

特定領域研究計画研究 研究計画調査

|       |       |
|-------|-------|
| ※機関番号 | 12601 |
|-------|-------|

|       |      |
|-------|------|
| ※整理番号 | 0006 |
|-------|------|

注1. 別添特定領域研究計画研究研究計画調査書(別紙様式1)作成・記入要領を参照してください。

|                   |                      |           |      |  |  |       |   |
|-------------------|----------------------|-----------|------|--|--|-------|---|
| 特定領域研究<br>(1) (2) | 研究計画<br>・総括班<br>・支援班 | 計画研究の研究項目 | B    |  |  | 整理No. | 6 |
|                   |                      |           | ・調整班 |  |  |       |   |

|                 |                    |                 |                       |
|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------------|
| 研究代表者氏名<br>ふりがな | もり としのり<br>森 俊 則 印 | 所属研究機関<br>・部局・職 | 東京大学・素粒子物理国際研究センター・教授 |
|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------------|

|      |                                |
|------|--------------------------------|
| 研究課題 | ミュオン粒子稀崩壊探索実験 MEG で迫る超対称性大統一理論 |
|------|--------------------------------|

| 研究経費<br>(千円未満の端数は切り捨てる) | 年度     | 研究経費<br>(千円) | 使 用 内 訳 (千円) |         |       |         |       | 謝 金    | そ の 他 |
|-------------------------|--------|--------------|--------------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
|                         |        |              | 設備備品費        | 消耗品費    | 国内旅費  | 外国旅費    |       |        |       |
|                         | 平成16年度 | 95,300       | 39,000       | 39,000  | 600   | 15,500  | 200   | 1,000  |       |
|                         | 平成17年度 | 121,200      | 18,000       | 75,000  | 900   | 24,500  | 400   | 2,400  |       |
|                         | 平成18年度 | 69,200       | 11,000       | 30,000  | 900   | 24,500  | 400   | 2,400  |       |
|                         | 平成19年度 | 54,200       | 11,000       | 15,000  | 900   | 24,500  | 400   | 2,400  |       |
|                         | 平成20年度 | 53,200       | 10,000       | 15,000  | 900   | 24,500  | 400   | 2,400  |       |
|                         | 平成21年度 | 38,700       | 4,000        | 10,000  | 900   | 20,500  | 400   | 2,900  |       |
|                         | 総 計    | 431,800      | 93,000       | 184,000 | 5,100 | 134,000 | 2,200 | 13,500 |       |

研究組織 (研究代表者及び研究分担者) (研究分担者も、本研究計画に常時参加する者です。)

| 氏 名 (年齢) | 所属研究機関・部局・職 | 現在の専門 | 学 位 | 役 割 分 担<br>(本年度の研究実施計画に対する分担事項) | 平成16年度<br>研究経費 | エフォート<br>(%) |
|----------|-------------|-------|-----|---------------------------------|----------------|--------------|
|----------|-------------|-------|-----|---------------------------------|----------------|--------------|

※重複申請制限の観点から、研究分担者を加えるに当たっては、必ず本人に確認して承諾を得ること。  
 ※海外共同研究者を記入する場合は、研究代表者及び研究分担者を記入した後に、研究組織欄を線で区切り、見出しを付けて氏名等を記入してください。

|                         |                               |          |             |                         |  |    |
|-------------------------|-------------------------------|----------|-------------|-------------------------|--|----|
| 森 俊則 (44)               | 東京大学・素粒子物理国際研究センター・教授         | 素粒子物理学実験 | Ph. D.      | MEG 実験全体の統括             |  | 60 |
| 真木 晶弘 (60)              | 高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授    | 素粒子物理学実験 | 理学博士        | 超伝導電磁石                  |  |    |
| 春山 富義 (54)              | 高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・助教授   | 低温工学     | 工学博士        | キセノン検出器および超伝導電磁石の冷凍システム |  |    |
| 山下 了 (38)               | 東京大学・素粒子物理国際研究センター・助手         | 素粒子物理学実験 | 理学博士        | ターゲット、ミュオン粒子ビーム         |  |    |
| 佐伯 学行 (37)              | 東京大学・素粒子物理国際研究センター・助手         | 素粒子物理学実験 | 理学博士        | 検出器の較正、オフラインデータ解析       |  |    |
| 寺沢 和洋 (31)              | 早稲田大学・理工学総合研究センター・講師          | 放射線物理学   | 理学博士        | キセノン検出器、キセノン純化装置        |  |    |
| Stefan Ritt (38)        | ポールシェラー研究所・Research Scientist | 素粒子物理学実験 | Ph. D.      | 現地での技術サポート、データ収集システム    |  |    |
| 合計 6 名 (うち他機関の分担者数 3 名) | 研究経費合計                        |          |             |                         |  |    |
| ※海外共同研究者は、合計に含めないでください。 |                               |          | (研究(1)のみ該当) |                         |  |    |

## 研究目的

- ①研究目的（科学研究費の交付を希望する期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか）、
- ②領域内での研究の有機的な結合により、新たな研究の創造が期待できる点、
- ③当該分野におけるこの研究（計画）の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義、
- ④国内外の関連する研究の中での当該研究の位置づけ、
- ⑤平成 16 年度において継続して科学研究費補助金以外の研究費（他府省・地方公共団体・研究助成法人・民間企業等からの研究費）の助成を受ける場合は、当該継続研究課題と本研究課題との相違点、  
について焦点を絞り、具体的かつ明確に記入してください。

