

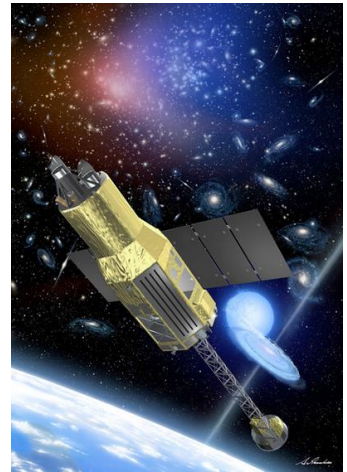
片岡研究室

最先端の宇宙物理実験と、医療・産業への応用

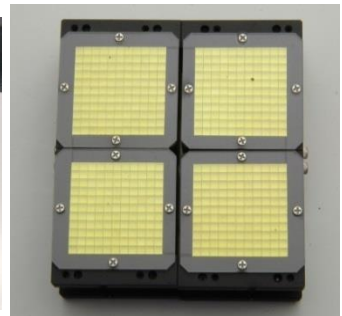
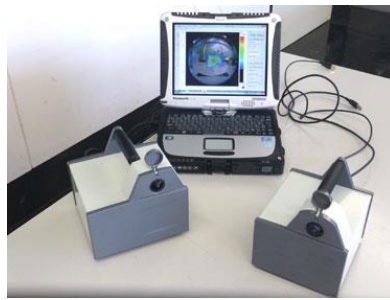
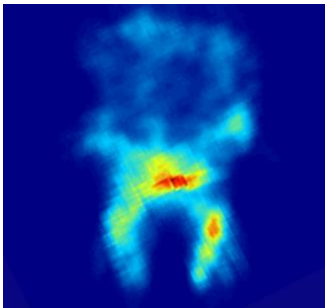
<http://www.spxg-lab.phys.waseda.ac.jp/>

1. 概要

人間の目で見える可視光に比べ、X線・ガンマ線は1000倍から100万倍もエネルギーが高く、ダークマターや宇宙線加速など、極限状態の宇宙を探る最良のプローブとなります。しかしながらX線・ガンマ線で宇宙を“診る”技術は未だ50年と歴史が浅く、現在も激しい世界的な競争が続く分野です。我々の研究室では、科学衛星（フェルミ宇宙ガンマ線望遠鏡・すざく衛星）を用いた最先端の観測により激動する宇宙の最深部を探り、一方では次期 Astro-H 衛星や宇宙ステーション搭載を目指した次世代光センサーの開発を行います。さらに、ここで得られた技術と知見を迅速に産業界にフィードバックすることで、さまざまな先端医療（たとえば次世代陽子線CTや3DカラーCT、粒子線治療オンラインモニタ）や環境計測への応用と連携をはかります。学生の研究スタイルも様々で、ブラックホールや中性子星の謎に挑む学生もいれば、コンパクトな医療用装置実現や高線量カメラの実現にむけ、日夜頑張る学生もいます。色々なテーマが混在しつつも新しい検出器の開発と、それを用いた科学に対する興味は共通です。早稲田で設立7年目の「若い」研究室ですが、和気藹々と楽しくやっています。



2015年度打ち上げ予定の
Astro-H衛星



(左) MPPC-PETによるマウスの頭部画像 (中)携帯型ガンマカメラ (右) 3Dシンチレータ

2. 研究室メンバー構成・居室

◆指導教員・秘書



○教授 片岡 淳

E-mail: kataoka.jun@waseda.jp

居室：西早稲田キャンパス 55 号館 S 棟 3 階 02A

○秘書 中野 春菜

◆連携スタッフ

○客員研究員 等

森 國城 (放射線実験アドバイザー)

渡辺 伸 (JAXA 宇宙科学研究所：宇宙物理実験アドバイザー)

佐藤 悟朗 (JAXA 宇宙科学研究所：宇宙物理実験アドバイザー)

