

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：14401

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2019～2023

課題番号：19H05809

研究課題名(和文)極低温技術による宇宙素粒子研究の高感度化

研究課題名(英文) Research of Astro-Particle Physics by Ultra-low Temperature Technology with High Sensitivity

研究代表者

吉田 斉 (Yoshida, Sei)

大阪大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号：60400230

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 116,100,000円

研究成果の概要(和文)：極低温での信号読み出しに超伝導センサーを使用し、CaF₂蛍光熱量計を世界で初めて実現した。CaF₂結晶内の連続崩壊事象を使った解析で、位置依存性を排除した場合にエネルギー分解能0.5%以下、線と線事象の粒子識別能5.5を達成した。強磁場(9T)環境を整備し、超高純度銅/フォトニックアシスト技術等を用いて作成した空洞のQ値を測定した。フォトニックアシスト技術とアルミナ結晶を用いた空洞で、目標としていたQ値1.0E+5を達成した。Al製KIDの開発を行い、目標である10eV信号を検出できることを準粒子数変化の測定から確認することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

CaF₂蛍光熱量検出器のエネルギー分解能が4.3MeV付近において0.5%以下になることを実証できたことで、⁴⁸Caのニュートリノレス二重ベータ崩壊事象探索においてバックグラウンドを無視できるレベルまで低減でき、高感度探索に道が拓けた。強磁場(9T)環境下で目標としたQ値1.0E+5以上の共振空洞の開発に成功し、高感度アクシオン探索実験への道を拓いた。研究期間内にアクシオン探索実験のエンジニアリングランにも成功し、当初を上回る成果を得た。10eV以下の信号を検出できる超伝導検出器(KID)の開発に成功し、B01、B02が実現した暗黒物質探索の探索範囲を低質量領域まで広げることを可能とした。

研究成果の概要(英文)：We firstly realized CaF₂ scintillating bolometer using a superconducting sensor (MMC) for signal readout from cryogenic temperatures (around 10 mK). We achieved an energy resolution of less than 0.5% at the energy of 4.3 MeV, where is the Q-value of ⁴⁸Ca double beta decay, and a particle discrimination ability of 5.5 between α - and β -ray events when position dependence is eliminated by analysis using sequential decay events in the CaF₂ crystal. A high magnetic field (9T) environment was utilized and Q-values were measured for cavities manufactured using ultra-high purity copper/photonic assist technology and so on. The target Q-value of 1.0E+5 was achieved in the cavity using photonic-assist technology and high purity alumina crystals. The development of a KID made of Al was successfully performed by measuring the quasiparticle number counting to be able to detect the target below 10eV signal.

研究分野：素粒子原子核実験

キーワード：極低温検出器 ニュートリノ 暗黒物質探索 アクシオン 超伝導検出器

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地下実験室における極低放射能技術の開発は、極低バックグラウンド(BG)環境を実現し、ニュートリノを放出しない二重ベータ($0\nu\beta\beta$)崩壊の探索や宇宙暗黒物質の直接探索などの極稀事象探索研究などの、宇宙・素粒子・原子核物理の最重要テーマにも波及していた。

$0\nu\beta\beta$ 崩壊探索は、KamLAND-Zen 実験(計画研究 A01)が世界をリードし、本研究領域の発展で、逆階層領域をカバーする 20 meV までの探索を視野に入れていた。 $0\nu\beta\beta$ 崩壊探索は、その重要性から世界中で激しい研究競争が行われており、世界をリードし続けるには順階層領域に切り込み、数 meV の感度まで到達できる革新的な技術開発を行う必要がある。そのためには、エネルギー測定の高分解能化が不可欠であり、10 mK という極低温下で温度上昇によるエネルギー測定(熱量測定)を行うことで実現可能である。

暗黒物質の直接探索では、本領域の計画研究 B01 において質量 GeV~TeV 領域の暗黒物質の最高感度探索を推進し、計画研究 B02 においてはニュートリノフロア到達後の壁の突破を図るべく、方向感度のある探索研究を進める計画である。暗黒物質との相互作用で生じる微弱なフォノンや準粒子を、極低温下の超伝導センサーで検出することで、低エネルギー信号の測定限界(エネルギー閾値)を 1 eV オーダーまで下げることができる。その検出技術を利用すれば、質量 MeV 領域以下の暗黒物質探索までが可能となる。

