

放計協 ニュース

公益財団法人 放射線計測協会



可搬型加速器で新たな社会貢献

東京大学大学院工学系研究科

原子力専攻・原子力国際専攻教授 上坂 充

東京大学原子力国際専攻(一般専攻、本郷、兼務)の当方の研究室では、この25年一貫して東海キャンパスにて電子ライナック・レーザーの高品質化と小型化と利用開拓を実施しています。

Sバンド(2.856GHz)電子ライナックではピコ・フェムト秒電子・フェムトレザー同期システムによる放射線化学実験の全国共同利用を堅持しています。震災後はエルビウム(Er)ファイバーレーザーを導入し小型化・安定化を向上させました。

並行して、可搬型Xバンド(9.3GHz)950keV/3.95MeV/6MeV電子ライナックX線源を(株)アキュセラと共同開発し、がん治療・産業/社会インフラその場診断用に実用化させています。6MeV電子ライナックX線源は、(株)アキュセラが中心となり、NEDOプロジェクトによってピンポイントX線動体追跡がん治療システムを完成させ、昨年10月アメリカにてFDA(Food and Drug Administration)に許認可をとりました。日本でも薬事法許認可を申請します。4MeV未満の加速器は、放射線障害防止法により橋梁に限ってその場検査が認められているため、我々は可搬型Xバンドライナック3.95MeVX線源を完成させ、土木研究所構内において日本で初めてその場透過X線撮像試験を行いました。原子力規制庁、土木研究所と綿密に連携し、放射線安全管理対策を確認した上、撤去部材の撮像試験により、厚さ400mmの鉄筋内部構造を1秒程度で測定することに成功しました。また、1MeV未満のX線システムは、電離放射線障害防止規則に沿った自主的管理区域の設定と安全管理を条件に、一般区域でも使用が許可されており、産業インフラその場透視診断に適用しています。950keVX線源を用いたその場透視検査は、化学プラント蒸留塔内部構造の撮像試験等をここまで10回以

上行い、内部流体の動的可視化にも成功しました。平成27年11月には新潟県にて950keVX線源を用い、初めての実橋梁その場透視検査を行っています。内部鉄筋構造画像が数秒で多数取得でき、その結果から橋梁構造強度の劣化を評価しました。今年9月に北海道、10月には再度新潟県での実用化試験が予定されています。実用化まであと一歩です。医療に続く放射線の社会貢献分野として成長させたいです。

さらには、究極の小型加速器として、放射線生物学用卓上オンチップイッテルビウム(Yb)ファイバーレーザー誘電体加速システム(電子・イオン)をKEKと共同開発しています。このように、据置型加速器から、可搬型、卓上型を段階的に開発し、実用化に結び付けています。東大病院・量子研究開発機構放射線医学総合研究所・理化学研究所との医療・放射線生物学共同研究も実施しています。

一方私は、原子力専攻(専門職大学院、東海村)で社会人の学生に対して教鞭をとりながら、原子力人材育成ネットワークに参画し、Japan-IAEA Joint Nuclear Energy Management Schoolの実行委員長も平成24年度から務め、日本原子力学会会長を今期(6/17より)拝命しております。そこでは原子力の学術・研究開発力の向上、学生の教育、産官の若手の人材育成に特に注力しております。広義の原子力は発電と放射線応用より成ります。多くの優秀な人材を得ていくには、まず大学で夢のある研究ができることが重要です。当研究室では原子力発電に関する研究は直接的には行っておりませんが、学生の2/3は日本原子力学会会員で、卒業生の1/2は原子力界(電力、プラントメーカー、研究機関)に行きます。入口を夢ある研究で広くし、優秀な人材を業界に送る。それを日々実践しております。

「宇宙硬X線・ガンマ線測定技術を地上へと応用する」

沖縄科学技術大学院大学 (OIST)
最先端医療機器開発ユニット

武田 伸一郎

宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 (ISAS/JAXA)
宇宙物理学研究系

渡辺 伸

1. 宇宙の高エネルギー現象を観察する装置を作る

日本で初めてサッカーワールドカップが開催され、世の中が大いに盛り上がりを見せた2002年、この年のノーベル物理学賞は、新しい天文学の幕開けを告げたパイオニア的な業績に対して与えられた。レイモンド・デービスと小柴昌俊のニュートリノ天文学、そして、リカルド・ジャッコニのX線天文学である。1962年、リカルド・ジャッコニは、当時太陽コロナのX線観測に利用されていたものに比べて、100倍もの感度を持つX線検出器を完成させ、ロケットに搭載して大気圏外へと運び(脚注1)、それを宇宙の「静かな」空間に向けた。そこに彼の検出器が初めて目撃したのが、さそり座の方向から到来する、予想をはるかに超えるX線放射であった[文献1]。太陽からのX線放射強度は可視光強度の 10^{-6} に過ぎないものであるのに対し、彼らが見つけたX線天体からの放射は、なんと可視光強度の 10^3 に相当する激烈なものであった。想像を超えた天体活動の発見である。「静か」だったはずの宇宙は、実はX線やガンマ線に満ち溢れていて、「激しく」躍動する、高エネルギー宇宙物理学の舞台へと変わった。

