



Photo Yasuhiro Kirano

Index

放射線治療用線量計の分離校正……………	清水 森人	1
[施設訪問記⑩]		
ー 公益社団法人 日本アイソトープ協会 川崎技術開発センターの巻 ー		
新天地から更なる安定供給へ……………		6
[泉涓涓として…]		
原子力艦事始め (その5) ……………	青山 伸	11
一般社団法人 日本原子力産業協会		
量子放射線利用普及連絡協議会の活動紹介……………	勝村 庸介	12
放射線審議会		
「放射線防護の基本的考え方の整理ー放射線審議会の対応ー」をとりまとめ…		17
放射線安全技術講習会		
第61回放射線取扱主任者試験受験対策セミナー・開催のお知らせ …		17
「2018国際医用画像総合展」のご案内……………		18
[サービス部門からのお願い]		
4月1日はガラスバッジ、ガラスリングの交換日です。 ……………		19

放射線治療用線量計の分離校正



清水 森人*

1. はじめに

放射線の線量計測に用いられる線量計は、「検出素子」とその出力を読み取る「計測回路」によって構成される。片方のみで線量計として機能することは無い。そもそも、検出素子と計測回路を分けて使用するケースはそう多くはないので、サーベイメーターやポケット線量計など、一般向けに市販されている多くの線量計は検出素子と計測回路が一体となっている。当然、線量計としての性能を評価する場合は、検出素子と計測回路を一体とした形で評価し、その校正なども一体として行っているケースが大半である。しかし、この前提は運用性を考えた場合、必ずしも良いとは言えないケースがある。それが放射線治療現場で用いられる放射線治療用線量計である。放射線治療では、患部への投与線量によってがんの再発率や副作用の発生率が大きく左右される。そのため、可能な限り投与線量を正確に評価できるよう、放射線治療装置から出力される放射線の線量、線量分布などが照射条件毎に測定されている。これらの測定は、日常的な点検や数ヶ月に一度の定期点検などとして関連学会のガイドラインに定められて、年間を通じて点検が実施されることによって、放射線治療の安全性が担保されている^[1]。

点検で行われる計測は様々な条件で行われるため、放射線治療用線量計に用いられる検

出素子の種類は多く、ファーマ形電離箱や平行平板形電離箱、半導体検出器、果てにはシンチレーション検出器までもが使用されている(図1)。一方、放射線治療は医療行為であるため、患者の治療は毎日確実に行う必要があり、点検で行われる計測業務には冗長性が強く求められる。この様な場合、検出素子と計測回路のどちらかに異常が生じた場合、その場で交換して計測業務を継続できる必要性がある。このことから、放射線治療用線量計は検出素子と計測回路が分離できる物が主流となり、現在では「電位計(図1)」とよばれる計測回路部分を共通として、これに様々な検出素子を接続して用いる手法が一般的となった。検出素子と計測回路が全く別々の装置となると、その校正も別々に行った方が良いと考えるのは自然の流れであり、メリットも大きかったため、欧米では検出素子と計測回路を別々に実施する分離校正が既に主流となっている。

我が国においても、2018年度から放射線治療用線量計の分離校正の開始が予定されている。ここでは、放射線治療用線量計の分離校正の概要として、検出素子の校正と電位計の校正について説明し、分離校正の利点などについて紹介する。

2. 放射線治療用線量計の分離校正

放射線治療用線量計の校正は、細胞の大半

* Morihito SHIMIZU 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 主任研究員

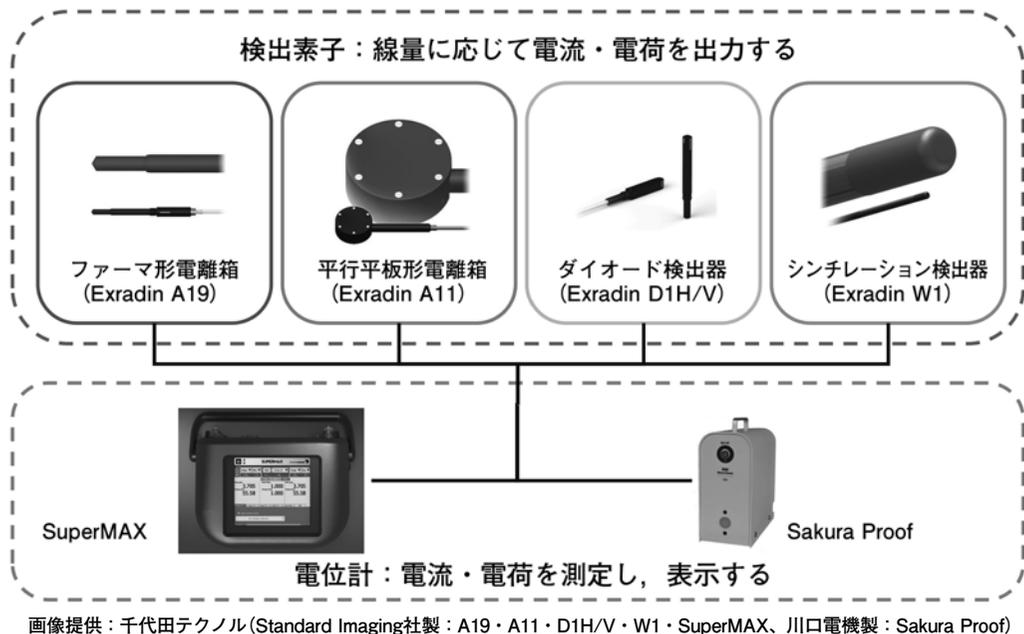


図1 放射線治療用線量計

放射線治療用線量計は検出素子と計測回路に相当する電位計からなる。検出素子には様々なタイプがあり、必要に応じて使い分けられるよう、検出素子と計測回路は完全に独立している。

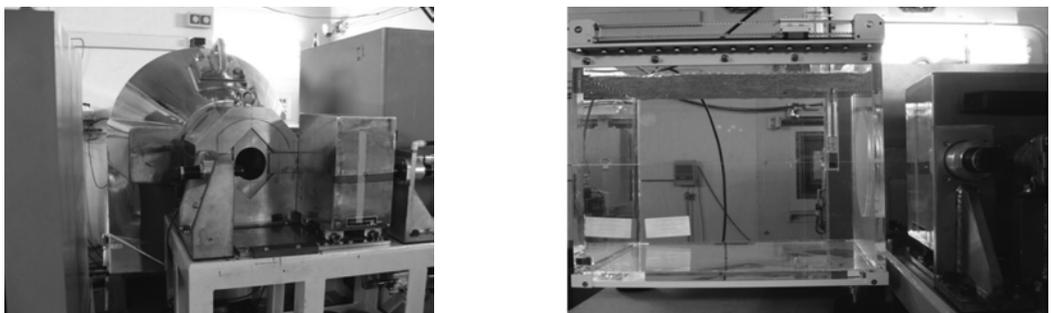


図2 ⁶⁰Coガンマ線標準場における電離箱の校正

左の写真は産業技術総合研究所計量標準総合センターに設置されている⁶⁰Coガンマ線源の写真であり、写真中央の円形のコリメータを通して、ガンマ線が照射される。右の写真は水ファントムを用いて平行平板形電離箱を校正しているところの写真である。電離箱は深さ5 gcm²、線源電離箱間距離100 cmの位置に設置して、ガンマ線の測定を行う。設置条件は線量計測プロトコルなどで大まかに定められており、大きく変更することはできない。(森下雄一郎博士より提供)

が液体の水で構成されていることから、⁶⁰Coガンマ線を基準線質とした水吸収線量校正が実施されている。一体校正の場合も分離校正の場合も、検出素子の校正手法は基本的に同一で、線量計測プロトコルなどで定められた水ファントム内の基準位置に検出素子である電離箱を設置し(図2)、ガンマ線照射時の電離箱線量計の出力を読む点は同じである。唯一異なる点は、前者の場合はユーザーが提

