

放計協 ニュース

公益財団法人 放射線計測協会



ふたつの「KY」

公益財団法人 放射線計測協会 評議員
(株)千代田テクノル 大洗研究所 特別研究員

岡田 淑平

若者は言葉の短縮を好む。時には数文字のローマ字の中に結構長い概念を閉じ込める。たとえば、「空気が読めない」ことは「KY」と言うらしい。ところが、もう7年くらい前の話になるが、当時の職場の重要な会議の文書の中に『KYを徹底する』というような文章が出てきて驚いた。「空気が読めない」を徹底するって、なにを寝言言ってるんだと思った。だが、よく聴いていると、説明者の発言の中にしきりと「危険予知」という言葉が出てくる。それで、ああ「KY」というのは危険予知のことなんだ、とわかった。わかったが、納得が行かない。たしかにおとなの世界でも、ローマ字による短縮形を有難がる風潮があるにはある。原子力の世界で「AM」と言えば、午前午後の午前のことではなくアクシデント・マネジメントの短縮形である。でも、これは元の言葉が長いので許せるが、ケイワイは4音、キケンヨチは5音、たった1音の差だ。私は多少俳句をやるが、こんな言い換えでたった1音を得したいとは思わない。危険予知はキケンヨチとさえいいじゃねえか、と思った。で、話はいったんここで終わる。その時私は、ふたつの「KY」を全く別のものだと考えていたのだ。

ところがである。先日友人から『空気が読めないやつと思われて組織からはじかれた。』といった趣旨の怒りのメールが届いた。重要だと思う指摘を、周囲が無視するので繰返したところ、邪魔だ

と思われたらしい。このメールを見た瞬間、私の中でふたつの「KY」がひとつに繋がったのである。

「KY＝空気が読めない」ことは、「空気」に慣れっこになり、全体が変な方向に向かっているのに気付かないことに警告を発する一種のアンチテーゼすなわち「KY＝危険予知」なのではないか。山本七平の「空気の研究」や、大東亜戦争の時の軍部やメディアの暴走に関する著作を思い出し、「空気」に支配されることの怖さを、あらためて想起させられたのである。今でこそ反戦・平和の旗手を自認しているあの朝日新聞が、その時は先頭切って戦争を煽っていたしね。また最近では、「空気」に押し流されて危機を招いた三菱自動車、東芝、タカタなどの例もある。私自身、K(効率)Y(良く)組織の運営を行おうとするあまり、空気が読めないやつを邪魔に思い、小児的・教条的・ヒステリックに文句ばかり言う輩は首を絞めたくなることもある。しかし、そういう時こそ、法令、倫理そして論理に照らしておかしなところはないか、よく点検する必要があるのではないだろうか。

こんなしっかりした船が沈むわけではないと、みんな勝手に思い込んで船旅を満喫している中で、ひとりチューチュー(注意! 注意!)とうるさく鳴き続けるネズミがいたとしたら、そいつは空気の読めないやつではあるけれど、実は、船底に穴が開いているよと、危険予知の警告を発しているエライやつかも知れないのだ。

シンチレータの開発とその応用

東北大学 未来科学技術共同研究センター 准教授
山形大学 理学部 助教（平成 28 年度卓越研究員） 兼務

黒澤 俊介

概要

シンチレータとは、放射線を光検出器で検出可能な光子に変換する機能性材料であり、単結晶や多結晶（セラミック）などの形状で、核医学、高エネルギー物理学などに利用されている。本原稿では、シンチレータの発光原理、種類、結晶育成、応用例などについて、簡単に紹介する。

1. シンチレータ概論

物質中で放射線が吸収されたとき、原子もしくは分子を励起・基底状態への遷移過程を経て（蛍光）発光する現象をシンチレーションといい、そのような物質をシンチレータと呼ぶ。たとえば 1 MeV のガンマ線 1 個がシンチレータに入ったとき、シンチレーション光子は実用されているシンチレータでは数千から 10 万個の光子が生成される。このときの発光の減衰する時間（蛍光寿命）は、明確な定義があるわけではないが、一般的には 100 μ s 以下であり、さらに放射線 1 個 1 個のエネルギーを計測するシングルフォトンカウンティング法での計測では、1 μ s 程度以下の蛍光寿命をもつシンチレータが用いられる。