筆者らは、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所(ISAS/JAXA)高橋研究室の大学院生としてキャリアをスタートさせた(渡辺1999年、武田2004年入学)。硬X線・ガンマ線検出器の感度を飛躍的に向上させ、次世代の宇宙高エネルギー天体観測を切り拓くことを目標とした、新しい半導体検出器の試作と実証実験に取り組んできた。天文学と聞くと、夜空を眺めながら、ちょっと浮世離れした研究生を送る学者の姿を想像する読者

もいるだろう。だが、少なくとも筆者らの場合において、それは全くの間違いである。筆者らが体験したのは、宇宙を観る新しい「目」を作り上げるために費やした泥臭い時間と、犠牲にした花の相模原生活である。半導体素子のリーク電流や容量を測定する評価システムの製作、アナログASICを用いた多チャンネル読み出し回路の試作、手動でのワイヤーボンディング、計500kgの鉛および銅ブロックで組み上げた実験用の低バックグラウンド環境、NIM或いはVME規格モジュールで組み上げたトリガー処理およびデータ取得の試作システム、FPGAロジックの開発、硬X線・ガンマ線カメラの試作とデータ解析及び画像再構成アルゴリズムの研究、大気球を用いた高度40kmでの実証実験、物理学会や検出器国際学会或いは小学生向けに宇宙研が企画した宇宙学校での講演。10年以上にわたって、手と足と目と口と頭とをフル稼働させてきた。

テルル化カドミウム(CdTe)は原子番号が大きく($Z=48(\text{Cd}), 52(\text{Te})$)、密度も大きい(5.85g/cm^3)ため、硬X線・ガンマ線に対する検出効率(detection efficiency)が高い。常温での動作も可能であることから、1990年代に登場するや、医療・セキュリティ・宇宙分野における新しいセンサ素子として注目された。ただし、キャリア(電子・正孔)の移動度と寿命が短い(特に正孔で顕著)ため、全てのキャリアを電極に収集するためには高いバイアス電圧を必要とする。しかしながら、高圧をデバイスに引加すると、リーク電流によって読み出しの電気ノイズが増加するため、CdTeデバイスの萌芽期においては、天体観測で求められるような分光性能(エネルギー分解能)は得られていなかった。この状況にブレイクスルーをもたらしたのが、ISAS/JAXA高橋研とアクロラド社(沖縄県うるま市)が共同で開発した、ショットキー電極型CdTe

(脚注 1) 宇宙からのX線は大気に吸収されて地上まで届かない。

デバイスである。仕事関数の小さいインジウム (In) やアルミニウム (Al) を電極に用いることで、CdTeと電極の界面にショットキー障壁を形成し、リーク電流を劇的に低減することに成功した。国内外の研究機関で繰り広げられたCdTe検出器の熾烈な開発競争の中で、我々はこの独自のショットキー電極型CdTe素子の技術を発展させ、競争を勝ち残り、エネルギー分解能と位置分解能の両面に優れた硬X線・ガンマ線の「撮像」検出器を実現させるに至った。

2016年2月に打ち上げられた、ひとみ衛星の硬X線撮像検出器 (HXI) 用に開発した、CdTe両面ストリップ検出器 (CdTe-DSD) の写真を図1に示す。3.2cm角という大面積のCdTe単結晶の両面に250 μm ピッチの短冊状の電極を形成したデザインで、上面 (陰極) と下面 (陽極) の電極は直交の関係にある。外部から入射した硬X線・ガンマ線がCdTe-DSD内で反応すると、失ったエネルギーに比例した個数のキャリア (電子・正孔) が生じる。外部からバイアス電圧を与え、電子を陽極 (Anode)、正孔を陰極 (Cathode) へと誘導すると、陽極・陰極それぞれで、キャリアを収集した特定のストリップ電極に信号を生じる。

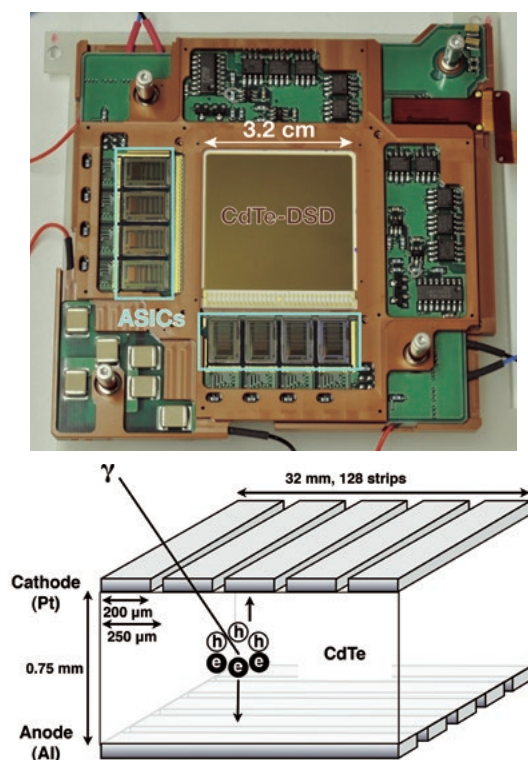


図1 CdTe両面ストリップ検出器 (CdTe-DSD)

