

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 検出器を用いて宇宙暗黒物質探索実験を行ってきた。暗黒物質とは質量を持ち重力相互作用をするが電磁相互作用をしないため光学的に観測できない物質である。暗黒物質の存在は様々な観測的事実から証拠づけられている。その一つに宇宙マイクロ波背景放射の観測があり、PLANCK 衛星による最新結果では陽子や中性子からなる通常の物質の占める質量は宇宙全体がエネルギーのうち 4.9%なのに対し、暗黒物質は 26.8%を占め、通常の物質の 5 倍も多く存在している[1]。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、その正体は依然不明である。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 の検出を主目的として設計された検出器である[2]。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)、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検出する。

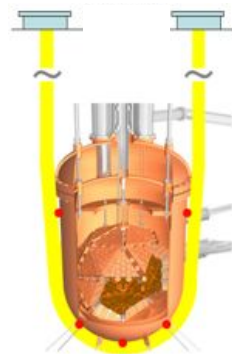


図 1 XMASS 検出器の模式図。中央の球状のものが検出器本体で、真空容器に入っている。黄色で描いたものは外部校正に用いるガイドチューブ。

○問題点と解決策

暗黒物質の信号は非常に稀であるため、測定の際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。しかし 2012 年 5 月までの XMASS による測定において、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。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。LXe は原子番号が大きくかつ高密度であるため標的原子核の数が多くこの条件を満たすが、これは同時に LXe 自体を外部からの放射線の遮蔽体として用いることができることを意味する。これを自己遮蔽効果と呼び、LXe の中心近くの領域だけを用いて解析を行えば、外部由来のバックグラウンドの影響が極めて小さい測定ができる。XMASS 検出器はこれを意図して設計されており、使用する LXe は高い純度を保ち、内部不純物からのバックグラウンドを低く抑えることができている。さらに、不純物が少ないことにより LXe のシンチレーション発光量が期待以上に多く、そのため当初予定していたよりも低質量の WIMPs の探索[3]や、太陽アクシオンの探索[4]にも力を発揮できることが分かった。また、XMASS 検出器は自己遮蔽能力を最大限に生かすために単純な構造をしており、他の実験と比較して大型化が容易である。将来的には LXe を 5 トン使用した XMASS-1.5、20 トン使用した XMASS-II がそれぞれ計画されており、XMASS-II 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うことができる。

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。検出器部材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、PMT よりも外側に位置する部材からのバックグラウンドを理解することも重要である。そこで私は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定量的に評価した。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、検出器全体のバックグラウンドの理解に大きく貢献できた。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中の次世代の検出器 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。

[1] Planck Collaboration, arXiv 1303.5076

[2] K. Abe et al., Nucl. Inst. Meth. A 716 78(2013)

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

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

(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 6 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、検出器が設置してある外水槽の水が抜かれ、その中で作業が行われる。このときに外水槽内の空気中のラドン濃度をでき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 Bq/cm³ と高いため、実験室に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 10Bq/cm³ 程度)を送り込んでいる。さらにタンク内にはラドン濃度が 0.1Bq/cm³ 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用することが望ましい。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することで、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。

○外部較正による自己遮蔽能力の検証

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。内部較正は LXe の性質や位置・エネルギー分解能など検出器の基本特性を理解するためのものである。一方で外部較正は図 1 のように検出器の外側から放射線を入射するもので、外部からのバックグラウンドのスペクトルの予言や、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、位置再構成の性能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、改良した MC を用いて詳しく調べており、現在もこの研究は継続中である。また、これまでは図 1 のような外部較正機構が用いられて来たが、私はこれに加えて新しい外部較正システムの設計も行なっている。従来の機構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。

○研究背景 自己遮蔽を用いた暗黒物質の探索

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、XMASS の自己遮蔽能力を生かして暗黒物質候補である WIMPs の探索を行う。XMASS 検出器は暗黒物質が 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、観測から得られた制限に基づいて暗黒物質の地球上での個数、速度、質量などを仮定すると 1 日に最大で 10 事象程度、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。この自己遮蔽効果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できる。

