

## 2. 現在までの研究状況 (図表を含めてもよいので、わかりやすく記述してください。様式の変更・追加は不可(以下同様))

- ① これまでの研究の背景、問題点、解決策、研究目的、研究方法、特色と独創的な点について当該分野の重要文献を挙げて記述してください。
- ② 申請者のこれまでの研究経過及び得られた結果について、問題点を含め①で記載したことと関連づけて説明してください。
- なお、これまでの研究結果を論文あるいは学会等で発表している場合には、申請者が担当した部分を明らかにして、それらの内容を記述してください。

### ①これまでの研究

#### ○これまでの研究の背景・目的・方法

私はこれまで、XMASS 検出器を用いた宇宙暗黒物質探索実験を行なってきた。様々な観測的事実から宇宙における暗黒物質の存在が証拠づけられており、陽子や中性子からなる通常の物質に比べて暗黒物質は質量で 5 倍程度も多く存在していると考えられている。しかし、現在までに暗黒物質が検出されたという決定的な証拠はなく、その正体は不明である。本研究の目的は暗黒物質を直接検出しその正体をつきとめることである。暗黒物質の存在は当初は宇宙物理学の立場から予想されたが、一方で素粒子物理学の立場からも、暗黒物質の候補となり得る素粒子の性質、特に通常の物質との反応確率が予想されている。そのような暗黒物質の候補は **Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs)** と総称される。XMASS は "Xe detector for weakly interactive MASSive particles" を意味し、WIMPs の検出を意図して設計された検出器である[1]。XMASS 検出器は球状の 800 kg の液体キセノン(LXe)を 600 本の光電子増倍管(PMT)が取り囲んだ構造をしており (図 1)、Xe 原子核と暗黒物質の散乱事象を検出する。暗黒物質が LXe の原子核を散乱すると、LXe はその反応のエネルギーに応じてシンチレーション光を出す。この光を PMT で検出することで暗黒物質による事象を探索する。このように LXe は暗黒物質の標的であると同時に、それ自体が検出器の一部になっている。XMASS の感度があれば、理論で予想された暗黒物質の反応確率の領域に踏み込むことができ、暗黒物質を検出できる可能性がある。逆に暗黒物質が検出されなければ、その反応確率に実験的に制限を与えることが出来る。

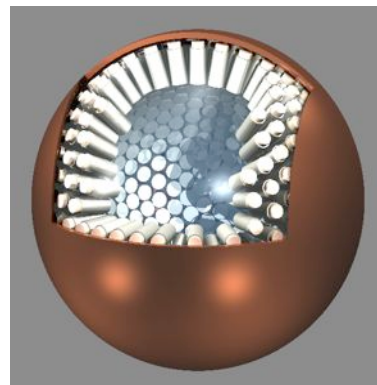


図1 XMASS 検出器の模式図。液体キセノンを 600 本の光電子増倍管が取り囲んでいる。

#### ○問題点と解決策

暗黒物質の信号は非常に稀であるため、測定の邪魔となるバックグラウンド事象をなるべく少なくする必要があるが、2012 年 5 月までの XMASS のコミッショニングランにおいて、PMT 由来のバックグラウンド事象が予定以上に多いことが判明した。これまでにこのバックグラウンド源を特定し、現在はそれらを防ぐための機構の取り付けなど、PMT を交換せずにできる最大限の努力でバックグラウンド低減のための検出器の改修を行っており、2013 年秋には検出器の改修を終えて現状で達成可能な最大感度での測定を開始する。