各面での一次元の位置情報から、二次元の反応位置を得る仕組みであり、位置分解能はストリップピッチに相当する250 μm となる。片面あたり128本のストリップ電極からの信号は、専用に開発した多チャンネル並列処理可能な低ノイズアナログASICに入力されて処理される。エネルギーの決定精度に優れており、典型的に1.7keV@59.5keV (FWHM)のエネルギー分解能を有する。ひとみ衛星に搭載されたCdTe-DSDは軌道上で完璧に動作し、天体の画像とエネルギースペクトルを取得することに成功した。

2. 原発20km圏内で放射性セシウムを可視化する

2011年4月の初め、我々の元に一通のメールが届いた。それは、「宇宙の技術を使って、放射線の強いところと弱いところを、広範囲にわたって一度の測定で見分けることはできないか」という、東京電力からの連絡であった。我々が培ってきたセンサ技術やガンマ線計測のノウハウが役に立つ可能性があるのであれば、ぜひ挑戦してみたい。これが、我々にとって未知の取り組みが始まった瞬間であった。当時、筆者 (武田) は、理化学研究所分子イメージング科学研究センターに所属し、医療用イメージング装置の研究開発に携わっていたが、急遽宇宙研へと舞い戻り、高橋・渡辺らと共に、この課題に持てる力を注ぐことになった。新たなミッションは、「放射性セシウムからのガンマ線 (脚注2) を検出し、放射性物質の分布を可視化する」こと、喫緊の事態ゆえ期間はできるだけ迅速に、である。

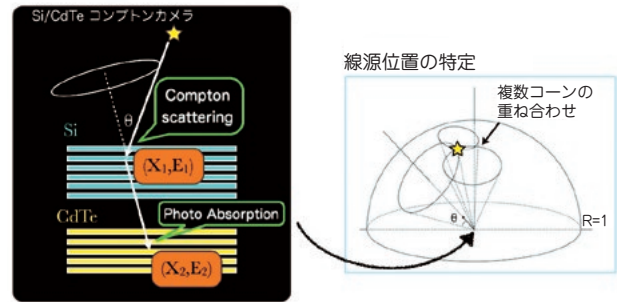
放射性物質の分布をイメージング (画像化) するためには、ガンマ線が到来する方向を知る必要がある。可視光の場合には、この役割をレンズが担う。レンズを通過した光線は屈折し、結像され、光源の方向と (デジカメの場合には) CCD上での位置が的一对一に対応し画像化される。一方、ガンマ線は可視光と同じく電磁波でありながら、イメー

(脚注 2) 放射性セシウムの場合には662keVのエネルギーを持つガンマ線が放出される。可視光のエネルギー (数eV) に比べて10万倍以上のエネルギー (10万倍以上短い波長) を持つ。

ジグは容易ではない。事を決定的に難しくしているのは、「集光・結像が極めて困難」なことにある。この波長の電磁波は、屈折や回折といった波としての性質が影を潜め、物質との相互作用の際には粒子として振る舞う。少なくとも現時点では、ガンマ線用のレンズは存在せず、イメージングのためには、何か別の方法が必要となる。

ここで登場するのが、コンプトンカメラである。コンプトンカメラは、従来のガンマカメラが必要としてきた「外付けの」コリメーターと、視野外からのガンマ線に対する遮蔽体とを用いることなくイメージングが可能であり、広角撮像能力・広いエネルギー帯域・高検出効率と同時に装置軽量化も達成しうる潜在能力を有し、次世代型ガンマカメラと位置付けられている。入射ガンマ線が装置内部でコンプトン散乱した後に、同じく装置内部で光電吸収される一連の物理プロセスを記録し、コンプトン散乱の運動方程式からガンマ線の入射方向を求める(図2左参照)。ひとつのガンマ線イベントに対して、入射方向は天球上の円環に制限される(脚注3)。複数のイベントにより得られる複数の円環を天球に投影することによって、円環の重なる位置として線源の方向を特定することができる(図2右参照)。1970年代に提案され、1990年代には、世界で初めてのコンプトンカメラが実現し、天体のガンマ線観測がなされた(CGRO衛星COMPTEL検出器)。ただし、COMPTELは重量1.5tの巨大な観測装置であり、そのまま地上用途に応用するのは難しい。今なお、特に海外研究機関において、セキュリティ分野への応用を視野にいた、小型のコンプトンカメラの研究開発が活発である。しかしながら、必要な効率や画像分解能で可視化を行ない、また比較的簡便な手法で実地での撮像ができるような装置は存在せず、実証は実験室レベルにとどまっていた。

