Silver-salt Photographic Materials Formed by Exposure to an Electron Beam with Constant Energy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BULLETIN OF THE SOCIETY OF PHOTOGRAPHY AND IMAGING OF JAPAN	6. 最初と最後の頁 6-12
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 Mizukoshi Keita, Taishaku Ryosuke, Hosokawa Keishi, Kobayashi Kazuyoshi, Miuchi Kentaro, Naka Tatsuhiro, Takeda Atsushi, Tanaka Masashi, Wada Yoshiki, Yorita Kohei, Yoshida Sei	4. 巻 2018
2. 論文標題 Measurement of ambient neutrons in an underground laboratory at the Kamioka 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 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/pty133	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 Di Crescenzo A., Naka T. et al.	4. 巻 78
2. 論文標題 Discovery potential for directional Dark Matter detection with nuclear emulsions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	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) 10.1140/epjc/s10052-018-6060-1	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 該当する

1. 著者名 谷忠昭、中竜大	4. 巻 81
2. 論文標題 検出量子効率に基づく暗黒物質検出用原子核乳剤の設計指針の提案と検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本写真学会誌	6. 最初と最後の頁 53-64
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 Shiraishi T, Todoroki I, Naka T, Umemoto A, Kobayashi R, Sato O	4. 巻 043H01
2. 論文標題 Development of a new tracking detector with fine-grained nuclear emulsion for sub-MeV neutron measurement	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptab030	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Saeki, T. Naka, T. Shiraishi, A. Umemot, R. Kobayashi, K. Kuge, O. Sato, T. Asada, Y. Hoshino and S. Kodaira	4. 巻 1
2. 論文標題 Temperature and Ion-velocity Dependence of Crystal Sensitivity of Ultra-fine-crystal Nuclear emulsion Plate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Advanced Imaging 2021	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) なし	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 久下謙一, 斎藤誠二, 陳 祥, 高橋智	4. 巻 84
2. 論文標題 銀塩写真感光材料を用いた金微粒子の調製 (11) ハロゲン化物イオンの影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本写真学会誌	6. 最初と最後の頁 112-118
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 久下謙一, 水口剛太郎, 伊瀬谷夏輝, 田代弘生, 小平聡	4. 巻 84
2. 論文標題 銀塩写真感光材料に記録された放射線飛跡の蛍光標識化法による検出 (3)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本写真学会誌	6. 最初と最後の頁 211-216
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 Nagao Keiko I., Ikeda Tomonori, Yakabe Ryota, Naka Tatsuhiko, Miuchi Kentaro	4. 巻 27
2. 論文標題 Discrimination of anisotropy in dark matter velocity distribution with directional detectors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics of the Dark Universe	6. 最初と最後の頁 100426-100426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dark.2019.100426	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 Umemoto Atsuhiko, Naka Tatsuhiro, Nakano Toshiyuki, Kobayashi Ryuta, Shiraishi Takuya, Asada Takashi	4. 巻 103H02
2. 論文標題 Optical shape analysis based on discrete Fourier transform and second-order moment analysis of the brightness distribution for the detection of sub-micron range tracks in nuclear emulsion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	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) 10.1093/ptep/ptaa132	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 Alexandrov Andrey, Asada Takashi, De Lellis Giovanni, Di Crescenzo Antonia, Gentile Valerio, Naka Tatsuhiro, Tioukov Valeri, Umemoto Atsuhiko	4. 巻 10
