

令和 3 年 5 月 24 日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2020

課題番号：16K05375

研究課題名(和文) ニュートリノ崩壊光子検出器較正用超低エネルギー光子パルス照射システムの開発

研究課題名(英文) Development of ultra-low-energy photon pulse irradiation system for calibration of neutrino-decay-photon detectors

研究代表者

吉田 拓生 (Yoshida, Takuo)

福井大学・学術研究院工学系部門・教授

研究者番号：30220651

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：近年、ニュートリノに質量があることが確定し、質量の大きいニュートリノが遠赤外領域の超低エネルギー光子(ニュートリノ崩壊光子)を放出することによって質量の小さいニュートリノに崩壊することが理論的に予言されており、そのような光子を探索するための検出器開発が推進されている。本研究では、福井大学が保有する遠赤外分子レーザー装置を用いて、そのような検出器を較正するための超低エネルギー光子パルス照射システムを開発した。更に、この照射システムを実際に用いて、光子パルスを検出器まで伝送するための導波管の開発や、ニュートリノ崩壊光子分光用回折格子の開発、検出器を容れる真空容器の窓材の開発なども行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した超低エネルギー光子パルス照射システムは、ニュートリノ崩壊光子を検出し、そのエネルギーを測定するための検出器の較正や性能評価を行う上で必要不可欠なシステムである。このシステムによって較正された検出器でニュートリノ崩壊光子を捉え、そのエネルギーを測定することができれば、まだ分かっていないニュートリノの質量を決定することができるようになり、単にニュートリノだけでなく、素粒子全体、さらにはこの宇宙の成り立ちに対する我々の理解をも飛躍的に深めることができる。本研究で開発した超低エネルギー光子パルス照射システムはその一助となり得る装置である。

研究成果の概要(英文)：In recent years, it has been determined that neutrinos have mass, and it is theoretically predicted that neutrinos with large mass will decay into neutrinos with small mass by emitting ultra-low-energy photons (neutrino-decay photons) in the far infrared region. And the development of detectors to search for such photons is being promoted. In this study, we have developed an ultra-low energy photon pulse irradiation system for calibrating such detectors using a far-infrared molecular laser owned by the University of Fukui. Furthermore, using this irradiation system, we have developed waveguides for transmitting photon pulses to the detector, diffraction gratings for neutrino decay photon spectroscopy, window materials for a vacuum vessel that accommodates the detector, and so on.

研究分野：素粒子物理学実験

キーワード：物理学 素粒子 ニュートリノ 実験 遠赤外線 レーザー

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

素粒子物理学の実験分野では、近年、大気ニュートリノや原子炉由来のニュートリノ、粒子加速器によって生成されるニュートリノなどを用いた実験が世界各地で行われるようになり、かつては謎の粒子と言われたニュートリノに関する理解が急速に深まりつつある。特に、1998年に行われた神岡大気ニュートリノ実験によってニュートリノ振動、すなわちニュートリノのフレーバーが周期的に変化する現象が発見されたことで、ニュートリノには質量があること、さらに、ニュートリノのそれぞれのフレーバーは質量固有状態の重ね合わせによってできていること、などが判明し、その後、世界各地の実験グループにより、ニュートリノの3種の質量固有状態 $\nu_1$ 、 $\nu_2$ 、 $\nu_3$ の質量 $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ の二乗差 $\Delta m_{ij}^2 = m_i^2 - m_j^2$ などが測定されるようになった。

このように、ニュートリノに関する理解は深まりつつあるものの、未解決の問題も多く残されている。そのうちのひとつが、ニュートリノの質量について、二乗差だけが分かっている、質量の値そのもの(上記 $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ の値)がまだ決定されていないことである。目下、このニュートリノの質量を測定するために着目されている現象のひとつが、ニュートリノ崩壊現象である。これは、質量の大きいニュートリノが光子 $\gamma$ を1個放出することによって質量の小さいニュートリノに崩壊するという現象で、実験的にはまだ観測されていないが、理論的には予言されている。このニュートリノ崩壊は2体崩壊なので、例えば、 $m_1 < m_2 < m_3$ とするモデル(正常階層モデル)で予測される $\nu_3 \rightarrow \nu_2 + \gamma$ 崩壊によって飛び出す光子(ニュートリノ崩壊光子)のエネルギー $E_\gamma$ は、 $\nu_3$ 静止系で $E_\gamma = \Delta m_{32}^2 / 2m_3$ と書け、 $\Delta m_{32}^2$ の値は $2.39 \times 10^{-3} \text{ eV}^2$ と既に分かっているので、このニュートリノ崩壊光子を検出し、 $E_\gamma$ を測定すれば、 $\nu_3$ の質量 $m_3$ を決定することができる。ただし、ニュートリノの質量は他の素粒子に比べてかなり小さく、せいぜい $m_3 = 50 \sim 85 \text{ meV}$ 程度であろうと予測されており、その崩壊によって飛び出す光子のエネルギー $E_\gamma$ も極めて低く、 $10 \sim 25 \text{ meV}$ 程度、すなわち波長 $50 \sim 90 \mu\text{m}$ 程度の遠赤外領域の光子であると予測されている[文献 ]。

以上のような検討を経て、我々は、ニュートリノ崩壊光子を検出し、そのエネルギーを測定するための検出器開発プロジェクトを立ち上げたのだが[文献 ]、エネルギーの極めて低い光子を検出するには、それよりもさらに小さい励起エネルギーを持つ物質に光子を吸収させる必要があるため、我々は、超伝導体を用いた「超伝導トンネル接合素子検出器(STJ検出器)」と呼ばれる高感度な光子検出器の開発に着手した。特に、アルミニウムやハフニウムなどを冷却し、超伝導化すると、超伝導電子対(クーパー対)を破壊するために必要となるエネルギーがそれぞれ電子1個当たり $0.172 \text{ meV}$ 、 $0.020 \text{ meV}$ となり、エネルギー $E_\gamma = 10 \sim 25 \text{ meV}$ 程度の光子1個で多くの励起電子をたたき出し、光子のエネルギーに比例する大きさの信号を生成することができるはずである。

