

機関番号	研究種目番号	応募区分番号	小区分	整理番号
14501	13	-	15020	0001

平成31年度 (2019年度) 若手研究 研究計画調書

平成30年11月 6日
1版

新規

研究種目	若手研究						
小区分	素粒子、原子核、宇宙線および宇宙物理に関連する実験						
研究代表者 氏名	(フリガナ)	イトウ ヒロシ					
	(漢字等)	伊藤 博士					
所属研究機関	神戸大学						
部 局	理学研究科						
職	学術研究員						
学 位	博士(理学)						
エフォート	30%	博士号取得年月日	2017年9月30日				
応募要件	(1) 2019年4月1日現在で博士号取得後8年未満						
研究課題名	次世代のT非保存探索実験のための新型カロリメータ開発						
研究経費 〔千円未満の 端数は切り 捨てる〕	年度	研究経費 (千円)	使用内訳(千円)				
			設備備品費	消耗品費	旅費	人件費・謝金	その他
	平成31年度	2,465	300	1,350	425	90	300
	平成32年度	2,535	0	1,300	745	90	400
	平成33年度	0	0	0	0	0	0
	平成34年度	0	0	0	0	0	0
	総計	5,000	300	2,650	1,170	180	700
開示希望の有無	審査結果の開示を希望する						

1 研究目的、研究方法など

本研究計画調書は「小区分」の審査区分で審査されます。記述に当たっては、「科学研究費助成事業における審査及び評価に関する規程」（公募要領109頁参照）を参考にすること。
 本欄には、本研究の目的と方法などについて、3頁以内で記述すること。
 冒頭にその概要を簡潔にまとめて記述し、本文には、(1)本研究の学術的背景、研究課題の核心をなす学術的「問い」、(2)本研究の目的および学術的独自性と創造性、(3)本研究で何をどのように、どこまで明らかにしようとするのか、について具体的かつ明確に記述すること。

(概要)

申請者は時間反転対称性の破れ (T 破れ) 探索の感度を従来の**100倍改善**する次世代実験を計画している。本研究は、 **μ^+ スピン偏極を保持する新型電磁カロリメータによる新しい実験方法確立を目的とする**。計画された T 破れ探索実験は $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu$ 崩壊($K_{\mu 3}$)で生成するミュオン(μ^+)の崩壊面に垂直なスピン偏極成分 (横偏極 P_T) を測定する。 P_T はベクトル3重積で記述され、有限な P_T の存在は T 破れを意味する。本研究が完成した時、 $K_{\mu 3}$ 由来の 2γ 、 μ^+ およびそのスピン偏極を同一の電磁カロリメータで観測できるため、従来の T 破れ探索実験より約10,000倍に統計量を向上し、 $\Delta P_T \sim 10^{-5}$ の精度で測定できる。素粒子標準模型(SM)からの寄与は終状態相互作用を入れて $P_T \sim 10^{-7}$ なので、 P_T 測定は新物理からの寄与に十分高い感度をもつ。また、multi Higgs doublet模型、レプトクォーク、超対称性理論などのSMを超える物理では $P_T \sim 10^{-4}$ から 10^{-3} と予想されている。**本研究ではミュオン・スピン回転(μ SR)法によって T 破れ探索に最適なシンチレータを決定し、読み出し回路の開発、試作器の製作および性能評価を実施する。**

(1) 本研究の学術的背景、研究課題の核心をなす学術的「問い」

宇宙全体における粒子と反粒子の非対称性は、素粒子標準模型(SM)におけるCP非対称性(粒子と反粒子の性質が異なる)だけでは説明がつかず、あるエネルギー領域において、未知のCP非対称性の存在が示唆されている。本研究ではCP非対称性と同値な**時間反転対称性の破れ (T 破れ) を K^+ 崩壊を用いて探索する**。実験は $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu$ 崩壊($K_{\mu 3}$)で生成するミュオン(μ^+)の崩壊面に垂直なスピン偏極成分 (横偏極 P_T) を測定する (図1)。有限な P_T の存在は終状態相互作用を無視すると、SMを超える新しい物理理論で記述される T 破れの発見を意味する[1, 2]。