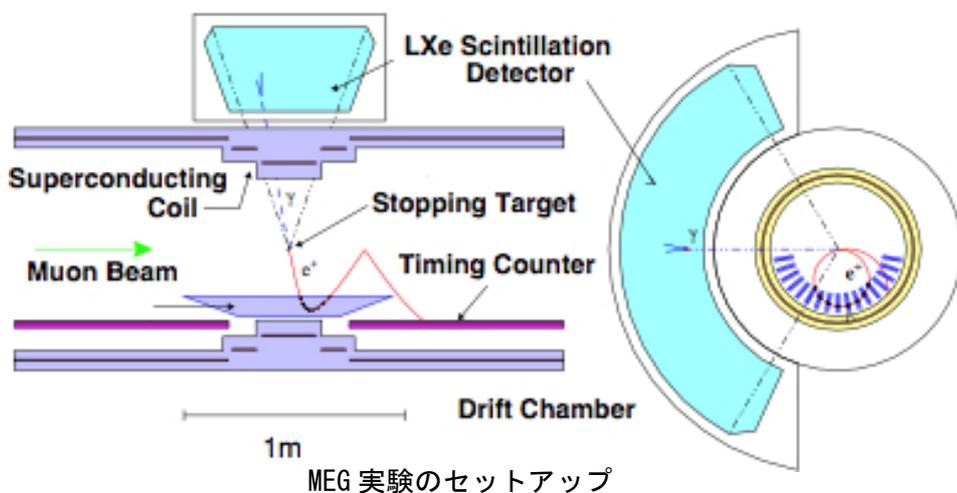
### 研究の目的

スーパーカミオカンデ実験によってニュートリノが極微の質量を持つことが明らかになったが、これは、柳田・ゲルマンのシーソー理論を通して、未知の超高エネルギー（ $10^{12} \sim 10^{16}$  GeV）に新しい物理が存在することを強く示唆する。一方、LEP 実験によって見出された超対称性による力の大統一も、そのような超高エネルギーで実現されると考えられる。力の大統一やニュートリノ質量の起源となる新しい物理は、一般に、レプトンの世代間の混合（レプトンフレーバーの破れ）を引き起こす。もし超対称性が TeV 領域に存在すると、この世代間混合によって、標準理論では起こり得ないミュオン粒子の稀崩壊反応  $\mu \rightarrow e\gamma$  が、現在の実験の上限値に近い分岐比で起こることが、最近になって Barbieri、久野らによって示された。

本研究は、標準理論では起こり得ないミュオン粒子崩壊  $\mu \rightarrow e\gamma$  を、独創的な優れた実験装置を用いて、力の大統一やニュートリノ質量から期待される極微の分岐比まで徹底探索し、超対称性の存在を通して超高エネルギーの物理に迫ろうとするものである。

本研究の研究者が提案した実験 MEG (Mu-E-Gamma) は、新しく考案した独創的な実験装置によって、 $10^{-12} \sim 10^{-14}$  という極微の分岐比まで測定することが可能となっている。実験に必要な大強度 DC ミュオン粒子ビームを持つスイス Paul Scherrer

Institut (PSI 研究所)において既に実施が承認されており、スイス・イタリア・ロシアの共同研究者が加わって国際共同実験として、本研究の研究者の主導により実験装置の開発が進められてきた。実験装置の開発は 2003 年度末までに終了する。そこで本研究では、2004 年度から実験装置の製作・設置を行い、この国際共同実験 MEG を実施して、 $\mu \rightarrow e\gamma$  反応の発見・測定を目指す。



MEG 実験のセットアップ

### 研究の意義

本研究による  $\mu \rightarrow e\gamma$  崩壊の発見によって、標準理論を越える新しい物理の存在が実証される。さらにその分岐比・角度分布を測定することにより、新しい物理のエネルギースケールや対称性について絞り込むことも可能となる。ただし、この新しい物理を正しく理解するためには、本研究領域の LHC 実験で得られる結果、特に超対称性粒子の直接探索の結果と合わせ、様々な理論的な予想と比較して、研究領域として総合的に研究することが必須である。また、 $\mu \rightarrow e\gamma$  崩壊がもし発見されなかった場合には、ニュートリノの質量や力の大統一に対する我々の理解が大きく覆され、LHC 実験と合わせた総合的な解析により、今後の素粒子物理研究の方向を決定的に変えることになる。

### 研究の特色・位置づけ

$\mu \rightarrow e\gamma$  崩壊の探索に必要な毎秒  $10^8$  程度の大強度 DC ミュオン粒子ビームは、スイスの PSI 研究所でしか得られない。本研究において実施する MEG 実験は、独創的で巧みな実験装置によって、世界で初めて大統一理論やニュートリノ質量が指し示す極微の分岐比まで測定を可能としたものであり、超高エネルギーの物理から期待される  $\mu \rightarrow e\gamma$  崩壊分岐比に到達可能な世界唯一の実験となっている。その他関連研究では、原子核による  $\mu \rightarrow e$  転換を探索する実験計画が米国において進行中であるが、予算措置はまだされておらず、実験開始は 2010 年以降とされている。

## 従来の研究経過・研究成果

< I 及び II を区分するため、I を記入後は点線を引いて分けてください。 >

- I この研究課題又はこれに密接に関連した研究課題で、研究代表者が従来受けた科学研究費補助金の研究種目、期間（年度）、研究課題名、研究経費を記入のうえ、それぞれの当初の研究計画、研究経過及び研究成果等について、具体的かつ明確に記入してください。
- II I 以外で、この研究課題又はこれに密接に関連した研究課題で受けた、科学研究費補助金以外の研究費（所属する研究機関により措置された研究費、他府省・地方公共団体・研究助成法人・民間企業等からの研究費を含む。）におけるそれぞれの研究経過・研究成果等について、名称、期間（年度）、研究課題名、研究者（研究代表者又は研究分担者）氏名、研究経費を記入のうえ、具体的かつ明確に記入してください。

### I. 科学研究費補助金による研究経過・研究成果

● 特定領域研究（A）領域番号 408 「ニュートリノ振動とその起源の解明」 課題番号 12047209  
 計画研究「レプトンフレーバーを破るミュー粒子崩壊の研究」平成 12-15 年度、261,700 千円