### 2. 研究の目的

以上のような経緯で始まったニュートリノ崩壊光子検出器(STJ検出器)開発プロジェクトの中で、至急の解決を迫られた問題は、開発途中の雛形検出器に、ニュートリノ崩壊光子として予測されるエネルギー $10 \sim 25 \text{ meV}$ (波長 $50 \sim 90 \mu\text{m}$ 、周波数 $3 \sim 6 \text{ THz}$ )程度の光子ビームを照射し、検出器の較正や性能評価等を行うための光子パルス発生源が無かったことである。特に、この波長領域は、レーザー装置などの光源開発分野で「未開拓波長帯」と呼ばれていて、手軽に使える便利な光源がほとんどない。このため、代替品として可視光レーザーや波長 $1 \mu\text{m}$ 付近の近赤外レーザー等を用いざるを得ない状況にあった。

このような状況の中で、我々は、福井大学が共同利用の装置として保有している「遠赤外分子レーザー装置」に着目するようになった[文献 ]。特に決め手となったのは、予測されるニュートリノ崩壊光子の波長領域( $50 \sim 90 \mu\text{m}$ )が、このレーザー装置の仕様上の発振波長領域の中に含まれていたことである。本研究の目的は、この遠赤外分子レーザー装置を用いて、いま開発中のニュートリノ崩壊光子検出器(STJ検出器)に波長 $50 \sim 90 \mu\text{m}$ 付近の種々の単色光子パルスビームを照射することができる「超低エネルギー光子パルス照射システム」を開発することである。

### 3. 研究の方法

本研究で用いる遠赤外分子レーザーは、元々、中部大学の岡島茂樹氏の研究グループによって開発された極めて特殊なレーザー装置で、 $\text{CO}_2$ レーザーを1次光源として、様々な種類のアルコール気体分子( $\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{CD}_3\text{OH}$ 、 $\text{CH}_3\text{OD}$ など)を励起させ、遠赤外線をレーザー発振させることができるようになっている。 $\text{CO}_2$ レーザーの共振器長を微調節することによって、その $9 \sim 11 \mu\text{m}$ の波長領域にある約80本の単色発振線の中の1つを分子レーザーに入射させ、さらに分子レーザーに注入する気体分子の種類を選択することで、様々な波長の単色遠赤外線を発振させることができる。このとき、 $\text{CO}_2$ レーザーの波長と気体分子の種類の組み合わせによって、波長 $40 \sim 500 \mu\text{m}$ の間の約70本の単色発振線から任意の一つを選択することができる。

本研究は、まず、このレーザー装置を稼働させ、目標とする波長 $50 \sim 90 \mu\text{m}$ 付近の単色発振線をできるだけ多く確認し、そのビーム強度の測定、ビームプロファイル(ビーム径および広がり角)の測定などを行うことによって、このレーザー装置の基本特性を把握することから始めた。

次に行ったのは、このレーザー装置が発振する連続波をパルス波に変換する方法の開発である。このレーザー装置では、1次光源である $\text{CO}_2$ レーザーが連続波であるため、それによって発振する遠赤外レーザーも連続波となる。しかし、ニュートリノ崩壊光子検出器の較正等や性能評価を行う際には、パルス波に対する検出器の応答を調べる必要があるため、この連続波をパルス

波に変換する必要があった。

更に、本研究では、この研究で開発した光子照射システムを実際に用いて、光子パルスを検出器まで伝送するための導波管の開発や、ニュートリノ崩壊光子分光用回折格子の開発、検出器の入射窓材の開発なども行った。

#### 4. 研究成果

##### (1) 遠赤外分子レーザーの基本特性の確認

福井大学が保有する遠赤外分子レーザーを稼働させ、実際に確認した発振線を表1に示す。ニュートリノ崩壊光子として予測される波長領域 50 ~ 90  $\mu\text{m}$  よりも少し広い範囲で検出器の較正や性能評価ができるよう、波長 40 ~ 120  $\mu\text{m}$  の範囲で発振線の探索を行った。この波長の範囲で、理論的にはまだ他にも発振線は存在するはずであるが、とりあえず我々の目的には十分な数の発振線が確認できたので、これ以上の探索を試みることはしなかった。

表1 遠赤外分子レーザーで確認した波長 40 ~ 120  $\mu\text{m}$  の範囲の発振線

遠赤外分子レーザーの発振線					使用する CO <sub>2</sub> レーザーの発振線		
波長 (mm)	$E_{\gamma}$ (meV)	媒質分子 <sup>a)</sup>	偏光 方向 <sup>b)</sup>	出力 <sup>c)</sup> (mW)	発振線 の呼称	波長 (mm)	出力 <sup>d)</sup> (W)
41.4	30.0	CD <sub>3</sub> OH		11	10R(18)	10.260	77
42.6	29.2	CD <sub>3</sub> OH		2.0	9R(28)	9.230	71
43.7	28.4	CD <sub>3</sub> OH		9.4	10R(18)	10.260	79
44.0	28.2	CH <sub>2</sub> DOH		2.8	9P(30)	9.639	66
47.6	26.1	CH <sub>3</sub> OD		37	9R(8)	9.342	67
52.9	23.5	CD <sub>3</sub> OH		9.2	9R(34)	9.201	67
57.2	21.7	CH <sub>3</sub> OD		72	9R(8)	9.342	73
70.5	17.6	CH <sub>3</sub> OH		23	9P(34)	9.676	69
77.3	16.1	CH <sub>3</sub> OH		2.8	9R(8)	9.342	71
86.2	14.4	CH <sub>3</sub> OH		-	9R(8)	9.342	71
86.4	14.4	CD <sub>3</sub> OH		6.8	10R(16)	10.274	77
96.5	12.9	CH <sub>3</sub> OH		33	9R(10)	9.329	41
103.1	12.0	CH <sub>3</sub> OD		22	9P(30)	9.639	65
118.8	10.5	CH <sub>3</sub> OH		75	9P(36)	9.695	59

