



Photo H. Fukuda

Index

「原子力の日」に思う	
－お守り線量計とNPOの仲間たち－	松田美夜子 1
蛍光ガラス線量計を利用した医療用リニアックの出力線量調査	水野 秀之 3
量と単位－国際単位系(SI)について－<第2回>	高田 信久 7
洞爺湖サミットと原子力	
－地球を救う切り札は「原子力発電と省エネ」－(下)	町 末男 12
FBNews アンケート集計結果報告	13
学会感想記 ---日本保健物理学会第42回研究発表会---	17
放射線障害防止法に基づく放射線取扱主任者の「定期講習」のご案内	18
平成20年度放射線安全管理講習会開催のご案内	18
保物セミナー2008	18
[サービス部門からのお知らせ]	
“ガラスバッジのお届け内容の詳細確認について”	19

●「原子力の日」に思う

— お守り線量計と NPO の仲間たち —



松田 美夜子*

大学の環境防災学部で環境社会学系の教授をしていた私は、2007年1月から原子力委員に就任しました。専門は廃棄物政策と循環社会システム。自治体・企業・市民の連携の下に、新しい社会システムの中でごみを減らすために様々な政策提言を行うと共に、国の各種のリサイクル法の制定に長年かかわってきました。その関連で国の高レベル放射性廃棄物関係の委員をしていましたが、原子力の専門家ではありませんでした。

それゆえ、私にとってアルファ線、ベータ線、ガンマ線や、ベクレル、シーベルトなどという単位はなじみがありませんでした。読者の皆さんにとってはお仕事の上で当たり前前の常識になっていることが、原子力エネルギーについて学ぶ機会のない人たちにとっては、とても難しいことに思えるのです。一般の人々の暮らしの中では、病院などで胸のレントゲン写真を撮るときに、放射線を使っているくらいのことは知っていましたが、放射線の単位まで知る機会はないのです。

私は、原子力委員になってから、私が理解できない専門用語は、日本中の原子力分野以外の人には理解できないと思うようになってきました。これからの時代は、お茶の間で悪玉や善玉コレステロールが話題に

なるように、放射線についてもお茶を飲みながら話題にする時代が来なければ、人々の原子力への理解は進んでいかないと思いました。

私は、同じ原子力委員の田中俊一先生に、どうすれば一般の人に放射線について分かり易く話せるかをご相談しました。そして、ご紹介いただいたのが千代田テクノルの細田敏和社長と幹部の人々です。2007年の3月の終わり頃、皆さんと私の部屋でお会いしたとき、見せていただいたのが、「お守り線量計」です。それは、高さと幅が25 mm、厚さ13 mmほどのおしゃれな印籠型の携帯ストラップの中に、自然放射線を計量する小さな装置が入っています。これを1年後に千代田テクノルの工場に返却すると、その持ち主が1年間に自然界から受けた放射線量が計測できるようになっています。

私はひと目でこの線量計に魅了されました。放射線量を自分は1年間にどれくらい受けたか、実際に体験できるのです。素晴らしい教育ツールになると思いました。現地で計測システムを勉強することになり、6月の下旬、NPOの仲間9名とその工場を訪問しました。工場の計測施設の品質管理の行き届いたシステムに圧倒されました。ここでは、日本の原子力施設の従業員の方々が使われた線量計がきちんと計測処理

*Miyako MATSUDA 原子力委員会 原子力委員

● 原子力の日に思う

され、一人ひとりの手元にデータが送り届けられる様子を見て、その仕組みが大変に納得できました。「放射線の安心を保障してくれているのが千代田テクノル」なのです。同行したNPOの仲間は、ジャーナリスト、大学の先生、環境コンサルタントなどの仕事もしていますが、放射線については初めての勉強で、感動していました。

国の原子力広報は、今まで広報の専門家によって行われてきましたが、TVコマーシャルのように情報の一方的な提供のため、市民の生の声をすくって、それを活用した広報はあまり行われていませんでした。ところが、2007年から、国の公募予算に小さな変化が現れました。原子力広報をするときには、NPOと連携で進めるという資源エネルギー庁のプログラムが出来たのです。

私は、放射線量計の工場見学と一緒に行った仲間に、市民提案を受ける企画公募があるので、企画を出してみないかと呼びかけました。そして、彼女たちが提案してきたのが「お守り線量計」を活用したワークショップの開催です。