2. 論文標題 Super-resolution high-speed optical microscopy for fully automated readout of metallic nanoparticles and nanostructures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-75883-z	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 -

〔学会発表〕 計74件(うち招待講演 8件/うち国際学会 14件)

1. 発表者名 中竜大
2. 発表標題 暗黒物質検出 by 方向感度検出器
3. 学会等名 DarkMatter懇談会2019(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林龍太, 中竜大, 中野敏行, 梅本篤宏, 白石卓也, 轟祈, 濱野風海, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 駒谷良輔, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(1)-解析装置の開発現状報告-
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 梅本篤宏, 中竜大, 小林龍太, 白石卓也, 轟祈, 濱野風海, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(2)-地下実験に向けた現状報告
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 轟祈, 中竜大, 梅本篤宏, 白石卓也, 小林龍太, 濱野風海, 佐藤修, 浅田貴志, 他
2. 発表標題 原子核乾板によるsub-MeV地下環境中性子測定に向けた解析システムの開発
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 白石卓也, 中竜大
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板中のAgBr : I結晶の荷電粒子発光応答の研
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 佐伯加奈
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板NITにおける荷電粒子のエネルギー損失量に対するハロゲン化銀結晶の潜像形成効率の評価
3. 学会等名 画像関連学会連合会 第6回秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中竜大, 白石卓也, 梅本篤宏, 小林龍太, 轟祈, 濱野風海, 佐伯加奈, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(1) ~ 反跳原子核信号検出の理解と課題について ~
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林龍太, 中竜大, 中野敏行, 白石卓也, 梅本篤宏, 轟祈, 濱野風海, 佐伯加奈, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 駒谷良輔 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(2) ~ 地下実験に向けた解析装置開発 ~
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 轟祈, 中竜大, 白石卓也, 梅本篤宏, 小林龍太, 濱野風海, 佐伯加奈, 佐藤修, 浅田貴志 他
2. 発表標題 原子核乾板を用いたsub-MeV環境中性子測定実証実験の現状報告
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuhiko Naka
2. 発表標題 Experiment for understanding of dark matter
3. 学会等名 KMI Workshop " Future Perspective in Cosmology and Gravity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryuta Kobayashi
2. 発表標題 analysis machine and method for NEWSdm experiment
3. 学会等名 CYGNUS 2019 seventh workshop on directional dark matter searches (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Sato
2. 発表標題 Directional Dark Matter Search with Nuclear Emulsion
3. 学会等名 Topics in Astroparticle and Underground Physics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tatsuhiko Naka
2. 発表標題 Discussion of experimental approach to go beyond the neutrino floor in the WIMP search
3. 学会等名 Dark Matter searches in the 2020s At the crossroads of the WIMP- Symposium on next-generation collider, direct and indirect Dark Matter searches (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keiko Nagao
2. 発表標題 Discrimination of Dark Matter Mass and Velocity Distribution by Directional Detection
3. 学会等名 International Conference on Neutrinos and Dark Matter (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keiko Nagao
2. 発表標題 Anisotropy of dark matter velocity distribution and directional detection
3. 学会等名 NCTS Dark Physics Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keiko Nagao
2. 発表標題 Discriminating WIMP Mass and Anisotropy with Directional Detector
3. 学会等名 NCTS Annual Theory Meeting 2019: Particles, Cosmology and Strings (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keiko Nagao
2. 発表標題 Discrimination of Dark Matter Mass and Velocity Distribution by Directional Detection
3. 学会等名 16th International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics(TAUP2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾桂子