#### ○特色と独創的な点

暗黒物質の稀少な信号を検出するには、暗黒物質とぶつかる標的となる原子核の数をなるべく多くする必要がある。さらに、LXe は高密度であるため標的原子核の数が多く、さらに LXe 自体を外側からの放射線の遮蔽体として用いることが出来る (自己遮蔽)。そのため、LXe の中心近くで起こった事象だけを取り出せば、外からのバックグラウンドの影響の小さい測定ができる。XMASS において使われている LXe は高い純度を保っており、内部不純物からのバックグラウンドも低く抑えることができています。また、純度が高いことで LXe の発光量が期待以上に多いことが判明し、これによって、XMASS が当初予定していたよりも小さい質量の暗黒物質の検出にも力を発揮できることが分かった。XMASS 検出器は他の実験と比較して容易に大型化可能なように設計されており、LXe 使用量が 5 トン、20 トンの大きさの検出器がそれぞれ計画されている。20 トン検出器では暗黒物質だけでなくニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊や低エネルギー太陽ニュートリノなど多目的な研究が行われる。

### ②申請者のこれまでの研究経過及び得られた結果

#### ○検出器外側の部材からのガンマ線バックグラウンドの研究

XMASS のような極低バックグラウンドの実験では、なるべくバックグラウンドを減らすと同時に、バックグラウンドがどのような事象なのか十分に理解することが重要である。検出器からのバックグラウンドについては、主要となるのは PMT 由来のものであると考えられ研究されていたが、私は PMT よりも外側に位置する部材についても、既に測定されていた 250 個の部材の放射能のデータを用いて、モンテカルロ・シミュレーション(MC)によってその影響を調べた。その結果、既に評価されていた PMT 由来のバックグラウンドに対してその影響は 10%程度だと分かり、バックグラウンドの理解に役立った。また、その中でどの部材が大きく寄与するかも分かったので、この結果は現在計画の次世代の検出器 XMASS-1.5 の設計や部材の選定にも生かすことができる。この成果は第 12 回アジア太平洋物理会議にて発表予定である。

(現在までの研究状況の続き)

#### ○検出器改修作業中のラドン濃度の測定

XMASS 検出器は 2012 年 7 月よりバックグラウンド低減のための改修作業を行なっている。その間、水を抜いたタンク内で作業のために人の出入りがあるが、このときに水タンク内の空気中のラドン濃度を出来る限り低く抑える必要がある。これは、放射性核種のラドン 222 が鉛 210 へと崩壊し、これが検出器の部材に付着するとバックグラウンド源になるためである。検出器のある神岡鉱山内はラドン濃度が数百  $\text{Bq/cm}^3$  と高いので、実験室は岩盤からのラドンの放出を防ぐための被覆をした上で地上の空気(ラドン濃度  $10\text{Bq/cm}^3$  程度)を流している。さらにタンク内にはラドン濃度が  $0.1\text{Bq/cm}^3$  程度のラドン除去空気を流しているが、これは生産量が限られているため、なるべく効果的に使いたい。私は、水タンク内とその入口にラドン検出器を設置し、ラドン濃度をリアルタイムで監視できるシステムを構築し、作業者の出入りによるラドン濃度の変化について調べた。出入りを管理するとともに、ラドン除去空気の流れる経路を管理し、実験室、タンク前室、タンク入り口、タンク内と段階的にラドン濃度を低くすることに成功した。

#### ○外部放射線源による検出器の較正

XMASS には LXe 中に放射線源を入れる内部較正と検出器の外に線源を置く外部較正とがある。LXe の性質など検出器の基本特性は内部較正によって確かめるが、外部較正はバックグラウンドに対する自己遮蔽能力の検証に用いることができ、そこから位置再構成の系統誤差を評価することができる。このように自己遮蔽を特長とする XMASS には外部較正も非常に重要である。私は、この外部較正の MC と実際の測定データとの不一致について、MC を改良することによってデータをよりよく再現するようにした。また、検出器内側表面付近で起こった事象の位置が LXe 中心付近に再構成されてしまう現象について、MC による事象を詳しく調べた。現在もこの研究は継続中である。また、検出器の改修後より用いる新しい外部較正システムの設計を行なっている。これまで用いていたものにあった問題点を解決するとともに、暗黒物質信号の季節変動を見るために、より頻繁に較正作業を行なってもバックグラウンドが変動しないような設計が必要になる。