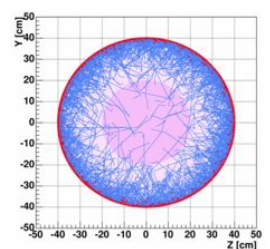


図 2 XMASS における自己遮蔽のシミュレーション。青で示したガンマ線の軌跡が中心部では急激に少なくなっている。

○事象の位置再構成方法の改良

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特定する必要がある。XMASS では、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、実際の事象の信号の分布をシミュレーションと比較して、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誤って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り、自己遮蔽が十分に機能していなかった。この事象を正しく再構成するにはそれがどのような事象かを理解し、シミュレーションで発光パターンを再現する必要がある。しかしこの事象は現時点ではシミュレーションで十分に再現できていない。その一因には外部較正における線源の位置が不確定で、実際の測定とシミュレーションとで同じ条件にできていないことである。そこで私は外部較正に着目し、新たな外部較正機構を作成し精度の高い較正を行うことを考えた。 こうして得た外部較正のデータを解析することで誤って再構成される原因を探り、この問題を解決する。

(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。

本研究の目的は、XMASS 検出器の自己遮蔽能力を生かして宇宙暗黒物質を世界で初めて直接検出すること、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。そのために私は、外部校正機構を改良した上で校正用データを取得し、そのデータを詳しく解析することによって位置再構成のプログラムを改良する。

○外部校正機構の改良

外部校正では、XMASS 検出器の外側にガンマ線源や中性子線源を置いて校正を行う。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。外部校正で線源を置く場所は外水槽の中であるため、線源を離れた場所から操作するための機構をつくる必要がある。外部校正機構に求められる条件としては、校正を精確に行うために線源の位置を精度よく決めることができるようにし、校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、などがある。私はこれらの条件を満たす新しい外部校正機構を設計中であるが、特に位置の精度について改善する方法を見出した。これまでは、図 1 のように真空容器の外側にガイドチューブを設置して、その中に金属製のワイヤーを通して引っ張ることで線源を移動させていた。この方法は、任意の位置に線源を固定できる反面、ワイヤーが折れ曲がる可能性があり、ワイヤーにつけた印を上下方向の位置の不定性が 2~3 cm 程度あった。そこで私は、図 3 のような外部校正機構を考案した。この機構では、チューブ内を通して線源を送り込むのは同様だが、チューブの終点を真空容器に取り付けてそこに線源を固定することで位置の精度は 1mm 程度にできると考えられる。チューブの両端が外水槽の外につながっていたこれまでの場合と違い、ワイヤーを用いて線源を引っ張ることができないが、フィッシュテープと呼ばれる、折れ曲がることなくチューブ内を這わせることのできる材質を使って線源を押し出す方法を採用することでこの問題を解決する。新しい外部校正機構はこれまでのものと併存して導入し、日常的な外部校正（真空容器横 2 箇所、下 1 箇所）には私の考案した新機構を用いて行い、位置を変えて測定を行いたい場合には旧機構を使用するようにする。

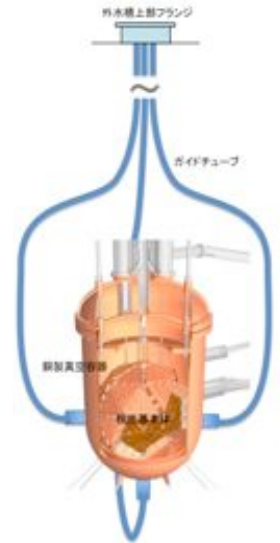


図 3 考案した新しい外部校正機構の模式図

○事象の位置再構成方法の改良

改良によって外部校正位置精度が向上した後は、校正データを取得し、そのデータをよく再現する MC を、線源の位置を実際の場合と正確に合わせるなどの改良を加えて作成する。MC によるシミュレーション事象は、それがどのような物理過程によって起こったものか詳しく追跡して調べることができる。そのため、PMT 表面で起こっているのに誤って検出器中心付近に再構成される事象を詳しく調べれば、その原因と、どのような信号が各 PMT に入射するかを理解することができる。こうして得られた情報を用いて、これまで再構成に失敗していたような事象も正しく再構成されるよう、プログラムに改良を加える。