2. 発表標題 方向感度をもつ暗黒物質の直接検出実験による軽い暗黒物質の検証
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小津龍吉
2. 発表標題 液体シンチレータと6Liドーププラスチック シンチレータを用いた中性子測定
3. 学会等名 第9回高エネルギー物理春の学校2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小津龍吉
2. 発表標題 地下環境中性子測定のための6Li添加プラスチックシンチレータの特性評価
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 小津龍吉
2. 発表標題 液体シンチレータを用いた地下環境中性子測定
3. 学会等名 第26回 ICEPPシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuhiko Naka
2. 発表標題 Directional Search for Dark Matter Using Nuclear Emulsion
3. 学会等名 ICHEP2018, (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuhiko Naka
2. 発表標題 Directional Search for Dark Matter Using Nuclear Emulsion; NEWSdm
3. 学会等名 Blois 2018: 30th Rencontres de Blois on "Particle Physics and Cosmology" (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中電大, 福澤佑哉, 小林龍太, 梅本篤宏, 多田智美, 白石卓也, 轟祈, 佐藤修, 久下謙一, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(1) ~ 全体報告 ~
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 電大
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板における特性とその応用
3. 学会等名 2018年度日本写真学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuhiko Naka
2. 発表標題 NEWSdm experiment Directional Dark Matter Search with Super-high resolution Nuclear Emulsion
3. 学会等名 Revealing the history of the universe with underground particle and nuclear research 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中竜大, 梅本篤宏, 小林龍太, 白石卓也, 多田智美, 福澤佑哉, 轟祈, 濱野風海, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(3) -地下実験に向けた将来展望-
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 小林龍太, 中竜大, 中野敏行, 梅本篤宏, 白石卓也, 多田智美, 福澤佑哉, 轟祈, 濱野風海, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 吉本雅弘 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(1)-解析速度向上及び新解析手法の開発-
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 梅本篤宏 中竜大, 小林龍太, 白石卓也, 多田智美, 福澤佑哉, 轟祈, 濱野風海, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(2)-検出器開発と地上でのテスト実験状況報告-
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 田中雅士
2. 発表標題 中性子測定コンソーシアム
3. 学会等名 「第五回極低放射能技術」研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福澤佑哉, 中竜大, 梅本篤宏, 多田智美, 小林龍太, 白石卓也, 轟祈, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(2) ~ 飛跡の光学スペクトル情報を用いたノイズ分別手法の開発 ~
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 小林龍太, 中竜大, 中野敏行, 梅本篤宏, 多田智美, 福澤佑哉, 白石卓也, 轟祈, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 吉本雅弘, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(3) ~ 超微粒子原子核乾板のための次世代型高速飛跡読み取り装置PTSの開発状況 ~
3. 学会等名 日本物理学会2018年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中竜大, 白石卓也, 小林龍太, 梅本篤宏, 大島仁, 佐伯加奈, 赤松咲耶, 森崎紘明, 佐藤修, 中野敏行, 久下謙一, 浅田貴志 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(1) ~ 全体報告 ~
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林龍太, 中竜大, 中野敏行, 白石卓也, 梅本篤宏, 佐伯加奈, 大島仁, 赤松咲耶, 森崎紘明, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(2) ~ LNGS地下テスト実験報告 ~
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大島仁, 中竜大, 白石卓也, 佐伯加奈, 赤松咲耶, 森崎紘明, 小林龍太, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 梅本篤宏, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(3) ~ 反跳原子核事象の選別方法の開発 ~
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐伯加奈, 中竜大, 白石卓也, 小林龍太, 大島仁, 赤松咲耶, 森崎紘明, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(4) ~ 検出器の低温化によるS/N比向上 ~
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤松咲耶, 白石卓也, 中竜大, 小林龍太, 佐伯加奈, 森崎紘明, 久下謙一, 佐藤修
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板を用いたsub-MeV環境中性子測定
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長尾桂子, 東野聡, 中竜大, 身内賢太郎