シンチレータは光電子増倍管や半導体（アバランシェ・フォトダイオードなど）の光検出器と組み合わせることで放射線検出素子として利用されている。光検出器の波長感度領域、および、蛍光寿命が比較的早いという理由で、300 nm 以上の紫外線から 600 nm 程度までの可視光の蛍光を生じる材料が主に実用化されている。

0.2 ~ 1 MeV 程度のガンマ線領域では、半導体による放射線検出法もあるが、これに比べてシンチレータは検出効率が良く、安価で、冷却不要で取扱いも簡単であるといった利点があり、医療、環境・食品中の放射線量のモニタ、石油等の資源探査、宇宙観測など多くの分野で利用されている。

2. 各種シンチレータの紹介

シンチレータは気体、有機および無機、あるいは気体、液体、固体の 3 つに大別される。本編で

は前者の区別で、さらにより多くの応用例のある無機シンチレータを中心に下記のとおり紹介する。

・気体シンチレータ

気体のシンチレータの発光は主に希ガスの原子の放射線による遷移過程で生じる。発光波長領域は紫外領域でシンチレーション光の減衰時間は 0.1 ~ 10 nsec 程度で他のシンチレータに比べて短い。ただし気体の密度は固体や液体に比べて小さいことからガンマ線の検出効率は低い。一方で、電子、 α 粒子、重イオンなどの荷電重粒子のエネルギー測定に用いられている [1]。なお、たとえば暗黒物質探査などへの応用として、希ガスを冷却して液体シンチレータとして使用する場合もある [2]。

・有機シンチレータ

有機シンチレータは、芳香族などの有機物が使われており、放射線による分子の遷移過程で発光する。最大発光波長はおおよそ 350 ~ 450 nm の範囲で減衰時間は約 30 nsec 以下である。一般に有機シンチレータは α 粒子や β 粒子および高速中性子などを直接検出するのに向いている。一方、炭素や水素など、原子番号が低い物質で構成されているので、ガンマ線に対する光電吸収はほとんど起こらない。

有機シンチレータはスチルベンなどを用いた結晶シンチレータ [3]、ひとつないしは複数の溶質に発光剤を混合した液体シンチレータ、ポリスチレンなどの溶質に p-ターフェニールなどの発光剤を混ぜたプラスチックシンチレータ（固体）などの種類がある。

・無機シンチレータ

無機物からなるシンチレータは、単結晶、多結晶（セラミック）、ガラスに分けることができる。原子番号が有機物シンチレータに比べて大きく、ガンマ線エネルギーに対する光電効果の断面積が十分にあり、ガンマ線測定に有効である場合が多い。ここで、発光量として、1 MeV ガンマ線が 1 個入射

したときの発光光子数(光子/MeV)が指標としてよく利用されている。ガラスシンチレータの発光量は最大で数千光子/MeV程度に対して、単結晶、多結晶は数万光子/MeVのオーダーの発光量を持つものが多い。そのため、ガラスシンチレータは、原子番号を落として中性子検出器として使用される程度である。一方、結晶シンチレータはガンマ線検出用として多岐にわたり使用されている。

近年、レーザー材料を中心に透光性セラミックの合成技術が高くなり、透光性セラミックによるシンチレータの研究開発も盛んになっている。セラミックは単結晶とは異なり偏析(後述)が抑えられる点や、単結晶ではルツボを用いた育成が困難である高融点(2,500℃)材料の合成が可能になる点などの特徴があるものの、現状では合成可能な結晶構造が立方晶などに限られている点がネックとなっている。さらに、一部のセラミックでは単結晶と同等の透過率を実現しているが、一般的には透過率の向上などが今後の開発要素となっている。セラミックの合成方法としては、真空焼結法などに加えて、短期間で簡便に合成が可能で材料探索のひとつの方法として注目されている放電プラズマ焼結法(Spark Plasma Sintering 法, SPS 法)などもある[4]。

また、多結晶の中でも、共晶体を用いたシンチレータの開発も進んでおり、シリンダー構造をもつ共晶体による光伝播を可能にした高解像度X線イメージング用シンチレータなどの報告もある。