<sup>a)</sup> D は重水素を表わす。

<sup>b)</sup> : CO<sub>2</sub> レーザーの偏光方向に対して垂直, || : CO<sub>2</sub> レーザーの偏光方向に平行。

<sup>c)</sup> 発振の確認は焦電検出器で行い、出力はパワーメーターで測定した。ハイフン(-) は発振の確認だけ行って、出力を測定しなかったことを表わす。

<sup>d)</sup> パワーメーターで測定した。

この遠赤外分子レーザーも含め、一般的にレーザービームは、ビーム軸に垂直な面上でビーム強度分布がガウス分布となっていることから、ガウスビームと呼ばれる。ガウスビームのビーム直径は、ガウス分布となるビーム強度分布の標準偏差 $\sigma$ の4倍で定義され、ビーム半径はその1/2である $2\sigma$ で定義される。レーザービームは完全な平行光線ではなく、空間中を僅かではあるが広がりが伝播している。本研究で用いる遠赤外分子レーザーでは、レーザーの出口付近にビーム半径が最少となる位置、すなわちビームウエスト(ビームの腰)がある。このビームウエストから伝播距離 $z$ の位置でのビーム半径 $W(z)$ を表す式はガウスビームの伝播公式として知られ、ビーム径が最少となるレーザー出口でのビーム半径、すなわちウエスト半径(腰半径) $W_0$ と波長 $\lambda$ を用いて、 $W(z) = W_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi W_0^2}\right)^2}$ と表わすことができる。また、 $z$ が十分大きい位置での

ビームの発散角(広がり角) $\theta_0$ は、 $\theta_0 = \frac{\lambda}{\pi W_0}$ となる。これら式は、ガウスビームでは $W_0$ さえ分かれば、ビームが空間中をどのように広がりが伝播していくかを波長毎に一意的に求められることを意味する。また、伝播の途中にレンズや球面鏡などの光学素子を置き、ビームを集束させたり発散させたりする場合でも、その伝播の様子を幾何光学的な光線行列(ABCD行列)を用いて追跡することができる。本研究でも、次節で遠赤外分子レーザーの連続波をパルス化するための光学系を設計するに当たり、まず初めに波長 118.8  $\mu\text{m}$  の発振線を用いてこのレーザーのビーム半径 $W(z)$ を測定し、ウエスト半径 $W_0$ を求めたところ、図1に示すように、 $W_0 = 3.43 \text{ mm}$ と

なることが分かった。

## (2) 遠赤外分子レーザーのパルス化

遠赤外分子レーザーの連続波をパルス波に変換するに当たり、要求されるパルス時間幅はSTJ 検出器の光応答時間と同程度以下、すなわち数 $\mu\text{s}$  程度以下である。本研究では、このレーザーの連続波を高速回転するミラーに反射させ、そのビームスポットが、パルス化したい位置に設置した開口（検出器の受光面自体、あるいは検出器の上流に設置されたピンホールやスリットなど）を高速で横切るようにしてパルス化する方法を考案し、そのために必要となる

光学系の設計および実験を行った結果が図 2 である。回転ミラーを用いて連続波のレーザーをパルス化する場合、回転ミラーによる反射ビームのスポットが、パルス化したい位置に設置した開口を横切る時間でパルス時間幅が決まるので、その時間幅を短縮するためには、ミラーを高速回転させるとともに、ミラーからパルス化したい位置までの距離をできるだけ長く取ってビームスポットの移動速度を速め、更に、パルス化したい位置にビームを集束させてそこでのビームスポットを極力小さくする必要がある。図 2 では、回転ミラーには角速度 353 rad/s で回転する現用品を用い、焦点距離 750 mm の凹面鏡で、ニュートリノ崩壊光子検出器の代わりに用いたショットキーバリアダイオード(SBD)検出器の位置にビームを集束させている。その結果、パルス時間幅は半値幅で 5.7  $\mu\text{s}$  となったが、本研究では、この光学系に改良を加え、パルス時間幅を更に短縮する方法を探った。

一般に、レンズや球面鏡を用いてガウスビームのビーム径を極力小さく絞りたい場合は、はじめに凸面鏡などを用いて一旦ビームを広げ、そこから焦点距離の短い凹面鏡を用いて大きな集束角で一気に集光する方法が有効となる。しかし、集束角が大きくなると、凹面鏡から集光位置までの距離が短くなるため、回転ミラーからパルス化する位置までの距離も短くなってしまふ。このような相反する要求に対して、ビーム径を小さく絞りつつ同時に回転ミラーから集光位置までの距離を大きく取れるよう、試行錯誤の末に辿り着いた最適解が、図 3 である。この光学系では、検出器を設置する位置でビーム直径を極力小さく絞るために、焦点距離  $f = -50$  mm の凸面鏡で一旦ビームを広げた後、 $f = 304.8$  mm の凹面鏡で急激にビームを絞るようにしている。この光学系では実験は行っていないが、図 2 の光学系に比べて、パルス化する位置(図 3 のスリットの位置)でのビーム径が小さくなったことと、回転ミラーからスリットの位置までの距離(図 3 の  $L$ ) が伸びたことで、パルス時間幅が半値幅で 1.9  $\mu\text{s}$  程度まで縮められることが分かった。

図 2、図 3 の光学系で回転ミラーの設置位置を決める際には、ガウス分布するビームスポットの大部分がこのミラー内に収まるように留意する必要がある。このときは近軸近似を用いた光線行列による方法で光学系の設計を行っていたため、ガウスビームの一部分だけを反射させるような、波動方程式の厳密解を必要とする光学系の設計ができなかったからである。しかしその後、Synopsys 社の光学系設計用プログラム「CODE V」を導入したことで厳密な波動光学解析ができるようになったため、図 3 の光学系で、回転ミラーを図の位置よりも凹面鏡の方に近づけ、ビームの一部分だけ反射させるような光学系の検討もできるようになった。その結果、回転ミラーを凹面鏡から距離 450 mm の位置に置くと、ビームパワーの 50% を失うことにはなるが、