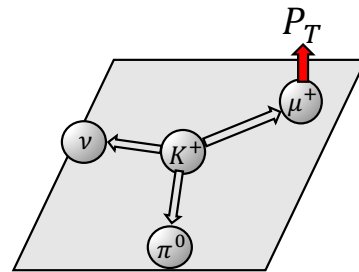


図1. $K_{\mu 3}$ 崩壊面と横偏極 P_T の向き

新物理として、multi Higgs doublet模型、レプトクォーク(LQ)模型、SUSYなどが考えられている。LQについては、近年のB中間子崩壊におけるレプトン普遍性の有意(4シグマ)の破れを説明し得るモデルとして考えられている($m_{LQ} \sim 10 \text{ TeV}/c^2$)。このモデルでの P_T 寄与は $\sim 10^{-3}$ と評価されている。つまり、 P_T の測定はB崩壊におけるレプトン普遍性アノマリーを別の側面から見ることとなる。

申請者は新型電磁カロリメータを実装した静止 K^+ 法による次世代の T 破れ探索実験を計画している。従来の実験(KEK E246)は電磁カロリメータに穴を作り、そこから抜け出てくる荷電粒子を磁気分析する当時画期的な手法が採用され、世界記録 $P_T = (-1.7 \pm 2.3 \pm 1.1) \times 10^{-3}$ が報告された[3]。しかし、この検出器はアクセプタンスが約0.1%と小さい課題を持っている (図2(a))。計画している実験は、ミュオンの運動量と偏極度と π^0 を同一のカロリ

【1 研究目的、研究方法など(つづき)】

メータで測定することで装置のアクセプタンスを1,000倍に増大する。現在のJ-PARCの K^+ ビーム強度はKEK-PSの10倍であるので、究極的には10,000倍の事象頻度を達成する。統計量が10,000倍増大すると P_T の統計感度は100倍改善される。計画している検出器の概念図を図2(b)に示す。新型カロリメータは検出器の核となり重要な役割を担う。カロリメータのシンチレーション光はアバランシェ光検出器(APD)で読み出し、Flash ADCで信号波形を記録する。二重波形から静止ミュオンが陽電子に崩壊した事象を捉え、陽電子の方向からミュオンのスピン偏極を決定する。加えて 2γ を捉えることで $K_{\mu 3}$ 事象を観測する。ここで、この実験を成立させるために、ミュオン・スピン偏極を保持する新型カロリメータの開発が必要である。ミュオンは通常、シンチレータ結晶で静止した時、ミュオニウムを形成するのでスピン偏極が消滅してしまうからである。

探索実験はJ-PARCハドロン施設K1.8BRビームラインで計画している。ミュオンスピン偏極が100%維持できると仮定した場合、 P_T 決定に用いる $K_{\mu 3}$ 事象数は

$$\begin{aligned}
 N &= 200 \text{ kHz (J-PARC E36実験時のビーム強度)} \\
 &\times 0.2 \text{ (J-PARC E36実験時の静止K+検出効率)} \\
 &\times 0.03 \text{ (} K_{\mu 3} \text{分岐比)} \\
 &\times 0.9 \times 0.8 \text{ (} \mu^+, 2\gamma \text{のそれぞれアクセプタンス)} \\
 &\times 0.7 \text{ (カロリメータでミュオンが静止・崩壊して、放射した} e^+ \text{の検出効率)} \\
 &\times 100 \times 3600 \times 24 \text{ sec (ビームタイムが100日)} \\
 &\sim 5 \times 10^9
 \end{aligned}$$

と見積もっている。解析効率を0.25と仮定すると P_T の統計誤差は $\sim 3 \times 10^{-5}$ 達成が見込まれている。さらに、この検出器では、ミュオンが静止した結晶と e^+ を観測する結晶は積分することで検出効率などの不確定性がキャンセルされる。さらに、 π^0 front/back forward反転、空芯磁場反転によって構造における系統性をキャンセルして系統誤差を $O(10^{-5})$ まで抑制する。