低温下で強磁場超伝導共振空洞を実現し、共振空洞の増幅度(Q_c 値)を 10^5 まで高めて周波数変調によるサーベイを行うと、暗黒物質アクシオン探索が可能となる。これらにより、現在有力な暗黒物質探索フロンティアのすべてを本領域でカバー出来る。

極低温技術の導入により、 $0\nu\beta\beta$ 崩壊探索では検出器の革新的な高感度化が実現でき、将来にわたって国際的優位性を維持しながら探索を展開することが可能となる。暗黒物質探索では、計画研究 B01、B02 だけでは探索できない低質量側に探索範囲を拡大することができ、アクシオン探索の高感度化も図ることが可能となる。そのため、地下宇宙素粒子研究の高感度化には、新しい検出器技術として極低温技術を積極的に取り入れていくことが急務であった。

2. 研究の目的

本計画研究の目的は、技術基盤として極低温技術を新たに取り入れることで、 $0\nu\beta\beta$ 崩壊探索の検出器の高感度化と暗黒物質探索の範囲拡大を図ることである。極低温下での温度上昇によるエネルギー測定を行う原理を利用した蛍光熱量計を開発し、 $0\nu\beta\beta$ 崩壊の $Q_{\beta\beta}$ 値(2~4MeV)領域でエネルギー分解能として 0.5% 以下を実現する。標的材料として極低温下で超伝導状態になったアルミニウムなどを使用し、内部のクーパー対解離を検知することで、低エネルギー信号測定の限界値として 10 eV 以下の実現を実現する。低温技術を利用して、強磁場超伝導共振空洞の開発を行い、通常よりも 2 桁以上高い共振空洞の増幅度(Q_c 値 $\sim 10^5$)を実現する。

3. 研究の方法

$0\nu\beta\beta$ 崩壊探索・暗黒物質探索検出器の高感度化技術として、多様な高性能超伝導温度センサー(MMC, KID, TES など)を利用した熱量計を開発する。冷却強磁場・高周波測定環境を構築し、超伝導共振空洞を利用したアクシオン探索手法の確立を行う。

東北大学所有の無冷媒式希釈冷凍機を利用して極低 BG・極低温環境を実現する。放射性不純物の多い材料や新たに導入する部品の低 BG 素材選定を、計画研究 D01 と協働で行う。外部からの放射線 BG 低減のためのシールドを導入し、低 BG 化を図る。

超伝導センサーを使用して蛍光熱量計開発を開始する。(蛍光)熱量計のエネルギー分解能や低エネルギー信号の検出限界値を調査し、多様なセンサーや多様な標的材料へと研究を展開する。将来の $0\nu\beta\beta$ 崩壊探索・暗黒物質探索実験への実用化に向けて多チャンネル、多結晶化にも取り組む。

超伝導マグネットを整備し、強磁場下での共振空洞試験環境を整備する。共振空洞開発では、磁場 8T・周波数領域 5~7GHz・周波数変更幅 10% の条件下において、アクシオン探索のための最終目標を $Q_c=10^5$ に設定する。目標達成のために、高純度材料、ホフオニックアシスト構造体、超伝導体などを利用した空洞を開発する。並行して周波数変調空洞の設計を進め、試作・製作を行う。

4. 研究成果

無冷媒希釈冷凍機を極低 BG 化するため、CsI(Tl)検出器を希釈冷凍機 Mixing Chamber 直下に設置して放射線測定を行い、BG 源の調査測定を行った。この調査結果をもとに外部からの放射線 BG 低減のための放射線シールド設計を行い、MC 直上のシールド構造体が 200kg 程度になることから、希釈冷凍機内の強度補強についても改造設計を行った。遮蔽体設置後の BG 測定を改造前と同条件で行い、環境放射線 BG の低減量を評価し、極低 BG 希釈冷凍機を実現できた。

0 $\nu\beta\beta$ 崩壊探索検出器の高感度化のため、超伝導センサー (MMC) を使った信号読み出しにより CaF₂ 結晶を使用した蛍光熱量計の開発を行った。希釈冷凍機内での極低温下に検出器を設置し、放射線エネルギー損失による熱信号と CaF₂ シンチレータからの光信号を同時に検出することに成功し、世界で初めて CaF₂ 蛍光熱量計実現した。