◆学生 (物理・応物は、ほぼ半々です)

○ 博士 2 年

岸本 彩^{C,D}

○ 修士 2 年

辻川 貴之^E

○ 修士 1 年

大島 翼^E 岩本 康弘^C 多屋 隆紀^D[※] 三村 健人^{BA} ※ラボリーダー

○ 学部 4 年 (†国際コース)

秋田 誠博^{AB} 小出 絢子^D 末岡 晃紀^C 高部 美帆^E 増田 孝充^{DE}

森田 隼人^E 辻 眞幸^{AB}[†] 渡部 美葉^{AB}[†] 藤原 真理子^C

【研究グループ】 A: 宇宙物理 (データ解析) B: 宇宙物理 (Astro-H 開発) C: 環境用ガンマ線カメラ D: 医療用コンプトンカメラ E: 次世代 CT/高精度 PET
--

◆研究スペース

西早稲田キャンパス 51 号館 10 階 09 (医療/環境系の学生室)

同・51 号館 10 階 10 室 (実験室 1)、8 階 803A 室 (実験室 2)

55 号館 S302A (片岡・秘書・宇宙系の学生室)

3. 研究内容について

Q：どのような研究を行っているのか

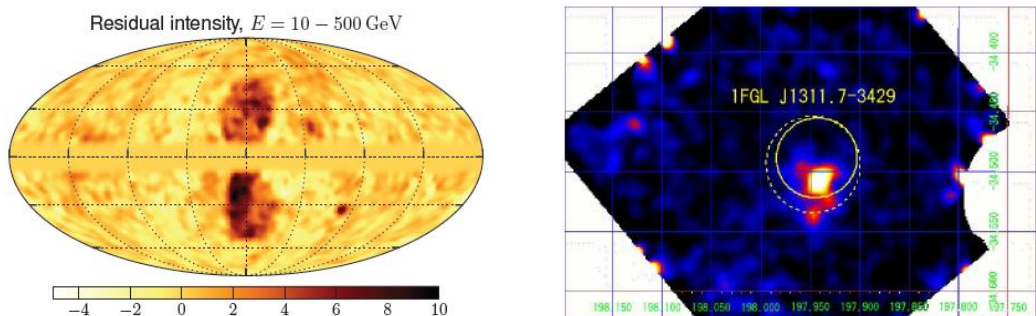
A：宇宙から医療・産業にわたる様々な放射線検出器の開発と、それを用いたサイエンスが研究室のテーマです。一見ばらばらのテーマのようですが、じつはすべての研究が高精度放射線計測、ガンマ線可視化技術、次世代光センサーというキーワードで有機的に結びついています。狭い視野で研究するのではなく、分野を横断する多角的な研究が研究室の一番の売りであり、全国的にも例がないと思います。

Q：具体的な研究内容は？

A：大きく5つのグループに分かれ、協力・連携しながら研究をしています(前頁：メンバー参照)。打ち合わせ・検出器ゼミなどは合同で行い、それぞれの学生が相互乗り入れでお互いの実験を手伝ったりしていますので、あくまで表面的なグループ分けと考えてください。二つ以上に跨った仕事をしている学生も多いです。

○グループA：フェルミ宇宙ガンマ線望遠鏡・すざく衛星のデータ解析

活躍中の衛星データを使って、高エネルギー宇宙物理の研究をします。2008年に打ち上げられたフェルミ・宇宙ガンマ線望遠鏡により、3,000を超えるガンマ線天体が発見され、その数はさらに増加の一途をたどっています。我々の研究室はフェルミチームの正規メンバーとしてデータ解析や運用に参加し、とくに巨大ブラックホールである活動銀河核やパルサーの解析では主導的立場にあります。2009年に早稲田大学と米国NASAから共同プレス発表した「新種のガンマ線銀河」の継続観測、もっとも遠いクェーサー天体のガンマ線観測、また、未だ正体のわからない謎のガンマ線源：未同定ガンマ線天体と呼ばれます)をX線天文衛星「すざく」で追観測すること