### 3. これからの研究計画

#### (1) 研究の背景

2. で述べた研究状況を踏まえ、これからの研究計画の背景、問題点、解決すべき点、着想に至った経緯等について参考文献を挙げて記入してください。

前述のように XMASS では様々な暗黒物質探索ができることが示されている。その中でも私は、自己遮蔽を用いて暗黒物質候補である数十～数百  $\text{GeV}$  の WIMPs の探索を行う。

暗黒物質の存在は銀河の回転速度や宇宙マイクロ波背景放射などの観測的証拠から示唆されている。また暗黒物質は重力によって銀河の形成に力を及ぼしたと考えられるが、電磁波で観測することはできず、また宇宙初期から安定に存在しているために反応確率は小さく重力相互作用と弱い相互作用しかないと考えられる。さらに、銀河を形成するためには高速で動いて散逸してしまう粒子であってはならず、重い粒子であると考えられる。暗黒物質の有力候補が WIMPs となるのは以上の理由による。

現在の素粒子の標準模型には WIMPs の候補となりうる素粒子は存在しないが、標準理論を超える理論ではその存在が示唆されている。素粒子物理学には弱い相互作用と重力相互作用のエネルギースケールが不自然に大きく違うという階層性問題と呼ばれる未解決問題がある。これを解決すると期待される理論のひとつに超対称性理論がある。超対称性理論では標準理論の素粒子それぞれに超対称性パートナーと呼ばれる素粒子の存在を仮定する。超対称性粒子には R パリティと呼ばれる量の保存則が仮定されており、これにより単独で生成・消滅しないため、その中で最も軽いもの、Lightest Supersymmetric Particle (LSP)は安定ということになる。標準理論に超対称性を最小限に導入した Minimum Supersymmetric Standard Model (MSSM)での LSP は質量が  $1000\text{GeV}/c^2$  以下と予想されている。また、電荷を持っている場合や強い相互作用をする場合には通常物質と同様に原子核をつくり、それを検出できているはずなので、電氣的に中性で強い相互作用はしないと考えられる。これは WIMPs としての条件を満たしているため、最有力候補である[1]。

このように暗黒物質の正体をつきとめることは宇宙の成り立ちを解明すること、素粒子物理学における未解決問題を解決することにつながる重要なテーマである。そして、暗黒物質の最有力候補の検出という目的に最適な検出器が XMASS である。私は今後の 3 年間もこれまで培ってきた解析手法の知識や実験技術を活かして XMASS を用いた暗黒物質探索を行う。

[1] J. Ellis and K. Olive, arXiv, 1001.3651 (2010)

## (2) 研究目的・内容 (図表を含めてもよいので、わかりやすく記述してください。)

- ① 研究目的、研究方法、研究内容について記述してください。
- ② どのような計画で、何を、どこまで明らかにしようとするのか、具体的に記入してください。
- ③ 共同研究の場合には、申請者が担当する部分を明らかにしてください。
- ④ 研究計画の期間中に異なった研究機関（外国の研究機関等を含む。）において研究に従事することを予定している場合はその旨を記載してください。

- ① 研究目的、研究方法、研究内容について記述してください。
- ② どのような計画で、何を、どこまで明らかにしようとするのか、具体的に記入してください。
- ③ 共同研究の場合には、申請者が担当する部分を明らかにしてください。
- ④ 研究計画の期間中に異なった研究機関（外国の研究機関等を含む。）において研究に従事することを予定している場合はその旨を記載してください。

本研究の目的は、XMASS 検出器を用いて、その自己遮蔽能力を生かして宇宙暗黒物質を直接検出すること、もしくは暗黒物質の反応確率に実験的に制限を与えることである。具体的には、次の 2 つの課題に取り組む。

