

平成 28 年度採用分
特別研究員-D C
申請書

第 0 版

①申請資格	DC2	受付番号
②審査領域	総合	6184
③分科	人間医工学	
④細目	医用システム	⑥専門分野
⑤分科・細目コード	2302	放射線医療

⑦研究課題名	波長変換ファイバーを用いた高位置分解能PET装置の開発研究
--------	-------------------------------

千葉大学
(申請機関コード: 12501)

1. 申請者情報等

⑧氏名	(フリガナ) 登録名	イトウ ヒロシ 伊藤 博士	⑨性別 男
	(フリガナ) 戸籍名	イトウ ヒロシ 伊藤 博士	
	ローマ字 表記	ITO Hiroshi	
⑩国籍	日本		
⑪生年月日	平成2(西暦1990)年9月2日 生(平成28(西暦2016)年4月1日現在25歳)		

⑫学歴 (学部・修士)	1. 平成25(西暦2013)年3月 千葉大学 理学部 物理学科卒 2. 平成25(西暦2013)年4月 千葉大学大学院修士課程入学 (理研究科 基盤理学専攻) 3. 平成27(西暦2015)年3月 千葉大学大学院修士課程修了 (理研究科 基盤理学専攻)
----------------	---

⑬博士の状況	1. 入学年月: 平成27(西暦2015)年4月 入・進学 2. 編・転・再入学時の在学期間換算: 0年 3. 大学院名: 千葉大学(12501) 4. 研究科名: 理学(系)(0044) 5. 研究科種別: 研究科 6. 専攻名: 基盤理学 7. 課程種別: 博士課程(3年制) 8. 休学期間合計: 0年 9. 平成28(西暦2016)年4月1日時点における博士在学期間累計(休学期間を除く): 1年
--------	--

⑭研究・職歴等	1. 平成(西暦)年月 ~ 平成(西暦)年月 2.
---------	------------------------------

⑫学歴、⑬博士の状況、⑭研究・職歴等別紙:	無
-----------------------	---

⑮日本学生支援機構等 奨学金貸与の有無	無	⑯外国人留学生に対する 奨学金等受給の有無	無
------------------------	---	--------------------------	---

申請者登録名 伊藤 博士

⑰博士の特記事項の有無	無 (博士の特記事項)			
⑱現在の研究指導者	(フリガナ)氏名	カワイ ヒデユキ 河合 秀幸	職名	准教授(004)
	研究者番号	60214590		
	所属機関	千葉大学(12501)		
	部局	理学(系)(0044)	部局種別	研究科
	連絡先	kawai@hepburn.s.chiba-u.ac.jp		
⑲採用後の受入研究者	(フリガナ)氏名	カワイ ヒデユキ 河合 秀幸	職名	准教授(004)
	研究者番号	60214590		
	所属機関	千葉大学(12501)		
	部局 (申請者の所属研究科)	理学(系)(0044)	部局種別	研究科
	部局正式名	理学研究科		

⑳現住所	〒264-0032 千葉市 若葉区 みつわ台5-15-1-406 電話番号: 043-256-6013 携帯電話番号: 080-1225-9564 FAX番号: e-mail: hiroshi@hepburn.s.chiba-u.ac.jp			
㉑所属機関 (所在地・機関名・部局等名)	〒268-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33 理学部1号棟317A 粒子線物理学研究室 電話番号: 043-290-3688 (内線) 3688 FAX番号: e-mail: hiroshi@hepburn.s.chiba-u.ac.jp			
㉒希望連絡先 (現住所)	〒264-0032 千葉市 若葉区 みつわ台5-15-1-406 電話番号: 043-256-6013 携帯電話番号・内線: 080-1225-9564 FAX番号: e-mail: hiroshi@hepburn.s.chiba-u.ac.jp			