この開発では、意図的に CaF₂ 結晶内に多量混入した放射性不純物 (²³⁸U) の娘核の ²²²Rn→²¹⁸Po→²¹⁴Pb の半減期 3 分の連続 α 崩壊信号を使用して、事象信号の検出器内場所依存性を取り除くことで、 α 線のエネルギー 5.5MeV においてエネルギー分解能 $\sigma = 0.2\%$ を達成し、⁴⁸Ca (二重ベータ崩壊核種) の Q 値換算で、目標とする 0.5% を達成した。熱信号と光信号の同時測定を実現できたことによる、粒子識別性能の評価も行い、高い分解能 (5.5 σ) で α 線事象と β 線事象の粒子識別をすることに成功した。

エネルギー測定限界を下げるために、超伝導センサー KID を使用して、AI-KID の開発を進め、当初の計画目標である 10eV 信号を検出できることを準粒子数変化の測定から確認することに成功した。また、暗黒物質探索において、標的原子核として注目されているフッ素 (¹⁹F) を含む CaF₂ 基板に KID を実装する方法を理化学研究所にて確立し、検出器の詳細な性能評価をまとめて論文として出版した。

将来の大型化へ向けた技術として、極低温からの信号読み出し技術として、多チャンネルをまとめて 1 系統で読み出す多重化読み出し技術の開発を行った。計画研究 A01 と協力して、FPGA, CPU, ADC, DAC が一体となった RFSoc を用いたパルス検出回路を作製し、その性能評価をまとめて論文として出版した。A01 との共同開発では、PMT の信号をターゲットにしたものだったが、KID 検出器にこの技術を適用する準備を進め複数の KID 共振を RFSoc を用いて一括で測定することにも成功し、将来の多チャンネル化に道が拓けた。

多様な検出器との連携として、産業技術総合研究所の開発する γ 線 TES を用いて ¹¹²Sn の二重電子捕獲崩壊を探索するアイデアを提唱し、 γ 線 TES のエネルギー較正データを用いて実際に半減期の上限値を与えることに成功した。この取り組みは、東北大学-産業技術総合研究所のマッチングファンドにも採択された新規連携である。

神岡地下実験室に低 BG 希釈冷凍機を設置し、極稀事象探索実験を行うため、KEK-QUP や TESSERACT と協力して、HeRALD モジュール設置計画を開始した。希釈冷凍機設置場所での環境 γ 線と環境中性子測定を行い、それをもとにした詳細なバックグラウンド評価を行った。神岡地下で HeRALD モジュールを運転した場合の感度評価をまとめ、その成果を学会発表した。

強磁場中のマイクロ波技術関連では、高い Q 値を持つマイクロ波共振空洞の開発・研究を中心に次の様な研究を行った。有効的な試料室 (磁場歪み 2% 居ない) が直径 110 ミリ、長さ 200 ミリ、磁場強度 9T のマグネットと、最低到達温度 3.8 K (無負荷) の GM 冷凍機を導入した。この装置を用いて、マイクロ波空洞開発を実施し、超高純度銅製、フォトニックアシスト技術、第二種の超伝導体バルク・超伝導体薄膜技術を用い、暗黒物質アクシオン探索等で利用できる強磁場 (9T) で Q 値で 10⁵ を超える空洞を開発・研究を行った。

超伝導体では、領域内の超伝導専門家と協力して、全面バルクの NbTi 製の空洞、薄膜超伝導体では高純度銅表面に NbTi/NbTiN (200 nm/15nm) の 2 層の薄膜を形成し、全面が薄膜、側面のみが薄膜の空洞を作成した。これらの空洞は、磁場のない状態では高い Q を示すものの、磁場を印加すると Q 値が低下し、強磁場下 (9T) では NbTi バルク、全面が NbTi/NbTiN、側面が NbTi/NbTiN で上下面は超高純度銅の空洞で、それぞれ Q ~ 4.0E+3, 3.1E+4, 4.5E+4 を得た。