### ○自己遮蔽を用いた暗黒物質の探索

XMASS 検出器は 800kg の球形の液体キセノン(LXe)を 600 本の光電子増倍管(PMT)が取り囲んだ形をしており、暗黒物質が Xe 原子核を散乱したときに出るシンチレーション光を PMT で検出する。暗黒物質の事象は地球上での個数、速度、質量などを仮定すると最大で 10 事象／日 程度 XMASS の検出器内で起こると考えられる。しかし実際には、バックグラウンド信号があるため、その中から暗黒物質の事象を取り出さなければならない。XMASS において主要なバックグラウンドとなるのは検出器をつくっている部材からのガンマ線である。これは LXe よりも外から来るものであるために、LXe 自体で遮蔽すれば内部にはガンマ線の入ってこない領域が実現される。これを自己遮蔽と呼び、XMASS における自己遮蔽をシミュレーションで示したものが図 2 である。検出器由来のガンマ線は外側の LXe で吸収され、濃いピンク色で示された有効半径 20cm 以下の領域のみを取り出せば、ガンマ線バックグラウンドが非常に少ない状態で暗黒物質の信号を探すことが出来る。

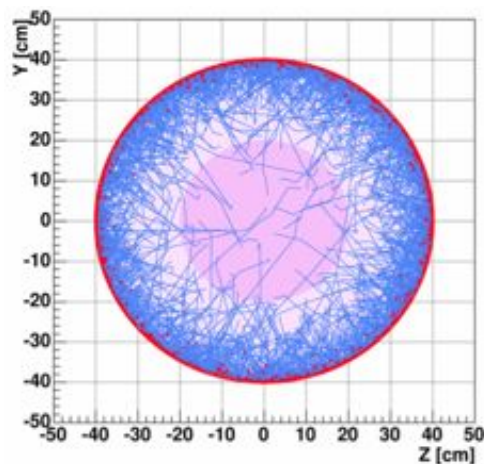


図 2 自己遮蔽のシミュレーション。青で示したガンマ線の軌跡が中心部では急激に少なくなっている。

### ○外部較正による XMASS 検出器の自己遮蔽能力の評価

有効半径以内の場所で起こった事象だけを取り出すには、個々の事象が起こった場所を理解する必要がある。これには、LXe を格子状の区画に分け、それぞれの場所で事象が起こった場合に、各 PMT にどのような信号が来るかをシミュレーションによって予め求めておき、それを用いて事象がどこで起こったかを判定する（位置再構成）。これまでの測定では、検出器内側表面の PMT 付近で起こった事象が検出器中心近くに再構成されてしまうことがあるという問題があった。私は、外部較正のデータを用いて、またそのモンテカルロ・シミュレーションを詳しく調べることで位置再構成のプログラムを改良し、この問題を解決する。そして改良したプログラムにより自己遮蔽を使って暗黒物質探索のためのデータ解析を行う。

外部較正では、XMASS 検出器の外側にガンマ線源や中性子線源を置いて較正を行う。私は特にガンマ線を入射した場合の検出器の応答を研究し、自己遮蔽能力を評価する。外部較正で線源を置く場所は水タンクの中であるため、線源を離れた所で操作するための機構をつくる必要がある。これには、図 3 のように XMASS 検出器の真空容器の外側の水中に、ガイドチューブを設置して、その中をガンマ線源や中性子線源を移動させるようにする。外部較正システムに求められる条件としては、較正を精確に行うためにチューブ内での線源の位置を精度よく決めることができるようにし、較正の度ごとに位置が変わらないようにする、チューブはバックグラウンドになる放射性物質の量が少なく、またタンク内の水圧に耐えることのできる材質にする、チューブ内に塵がたまってバックグラウンド源となるのを防ぐ、などがあり、これらの要求を満たしたものを

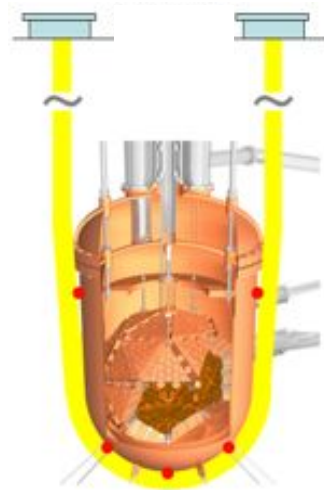


図 3 外部較正に用いるガイドチューブの模式図。

の実現する。

### ○XMASS1.5 検出器のための開発研究

LXe の量を 5 トンにしたより大きな検出器である XMASS-1.5 が計画されている。XMASS-1.5 の仕組みは基本的に現在の 800kg 検出器と同様であるため、800kg 検出器の特性を詳しく調べておくことは XMASS-1.5 の設計にも役立つ。800kg 検出器を用いた研究と同時に次を見据えた研究も行なっていく。