我々のグループが次世代の宇宙ガンマ線イメージング装置として提案した[文献2]のが、Siと



$$\cos\theta = 1 - m_e c^2 \left(\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1 + E_2} \right)$$

図2 Si/CdTe半導体コンプトンカメラの概念図

CdTeの半導体検出器を高密度多積層する「Si/CdTe半導体コンプトンカメラ(図2)」である。

エネルギー分解能と位置分解能に優れる半導体検出器のみで装置を構成することにより、コンプトン散乱の過程を正確に追跡することを可能とし、ガンマ線の到来方向の決定精度(角度分解能)に優れる。コンプトンカメラの角度分解能は、ドップラーブロードニング効果(脚注4)によって原理的に制限されるが、原子番号の小さいシリコン(Si)を散乱体に用いることで、ゲルマニウム(Ge)やCdTeなど他の半導体検出器に比べてこの影響を軽減することができ、より優れた角度分解能(目安として $\sim 5^\circ$ @80keV, $\sim 1^\circ$ @511keV)に到達可能である。CdTeはガンマ線に対する検出能力が高いため、Siで散乱したガンマ線を吸収する媒体として適している。

東京電力からの相談を受けた2011年4月の段階において、ひとみ衛星に向けた検出器の設計・試作が着々と進められてはいたが、福島の実地試験に供することができる感度、計測エネルギー帯域および可搬性とを備えたコンプトンカメラは存在していなかった。我々は、ひとみ衛星HXI検出器(計測範囲5-150keV)の積層構成をベースに、同じくひとみ衛星搭載の軟ガンマ線検出器(Soft Gamma-ray Detector (SGD); 測定範囲50-800keV)の信号処理回路を導入した、ハイブリッド型の

(脚注3) コンプトン散乱により反跳を受ける電子の散乱方向も測定できる場合には、ガンマ線の入射方向は一意に定まる。

(脚注4) コンプトン散乱を起こす電子は実際には静止しておらず、原子に束縛されることにより初期運動量を持っている。初期運動量は測定できないので、コンプトン散乱の運動方程式と実測値にズレを生じさせ、これがコンプトンカメラの理論的な角度分解能を決める。

プロトタイプ機の製作に着手した。この新しい設計であれば、エネルギー帯域は800keV以上にまで拡大され、放射性セシウムからの662keVのガンマ線を捉えることができるはずである。事前に、サーベイメータを持参して実地を歩き回って取得した線量の情報から、地面に散らばっている放射性物質のだいたいの量が計算できたので、装置開発にあたり、現実的な測定時間で画像化が行われるよう、検出器構成を再検討した。最終的に、Siの両面ストリップ検出器2層とCdTeの両面ストリップ検出器3層とを4mmピッチで積層したモジュールを、2台左右に並べる装置構成とした。典型的には、 $2\sim 3\mu\text{Sv/h}$ の空間線量下で、1時間程度の測定時間でホットスポットの画像化が可能な感度であり、実証実験でデータを取得して結果を考察するのに十分である。

検出器トレイの製造、積層組み上げ、読み出し試験、車載可能な冷却ボックスを用いた冷却試験、モジュールあたり1280チャンネルのキャリブレーション、較正用点線源を用いた実験室での撮像実験などを超特急で進め、約半年後の2012年の初めには、プロトタイプ機を完成させ(図3)、車載して現地へと持ち込み、世界で初めてコンプトンカメラを用いた福島での撮像実証実験を実施した。

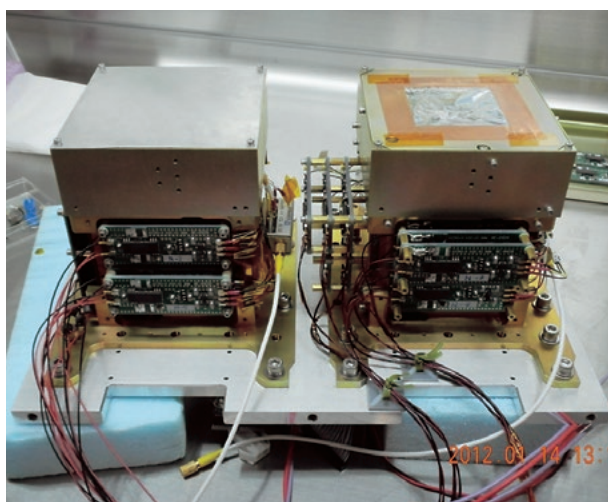


図3 原発20km圏内へと持ち込んだ、コンプトンカメラプロトタイプの写真

図4は、2012年2月に、空間線量 $2\sim 3\mu\text{Sv/h}$ 程度の実地にて取得した画像である。デジタルカメラで取得した可視光画像の上に、ガンマ線の画像をカラーで重ねている。最大 $30\mu\text{Sv/h}$ (地面か