超高純度銅製の空洞として、電子加速器管用の超高純度銅 (旧 JIS C1011) と 6N の超々高純度銅で空洞を作成した。この結果、素材は C1011 で充分で有り、機械加工後のアニールの条件がより重要との結果を得た。また、表面については、ダイヤモンドバイトによる精密旋盤加工、電鑄、電解研磨の 3 つを比較したが、電鑄の際の Q が高い傾向にある。最も高い Q 値は、5.5E+4 であった。銅表面は空気中でゆっくりと酸化し、Q 値が低下することが分かっており、この対策として、窒素ガスで完全に置換した保管庫で保管する必要があることも分かった。

フォトニックアシスト空洞とは、誘電損失が小さく誘電率の高い物質を周期的に配置し、その周期性によって、電場の禁制帯を作り出すことを原理とした空洞である。本研究では、アルミナ結晶を用い、強磁場 (9T) 下で Q 値 1.0E+5 を達成することに成功した。

更に、本研究では、これら高い Q 値の空洞の開発を活かし、超高純度銅空洞を用いて、2024 年 1 月にアクシオン探索実験のエンジニアリングランに成功し、当初を上回る成果を得た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 K Ishidoshiro, T Kobayashi, K Hosokawa, Y Kawamura, Y Kamei, S Mima, C Otani, A A Suzuki, M Zulfakri, T Taino,	4. 巻 10
2. 論文標題 Kinetic inductance detectors on calcium fluoride substrate for astroparticle physics	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 103H02
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptad124	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 Koichi Ichimura, Koji Ishidoshiro, Azusa Gando, Kaori Hattori, Takahiro Kikuchi, Hirotake Yamamori, Shinya Yamada, Tadafumi Kishimoto	4. 巻 2023
2. 論文標題 Application of gamma Transition-Edge-Sensor (TES) to ^{112}Sn two-neutrino double electron capture search	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 PoS TAUP2023	6. 最初と最後の頁 267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.441.0267	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 SN Axani, S Futagi, M Garcia, C Grant, K Hosokawa, S Ieki, K Inoue, K Ishidoshiro, N Kawada, Y Matsumoto, T Nakahata, K Nakamura, R Shouji, H Song, LA Winslow	4. 巻 19
2. 論文標題 RFSoc-based front-end electronics for pulse detection	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Instrumentation	6. 最初と最後の頁 P03013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-0221/19/03/P03013	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 Zulfakri Mohamad, Koji Ishidoshiro, Yasuhiro Kishimoto, Satoru Mima, Tohru Taino, Keishi Hosokawa, Kosuke Nakamura, Minoru Eizuka, Ryota Ito, Hiroki Kawamura	4. 巻 2374(1)
2. 論文標題 Progress of Kinetic Inductance Detectors on Calcium Fluoride for Astroparticle Physics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 12026
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2374/1/012026	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 村山亮介, 美馬 覚, 野口 卓, 大谷知行, 田井野徹	4. 巻 122
2. 論文標題 超高Q値の薄膜超伝導マイクロ波共振器	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 11 -- 14
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 Y. Minami, K. Fushimi, A. Hashimoto, R. Hazama, T. Hiraiwa, T. Iida, Y. Kishida, T. Kishimoto, P. Kumsut, K. Matsuoka, N. Miyanaga, G. Miyoshi, Y. Muramatsu, K. Nakajima, J.y. Nakajima, H. Niki, Y. Niwa, I. Ogawa, H. Okuda, A. Rittirong, 他	4. 巻 414
2. 論文標題 Status of the search for 48Ca double beta decay with CANDLES	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of Science	6. 最初と最後の頁 1142 1 --4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.414.1142	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 梅原さおり, 吉田 斉	4. 巻 77
2. 論文標題 “ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊” で宇宙の謎を探る	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本物理学会誌	6. 最初と最後の頁 514 --522
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kishimoto Y, Suzuki Y, Ogawa I, Mori Y, Yamashita M	4. 巻 2021
2. 論文標題 Development of a cavity with photonic crystal structure for axion searches	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress of Theoretical and Experimental Physics	6. 最初と最後の頁 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ptep/ptab051	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Tetsuno, S. Ajimura, K. Akutagawa, T. Batpurev, W. M. Chan, K. Fushimi, R. Hazama, T. Iida, Y. Ikeyama, B. T. Khai, T. Kishimoto, K. K. Lee, X. Li, K. Matsuoka, K. Matsuoka, K. Mizukoshi, Y. Mori, K. Nakajima, P. Noithong, M. Nomachi, I. Ogawa, H. Ohsumi, K. Ozawa, 他	4. 巻 1468
2. 論文標題 Status of 48Ca double beta decay search and its future prospect in CANDLES	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012132 ~ 012132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1468/1/012132	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 Li X, Kwon D H, Tetsuno K, Kim I, Kim H L, Lee H J, Yoshida S, Kim Y H, Lee M K, Umehara S, Kishimoto T	4. 巻 1468
2. 論文標題 Study of a Large CaF ₂ (Eu) Scintillating Bolometer for Neutrinoless Double Beta Decay	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012116 ~ 012116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/1468/1/012116	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 -