3. 結晶育成

結晶とは原子の配列(結晶格子)が空間的に同じパターンにそろった構造のものであり、そのバルク体の中の任意の場所で結晶軸が同一のものを単結晶と呼ぶ。また、単一でないものを多結晶と呼ぶ。発光した光が光検出器で読み取られるために、シンチレータはその光に対して透明であることが必要で、現在は一般的に単結晶のほうが透明であることから、ガンマ線検出用シンチレータの主流材料は無機単結晶シンチレータである。下記に、その代表的な育成方法について紹介する。

・チョクラルスキー(Czochralski, Cz)法

チョクラルスキー法は、図1のように、るつぼの中に原料を入れて熔融させ、結晶化のきっかけになる種となる結晶(seed、種結晶)を熔融液面に接触させて単結晶を回転・引き上げながら結晶化させてゆく方法である。この方法では直径300 mm

程度の結晶を作ることができ、シンチレータ結晶のみならず、半導体用シリコン結晶の製造などさまざまな結晶の製造に採用されている方法である。

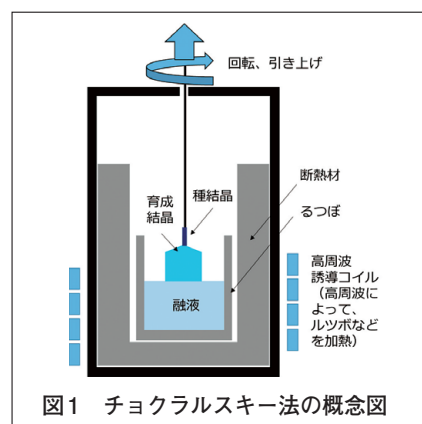


図1 チョクラルスキー法の概念図

・ブリッジマン(Bridgman)法

ブリッジマン法は、るつぼごと温度勾配のある炉の中を移動させる、またはるつぼの温度を変化させて、るつぼ内で種結晶から熔融液をゆっくりと結晶化する方法である。チョクラルスキー法に比べてより大きくてゆがみの少ない結晶を安価に作ることができる。しかしながらるつぼの壁と熔融液が常に接しているので壁を核として結晶が成長する場合があります、多結晶になる可能性がある。

・マイクロ引き下げ(micro-pulling down, μ -PD)法

結晶成長の時間を上記の方法に比べて1~2桁速くしたマイクロ引き下げ法は、育成できる結晶のサイズは直径数mmと小さいものの、光学特性評価は十分行えるサイズであるため、材料探索の手法として利用されている。さらに、髪の毛程度のファイバー状の結晶育成や、中空などの形状制御にも本育成方法で成功しており、加えて共晶体の合成にも用いられている[5]。

なお、これらの単結晶育成においては、仕込みの組成濃度と実際の濃度が異なることが多く、特に同じバルク結晶内でも、後述の発光賦活材の濃度の勾配が生じること(偏析現象)がある。

4. 無機シンチレータ結晶の発光原理、その他の特性

無機シンチレータ結晶では、バンドギャップ構造を用いて発光原理の説明がつく。プロセスとしては、①放射線が入射して、シンチレータ内で電離が生じる、②電離した電子が周りの原子を電離してゆく、③電離されてエネルギーを付与された

電子(励起された電子)はバンドギャップの伝導帯を進み(電子輸送)、④発光中心に到達した場合に脱励起・発光を起こし、ホールと結合する。

発光量は、バンドギャップエネルギー、ないしは電子-ホール生成エネルギー、に反比例し、さらに③の電子輸送の効率、④の発光中心の励起状態から脱励起する効率(量子収率)などに比例する。典型的なシンチレータのバンドギャップエネルギーは4～8 eV程度であり、大雑把に言えば、フッ化物、酸化物、その他のハロゲン化物(塩化物・臭化物・ヨウ化物)の順にバンドギャップエネルギーは小さくなる。そのため、ヨウ化物などは高い発光量が期待されるが、一方で強い潮解性があるため結晶育成や加工が難しく、パッケージが必要で、経年劣化が大きいなどの問題点がある。また、ガンマ線のエネルギーの決定精度であるエネルギー分解能は、理想的には発光量の1/2乗に比例することから、やはりヨウ化物などのほうが優れたエネルギー分解能を期待できる。