ら5cmでのサーベイメータ測定値)の放射性物質の局所的な集積(ホットスポット)の検出に成功した。コンプトンカメラの視野は特筆すべきものがある。一般的に、コリメーターで撮像を行うガンマカメラの視野が $40\times 40\text{degree}$ 程度に制限される(図4白円)のに対して、コンプトンカメラを用いた撮像では $180\times 180\text{degree}$ の超広角撮像が可能であることを実証した。このような広い視野は、今回のように放射性物質が広がって分布しているような状況で、敷地内の全体的な汚染の状況をいち早く把握する上で、有利である。この実証実験の成果をもとに、2013年には、感度・可搬性・操作用GUIソフトウェア・解析ソフトの点から改良が加えられた、世界で初めてのコンプトンカメラ商用機「ASTROCAM 7000 HS」が三菱重工業からリリースされた[文献3]。

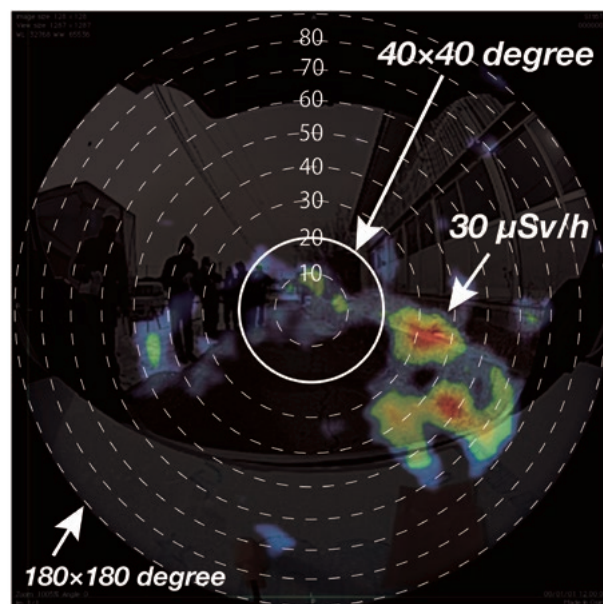


図4 原発20km圏内で取得したガンマ線の画像

3. 恩納村にて ～宇宙センサ技術は医療イメージングで花開くか～

沖縄科学技術大学院大学(OIST(図5),<http://www.oist.jp/>)は、沖縄県恩納村に設立された、5年一貫制の博士課程を置く大学院大学である。筆者(武田)は昨年の7月より、OISTのリサーチスペシャリストとして採用され、硬X線・ガンマ線検出器の研究開発を継続している。もし、読者が初めてOISTに足を踏み入れたとしたら、どこか別の国に来たのではないかと錯覚するかもしれな



図5 沖縄科学技術大学院大学 (OIST) 夜景

い。ちょっと洒落たエントランスを過ぎてC階へと続くエレベーターに誰かと乗り合わせたなら、半分以上の確率でそれは外国人である。事実、教員の60%以上、ラボスタッフの50%以上、博士課程学生の80%以上は外国人である(脚注5)。アジア、ヨーロッパ、アメリカなど多様な文化圏から人間が集まってくるので、(日本人同士の会話で無い限り)教育と研究には英語が用いられる。2012年に一期生が入学し、2017年に彼らの中から初めて博士号が輩出される見込みの、まだまだ若く発展途上の、大学院大学である。

福島事故では放射性同位体(Radioactive Isotope, RI)の最も負の側面を露呈することになったが、使い方によっては、RIは有効に利用出来る。核医学やin vivo分子イメージングと呼ばれる研究分野が好例である。薬剤などの化合物にRIを標識し(くっつけ)、小動物や人体に投入し、体外に設置したイメージング装置を用いてRIから放出されるガンマ線を計測し、最終的に化合物の体内分布を画像化する。この手法は、高い定量性に特徴があり、特に薬剤開発におけるドラッグデリバリー(薬物輸送)の研究において、実践的なデータを提供する、重要な地位を占めている。

(脚注5) 博士課程学生102名(2015年9月時点)に対して、教員51名(2016年3月時点)。教員が研究を行いながら、学生を教育・指導できるバランスが保たれている。海外のトップクラスの研究大学と同じく、学生に対して授業料と生活費に対する支援制度がある。学生にとっては極めて恵まれた環境であると思う。