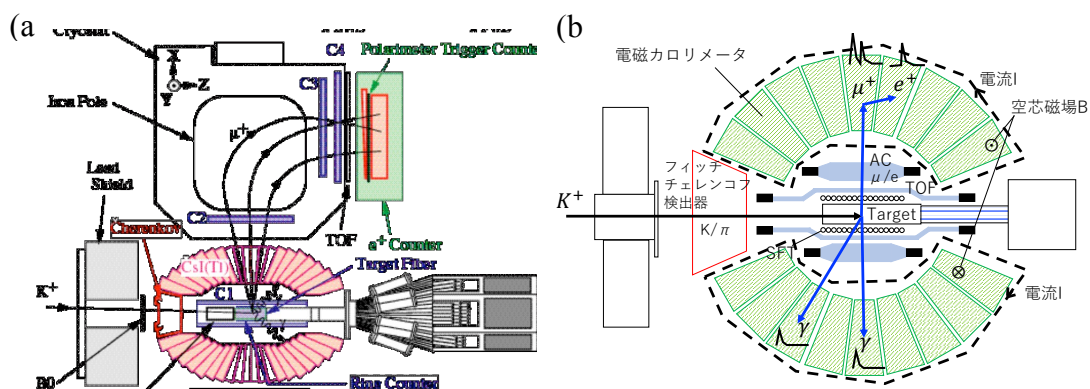


図2. 従来実験検出器の横断面概念図(a)と計画実験検出器の横断面概念図(b)。

(2) 本研究の目的および学術的独自性と創造性

本研究は新型カロリメータ用いたT破れ探索実験法を確立するために、シンチレータ結晶の材質決定と光学的性質の調査、試作器を製作し、その性能評価を実施する。CsI(Tl)結晶では、ミュオンが静止した時、周りの電子と結合しミュオニウムを形成するため、スピン偏極は保持されない。事実、ミュオン・スピン回転(μ SR)法による古いデータではCsIの偏極保持率は15%程度であった [4]。一方、シンチレータではないが、 MgF_2 は59%の偏極保持率が観測されている。また、フッ素を含む物質中では、 μ^+ は水素結合に似た複合体 $F:\mu^+:F$ を形

【1 研究目的、研究方法など（つづき）】

成することが知られており、 ^{19}F の核磁気モーメントによる μSR も観測されている[5]。これらの先行研究から、フッ素を含むシンチレータ結晶がミュオン・スピン偏極を高く保持する可能性を示している。

(3) 本研究で何をどのように、どこまで明らかにしようとするのか

本研究では核となる新型カロリメータの基礎研究、試作器開発、性能評価を実施し、T破れ探索の新しい実験方法を確立させる。実験に向けてカロリメータはミュオン偏極保持率90%以上、時間分解能10 ns、エネルギー分解能1%以下(53MeV)の性能が要求される。具体的な実施項目を(A)~(C)に分けて述べる。

(A) 結晶サンプルのミュオン・スピン偏極保持率の調査

μSR 法を用いてシンチレータ結晶のミュオン・スピン偏極保持率を調べる。偏極ミュオンを結晶サンプルで静止させ、 μ^+ 崩壊後、FrontwardとBackwardの検出器にヒットした e^+ の数の差と和の比の絶対値から非対称性を評価する。また、酸化物結晶でも μSR は観測されているので、 CaF_2 , BaF_2 に加えてBGO, GSOなども調査する。結晶の状態によってミュオンが感じる磁場は変化するため、外部磁場強度依存性および温度依存性を調べる。

(B) 結晶の光学特性の調査

ガンマ線源を用いて光学特性（光量、減衰時定数、温度依存性）を調べる。カロリメータに求める仕様は53 MeVに対して1%の分解能、時間分解能10 nsである。典型的な手法として ^{22}Na からの 2γ (511keV)をリファレンス検出器と同時刻で捉え、flash ADCを用いて結晶からの信号波形を解析する。また、400 nm波長レーザーを結晶に当てて、光検出器(例. PMT)の位置をレーザー軸起点に回転させて光量を比較することで、屈折率、透過長、散乱長を調べる。

(C) 回路設計と試作

磁場中で光読み出しするため、アバランシェフォト検出器(APD)が使用される。信号波形整形において、LTspiceなどのアナログ回路シミュレーターを駆使して設計する。実際に回路系を組んでflash ADCのサンプリング・レートに適切なCR時定数を決定する。

(D) 試作器モジュールの性能評価

(A)~(C)で結晶の基礎特性からもっともTの破れ探索実験に適している素材を用いてモジュールを試作する。性能評価はベンチテストとしてガンマ線源を用いて試験する。さらに宇宙線ミュオンを結晶内で静止させ、後に放出した e^+ を用いてエネルギー較正を実施する[6]。結晶内における集光効率一様性は分解能に関わってくるため、表面加工、表面の反射材または乱反射材の適正化を実施する。ビーム試験で数百MeVにおけるエネルギー分解能、時間分解能、入射位置依存性を評価する。

参考文献

- [1] Phys. Rev. 109, 980 (1958)
- [2] Phys. Rev. D44, 2038 (1991)
- [3] Phys. Rev. D 93 (2004) 131601.
- [4] Phys. Rev. 112 (1958) 580.
- [5] Phys. Rev. B 33, 11 (1986).
- [6] Nucl. Inst. Meth. A 901 (2018) 1-5.