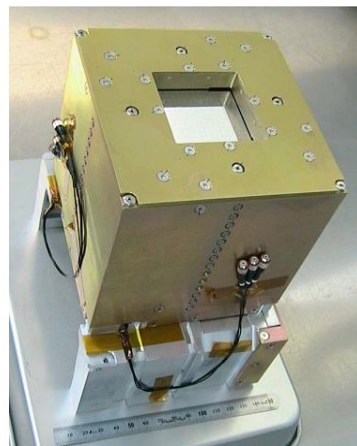


(左) フェルミ衛星が発見した巨大なガンマ線の「泡」構造“フェルミ・バブル”(右)すざく衛星で観測した新種のパルサー天体(早稲田大・東工大プレスリリース：2012/3月)

で、その正体を続々と明らかにしつつあります。さらには、巨大ガンマ線ローブの発見(2010年に広島大学と記者発表)、新種のパルサー天体の発見(2012年に東工大と記者発表)など海外メディアからも注目される成果を上げつつあり、いずれもM1ないしは4年生の学生が主導して進めています。物理学会や天文学会での発表は勿論、国際会議での発表、論文化まで一貫して行ってもらいます。

○グループB：Astro-H 衛星の開発・初期データ解析

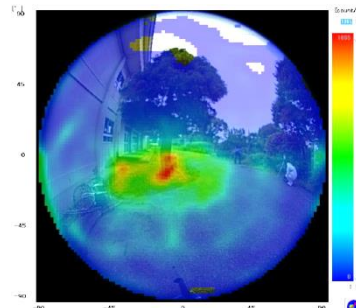
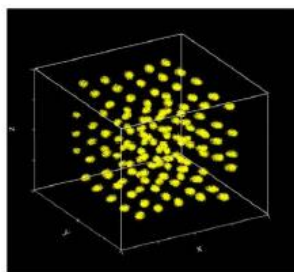
2015年度末に打ち上げ予定のAstro-H衛星には硬X線イメージャ(Hard X-ray Imager:HXI)と軟ガンマ線検出器(Soft Gamma-ray Detector:SGD)が搭載されます。HXI,SGDともにコンパクトで高性能な光半導体増幅検出器APD(Avalanche Photodiode)を搭載していますが、このAPDは2003年より我々の研究室が宇宙利用を目指して浜松ホトニクス社と開発してきたものです。現在は打ち上げ間近のため、宇宙航空開発研究機構(JAXA)と協力して、衛星搭載品と同じ装置やデータ処理フローを用いた地上試験を行っていますが、皆さんが配属される頃にはまさに世界最先端の“取れたて”データを解析することが可能です。最初の一年間はAstro-Hチーム全体として最重要天体の観測・解析と応答関数の構築、キャリブレーション、論文化に力を入れる予定です。



Astro-H衛星搭載SGD検出器。
当研究室で開発したAPDを使用

○グループC：環境計測用・高精度ガンマ線カメラの開発

福島原発の事故でもわかるように、放射線は目に見えないため除染作業に大きな支障が生じています。もし、皆さんが普段使っているデジカメのように、ほぼリアルタイムでガンマ線の画像が取れるとしたら、危険地域をいち早く察知し、また除染の効果