出した電位計の指示値 M [rdg (電位計の指示値の単位)] を読み取るのに対し、後者は電気標準によって校正された標準電位計で計測された電荷 Q [C] を読むところである。一体校正の水吸収線量校正定数を $N_{D,W}^I$ とし、分離校正の水吸収線量校正定数を $N_{D,W}^S$ とすると、両者は次のように表される。

$$N_{D,W}^I = \frac{D_R}{M} [\text{Gy rdg}^{-1}]$$

$$N_{D,W}^S = \frac{D_R}{Q} [\text{Gy C}^{-1}]$$

ここで、 D_R [Gy] は基準点における水吸収線量である。基準点における水吸収線量の値は、我が国の一次標準器であるグラフィトカロリメータやカロリメータによって校正された二次標準器を用いた計測によって決定される^[2]。2つの式の間に大きな差は無いが、校正定数の単位が一体校正と分離校正では異なるのが重要な点である。一体校正で得られる校正定数は校正に出した電離箱と電位計の組み合わせで得られる指示値に対して付与されるが、分離校正で得られる校正定数は電離箱から出力される電荷に対して与えられる。したがって、電荷に対して校正された電位計でさえあれば、電離箱と接続する電位計は自由に選択して線量計測に用いることができるのである。

分離校正では、電位計の校正が電離箱の校正とは別に実施される。この校正は放射線標準による校正では無く、電気標準による電荷測定器の校正となる。校正の手法は、検出素子の校正と同様に既知の標準電荷 Q_R [C] を電位計に入力して、その時の電位計の指示値 M [rdg] から、電位計校正定数

$$k_{\text{elec}} = \frac{Q_R}{M} [\text{C rdg}^{-1}]$$

を得るのである。

この校正には電気標準にトレーサビリティを持った標準電荷の発生源を用意する必要があるが、現在、次の2つの手法が用いられている。一つは直流電圧 V [V] を静電容量 C [F] のコンデンサに印加することで電荷を発生させるもので、この手法で発生される標準電荷 Q_R [C] は、

$$Q_R = CV$$

となる。この手法は再現性が良く、運用が簡単であることから欧米の標準機関では広くこの方法が利用されている^[3, 4]。この手法の代表的な欠点としては、校正可能な電荷の上限

を大きくすることが難しいという点がある。大きい電荷を発生させるには、印加する電圧を大きくするかコンデンサの静電容量を大きくする必要があるが、標準器によく用いられる空気コンデンサは静電容量を大きくすることが難しく、耐圧も1 kV程度が上限である。また、静電容量の電気標準は交流の静電容量のみが供給されており、直流の静電容量は供給されていない。トレーサビリティを確保するためには、校正事業者が自ら直流の静電容量を評価しなければならないこともこの手法の短所と言える。また、ごく一部ではあるが、この手法では校正できないタイプの電位計が存在することも注意しなくてはならない。

標準電荷を得るもう一つの手法は、直流電流 I [A] を決まった時間 t [s] の間、電位計に流すことで電荷を入力するというものである。この手法で得られる標準電荷 Q_R は

$$Q_R = It$$

となる。この手法は、電流の大きさと通電時間を変えることで、自由に標準電荷の大きさを変更することが可能であり、また全ての電位計に対して適応可能な手法である。しかし、再現性を確保するには電流や通電時間の高度な制御技術が求められ、技術的なハードルが高いという短所がある。特に、微小な電流を発生させることは非常に難しく、放射線治療用線量計の電位計校正で求められる相対拡張不確かさ0.1% ($k=2$) を達成できるのは20 pA, 1 nC以上の範囲である。

以上の方法で発生させた標準電荷によって、電位計は各レンジの複数の点について校正される。最終的にユーザーは校正機関から与えられた水吸収線量校正定数と電位計校正定数を用いて、自身の放射線治療装置からの線量 D [Gy] を次のように決定することができる。

$$D = N_{D,W}^S k_{\text{elec}} M$$

これに対し、従来の一体校正の場合では、

$$D = N_{D,W}^1 M$$

となる。したがって、一体校正の校正定数と

分離校正の校正定数の関係は次のようになる。

$$N_{D,W}^1 = N_{D,W}^S k_{\text{elec}}$$

分離校正は検出素子と電位計の校正を分けることで、もともと1つであった校正定数を互いに独立した2つの校正定数に分割し、組み合わせを自由に換えられるようにしていることがよく分かるかと思う。

3. 分離校正の利点

分離校正では放射線治療用線量計が柔軟に運用できることは冒頭から述べているが、分離校正のメリットはそれだけではない。放射線治療用線量計の一体校正と分離校正は式だけで見れば、本質的な所は変わっていないように見えるが、実際には分離校正は一体校正に比べ理想的な校正手法なのである。

計測器の校正は、計測する対象や条件に応じて、参照標準やその範囲、条件などを選択するのが原則である。選択の基準として主に次の3つが挙げられる。

- 参照標準：計測対象となるべく近いものを参照標準として校正する
- 範囲：計測対象の範囲よりも広い校正範囲で校正点を設定する
- 条件：計測時となるべく同じ条件で校正する

参照標準については一体校正でも分離校正でも同一であるから、この点は同条件であるが、残る範囲や条件についてはどうであろうか。実は、我が国で実施されている放射線治療用線量計の一体校正は、ある線量率、線量の校正点1点についてのみ校正する1点校正しか行われていない。校正点を増やす、すなわち照射する線量を変化させるには、強度の異なる線源を用意するか照射時間を変えるしかなく、これにかかるコストが莫大であるため、1点校正となっているのである。しかし、現在の放射線治療は線量率が大きくなり、一回の治療で照射される線量も増えつつある。一般的な放射線治

療装置である医療用リニアックから出る高エネルギー光子線の線量率は、校正で用いられる⁶⁰Coガンマ線源の10倍以上もあり、最新のものでは40倍もある。現在の一体校正はユーザーの計測範囲や条件から完全に外れ、実用的なものではなくなりつつある。

これに対し、分離校正は検出素子の校正は1点校正で行うものの、計測回路である電位計の校正については複数点で校正でき、ユーザーの計測範囲を確実にカバーすることができる。しかも、校正点を変えるのは電流や電圧などの大きさを変えるだけで十分で、新たに設備を用意する必要は無い。検出素子についても、放射線治療用線量計のリファレンス線量計として主に使用される電離箱は、線量率や線量に対する応答特性が古くから研究されており、放射線治療で使用される範囲については既に明らかとなっている。電離箱の出力については、既に得られている知見を元に補正することで、実用上十分な不確かさで線量計測を行うことができる。したがって、一体校正よりも分離校正で線量計を校正した方が、より正確に線量計測を実施できるのである。

もちろん電位計と検出素子を分けて校正することで生じるリスクも存在する。それは検出素子と電位計の相性から生じるリスクで、接続して始めて判明するものである。ただし、このリスクは使用する前に点検することで容易に確認できるリスクであり、線量計を新規導入する際の受け入れ試験さえ行っていれば大きな問題とはならない。

分離校正の長所は他にもある。まず電位計は放射線の照射を受ける検出素子に比べて安定で、適切に運用されていれば校正の頻度は3年に1回程度で良いとされており、放射線治療用線量計の校正にかかるコスト自体の削減にもつながる^[4]。さらに分離校正では、検出素子の校正を標準電位計、即ち校正機関が用意した計測システムを用いて行うことから、校正業務の効率化や、さらなる校正範囲の拡

表 1 一体校正と分離校正の比較

	一体校正	分離校正
冗長性	異常が発生した場合、検出素子と電位計の両方が使用できなくなる。	異常が発生しても、異常が生じた検出素子または電位計を交換することで、使用を続けることができる。
校正	1点校正であり、実際にユーザーが測定する線量率、線量では校正できない。校正点を増やすには、校正時間または線源を増設するしかない。一体校正であるため、検出素子と電位計の組み合わせによって生じるリスクが小さい。	電位計については容易に複数点での校正ができる。検出素子の応答特性さえ明らかであれば、ユーザーが測定する線量率、線量に十分に対応できる。検出素子と電位計の組み合わせによって生じるリスクがあるため、使用前の確認が必要となる。
コスト	毎年校正する必要がある、校正費用や代替機の用意などで毎年負担が発生する。	電位計については、3年に1回の校正で良くなるため、線量計校正にかかる負担を抑えることができる。
校正業務の効率	ユーザーの電位計を使用するため、時間がかかり、ヒューマンエラーが発生しやすい。	校正機関の標準電位計を用いて校正を実施するため、自動化が可能であり、ヒューマンエラーの防止、校正速度の向上につながる。