2 本研究の着想に至った経緯など

本欄には、(1)本研究の着想に至った経緯と準備状況、(2)関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけ、について1頁以内で記述すること。

(1) 本研究の着想に至った経緯と準備状況

本研究では μ^+ の運動量、 μ^+ の偏極度、 π^0 の運動量を同一の電磁カロリメータで測定することによって検出効率を飛躍的に向上させる。その一方で、ミュオンの偏極度を保持するカロリメータ物質の開発が必要不可欠となる。研究のアイデアは、J-PARC E36実験において、CsI(Tl)結晶中に静止した μ^+ と μ^+ 崩壊で発生した陽電子をパイルアップ波形として観測し[9]、解析によって分離できたことから、 μ^+ の偏極度を測定できることの着想に至った。

準備状況として、BaF₂結晶サンプルを μ SR測定施設ラザフォードアップルトン研究所(RAL)で簡単な試験を実施した。この時、室温(300K)で行った。結果を図3に示す。 μ SRではミュオン・スピン方向に対して印加する磁場の方向で、横磁場法(TF)、ゼロ磁場法(ZF)、縦磁場法(LF)を分類している。TFは非対称度(Asymmetry)が時間とともに振動し(黒点)、ZFでは緩和しながら振動している(赤点)。これは内部磁場によって歳差運動していることを意味する。LF(青点)はZFと比べて緩和は緩やかである。このことから、ミュオン・スピン偏極が結晶内で一定方向に保持されていることが確認できた。

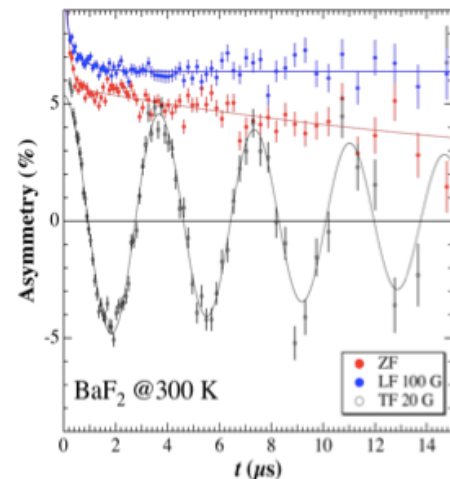


図3. BaF₂の μ SR試験結果

J-PARC E36実験におけるCsI(Tl)カロリメータのデータを用いて、2クラスターと1つ遅延信号をもつクラスターの要請から、 $K_{\mu 3}$ 崩壊事象を同定することに成功している。ただし、この実験では外部磁場はかけておらず、ミュオン・スピンは回転するため、 e^+ の放射方向は等方的であった。解析アルゴリズムは十分に機能している。

(2) 関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけ

世界で行われている P_T 測定はブルックヘブン研究所のAGS実験と高エネルギー加速器研究機構(KEK)のE246実験が主に先行している。AGSは1979年に $K_L \rightarrow \pi \mu^+ \nu_\mu (K^0_{\mu 3})$ 崩壊過程で $P_T = (1.7 \pm 5.6) \times 10^{-3}$ [7]を、1983年に $K^+ \rightarrow \pi^0 \mu^+ \nu_\mu (K^+_{\mu 3})$ 崩壊過程で $(-3.1 \pm 5.3) \times 10^{-3}$ [8]を報告した。E246は2003年に $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu \gamma$ 過程で $(-0.62 \pm 1.85 \pm 0.10) \times 10^{-2}$ [9]を、2004年に $K^+_{\mu 3}$ 過程で $(-1.7 \pm 2.3 \pm 1.1) \times 10^{-3}$ [3]を報告し、現在の世界記録をマークした。 K^+ ビーム強度の遥かに高いJ-PARCでE06実験が提案されている。しかしハドロン実験施設に新たなビームラインを整備する必要があり、現在のところ実現の見通しが立っていない。E246実験終了後、E06実験の他には世界的にも P_T 実験の計画はない。本研究の目標測定精度 $\delta P_T \sim 10^{-5}$ は時間反転対称性による新物理検証できる水準である。

参考文献

[7] Phys. Rev. D 21 (1980) 1750.