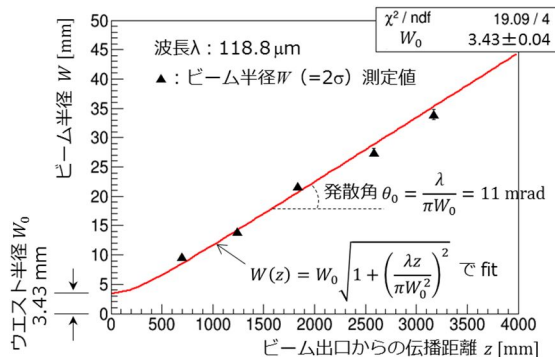


図 1 ビーム半径  $W(z)$  の測定結果

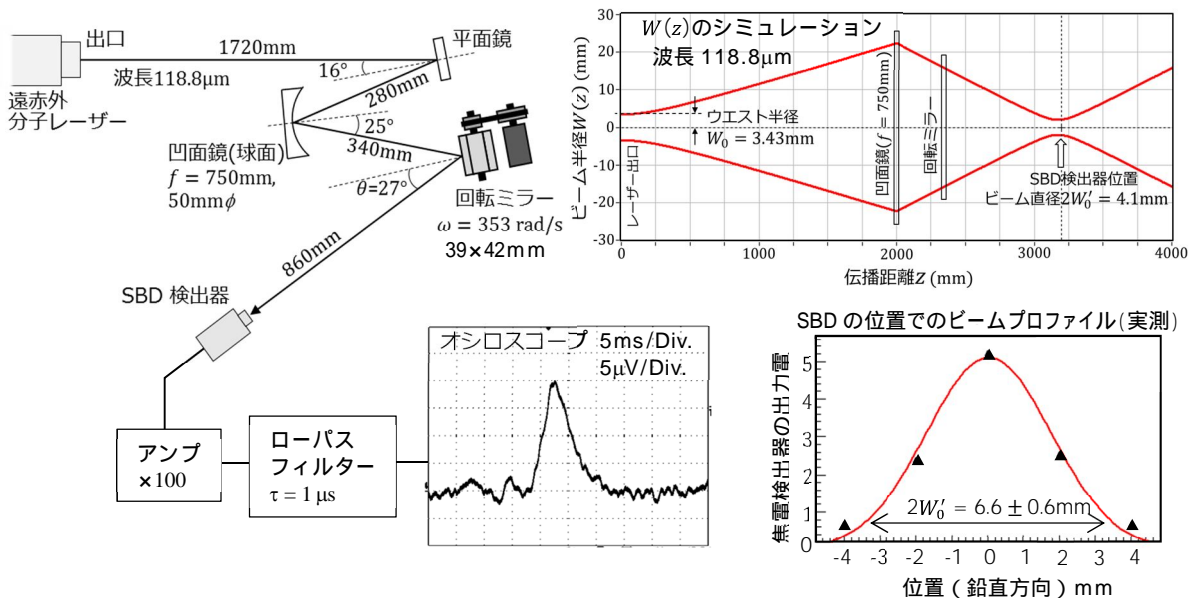


図 2 回転ミラーと凹面鏡 1 個による連続波のパルス化

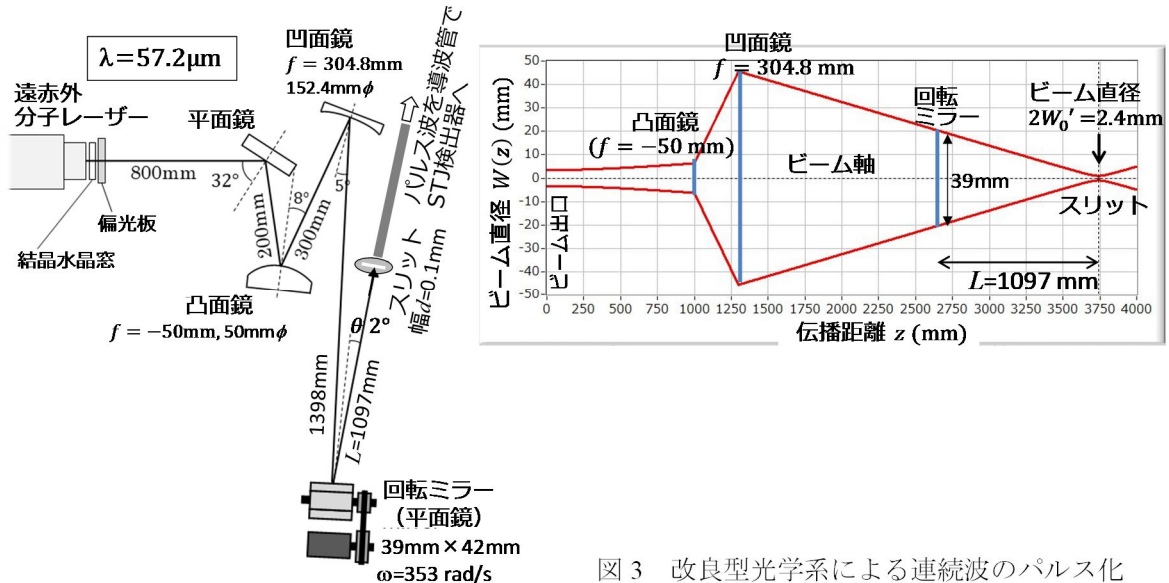


図3 改良型光学系による連続波のパルス化

回転ミラーからビームの集光位置までの距離を 2000 mm まで伸ばすことができ、その位置でのビーム直径が 3.7 mm 程度まで大きくはなるものの、パルス時間幅を半値幅で 1.6 μs 程度まで短くできることが分かった。

### (3) 光子パルス伝送用導波管の開発

ニュートリノ崩壊光子の検出に用いる STJ 検出器の較正や性能評価を行う際、STJ 検出器は、受光面の金属を超伝導化するために液体ヘリウムを用いた冷凍機の中に納められている。このため、STJ 検出器に光子パルスを照射するには、冷凍機の外から中の検出器まで導波管を用いて光子を伝送する必要がある。そこで、本研究で開発した光子照射システムを用いて、一般に電磁波用導波管としてよく使われる種々の金属のパイプに加え、遠赤外線導波管として有用と考えられるアクリル樹脂のパイプなどの伝送効率を測定したところ、ニュートリノ崩壊光子と同等の波長の遠赤外線に対して、アクリル樹脂や無酸素銅のパイプで最も高い伝送効率を得ることが分かった。その伝送効率は、長さ 2 m、内径 4 mm のパイプで 40% 程度であった。