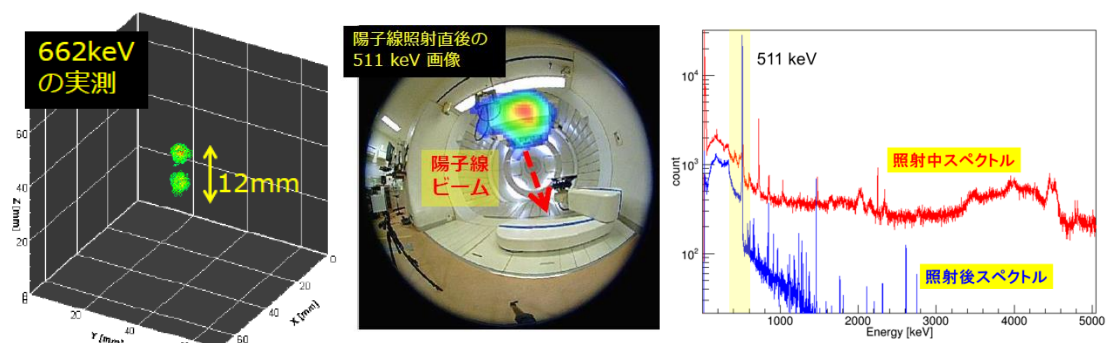


当研究室で開発したガンマ線”3D”可視化技術。右は、現在開発中の「リアルタイム」ガンマ線カメラのプロトタイプと、これを用いて取得したガンマ線可視化画像(福島浪江町での実測)

もスムーズに確認することができます。「ガンマ線の可視化」は、我々が放射線検出のプロとして威信をかける、緊急かつ最大の挑戦ともいえます。可視画像のようにガンマ線のイメージを取得するには、感度・解像度ともに優れた新しいセンサーが必要です。我々は、MPPCと呼ばれる光半導体増幅素子を用いて「10秒以内にガンマ線を正確に可視化する」まさに日本のみならず世界が期待する革新的な技術開発に成功しました。2013年9月に試作品が完成し、共同研究メーカーである浜松ホトニクス社とプレスリリースを行いました。すでにカメラは市販化され、2014年7月には感度・解像度を2倍に向上することに成功しています（p.10を参照）。今後はカメラをさらに軽量・小型にし、ドローン搭載による福島県下の森林汚染一斉調査、原発内部用のウェアラブル・ガンマ線カメラなどの開発に着手します。

○グループD：医療用コンプトンカメラの開発

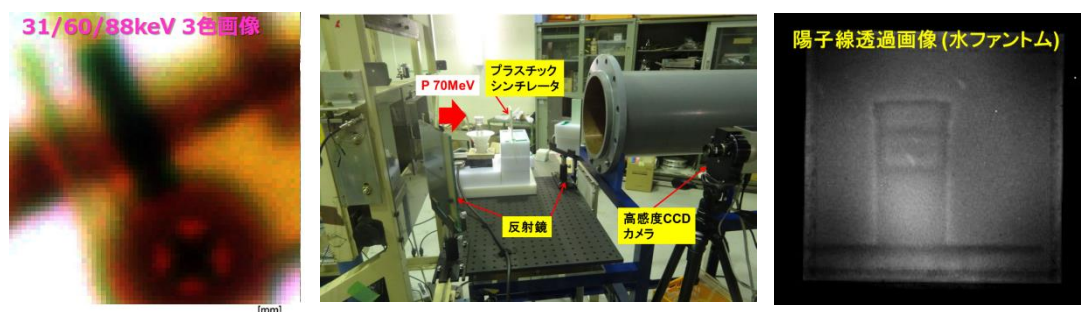
ガンの早期発見にはPET（陽電子断層撮影）と呼ばれる技術が有望で、ガンを発見した後の粒子線治療モニタとしても使われています。我々の研究室では過去に解像度1mmの小動物用PETの開発に成功しましたが、一方でPETの欠点は（原理的に）対消滅ガンマ線(511keV)以外の任意のエネルギーのガンマ線が使えないことです。我々は上記（グループC）の環境用ガンマ線カメラをさらに高精度化することで511keVに限定されない複数の分子プローブを用いた動的3D分子イメージング、またガンの粒子線治療時における即発ガンマ線を用いた「照視野オンラインモニタ」の確立を目指しています。以下の写真は国立がんセンターの治療室で実際に取得したガンマ線の画像、また、コンプトンカメラを用いた3次元画像再構成の例を示しています。千葉の放射線医学総合研究所や大阪大学・核物理研究センター（RCNP）で定期的ビームタイムを取得し、実験を行っています。