[8] Phys. Rev. D 27 (1983) 1056.

[9] Phys. Lett. B 562 (2003) 166.

3 応募者の研究遂行能力及び研究環境

本欄には応募者の研究計画の実行可能性を示すため、(1)これまでの研究活動、(2)研究環境（研究遂行に必要な研究施設・設備・研究資料等を含む）について2頁以内で記述すること。

「(1)これまでの研究活動」の記述には、研究活動を中断していた期間がある場合にはその説明などを含めてもよい。

(1) これまでの研究活動

略歴

- | | |
|-----------------------------|--|
| 2013年4月～2015年3月
(博士前期課程) | <ul style="list-style-type: none"> ・波長変換ファイバーを用いたシリカエアロゲルチェレンコフ検出器の開発 ・波長変換ファイバーを用いたPET検出器開発の基礎研究 |
| 2015年3月31日 | 千葉大学大学院 理学研究科 博士前期課程 修了 |
| 2015年4月～2017年9月
(博士後期課程) | <ul style="list-style-type: none"> ・J-PARC E36実験 R_Kにおける背景事象 $K^+ \rightarrow e^+ \nu_e \gamma$ (SD)の解析 (現在も継続中) ・J-PARC E36実験 CsI(Tl)カロリメータの性能評価測定 ・即時ストロンチウム90放射能濃度測定器の開発 |
| 2017年9月30日 | 千葉大学大学院 理学研究科 博士後期課程 早期修了
学位論文: Study and development of real time ^{90}Sr counters based on Cherenkov radiation detection |
| 2017年10月～現在 | <ul style="list-style-type: none"> ・極低放射能技術による宇宙素粒子研究の高感度化 ・暗黒物質直接探索NEWAGEのための装置開発基礎研究 |

研究内容

2013年千葉大学で波長変換ファイバーをキーワードにシリカエアロゲルを用いたチェレンコフ検出器開発、および陽電子放出核断層法検出器の研究に携わっていた。前者は任意形状の粒子識別装置を、後者は高位置分解能を達成するために基礎研究を進めた。この技術を応用して、2015年から2017年にかけてストロンチウム90(^{90}Sr)の娘核であるイットリウム90とカリウム40からの β 線を分離した閾値型チェレンコフ検出器を開発し、学位論文にまとめた。ここで、海産物に含まれる少量の ^{90}Sr を検査するために環境中のウラン、トリウム系列各種によるバックグラウンドを測定し、遮蔽技術や試料保存方法を工夫して抑制した。また、2014年、J-PARC E36実験「静止 K^+ を用いた R_K の精密測定」のための粒子識別装置に千葉大学のシリカエアロゲルが採用され、共同実験に参加した。E36実験の検出器の中でCsI(Tl)カロリメータの信号波形解析を任せられ、波形模型の開発およびパイルアップ補正、性能評価測定を実施した。モンテカルロシミュレータのアルゴリズムを改良し、 R_K 決定の背景事象である $K^+ \rightarrow e^+ \nu_e \gamma$ (SD)の研究を開始した。シミュレーションは各検出器の応答スペクトラムと一致することから $K^+ \rightarrow e^+ \nu_e \gamma$ (SD)の素性を把握した。2017年10月から神戸大に着任し、極放射能技術による宇宙素粒子研究の高感度化、および暗黒物質直接探索NEWAGEのための装置開発基礎研究に取り組んでいる。また、E36グループとは現在も連絡をとりあって議論を重ねている。

研究代表者の主な研究業績

- (1) **Hiroshi Ito**, K. Horie, S. Shimizu, S. Bianchin, C. Djalali, D. Gill, M. D. Hasinoff, Y. Igarashi, J. Imazato, N. Kalantarians, H. Kawai, S. Kimura, A. Kobayashi, S. Kodama, M. Kohl, H. Lu, O.