大も期待されている。放射線治療では相対拡張不確かさで2%以下という高精度の線量計測技術が求められており、現在の⁶⁰Coガンマ線を基準線質とした計測方法では線量計測の不確かさ改善に限界がある。現在、我が国の一次標準機関である産業技術総合研究所では、放射線治療向けの水吸収線量標準の開発を進めており、将来、治療で用いられる放射線の種類に応じて線量計の校正を実施することを目指している。しかし、電離箱だけでも国内に3,000本近くあると言われる放射線治療用線量計を全て校正するには、校正業務の効率化、自動化が必要不可欠であり、分離校正はこの為の切り札となる技術なのである。

4. おわりに

放射線治療用線量計の分離校正の概要について説明した。冒頭でも述べたように、分離校正は2018年度から始まる新しい試みであり、現在、日本医学物理学会や二次校正機関を中心に準備作業が進められている。日本医学物理学会は分離校正の開始に向け、「放射線治療用線量計に用いられる電位計のガイドライン^[5]」を2017年4月に刊行し、日本医学物理学会のホームページからダウンロードできるようにしている^[6]。分離校正に対応するための線量計測プロトコル^[7]の補遺版も刊行

される予定となっている。冒頭でも述べたように、一般的には線量計の校正は一体校正の方が良いが、目的や用途によっては分離校正の方が有利なことがある。他分野で使用される線量計においても、一体校正と分離校正のどちらが良いかを検討する際には、是非参考にして頂きたい。

参考文献

- [1] E. E. Klein, J. Hanley, J. Bayouth, F. F. Yin, W. Simon, S. Dresser, et. al., "Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators", Medical Physics 36(9), 4197-4212, 2009.
- [2] Y. Morishita, M. Kato, N. Takata, T. Kurosawa, T. Tanaka, N. Saito, "A standard for absorbed dose rate to water in a 60Co field using a graphite calorimeter at the National Metrology Institute of Japan", Radiation Protection Dosimetry 154(3), 331-339, 2012.
- [3] B. Börje, W. Per and N. Per, "A simple test device for electrometers", Physics in Medicine Biology 43, 2385-2391, 1998.
- [4] B. Downton, S. Walkerm, "Humidity effects on calibrations of radiation therapy electrometers", Medical Physics 39(2), 984-987, 2012.
- [5] 「放射線治療用線量計に用いられる電位計のガイドライン」, 日本医学物理学会, 2017.
- [6] 日本医学物理学会ホームページ, <http://www.jsmp.org/>.
- [7] 「外部放射線治療における水吸収線量の標準計測法(標準計測法 12)」, 日本医学物理学会編, 通商産業研究社, 2012.

著者プロフィール

《専門》放射線物理学、放射線計測学
 《経歴》
 2011年3月 京都大学大学院工学研究科原子核工学専攻 博士後期課程 修了
 博士(工学)を取得
 2011年4月 産業技術総合研究所計測標準研究部門 研究員
 現職に至る



ー 公益社団法人 日本アイソトープ協会
川崎技術開発センターの巻 ー



(出典 日本アイソトープ協会)

公益社団法人日本アイソトープ協会(以下：アイソトープ協会)が川崎に新たに施設を建てたことは多くの皆様が承知のことと思われます。今回この川崎の新建屋の開業を前に特別に見学させていただく機会を得ることができましたので訪問記としてご紹介させていただくこととなりました。

場 所

神奈川県川崎市川崎区殿町地区で進められている都市再開発プロジェクト。通称キングスカイフロントと呼ばれる場所に建てられました。このキングスカイフロントの名の由来はキング：「Kawasaki Inovation Gateway」の

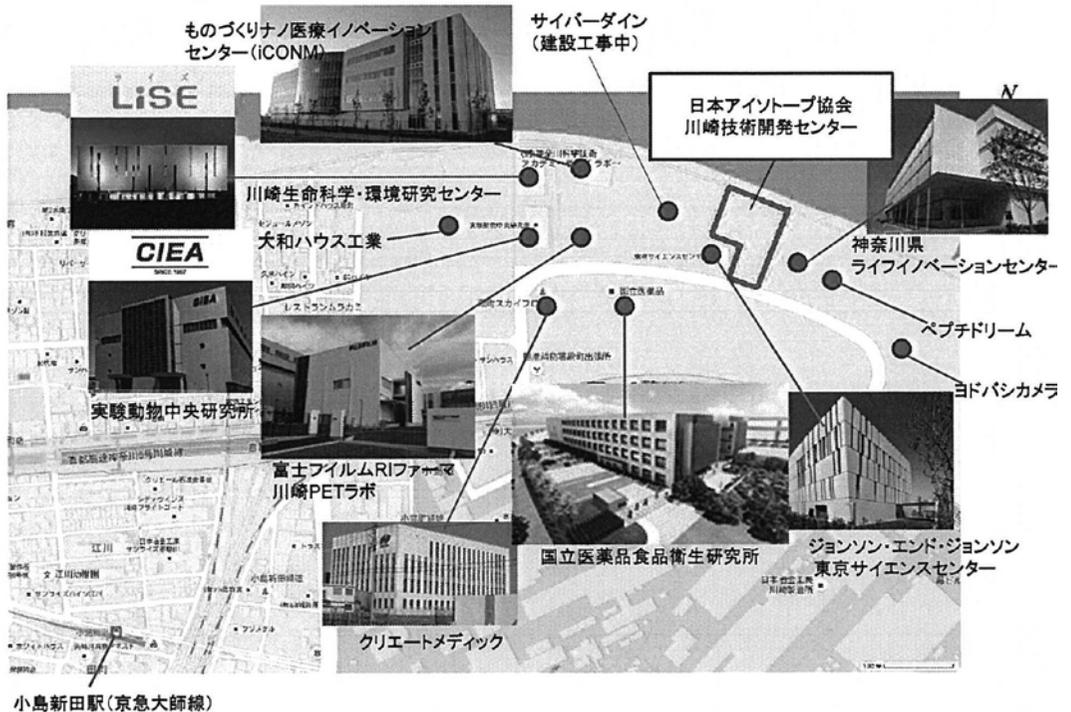


図1 川崎技術開発センター周辺の事業所

頭文字と「殿町」の地名に由来し、スカイフロント：羽田空港の目の前という立地や、このエリアが世界につながっていることを表しているそうです。

アクセスは京急大師線で「京急川崎」駅から終点「小島新田」駅で下車し徒歩15分程。住宅街を抜け産業道路を横断すると世界が変わった様な新しい広い土地に幾つかの企業・研究所が建ち並んでいます。同地区には富士フィルムRIファーマ川崎PETラボ、国立医薬品食品衛生研究所、実験動物中央研究所等馴染みの施設が。その一角にアイソトープ協会があります。(図1)

建 物

正門を入ると敷地手前に広い駐車場、正面奥に帯状に白い新建屋がどっしりと構えております。

エントランスに入ると正面に階段が。その階段を昇るとリフレッシュデッキと呼ばれる広い空間があり正面は一面ガラス張りとなっており目の前には多摩川が。そしてその対岸に羽田空港が見える素晴らしい景色が広がっており眺めは抜群!! たまに川面に跳ね上がる魚と頻繁に飛行機が離発着する様子を目の前で見る事ができる最高のロケーションとなっております。もし、訪れる機会があればこの眺めを堪能していただきたい。事実私達も十数分その場を動くことができず、その眺めを堪能してしまいました。訪問させていた



写真1 新建屋

だいたのは日中でしたが夜になるとその眺めは一段と美しくなるのが容易に想像できます。(写真1、2、3)



写真2 エントランス



写真3 リフレッシュデッキからの景色

施 設

私達を出迎えてくださったのは、木村俊夫センター長と宮本洋一総務部総務課補佐の御二方でした。会議室でパワーポイントにてアイソトープ協会の業務概要等を詳細に説明していただきました。この川崎の新建屋は「公益社団法人日本アイソトープ協会川崎技術開発センター」という名称となります。この川崎技術開発センターには、アイソトープ供給部門である「放射線源課」、「技術課」、「研究開発課」が駒込より移転されます。それ以外の部門はこれまでどおり駒込で事業を継続するとのことです。輸入RI製品の品質検査に関しては海外メーカーで品質検査された状態で輸入されますが、アイソトープ協会でも製品の種類に