○外部校正による XMASS 検出器の自己遮蔽能力の評価と自己遮蔽を用いた暗黒物質の探索

改良した位置再構成プログラムを使えば、誤って中心付近に再構成される事象の数が大幅に減り、自己遮蔽効果を生かした解析ができるようになる。そのためにまず、外部校正のデータを用いて、検出器の外から入射したガンマ線がどんな割合でどの程度、LXe の中まで侵入するかを詳しく調べ、検出器の自己遮蔽能力を評価する。さらに、中心からどのくらいの半径までの LXe だけを用いれば、なるべく有効体積が大きく、バックグラウンド事象が少ないか、つまり S/N 比が最も良くなる有効半径を決定する。そして、XMASS 検出器の改修終了後から 2016 年までの 2 年程度の暗黒物質探索のためのデータから、決定した有効半径内で起こった事象のみを取り出し、解析を行う。

○XMASS1.5 検出器のための開発研究とその自己遮蔽能力の見積もり

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 の基本的な仕組みは現在の 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。そしてそれらの情報を用いて、XMASS-1.5 検出器の能力を見積もることができる。私はこれまでに MC によるバックグラウンドの評価を行ってきた経験を生かして、XMASS-1.5 のバックグラウンド評価も行う。また、本研究によって 800kg 検出器の自己遮蔽能力が評価できれば、その結果を使って XMASS-1.5 検出器の自己遮蔽能力を見積もることができる。

(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

私は XMASS の自己遮蔽能力に着目し、これを最大限に生かして暗黒物質探索を行う。そのために、既存のものよりも位置精度が格段に優れた新しい外部校正機構を作成して精度の高い外部校正を行い、その測定データを用いて事象の位置再構成がよく機能するようにプログラムを改良する。

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

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おり、現時点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 も用いた二相式のものである。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。それに対し、本研究に用いる XMASS 検出器は自己遮蔽を最大限に生かす設計になっていることが特色であり、そのために検出器は単純な球形で、大型化は容易である。今後の暗黒物質探索においては検出器の大型化が重要になってくることが予想され、その点で XMASS は有利な立場にある。

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

本研究が完成すれば、XMASS における自己遮蔽能力を最大限に生かし、これまでの測定以上の感度で暗黒物質探索を行うことができる。これによって 800kg 検出器での最大感度を達成し、XMASS の能力を示すことができる。また、この成果は同様の構造を持った XMASS の次世代検出器にも応用できる。自己遮蔽は検出器を大型化するほど効果的であるため、本研究が完成した後は LXe の量を 5 トンに増やした XMASS-1.5 の建設をなるべく早く開始し、自己遮蔽を利用して世界最高の感度で暗黒物質探索を行う。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できる。

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

(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

○共同研究者とともに 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校正など、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、新しい外部校正システムを製作し導入する。

データの取得

○共同研究者とともに改修後の XMASS 検出器で暗黒物質探索のデータや内部校正のデータを取得する。

○共同研究者とともに内部校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。

○また、製作した外部校正機構を用いて外部校正のデータも取得する。

(2 年目)

検出器の自己遮蔽能力の評価

○外部校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、自己遮蔽を用いてデータの解析を行う。

○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^{a,1}, S. Takakura^{b,2}, H. Kakubata^{c,3}, S. Umehara^{d,4}, K. Matsuoka^{c,5}, T. Kishimoto^{c,d,6}, A. Sakaguchi^{c,7}, M. Nomachi^{c,6}, and Y. Sugaya^{c,4}

“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）

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

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

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

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

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

¹ 助教、² 博士前期課程、³ 准教授、⁴ 教授、⁵ 博士後期課程

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

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

¹ 助教、² 博士前期課程、³ 准教授、⁴ 教授、⁵ 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

[5]: 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。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