### (4) ニュートリノ崩壊光子分光用回折格子の開発

ニュートリノ崩壊光子検出器は、ニュートリノ崩壊光子を分光し、波長によって異なる位置に集光させる分光器の部分と、分光された光子を検出するためのピクセル状の STJ 検出器とで構成されている。この内、分光器の中で用いるために設計・製作された分光用ブレード回折格子の回折角や回折効率を、本研究で開発した光子照射システムを用いて測定したところ、この回折格子には、設計時の目標どおり、ニュートリノ崩壊光子と同等の波長の遠赤外線に対して、分光する際に有用となる 1 次回折光の回折効率が高く、一方、分光の邪魔になる 0 次回折光や 2 次回折光などは十分抑制されるという特性があることが確認された。

### (5) ニュートリノ崩壊光子検出器の入射窓材の開発

実際のニュートリノ崩壊光子検出器では、観測したい波長領域の光子だけを通過させ、それ以外の波長領域の光子を極力排除するような光学窓を、真空容器の窓など、分光器の上流の適当な場所に設置する必要があるため、本研究で開発した光子照射システムを用いて、そのような窓材の選定を行った。その結果、CVD ダイヤモンド窓が、ニュートリノ崩壊光子として予測される波長領域全域に亘って高い透過率を示し、機械的強度も強いことから、真空容器の入射窓の素材として優れていることが分かった。また、結晶水晶窓によって波長 40 μm 以下の不要な波長領域を遮断でき、一方、波長 90 μm 以上の領域は、メッシュサイズ 50 μm 程度のメタルメッシュで遮断できることも分かった。

### (6) まとめと今後の展望

本研究の喫緊の課題は、以上のようにして開発した「超低エネルギー光子パルス照射システム」を用いて、現在開発中のニュートリノ崩壊光子検出器の較正や性能評価を行うことである。これにより、ニュートリノ崩壊光子検出器の実器作製への道が開けることが期待される。

#### < 引用文献 >

- Shin-Hong Kim et al., J. Phys. Soc. Jpn. 81 (2012) 024101.
- Shin-Hong Kim et al., Physics Procedia 37 (2012) 667.
- Shin-Hong Kim et al., JPS Conf. Proc. 1, 013127 (2014).
- 中山和也, 岡島茂樹, 川端一男, J. Plasma Fusion Res. 87 (2011) 801.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 16件／うち国際共著 18件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 S.H. Kim, Y. Takeuchi, T. Iida, K. Takemasa, C. Asano, S. Matsuura, T. Yoshida, T. Nakamura, M. Sakai, W. Nishimura, S.B. Kim et al.	4. 巻 427
2. 論文標題 Development of Superconducting Tunnel Junction Far-Infrared Photon Detector for Cosmic Background Neutrino Decay Search - COBAND Experiment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of Science (ICHEP2018)	6. 最初と最後の頁 1 - 3
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 該当する
1. 著者名 金 信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 松浦周二, 吉田拓生, 坂井 誠, 中村昂弘, 西村 航, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他	4. 巻 SA6000142006
2. 論文標題 宇宙背景ニュートリノ崩壊探索 COBAND実験	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 観測ロケットシンポジウム2019講演集(JAXA/ISAS)	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) 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 該当する
1. 著者名 T. Aaltonen, G. Chiarelli, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 120
2. 論文標題 Search for the Exotic Meson X(5568) with the Collider Detector at Fermilab	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 202006-1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.120.202006	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. Aaltonen, G. Chiarelli, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 97
2. 論文標題 Tevatron Run II combination of the effective leptonic electroweak mixing angle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 112007-1~20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.97.112007	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.H. Kim, Y. Takeuchi, K. Takemasa, C. Asano, T. Yoshida, E. Ramberg, S.B. Kim et al.	4. 巻 213
2. 論文標題 Development of Superconducting Tunnel Junction Photon Detectors with Cryogenic Preamplifier for COBAND Experiment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Springer Proceedings in Physics	6. 最初と最後の頁 242-248
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 該当する

1. 著者名 K. Takemasa, S.H. Kim, Y. Takeuchi, C. Asano, T. Yoshida, E. Ramberg, S.B. Kim et al	4. 巻 213
2. 論文標題 Development of Superconducting Tunnel Junction Detector using Hafnium for COBAND experiment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Springer Proceedings in Physics	6. 最初と最後の頁 254-258
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 該当する