応じて線源番号やコード番号の確認、外観検査、表面汚染検査等の品質検査を行うことによりお客様に安心して利用していただけることを第一に努めておられるということです。川崎技術開発センターからの線源供給は2018年1月より開始されます。説明が終わるといよいよ木村センター長の案内で施設内の見学が始まります。

川崎技術開発センターは<研究エリア>と<検査エリア>に分けられております。(図2)

研究エリアは標準線源の製作や校正(JCSS校正)、アイソトープ利用に関する試験・研究開発を主に行います。新法令の告示も出されセキュリティ(テロ)対策も万全となっております。

まずは α ・ β 線計測室、 γ 線スペクトル計測室、 γ 線計測室。今迄は小さな測定室2部屋で α ・ β ・ γ の測定を行っていた様ですが、本センターでは室名に表されているように線種それぞれで1部屋を設けることができゆったりとした空間での測定ができています。液シンヤ³H測定イメージングプレート等の

機器も充実しております。

γ 線スペクトル計測室では、Ge半導体検出器、オートサンプルチェンジャー、 2π ガスフロー式比例計数管等の測定装置が設置されております。

γ 線校正を行う校正室は、低線量と高線量の2つの校正室があります。低線量校正室で

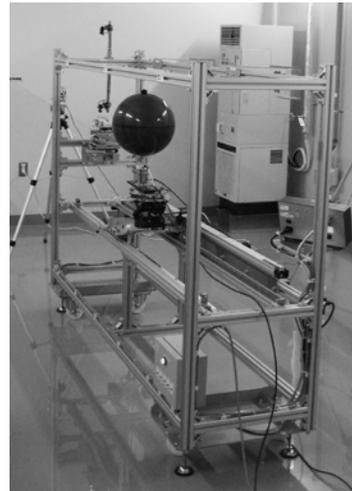


写真4 線量率標準ガンマ線源の校正

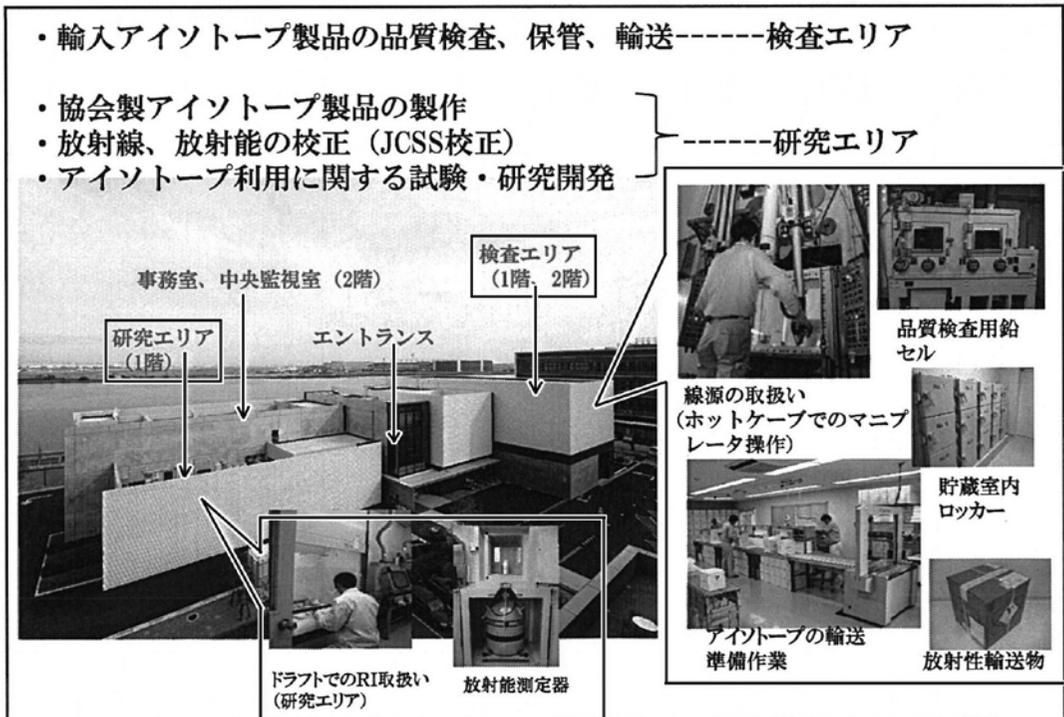


図2 川崎技術開発センターの業務概要

は、線量率標準ガンマ線源の校正を行います。その校正には球形の電離箱(写真4)を使用するのですが、線源と測定器との正確な距離を合わせるためにレーザーや下げ振りを利用するそうです。高線量校正室ではウェル型線量計の校正を実施します。ウェル型線量計の校正は¹⁹²Irを遠隔操作式治療装置(マイクロセレクトロン)を用いてウェル型線量計へ挿入して測定します。

放射化学実験室では標準線源を作ったり、試験研究を行います。実験室入口下部には防液堤が設けられており、万一室内での液体が漏れたとしても実験室外へ漏れない様な工夫がされていました。実験室内で一際目をひくのは大きな攪拌機。これは放射線標準ガンマ体積線源用の原料を攪拌する器械でありU8容器へ詰める際、均一にしなくてはならない為、この様な攪拌機やミキサーを使用しているとのことでした。

続いて検査エリアについて、検査エリアは輸入アイソトープ製品の品質検査・保管・輸送を行います。検査エリアは密封線源の取扱い及び非密封線源を開封せずに取扱うために汚染はしないエリアとなっていますが排気を行っているのが特徴。検査エリアは1階と2階のフロアが管理区域となっており、通常の出入口は2階フロアからです。管理区域に入るといきなりのメインイベント!!ホットケープが立ちそびえております。ここホットケープで取扱う線源には治療用の線源として主に脳腫瘍の治療に用いられるガンマナイフ用の⁶⁰Co線源(1.11TBq/1個)です。この⁶⁰Co線源は治療装置に192個若しくは201個のセットで使用されています。輸送するにもBU型輸送物ということでこの輸送容器は重量が約4tにも及びます。

また、治療用の線源として弊社で取扱っているリモートアフターローディング・システム(マイクロセレクトロン)用の¹⁹²Ir(370GBq)治療用線源も取扱われております。

更に、滅菌用の線源として注射器等の医療機器の滅菌に利用される⁶⁰Co線源(370TBq/1個)も取扱われ、この線源の輸送もBU

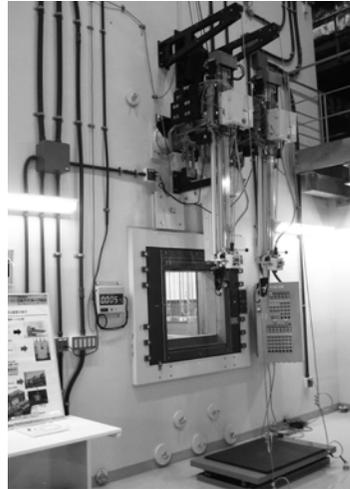


写真5 巨大ホットケープ

型輸送物となり、重量約5.5tの容器に7.4PBq(370TBq×20本)の収容が可能だそうです。

この様な大きな放射能の線源を取扱う為、ホットケープも巨大なものとなっております。側は重量コンクリートで固められており、線源を出し入れする扉についても分厚い鉄板でできており、電動で開閉をする仕組みとなっております。イメージとしてはホットセルが1つの部屋になっていると思っていただければ良いかと思います。(写真5)

また、ホットケープ内には重量約17tの貯蔵箱が装備されており、マニピュレータでの操作により行われます。¹⁹²Ir線源の様に細かい線源をマニピュレータを使い慣れた手つきで取扱っている様は正に職人芸!!です。

そのホットケープのエリアから階段を下りますと、出庫検査室・受入検査室があります。受入検査室では入荷した線源を鉛厚5cmの貯蔵箱8台(上下各4台)等に貯蔵されます。(写真6)受入検査はフード4台、グローブボックス2台で行います。ここで受け入れた線源に「外観は問題ないか」、「汚染はないか」、「放射能は合っているか」の確認を行い、日本国内で不良品を流通させないための関所の役割を果たしています。