左：コンプトンカメラの多角撮影による662keVガンマ線源の3D画像 中：陽子線照射後の治療室撮影（国立がんセンター） 右：陽子線照射中におけるガンマ線スペクトル（赤）と照射後（青）の比較

○グループE：次世代CT および高精度PET 開発

近年、プロジェクションマッピングやプリンタに至るまで、3D 画像処理が大きな注目を集めていますが、レントゲン撮影や X 線 CT などは 2 次元静止画像を基本とし、エネルギー情報を持ちません。もし放射線のカラー画像を高解像度・3D でリアルタイムに取得できれば、被写体の立体構造や材質、ダイナミクスに至るまで、得られる情報量は飛躍的に向上します。我々は独自に開発した高精細シンチレータと MPPC を組み合わせることで X 線を多色かつパルスモードで読む試みを始めています。さらに、CT を陽子線で取得する「陽子線 CT」の基礎開発も始めています。陽子線治療では被写体内の電子密度分布が必要ですが、現在は X 線 CT の画像から近似的に計算されています。治療に用いる放射線と同じ線種を用いることで、治療の大幅な精度向上がみこまれますが、未だ世界的にも技術が確立されていません。我々は高感度 CCD と薄型シンチレータアレイを用いた独自のアプローチで、次世代陽子線 CT に挑みます。



左：高精細シンチレータを用いた、ライター先端の3色 X 線画像 中/右：陽子線を用いた新しい次世代「陽子線 CT」へ向けた基礎実験の様子と得られたファントム画像（千葉・放射線医学総合研究所）

4. 研究室のスケジュール

◆研究室ゼミ・打ち合わせ

宇宙物理ゼミ	：	月曜午前（毎週）
宇宙計算ゼミ	：	水曜午後（毎週）
検出器ゼミ	：	金曜午後（毎週）
全体打ち合わせ	：	金曜午後（毎週）

◆研究室の行事

- 歓迎会、暑気払いビアパーティ、忘年会、卒修論お疲れ会++ … ?
- ゼミ合宿（8月中旬頃。今年は@軽井沢セミナーハウス）

比較的新しい研究室なので、これといった「マスト」の行事は決まっていません。飲みたいときに、集まって飲む。ゼミ合宿の場所等も含め、アイデア募集中です！

5. 研究室ラボ・リーダーから一言

片岡研究室の紹介冊子を読んで頂きありがとうございます！紹介のように我々の研究室は幅の広い分野の研究を行っています。その中から自分のテーマを選べるというのが片岡研究室の魅力だと思います。もちろん「宇宙の謎を解きながら、そのための検出器も作りたい！」といった方も大歓迎です。

ゼミや打ち合わせ以外にはコアタイムはありませんので、基本的に自己管理となります。しかし、だからといって片岡研究室は決して楽な研究室ではありません。むしろ、最先端の技術を研究していくことは非常に難しいことです。コアタイムが無い分、空いた時間は積極的に研究しようという姿勢が必須になってきます。

厳しいことを言ってしまいましたが、忙しい中でもみんな仲良く、楽しくやっています。今年は軽井沢でゼミ合宿を行い、研究室メンバーの距離感がより縮まったと思います。片岡先生や秘書さん、先輩達との距離も近く非常に雰囲気の良い研究室です。皆さんも是非一緒に「新しいこと」にチャレンジしていきましょう！

学生室は51号館の10階09室にあります。興味を持っていただけた方は、是非一度見学に来て下さい！基本的にいつでもいますが、ゼミなどで出払っていることもありますので、事前に連絡を頂けると確実です。メールはラボリーダーの多屋 (taka48138@ruri.waseda.jp)、もしくは片岡先生に直接お願いします。