[学会発表] 計70件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Sei Yoshida
2. 発表標題 Low temperature detector development for underground physics
3. 学会等名 International Symposium on "Unraveling the History of the Universe and Matter Evolution with Underground Physics" (UGAP2024) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yasuhiro Kishimoto
2. 発表標題 Wave-like dark matter searches
3. 学会等名 International Symposium on "Unraveling the History of the Universe and Matter Evolution with Underground Physics" (UGAP2024) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Gen Takakusa
2. 発表標題 Study of the response of semiconductor quantum devices to radiation
3. 学会等名 International Symposium on "Unraveling the History of the Universe and Matter Evolution with Underground Physics" (UGAP2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 高草元、岸本康宏、大塚朋廣、吉田斉
2. 発表標題 半導体量子デバイスの放射線に対する応答の研究
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 高草元
2. 発表標題 半導体量子デバイスの放射線に対する応答の研究
3. 学会等名 第4回新学術「地下宇宙」若手研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Sei Yoshida, Gen Takakusa, Yasuhiro Kishimoto, Tomohiro Ohtsuka
2. 発表標題 Study on Response of Quantum Point Contact to Alpha Radiation
3. 学会等名 RIEC Annual Meeting on Cooperative Research Projects (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Keigo Yasuda
2. 発表標題 Evaluation for gamma-ray detection efficiency with an activated Tantalum for the half-life measurement of ^{180m}Ta decay
3. 学会等名 Double beta decay and underground science (DBD23) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mikito Sakuma
2. 発表標題 Gamma-rays detection efficiency evaluation of low background HPGe detector installed in the Kamioka underground laboratory
3. 学会等名 Double beta decay and underground science (DBD23) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keigo Yasuda
2. 発表標題 Evaluation for gamma-ray detection efficiency with an activated Tantalum for the half-life measurement of ^{180m}Ta decay
3. 学会等名 6th Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mikito Sakuma
2. 発表標題 Gamma-rays detection efficiency evaluation of low background HPGe detector installed in the Kamioka underground laboratory
3. 学会等名 6th Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野田健太
2. 発表標題 CaF ₂ 蛍光熱量検出器の開発
3. 学会等名 日本物理学会2024年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Koichi Ichimura
2. 発表標題 Application of gamma Transition-Edge-Sensor (TES) to ¹¹² Sn two-neutrino double electron capture search
3. 学会等名 International Symposium on "Unraveling the History of the Universe and Matter Evolution with Underground Physics" (UGAP2024) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Koichi Ichimura
2. 発表標題 Application of gamma Transition-Edge Sensor (TES) to ¹¹² Sn two-neutrino double electron capture search
3. 学会等名 XVIII International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics (TAUP 2023), (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Kobayashi, K. Ishidoshiro, K. Hosokawa, Y. Kawamura, Y. Kamei, S.Mima, C. Otani, A. Suzuki, M. Zulfakri, and T. Taino
2. 発表標題 Fabrication and evaluation of LEKID on CaF ₂ substrate for dark matter search
3. 学会等名 The 20th International Conference on Low Temperature Detectors (LTD20) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuto Kamei, Koji Ishidoshiro, Ryota Ito, Tatsuya Kobayashi, Satoru Mima, Yuto Nakajo, Chiko Otani, Tohru Taino
2. 発表標題 Development Of Kinetic Inductance Detector On ZrO ₂ Substrate For Double-Beta Decay Search