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。

①-1 研究背景： PET (Positron Emission Tomography: 陽電子放射断層撮影)は、電子陽電子対消滅によってできた 2 本のガンマ線を検出して陽電子放出核の 3 次元分布を画像化する技術である。陽電子放出核を含んだ薬剤 FDG(ブドウ糖に似た性質)を体内に注射し、しばらくしてから診断する。がん細胞は正常組織と比べて 3 ~ 8 倍程度ブドウ糖を摂取する性質をもつので全身のがん診断に有効である^[1]。

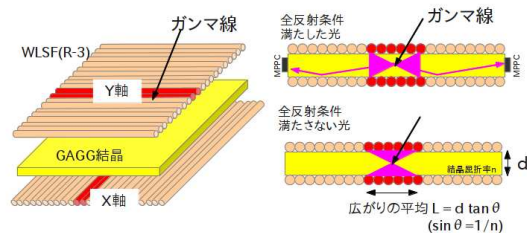
PET 検出器はリング状に配置されたガンマ線検出器群で構成される。FDG から放出された陽電子は体内の電子と対消滅して、ガンマ線(511 keV)を 180 度逆の向きで 2 本放出する。この直線を重ねて FDG の分布を作成する。この直線の幅は主にガンマ線検出器の位置分解能に依存しており、FDG の空間分解能に影響する。

①-2 問題点： 一般にがんの早期発見はがん死亡率を大幅に減らすことができるといわれている。今日のがん検査において、X 線、便潜血、触診、マンモグラフィなど年間受診率 20%程度の検査に比べ、PET 検査による全身がん検診は年間 1%も満たない。その主な原因は検査料が高く (十数万円/回)、保険に制限があることにある。検査料が高い要因は主に PET 検出器の開発費・製作費(数十億円/台)が占めており、安価かつ高性能な PET 検出器の開発は PET 検査の普及に貢献する。

現在の PET 装置の製作費は主に結晶加工費と多量の光検出器と複雑な読み出し回路が占めている。結晶は分解能を向上させるために数 mm サイズに分割される。数 mm 以下の結晶加工技術は高度でコストが高く、さらに限界に達しつつある。

①-3 解決策・研究目的： 波長変換ファイバー(WLSF)と板状の結晶を用いた新しいガンマ線検出システム(図 1)を開発^[2,3]し、以下の性能を可能にする。

1. 位置分解能 0.1 mm をもつガンマ線検出
2. 検出効率が約 3 倍 (従来比)
3. 低価格 (約 1 億円/台)



クラレ社の WLSF (型番: R-3)と C&A 株式会社のシンチレーション結晶(GAGG)を使用する。GAGG は発光量 56,000 photon/MeV と多く、ピーク発光波長 540 nm の性質をもつ^[4]。WLSF(R-3)は GAGG からの発光波長領域をカバーした吸収波長領域をもち、ファイバー側面から光を吸収して全反射で両端へ伝播する性質を持つ^[5]。そのため、結晶内で全反射条件を満たさない光は X,Y 座標情報を持ち WLSF に入射する。図 1 の結晶と WLSF の組み合わせを幾層か重ねて 1 つのモジュールを構成し、このモジュールがリング状に並んで PET 検出器を構成する。このシステムはコンプトン事象の解析が有効のため従来と比べて約 3 倍検出効率が向上し、被曝量を抑えることができる。

図 1. ガンマ線検出システム：結晶内で全反射条件を満たす光は側面の光デバイスでエネルギーと z 座標と時間を測定する。全反射条件を満たさない光は結晶外へ漏れ WLSF に入射し x-y 座標を読み出す。このシステムを層構造にして全体の PET 検出器を成す。

そのために、結晶内で全反射条件を満たさない光は X,Y 座標情報を持ち WLSF に入射する。図 1 の結晶と WLSF の組み合わせを幾層か重ねて 1 つのモジュールを構成し、このモジュールがリング状に並んで PET 検出器を構成する。このシステムはコンプトン事象の解析が有効のため従来と比べて約 3 倍検出効率が向上し、被曝量を抑えることができる。