発光中心での発光原理としては、いくつかの種類があり、たとえば次のものがある。

a) 発光賦活材の電子遷移による発光

母材に添加する発光賦活材の励起状態から基底状態への遷移での発光のことで、多くの結晶はこの行程で発光する。特に、最近開発されているシンチレータではよく Ce^{3+} が使われる。これは、 Ce^{3+} の発光は電子軌道の4f → 5d への遷移で生じ、この遷移は電子双極子の遷移に関して許容であり、シンチレーション光の蛍光寿命が速くなるからである(典型的には30～100 ns 程度の蛍光

寿命)。応答が早いと時間分解能が求められる検出器では有利である。たとえば核医学で応用されているPET (Positron Emission Tomography、ポジトロン断層法)といった同時計測を行う機器では、これらの結晶を用いることが多い。

b) Core-valence luminescence (Auger-free luminescence, オージェフリー発光)

価電子帯の正孔と活性化物質のある状態にある電子とが結合することによって生ずる発光で、蛍光寿命が速く、紫外線となる BaF_2 などが知られている。

c) Charge-transfer luminescence

a)の発光の派生とも言えるが、発光賦活材の価数の異なるものがつくる準位間での遷移による発光。たとえばYb添加 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ 結晶では Yb^{2+} の準位に励起して Yb^{3+} の基底状態に遷移する際に起きる発光などが知られている。

5. 無機シンチレータ結晶リスト

これまでに開発された主なシンチレータは下表の通りで、それぞれ一長一短があり、用途に応じてシンチレータ結晶が選択されている。なお、ガンマ線を完全に止める(阻止能)、言い換えると光電吸収の反応断面積は有効原子番号の4～5乗に比例し、さらに密度に比例する。シンチレータの選択においては、エネルギー分解能、発光量、蛍光寿命などとともに重要な指標となる。なお、たとえばCeを発光賦活材として添加した場合には「母材:Ce」のようにここでは表記するが、ほかにも「Ce:母材」「母材(Ce)」と表現する場合もある。

表 各シンチレータの特性

シンチレータ	$\Delta E/E[\%]$ 662keV (FWHM)	発光量 [光子数/MeV]	主な蛍光寿命 [ns]	発光波長 [nm]	有効 原子番号	密度 [g/cc]	潮解性	主な用途備考
NaI :Tl	6～7	41,000	230	415	50	3.7	有	教育用 汎用的な材料
BGO ($\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$)	10	8,000	3000	480	71	7.2	無	高阻止能が目的の ときに利用
GSO:Ce ($\text{Gd}_2\text{SiO}_5\text{:Ce}$)	7～8	8,000	30～60	430	59	6.7	無	
LYSO:Ce ($(\text{Lu},\text{Y})_2\text{SiO}_5\text{:Ce}$)	8～10	32,000	48	420	～61	～7.1	無	核医学
LaBr ₃ :Ce	3	61,000	20～35	370,390	50	5.3	有	スペクトロメータ
GAGG:Ce ($\text{Gd}_3\text{Ga}_3\text{Al}_2\text{O}_{12}\text{:Ce}$)	5	50,000	88	550	51	6.6	無	核医学などへの 応用研究
La-GPS ($(\text{La},\text{Gd})_2\text{Si}_2\text{O}_7\text{:Ce}$)	5～6	40,000	45～70	390	54	～5.3	無	資源探査 現在開発中

$\Delta E/E$: エネルギー分解能、FWHM: 半値全幅

6. 検出方法・撮像方法

シンチレーション光を電気信号に変えて、処理するためには光検出器との組み合わせが必要である。これまでは、光電子増倍管 (PMT) がメインであったが、2000年代を前後して、シリコンベースの半導体光検出器が普及し始め、フォトダイオード (PD) やアバランシェフォトダイオード (APD) などでの読み出しも行われるようになった。さらに、2010年度にはいると、ガイガーモードAPDを並べたSilicon Photomultipliers (Si-PM) が開発されて利用が進んでいる (浜松ホトニクス社ではMulti-Pixel Photon Counter, MPPCと呼んでいる)。