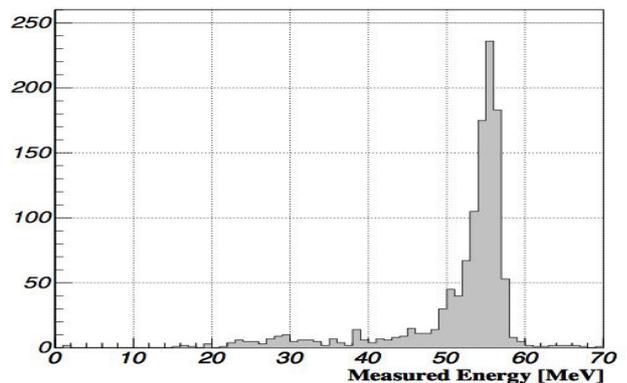
この科研費によって本領域研究者が、現在世界的に注目を集めている MEG 実験の準備を開始し、国際コラボレーションを形成して、実験実施に必要な実験装置の開発を完了した。（見込み）

ここでは主に、MEG 実験の成否を握る実験装置である液体キセノンガンマ線検出器と陽電子スペクトロメータ用超伝導電磁石 COBRA の開発を行い、必要とされる性能が十分得られることをほぼ実証した。研究の終了する年度末までには完全に実証できる見込みである。また、実験に必要な大強度で細いミュー粒子 DC ビームを供給するビームラインを設計し、現地 PSI 研究所でのビーム試験により、予想を上回る良質のビームを得ることに成功した。これらの成果により、今回申請する計画研究によって即座に実験装置の製作を行うことが可能となり、2005 年には engineering run に入り、2006 年初頭より本実験を開始できる見込みとなっている。

当初の計画では、「実験開始を目指す」として、この研究が終わると同時に engineering run に入る予定であったが、共同で実験準備を進めているイタリアとスイス両国において、実験のための経費の配分が当初の見込みより遅れたため、両国が担当する陽電子飛跡検出器、陽電子飛行時間測定カウンター、トリガー用電子回路などの開発が遅れ、開始が 1 年近くずれることとなった。しかしながら、それ以外の開発は順調に進行しており、また 2003 年からはイタリア・スイスでも十分な経費が得られることになって、現在は各国とも 2006 年初頭の実験開始を目指して開発研究が活発に進められている。

液体キセノンガンマ線検出器については、100 リットルプロトタイプによる性能評価を行った。光電子増倍管 (PMT) は浜松ホトニクスと共同で、液体キセノン温度で動作するコンパクトで高速なメタルチャンネルダイオード型 PMT を開発した。大量の PMT を較正・試験する方法も確立した。レーザー逆コンプトン散乱からの 40MeV ガンマ線を照射することにより、実際の実験状況下での長期運転の安定性を確認し、期待通りの性能が得られることを実証した。現在 PSI 研究所において  $\pi^-p \rightarrow \pi^0n$  反応の中性  $\pi$  中間子からのガンマ線によって最終試験を行っている（右図）。

実験装置のもう一つの柱である陽電子スペクトロメータ用電磁石 COBRA については開発・建設が終了し、PSI において最終試験の準備中である。電磁石の開発において問題点は、(1)  $\mu \rightarrow e\gamma$  崩壊からのガンマ線が透過するために物質量が極めて少ないこと、(2) PMT が正常に作動するためにキセノン検出器周りの磁場が十分小さいこと、である。(1) を実現するために新しい超伝導線材（高強度アルミ安定化超伝導線）を開発した。また (2) については、超伝導電磁石の回りに常伝導補償電磁石を配置して漏れ磁場を極限まで低減するように設計し、問題を解決した。



現在進行中の液体キセノン検出器による  $\pi^-p \rightarrow \pi^0n$  反応からのガンマ線の測定例 (preliminary)

### II. 科学研究費補助金以外の研究費

該当なし

## 準備状況等

< I ~ IIIを区別するため、点線を引いて分けてください。 >

- I この研究課題の準備状況について、焦点を絞り、具体的かつ明確に記入してください。  
なお、この研究課題に密接に関連した研究課題の成果を進展させる場合は、そのことについて記入しても差し支えありません。
- II 研究を実施するために、使用する研究施設・設備等、現在の研究環境の状況について記入してください。
- III 海外共同研究者がいる場合の相手国研究者との連絡調整の状況など、研究着手に向けての状況について記入してください。

### I. この研究課題の準備状況

1997年頃より、早くから  $\mu \rightarrow e\gamma$  探索実験の重要性を認識した本領域研究者の働きかけにより、世界各国の研究者と共同で国際研究会を開いて実験の検討を行ってきた。1998年には、このような実験に最適なミュー粒子ビームを持つ PSI 研究所に実験の Letter of Intent を提出し、本領域研究者が考案したこれまでにない巧妙で優れた実験装置が PSI 研究計画委員会において高く評価され、実験の提案に早急に進むよう強く推薦された。この頃より、ニュートリノ振動の証拠が次第に確かなものとなり、 $\mu \rightarrow e\gamma$  探索実験の重要性・緊急性が国際的に高まった。そこで1999年に実験を提案し、PSI 研究計画委員会により即座に承認された。

その後、実験の実施に向けて、高頻度の陽電子測定を可能とする磁場勾配を持った特殊な超伝導ソレノイド電磁石 COBRA と、エネルギー・位置および時間分解能に優れた新しいタイプの液体キセノンガンマ線検出器の開発を進めてきた。キセノン検出器に関しては、産総研・電子蓄積リングでのレーザー逆コンプトン散乱による高エネルギーガンマ線を使った試験や、京大化研の低エネルギー電子ビームを用いた試験などを行って開発を進めてきた。開発は順調に進み、2003年度末には必要とされる性能を実証して開発が終了する予定である。 COBRA 電磁石は製作が終了し、現在 PSI 研究所において最終試験の準備中である。液体キセノン検出器は、中性  $\pi$  中間子からの単色光ガンマ線による試験を PSI で行っており、preliminary ではあるが期待通りの性能が既に得られている。これにより、2004年度初頭からすぐにも本研究課題の開始が可能な状況となっている。