### (3) 研究の特色・独創的な点

次の項目について記載してください。

- ① これまでの先行研究等があれば、それらと比較して、本研究の特色、着眼点、独創的な点
- ② 国内外の関連する研究の中での当該研究の位置づけ、意義
- ③ 本研究が完成したとき予想されるインパクト及び将来の見通し

#### ① 先行研究等と比較した本研究の特色、着眼点、独創的な点

暗黒物質の直接探索実験は、世界中で数々の実験が行われている。現在、直接探索で最も感度のよい結果を出しているのは XENON100 実験である[1]。この実験は XMASS と同様に Xe を用いた検出器であるが、LXe だけでなく気体 Xe も用いた二層式のものである。二相式は粒子識別を行いやすいという長所があるが、一方で電場を用いるために大型化が難しい。対して XMASS のような単相式の検出器は容易に大型化が可能である。XMASS では XENON100 に匹敵する感度を目的として現在の 800kg 検出器を改修し、その後の測定によって検出器の能力を示した後は、LXe を 5 トン使用する XMASS-1.5 に移行する予定である。これにより、XMASS の特長である自己遮蔽において抜群の能力を発揮できる。

#### ② 国内外の関連する研究の中での当該研究の位置づけ、意義

XMASS が検出器として高い能力を持つことは既に示されている。XMASS は暗黒物質探索の検出器としては世界最大のものである。また、シンチレーション発光量が非常に大きいため、高いエネルギーや位置分解能、低エネルギー領域での感度が期待できる。さらに、シンチレーション検出器としてはもっとも低いエネルギー閾値を持つ。そのために、本研究の自己遮蔽を用いた暗黒物質探索の他にも、非弾性散乱を用いた探索、Xe の全質量を用いた低質量 WIMP 探索[2]、太陽アクシオン探索[3]や超新星ニュートリノの検出など様々な物理現象の研究を多様な手法で行うことが出来る。また、現在の 800kg 検出器では研究できないが、将来的には低エネルギー太陽ニュートリノの研究や、ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊の探索なども予定している。

#### ③ 本研究が完成したとき予想されるインパクト及び将来の見通し

暗黒物質が発見されれば、現在の素粒子の標準模型の範囲を超える最初の素粒子になる。また、宇宙の進化の鍵を握る存在のため宇宙の理解にも重要な結果となる。すなわち素粒子物理学にも宇宙物理学にも多大なインパクトを与える。一方で、実験が成功した場合でも発見できない可能性も大きい。この場合でも、暗黒物質の反応確率に制限を与えることができ、理論で予想されるモデルの候補を減らすことで暗黒物質の理解に一步近づくことが出来る。

[1] E. Aprile et al., Phys. Rev. Lett. 109, 181301(2012)

[2] K. Abe et al., Phys. Lett. B 719 78 (2013)

[3] K. Abe et al., arXiv 1212.6153

### (4) 年次計画

DC1 申請者は 1～3 年目、DC2 申請者は 1～2 年目について、年次毎に記載してください。元の枠に収まっていれば、年次毎の配分は変更して構いません。

#### (1 年目)

##### 検出器の改修

- XMASS 検出器の改修を終え、データ取得を始める。はじめは検出器の特性を知るため、検出器内部で LED を光らせる運転や様々な線源を用いた較正など、色々な種類のデータ取得を行う。
- 検出器の改修と並行して、新しい外部較正システムを製作し導入する。