【3 応募者の研究遂行能力及び研究環境（つづき）】

- Mineev, M. Tabata, R. Tanuma, N. Yershov, “Performance check of the CsI(Tl) calorimeter for the J-PARC E36 experiment by observing e^+ from muon decay”, Nucl. Inst. Meth. A 901 (2018) 1-5.
- (2) **Hiroshi Ito**, Soorim Han, Atsushi Kobayashi, Naomi Kaneko, Hideyuki Kawai and Makoto Tabata, “Identification of $^{90}\text{Sr}/^{40}\text{K}$ based on Cherenkov Detector for Recovery from the Fukushima Nuclear Accident”, JPS Conf. Proc. 11, 070002 (2016).
- (3) **H. ITO**, S. Han, S. Iijima, H. Kawai, S. Kodama, D. Kumogoshi, K. Mase, M. Tabata, “Development of Multipurpose Aerogel Cherenkov Counter”, Proc. Sci., Pos (TIPP2014) 325.
- (4) **H. ITO**, S. Han, S. Iijima, H. Kawai, S. Kodama, D. Kumogoshi, K. Mase, M. Tabata, “Development of real time ^{90}Sr counter applying Cherenkov light detection”, Proc. Sci., Pos (TIPP2014) 242.
- (5) 河合秀幸, **伊藤博士**, 小林篤史, “ポジトロン断層測定装置及びポジトロン断層測定画像の構成方法”, 特開2018-91669(P2018-91669A), 公開日: 2018年6月14日.

受賞歴

- 1) Best poster award in International Conference on Advancements In Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA) 2017. “Measuring Radioactivity of ^{90}Sr based on Cherenkov Radiation in Real Time”, 30 June 2017.
- 2) 独立行政法人 日本学生支援機構 特に優れた業績による返還免除認定, 2015年6月30日

(2) 研究環境

申請者の所属する神戸大学ではVME/CAMACをベースにしたデータ読み出しモジュール、光電子増倍管、Si光検出器、電子部品、プラスチック・シンチレータ、密封線源の設備が整っているため、ベンチテストはすぐにでも実施できる環境は整っている。申請者は所属機関で放射線従事者として登録されており、高エネルギー加速器研究機構J-PARCのハドロニウム、東北大学光物理学研究センターにおける電子ビームによるビームテストの経験がある。 μSR 試験はJ-PARC物質構造研究所MLFに実験提案をし、ビームタイムを要求する。これら施設でのビーム試験をサポートするスタッフである東北大学の石川氏、KEKの五十嵐氏と面識がありスムーズに測定開始できる。

解析環境は高エネルギー加速器研究機構(KEK)の計算機サーバーを使用する。マルチCPUによって高速演算を可能とするため効率的に解析できる。GEANT4モンテカルロ・シミュレーターはJ-PARC E36のシステムを改良することで、Tの破れ探索実験のための検出器ジオメトリを効率的に構築できる。

結晶素材に関して東北大学金属材料研究所の吉川氏、鎌田氏、SAINT-GOBAIN社とシンチレータ結晶のサンプル調達の交渉を進めている。光センサーは浜松ホトニクス社から購入する。

光学試験はKEKの施設での実施を検討している。千葉大学在籍時に同大の河合氏と共にシリカエアロゲルの屈折率・透過長の試験をした経験がある。

4 人権の保護及び法令等の遵守への対応（公募要領 4 頁参照）

本欄には、本研究を遂行するに当たって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など指針・法令等（国際共同研究を行う国・地域の指針・法令等を含む）等に基づく手続が必要な研究が含まれている場合、講じる対策と措置を、1 頁以内で記述すること。

個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査・行動調査（個人履歴・映像を含む）、提供を受けた試料の使用、ヒト遺伝子解析研究、遺伝子組換え実験、動物実験など、研究機関内外の倫理委員会等における承認手続が必要となる調査・研究・実験などが対象となります。

該当しない場合には、その旨記述すること。

本研究は人的保護、法令等の対応には該当しない。

研究経費とその必要性

年度	設備備品費の明細						消耗品費の明細	
	品名・仕様	設置機関	数量	単価	金額	事項	金額	
H31	試験フレーム 日鈴精機 特注	神戸大学	1	300	300	シンチレータ結晶 SAINT-GOBAIN	500	
H31						アパランシェフォトディテクター(APD) 浜松ホトニクス	200	
H31						読み出し回路 ハヤシREPIC	300	
H31						電子回路部品	100	
H31						計算機、磁気ディスク(データ解析用、保管用)	150	
H31						作業消耗品	100	
H31				計	300	計	1,350	
H32						シンチレータ結晶 SAINT-GOBAIN	1,000	
H32						結晶加工・工作費	200	
H32						作業消耗品	100	
H32				計	0	計	1,300	