検査が終了した線源は入荷した線源を保管した貯蔵箱とは別の貯蔵箱に保管され出荷を



写真6 鉛貯蔵箱

待つこととなります。梱包室にて適切な輸送容器に梱包され出荷されることとなります。

見学を終えて

駒込の施設ではなかなか見る機会がなかったところですが、川崎でリニューアルされたタイミングもあり見学することができたことは非常に有意義でした。部屋ごとに説明用のパネルが掲示されており、スムーズな導線であることもあり今後も増えるであろう見学者に対応できる体制が整っておりました。

今回の見学は開業前でありましたが設備機器はほぼ揃っており開業に向けて準備は万端に整っていると感じました。川崎技術開発センターの対岸に羽田空港があることをご紹介させていただきましたが、現状では羽田空港へ行くにはかなり遠回りを強いられておりますが、すぐ近くに川崎と羽田を結ぶ道路が建設される予定となっており流通も便利になります。この原稿が読まれる頃には本格稼働されており皆様のお手元に安心・安全な線源が届けられていることでしょう。帰り際にエントランスに神奈川県建築コンクールに入賞した賞状が掲げられておりました。(写真7) 写真1や写真2を見返していただければそれも頷けると思います。夜に羽田空港側からキングスカイフロント方面を見ていただくとアイストープ協会を始め近隣の建屋も美しくライトアップされている様です。(私は未だ見たことはありませんが…) 羽田空港国

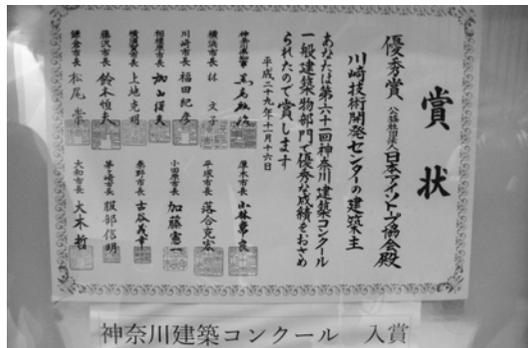


写真7 建築コンクール優秀賞の賞状

際ビルの正面になりますので機会があれば見ていただきたいです。

謝辞

見学をさせていただいた際、木村センター長並びに宮本補佐にはじっくり時間を掛けて懇切丁寧に説明、案内をしていただきました。ここまでしゃべって良いのか？企業秘密ではないのか？とこちらが心配になってしまうくらい詳細に説明していただいた木村センター長の人柄も良く、本当に手厚く接していただきましたことをこの場をお借りしまして御礼申し上げます。



写真8

左から二人目：木村俊夫センター長様
右端：弊社アドバイザーの加藤和明
左端：筆者

最後になりましたが、編集委員の加藤和明、佐藤大介、瀬下幸彦が訪問・取材をさせていただきました。(文責：佐藤 大介)

泉涓涓
として…

原子力艦事始め (その5)

弊社特別顧問 青山 伸

ウェスティングハウス社 (WH) が、米国原子力委員会 (AEC) との契約に基づいて潜水艦熱中性子炉 (STR: Submarine Thermal Reactor) Mark I の開発に着手する時点では、他に、材料試験炉、アルゴンヌ研究所のウォルター・ジン所長が提唱する増殖炉、ジェネラル・エレクトリック社 (GE) スケナクタディでの中速中性子増殖炉の建造が検討されていた。さらにオークリッジ研究所では、アルビン・ワインバーグ所長が均一炉の構想を温めていた。

ある程度以上の出力となる原子炉については、人口密集地から離れた場所に設置すべきではないかいうことで、何を造るか、どこに造るかが渾然となっていた。アルゴンヌやオークリッジといった研究者、技術者の活動拠点を維持発展させたいという思いと、研究と開発は分離してはいけないというハンフォードでの経験から、立地については慎重にことが運ばれた。安全を確保する上で、炉出力 (kw単位) の平方根に0.01を掛けた半径 (マイル) 以内は直轄地、0.1を掛けた範囲内は人口が10万人未満であること、0.3を掛けた範囲内にはセキュリティ上重要な施設がないことが最低限必要となってきた。モンタナ州かアイダホ州かで調整が進み、冬期でもアクセスに支障の無い、アイダホ州の砂漠が試験場に選ばれた。

アイダホ・フォールズの試験場に建設されたMark Iは実大の船殻に納められただけでは無く、船殻も海中を模擬した水中に設置された。原子炉の遮へいを実環境で確認するためである。潜水艦内の装置として、建造性、運転性、保守環境、非常時の措置などすべてを確認する必要があった。その作業原理はただ一つ、実機のデータで確認した科学・工学に基づくこと。何の予見も推定も許されなかった。判らないことがあっては、海中の孤立した潜水艦内では対応できないおそれがあり、乗組員を生還させられないことに繋がるからである。

特に、放射線漏れと被ばくには細心の注意が払われた。原子力を海軍に適用できなくなることを恐れたからである。少しでも危険が露見すると研究開発は持たないであろうとの判断である。この結果、原子炉に燃料を装荷したあと上蓋を閉めるに際し、遮へいはガasketを挟んでボルト締めで十分というところに敢えて溶接を加えた。関係する技術者全員が不要との判断をしたにも拘わらず、リコーヴァー大佐は溶接を主張した。我が子が乗務するとして、できるにも拘わらず溶接を不要とするのですか、との問いかけには誰も反対できなかった。

これらの開発に向けたデータと知見の集積は、炉物理、遮へい、炉工学などのハンドブックとして刊行され、研究開発関係者の間で広く活用された。

とはいえ、Mark Iの建造が始まった1950年8月には、1952年の艦船計画に原子力潜水艦第1号を盛り込み、完成時期は1955年1月と設定したことはとてつもない賭けであった。実際に戦闘能力のある潜水艦の設計・建造を推進機関の開発と並行して進めるという離れ業である。潜水艦を熟知し、原子力の開発状況を正確に把握できていたからこそ採り得た選択である。AECの立場からは原子炉に見合う船体を遅滞無く準備するよう働きかけ、海軍の立場からは実機用原子炉Mark IIの納入期限をより早くするよう催促することで、最速の開発を実現した。

後年、米国議会の原子力エネルギー合同委員会、原子力事故のない海軍の輝かしい実績について秘訣を聞かれたリコーヴァー提督は、「秘訣などなにもありません。悪魔は細部に宿ると言います。常に細心の注意を払って問題があるかないかを確認し、問題があれば解決するのみです。」と答えた。

一般社団法人 日本原子力産業協会

量子放射線利用普及連絡協議会の活動紹介



勝村 庸介*

はじめに

一般に、多くの人にとって放射線は怖いとか、関わりたくないといった感情に支配され、忌み嫌われがちなのが現実ではないだろうか。現代社会では放射線無しでは成り立たない事は、冷静に考えれば容易に理解できるはずであるが、忘れがちである。例えば、身近で最も放射線が積極的に利用されているのは病院である。放射線技術無くしては診断も治療も成り立たない。しかし、医療分野以外に放射線は理工学、農学、医学の学術分野でも広く研究に使用されるとともに、その成果は病院以外にも、我々の生活を快適にするために広く活用されているとの認識は必ずしも高くない。

このような現状から、国をはじめとして多くの組織により量子放射線の普及活動が進められているが、依然として十分な効果が上がっているとは言い難い。同時に、多くの組織での活動の状況を把握できていない事も事実である。これは各々の組織が独立に設立され、個別に活動してきたため、全体像を把握する事が出来なかったことも一因であろう。そこで、各々の組織での活動の紹介を通じて、関連組織が問題意識を共有し、協力・協調す

る事が望ましい。このような認識から、一般社団法人である日本原子力産業協会（以下、原産協会と表す）は「量子放射線利用普及連絡協議会」を平成18年8月に設置し、相互の情報交流、連携・協力を促進する活動を開始、進めてきた。10年余にわたるこれまでの活動状況¹⁾を紹介し、今後の展望について述べたい。

量子放射線利用普及連絡協議会の構成員と活動課題

協議会は、各地方にある原子力懇談会、エネルギー懇談会やそれに類する法人機関、放射線利用に関わる協会、放射線利用に関わる民間企業、この分野に関わる大学教員、NPO組織、国立研究開発法人として理化学研究所、量子科学技術研究開発機構の高崎量子応用研究所、及び放射線医学総合研究所の委員で構成されている。オブザーバーで内閣府、あるいは文部科学省の関連部署からも参加頂いている。