1. 著者名 T. Aaltonen, G. Chiarelli, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 98
2. 論文標題 Search for standard-model Z and Higgs bosons decaying into a bottom-antibottom quark pair in proton-antiproton collisions at 1.96 TeV	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 072002-1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.98.072002	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. Aaltonen, G. Chiarelli, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 11
2. 論文標題 Measurement of the differential cross sections for W-boson production in association with jets in p anti-p collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 112005-1~22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.98.112005	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. Aaltonen, G. Chiarelli, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 5
2. 論文標題 Search for Higgs-like particles produced in association with bottom quarks in proton-antiproton collisions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 052001-1 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.99.052001	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. Aaltonen, G. Chiarelli, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, Y. Takeuchi, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 95
2. 論文標題 Measurement of the D+ meson production cross section at low transverse momentum in p p-bar collisions at $\sqrt{s} = 1.96$ TeV	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 092006-1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.95.092006	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. Aaltonen, G. Chiarelli, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, Y. Takeuchi, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 32
2. 論文標題 Observation of the $\Upsilon(4140)$ structure in the $J/\psi$ mass spectrum in $B_{\pm} J/\psi K_{\pm}$ decays	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Modern Physics Letters A	6. 最初と最後の頁 1750139-1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0217732317501395	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. Aaltonen, G. Chiarelli, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, Y. Takeuchi, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 96
2. 論文標題 Measurement of the inclusive-isolated prompt-photon cross section in p p-bar collisions using the full CDF data set	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 092003-1 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.96.092003	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. Aaltonen, G. Chiarelli, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, Y. Takeuchi, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 120
2. 論文標題 Combined Forward-Backward Asymmetry Measurements in Top-Antitop Quark Production at the Tevatron	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 042001-1~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.120.042001	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 浅野千紗、坂井 誠、中村昂弘、西村 航、吉田拓生、小川勇、岡島茂樹、中山和也、金信弘、武内勇司、武政健一、若狭玲那、加藤幸弘	4. 巻 66
2. 論文標題 ニュートリノ崩壊光子探索実験のためのSTJ検出器較正用遠赤外パルス光源の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 福井大学大学院工学研究科研究報告	6. 最初と最後の頁 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 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 T. Aaltonen, G. Bellettini, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida, et al.	4. 巻 93
2. 論文標題 Measurement of the forward-backward asymmetry in low-mass bottom-quark pairs produced in proton-antiproton collisions	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 112003-1~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.93.112003	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. Aaltonen, G. Bellettini, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida, et al.	4. 巻 93
2. 論文標題 Measurement of the forward-backward asymmetry of top-quark and antiquark pairs using the full CDF Run II data set	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 112005-1~17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.93.112005	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. Aaltonen, G. Belleltini, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida, et al.	4. 巻 93
2. 論文標題 Search for a low-mass neutral Higgs boson with suppressed couplings to fermions using events with multiphoton final states	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 112010-1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.93.112010	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. Aaltonen, G. Belleltini, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida et al.	4. 巻 93
2. 論文標題 Measurement of $\sin^2(\theta_{\text{lept}}^{\text{eff}})$ using e+e- pairs from $\gamma/Z$ bosons produced in p anti-p collisions at a center-of-momentum energy of 1.96 TeV	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 112016-1~29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.93.112016	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. Aaltonen, G. Belleltini, S.H. Kim, T. Okusawa, Y. Seiya, D. Toback, F. Ukegawa, T. Yoshida, et al.	4. 巻 94
2. 論文標題 Measurement of the WW and WZ production cross section using final states with a charged lepton and heavy-flavor jets in the full CDF Run II data set	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 032008-1~18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.94.032008	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50件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 山根綾太, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 浅野千沙, 前川群, 中原瑳依子, 吉田拓生, 浅胡武志, 竹下勉, 古屋岳, 若林凜, 松浦周二, 橋本遼
2. 発表標題 COBAND実験遠赤外線光学系における集光器と反射防止膜設計
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 浅野千紗, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, Yong-Hamb Kim, 松浦周二, 新井康夫, 吉田拓生, 浅胡武志, 竹下勉, 若林凜, Eric Ramberg, Soo-Bong Kim, 他, 共同講演者38名中24番目