##### データの取得

- 改修後の XMASS 検出器で暗黒物質探索のデータや内部較正のデータを取得する。
- また、製作した外部較正システムによるデータも取得する。
- 内部較正のデータから検出器の特性を理解し検出器の特性をよく再現するモンテカルロ・シミュレーションを作成する。

#### (2 年目)

##### 検出器の自己遮蔽能力の評価

- 外部較正のデータとモンテカルロ・シミュレーションによるデータを用いて、位置再構成の方法を確立する。
- 改良した位置再構成方法による自己遮蔽能力を評価し、最も感度の良い有効半径を決定する。

##### 暗黒物質の探索

- 暗黒物質のデータ取得を継続し、そのデータの解析を自己遮蔽を用いて行う。
- 自己遮蔽やその他の系統誤差の評価を行う。

#### (3 年目) (DC2 申請者は記入しないでください。)

##### 研究の完成

- 上記の暗黒物質探索の結果を論文にまとめる。
- 本研究で得られた自己遮蔽能力やその他の成果を 5 トンの Xe を用いた XMASS-1.5 検出器の設計に役立てるための研究を行う。

申請者登録名

岡直哉

(5) 人権の保護及び法令等の遵守への対応

本欄には、研究計画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、個人情報の取り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法令等に基づく手続きが必要な研究が含まれている場合に、どのような対策や措置を講じるのか記述してください。例えば、個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査、国内外の文化遺産の調査等、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、研究機関内外の情報委員会や倫理委員会等における承認手続きが必要となる調査・研究・実験などが対象となります。

なお、該当しない場合には、その旨記述してください。

該当なし



4. 研究業績（下記の項目について申請者が中心的な役割を果たしたもののみに項目に区分して記載してください。その際、通し番号を付すこととし、該当がない項目は「なし」と記載してください。申請者にアンダーラインを付してください。業績が多くて記載しきれない場合には、主要なものを抜粋し、各項目の最後に「他〇報」等と記載してください。）

(1) 学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文、著書（査読の有無を区分して記載してください。査読のある場合、印刷済及び採録決定済のものに限ります。査読中・投稿中のものは除く）

- ① 著者（申請者を含む全員の氏名（最大 20 名程度）を、論文と同一の順番で記載してください。）、題名、掲載誌名、発行所、巻号、pp 開始頁－最終頁、発行年をこの順で記入してください。
- ② 採録決定済のものについては、それを証明できるものを P.10 の後に添付してください。

(2) 学術雑誌等又は商業誌における解説、総説

(3) 国際会議における発表（口頭・ポスターの別、査読の有無を区分して記載してください。）

著者（申請者を含む全員の氏名（最大 20 名程度）を、論文等と同一の順番で記載してください。）、題名、発表した学会名、論文等の番号、場所、月・年を記載してください。発表者に〇印を付してください。（発表予定のものは除く。ただし、発表申し込みが受理されたものは記載しても構いません。その場合は、それを証明できるものを P. 10 の後に添付してください。）

(4) 国内学会・シンポジウム等における発表

(3)と同様に記載してください。発表申し込みが受理されたものを記載する場合は、(3)と同様に証明できるものを添付してください。

(5) 特許等（申請中、公開中、取得を明記してください。ただし、申請中のもので詳細を記述できない場合は概要のみの記述で構いません。）

(6) その他（受賞歴等）

(1) 学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文、著書

[1]: N.Oka<sup>a,1</sup>, S. Takakura<sup>b,2</sup>, H. Kakubata<sup>c,3</sup>, S. Umehara<sup>d,4</sup>, K. Matsuoka<sup>c,5</sup>, T. Kishimoto<sup>c,d,6</sup>, A. Sakaguchi<sup>c,7</sup>, M. Nomachi<sup>c,6</sup>, and Y. Sugaya<sup>c,4</sup>

“Tomographic Measurement with Cosmic-ray Muons by using Large Plastic Scintillators”,  
OULNS Annual Report 2010, Laboratory of Nuclear Studies, Osaka University, pp. 16-17, 2011 年発行（査読なし）