②-1 研究成果： 直径 0.2 mm 波長変換ファイバーの光学的性質評価

²²Na 密封線源を用いてこれらの光学的性質の評価を行った(図 2)。GAGG 内でガンマ線が光電効果した時の光を直接光電子増倍管(PMT)で検出した場合と WLSF 経由で検出した場合の検出光電子数を比較した。WLSF の層を 1,2,3,4 と増やしたときの光電子数の変化から位置読出しに十分な層数を決定した^[6]。

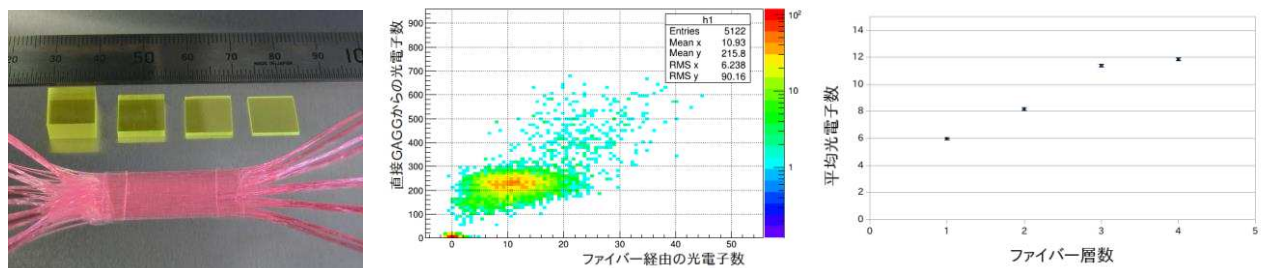


図 2. GAGG と R-3 のシート(左)。GAGG 直接読出し(縦軸)と WLSF 経由片側読出し(横軸)の光電子数の関係から WLSF の両側読出しにおける集光効率が約 10%と評価できる(中)。WLSF の層数と読出し光電子数の関係から 3 層で飽和状態が確認できる(右)。また、位置読出しのためには 5 p.e. (検出効率 99.8%相当)の 1 層で十分といえる。

(現在までの研究状況の続き)

②-1 研究成果：位置分解能評価測定

^{22}Na 線源からのガンマ線入射位置と再構成位置の差から WLSF を用いたシステムの位置分解能を評価した。セットアップは中心に ^{22}Na 線源を置き、一方は GAGG+WLSF を、反対方向にはリファレンスとして GSO 結晶を用いた小型ガンマ線検出器をセットした。GAGG は面積 $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ 、厚さ 2 mm で、両平面は機械研磨されている。片面には有効面積 8 mm の PMT (R9880U-20) が接続されており、もう片面には直径 0.2 mm の WLSF(R-3) を 2 本ずつ束ねたシートが貼られている。WLSF の両端には MPPC (S12572-100P) がそれぞれ接続されている。GAGG+WLSF システムを X 軸自動ステージに載せ、 2 mm ステップで移動可能にした。

2 つのガンマ検出器が同時に反応したときをトリガーとしてデータ収集を行った。各 MPPC の検出光電子数 Q_i とチャンネル番号 i の重心演算から、ガンマ線の相互作用した位置を再構成した(アンガー・ロジック)。入射位置と再構成位置の差(右のヒストグラム)から、位置分解能 FWHM 0.6 mm を得ることができた(図 3)[7]。緑線はコリメータを通過したガンマ線事象を意味し、青線のガウス分布はバックグラウンドを意味する。

Reference: [1] William W. Moses, Nucl. Instr. and Meth. A 471 (2001) 209-214. [2] S. Han, et al., IEEE NSS MIC (2013) M11-13. [3] H. ITO, et al., IEEE NSS MIC (2014) M11-16. [4] Pawel Sibczynski, et al., Nucl. Instr. and Meth. A 772 (2015) 112-117. [5] Kuraray Co. Ltd., Kuraray's Scintillation Materials Product Catalog. [6] 伊藤博士, 第 109 回日本医学物理学学会学術大会 O-003. [7] N. Kaneko, et al., Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications 2015 #220.