3. 学会等名 The 20th International Conference on Low Temperature Detectors (LTD20) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石徹白晃治
2. 発表標題 KamiokaCryolab I: Overview and on-site preparation
3. 学会等名 日本物理学会 2024春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 T. K. Bui, Suerfu Burkhant, M. Garcia-Sciveres, 服部香里, 長谷川雅也, 市村晃一, 石徹白晃治, 亀井雄斗, 日下暁人, 木内健司, X. LiC, 鈴木有春, 鈴木惇也, V. Takhistov, 田島治, 吉田斉
2. 発表標題 KamiokaCryolab II: Background estimation for low-mass Dark Matter detection
3. 学会等名 日本物理学会 2024春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 市村晃一, 石徹白晃治, 丸藤亜寿紗, 菊地貴大, 服部香里, 山森弘毅, 山田真也, 岸本忠史,
2. 発表標題 ガンマTESを用いたスズ112の2重電子捕獲反応探索手法の研究
3. 学会等名 日本物理学会 2024春季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 古戸敦也, 石徹白晃治, 細川佳志, 美馬覚, 田井野徹, 小林達哉, 亀井雄斗,
2. 発表標題 軽い暗黒物質探索に向けた超伝導検出器の開発・評価
3. 学会等名 日本物理学会第78回年次大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小林 達哉, 美馬 覚, 石徹白 晃治, 亀井 雄斗, 大谷 知行, 田井野 徹
2. 発表標題 CaF ₂ 基板両面に配置したAI-LEKIDの開発
3. 学会等名 第84回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 亀井 雄斗, 石徹白 晃治, 伊藤 凌太, 小林 達哉, 美馬 覚, 中城 悠翔, 大谷 知行, 田井野 徹
2. 発表標題 YSZ基板を用いた超伝導力学インダクタンス検出器の開発
3. 学会等名 第84回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 千葉悠雅, 成瀬雅人, 市村晃一, 石徹白晃治, 明連広昭
2. 発表標題 稀少現象探索のための超伝導検出器アレイの多重読出とそのデータ処理
3. 学会等名 超伝導エレクトロニクス研究会 (SCE)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 C. Otani, S. Mima, T. Taino, R. Murayama, T. Noguchi
2. 発表標題 Nb thin-film superconducting microwave resonator with high quality factor
3. 学会等名 The 15th International Workshop on High Temperature Superconductors in High Frequency Field (HTSHFF 2023)、イタリアメッシーナ (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Y. Kamei, K. Ishidoshiro, R. Ito, T. Kobayashi, S. Mima, Y. Nakajo, C. Otani, T. Taino
2. 発表標題 Characterization of Lumped Element Kinetic Inductance Detectors on YSZ Substrates for ^{94}Zr Double-Beta Decay Search
3. 学会等名 International Symposium on "Unraveling the History of the Universe and Matter Evolution with Underground Physics" (UGAP2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 中城悠翔, 美馬寛, 野口卓, 大谷知行, 亀井雄斗, 伊藤凌太, 小林達哉, 田井野徹
2. 発表標題 誘電体フリー超伝導共振器の中空構造に関する研究
3. 学会等名 2023年度春季第105回低温工学・超伝導学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Y. Kamei, C. Otani, S. Mima, T. Taino, R. Murayama, T. Noguchi
2. 発表標題 Development of superconducting resonator with an ultra-high quality factor and its possible applications
3. 学会等名 The 4th RIKEN Center for Advanced Photonics Advisory Council (RAPAC2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 R. Ito, S. Mima, T. Taino, Y. Kamei, C. Otani
2. 発表標題 Development of Microwave Kinetic Inductance Detectors with Lithium Tantalate and Lithium Niobate substrates for achieving high phonon collection efficiency
3. 学会等名 2023 RIKEN Summer School
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 亀井雄斗、石徹白晃治、伊藤凌太、小林達哉、美馬覚、中城悠翔、大谷知行、田井野徹
2. 発表標題 YSZ基板を用いた力学インダクタンス検出器の開発
3. 学会等名 第24回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ・2023年度理研-NICT合同テラヘルツワークショップ
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤凌太、美馬覚、田井野徹、亀井雄斗、大谷知行
2. 発表標題 高フォノン収集効率を実現するLT/LN基板を用いたマイクロ波力学インダクタンス検出器の開発
3. 学会等名 第24回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ・2023年度理研-NICT合同テラヘルツワークショップ
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasuhiro Kishimoto
2. 発表標題 Hidden photon search at Tohoku and Future
3. 学会等名 "What is dark matter? - Comprehensive study of the huge discovery space in dark matter"、Kashiwa (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koji Ishidoshiro