<sup>a</sup>大阪大学理学部、<sup>b</sup>大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻、<sup>c</sup>大阪大学大学院理学研究科物理学専攻、  
<sup>d</sup>大阪大学核物理研究センター

<sup>1</sup>学部学生、<sup>2</sup>博士前期課程、<sup>3</sup>博士後期課程、<sup>4</sup>助教、<sup>5</sup>技術職員、<sup>6</sup>教授、<sup>7</sup>准教授

[2]: K. Abe<sup>a,b,1</sup>, K. Hieda<sup>a,2</sup>, K. Hiraide<sup>a,b,1</sup>, S. Hirano<sup>a,2</sup>, Y. Kishimoto<sup>a,b,3</sup>, K. Kobayashi<sup>a,b,1</sup>, S. Moriyama<sup>a,b,3</sup>, K. Nakagawa<sup>a,2</sup>, M. Nakahata<sup>a,b,4</sup>, H. Ogawa<sup>a,b,1</sup>, N.Oka<sup>a,2</sup> (11 番目), H. Sekiya<sup>a,b,1</sup>, A. Shinozaki<sup>a,5</sup>, Y. Suzuki<sup>a,b,4</sup>, A. Takeda<sup>a,b,1</sup>, O. Takachio<sup>a,2</sup>, K. Ueshima<sup>a,5</sup>, D. Umemoto<sup>a,2</sup>, M. Yamashita<sup>a,b,3</sup>, S. Nakamura<sup>c,3</sup>  
“Light WIMP search in XMASS”

Physics Letters B, Elsevier, 719 (2013), pp.78-82, 2013 年発行（査読あり）

<sup>a</sup>東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設、<sup>b</sup>カブリ数物連携宇宙研究機構、<sup>c</sup>横浜国立大学

<sup>1</sup>助教、<sup>2</sup>博士前期課程、<sup>3</sup>准教授、<sup>4</sup>教授、<sup>5</sup>博士後期課程

[3]: K. Abe<sup>a,b,1</sup>, K. Hieda<sup>a,2</sup>, K. Hiraide<sup>a,b,1</sup>, S. Hirano<sup>a,2</sup>, Y. Kishimoto<sup>a,b,3</sup>, K. Kobayashi<sup>a,b,1</sup>, S. Moriyama<sup>a,b,3</sup>, K. Nakagawa<sup>a,2</sup>, M. Nakahata<sup>a,b,4</sup>, H. Ogawa<sup>a,b,1</sup>, N.Oka<sup>a,2</sup> (11 番目), H. Sekiya<sup>a,b,1</sup>, A. Shinozaki<sup>a,5</sup>, Y. Suzuki<sup>a,b,4</sup>, A. Takeda<sup>a,b,1</sup>, O. Takachio<sup>a,2</sup>, K. Ueshima<sup>a,5</sup>, D. Umemoto<sup>a,2</sup>, M. Yamashita<sup>a,b,3</sup>, S. Nakamura<sup>c,3</sup>  
“XMASS detector”

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, Elsevier, 716(2013), pp. 78-85, 2013 年発行（査読あり）

<sup>a</sup>東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設、<sup>b</sup>カブリ数物連携宇宙研究機構、<sup>c</sup>横浜国立大学

<sup>1</sup>助教、<sup>2</sup>博士前期課程、<sup>3</sup>准教授、<sup>4</sup>教授、<sup>5</sup>博士後期課程

(2) 学術雑誌等又は商業誌における解説、総説、(3) 国際会議における発表

なし

(4) 国内学会・シンポジウム等における発表

[4]: 岡直哉、“Study of Background Events in the XMASS Experiment”

第 2 回宇宙線研究所修士・博士発表会、東京大学宇宙線研究所、2013 年 2 月 22 日（ポスター発表、査読なし）

(5) 特許等、(6) その他（受賞歴など）

なし

【発表前】

(3) 国際会議における発表

[4]: N. Oka、“Evaluation of background events from detector materials in XMASS experiment”