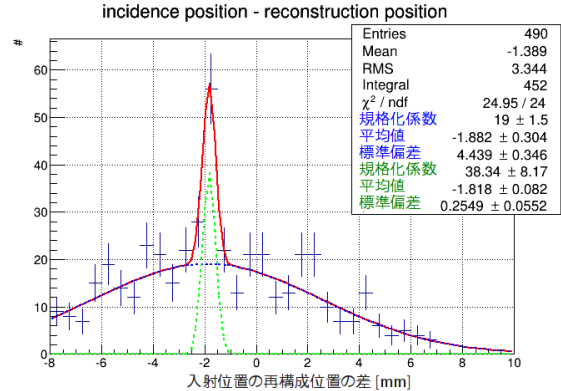


図 3. 位置分解能評価測定結果：入射位置と再構成位置の差のヒストグラムは 2 つのガウス分布でフィッティングすることができる。狭いピークの標準偏差から、位置分解能 FWHM 0.6 mm が得られた。

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。

1 研究背景：

高位置分解能(1 mm 以下の分解能)と低価格(1 億円/台)の PET 装置開発は、PET 検診の普及に貢献する。我々は波長変換ファイバーと薄い結晶板を用いた新システムを開発し、線源による実験で実証した。装置の位置分解能はファイバーのサイズと結晶の厚さに大きく依存し、直径 0.2 mm の WLSF を用いれば、世界最高位置分解能(0.1 mm)を可能にする。

2 課題点：

- ① 結晶側面の MPPC で z 座標を読み出すのであれば、 z 座標の分解能は結晶の厚さに依存する。結晶内の z 座標まで読み出すことができれば、さらに位置分解能は向上する。
- ② 数百個の MPPC 読み出しにおけるデータ収集システムがまだ構築できていない。
- ③ 小型モジュールの試作と性能評価。

3 解決すべき点：

- ① 結晶の上下で光ったファイバーの本数の比から結晶内の位置を同定する。検証は入射位置の z 座標を変えたときの上下のファイバー本数の関係を調べる。
- ② MPPC 数百個の制御とデータ収集システムの構築
- ③ 小型モジュールの設計と仕様の決定
- ④ 小型モジュール性能評価測定

4 着想に至った点：

WLSF と板状結晶を用いたシステムは WLSF を経由して MPPC で XY 座標を読み出しているの、高性能と安価を可能にしている。直径 0.2 mm のファイバー 1 本ずつ読み出せば、アンガー・ロジック(重心演算のようなもの)から 0.1 mm 以下の分解能が出せるはずである。脳もしくは小動物用の高位置分解能($0.1\text{ mm} \times 0.1\text{ mm} \times 0.2\text{ mm}$)をもつ PET 装置を実用化することが可能であると考えた。

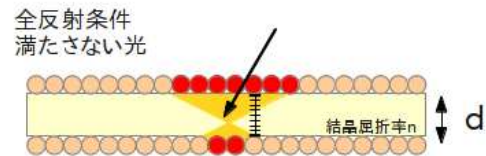


図 4. 上下のファイバーの光った本数の比から結晶内のガンマ線の相互作用した位置が同定できる。大雑把に結晶厚 2 mm で 10 分割できれば、 z 座標の分解能は 0.2 mm まで向上する。

(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。

①研究目的: 高位置分解能(0.1×0.1×0.2 mm³)を持つ PET 装置の開発研究

基礎研究として GAGG 結晶と WLSF のシステムで位置分解能 0.1×0.1×0.2 mm³ を実証し、小型モジュールの試作と性能評価測定を行う。

② 研究計画

②-1. MPPC 読み出し回路システム構築

Step 1 **ハードウェア・ソフトウェア構築:** EASIROC を載せた回路は KEK で試作したモジュール(以降 EASIROC)を使用する。これは MPPC 最大 64ch の ADC と電圧供給を内蔵している。フロントエンド・システムを他のハードウェアと組み合わせて構築し最終的に PC 接続する。これらを PC で制御するためのソフトウェアを開発する。