本協議会でのミッションは各関係機関で現状取り組んでいる事業および課題レビュー、情報の共有などで、以下の項目が挙げられている。

* Yosuke KATSUMURA 東京大学 名誉教授 / 日本アイソトープ協会 常務理事

1. 広報・教育に関する事項
2. 人材資源、養成に関する事項
3. 放射線利用産業基盤強化に関する事項
4. 放射線に関する規制、民間標準・規格に関する事項
5. 工業、農業、医療、食品等各分野別の課題と対策に関する事項

開催は原則として年二回で、1つないし2つの講演を聴講して質疑応答を行う。続いて、各メンバーから広報誌やポスターなどを配布し、簡単にその活動状況の紹介を頂いている。開催は原産協会にて行うが、時々には研究や開発の現場の視察を行い、現地で活動の紹介を受けている。¹⁾

活動内容と実績

これまでの活動で実施した、開催日時と場所、講演者と講演タイトルを表にまとめる。

* 福島事故関連

この間の最も大きな出来事は、2011年3月11日に発生した東日本大地震による東京電力福島第一原子力発電所事故であった。燃料溶融に続き水素爆発が起り、多量の放射性物質が放出された結果、発電所外の環境への放射線汚染が生じて近辺の住民10万人以上が避難した。関東では一時計画停電も実施され、非常に大きなインパクトをもたらした。これに伴い、放射線の課題が社会問題となり、放射線被ばく、放射能汚染、放射線の健康影響などの話題がインターネット、ツイッターを通じて流れ、さらに大きな混乱を巻き起こした。こういった背景から、多くの福島関連の講演を依頼することになった。最も大きな課題は放

射線の健康影響であった。現在の科学的知識に基づく一般住民には大きな健康影響を与えるほどの被害は出ていないと評価されているが、必ずしも受け入れられていないようであり、未だ健康不安を感じている人も多いように思われる。インターネット、ツイッターを流れる情報の中には状況を煽るようなものも散見した。また、マスコミ報道においては、ニュースも商品であり、広く読んでもらい、よく売れるためにはセンセーショナルに流れる傾向があることも学んだ。一般に国民は放射線についての知識はほとんど持っていないことも明らかとなった。

* 放射線教育、啓発活動

1980年までは、中学校で放射線についての教育が行われていたが、その後2008年3月に中学校理科新学習指導要領が告示されるまでの30年間は、中学校、高校では放射線についてはほとんど教えられてこなかった。丁度放射線教育の再開に向けて準備中の段階で福島事故が起きてしまった。長期にわたり学校の現場で放射線教育が行われてこなかったため、大部分の教員にとっては、これまで放射線の授業を受けたり、授業をしたりの経験は乏しく、教師のスキルアップが必要であることも認識されている。これを解消するために中学校や高校の理科教員を対象にした授業の方法の講習会が全国で行われている。事実、この協議会に参加している組織でも放射線の出前授業を行っているところが多い。同様の問題として、最も積極的に放射線を利用している病院に勤務している看護師の皆さんも放射線の看護教育は受けておらず、患者や患者の家族から放射線の健康影響の相談を受けても返事ができないことがある。先の福島事故でも保健師の活動が不十分であったことから、看

表 量子放射線利用普及協議会 講演テーマ一覧

No	年月日	講師		分野	講演タイトル
		所属	名前		
26	2017.12.5	麻布大学 教授	山田 一孝	利用	動物病院の画像診断
25	2017.6.22 放射線育種場	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 次世代作物開発研究センター 放射線育種場 (ガンマフィールド) 場長	加藤 浩	利用	「放射線育種場の最近の研究および育種」
24	2016.12.8	東京医療保健大学 副学長 教授 放射線看護学会 会長	草間 朋子	教育	「看護師と放射線」
23	2016.7.1 理化学研究所	理研 仁科センター 櫻井RI物理研究室 主任研究員	櫻井 博儀	利用	「奇妙な原子核と核変換」
		理研 仁科センター 応用研究開発室 室長	阿部 知子	利用	「ゲノム新時代の重イオンビーム変異体の利活用」
22	2015.12.1	日本アイソトープ協会 常務理事	山下 孝	利用	「放射線治療の現状と今後」
		聖光学院中学高等学校 教諭 JpGU (日本地球惑星科学連合) 理事 教育検討委員会 委員長	畠山 正恒	教育	「中学校理科教育のなかの放射線教育」 (中学理科の教科書はこう変わった！新教科書の放射線に関する記述の比較データから分かること)
21	2015.6.25	大阪府立大学 地域連携研究機構・放射線研究センター 量子線化学生物学研究室 教授	古田 雅一	利用	「生レバーからみた食品の放射線殺菌の展望」
		株式会社レイテック 研究員	池田 重利	利用	「放射線による新しいフッ素樹脂の開発と応用」 (-フライパンの製造と販売-)
20	2014.12.18	アジア原子力協力フォーラム (FNCA) 日本コーディネーター、 日本原子力研究開発機構フェロー	町 末男	利用	「世界における放射線利用の最新の状況」
19	2014.6.5	㈱放射線医学総合研究所分子イメージング研究センター 分子神経イメージング研究プログラム脳病態チーム研究員	島田 斉	利用	分子イメージングが切り拓く認知症診療の最前線
		毎日新聞社 生活報道部 編集委員	小島 正美	マスコミ	メディアバイアスを読み解く
18	2013.12.5	JAIF 政策・コミュニケーション部 リーダー	小林 雅治	世界	最近の世界の原子力発電動向
		岩崎電気㈱研究開発部 部長	木下 忍	利用	最近の低エネルギー電子線加速器の産業利用
17	2013.6.6	㈱放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター 上席研究員	神田 玲子	福島	放射線による健康影響とリスク・コミュニケーション
		㈱ルイ・パストゥール医学研究センター基礎研究部 インターフェロン・生体防御研究室 室長	宇野賀津子	福島	低線量放射線の生体への影響と食の重要性～科学者としてできることは何か
16	2012.8.21	福島県郡山市立明健中学校 教諭	佐々木 清	福島教育	福島県における放射線教育について
		全国中学校理科教育研究会 会長 練馬区立開進第一中学校 校長	高島 勇二	教育	中学校理科における放射線・エネルギー環境教育について
15	2012.5.14	福島ステークホルダー調整協議会 事務局長 たむらと子どもたちの未来を考える会 (AFTC)	半谷 輝己	福島	福島ステークホルダー調整協議会、AFTCの活動と福島からの思い
14	2011.11.22 JAEA (高崎)	文部科学省 研究振興局量子放射線研究推進 室長	原 克彦	利用	量子ビーム研究開発・利用の推進方策について
		JAEA 高崎量子応用研究所 量子ビーム応用研究 部門長	南波 秀樹	利用	最近の量子ビーム/放射線利用研究開発について-その動向と成果
13	2011.6.15	医療放射線防護連絡協議会 総務理事 自治医科大学・大学RIセンター 管理主任	菊地 透	福島	対応を影響量から考える -放射線影響を基準としたレベル区分の提案-
		京都大学 名誉教授 ICRP (国際放射線防護委員会) 主委員会委員	丹羽 太貴	福島	放射線の健康影響と胎児被ばくの影響
12	2010.12.25	前(㈱農業・食品産業技術総合研究機構 理事 食品総合研究所長 現 聖徳大学 教授	林 徹	利用	食品照射の過去・現在・課題
		東京大学 名誉教授・日本学術会議 副会長 内閣府食品安全委員会専門委員	唐木 英明	利用	放射線はなぜ嫌われるのか ～食品の例から不安の原因を考える～
11	2010.6.15	横浜市立大学大学院医学研究科放射線医学 教授	井上登美夫	Mo,Tc	材料試験炉 (JMTR) を用いたモリブデン -99の国産化に向けた検討
		㈱日本アイソトープ協会 常務理事	井戸 達雄	Mo,Tc	医療用アイソトープ原料の安定供給にかかる現状と 取り組むべき対応
10	2009.11.17	大洗町立磯浜小学校 校長 森 保 大洗町立夏海小学校 教諭 田山 淳子 大洗町教育委員会教育次長 兼 学校 教育課長 藤本 弘幸		教育	「大洗町の原子力・エネルギー教育への取り組み」 について
09	2009.6.8	医学博士 日本原燃㈱放射線管理部 部長	田邊 裕	啓蒙	一般市民への放射線啓蒙活動の経験を踏まえて
08	2008.12.16	㈱大和総研 経営コンサルティング部 次長・シニアコンサルタント	土屋 秀文	利用	先端技術だけではベンチャーは成功しない ～ベンチャー支援とは何か?～
		㈱環境浄化研究所 社長	須郷 高信	利用	ベンチャー企業の勧め～放射線を利用した ベンチャー企業設立・運営の課題と将来展望～
07	2008.8.20 放医研	放射線医学総合研究所	北川 敦志	利用	放射線医学利用の普及への課題 -重粒子線がん治療の普及
06	2008.5.9	放射線教育フォーラム	田中 隆一	教育	「中学の新学習指導要領について」 -理科、特に放射線の取扱いを中心に
		JAEA 高崎量子応用研究所	久米 民和	利用	放射線利用の経済規模調査結果
05	2007.12.19	土幌町農業協同組合 土幌アイソトープ照射センター 内海 和久		利用	馬鈴薯の照射事業の状況と課題
		土幌町農業協同組合 農産部経済課 亀山 裕介		利用	「くらしと放射線」の運営と概要について
04	2007.9.5	㈱大阪ニュークリアサイエンス協会 専務理事	大嶋隆一郎	利用	理科教育の課題と展望
03	2007.4.25	青森大学大学院環境科学研究科 教授	江田 稔	教育	メディアからみた量子放射線利用普及に関する課題
02	2006.12.19	読売新聞東京本社編集局科学部 記者	中島 達雄	啓蒙	食品照射の現状と課題
01	2006.9.14	中国学園大学現代生活学部 教授	多田 幹郎	利用	
01	2006.9.14	キックオフ			