### II. 現在の研究環境の状況

本研究は、スイス PSI 研究所で行う国際共同実験である。実験は既に PSI において認められているため、実験の準備・実施に必要な測定器以外の研究施設・設備は、基本的に PSI から無償で提供される。たとえば、実験を行う  $\pi E5$  ビームラインの整備、測定器の運転にかかる電気代、測定器の組み立てを行う実験室、研究者のオフィスなどは、既に PSI からのサポートを受けている。また、PSI の回路室や工作室による技術的なサポートも受けられる。一方、測定器の製作・維持などに必要な環境は、これまでの開発研究を通して PSI において構築してきており、本研究の実施には問題ない。

また、PSI 研究所と東京大学素粒子物理国際研究センターは、素粒子物理研究において共同研究の協定を結んでおり、互いに best effort basis でのサポートを約束している。

### III. 研究着手に向けての状況

国際共同実験を行う相手国側（スイス、イタリア、ロシア）とはこれまで密接に連絡を取り合っており、実験の進め方については合意ができており、共通の認識を持って本研究への着手が可能である。実験は本研究の研究者の提案によって始められたものであり、本研究代表者が実験の責任者となっており、今後も日本が主導権を持って進めていく。

### 研究組織を研究(1)で組織する理由

記入に当たっては、次の留意事項に従って記入してください。

科学研究費補助金公募要領 8 頁(1)応募者の留意事項③ 2)にある「研究目的達成のために不可欠な場合」とは、例えば、異なる研究機関に所属する多数の研究者により、少額の研究費で一斉に同じ調査を実施しそれを取りまとめるものなど、研究(2)の形態で研究組織を組織するには無理がある場合で、総括班、支援班又は調整班の活用による研究の実施が困難な場合が該当する。この場合において、例外的に研究組織を研究(1)で組織する時は、その理由（総括班、支援班及び調整班を活用しても研究(2)の形態では研究ができない理由）を記入してください。

該当せず

## 研究計画・方法

### I 研究目的を達成するための研究計画・方法について

① 研究代表者・研究分担者の相互関係（役割分担状況）も含めて研究計画・方法を具体的に記入してください。  
また、②特に初年度については、例えば、主要設備（現有設備を含む）との関連、旅費については調査予定地域や実施体制、また、研究支援者雇用費については人数や支援の内容など、経費と研究計画との関連性についても記入してください。③設備備品又は研究支援者雇用費が、各年度の申請研究費の90%を超える場合（科学研究費補助金公募要領9～10頁参照）には、これらの費用に重点をおかなければならない理由を記入してください。さらに、④海外共同研究者（科学研究費補助金公募要領7頁参照）との共同研究を含む場合には、その必要性及びこれらの者とのように共同して研究を実施していくのかについて記入してください。

### II 生命倫理・安全対策等に関する留意事項（該当者のみ）

①ヒトの遺伝子解析研究については、ヒト由来試料等の提供者、その家族・血縁者その他関係者の人権及び利益の保護の取扱いについて十分配慮する必要があること、②相手方の同意・協力や社会的コンセンサスを必要とする研究課題又はアンケート調査等を行う研究課題については、人権及び利益の保護の取扱いについて十分配慮する必要があること、③「生命倫理・安全対策に関する留意事項（12～13頁参照）」に記載されている研究については、手続き等が必要とされていることから、このような計画を含む場合には、計画について講じる対策・措置状況について具体的に記入してください。

本研究は6年の計画とし、最初の2年で実験装置を完成、実験を開始し、残りの4年で実験データを収集する。実験と平行してデータ解析を進め、逐次その結果によりその後の実験の方針を決め、必要な改善を機動的に行う。新しい結果が出たときには、総括班を通して領域全体で検討を行い、常に領域内の他研究班からのフィードバックを得るようにする。実験はスイス PSI 研究所で行われるので、実験の準備・遂行に当たるため、スタッフ・ポスドクが平均4.5人、学生3人が常にPSIに滞在する。

森は実験の代表者として、海外共同研究者も含め、実験全体の指揮を取り、統括する。本研究の研究者は主に、COBRA 電磁石、キセノン検出器、ミュー粒子ビームとターゲット、オフライン解析システムを担当する。陽電子飛跡検出器、陽電子飛行時間カウンター、トリガー、データ収集システムなどは、海外の共同研究者の担当であり、森の指揮の下緊密に連絡を取り合い、スムーズな実験の遂行を目指す。物理データ解析は、森と佐伯が統括し、全員で分担して行う。

測定器の較正はこの実験の成否を握っており、長期間にわたる実験を通して定期的に較正を行ってデータの質を常に監視する人が必要であり、研究支援者として2人（初年度は1人）雇用して当たらせる。キセノン検出器の較正には、低エネルギー $\pi^-$ ビームを液体水素ターゲットで止め、 $\pi^-p \rightarrow \pi^0n$ 反応により $\pi^0$ から出るガンマ線を用いる。このため一方のガンマ線をタグする結晶シンチレータ検出器とその駆動装置が必要となる。

最後の2年間は、偏極ミュー粒子を使う。これにより、角度分布から $\mu \rightarrow e\gamma$ への感度を上げ、また発見できた時には、 $\mu \rightarrow e\gamma$ の角度分布から背後にある新しい物理の対称性を探ることが可能となる。

### 平成16年度（9月頃～）

- ・ 年度半ばまでに $\pi^-E5$  ビームラインの整備が完了し、COBRA 電磁石も設置されるので、ミュー粒子ビームの調整とターゲットの試験を行う（山下、真木）。同時にバックグラウンドの測定を行う（山下）。
- ・ キセノン検出器の製作、組み立てを開始する。この年は、検出器の真空断熱容器の製作（春山）、純化装置と真空系の製作・組み立て（寺沢）を行う。
- ・ 購入したすべての光電子増倍管の性能試験と較正を行う（佐伯）。