2. 発表標題 銀河中心方向から飛来する加速された暗黒物質の検出とその方向分布
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中竜大, 小林龍太, 白石卓也, 大島仁, 佐伯加奈, 赤松咲耶, 森崎紘明, 浅田貴志, 梅本篤宏, 佐藤修, 中野敏行, 久下謙一, 星野靖 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(1) ~ 全体報告 ~
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林龍太, 中竜大, 大島仁, 浅田貴志, 白石卓也, 佐伯加奈, 森崎紘明, 赤松咲耶, 星野靖, 佐藤修, 梅本篤宏, 久下謙一, 中野敏行 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(2) ~ LNGS地下実験データ取得状況報告 ~
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大島仁, 中竜大, 小林龍太, 浅田貴志, 白石卓也, 佐伯加奈, 森崎紘明, 赤松咲耶, 星野靖, 佐藤修, 梅本篤宏, 久下謙一, 中野敏行 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(3) ~ LNGS地下実験のデータ解析状況 ~
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤松咲那, 白石卓也, 中竜大, 浅田貴志, 小林龍太, 佐伯加奈, 森崎紘明, 佐藤修, 久下謙一 他
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板を用いた環境中性子測定(1) ~ 反跳陽子解析手法の改良とグランサツソランの状況報告 ~
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白石卓也, 赤松咲耶, 中竜大, 浅田貴志, 小林龍太, 佐伯加奈, 森崎紘明, 佐藤修, 久下謙一 他
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板を用いた環境中性子測定(2) ~ グランサッソランの物理解析 ~
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長尾桂子, 東野聡, 中竜大, 身内賢太郎
2. 発表標題 宇宙線に加速される暗黒物質の到来方向の密度モデル依存性とその検証
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森崎紘明, 中竜大, 白石卓也, 佐伯加奈, 小林龍太
2. 発表標題 局在表面プラズモン共鳴を応用した荷電粒子識別の研究
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷忠昭, 中竜大
2. 発表標題 原子核乳剤による暗黒物質の検出—時間分解光伝導による現象の解析—
3. 学会等名 第40回固体・表面光化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中電大
2. 発表標題 原子核乾板による方向に感度を持つ暗黒物質探索
3. 学会等名 新学術「地下宇宙」2021年領域研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kana Saeki, Tatsuhiro Naka, Takuya Shiraishi, Atsuhiko Umemoto, Ryuta Kobayashi, Kenichi Kuge, Osamu Sato, Takashi Asada, Yasushi Hoshino and Satoshi Kodaira
2. 発表標題 Temperature and Ion-velocity Dependence of Crystal Sensitivity of Ultra-fine-crystal Nuclear-emulsion Plate
3. 学会等名 International Conference on Advanced Imaging 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keiko Nagao
2. 発表標題 Directional detection of cosmic-ray accelerated dark matter
3. 学会等名 Frontiers of Neutrino Physics 2nd IITB and Hiroshima workshop on Frontiers of Astro-Particle Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keiko Nagao
2. 発表標題 Directional detection of cosmic-ray accelerated dark matter
3. 学会等名 APCTP Workshop:Recent development of beyond the standard model, Asia Pacific Center for Theoretical Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中 竜大
2. 発表標題 原子核乾板による方向に感度を持つ暗黒物質直接探索
3. 学会等名 第2回新学術「地下宇宙」若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤松咲那
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板を用いたsub-MeV環境中性子測定
3. 学会等名 第2回新学術「地下宇宙」若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐伯加奈
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板NITの性能評価
3. 学会等名 第2回新学術「地下宇宙」若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森崎紘明
2. 発表標題 微粒子原子核乾板のプラズモン解析
3. 学会等名 第2回新学術「地下宇宙」若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳夏姫
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板における化学現像処理が果たす役割と現像液の種類による検出効率
3. 学会等名 第2回新学術「地下宇宙」若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林龍太
2. 発表標題 方向に感度を持つエマルジョン暗黒物質探索実験の為の高速自動飛跡読み取り装置開発
3. 学会等名 第2回新学術「地下宇宙」若手研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩澤広大, 田中雅士, 寄田浩平, 吉田齊, 他
2. 発表標題 液体シンチレータを用いた神岡地下環境における中性子フラックス測定
3. 学会等名 日本物理学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩澤広大, 田中雅士, 寄田浩平, 吉田齊 他
2. 発表標題 神岡地下中性子フラックス測定のための液体シンチレータ容器の低バックグラウンド化