公募に採用されて昨年は、全国5ヶ所でワークショップが開催され、延450人の参加がありました。千代田テクノルの協力を得つつも、NPOの活動は自立すべきなので、レンタル料金を千代田テクノルに支払い、興味のある人に使っていただいたのが200個。今、半年間の計測値が手元に届いていますが、多くて0.4ミリシーベルト程度のわずかな線量でした。



「お守り線量計」を使ってみたくてWSに参加したいという申し込みもあり、「お守り線量計」は携帯ストラップとして付けられることから、みんなの人気者です。

今まで、原子力や放射能を語ることは、

原子力反対派と思われるといけないとか、推進派と思われるのは本意ではないと、なかなかくらしの中で話題になりませんでした。

しかし、今年の全国WSは、「お守り線量計」のおかげで、放射線を国民がきちんと理解し、原子力廃棄物について真正面から語り合うという、小さな風穴が開きました。全国交流集会には、放射線の専門家千代田テクノルのアドバイザーをされている加藤和明先生も個人参加をしてくださり、参加者と楽しく交流していただきました。今年は、今年の開催地（5地区）に加えて、新たに10県で10地区のWSを開催します。

「お守り線量計」も、私たちと一緒に活動します。放射線の線量計の利用者は、さらに増えそうです。ブレスレットやペンダントになって、若者たちのアクセサリーとして活用されることや、電源立地地域では、各戸に線量計が設置されるようになる活動を続けたいと思っています。

 プロフィール 

1963年奈良女子大学卒業。経済産業省認定消費生活アドバイザー。富士常葉大学 環境防災学部 教授を経て、現在内閣府原子力委員（常勤）。国の各省の審議会委員を歴任し、廃棄物政策・循環型社会づくりに積極的に参加。「廃棄物処理法」、「容器包装リサイクル法」、「家電リサイクル法」、「自動車リサイクル法」等の制定にかかわる。中央環境審議会委員として、地球温暖化問題、環境税などの審議にも参加した。欧米14カ国の廃棄物政策の動向をつかむため自費取材を15年間継続。主な著書に「欧州レポート—原子力廃棄物を考える旅」、「本当のリサイクルがわかる本」など、多数。「エネルギーフォーラム賞（普及啓発賞）」受賞。



蛍光ガラス線量計を利用した 医療用リニアックの出力線量調査

水野 秀之*



はじめに

アジア原子力協力フォーラム¹ (Forum for Nuclear Cooperation in Asia ; FNCA) が行ったアジア 4 カ国における医療用リニアック出力線量について紹介する。FNCA は、近隣アジア諸国との原子力分野の協力を推進するための活動であり、その協力分野は原子炉関連のみにとどまらず、医学・農業・工業に及ぶ。医学利用のプロジェクトに関しては、アジア地域で患者が多い子宮頸がんや、上咽頭がんを対象とし、統一・基準化された治療手順（プロトコル）を確立し、その治療成績を評価する国際共同臨床試行を通じて、標準的治療法を確立し、アジア地域の放射線治療の水準向上をめざすことを目的として活動している²。当放射線医学総合研究所は、プロジェクトリーダーの辻井博彦理事を始め、この医学利用プロジェクトを中心になって担っており、私も医学物理士の立場よりサポートしている。その活動の一つとして、放射線治療の物理学的品質保証・品質管理（QA/QC）と題し、国際共同臨床試行参加施設に対する訪問・郵送調査による医療用リニアックの出力線量調査を現在行っている。多国間において、放射線治療の共同臨床研究を行うには、線量の基準が統一されていることが前提である。患者への投与線量 1 Gy はどこの国でも同じ 1 Gy でなくてはならない。線量のトレーサビリティおよびリニ

アックの出力校正が適正に行われることが重要であり、この QA/QC プロジェクトはそれを保証するための活動である。医療用リニアックの出力線量調査は、電離箱線量計により訪問測定されるのが理想的であるが、多国間におよぶ調査には適していない。蛍光ガラス線量計は、小型の積算線量計であり、これを用いることにより、郵送による線量評価が可能となる。本稿においては、蛍光ガラス線量計を用いた医療用リニアック出力線量調査について報告する。