筆者がOISTに来て開発に着手したのが、CdTe検出器を用いた高空間分解能分子イメージング装置である。悪性腫瘍はガン細胞が集まっている領域のことを指すが、悪性腫瘍の内部は決して一様なものではなく、低酸素領域、壊死領域などと呼ばれる100 μ mスケールの微小な環境から成り立っている。したがって、もし100 μ mの空間分解能をもつin vivo分子イメージング装置が実現すれば、悪性腫瘍の微小環境のどの領域にどれほどの量の薬剤が届けられたか、正確に分かるようになる。これにより、未だ機序が不明なガン転移のメカニズムといった基礎的な研究、また、ガン治療におけるより優れた薬剤の開発といった実践的な研究に資することができる。ただし、現行の小動物用分子イメージング装置の空間分解能は500 μ m程度に留まっており、100 μ mの世界へと到達するための技術的なハードルは極めて高い。OISTとISAS/JAXAは、これまでの検出器開発で確立した宇宙センサ技術をさらに発展させ、次世代の分子イメージング装置に求められる、大面積で位置分解能に優れたより高性能のCdTe検出器の開発を共同で進めている。今年度中に、第一号プロトタイプ機の組み上げを開始する予定である。まだ始まったばかりである。しかし、そう遠くない将来、我々が培ってきた宇宙物理学実験由来のセンサ技術が、医療イメージングにおいても価値あるものとして認められることになれば、それは我々にとって大きな喜びである。

参考文献

- [1] Riccardo Giacconi “THE DAWN OF X-RAY ASTRONOMY”, Noble Lecture, December 8, 2002.
- [2] T. Takahashi et al., “Hard X-ray and Gamma-Ray Detectors for the NEXT mission”, New Astronomy Reviews, Vol. 48, pp. 309-313, 2004
- [3] Mitsubishi Heavy Industries Technical Review, <http://www.mhi-global.com/company/technology/review/pdf/e511/e511068.pdf>

計測グループの主な業務は、原子力施設の安全管理のための放射線・放射能測定等の業務と企業又は個人の方々からの測定依頼の対応になります。これらの内容を次に示します。

(1) 原子力施設の安全管理のための放射線・放射能測定

①施設の放射線管理

放射性物質を取扱う施設などの放射線管理を行っています。管理区域の線量測定や汚染の有無、施設の排気・排水中の放射能濃度の監視、管理区域から物品を持ち出す際の汚染検査などを行っています。

②放射線管理用試料などの測定

施設の放射線管理用試料(フィルタ、排水など)及び施設周辺の環境試料(海水、海底土、海産物、農産物など)の放射能測定を行っています。ガンマ線放出核種はGe検出器を用いたγ線スペクトロメトリによる核種分析、全アルファ・全ベータの測定はガスフロー比例計数装置、 ^3H 、 ^{14}C 測定は液体シンチレーション計数装置を用いています。また、試料測定に用いるGe検出器などの校正試験も行っています。

③ストロンチウム及びプルトニウムの分析測定

施設の排気、排水試料については ^{89}Sr 、 ^{90}Sr の分析を、環境試料の海水、海底土、海産物、農産物などについては ^{90}Sr 分析を行っています。また、一部の環境試料については $^{239+240}\text{Pu}$ 分析も行っています。

④バイオアッセイ

放射線業務従事者の内部被ばく管理として、尿中の全アルファ、全ベータ、トリチウム、天然ウランの濃度測定を行っています。

(2) 一般の方々からの測定依頼への対応

企業又は個人からの依頼に基づく放射能や線量率の測定を行っています。ガンマ線放出核種の放射能の測定には、Ge検出器を用いています。ガンマ線の線量率の測定には、エネルギー補償型NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いています。

平成23年に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故(以下、事故という)後の放射能測定依

頼では、食品をはじめ身の回りの汚染状況を知るために、いろいろな試料の測定依頼を受けました。依頼が多かったものは土壌や焼却灰で、なかには管理を必要とする濃度のものもありました。また、通常では測定することのない自動車に付けられているエアコンフィルタがあり、車の販売会社からで、車を使用されている方が原発事故の影響を心配しているとのことでした。他にも車体の汚染と被ばくに関する問合せに対応しました。さらに、野生動物の生態調査試料として動物の臓器やその餌となる木の実などがあり、臓器については測定試料への調整のために細断などの処理が必要で、冷凍状態ではありましたが生々しいものでした。しかし、このような物を見る、触れることは滅多にないことなので、貴重な経験が出来たと思います。

次に線量率測定の依頼では、自治体の野外公共施設である公園やグラウンドなど。また、食品工場の屋内外や完成間近のマンションなどで現地測定を行いました。

当協会も震度6弱の震災を受け一時業務を停止せざるを得ない状況になりました。事故の影響により測定室内に置かれている検出器や遮蔽体内部までもが汚染されるなど、業務再開後もバックグラウンドの変化が無視できないものとなりました。もともと私たちの身の回りには多少なりとも放射線(能)が存在していますが、このような事故がなければ気にすることは無かったでしょう。事故により見えない放射線(能)への不安を感じられた方もおられると思いますが、これらの不安解消のために計測グループの業務等が、少しでもお役に立てればと思います。

その他の業務では、放射線業務を行う作業場について作業環境測定機関の登録をしていますので、労働安全衛生法で義務付けられている作業環境測定が可能です。また、Ge検出器を用いた現地(in-situ)測定では、測定場所の空間線量率における放射性セシウムの割合等を調査することが出来ます。測定依頼に関する詳細な情報については、当協会のホームページ(<http://www.irm.or.jp>)をご覧ください。