### 平成17年度

- ・ この年には各国担当の検出器が完成してくるので、順次COBRAに据付け、試験運転を行う。
- ・ 購入したキセノンを用いて液相純化装置の試験を行い、残留不純物を調べる（寺沢）。
- ・ 昨年度に続き、購入した光電子増倍管の性能試験と較正を行う（佐伯）。
- ・ キセノン検出器容器に光電子増倍管を組み込んで完成、真空試験と冷凍試験の後、キセノンを液化し、線源と宇宙線で試験。年度後半キセノン検出器をビームラインに設置して運転（寺沢、春山）。
- ・ キセノン検出器較正用液体水素ターゲットを製作（山下）。結晶シンチレータ検出器製作開始（佐伯）。
- ・ 各検出器を徐々にintegrateしてengineering run開始（Ritt他全員）。時機を見て本実験に移る。

### 平成18-20年度

- ・ 本格的に実験を開始、データ収集。バックグラウンドを見ながら、ミュー粒子ビーム強度を最大にする。
- ・ 結晶シンチレータ、水素ターゲット完成（平18）、中性 $\pi$ 中間子を使った較正を定期的に行う。
- ・ 偏極ミュー粒子用ターゲット・偏極度測定装置を製作、平成20年より偏極ミュー粒子を使ってデータ収集。
- ・ 毎年ビーム停止期間中に測定器・電磁石・冷凍機の保守を行う。そのため交換用純化フィルタとメタルシール、さらに補修用真空配管・電子回路部品が毎年必要となる。
- ・ データ量が急速に増えるため平成19年より毎年解析用計算機を増強。データ解析はPSIと東京双方で行う。

### 平成21年度

- ・ 12月までデータ収集を行い、最終較正の後すべてのデータを用いた最終的な解析を行う。
- ・ 研究をまとめ、成果発表を行う。

特定-6

| 設備備品費の明細  |   |    |        |        |                    |        |
|---|---|----|--------|--------|--------------------|--------|
| <p>多数の図書、資料を購入する場合は「西洋中世政治史関係図書」のようにある程度、図書、資料の内容が判明するような表現で記入してください。また、機械器具の場合は、単に〇〇〇一式とするだけでなくその内訳も記入してください。</p> <p>(金額単位：千円)</p> <p>最終年度に設備備品費が必要な場合は、その理由も記入してください。</p> |   |    |        |        |                    |        |
| 年度  | 品名・仕様                                   | 数量 | 単価     | 金額     | 主として使用する研究者及び設置機関名 | 購入予定時期 |
| 平 16  | キセノン液相純化装置                              | 1  | 7,000  | 7,000  | 寺沢 PSI 研究所         | 11 月   |
|   | 真空排気セット                                 | 1  | 1,600  | 1,600  | 寺沢 PSI 研究所         | 10 月   |
|   | ゲートバルブ                                  | 1  | 400    | 400    | 春山 PSI 研究所         | 10 月   |
|   | キセノンガス精製装置                              | 1  | 2,000  | 2,000  | 寺沢 PSI 研究所         | 10 月   |
|   | キセノン貯蔵プラットフォーム                          | 1  | 2,000  | 2,000  | 寺沢 PSI 研究所         | 12 月   |
|   | 真空計                                     | 5  | 200    | 1,000  | 寺沢 PSI 研究所         | 10 月   |
|   | キセノン検出器容器                               | 1  | 25,000 | 25,000 | 春山 PSI 研究所         | 12 月   |
|   | 計                                       |    |        | 39,000 |                    |        |
| 平 17  | ガンマ線較正用結晶シンチレータ検出器                      | 1  | 6,000  | 6,000  | 佐伯 PSI 研究所         | 7 月    |
|   | 結晶シンチ読出電子回路                             | 1  | 4,000  | 4,000  | 佐伯 PSI 研究所         | 9 月    |
|   | 結晶シンチレータ駆動装置                            | 1  | 3,500  | 3,500  | 佐伯 PSI 研究所         | 9 月    |
|   | 液体水素ターゲット                               | 1  | 2,500  | 2,500  | 山下 PSI 研究所         | 10 月   |
|   | 液体窒素デュワー                                | 1  | 2,000  | 2,000  | 春山 PSI 研究所         | 7 月    |
| 計   |   |    | 18,000 |        |                    |        |
| 平 18  | 偏極ミュオン粒子用偏極度測定装置                        | 1  | 5,000  | 5,000  | 山下 PSI 研究所         | 8 月    |
|   | ガンマ線検出器信号増幅器                            | 15 | 200    | 3,000  | 佐伯 PSI 研究所         | 9 月    |
|   | キセノンガス精製装置                              | 1  | 2,000  | 2,000  | 寺沢 PSI 研究所         | 7 月    |
|   | キセノンガス純化フィルタ                            | 1  | 1,000  | 1,000  | 寺沢 PSI 研究所         | 7 月    |
| 計   |   |    | 11,000 |        |                    |        |
| 平 19  | 解析用サーバ計算機                               | 3  | 2,000  | 6,000  | 佐伯 PSI・東京大学        | 8 月    |
|   | 大容量ストレージアレイ                             | 2  | 2,500  | 5,000  | 佐伯 PSI・東京大学        | 10 月   |
| 計   |   |    | 11,000 |        |                    |        |
| 平 20  | 解析用サーバ計算機                               | 3  | 2,000  | 6,000  | 佐伯 PSI・東京大学        | 8 月    |
|   | テープアーカイブ装置                              | 2  | 2,000  | 4,000  | 佐伯 PSI・東京大学        | 10 月   |
| 計   |   |    | 10,000 |        |                    |        |
| 平 21  | 計算機 CPU アップグレード                         | 5  | 400    | 2,000  | 佐伯 PSI・東京大学        | 7 月    |
|   | 高速ネットワーク機器一式<br>(イーサネットスイッチ、ネットワークサーバ他) | 2  | 1,000  | 2,000  | 寺沢 PSI・東京大学        | 7 月    |
| 計   |   |    | 4,000  |        |                    |        |
| 最終年度に設備備品が必要な理由   |   |    |        |        |                    |        |
| 最終年度にそれまでに蓄積された全データをまとめて総合的な解析を行うため、年度初頭に計算機能力とデータ処理用ネットワークの増強が必要である。   |   |    |        |        |                    |        |