医療用リニアックの出力線量

医療用リニアックの出力線量は、トレーサビリティのある電離箱線量計を用いて、基準条件にて測定される。トレーサビリティは、各施設の線量計が、適正な校正により 2 次線量標準機関 (Secondary Standard Dosimetry Laboratory ; SSDL) または 1 次線量標準機関 (Primary Standard Dosimetry Laboratory ; PSDL) により各国の国家標準に、そして最終的には国際度量衡局 (Bureau International des Poids et Mesures ; BIPM) に繋がっていることである。また、基準条件に関しては、IAEA³ (International Atomic Energy Agency) や AAPM⁴ (American Association of Physicists in Medicine) がプロトコルを出しており、アジア諸国では、主に IAEA のプロトコルを使用している。

*Hideyuki MIZUNO 放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター 放射線治療品質管理室 研究員

日本においては、IAEA をベースとした独自のプロトコルを採用している⁵。どちらも基準照射野10 cm×10 cm で、深度10 cm にて測定する。治療現場では、毎週出力測定を行い、±2%以内で基準値（線量最大深さで1 Gy）と一致するように調整する。

蛍光ガラス線量計を用いた出力線量調査

世界的に、第三者による医療用リニアックの出力線量調査の歴史は長い⁶。各施設において、それぞれの品質管理プログラムに基づいた線量管理がなされていることを、外部の機関がチェックする意味での第三者の調査は、安全な医療提供に重要な役割を果たしている。これまで、その調査のための積算線量計として、熱蛍光線量計（TLD）が用いられてきた。TLD は小型で汎用性高く利用されたが、フェーディングの影響

が大きいことや一度しか読み取りができないなど、精度を出そうとすると、取扱い、読み取りにある程度の習熟が必要であった。その点、蛍光ガラス線量計 DOSE ACE（AGC テクノグラス製）は、サイズは TLD と同等で、フェーディングはほとんど無視でき、何より繰り返し読み取りが可能である。さらに、ID が刻印されているタイプもあり、取扱い上の利便性がよい。DOSE ACE を用いた医療用リニアックの基準条件における出力線量調査は、2007年11月に国内で事業化することに成功した⁷。蛍光ガラス線量計を封入した水等価な固体ファントム（京都科学製タフウォーター）を施設に送付し、水と同様の基準条件セットアップにて、1 Gy 照射を行うシステムである。下記 Step 1～4 にその流れを示す。

Step 1

ガラス線量計をタフウォーターファントムに封入後、施設に送付する。



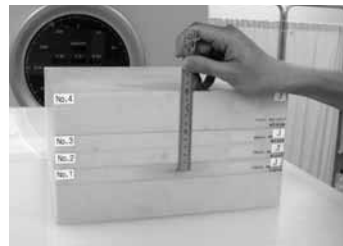
Step 2

施設において、基準照射野10 cm×10 cm の中心にガラス封入ファントムをセットする。



Step 3

タフウォーターファントムを積み上げ、ガラス線量計が基準深度10 cm になるようにセットし、基準条件が1 Gy になるように計算された線量を照射する。



Step 4

施設から送り返されてきたガラス線量計を専用の読み取り装置で読み取る。



図1（Step 1～4）ガラス線量計を用いたリニアック出力線量調査の流れ

2006年から2007年にかけて、放射線医学総合研究所と厚生労働省研究グループは共同で、国内のがん診療連携拠点病院を対象として、このシステムを用いた出力線量調査を実際に行った^{8,9}。106施設、192ビームに対する調査結果は、計算線量とガラス線量計による測定線量の差が、中心値0.3%、標準偏差1.3%であった。この良好な結果を受け、第三者による出力線量調査の事業化が実現した次第である。結果の評価については、TLDを用いて出力線量調査を行っているヨーロッパのグループ10 (ESTRO/EQUAL) の基準に準じた。それは下記の通りである。

- 最適範囲 ± 3%以内
- 許容範囲 ± 5%以内
- 許容範囲外 + 5～10%
- 5～10%
- 緊急レベル ±10%を超えた場合

FNCA の QA/QC プロジェクト

国内で健全性が確かめられたこのシステムを、FNCA の多国間に渉る線量調査に使用した。現在までの調査実施国は中国、韓国、インドネシア、ベトナムの4カ国の計7施設である。中国やインドネシアに関

しては、輸送によるコスト（関税等）が渡航費に匹敵するレベルであったため、現地までファントム、ガラス線量計を持参して、照射してもらった。いずれの施設でも、スタッフは非常に協力的でスムーズに調査を行うことができた。