第 12 回アジア太平洋物理会議、幕張メッセ国際会議場、2013 年 7 月（ポスター発表、査読あり、証明書①添付）

申請者登録名

岡直哉

## 5. 自己評価

日本学術振興会特別研究員制度は、我が国の学術研究の将来を担う創造性に富んだ研究者の養成・確保に資することを目的としています。この目的に鑑み、申請者本人による自己評価を次の項目毎に記入してください。

① 研究職を志望する動機、目指す研究者像、自己の長所等

② 自己評価する上で、特に重要と思われる事項（特に優れた学業成績、受賞歴、飛び級入学、留学経験、特色ある学外活動など）

### ① 研究職を志望する動機

私は中学生の頃より、この世界がどのようにでき、存在しているのかに興味があった。その後、この問題に物理学でアプローチできることを知り、大学では物理学科を選んだ。大学では物理学のみならず科学とは何かよく議論したが、その中で実証科学としての側面を強く持つ実験物理学に魅力を感じ、これを武器に世界への理解を深めて行きたいと考え宇宙・素粒子物理学の道を選んだ。

### 目指す研究者像

大学に入学して以来、多くの先達の研究者を知る機会があった。大部分の研究者に共通しているのは、当然のことながら研究を楽しんでいることだった。他に誰も知らない新しい事実を発見するという喜びを味わうことができるのは、研究者の特権であると思う。その素直な喜びを忘れないようにしたい。

また、特に素粒子実験の分野では、実験によって明らかになる物理的事実を楽しむだけでなく、その過程をも楽しむ風潮があるように思える。そこから生まれた思いもよらない発明として、今から丁度 20 年前にヨーロッパ原子核研究機構において生まれたワールド・ワイド・ウェブが挙げられると思う。私は物理だけでなくそこに至る過程もとことん楽しめるような研究者になりたい。

素粒子物理学はなかなか一般の人々に理解してもらうのが難しい分野である。しかし同時に、多くの人が興味を持っている話題でもある。私はこれまで学園祭や学内での一般公開に積極的に参加して自分の研究を伝えている中でそれを実感した。学部生の時には研究者を招いて学外でサイエンス・カフェなどを企画したこともあるが、将来は自分でも学外でも積極的に自分の研究を伝える活動をしていきたい。

### 自己の長所

私の長所は前述の目指す研究者像に必要な資質を持っていることである。つまり、研究が楽しめるということである。研究とは往々にして目標とする成果を出すまでは失敗の連続であろうが、それすらも楽しめなければ研究を続けていくことはできない。また時として予想外の現象に悩まされることもあるが、なぜそうなるのか考えることは私を飽きさせることはない。そしてその現象を理解できたときの喜びはこれ以上ないものである。

### ② 自己評価する上で、特に重要と思われる事項

私は学部生の時に大阪大学においてオナープログラムと呼ばれるコースに参加し、大きな刺激を受けた。これは学部生が早い段階で研究室において研究をするというもので、私もこの制度を使っていくつかの研究室において研究を行い、その楽しさと難しさを身を持って体験した。同時にこのプログラムを通じて物理学以外の専攻や他学年の学生とも広く交流し、前述のように「科学とは何か」などを真剣に議論できるような仲間を得ることができた。専門分野以外にも多くの友人を得たことは私の武器であると思う。

2013 年 8 月に行われる原子核素粒子若手三者夏の学校では、高エネルギーパートの幹事として準備を行った。このように他人と協力して物事を進めていくことは難しいことである反面、楽しいものでもある。これはグループで実験を行なっている中で日々実感していることでもある。現在 XMASS グループでは毎週英語で会議が行われ、私も頻繁に発表している。共同研究者達と英語で意見を交わし実験を進めていくのは今の私には大変なことであるが、徐々に慣れてきている。私が専攻する分野では大規模な国際グループで実験を行う場合がほとんどであり、将来別の実験に参加する時に必要な能力を効果的に身につけられているのを実感している。

(このページには何も記載せず、空白のまま提出してください。)

申請者登録名 岡直哉