2. 発表標題 COBAND実験のためのHf-STJの研究開発
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 竹下 勉, 浅胡武志, 若林凜, 浦川雅生, 大竹祥太郎, 吉田拓生, 古屋 岳, 岡島茂樹, 中山和也, 古屋 岳, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 前川 群
2. 発表標題 ニュートリノ崩壊光子検出器較正用遠赤外分子レーザーのビームプロファイルモニターの開発
3. 学会等名 2020年度 日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前川群, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 浅野千紗, 中原瑳衣子, 山根綾太, 吉田拓生, 浅胡武志, 竹下勉, 古屋岳, 若林凜, 松浦周二, 橋本遼, 岡島茂樹, 中山和也
2. 発表標題 COBAND実験のための光学系設計開発IV
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 山根綾太, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 浅野千紗, 前川群, 中原瑳依子, 吉田拓生, 浅胡武志, 竹下勉, 古屋岳, 若林凜, 松浦周二
2. 発表標題 COBAND実験遠赤外線光学系における反射防止膜設計
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 若林凜, 浅胡武志, 竹下勉, 浦川雅生, 大竹祥太郎, 吉田拓生, 古屋 岳, 岡島茂樹, 中山和也
2. 発表標題 宇宙背景ニュートリノ崩壊光子検出器較正用の光学系設計方法の検討
3. 学会等名 2020年度筑波大学TCHoU Workshop
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 松浦周二, 吉田拓生, 浅胡武志, 竹下勉, 古屋岳, 若林凜, 新井康夫, Eric Ramberg, Soo-Bong Kim, Yong-Hamb Kim, 他, 共同講演者36名中13番目
2. 発表標題 宇宙背景ニュートリノ崩壊探索COBAND実験
3. 学会等名 ISAS観測ロケットシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 C. Asano, S.H. Kim, Y. Takeuchi, K. Takemasa, T. Yoshida, S.B. Kim et al.
2. 発表標題 R&D of Hf-STJ for COBAND experiment
3. 学会等名 18th International Workshop on Low Temperature Detectors (LTD-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Kasajima, S.H. Kim, Y. Takeuchi, Y. Arai, T. Yoshida, S.B. Kim et al.
2. 発表標題 Development of superconducting tunnel junction detector with cryogenic amplifier for COBAND experiment
3. 学会等名 18th International Workshop on Low Temperature Detectors (LTD-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金 信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 松浦周二, 吉田拓生, 坂井 誠, 中村昂弘, 西村 航, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他
2. 発表標題 宇宙背景ニュートリノ崩壊探索 COBAND実験
3. 学会等名 第2回観測ロケットシンポジウム(JAXA/ISAS)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下勉, 鈴木健吾, 浅胡武志, 木村碧海, 若林凜, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 浅野千紗, 笠島誠嘉, 古屋岳
2. 発表標題 COBAND実験のためのSTJ検出器性能評価用遠赤外レーザービームのリアルタイムプロファイルモニター
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 浅胡武志, 鈴木健吾, 竹下勉, 木村碧海, 若林凜, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 古屋 岳, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史
2. 発表標題 宇宙背景ニュートリノ崩壊光子探索実験のためのSTJ検出器性能評価用パルス光源の開発
3. 学会等名 2019年度日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 若林凜, 鈴木健吾, 浅胡武志, 竹下 勉, 木村碧海, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 古屋 岳, 金 信弘, 武内勇司, 飯田崇史
2. 発表標題 ニュートリノ崩壊光子検出器較正用光学系の設計と評価
3. 学会等名 2019年度日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前川群, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 浅野千紗, 笠島誠嘉, 中原瑳衣子, 山根綾太, 吉田拓生, 鈴木健吾, 浅胡武志, 竹下勉, 古屋岳, 木村碧海, 若林凜, 松浦周二, 橋本遼, 岡島茂樹, 中山和也
2. 発表標題 COBAND実験のための光学系設計
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 S.H. Kim, Y. Takeuchi, T. Iida, K. Takemasa, C. Asano, R. Wakasa, S. Matsuura, Y. Arai, T. Yoshida, T. Nakamura, M. Sakai, W. Nishimura, M. Ukibe, E. Ramberg, S.B. Kim et al.
2. 発表標題 Development of Superconducting Tunnel Junction Far-Infrared Photon Detector for Cosmic Background Neutrino Decay Search - COBAND experiment
3. 学会等名 XXXIX International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 金信弘, 武内勇司, 武政健一, 若狭玲那, 浅野千紗, 飯田崇史, 松浦周二, 吉田拓生, 坂井誠, 中村昂弘, 西村航, Paul Rubinov, Dmitri Sergatskov, Soo-Bong Kim, 他
2. 発表標題 宇宙背景ニュートリノ崩壊探索COBAND実験
3. 学会等名 観測ロケットシンポジウム (JAXA)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西村航, 鈴木健吾, 浅胡武志, 竹下勉, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 武政健一, 浅野千紗, 笠島誠嘉, 小川勇, 古屋岳, 加藤幸弘
2. 発表標題 COBAND実験のためのSTJ検出器性能評価用光学系の設計
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 武政健一, 金信弘, 武内勇司, 吉田拓生, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他
2. 発表標題 COBAND実験のためのHf-STJの研究開発IV
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 飯田崇史, 金信弘, 武内勇司, 吉田拓生, 坂井誠, 中村昴弘, 西村航, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他
2. 発表標題 COBAND実験のための光学系設計開発
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 笠島誠嘉, 金信弘, 武内勇司, 吉田拓生, 西村航, 坂井誠, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他
2. 発表標題 COBAND実験のためのSOI-STJの研究開発
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 竹下 勉, 西村 航, 鈴木健吾, 浅胡武志, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 小川 勇, 古谷 岳, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 高橋光太郎
2. 発表標題 ニュートリノ崩壊光子検出器較正用遠赤外分子レーザーのビーム形状モニター
3. 学会等名 2018年度日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木健吾, 西村航, 浅胡武志, 竹下勉, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 武政健一, 浅野千紗, 笠島誠嘉, 高橋光太郎, 小川勇, 古屋岳, 加藤幸弘
2. 発表標題 最先端レーザー技術を用いたCOBAND実験用窓材の性能評価
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 高橋光太郎, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 武政健一, 浅野千紗, 吉田拓生, 西村航, 鈴木健吾, 浅胡武志, 竹下勉, 古屋岳, 松浦周二, 橋本遼, 岡島茂樹, 中山和也, 他
2. 発表標題 COBAND実験のための光学系設計開発II
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 K. Takemasa, S.H. Kim, Y. Takeuchi, R. Wakasa, C. Asano, T. Yoshida, M.Sakai, T. Nakamura, S. Matsuura, E. Ramberg, S.B. Kim et al.
2. 発表標題 Development of Superconducting Tunnel Junction Detector using Hafnium for COBAND experiment
3. 学会等名 International Conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics 2017 (TIPP2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S.H. Kim, Y. Takeuchi, K. Takemasa, R. Wakasa, C. Asano, S. Matsuura, T. Yoshida, M. Sakai, T. Nakamura, E. Ramberg, S.B. Kim et al.
2. 発表標題 Development of Superconducting Tunnel Junction Photon Detectors with Cryogenic Preamplifier for COBAND Experiment
3. 学会等名 International Conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics 2017 (TIPP2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 Y. Takeuchi, S.H. Kim, C. Asano, R. Wakasa, T. Yoshida, T. Nakamura, M. Sakai, W. Nishimura, E. Ramberg, S.B. Kim et al.
2. 発表標題 Development of STJ with FD-SOI cryogenic amplifier as a far-infrared single photon detector for COBAND experiment