調査した20ビームの結果を図3に示す。ガウス関数によるフィッティングの結果、中心値は+0.5%、標準偏差は1.6%となった。1ビームだけ6%と、許容範囲を超えた偏差を観測した。この施設に対しては、Eメールにより10数回のやり取りを行い、最終的に原因を突き止めた。この施設が自施設の電離箱を用いてリニアック出力線量測定を行った際、気圧の値を間違えて記載していた。真の気圧は“100.6 kPa”であるのに対し、メールで送付してもらったデータシートには“106kPa”と記載されていた。通常気圧の範囲でないこと、また、同時に測定された他のエネルギーのデータシートには前者の正確な気圧が記載されていたことより、該当するエネルギーの出力を誤って算出していたことが判明した。先方にそのことを伝え、向こうもその誤りを認識した。第三者による線量調査の重要性を改めて感じた出来事であった。



図2 インドネシアにおける線量調査風景

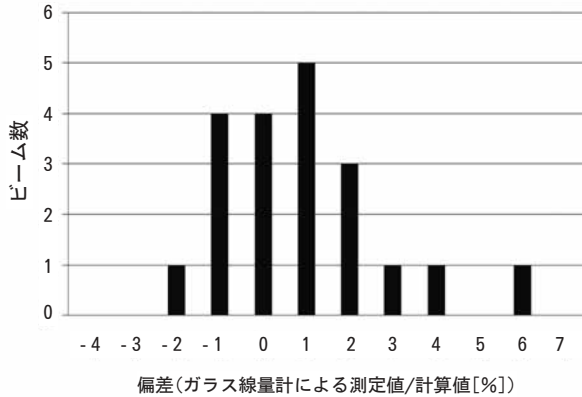


図3 リニアック出力線量調査結果。20ビームについて、ガラス線量計出力と計算線量の比をプロットした。

結語

FNCA のプロジェクトの一環として中国、韓国、インドネシア、ベトナムの4カ国において、医療用リニアックの出力線量調査を蛍光ガラス線量計を用いて行った。1ビームのみ、許容範囲外という結果が得られたため、原因を調査し、改善することができた。今後はフィリピン、マレーシア、タイに対して調査を行う予定である。

参考文献

- 1 アジア原子力協力フォーラム
<http://www.fnca.mext.go.jp/>
- 2 T Ohno et al. : Accelerated hyperfractionated radiotherapy for cervical cancer : multi-institutional prospective study of forum for nuclear cooperation in Asia among eight Asian countries. Int J Radiat Oncol Biol Phys 70(5) : 1522-9, 2008
- 3 IAEA : Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy. IAEA TRS No. 398, 2000
- 4 AAPM TG-51 : Protocol for clinical reference dosimetry of high-energy photon and electron beams. Med Phys 26 : 1847-70, 1997
- 5 日本医学物理学会編 : 外部放射線治療における吸収線量の標準測定法 (標準測定法01). 通商産業研究社、2003
- 6 J Izewska et al. : The IAEA/WHO TLD postal programme for radiotherapy hospitals. Radiother Oncol 54 : 65-72, 2000
- 7 医用原子力技術研究振興財団
<http://www.antm.or.jp/>
- 8 H Mizuno et al. : Feasibility study of glass dosimeter postal dosimetry audit of high-energy radiotherapy photon beams. Radiother Oncol 86 : 258-63, 2008
- 9 水野秀之他 : リニアック出力調査のためのガラス線量計の読み取り法と補正係数の確定 : 医用標準線量12(1)、2007
- 10 IH Ferreira et al. : The ESTRO-QUALity assurance network (EQUAL). Radiother Oncol 55 : 273-84, 2000

★ プロフィール ★

- 1999年 東北大学理学研究科物理学専攻修了 (サイクロトロンを用いた (p, n) 反応の研究で修士号)
- 1999年 埼玉県立がんセンター勤務 (放射線治療部門で医学物理士として働く)
- 2003年 東北大学工学研究科社会人博士課程修了 (重粒子線治療の2次ビーム利用研究で工学博士号)
- 2005年 放射線医学総合研究所勤務 (放射線治療品質管理室で放射線治療品質管理士として働き、現在に至る)

量と単位

— 国際単位系 (SI) について —



高田 信久*

< 第 2 回 >

3.4 電流 (アンペア)