2. 発表標題 New dark matter search at Kamioka
3. 学会等名 Kashiwa Dark Matter symposium 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koji Ishidoshiro
2. 発表標題 inetic inductance detectors evaporated on CaF2 for astroparticle physics
3. 学会等名 EEE NSS/MIC 2022, ハイブリッド (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岸本康宏
2. 発表標題 共振空洞を用いた, 5 GHz近傍における暗黒物質暗黒光子の探索実験 (1)
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 石徹白晃治
2. 発表標題 神岡での軽い暗黒物質探索
3. 学会等名 SMART2022, 徳島大学
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石徹白晃治
2. 発表標題 神岡低放射能冷凍機
3. 学会等名 第8回極低放射能技術研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石徹白晃治
2. 発表標題 超伝導センサーを用いた暗黒物質探索
3. 学会等名 超伝導エレクトロニクス(SCE)研究会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideaki Yuta, Y.Kishimoto, T.Ohtsuka, Sei Yoshida
2. 発表標題 Basic research on Radiation Response of Semiconductor Quantum device
3. 学会等名 令和3年度 東北大学 電気通信研究所 共同プロジェクト発表会(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 S. Mima, R. Murayama, T. Taino, T. Noguchi, C. Otani
2. 発表標題 Thin-Film Superconducting Microwave Resonator with High Quality Factor
3. 学会等名 The 11th East Asia Symposium on Superconductor Electronics (EASSE 2023)(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村山亮介, 美馬覚, 野口卓, 田井野徹, 大谷知行
2. 発表標題 超高Q値の薄膜超伝導共振器
3. 学会等名 第83回応用物理学学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村山亮介, 美馬覚, 野口卓, 大谷知行, 田井野徹
2. 発表標題 超高Qの薄膜型超伝導共振器に関する研究
3. 学会等名 電子情報通信学会超伝導エレクトロニクス研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大谷 知行, 村山 亮介, 美馬 覚, 田井野 徹, 野口 卓
2. 発表標題 超高Q値の薄膜超伝導マイクロ波共振器の研究開発
3. 学会等名 第 10 回「光量子工学研究」 ポストコロナ時代の新しい光科学
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryuta Shirai
2. 発表標題 Energy Resolution Improvement for CaF ₂ Scintillating Bolometer by Machine Learning Analysis
3. 学会等名 Unraveling the History of the Universe and Matter Evolution with Underground Physics (UGAP2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白井竜太
2. 発表標題 機械学習によるCaF ₂ シンチレーティングボロメーターのエネルギー分解能改善
3. 学会等名 新学術領域「地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化」若手研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田斉, 西川隆博, 柴田真尚, 湯田秀明, 岸本康宏
2. 発表標題 半導体量子デバイスの放射線応答調査のためのデバイス放射化と定量分析
3. 学会等名 宇宙線研究所共同利用報告会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Zulfakri Mohamad
2. 発表標題 Progress of Kinetic Inductance Detectors on CaF ₂ for astro-particle physics
3. 学会等名 TIIPP2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木惇也, 石徹白晃治, 本多俊介, 末野慶徳, 田島治
2. 発表標題 RFSoC を用いた超伝導検出器のマイクロ波読み出し
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石徹白晃治
2. 発表標題 低放射能希釈冷凍機と超伝導検出器
3. 学会等名 新学術領域「地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化」2021年度領域研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石徹白晃治
2. 発表標題 RFSoCを用いたフロントエンド回路開発
3. 学会等名 計測システム研究会2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sei Yoshida, Y.Kishimoto, H.Yuta, T.Ohtsuka
2. 発表標題 Basic Research on Radiation Response of Semiconductor Quantum Devices
3. 学会等名 2021 年度電気通信研究所共同利用成果発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白井竜太
2. 発表標題 機械学習によるCaF ₂ シンチレーティングボロメータの分解能改善
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 湯田秀明
2. 発表標題 量子ポイントコンタクトの放射線応答
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 Sei Yoshida
2. 発表標題 Present Status of Low Temperature Detector for Neutrino-less Double Beta Decay
3. 学会等名 Neutrinos Electro-Weak interactions and Symmetries 2020-12 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sei Yoshida