護職のための放射線看護教育研修が実施されていることも知ることができた。²⁾ また、放射線教育は講義だけでは不十分で、実習が不可欠であるが、放射線源や放射線測定器を利用できる支援システムがないことも問題である。以前は「はかるくん」を活用できるサービスシステムがあったが、現在はそれに代わるものがない状況である。

* 食品照射³⁾

日本では、食品照射はジャガイモの発芽防止の技術として1970年代中期には国の認可を受けた。これは世界でもっとも早い食品照射の利用であったが、今に至るまでそれ以外の利用は許可されていない。FAO（国際連合食糧農業機関）、IAEA（国際原子力機関）、WHO（世界保健機関）などの国際機関では、食糧の損傷回避による供給確保、食品の微生物汚染抑制による安全確保の観点から、放射線照射の有用性が認識され、放射線照射は有用で使用を奨励してきた。海外を見ると、ジャガイモはもちろん、タマネギやニンニクをはじめとして、香辛料、小麦、果物、食肉、魚介類にまで活用する国々が増えている。このような世界の動きの中で、日本は食品照射利用の後進国になってしまっている。さらに、これらの研究を推し進めてきた研究者の大部分は現役を退き、技術伝承、人材育成問題に直面している。

* 工業、農業利用への展開

工業分野、農業分野では早くから放射線利用がなされてきた。加速器やコバルトの線源を用いての工業生産は電線生産、タイヤ製造、種々のグラフト重合を用いた機能材料開発や滅菌が広く利用されており、最近では加速器を用いてのペットボトル充填システムも稼働し

ている。農業分野は品種改良でコメ、二十世紀梨などは有名で、最近ではイオンビームを用いての新種の花も開発され、マーケットで販売されている。IAEAなどでも力を入れて進めている。この分野は日本政府の支援によるアジア地域でのFNCA活動も進められている。⁴⁾

* 国内RI供給の問題⁵⁾

医療分野でのRIを用いた核医学診断、治療薬が広く使われている。しかし、サイクロトロンを用いてのPET診断薬製造以外の大部分のRIは国内での生産はできず海外の原子炉で生産したものを輸入している。海外でもRI生産に用いる原子炉の老朽化や予定外の稼働停止、航空機の飛行停止による搬送の影響を受けることが多く、安定供給が問題になっている。このようなことから加速器を用いてのRI生産についても検討されるとともに、新規のRIの国内生産も試みられていることを学んだ。

同様に、コバルト60の供給も海外に依存し、近年価格の上昇が著しい。国内でRIを自給できる体制の整備が必要と考えられるが、一方で国内研究炉の廃炉が進んでおり、今後の状況は明るくない。

* 放射線の先端医療への展開

治療分野の放射線の利用は、がん治療であろう。がん放射線治療は、場合により通院で治療を受けることもでき、患者に優しく高いQOL（Quality of Life）の治療法として展開されている。医療分野は最先端技術を投入することから、科学技術の最前線とも言える。典型例は粒子線治療やイメージング分野である。一方で、医療費の増大抑制も社会的な課題となっている。

以上のように、様々な分野での量子放射線

利用の過去、現在、さらには未来を学び、同時に各機関の活動の情報交換を進めた。

終わりに

中学校理科での放射線教育が復帰したこと、多くの機関での放射線の出前授業などにより、従前以上に放射線を理解する機会が増えてきてはいるものの、量子放射線の認知は未だに十分とは言えない状況である。

今後の本活動の展開として、

- (1) 量子放射線利用に関わる活動、例えば普及活動、出前授業、講演会等のデータベース化を行い、情報のプラットフォーム化などの構築
- (2) 現場の放射線教育や出前授業などで利用可能な放射線測定器や放射線源の貸し出しシステムの構築

などが挙げられ、システム構築実現に向けて、本協議会がお世話ができるかもしれない。

謝辞

10年以上の期間にわたり本協議会活動をご支援いただけてきた一般社団法人 日本原子力産業協会のご理解とご苦勞に対し深く感謝申し上げたい。同時に、参加いただいた各機関のご理解と委員の派遣についてもお礼申し上げる。みなさまのご理解とご支援無くしてはここまで継続できなかったであろうし、今後も、これまで同様に量子放射線利用の普及、放射線の魅力を社会に発信して参りたいと考えており、引き続きご支援賜りますようお願い申し上げます。

参考文献

- 1) 以下の期間の報告書は原子力産業協会のHPに掲載されている。
<http://www.jaif.or.jp/understanding/radiation/>
 2006年8月4日～2008年8月31日（第1期）
 2008年12月1日～2010年11月30日（第2期）
 2010年12月1日～2012年11月30日（第3期）
 2012年12月1日～2014年11月30日（第4期）
- 2) 日本アイソトープ協会では「看護職の原子力・放射線教育のためのトレーナズトレーニング」を国際原子力人材育成イニシアティブ事業（原子力人材育成等推進事業費補助金）として平成28年より3年計画で進めている。
<https://www.jriias.or.jp/> を参照
- 3) これまでの国内の放射線照射に関わる活動については食品照射協議会のホームページにまとめてある。
<http://www.jrafi.jp/index.html>
- 4) FNCA (Forum for Nuclear Cooperation in Asia) は日本が主導するアジア地域での原子力平和利用協力の枠組みで、日本を含む10カ国が参加し、原子力の平和利用を通じて、アジア地域の持続的発展や貧困の撲滅、環境の保全を目指している。
<http://www.fnca.mext.go.jp/>
- 5) 山下孝、中村吉秀「我が国の⁹⁹Mo-⁹⁹Tc供給の現状」臨床放射線 62, 681-691 (2017)

著者プロフィール

1949年広島県出身、1976年東京大学工学系研究科原子力工学専攻博士課程を中退、東京大学工学部助手(1976)、助教授(1984)、教授(1994)を経て、2015年に定年退職した後、日本アイソトープ協会常務理事に就任した。日本放射線化学会会長、JAEA先端基礎研究センターグループリーダー、日本原子力学会水化学部会部会長等を歴任し、現在は日本原子力学会フェローでもある。日本放射線化学会賞(2005)、AARR(Asian Association of Radiation Research) Award(2013)を受賞。最近は看護職の放射線教育の活動にも関わっている。