| <b>消耗品費等の明細</b> (記入に当たっては、特定領域研究 研究計画調書作成・記入要領を参照してください。) (金額単位：千円) |  |        |       |        |          |                         |                    |       |
|---|--|--------|-------|--------|----------|-------------------------|--------------------|-------|
| 年度  | 消耗品費   |        | 旅 費   |        | 謝 金      |                         | そ の 他              |       |
|   | 品 名  | 金 額    | 事 項   | 金 額    | 事 項      | 金 額                     | 事 項                | 金 額   |
| 平成<br>16<br>年度  | LXe用光電子増倍管<br>キセノン 100 リットル他                           | 25,000 | (国内)  |        | 研究補助     | 200                     | 計算機使用料             | 0     |
|   |  | 14,000 | 調査・研究 | 500    | 専門的知識の提供 | 0                       | 機器のレンタル料           | 0     |
|   |  |        | 研究打合せ | 100    | 資料提供・閲覧  | 0                       | 会議費                | 0     |
|   |  | (外国)   | 調査・研究 | 15,000 | 外国語論文の校閲 | 0                       | 印刷費                | 0     |
|   |  | 研究打合せ  | 500   |        |          | 研究成果投稿料                 | 0                  |       |
|   |  |        |       |        |          | 研究支援者雇用費<br>(内訳：○人×○千円) | 1,000<br>(1×1,000) |       |
|   | 計  | 39,000 |       | 16,100 |          | 200                     |                    | 1,000 |
| 平成<br>17<br>年度  | LXe用光電子増倍管<br>キセノン 80 リットル他                            | 65,000 | (国内)  |        | 研究補助     | 400                     | 計算機使用料             | 0     |
|   |  | 10,000 | 調査・研究 | 800    | 専門的知識の提供 | 0                       | 機器のレンタル料           | 0     |
|   |  |        | 研究打合せ | 100    | 資料提供・閲覧  | 0                       | 会議費                | 0     |
|   |  | (外国)   | 調査・研究 | 24,000 | 外国語論文の校閲 | 0                       | 印刷費                | 0     |
|   |  | 研究打合せ  | 500   |        |          | 研究成果投稿料                 | 0                  |       |
|   |  |        |       |        |          | 研究支援者雇用費<br>(内訳：○人×○千円) | 2,400<br>(2×1,200) |       |
|   | 計  | 75,000 |       | 25,400 |          | 400                     |                    | 2,400 |
| 平成<br>18<br>年度  | 結晶シンチレータ<br>用光センサー (APD)<br>真空配管部品<br>電子回路部品<br>メタルシール | 15,000 | (国内)  |        | 研究補助     | 400                     | 計算機使用料             | 0     |
|   |  | 5,000  | 調査・研究 | 700    | 専門的知識の提供 | 0                       | 機器のレンタル料           | 0     |
|   |  |        | 成果発表  | 200    | 資料提供・閲覧  | 0                       | 会議費                | 0     |
|   |  | (外国)   | 調査・研究 | 24,000 | 外国語論文の校閲 | 0                       | 印刷費                | 0     |
|   |  | 成果発表   | 500   |        |          | 研究成果投稿料                 | 0                  |       |
|   |  |        |       |        |          | 研究支援者雇用費<br>(内訳：○人×○千円) | 2,400<br>(2×1,200) |       |
|   | 計  | 30,000 |       | 25,400 |          | 400                     |                    | 2,400 |
| 平成<br>19<br>年度  | 真空配管部品<br>電子回路部品<br>メタルシール                             | 5,000  | (国内)  |        | 研究補助     | 400                     | 計算機使用料             | 0     |
|   |  | 5,000  | 調査・研究 | 700    | 専門的知識の提供 | 0                       | 機器のレンタル料           | 0     |
|   |  |        | 成果発表  | 200    | 資料提供・閲覧  | 0                       | 会議費                | 0     |
|   |  | (外国)   | 調査・研究 | 24,000 | 外国語論文の校閲 | 0                       | 印刷費                | 0     |
|   |  | 成果発表   | 500   |        |          | 研究成果投稿料                 | 0                  |       |
|   |  |        |       |        |          | 研究支援者雇用費<br>(内訳：○人×○千円) | 2,400<br>(2×1,200) |       |
|   | 計  | 15,000 |       | 25,400 |          | 400                     |                    | 2,400 |
| 平成<br>20<br>年度  | 真空配管部品<br>電子回路部品<br>メタルシール                             | 5,000  | (国内)  |        | 研究補助     | 400                     | 計算機使用料             | 0     |
|   |  | 5,000  | 調査・研究 | 700    | 専門的知識の提供 | 0                       | 機器のレンタル料           | 0     |
|   |  |        | 成果発表  | 200    | 資料提供・閲覧  | 0                       | 会議費                | 0     |
|   |  | (外国)   | 調査・研究 | 24,000 | 外国語論文の校閲 | 0                       | 印刷費                | 0     |
|   |  | 成果発表   | 500   |        |          | 研究成果投稿料                 | 0                  |       |
|   |  |        |       |        |          | 研究支援者雇用費<br>(内訳：○人×○千円) | 2,400<br>(2×1,200) |       |
|   | 計  | 15,000 |       | 25,400 |          | 400                     |                    | 2,400 |
| 平成<br>21<br>年度  | 電子回路部品<br>メタルシール                                       | 5,000  | (国内)  |        | 研究補助     | 400                     | 計算機使用料             | 0     |
|   |  | 5,000  | 調査・研究 | 500    | 専門的知識の提供 | 0                       | 機器のレンタル料           | 0     |
|   |  |        | 成果発表  | 400    | 資料提供・閲覧  | 0                       | 会議費                | 0     |
|   |  | (外国)   | 調査・研究 | 19,000 | 外国語論文の校閲 | 0                       | 印刷費                | 300   |
|   |  | 成果発表   | 1,500 |        |          | 研究成果投稿料                 | 200                |       |
|   |  |        |       |        |          | 研究支援者雇用費<br>(内訳：○人×○千円) | 2,400<br>(2×1,200) |       |
|   | 計  | 10,000 |       | 21,400 |          | 400                     |                    | 2,900 |