2. 発表標題 Development of Scintillating Bolometer with Large Undoped and Eu-doped CaF ₂ Crystals for Neutrino-less Double Beta Decay of ⁴⁸ Ca
3. 学会等名 The XXIX International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 斉
2. 発表標題 極低温技術による 宇宙素粒子研究の高感度化
3. 学会等名 第七回極低放射能技術研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岸本康宏
2. 発表標題 暗黒物質アクシオン、暗黒光子等の検出のための大型共振空洞の開発・研究 -高いIQ値の実現(その2)
3. 学会等名 日本物理学会年次大会(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 河村優貴
2. 発表標題 暗黒物質探索用LEKIDの作製に関する研究
3. 学会等名 2020年第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岸本康宏
2. 発表標題 暗黒物質アクシオン、暗黒光子等の検出のための大型共振空洞の開発・研究 -高いIQ値の実現
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会(オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田斉
2. 発表標題 CANDLESによる二重ベータ崩壊の研究 -現状報告-
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会(オンライン開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 斉
2. 発表標題 極低温技術による宇宙素粒子研究の高感度化
3. 学会等名 新学術領域「地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化」2020年度領域研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河村優貴
2. 発表標題 暗黒物質探索用LEKIDの作製に関する研究
3. 学会等名 第81回応用物理学学術講演会,
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 斉
2. 発表標題 極低温検出器による宇宙素粒子研究
3. 学会等名 新学術領域「クラスター階層」「量子ビーム応用」合同検出器ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken Keong Lee
2. 発表標題 Bolometer Development using Neutron Transmutation Doped Ge in CANDLES for the study of Neutrinoless Double Beta decay
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 吉田 斉
2. 発表標題 極低温技術による宇宙素粒子研究の高感度化
3. 学会等名 新学術領域「地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化」領域研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岸本 康宏
2. 発表標題 暗黒物質アクシオン探索のための、高磁場環境下でのHigh-Q マイクロ波空洞の開発・研究
3. 学会等名 新学術領域「地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化」領域研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岸本 康宏
2. 発表標題 大型空洞を使った暗黒物質アクシオン探索
3. 学会等名 暗黒物質懇談会 @早稲田大学
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石徹白 晃治
2. 発表標題 暗黒物質探索を目指した超伝導検出器の開発
3. 学会等名 新学術「地下宇宙」第1回低温技術研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田 斉
2. 発表標題 二重ベータ崩壊探索用ScintillatingBolometer開発
3. 学会等名 新学術「地下宇宙」第1回低温技術研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 X. Lee他
2. 発表標題 Study of a Large CaF ₂ (Eu) Scintillating Bolometer for Neutrinoless Double Beta Decay
3. 学会等名 16th International conference on Topics in Astroparticle and underground physics(TAUP2019)@Toyama (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Ishidoshiro
2. 発表標題 Kinetic inductance detectors on fluoride crystal for spin-dependent dark matter search
3. 学会等名 16th International conference on Topics in Astroparticle and underground physics(TAUP2019)@Toyama (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Ishidoshiro
2. 発表標題 Kinetic inductance detectors on CaF ₂ for spin-dependent dark matter search
3. 学会等名 18th International Workshop on Low Temperature Detectors, Milano (国際学会)
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	石徹白 晃治 (Ishidoshiro Koji) (20634504)	東北大学・ニュートリノ科学研究センター・准教授 (11301)	
研究分担者	岸本 康宏 (Kishimoto Yasuhiro) (30374911)	東北大学・ニュートリノ科学研究センター・教授 (11301)	
研究分担者	大谷 知行 (Otani Chiko) (50281663)	国立研究開発法人理化学研究所・量子工学研究センター・ チームリーダー (82401)	
研究分担者	美馬 覚 (Mima Satoru) (50721578)	国立研究開発法人情報通信研究機構・未来ICT研究所神戸フロンティア研究センター・研究員 (82636)	

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		
韓国	KRISS	Institute for Basic Science	
米国	Lawrence Berkeley National Laboratory	Padue University	