PMTは光子を電子に変換した後の増幅率 (ゲイン) が 10^6 と大きく、安定して信号を取り出せるのに対してPDやAPDはそれぞれゲインが0もしくは100程度以下と低く、すぐにアンプを通すなどの工夫が必要であるが、一方で光子を電子に変換する効率 (量子効率) が光電子増倍管よりも高いことが特徴で、さらに波長感度がPMTの感度領域よりも長い (赤い) 領域をカバーしているため、たとえばGAGG:Ceのように長波長で発光するシンチレータとのマッチングがよい。さらにSi-PMについては、より高いゲインが得られるため、ノイズにも強く、フォトンカウンティングがしやすくなった。またSi半導体はPMTと異なり磁場の影響を受けにくいために、たとえば核磁気共鳴法 (NMR法) とPETを組み合わせた核医学装置において、利用が可能である。一方でゲインの温度依存性がPMTよりも大きい場合が多く、その調整が必要である。以上のことから、用途に応じて、シンチレータの種類と検出器を選択することが重要である。

より多くの情報を得るために、ガンマ線撮像が必要になる場合が多々あるが、ガンマ線特有の難しさが撮像にはある。というのも核医学、資源探査、高エネルギー物理学実験などで用いるガンマ線 (0.1 ~ 数MeV) は光電吸収だけではなく、コンプトン散乱などの相互作用を起こすために、可視光などで用いられるレンズを用いた集光は、レンズ自体が散乱体 (ノイズ源) になってしまい、困難であるからだ。そこで、511 keVの対消滅ガンマ線が、同時に180度方向に2本出ることを利用して、同時計測法によって撮像する方法 (PETカメラ)、コリメータを用いて、特定の方向からのガンマ線のみを検出する方法、コリメータの一種であるコーディッドマスクを用いる方法、およびコンプトン

散乱を再構成させるコンプトンカメラなどの手法がある。コリメータを用いる方法は、3,400 keV程度以上のエネルギーではコリメータ自身が散乱体になってしまうため、取得できるガンマ線のエネルギー領域はそれ以下のエネルギーになってしまうが、SPECT (Single photon emission computed tomography) などの医療機器や天文観測に応用されている。コンプトンカメラは、2010年代に入って新しいシンチレータ材料やSi-PMなどの新規光検出器などが登場し、また福島での環境モニタ (イメージング) などの要求も高まってきていることから、多くの機関で研究が盛んになっている。また、粒子線治療などの放射線治療におけるリアルタイム線量モニタの開発にもコンプトンカメラは応用が期待されている。

なお、ガンマ線の撮像については、位置分解能を持たせるために、コリメータ等を用いる方法や、PETカメラおよびコンプトンカメラにおいても、シンチレータを短冊状に切ってアレイ状に並べた形態のユニットとやはり位置分解能を持つ光検出器の組み合わせが一般的である。シンチレータを加工することから、潮解性の無いシンチレータ材料がコスト面から好まれる。書面の都合上、撮像については大まかな概要となってしまったが、機会があれば詳細を述べたい。

参考文献

- [1]. V. S. Vartanov, B. G. Zemskov, "Gas scintillator for conversion electron detection", *Measurement Techniques* 30(3), (1987), pp 293-296 (*Izmeritel'naya Tekhnika*, 3, (1987), pp.51-53.)
- [2]. The XMASS Collaboration (K. Abe et al.), "XMASS detector", *Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res.*A716, (2013), pp.78-85.
- [3]. N. Zaitseva, et al., "Neutron detection with single crystal organic scintillators" LLNL-JRNL-414904 (2009), <https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/375697.pdf>
- [4]. S. Kurosawa et al., "Optical properties and radiation response of Ce:SrHfO₃ prepared by the Spark Plasma Sintering Method" *Radiation Measurements* 56, (2013), pp. 155-158.
- [5]. A. Yoshikawa et al., "Challenge and study for developing of novel single crystalline optical materials using micro-pulling-down method" *Optical Materials* 30 (1), (2007), pp. 6-10

謝辞

本研究はJSPS科研費 JP15619740, JP17H05190の助成を受けたものです。

校正グループの近況報告

事業推進部 校正グループ

1. はじめに

当協会では、国内の原子力施設・医療施設等で使用されている放射線測定器の信頼性確保のための点検校正を実施しております。今回は、新しい減速中性子校正場、 γ (X) 線実用測定器のJCSS校正及び近々スタート予定の速中性子測定器のJCSS校正について、簡単に紹介させていただきます。