# 研究業績

特定-8

最近5か年間に学術誌等に発表した論文、著書のうち、本計画に関連する重要なものや関連する工業所有権等を選定し、研究組織欄に記入された研究者ごとに、現在から順に発表年次を過去にさかのぼって記入してください。なお、この頁に記入できない場合は同様式を1枚（両面可能）まで加えることができます。

| 研究代表者・<br>分担者氏名<br>(大学・学部・職名)          | 発 表 論 文 名 ・ 著 書 名 等<br>(著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦))<br>(以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。著者名が多数にわたる場合は、主な著者を数名記入し以下を省略(省略する場合、その員数と、掲載されている順番を○番目と記入)しても可。なお、研究代表者及び研究分担者にはアンダーラインを付すこと)  |
|--|--|
| 森 俊則<br>(東京大学・素粒子物理国際研究センター・教授)        | <p>T. Doke, T. Haruyama, T. Ishida, A. Maki, T. Mashimo, S. Mihara, T. Mitsuhashi, <u>T. Mori</u>, H. Nishiguchi, W. Ootani, S. Orito, K. Ozone, R. Sawada, S. Suzuki nad K. Terasawa, “Development of a Liquid Xenon Photon Detector for a New Experimental Search for <math>\mu \rightarrow e \gamma</math> Decays,” Nuclear Instr. and Meth. in Physics Research A505 (2003) 199.</p> <p>T. Doke, T. Haruyama, K. Kasami, A. Maki, T. Mashimo, S. Mihara, T. Miyazawa, <u>T. Mori</u>, H. Nishiguchi, W. Ootani, S. Orito, K. Ozone, R. Sawada, S. Suzuki, K. Terasawa, M. Yamashita and J. Yashima, “R&amp;D Work on a Liquid Xenon Photon Detector for the Experiment at PSI,” Nuclear Instr. and Meth. in Physics Research A503 (2003) 290.</p> <p><u>T. Mori</u>, “Status and Future of <math>\mu \rightarrow e \gamma</math> : the PSI Experiment,” Nucl. Phys. B111 (2002) 194 – 199.</p> <p>S. Mihara, T. Doke, Y. Kamiya, T. Mashimo, <u>T. Mori</u>, H. Nishiguchi, W. Ootani, S. Orito, K. Ozone, R. Sawada, S. Suzuki, G. Tejima, K. Terasawa, K. Yahagi, M. Yamashita and J. Yashima, “Development of a Liquid Xe Photon Detector for <math>\mu \rightarrow e \gamma</math> Decay Search Experiment at PSI,” IEEE Trans. Nucl. Sci. Vol. 49, No. 2 (2002) 588-591.</p> <p><u>T. Mori</u>, “The Detector for the New <math>\mu \rightarrow e \gamma</math> Experiment MEG,” Proceedings of The 31<sup>st</sup> International Conference on High Energy Physics, Amsterdam, 2002, Elsevier Science, 942 – 944.</p> <p><u>T. Mori</u>, et.al. (計 23 名), Research Proposal to Paul Scherrer Institut, “Search for <math>\mu \rightarrow e \gamma</math> Decay Down to the Level of <math>10^{-14}</math>,” PSI Proposal R-99-05.1, Paul Scherrer Institut, Switzerland, 1999.</p> |
| 真木晶弘<br>(高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授)   | <p>S. Mihara, T. Doke, T. Haruyama, K. Kasami, <u>A. Maki</u>, T. Mitsuhashi, <u>T. Mori</u>, H. Nishiguchi, W. Ootani, K. Ozone, R. Sawada, S. Suzuki, K. Terasawa and T. Yoshimura, “Development of a Liquid Xenon Photon Detector – Toward the Search for a Muon Rare Decay Mode at PSI,” TEION KOUGAKU 38-3 (2003) 94.</p> <p>Y. Kuno, <u>A. Maki</u> and Y. Okada, Physical Review <b>D55</b> (1997) 2517- 2520, Background Suppression for <math>\mu \rightarrow e \gamma</math> with Polarized Muons.</p>   |
| 春山 富義<br>(高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・助教授) | <p><u>T. Haruyama</u>, K. Kasami, H. Inoue, S. Mihara, Y. Matsubara, “Development of high-power coaxial pulse tube refrigerator for a liquid xenon calorimeter,” Presented at the CEC/ICMC 2003, Anchorage, USA, Sept. 22-26, 2003</p> <p><u>T. Haruyama</u>, T. Tomaru, T. Suzuki, T. Shintomi, “Present technology for reduction of vibration in cryocooler,” Proceedings of the 28th International Cosmic Ray Conference (2003) pp 3135-3138</p> <p>T. Tomaru, T. Suzuki, <u>T. Haruyama</u>, T. Shintomi, A. Yamamoto, Y. Ikushima, T. Koyama, R. Li, “Development of a small vibration cryocooler for CLIO,” Proceedings of the 28th International Cosmic Ray Conference (2003) pp3127-3130</p>   |