3. 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中竜大, 白石卓也, 梅本篤宏, 小林龍太, 轟祈, 佐伯加奈, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(1) ~ 実験概要と現状 ~
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梅本篤宏, 中竜大, 小林龍太, 白石卓也, 轟祈, 佐伯加奈, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(2) ~ 反跳原子核事象の検出能力評価と地上テスト実験報告 ~
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林龍太, 中竜大, 中野敏行, 梅本篤宏, 白石卓也, 轟祈, 佐伯加奈, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 駒谷良輔, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(3) ~ グランサッソ地下実験に向けた解析規模拡大の為の読取速度高速化 ~
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白石卓也, 星野靖, 中竜大
2. 発表標題 低速イオンを用いたAgBr : Iナノ半導体発光の研究
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林龍太, 中竜大, 中野敏行, 梅本篤宏, 白石卓也, 轟祈, 佐伯加奈, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 駒谷良輔, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(1) ~ 実験規模拡大の為の読取装置開発現状報告 ~
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梅本篤宏, 中竜大, 小林龍太, 白石卓也, 轟祈, 佐伯加奈, 佐藤修, 久下謙一, 浅田貴志, 他
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(2)-地上テスト実験報告
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐伯加奈, 中竜大, 白石卓也, 梅本篤宏, 小林龍太, 久下謙一, 佐藤修, 小平聡, 星野靖
2. 発表標題 エマルジョン暗黒物質探索実験NEWSdm(3) ~ 低バックグラウンド化へ向けた結晶感度の温度依存性評価 ~
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白石卓也, 赤松咲耶, 轟祈, 中竜大, 梅本篤宏, 小林龍太, 佐藤修
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板を用いたsub-MeV環境中性子測定
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長尾桂子, 東野聡, 木目蒼海, 中竜大, 身内賢太郎
2. 発表標題 銀河中心方向から飛来する軽い暗黒物質の直接検出
3. 学会等名 日本物理学会第76回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梅本篤宏
2. 発表標題 暗黒物質方向探索実験のための超微粒子原子核乾板の研究開発
3. 学会等名 2020年度日本写真学会オンライン秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐伯加奈, 中 竜大, 白石卓也, 梅本篤宏, 小林龍太, 久下謙一, 佐藤 修, 浅田貴志, 小平 聡, 星野 靖
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板NITにおける荷電粒子のエネルギー損失量と速度に対する潜像形成効率の評価
3. 学会等名 2020年度日本写真学会オンライン秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naka Tatsuhiro
2. 発表標題 Directional Dark Matter Search and the technologies
3. 学会等名 DMWG seminar (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小津龍吉
2. 発表標題 液体シンチレータを用いた神岡地下環境中性子測定
3. 学会等名 第6回極低放射能技術研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小津龍吉, 木村真人, 田中雅士, 寄田浩平, 吉田斉, 山本康平 他
2. 発表標題 液体シンチレータを用いた神岡地下環境中性子測定
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩澤広大
2. 発表標題 神岡における地下環境中性子のフラックス測定に向けた液体シンチレータ検出器の改善結果の報告
3. 学会等名 第七回極低放射能技術研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐伯加奈, 中竜大, 白石卓也, 梅本篤宏, 小林龍太, 轟祈, 久下謙一, 佐藤修, 渋谷寛, 小川了, 小平聡
2. 発表標題 超微粒子原子核乾板NITにおけるAgBr(1)結晶の飛跡形成のエネルギー閾値評価
3. 学会等名 日本物理学会第75回年次大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

名古屋大学大学院理学研究科・F研究室 https://flab.phys.nagoya-u.ac.jp/2011/experiment/dm/ 素粒子宇宙起源研究所参加プロジェクト http://www.kmi.nagoya-u.ac.jp/collaboration-projects/ NEWSdm official web site https://news-dm.lngs.infn.it/ 東邦大学理学部物理学科・素粒子物理学教室 https://www2.ph.sci.toho-u.ac.jp/ogawa/index.html
--

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	久下 謙一 (KUGE Ken'ichi) (10125924)	千葉大学・アイソトープ実験施設・名誉教授 (12501)	
研究分担者	佐藤 修 (SATO Osamu) (20377964)	名古屋大学・未来材料・システム研究所・特任講師 (13901)	
研究分担者	田中 雅士 (TANAKA Masashi) (30545497)	早稲田大学・理工学術院・准教授(任期付) (32689)	
研究分担者	吉田 齊 (YOSHIDA Sei) (60400230)	大阪大学・理学研究科・准教授 (14401)	
研究分担者	長尾 桂子 (NAGAO Keiko) (90707986)	岡山理科大学・理学部・講師 (35302)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
イタリア	Napoli University	Gran Sasso National Laboratory	Roma University	他2機関
ロシア連邦	Moscow State University	Lebedev Physical Institute	Joint Institute for Nuclear Research	
トルコ	METU-Middle East Technical University			