2. 減速中性子校正場

日本原子力研究開発機構原子力科学研究所(以下、「原科研」という)の放射線標準施設で整備されていた、コンクリートブロックと $^{241}\text{Am-Be}$ 線源を用いた減速中性子校正場が東日本大震災の影響により利用できなくなりました。これに替わり、同施設の熱中性子校正場に用いる黒鉛パイルを減速材として利用した減速中性子校正場が原科研により新たに開発されました(表1)。この減速中性子校正場の概要については、放計協ニュースNo.52「黒鉛パイルと $^{241}\text{Am-Be}$ 線源を用いた減速中性子校正場の開発」をご参照下さい。また、この減速中性子校正場を利用した校正をご希望の方は、お早めにご連絡下さい。

表1 減速中性子校正場パラメータ

中性子平均エネルギー		周辺線量当量率 $\dot{H}^*$ (10)
フルエンス	線量当量	
0.84 MeV	2.20 MeV	49.3 $\mu\text{Sv/h}$
0.60 MeV	2.10 MeV	21.4 $\mu\text{Sv/h}$

3. γ (X) 線用実用測定器のJCSS校正

当協会では、JIS Z 4511の校正方法を取り入れ、多種多様な放射線測定器の点検校正業務を行うとともに、1995年末からはJCSS認定事業者としての校正業務を行っております。

JCSS校正も当初はX線や γ 線の標準校正場の線量率測定を行う電離箱式照射線量計など、照射線量や空気カーマの測定に用いる基準器が対象でした。その後、社会的なニーズからサーベイメータにもJCSSロゴが必要と変わってきたことにより、NaIシンチレーションサーベイメータや電離箱サーベイメータなどの実用測定器についても校正時の不確かさの見積を行うJCSS校正を実施しています。これ

ら実用測定器のJCSS校正も最近要望が増えて来つつあるのですが、JCSS校正に対応した実用測定器の機種はその精度等の観点から限定されています(表2参照)。実用測定器のJCSS校正をご希望の方もお早めにご連絡下さい。

表2 JCSS校正に対応した機種と校正の不確かさ

機種	型式	校正範囲	不確かさ
電離箱 サーベイ メータ	ICS-321	5 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 5mSv/h	6.0% ~ 6.8%
	ICS-311	6 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 6mSv/h	5.1% ~ 7.0%
	AE-133/ Λ_1	6 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 600 $\mu\text{Sv/h}$	5.3% ~ 7.0%
NaIシンチ レーション サーベイ メータ	TCS-171	6 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 20 $\mu\text{Sv/h}$	7.3% ~ 7.6%
		6 $\mu\text{Gy/h}$ ~ 20 $\mu\text{Gy/h}$	5.0% ~ 5.8%
	TCS-172	6 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 20 $\mu\text{Sv/h}$	7.3% ~ 7.6%

4. 速中性子測定器のJCSS校正

原子力発電所や病院等における中性子測定データの信頼性確保が益々重要となって来ており、放射線測定を行う機関等では、国家標準とのトレーサビリティを明確にすることと同時に、JCSS校正の重要性が高まっています。当協会では、前項において紹介した γ (X) 線用実用測定器に続き、速中性子測定器(中性子サーベイメータ)についてもJCSS校正証明書が発行できるように中性子区分の追加登録申請を行っているところです。登録が完了すれば、速中性子測定器のJCSS校正機関としては国内初となります。業務開始の際は改めて「速中性子測定器のJCSS校正」について、ご案内させていただきます。

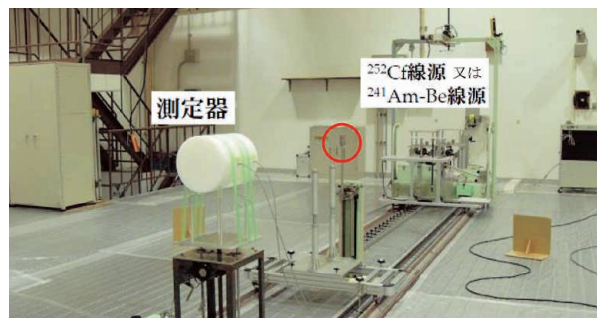


写真 基準フルエンス率の測定風景

<校正等申込・問い合わせ先>

校正グループ 技術主幹 平根篤志

TEL : 029-282-5549

FAX : 029-283-2158

平成28年度事業報告・決算報告

平成28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28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28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、地方自治体、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を適切に進めた。

「放射線計測に係る研修及び放射線知識の普及」では、放射線計測の専門的知識を活用した定期講座及び放射線作業従事者のための教育訓練等を実施するとともに、国、地方自治体等のニーズに即した放射線教育及び体験活動を含む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・安心に繋がった。