# 研究業績 (つづき)

特定-9

| 研究代表者・<br>分担者氏名<br>(大学・学部・職名)            | 発 表 論 文 名 ・ 著 書 名 等<br>(著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦))<br>(以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。著者名が多数にわたる場合は、主な著者を数名記入し以下を省略(省略する場合、その員数と、掲載されている順番を○番目と記入)しても可。なお、研究代表者及び研究分担者にはアンダーラインを付すこと)   |
|--|---|
| 山下 了<br>(東京大学・素粒子物理<br>国際研究センター・助<br>手)  | <p><u>T. Haruyama</u>, K. Kasami, A. Maki, S. Mihara, <u>T. Mori</u>, W. Otani, K. Ozone, H. Nishiguchi, T. Doke, R. Sawada, S. Suzuki, K. Terasawa, "Cryogenic performance of a 120 L liquid xenon photon calorimeter," Proceedings of ICEC 19 (2002), pp 913-616</p> <p><u>T. Haruyama</u>, "Boiling heat transfer characteristics of liquid xenon," <i>Adv. Cryog. Eng.</i> <b>47</b> (2002) pp1499-1506</p> <p><u>T. Haruyama</u> and K. Kasami, "Xenon Liquefaction Using a Pulse Tube Refrigerator," <i>Proceedings of the ICEC18</i>, (2000) pp 563-566</p> <p><u>T. Haruyama</u>, Peltier heat flux sensor for cryogenic use, <i>Adv. Cryog. Eng.</i> <b>45</b> (2000) pp1897-1904</p> <p>"Search for the Standard Model Higgs Boson with OPAL Detector at LEP," The OPAL Collab., <u>S. Yamashita</u> and others (317 人中 314 番目), <i>Eur. Phys.J. C26</i> (2003) 479-503</p> <p>"Search for Standard Model Higgs Boson in <math>e^+e^-</math> Collisions at <math>\sqrt{s}=192-209\text{GeV}</math>," The OPAL Collab., <u>S. Yamashita</u> and others (317 人中 314 番目), <i>Phys. Lett.B499</i> (2001) 38-52</p> <p>"Two Higgs Doublet Model and Model Independent Interpretation of Neutral Higgs Boson Searches," The OPAL Collab., <u>S. Yamashita</u> and others (317 人中 314 番目), <i>Eur. Phys.J. C18</i>(2001) 425-445</p> <p>"Search for Neutral Higgs Bosons in <math>e^+e^-</math> Collisions at <math>\sqrt{s} = 189 \text{ GeV}</math>," The OPAL Collab., <u>S. Yamashita</u> and others, (317 人中 314 番目), <i>Eur. Phys. J. C12</i> (2000) 567-586</p> |
| 佐伯 学行<br>(東京大学・素粒子物理<br>国際研究センター・助<br>手) | <p>"Measurement of the mass and width of the W boson in <math>e^+e^-</math> collisions at 189GeV", The OPAL Collaboration, G. Abbiendi et al.(302 人中 234 番目), <i>Phys.Lett.</i> <b>B507</b>:29-46,2001</p> <p>"W mass measurement at LEP," <u>T. Saeki</u>, Proceedings of 34th Rencontres de Moriond, 2000.</p> <p>"Measurement of the W Mass and Width in <math>e^+e^-</math> Collisions at 183GeV," The OPAL Collaboration, G.Abbiendi et al.(324 人中 249 番目), <i>Physics Letters</i> <b>B453</b> (1999) 138-152</p> <p>"Measurement of the W Boson Mass and <math>W^+W^-</math> Production and Decay Properties in <math>e^+e^-</math> Collisions at <math>\sqrt{s}=172\text{GeV}</math>",The OPAL Collaboration, K.Ackerstaff et al.(338 人中 261 番目), <i>European Physics Journal</i> <b>C1</b> (1998) 395-424.</p>  |
| 寺沢 和洋<br>(早稲田大学・理工学<br>総合研究センター・講<br>師)  | <p>"LET distributions from CR-39 plates on Space Shuttle Missions STS-84 and STS-91 and a comparison of the results of the CR-39 plates with those of RRMD-II and RRMD-III telescopes", <i>Radiat. Meas.</i> Vol. 35 (2002) 119-126, H. Tawara, T. Doke, T. Hayashi, J. Kikuchi, A. Kyan, S. Nagaoka, T. Nakano, S. Takahashi, <u>K. Terasawa</u>, and E. Yoshihira</p>   |

# 研究業績 (つづき)

特定-10

| 研究代表者・<br>分担者氏名<br>(大学・学部・職名) | 発 表 論 文 名 ・ 著 書 名 等<br>(著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦))<br>(以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。著者名が多数にわたる場合は、主な著者を数名記入し以下を省略 (省略する場合、その員数と、掲載されている順番を○番目と記入) しても可。なお、研究代表者及び研究分担者にはアンダーラインを付すこと)  |
|-------------------------------|--|
|                               | <p>“A Small Scintillating Fiber Camera Consisting of 0.25 mm Square Fibers for Space Dosimetry”, IEEE Trans. Nucl. Sci. Vol.48, No.4 (2001) 1118-1121, <u>K. Terasawa</u>, T. Doke, K. Hara, N. Hasebe, J. Kikuchi, K. Kudo, N. Takeda and E. Yoshihira</p> <p>“Scintillating fiber camera for neutron dosimetry in spacecraft”, Nucl. Instr. and Meth. A457 (2001) 499-508, <u>K. Terasawa</u>, T. Doke, N. Hasebe, J. Kikuchi, K. Kudo, N. Takeda, M. Yamashita and E. Yoshihira</p> <p>“Liquid Xe homogeneous electro-magnetic calorimeter”, Nucl. Instr. and Meth. A451 (2000) 427-438, H. Okada, T. Doke, T. Kashiwagi, J. Kikuchi, M. Kobayashi, K. Masuda, E. Shibamura, S. Suzuki, T. Takashima and <u>K. Terasawa</u></p> <p>“Allene-Doped Liquid Ar Homogeneous Calorimeter for Measurement of Heavy Ion Fragmentation”, Jpn J. Appl. Phys., Vol.37, Part 1, No. 12A (1998) 6587-6594, H. Okada, T. Doke, P. Egelhof, T. Kashiwagi, J. Kikuchi, M. Kobayashi, K. Masuda, M. Mutterer, S. Neumaier, E. Shibamura, <u>K. Terasawa</u> and A. Weinbach</p> <p>“New UV-sensitive Photomultiplier (R6041Q) for Direct Detection of Liquid Xenon Scintillation Light”, Technical Report No.98-12 (1998) 1-22, Advanced Research Institute for Science and Engineering, Waseda University, <u>K. Terasawa</u>, T. Doke, J. Kikuchi, Y. Kuno, <u>A. Maki</u>, T. Mashimo, K. Masuda, T. Miyazawa, <u>T. Mori</u>, H. Okada, S. Orito, Y. Sugimoto, S. Takenaka, M. Yamashita and K. Yoshimura.</p> |