基本量の一つに選ばれている電流の単位アンペアは、真空中に1メートルの間隔で平行に配置された無限に小さい円形断面積を有する無限に長い二本の直線状導体のそれぞれを流れ、これらの導体の長さ1メートルにつき 2×10^{-7} ニュートン (N) の力を及ぼし合う一定の電流であると定義されている。

間隔 r で設置された平行な導体の単位長さ当たりに及ぼす力 F は電流を I 、真空の透磁率を μ_0 とすると、

$$F = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi r}$$

で与えられる。従ってアンペアの定義は、 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2} = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$ (H はインダクタンスの単位ヘンリー) と定義したことに同じことである。この定義が決定された1946年当時には、cm、g、s を基準とする CGS 電磁単位による電流の10分の1と決められたアンペアや、電圧と抵抗のそれぞれ 10^8 倍と 10^9 倍とされたボルトとオームなどが実用単位と呼ばれ、一般に使用されていた。上記のような力 ($2 \times 10^{-7} \text{ N/m}$) の値を用いてアンペアが定義されたのは、電流と力を結ぶ上記の式を出発点として定義したのではなく、実用単位のアンペアの量に一致するように定義し

たためである^{15,16)}。またこれによってボルトやオームの大きさも変更せずに (定義だけ変更し)、後に示す「一貫性のある単位系」とすることができた。

電流を上記の定義に従った方法で正確に設定することは困難である。実際には質量の所で記したワットバランス法を用いて電流と力 (力は質量と加速度によって定義される) を結び付けて設定されている。

一方、ジョセフソン素子に周波数 f の電磁波を照射すると、ステップ状の電圧 $V_n = nf/(2e/h)$ が得られる。ここで n は整数、 e は電気素量、 h はプランク定数である。また量子ホール効果によって、 i を整数として $R_H = (h/e^2)/i$ のステップ状の抵抗が得られる。これらの量子現象による値は高精度で再現されることが知られている。従って、 $(2e/h)$ と (h/e^2) のそれぞれに対して使用すべき値を協定し、これらの値を用いた電圧と抵抗の値付けが1990年から国際的に開始された。電流標準も、これらの電圧と抵抗を基準とする設定手段によって実現されている¹⁷⁾。

3.5 熱力学温度 (ケルビン)

熱力学温度の単位ケルビンは、水の三重点の熱力学温度の $1/273.16$ であると定義されている。三重点は図4に示すように、

*Nobuhisa TAKATA 独立行政法人 産業技術総合研究所 計測標準研究部門 放射線標準研究室

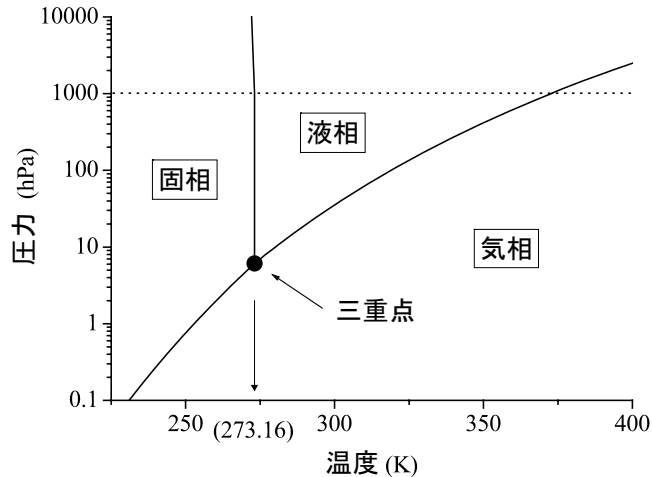


図4. 水の状態図

右上がりの実線は、各温度における飽和水蒸気圧を表す。わずかに左に傾いている縦の実線は、各気圧における氷の融点を表す。これら2本の線によって分けられた3つの区域はそれぞれ固相（氷）、液相（水）、気相（水蒸気）の領域を示す。2本の線がぶつかる点が三重点で、気圧は6.117 hPa、温度は273.16 K (0.01°C)である。点線は1気圧（1013.25 hPa）を表す。点線と縦の実線の交点が氷点で、温度は273.15 K (0°C)である。点線と飽和水蒸気圧を表す実線の交点は1気圧における水の沸点（100°C）である。