平成27年度事業報告・決算報告

平成27年度事業報告・決算報告の概略を紹介します。(全文は協会のホームページ <http://www.irm.or.jp> で公開しています。)

平成27年度事業報告書(概要)

公益財団法人放射線計測協会(以下、協会と記述)は、放射線計測の信頼性向上に必要な事業を実施するとともに、その成果の活用及び放射線計測に係る技術教育を行うことにより、原子力・放射線の利用開発の健全な発展並びに安全・安心な社会の実現に寄与してきた。

平成27年度は、当協会の公益目的事業「放射線計測の信頼性確保に係る事業」における以下の業務を実施し、原子力・放射線利用における放射線安全確保に資するとともに、信頼性の高い放射線計測技術の浸透と正しい放射線知識の普及に係る活動を行った。

「放射線計測に係る調査・試験研究及び技術開発」の業務では、東京電力福島第一原子力発電所の事故(以下、福島原発事故と記述)に関連した放射線計測に係る調査・試験研究及び技術開発を確実に実施し、また、放射線標準の移行に係る技術的基盤の整備を引き続き実施した。

「放射線計測器の校正、基準照射、特性試験及び放射線・放射能の計測」では、放射線計測に関する専門的知識・技

術に基づき、原子力・放射線関連機関、地方公共団体、産業界等にトレーサビリティのある品質の高い校正サービスを提供した。また、原子力・放射線施設等に関連する試料中放射能の分析・測定、放射線管理計測等の業務を通じて放射線安全確保に寄与した。さらに、福島原発事故に対応した放射線及び放射能測定のニーズに積極的に応えとともに、事故に関連して導入された放射線計測器の信頼性確保に貢献した。

「放射線計測に係る研修及び知識の普及」では、放射線計測の専門的知識を活用し定期講座等を実施するとともに、国、自治体等のニーズに即した放射線教育及び知識の普及活動を実施し、原子力・放射線の利用における安全・安心に繋げた。また、福島原発事故に関連して必要とされる放射線計測の教育を引き続き行った。さらに、放射線計測の専門家による会合を開催し、福島原発事故に係る食品中放射能測定に関連した情報の共有を図った。

平成27年度正味財産増減計算書

平成27年4月1日～平成28年3月31日

(単位：円)

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
I 一般正味財産増減の部			
1. 経常増減の部			
(1) 経常収益			
基本財産運用益	3,550	13,661	△ 10,111
特定資産運用益	27,006	27,006	0
事業収益	409,085,315	397,770,655	11,314,660
雑収益	102	4,411,428	△ 4,411,326
経常収益計	409,115,973	402,222,750	6,893,223
(2) 経常費用			
事業費	364,461,133	373,510,062	△ 9,048,929
管理費	32,819,804	30,612,039	2,207,765
経常費用計	397,280,937	404,122,101	△ 6,841,164
当期経常増減額	11,835,036	△ 1,899,351	13,734,387
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益			
貸倒引当金戻入	349,700	618,700	△ 269,000
賞与引当金戻入	40,965	0	40,965
経常外収益計	390,665	618,700	△ 228,035
(2) 経常外費用			
什器備品除却損	1	2	△ 1
経常外費用計	1	2	△ 1
当期経常外増減額	390,664	618,698	△ 228,034
当期一般正味財産増減額	12,225,700	△ 1,280,653	13,506,353
一般正味財産期首残高	194,063,603	195,344,256	△ 1,280,653
一般正味財産期末残高	206,289,303	194,063,603	12,225,700
II 指定正味財産増減の部	0	0	0
III 正味財産期末残高	206,289,303	194,063,603	12,225,700

新評議員・役員のご紹介

平成28年6月24日開催の当協会第5回評議員会(定時)において、任期満了に伴う評議員・役員の改選が行われ、新評議員・役員が選任されました。また、同日開催の第12回理事会(臨時)において、代表理事(理事長、専務理事)並びに業務執行理事(常務理事)が選定され、新たな体制をもって業務にあたることになりました。

平成28年6月24日現在

公益財団法人放射線計測協会評議員		
氏 名	現 職	備 考
岡田 漱平	一般財団法人放射線利用振興協会 理事長	新任
河田 燕	元 成蹊大学工学部 教授	
近藤 健次郎	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 名誉教授	
杉浦 紳之	公益財団法人原子力安全研究協会 理事長	新任
関 昌弘	一般財団法人高度情報科学技術研究機構 理事長	
出沼 節男	原子力エンジニアリング株式会社 代表取締役社長	
中村 尚司	東北大学 名誉教授	
桧野 良穂	国立研究開発法人産業技術総合研究所 計量標準総合センター 国際計量室	
山口 恭弘	一般財団法人総合科学研究機構 中性子科学センター 安全管理室長	新任