放射線審議会「放射線防護の基本的考え方の整理－放射線審議会の対応－」をとりまとめ

昨平成29年4月の法改正により、16年ぶりに調査提言機能を回復した放射線審議会は、防護の基本的考え方を本年1月に整理してとりまとめた。複雑化、専門化する放射線防護の考え方を、行政官などが間違えずに理解できるよう簡潔にまとめられている点で画期的である。

放射線・放射性物質が自然界に広く存在し、我が国では実効線量で年間平均2.1mSvを受けると評価され、地域差や食習慣の違いなどにより1人1人が受ける線量には幅のあることから説き起こし、放射線を受けることのメリットとデメリットを考慮することが必要としている。しきい値や有益な影響もあるのではないかと議論の尽きない低線領域の線量反応関係については、科学的に証明された真実として受け入れられてはいないものの、放射線防護を考える上で、線量とリスクの関係を直線近似で表すLNT (Linear Non-Threshold) モデル (直線しきい値無し仮説) を仮定として採用している。また、人体の影響では、がんと遺伝性影響が該当する確率の影響という考え方について、線量がゼロではない限りリスクはゼロではないとみなしていること、およそ100mSv以下では明確な因果関係が明らかにはなっていないこと、さらに遺伝性影響については、原爆被爆者の子どもや小児期に放射線治療を受けた患者の子どもなどでの疫学調査からは、ヒトでは疾患が増えたという証拠が得られていないことが示されている。

放射線審議会は、審議・答申にあたり、この考え方がどう整理されているかを関係省庁に求めるとし、さらに技術的な新知見による基準のあり方のみならず、放射線源の新たな利活用法等も情報収集の対象として関係省庁と共有していくとしている。多周回遅れと擲擻された我が国の放射線防護が世界標準を先導する日の到来を期待したい。文書は、<https://www.nsr.go.jp/data/000216628.pdf> で得られる。

放射線安全技術講習会

－ 受験対策の決定版！ 優れた講師陣！！ －

第61回放射線取扱主任者試験受験対策セミナー・開催のお知らせ

1. 期 日 第一種コース 平成30年6月11日(月)～6月16日(土)の6日間
第二種コース 平成30年6月25日(月)～6月29日(金)の5日間
2. 会 場 東京都文京区湯島2-31-15 和光湯島ビル4階 公益社団法人日本保安用品協会
3. 受講対象者 第一種又は第二種放射線取扱主任者の国家試験受験を予定している方
4. 定員及び
受講料

定 員	受講料 (消費税別)
第一種コース 40名	55,000円
第二種コース 40名	45,000円
5. 申込締め切り 各コースともに定員になり次第締め切りとさせていただきます。尚、第一種コースは平成30年6月1日、第二種コースは平成30年6月15日まで受け付けます。
6. 講習会主催者
及び申込先 公益社団法人日本保安用品協会 放射線取扱主任者試験受験対策セミナー事務局
〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-15 和光湯島ビル5階
TEL 03-5804-3125 FAX 03-5804-3126 担当 福田/栗原
e-mail : r-seminar@jsaa.or.jp URL : http://www.jsaa.or.jp
7. 申込用紙の
入手方法 申込書は主催者ホームページよりダウンロード若しくは、メール、電話等による請求にて入手可能です。
8. 申込方法 郵送またはFAXにてお申し込みを受け付けます。メール、電話等による申し込みの受付はいたしません。
9. その他 お支払を確認後、「受講券」をお送りします。なお、受講料のお支払いは銀行振込でお願いいたします。

「2018国際医用画像総合展出展」のご案内

画像診断学・放射線腫瘍学・核医学を問わず放射線医学の全ての分野における、国内最大級のイベント、日本放射線技術学会・日本医学物理学会・日本医学放射線学会の学術大会が横浜で開催されます。弊社は今年も併設する「国際医用画像総合展（ITEM2018）」に出展いたします。お馴染みの製品をはじめ、新商品のご紹介もいたします。

日頃ご愛顧を賜っているお客様にお会いできることをスタッフ一同、心待ちにしております。お客様のお役に立てる製品の展示をいたしますので、学会へお出かけの際はぜひお立ち寄りください。

* 展示予定商品 *

- ①高線量率密封小線源治療装置「Flexitron」
- ②高線量率密封小線源治療装置用「アプリケーション」（薬機法未承認品含む）
- ③放射線治療装置用QA/QC製品（Standard Imaging社 他）
- ④ガラス線量計小型素子システム「Dose Ace」
- ⑤ガラス線量計「RADIREC」
- ⑥個人線量測定モニタリングサービス「ガラスバッジ」
- ⑦眼の水晶体の線量測定用線量計「DOSIRIS」
- ⑧マンモQC測定サービス「マンモQC」

展示品内容は変更する場合がございます。

* 開催日時 *

平成30年4月13日（金） 10：00～17：00

平成30年4月14日（土） 9：30～17：00

平成30年4月15日（日） 9：30～15：00

* 会場 *

パシフィコ横浜展示ホール：ブースNo.422

* 学術大会 *

会期：平成30年4月12日（木）～15日（日）

第77回日本医学放射線学会総会

第74回日本放射線技術学会総会学術大会

第115回日本医学物理学会学術大会



（担当：営業企画本部 金澤恵梨子）

サービス部門からのご願い

4月1日はガラスバッジ、ガラスリングの交換日です。

平素より弊社のモニタリングサービスをご利用くださりまして、誠にありがとうございます。

4月1日はガラスバッジ、ガラスリングの交換日です。

ご使用期間が3月31日までのガラスバッジ・ガラスリングは、ご使用期間終了後、速やかに弊社測定センターまでご返送くださいますようお願いいたします。

平成29年度の個人線量の集計は、平成29年4月1日から平成30年3月31日までのご使用分が対象です。ご使用になったガラスバッジをすべてご返却ください。

法定管理帳票として「個人線量管理票」を出力いたします。関係法令で定められた線量限度を超えていないことをご確認ください。

編集後記

- これを書いている今日は2月9日、日本海側の各地では例年になく大雪に見舞われています。痛ましい事故のニュースも聞こえてきており、心よりお見舞い申し上げます。気象庁ホームページで積雪量を確認したところ弊社営業所のある鳥根県松江市では平年比1250%(!)の25cm、石川県金沢市では493%の69cm、福井県敦賀市では371%の52cm。気象庁観測点での最大積雪量は、山形県大蔵村肘折(ヒジオリ)の346cm(平年比134%)とのこと。一方、さくらの開花予想は平年並みとのこと、本誌がお手元に届く頃、各地での開花には今しばらく時間がかかる待ち遠しい時期でしょうか？
- 産業技術総合研究所の清水森人先生に放射線治療用線量計の分離校正について解説をお願いしました。わが国では2018年度から分離校正が開始されるとのことですが、常日頃使っているサーベイメータ類とは異なる校正方法の有効性など知ることができました。
- 放射線同位元素を扱う読者の皆様をはじめ弊社も常日頃お世話になっている日本アイソトープ協会では新たに神奈川県川崎市に「川崎技術開発センター」を新設されましたが、まささな状態で施設見学を受け入れていただきました。ロケーションも素晴らしいようなので、是非一度お訪ねしたいと思います。
- 放射線は、医学・医療、理工学、農学など様々な分野で有効に活用されていますが、これら相互の情報交換や連携・協力を促進するために設立された量子放射線利用普及連絡協議会について日本アイソトープ協会の勝村庸介先生にご紹介いただきました。10年以上に亘って活動されていますが、昨年6月のガンマフィールド見学・講演に楽しく参加させていただいたことを思い出しました。
- 今年には弊社創立60周年に当たります。また、本誌8月号で創刊500号を迎えます。それぞれに応じた企画を計画していますので、ご期待ください。
(谷口 和史)

FBNews No.496

発行日/平成30年4月1日

発行人/山口和彦

編集委員/今井盟 新田浩 中村尚司 金子正人 加藤和明 青山伸 河村弘

谷口和史 岩井淳 川口桃子 小口靖弘 佐藤大介 高橋英典 和田卓久

発行所/株式会社千代田テクノ

所在地/〒113-8681 東京都文京区湯島1-7-12 千代田御茶の水ビル

電話/03-3816-5210 FAX/03-5803-4890

<http://www.c-technol.co.jp/>

印刷/株式会社テクノサポートシステム

—禁無断転載— 定価400円(本体371円)