Step 2 **MPPC キャリブレーション:** MPPC は供給電圧と温度に従って増幅率が変化する特性をもつので、今後の解析を容易にするために全チャンネルの増幅率を揃える。また、熱雑音頻度を把握する必要がある。LED 光源によってこれらを測定する。

機材は既存のものを使用することで、安価な設計が可能である。ソフトウェア開発では C/C++ を基にして比較的簡素に制御およびデータ収集システムを改良できるように構築する。

②-2. 位置分解能 0.1×0.1×0.2 mm³ の実証実験

Step 3 **GAGG と WLSF のシステム構築:** 直系 0.2 mm の WLSF(R-3) の 1 本ずつに MPPC を取り付けシート状にする。これら x および y 軸方向に沿って GAGG の両面に貼り付ける。GAGG の側面には MPPC を接続する。

Step 4 **エネルギー分解能と時間分解能評価測定:** 結晶側面に接続した MPPC によってシンチレーション光を読み出し、ADC と TDC の結果からそれぞれの分解能を評価する。

Step 5 **位置分解能評価測定:** GAGG と WLSF のシステムに入射位置を x 軸方向に 0.1mm ステップで移動させ、再構成位置との関係性を調べる。同様に y および z 軸方向についても実施する。511 keV のガンマ線が結晶内で光電効果した事象を選択して解析する。

Step 6 **結晶厚さによる位置分解能の依存性:** このシステムの GAGG の結晶を 5, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1 mm と変化させたときの位置分解能を調べ、試作モジュールの仕様を決定する。

直径 0.2mm の波長変換ファイバーを用いれば、PET 装置のシステムで位置分解能 0.1 mm が予測できる。この値は現在世界最高位置分解能で、PET 開発の常識を覆す可能性がある。

②-3. 小型モジュール試作と性能評価測定

Step 7 **小型モジュール試作:** ひとつのモジュールは GAGG + WLSF システムを層状に重ねて構成される。仕様を step6 より決定し、業者に発注する。結晶とファイバーそして MPPC の組み立ては申請者と学生らが行う。

Step 8 **単一モジュールの性能評価測定:** モジュール 1 個とリファレンス用ガンマ線検出器、そして ²²Na 線源を用いてモジュールの特性を調べる。²²Na から互いに反対方向に放射される 511 keV の 2γ の片方をリファレンス用で捉えることで、もう片方の入射位置を特定する。この手法で細かいガンマ線をモジュールに当てることができる。

Step 9 **モジュール - モジュールでの性能評価:** モジュール 2 個使用して ²²Na 線源の空間位置分解能を評価する。試作モジュール 2 個で性能評価を行い、リング状に配置した場合の性能を予測する。

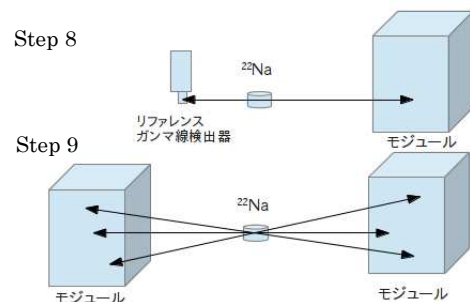


図 5. 試作モジュールの性能評価測定の概念図: ²²Na は 180° 逆向きに 2 本のガンマ線を出す性質を持つ。Step8 はリファレンスを使って一方に限定してモジュールにガンマ線を入射させる。Step9 では、モジュール同士から ²²Na の空間分解能を評価する。

(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
- ④ 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 本研究の特色、着眼点、独創的な点

従来の PET 装置は結晶をより細かく分割することで位置分解能を向上させてきた。0.1 mm 角の結晶加工は技術的に困難でコストが高い。本研究は薄い結晶板と波長変換ファイバーを使用することで高位置分解能を維持しつつコストを削減することができる点が最大の特徴である。