以下のページは、当研究室から発信した最新成果【プレス発表】の紹介です。詳しくは、早稲田大学トップページの「◎研究成果」から御覧ください。

【宇宙物理・観測関連のプレスリリース】

● 新種のガンマ線銀河を発見 - 2009年6月1日

(米国 NASA と共同リリース)



HOME > これまでのNEWS > 各記事

News

東日本大震災への本学の対応について

News一覧

2012年度のNEWS & PRESS RELEASE

2011年度のNEWS & PRESS RELEASE

2010年度のNEWS & PRESS RELEASE

2009年度のNEWS & PRESS RELEASE

2008年度のNEWS & PRESS RELEASE

2007年度のニュース

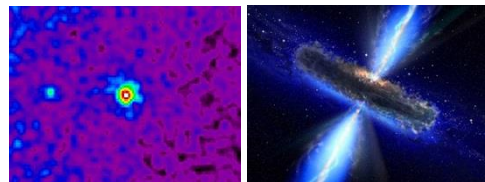
2007年度のプレスリリース

フェルミガンマ線宇宙望遠鏡が、新種の「ガンマ線銀河」を発見
—早稲田大・広島大・JAXA・東工大・東京大・名古屋大 共同研究

RELEASE

2009年6月01日

早稲田大学理工学術院の片岡淳准教授と、広島大・東工大・JAXAの研究グループは、米国NASAをまとめた国際共同研究により、新種の「ガンマ線銀河」を2つ発見しました。ガンマ線は極端に波長の短い電磁波の一種で、我々の目で見える可視光の約10億倍の高いエネルギーをもちます。このような高エネルギーで宇宙を観測することはこれまで困難でしたが、昨年6月に打ち上げられたフェルミガンマ線宇宙望遠鏡の活躍で、激動する宇宙の姿が徐々に明らかになっていきます。今回の「ガンマ線銀河」も、従来よりも数十倍深い全天探査で初めて見えてきた天体です。われわれの銀河系を含め、多くの銀河中心には太陽の100万倍を超えるブラックホールが存在すると考えられます。



● 巨大な高エネルギー粒子雲からのガンマ線を発見 - 2010年4月2日

(広島大学, JAXA と共同リリース)



HOME > Press Release > フェルミ衛星が、巨大な高エネルギー粒子雲からガンマ線を発見

News

東日本大震災への本学の対応について

News一覧

2012年度のNEWS & PRESS RELEASE

2011年度のNEWS & PRESS RELEASE

2010年度のNEWS & PRESS RELEASE



フェルミ衛星が、巨大な高エネルギー粒子雲からガンマ線を発見
理工研・片岡淳准教授参加、広島大・深沢教授ら日米欧研究チームが発表

RELEASE

2010/04/02

広島大学大学院理学研究科・深沢泰司教授を中心とする日米欧の研究チームに当研究所の研究重点教員である片岡淳准教授が参加し、2010年4月1日(木)に広島大学より発表された以下の成果に貢献を果たしました。

同研究チームは、フェルミ宇宙望遠鏡を用いた観測により、近傍銀河に付随した「巨大な雲」から強いガンマ線放射を発見しました。フェルミ衛星は広島大学・早稲田大学・東京工業大学・宇宙航空開発研究機構(JAXA)が開発に大きく貢献し、2008年6月にNASAにより打ち上げられました。この観測結果は4月1日(木)付けの米国サイエンス誌オンライン版に掲載されます。(日本時間4月2日午前3時)

● 新種の「毒グモ」パルサー天体を発見 - 2012年3月21日
 (東工大・日本天文学会と共同リリース)