設備備品費、消耗品費の必要性

[備品] : 試験フレームはビーム試験時に装置を固定するために使用される。
 [消耗品] : (1年目) シンチレータ結晶はカロリメータの材質決定試験するために1cm角の結晶を数種類発注する必要がある。磁場中のシンチレーション光を読み出すために半導体光センサーであるAPDが必要である。電子回路部品は読み出し回路の信号波形などを設計するため、抵抗、コンデンサー、ICチップ、配線ケーブル、コネクタなどの部品代に当てる。読み出し回路はAPDからの信号を記録するために用いる。計算機はデータ収集・解析・保管のために用いる。作業消耗品は主に反射・遮光フィルム、キムワイプ、エタノール、アルミ板などの消耗品代に当てる。
 (2年目) シンチレータ結晶は実機を試作するために必要である。結晶加工・工作費はシンチレータを装置設計に沿って整形するために用いる。作業消耗品は1年目と同様に反射・遮光フィルム、キムワイプ、エタノール、アルミ板などの消耗品代に当てる。

年度	国内旅費の明細		外国旅費の明細		人件費・謝金の明細		その他の明細	
	事項	金額	事項	金額	事項	金額	事項	金額
H31	成果報告 日本物理学会	75			実験補助の日当	90	ビーム施設利用費	300
H31	研究遂行 実験のため	250						
H31	情報収集	100						
H31	計	425	計	0	計	90	計	300
H32	研究遂行 実験のため	570			実験補助の日当	90	光学施設の利用費	200
H32	成果報告 日本物理学会	75					ビーム施設利用費	200
H32	情報収集	100						
H32	計	745	計	0	計	90	計	400

旅費、人件費・謝金、その他の必要性

[旅費]：「研究遂行 実験のため」の旅費は2回ビーム試験と光学試験を計画しており、KEK(J-PARC)と東北大学電子光物理学研究センターへの旅費宿泊費にあてる。1年目の実験には申請者に加えて3名の補助業務者を伴い2泊3日で実施する。神戸から茨城県までの交通費15万円と宿泊費10万円が必要である。2年目の光学試験のために、神戸から茨城県までの交通費3.5万円と宿泊費1.5万円が必要である。2年目のビーム試験のために、神戸から仙台までの交通費40万円と宿泊費12万円が必要である。「成果報告」の旅費は2年で4回日本物理学会で研究成果を報告するために、それぞれ交通費2.5万円/往復、宿泊費1.25万円/2泊が必要である。「情報収集」の旅費は最新の技術情報を収集するために研究会に参加する交通費・宿泊費にあてる。
 [人件費]：各年のビーム試験実験の補助業務の日当として3人に1万円/日/人を支払う。
 [その他]：1年目は茨城県KEK(J-PARC)でのビーム試験施設の利用費、KEK光学施設の利用費、2年目は東北大学でのビーム試験施設の利用費に用いる。

研究費の応募・受入等の状況

若手研究10 - (1)

(1) 応募中の研究費

研究者氏名	伊藤 博士				
資金制度・研究費名(研究期間・配分機関等名)	研究課題名(研究代表者氏名)	役割	平成31年度の研究経費(期間全体の額)	エフオ-ト(%)	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由(科研費の研究代表者の場合は、研究期間全体の受入額)
【本応募研究課題】若手研究 (H31 ~ H32)	次世代のT非保存探索実験のための新型カロリメータ開発	代表	2,465 (5,000) (千円)	30	(総額 5,000 千円)
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		

(2) 受入予定の研究費

若手研究10 - (2)

資金制度・研究費名(研究期間・配分機関等名)	研究課題名(研究代表者氏名)	役割	平成31年度の研究経費(期間全体の額)	エフオ-ト(%)	研究内容の相違点及び他の研究費に加えて本応募研究課題に応募する理由(科研費の研究代表者の場合は、研究期間全体の受入額)
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		
			(千円)		
(3) その他の活動				70	
合 計				100(%)	