平成28年6月24日現在

公益財団法人放射線計測協会役員		
氏 名	現 職	備 考
理 事 長 今井 榮一	公益財団法人放射線計測協会 理事長 (代表理事)	
専務理事 村上 博幸	公益財団法人放射線計測協会 専務理事 (代表理事)	
常務理事 高木 周二	公益財団法人放射線計測協会 常務理事 (業務執行理事)	
常務理事 本多 哲太郎	公益財団法人放射線計測協会 常務理事 (業務執行理事)	
理 事 占部 逸正	福山大学工学部 教授	
理 事 小島 周二	東京理科大学薬学部 嘱託教授	
理 事 齋藤 則生	国立研究開発法人産業技術総合研究所 計量標準総合センター 分析計測標準研究部門 副研究部門長	
理 事 吉澤 道夫	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 原子力科学研究所 放射線管理部長	新任
監 事 天野 晋	東京ニュークリア・サービス株式会社 代表取締役社長	
監 事 須賀 伸一	日本アドバンステクノロジー株式会社 代表取締役社長	新任

評議員・役員の異動(退任)

平成28年6月24日付

評議員 上塚 寛
理 事 山口 恭弘

評議員 田中 治
理 事 渡貫 憲一

監 事 富田 祐介

平成28年度 下期研修講座のご案内

講 座 名		開 催 期 間	講 座 の 目 的
定 期 講 座	原子力教養講座	第25回 11月30日～12月2日	原子力エネルギー技術から放射線利用まで原子力全般の解説と放射線測定実習など、原子力の基礎的な知識を身につけることを目指す。
	放射線管理入門講座	第73回 12月12日～16日	放射線管理の実務に重点を置き、講義と実習により入門的知識、技能を学び、即戦力となる実務者養成を目指す。
	放射線管理計測講座	第125回 1月23日～27日	放射線管理業務に従事している中堅技術者などを対象に、測定実習などに重点を置き、中級程度の知識、技能の習得を目指す。
	放射能測定講座	第15回 2月8日～10日 <u>1日だけの受講も可</u>	ゲルマニウム半導体検出器及びNaI(Tl)シンチレーション検出器を用いた食品等に含まれる放射能濃度、また、in-situ用ゲルマニウム検出器を用いた核種別線量率寄与及び地表面沈着量などの求め方を理解する。
放射線業務従事者教育訓練		月2回 開催 *開催日はホームページを参照またはお問い合わせください。	
講 師 派 遣		放射線教育、放射線取扱主任者受験準備講座、原子力防災に係る研修など。 *詳しくはホームページを参照またはお問い合わせください。	
開催場所：公益財団法人 放射線計測協会 会議室 募集人員：定期講座 20名(放射能測定講座 12名)、放射線業務従事者教育訓練 20名程度 申込方法：当協会ホームページ http://www.irm.or.jp から直接お申込みができます。 詳しくは、お問い合わせください。 担 当：研修・普及グループ 根本・照井・澤島 TEL：029-282-0421、5546(代) 受付時間9：00～17：30 *参加申込み状況によっては、講座の開催を中止する場合があります。			

短 信

【放調協平成28年度総会及び第43回年会】

平成28年7月21日に原子力施設等放射能調査機関連絡協議会(以下「放調協」という。)の「平成28年度総会及び第43回年会」が茨城県水戸市において開催されました。

年会では、各自治体の加盟17機関と、原子力規制庁及びオブザーバー5機関が参加し、放調協加盟機関から提起された協議事項について、活発な意見交換が行われました。更に、オブザーバー参加の5機関からも情報提供が行われ、当協会でも事業におけるトピックスや事業内容等の紹介を行いました。

今後も、放調協の活動に協力したいと考えます。

【平成28年度理科実技研修会】

平成28年8月8日に茨城県日立市において市内の小中学校の教職員を対象に開催された「理科実技研修会」(日立市教育研究会主催)で、線量率の測定及び霧箱を用いた放射線飛跡の観察の実習を行いました。この研修は、教職員の方々に身近にある放射線や放射能に対する知識を深めて頂くことにより、原子力災害時に教育現場で混乱が生じないようにするための一助になるものと考え協力させて頂きました。

編 集 後 記

放射線を測る技術は、原子力に密接に関連する分野はもとより、様々な分野において利用されています。今回の記事では、放射線計測技術の新しい分野への応用例について巻頭言と技術記事でご紹介いただきました。日常的かつ身近に放射線に関する話題と接しているはずの当協会の職員にとっても、まさに目を見開かされるような新しい技術との出会いでした。

可搬型加速器の利用による幅広い社会貢献及び宇宙天体観測技術の地上応用に対するご感想をお聞かせください。

当協会では、このような放射線に係る知識の普及に今後も積極的に取り組んで参ります。

放計協ニュース No. 58 Oct. 2016

発行日 平成28年10月15日

発行編集 公益財団法人 放射線計測協会

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

TEL：029-282-5546 FAX：029-283-2157

E-mail：kensyuka@irm.or.jp

ホームページ：http://www.irm.or.jp