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

国際学会 IEEE NSS MIC 2014 において、0.8 mm 角に分割した結晶と MPPC アレイを 6 面に貼り付けて、0.8 mm×0.8 mm×0.8 mm の位置分解能を達成した報告があった。この発表をした研究グループは日本の放射線医学総合研究所で、世界最高位置分解能を謳っている。本研究ではまったく異なる手法で PET 装置開発の分野に革命を起こすと考えている。

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

位置分解能 0.1 mm の PET 装置は、脳科学においては小さな脳腫瘍を特定し早い段階で施術が可能である。また、毛細血管まで薬剤伝達が観測できアルツハイマーの研究などに貢献すると考えている。企業と連携することで安価で高性能な PET 装置を提供することができ、すなわち PET 診断の普及に貢献するだろう。

(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)

- ① システム構築： EASIROC 1 台と他ハードウェアで 64ch 分の MPPC のデータ収集システムを構築する。PC 制御のためのソフトウェアを C/C++ ベースで実装する。
- ② MPPC キャリブレーション： LED 光源を使用して 64ch の供給電圧と増幅率の関係を調べ、増幅率が一律になるバイアス値を決定する。また、温度依存性を調べ、モニタリングしてオフライン解析で補正できるようにする。
- ③ 高位置分解能の評価測定： 10 mm×10 mm×2 mm の GAGG の両平面に直径 0.2 mm の WLSF(R-3) によるシート(幅 10 mm)を貼り、ファイバー断面に MPPC を取り付ける。また、GAGG 結晶の側面に MPPC を取り付ける。MPPC は事前にキャリブレーションを済ませているものを使用する。²²Na 線源を使用して入射位置と再構成位置の差から位置分解能を評価する。入射位置は x, y, z 軸方向それぞれについて調べる。次に GAGG 側面の MPPC の読み出しからエネルギー分解能と時間分解能を評価する。また、結晶の厚さによるこれら分解能の依存性を確認し、試作モジュールの仕様を決定する。

(2 年目)

- ④ ハードウェア・ソフトウェア構築： EASIROC 数台により数百 ch の MPPC を同時制御可能にする。追加実装用にソフトウェアを改良する。そのための機材発注...EASIROC (x4), MPPC (x200), ケーブル, LAN 拡張カード(x4)など
- ⑤ GAGG と WLSF(R-3)の発注と組み立て： C&A 株式会社から GAGG 結晶と株式会社クラレから R-3 を発注し、モジュールを試作する。モジュールは step9 のために最大 2 個試作するが、step8 で評価してから 2 個目を製作する。
- ⑥ モジュール性能評価測定： ²²Na 線源を使用して、単一モジュール性能評価(step8)とモジュール – モジュール性能評価測定(step9)を行う。Step9 の結果を踏まえてリング状に配置した場合の性能を評価する。

(3 年目) (DC2 申請者は記入しないでください。)

(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あたって、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、どのような対策と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、侵襲性を伴う研究、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ので手続きの状況も具体的に記述してください。

なお、該当しない場合には、その旨記述してください。

① 提供を受けた試料の使用

企業からの試料・サンプル提供は担当教官を經由しており、本研究でもその予定である。研究費として特別研究員奨励費が使用できるならば、企業と直接交渉することができる。

② 人権の保護

なし

③ 法令の厳守

アイソトープ協会が定めた密封放射線源を使用して実験を行うものであり、放射線障害防止法に則り、安全に取り扱う。

④ 生命倫理

本研究では密封線源を用いた性能評価測定までを到達点としているので、動物実験は行わない。

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**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。[査読中・投稿中のものは除く]

(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。）

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) 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。）

(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。

(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

[1] H. ITO, S. Han, S. Iijima, H. Kawai, S. Kodama, D. Kumogoshi, K. Mase, M. Tabata, Development of Multipurpose Aerogel Cherenkov Counter, Proceedings of Science, Proc. Sci., Pos(TIPP2014)325.