平成28年度正味財産増減計算書

平成28年4月1日～平成29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	3,558	3,550	8
特定資産運用益	22,540	27,006	△ 4,466
事業収益	387,077,180	409,085,315	△ 22,008,135
雑収益	3	102	△ 99
経常収益計	387,103,281	409,115,973	△ 22,012,692
(2) 経常費用			
事業費	355,473,089	364,461,133	△ 8,988,044
管理費	32,120,043	32,819,804	△ 699,761
経常費用計	387,593,132	397,280,937	△ 9,687,805
当期経常増減額	△ 489,851	11,835,036	△ 12,324,887
2. 経常外増減の部			
(1) 経常外収益	417,000	390,665	26,335
(2) 経常外費用	2	1	1
当期経常外増減額	416,998	390,664	26,334
当期一般正味財産増減額	△ 72,853	12,225,700	△ 12,298,553
一般正味財産期首残高	206,289,303	194,063,603	12,225,700
一般正味財産期末残高	206,216,450	206,289,303	△ 72,853
II 指定正味財産増減の部	0	0	0
III 正味財産期末残高	206,216,450	206,289,303	△ 72,853

平成29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 28 回	12月13日～15日	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 76 回	1月22日～26日	放射線管理業務の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127回	11月 6日～10日	放射線管理業務の中級程度の知識、技能の習得を目指す。
	放射能測定講座	第 16 回	2月 7日～ 9日 <u>1日だけの受講も可</u> ※上記以外は、5名以上のご要望に 応じ開催します。	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。
	原子力防災入門講座	第1回	2月頃	原子力防災活動に必要な放射線(能)に係る基礎知識を、 実習を交えた分かり易い講義により習得する。
放射線業務従事者教育訓練		月2回 開催 英語コースは、11月に開催致します。		
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。		
開催場所：公益財団法人 放射線計測協会 会議室等				
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。				
担 当：研修・普及グループ TEL：029-282-0421(直) 受付時間9：00～17：30				
※参加申し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。				
※詳しくはホームページを参照またはお問い合わせ下さい。				

短 信

【福島県農業総合センターへの放射能測定技術支援】

平成29年4月12日、福島県農業総合センターが主催する「農
林水産物等のゲルマニウム半導体検出器による放射能測定
セミナー」に講師を派遣し、放射能測定を行う職員及び関
係市町村の担当者等に測定値の“不確かさ”及び“検出限界”
について解説するとともに、質疑応答をとおして理解を深め
放射能測定の信頼性向上に協力しました。

【放調協平成29年度総会及び第44回年会】

平成29年7月13日に鳥取県米子市において原子力施設等
放射能調査機関連絡協議会「放調協」の「平成29年度総会
及び第44回年会」が開催され、環境放射線のモニタリング
に関連する課題などについて協議・検討されました。

当協会はオブザーバーとして年会に参加させて頂き、協
会が実施している放射線測定器のJCSS校正の紹介を行いま
した。

人事往来(リーダー以上)

退 職 (29.9.30)

品質保証室長兼事業推進部技術主席 清水 滋

兼 務 (29.10.1)

品質保証室長 本多 哲太郎(常務理事兼事業推進部長)

編 集 後 記

本号の技術記事では、代表的な放射線検出器であるシンチレータ(放射線があたると光る素材)について紹介して頂きました。
多種多様なシンチレータがあり、放射線の種類・用途によって適切なものを選択する必要があることがわかりました。

最新のスマホには顔認証によるセキュリティ技術がとりいれられるなど、個人を特定する画像処理技術の進歩には目覚ま
しいものがあり、歩いている人物をリアルタイムで特定できるまでになっています。パラリンピック、オリンピックなど人が
大勢集まる場所におけるセキュリティ対策で大いに活躍することが期待されています。

放射線測定器も日本のお家芸である半導体技術などを駆使して、放射線の種類を選ばず、リアルタイムで放射線情報を確
認できるなどというものはできないものなのでしょうか。有線・ダイヤル式の固定電話の時代からIoT技術の進歩で声で電話がか
けられるような時代になりました。夢は現実になる。そう信じています。

放計協ニュース No. 60 Oct. 2017

発行日 平成29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