3. 学会等名 17th International Workshop on Low Temperature Detectors (LTD-17) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村航, 中村昂弘, 坂井誠, 鈴木健吾, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 武政健一, 浅野千紗, 若狭玲那, 小川勇, 加藤幸弘
2. 発表標題 COBAND実験のためのSTJ検出器性能評価用遠赤外光源開発
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 武政健一, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 浅野千紗, 若狭玲那, 吉田拓生, 松浦周二, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他27名
2. 発表標題 COBAND実験のためのHf-STJの研究開発II
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 浅野千紗, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 武政健一, 若狭玲那, 吉田拓生, 松浦周二, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他25名
2. 発表標題 COBAND実験のためのSOI-STJの研究開発III
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 若狭玲那, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 武政健一, 浅野千紗, 吉田拓生, 松浦周二, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他24名
2. 発表標題 COBAND実験のためのSOI-STJの研究開発IV
3. 学会等名 日本物理学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂井誠、中村昂弘、西村航、鈴木健吾、吉田拓生、岡島茂樹、中山和也、小川勇、金信弘、武内勇司
2. 発表標題 COBAND実験のためのSTJ検出器性能評価用光学系の開発
3. 学会等名 2017年度日本物理学会北陸支部定例学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 W. Nishimura, T. Nakamura, M. Sakai, K. Suzuki, T. Yoshida, S. Okajima, K. Nakayama, S.H. Kim, Y. Takeuchi, K. Moriuchi, C. Asano, R. Wakasa, I. Ogawa, Y. Kato
2. 発表標題 A Far-Infrared Pulsed Light Source to Calibrate STJ detectors for COBAND Experiment
3. 学会等名 新学術領域「ニュートリノフロンティア」研究会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西村航, 中村昂弘, 坂井誠, 鈴木健吾, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 武政健一, 浅野千紗, 若狭玲那, 小川勇
2. 発表標題 COBAND実験のためのSTJ検出器性能評価用光学系の設計
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会(2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 武政健一, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 浅野千紗, 若狭玲那, 吉田拓生, 松浦周二, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他25名
2. 発表標題 COBAND実験のためのHf-STJの研究開発III
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 若狭玲那, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 武政健一, 浅野千紗, 吉田拓生, 松浦周二, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他26名
2. 発表標題 COBAND実験のためのSOI-STJの研究開発VI
3. 学会等名 日本物理学会第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笠島誠嘉, 金信弘, 武内勇司, 飯田崇史, 武政健一, 浅野千紗, 若狭玲那, 吉田拓生, 松浦周二, Erik Ramberg, Soo-Bong Kim, 他25名
2. 発表標題 COBAND実験極低温増幅器開発に向けた FD-SOI FET 極低温特性の測定
3. 学会等名 日本物理学会 第73回年次大会 (2018年)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Yoshida, M. Sakai, T. Nakamura, W. Nishimura, K. Suzuki, S. Okajima, K. Nakayama, I. Ogawa, S.H. Kim, Y. Takeuchi, T. Iida, K. Takemasa, C. Asano, R. Wakasa, Y. Kato
2. 発表標題 R&D status of FIR source for STJ calibration for COBAND
3. 学会等名 Inaugural Symposium, Tomonaga Center for the History of the Universe (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浅野千紗, 坂井誠, 中村昂弘, 西村航, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金信弘, 武内勇司, 森内航也, 小川勇, 加藤幸弘
2. 発表標題 遠赤外線光源開発
3. 学会等名 第1回SOI-STJ研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 浅野千紗, 坂井誠, 中村昂弘, 西村航, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金信弘, 武内勇司, 森内航也, 小川勇, 加藤幸弘
2. 発表標題 COBAND実験におけるSTJ検出器較正用遠赤外光源開発
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 八木俊輔, 金信弘, 武内勇司, 吉田拓生, 他, 共同発表者31名中16番目
2. 発表標題 ニュートリノ崩壊光探索のためのSOI-STJの研究開発V
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 武政健一, 金信弘, 武内勇司, 吉田拓生, 廣瀬龍太, 他, 共同発表者20名中14番目
2. 発表標題 COBAND実験のためのHf-STJの研究開発I
3. 学会等名 日本物理学会2016年秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 金信弘, 武内勇司, 吉田拓生, 他34名
2. 発表標題 超伝導トンネル接合素子STJを用いた光・量子計測
3. 学会等名 第2回TIA光・量子計測シンポジウム
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 K. Takemasa, S.H. Kim, Y. Takeuchi, T. Yoshida, 他27名
2. 発表標題 Development of Superinduction Tunnel Junction Detector and Cold Amplifier for COBAND experiment
3. 学会等名 3rd International Workshop on Superconducting Sensors & Detectors (IWSSD2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂井誠, 浅野千紗, 中村昂弘, 西村航, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金信弘, 武内勇司, 森内航也, 小川勇, 加藤幸弘
2. 発表標題 COBAND実験のためのSTJ検出器テスト用遠赤外光源開発
3. 学会等名 2016年度日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 C. Asano, M. Sakai, T. Nakamura, W. Nishimura, T. Yoshida, S. Okajima, K. Nakayama, S. Kim, Y. Takeuchi, K. Moriuchi, I. Ogawa, Y. Kato
2. 発表標題 A Far-Infrared Light Source to Calibrate STJ detectors for the COBAND Experiment
3. 学会等名 「ニュートリノフロンティア」研究会2016 (新学術領域「ニュートリノフロンティアの融合と進化」主催)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 K. Takemasa, S.H. Kim, Y. Takeuchi, T. Yoshida, C. Asano, 他29名
2. 発表標題 R&D status of Hf-STJ
3. 学会等名 「ニュートリノフロンティア」研究会2016（新学術領域「ニュートリノフロンティアの融合と進化」主催）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂井 誠, 浅野千紗, 中村昂弘, 西村 航, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金 信弘, 武内勇司, 若狭玲那, 小川勇, 加藤幸弘
2. 発表標題 COBAND実験における較正用遠赤外光源開発
3. 学会等名 第3回CiRfSEワークショップ
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 八木俊輔, 金信弘, 武内勇司, 若狭玲那, 吉田拓生, 他, 共同発表者32名中16番目
2. 発表標題 COBAND実験のためのSOI-STJの研究開発
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 若狭玲那, 金信弘, 武内勇司, 八木俊輔, 吉田拓生, 他, 共同発表者32名中16番目
2. 発表標題 COBAND実験のためのSOI-STJの研究開発
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂井誠, 浅野千紗, 中村昂弘, 西村航, 吉田拓生, 岡島茂樹, 中山和也, 金信弘, 武内勇司, 若狭玲那, 小川勇, 加藤幸弘
2. 発表標題 COBAND実験のためのSTJ検出器性能評価用遠赤外光源開発
3. 学会等名 日本物理学会第72回年次大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

宇宙背景ニュートリノ崩壊現象の探索 <a href="http://apphy.u-fukui.ac.jp/~yoshida/neutrino/stj.htm">http://apphy.u-fukui.ac.jp/~yoshida/neutrino/stj.htm</a> 宇宙背景ニュートリノ崩壊探索COBAND <a href="http://hep.px.tsukuba.ac.jp/coband/index.html">http://hep.px.tsukuba.ac.jp/coband/index.html</a> 福井大学 学術研究院 工学系部門 物理工学講座 放射線・粒子物理部グループホームページ <a href="http://apphy.u-fukui.ac.jp/~yoshida/neutrino/stj.htm">http://apphy.u-fukui.ac.jp/~yoshida/neutrino/stj.htm</a>
---

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

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	ソウル大学			
韓国	Sungkyunkwan University			