[2] H. ITO, S. Han, S. Iijima, H. Kawai, S. Kodama, D. Kumogoshi, K. Mase, M. Tabata, Development of real time ⁹⁰Sr counter applying Cherenkov light detection, Proceedings of Science, Proc. Sci., Pos(TIPP2014)242.

(2) 学術雑誌等又は商業誌における解説、総説

なし

(3) 国際会議における発表

[1] Naomi Kaneko, Hiroshi ITO, Soorim Han, K. Kamada, Hideyuki Kawai, Atsushi Kobayashi Satoshi Kodama, Y. Shoji, A. Yoshikawa, Estimation of position resolution for DOI-PET detector using $\phi 0.2$ mm WLS fibers, Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications 2015, 20-24 April 2015, Lisbon Congress Center (Poster #220).

[2] Atsushi Kobayashi, Hiroshi ITO, Soorim Han, Naomi Kaneko, K. Kamada, Hideyuki Kawai, Satoshi Kodama, Y. Shoji, A. Yoshikawa, Estimation of time resolution for DOI-PET detector using $\phi 0.2$ mm WLS fibers, Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications 2015, 20-24 April 2015, Lisbon Congress Center (Poster #223).

[3] Hiroshi ITO, Soorim Han, Naomi Kaneko, Hideyuki Kawai, Satoshi Kodama, Atsushi Kobayashi, Makoto Tabata, Real-time ⁹⁰Sr Counter, Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications 2015, 20-24 April 2015, Lisbon Congress Center (Poster #222).

[4] H. ITO, S. Han, S. Iijima, H. Kawai, S. Kodama, D. Kumogoshi, Development of 3D-PET detector with Wavelength shifting fiber, IEEE Nuclear Science Symposium & Medical Imaging Conference, Washington State Convention Center · Seattle, WA USA, 8-15 November 2014 (Poster M11-16).

[5] H. ITO, S. Han, S. Iijima, H. Kawai, S. Kodama, D. Kumogoshi, K. Mase, M. Tabata, Development of Multipurpose Aerogel Cherenkov Counter, 3rd International Conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics (TIPP 2014), Amsterdam, Netherlands, 2-6 June 2014 (Poster), Proc. Sci., Pos(TIPP2014)325.

[6] H. ITO, S. Han, S. Iijima, H. Kawai, S. Kodama, D. Kumogoshi, K. Mase, M. Tabata, Development of Real time ⁹⁰Sr counter applying Cherenkov light detection, 3rd International Conference on Technology and Instrumentation in Particle Physics (TIPP 2014), Amsterdam, Netherlands, 2-6 June 2014 (Oral), Proc. Sci., Pos(TIPP2014)242.

[7] S. Han, H. Kawai, H. Ito, S. Iijima, S. Kodama, D. Kumogoshi, K. Mase, S. Suzuki, M. Tabata, Studies of a 3D-PET Detector with Wavelength Shifting Fibers, IEEE Nuclear Science Symposium & Medical Imaging Conference, Seoul in Korea, 31 November 2013 (Poster M11-13), DOI: 10.1109/NSSMIC.2013.6829075.

(4) 国内学会・シンポジウム等における発表

[1] Hiroshi ITO, Soorim Han, Naomi Kaneko, Hideyuki Kawai, Satoshi Kodama, Atsushi Kobayashi, Readout of high resolution DOI for whole-body 3D-PET detector using wavelength shifting fibers, 第 109 回日本医学物理学会学術大会, パシフィコ横浜, 16 - 19 April 2015 (口頭発表 O-003).