HOME > Press Release > 理工・片岡研究室、新種の「毒蜘蛛」パルサー発見

News

東日本大震災への本学の対応について

News一覧

ind

理工・片岡研究室、新種の「毒蜘蛛」パルサー発見
 東工大グループと共同研究し、日本天文学会で発表

RELEASE

2012/03/21

理工学術院の片岡淳研究室は、東京工業大の谷津陽一助教らと共同研究し、周囲にある星を高温で溶かしていくことから「毒蜘蛛パルサー」と呼ばれる新種の中性子星の観測に成功。3月19日から開かれた日本天文学会で発表しました。毒蜘蛛パルサー自体、これまで見つかった数はごく少数ですが、いずれも強い電波を発します。今回見つかったものは電波が検出されない全く新しいタイプのパルサーで、ミリ秒という高速度な自転周期で回転していることが期待されます。理論的に存在が予想されていたものの、実際に観測されたのは今回が初めてとなります。



【放射線検出器のプレスリリース】

● 除染の切り札となるか？ 超小型ガンマ線カメラの開発 - 2013年9月11日
 (浜松ホトニクス・科学技術振興機構 JST との共同リリース)



HOME > Press Release > 放射性物質の除染作業を効率化するガンマ線撮像用コンプトンカメラ製品化

News

東日本大震災への本学の対応について

News一覧

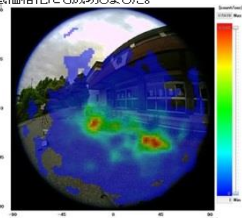
- 2012年度の NEWS & PRESS RELEASE
- 2011年度の NEWS & PRESS RELEASE
- 2010年度の NEWS & PRESS RELEASE
- 2009年度の NEWS & PRESS RELEASE
- 2008年度の NEWS & PRESS RELEASE
- 2007年度のニュース
- 2007年度のニュース

放射性物質の除染作業を効率化するガンマ線撮像用コンプトンカメラ製品化
 従来よりも大幅な小型・軽量化と低価格化を実現 - 理工・片岡准教授が共同研究

RELEASE

2013/09/11

浜松ホトニクス株式会社(以下浜ホ)の大須賀 慎二 中央研究所 第一研究室 研究室長代理と早稲田大学の片岡 淳准教授らは、JST 先端計測分析技術・機器開発プログラムの一環として、高感度で実用的な角度分解能を併せ持ち、容易に携帯可能なガンマ線撮像用「コンプトンカメラ」の実用化に成功しました。特に、浜ホ独自の高感度半導体光検出素子MPPGと高密度で発光特性の良好なシンチレータを用いて、重量を1.9kgと従来品の約4分の1にまで軽量化し、大幅な低価格化にも成功しました。



● **ガンマ線カメラの高性能化に成功 - 医療応用へも期待 - 2014年7月24日**
 (浜松ホトニクス・科学技術振興機構 JST との共同リリース)

大学案内

学部・大学院等

研究活動

国際展開・留学

図書館・博物館

キャリア・生涯学習

NEWS & PRESS RELEASE

HOME > Press Release > ガンマ線撮像用コンプトンカメラの高性能化に成功 放射性物質除染のさらなる効率化、環境調査、医療、理学応用へ期待

News

東日本大震災への本学の対応について

News一覧

- 2013年度の NEWS & PRESS RELEASE
- 2012年度の NEWS & PRESS RELEASE
- 2011年度の NEWS & PRESS RELEASE
- 2010年度の NEWS & PRESS RELEASE
- 2009年度の NEWS & PRESS RELEASE

ガンマ線撮像用コンプトンカメラの高性能化に成功
 放射性物質除染のさらなる効率化、環境調査、医療、理学応用へ期待

RELEASE

2014/07/24

早稲田大学理工学術院の片岡淳教授・岸本彩氏(D1)・西山徹氏(M2)らは、浜松ホトニクス株式会社との共同研究により、ガンマ線撮像用コンプトンカメラの大幅な性能向上に成功しました。「目に見えないガンマ線を迅速かつ正確に可視化する」技術は物理・医療・環境計測あらゆる分野で切望されています。とくに、福島第一原発事故において飛散した放射性物質の除染は未だ大きな課題であり、早急な対応が待たれます。今回開発されたカメラは、2013年9月に