[2] 伊藤博士, 兼子菜緒見, 河合秀幸, 児玉諭士, 小林篤史, 田端誠, データ収集段階における汎用性の高い粒子識別装置エアロゲルチェレンコフカウンターの開発, 日本物理学会第 70 回年次大会, 早稲田大, 21 - 24 March 2015, 口頭発表, 23pDL-8

[3] 伊藤博士, 韓樹林, 飯島周多郎, 河合秀幸, 児玉諭士, 雲越大輔, 間瀬圭一, 田端誠, Multi-purpose Aerogel Cherenkov Counter の開発と性能評価, 2013 年日本物理学会秋季大会, 高知大, 22 November 2013 (口頭発表, 22aSM-10).

[4] 伊藤博士, 飯島周多郎, 河合秀幸, 児玉諭士, 雲越大輔, 間瀬圭一, 鈴木清太郎, 田端誠, チェレンコフ光検出を応用したリアルタイム ⁹⁰Sr カウンターの開発, 第 106 回 医学物理学会学術大会, 大阪大学コンベンションセンター, 17 November 2013 (口頭発表, O-010).

(5) 特許等

なし

(6) その他（受賞歴等）

なし

申請者登録名

伊藤 博士

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

世の中にあふれる不思議の中で子供のころから興味があったのは自然現象だった。特に素粒子や放射線などは目に見えないのに存在が知られていることが私の興味を強く惹きつけた。学部生の時期は加速器を用いた高エネルギー素粒子物理の研究に憧れた。千葉大学の粒子線物理学研究室に配属され放射線測定器開発の研究に取り組んだ。自分らで手作りした装置が実際に社会に貢献することをそこで知り、そこに達成感を覚えた。誰も未だ挑戦したことがないことで新しい世界を作ることができる仕事として私は研究職を誇りに思っており、またそんな研究者になりたいと思った。

目指す研究者像： 「新しい挑戦をし続け未来を切り開ける人材」

実験を成功させるためには何が必要で、どのくらいの日数が必要なのかを計画し、積極的に行動することを意識している。自分の研究分野についてはもちろんのこと、他の研究分野の情報から新しい発見とひらめきで自分の研究範囲を拡大させる。これらの要素を含んでかつ社会に影響をもたらす人材が私の目指す研究者像である。

自己の長所：

「諦めない強い心」 私は中学・高校生のときバスケットボール部に所属していた。毎日の朝練は大変だったが欠かさず取り組んだ。スターティング・メンバーには選ばれなかったが、試合時の副審判やタイマー、得点係などの仕事を率先して引き受けた。そのおかげで、機器は皆より使いこなせるようになり頼りにされた。大学生のときはアルバイトを始め積極的に仕事を見つけて作業することとレジなどの接客を通して従業員であることを自覚し社会人としてのあり方を学んだ。時には変な客やクレマーの対応でいやな気持ちになった事もあるが、しかし挫けず諦めずにこられたのは、周りからの励ましやサポートがあったからであることを私は今でも覚えている。

「高い分析力」 今ある技術で如何にして問題を解決するか、そして問題は一体どこにあるのかを見極める力に富んでいると自負している。本研究について、PET装置の分解能をさらに向上させるために、上下の光ったファイバー本数の比から結晶内のz座標をさらに細かく決定する方法を考えた。研究室に所属してから、どうすれば効率的に製作できるか、どうすれば性能を飛躍的に向上できるかを考えさせられた指導が私の思考回路を形成しているのではないかと考えている。

② 自己評価する上で特に重要と思われる事項

大学院博士前期課程に学部生授業「物理学実験Ⅳ」のTAを担当した。学部生時代に受講したが、装置組み立てから手伝ったことで、私自身の測定器技術が向上した。また、学生に基礎から説明することで、自分はまだまだ理解していなかったことが浮彫りになり、復習する良い機会になった。当時研究していた「リアルタイムストロンチウム 90 カウンター」の開発研究について国内外で学会発表する機会を頂き、また一般公開の場でデモンストレーションを行った。このテーマの社会的意義から指導教官である河合秀幸准教授が学長賞を授与された。放射線医学総合研究所が千葉大と近いこともあり、この学生および研究者たちと情報交換をして自分の研究の幅を広げようと努めている。