圧力と温度の、ある一点の条件の下で固相（氷）、液相（水）、気相（水蒸気）が共存できる状態である。使用する水は、成分の水素（ ^1H 、 ^2H ）と酸素（ ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O ）の同位体組成比が定められている⁷⁾。

通常使用されている温度の単位であるセルシウス度（一般的には摂氏）は、以前は、1気圧における水の氷点を0°C、沸点を100°Cとして定義されていた。ケルビンは熱力学の法則から考えられる最低温度である絶対零度を0 Kとし、水の三重点をもう一つの基準点としたものである。この基準点を何度とするかは任意であるが、温度の差または間隔をセルシウス度と等しくとった場合の273.16 Kとしたものである。

セルシウス度で表した温度 t はケルビンで表した温度 T と次の関係にある。

$$t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273.15$$

現在ではセルシウス度は上式を用いてケルビンによって定義されている。

3.6 物質質量（モル）

物質質量の単位モルは、0.012キログラムの炭素12 (^{12}C) の中に存在する原子の数に等しい数の要素粒子を含む系の物質質量であると定義されている。この特定の数はアボガドロ定数と呼ばれている。モルは、原子、分子、イオン、電子、その他の粒子、またはそれら粒子の集合体に対して用いることができるが、モルを用いるときはその要素粒子が何であるか指定しなければならない。

初期においては、それぞれの物質の原子量や分子量にグラムを付けた量をグラム原子やグラム分子あるいはモルと呼んだ。例えば酸素の分子量は32であるから32 gの酸素が1モルであるとした。モル数が同じならそれに含まれる物質の原子数や分子数は同じと考えられていた。しかし各元素に同位元素があることが分かり、炭素12を基準とする上記の定義になった。

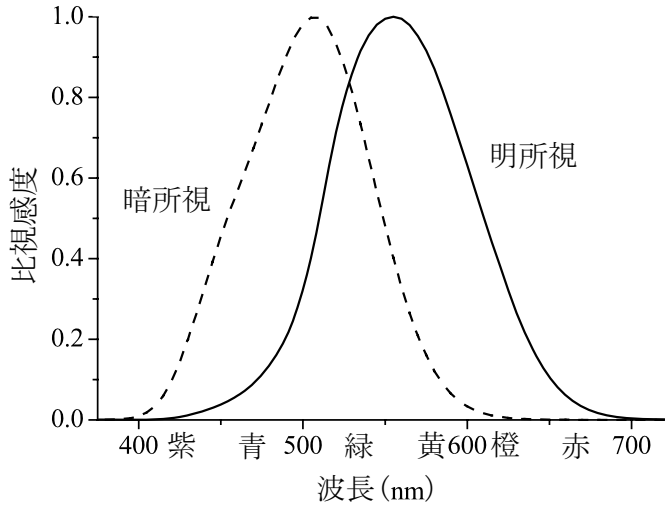


図5. 明所視と暗所視の比視感度。明所視における各色が対応する凡その波長位置を示した。

3.7 光度 (カンデラ)

光度の単位カンデラは光源の明るさの単位であり、光源からある方向の単位立体角当たりに単位時間でどれだけの光が出ているかを表す。カンデラは、周波数 540×10^{12} ヘルツ（波長約555 nm）の単色放射を放出し、所定の方向におけるその放射強度が1/683ワット毎ステラジアンである光源の、その方向における光度であると定義されている。

明るさは人間の感覚量であり、波長に依存する。光度は立体角当たりに放出される電磁波の単位時間当たりのエネルギーとして純粋に物理的な量として測定されるが、この測定量に、各波長に対応して決められた比視感度を乗じることによって得られる。各波長の光に対する感度は個人によって異なり、その人の年齢や体調によっても変化する。また人間の目は、日中や照明器具をつけた明るい時と夜間のように暗い時では、種類の異なる視細胞が働いている。このため、明るい所（明所視）と暗い所（暗所視）での視感度は異なる。図5に明所視と暗所

視の比視感度を示す。これらの比視感度は平均的な値として国際照明委員会（International Commission on Illumination: CIE）によって提案され、国際度量衡委員会によって受け入れられたものである⁷⁾。

二つの内、より重要な明所視の比視感度は、波長360 nmから830 nmの範囲の光に対して値が決められており、555 nmの波長（黄緑色）で最大の1とされている。カンデラの定義において1/683ワット毎ステラジアンとなっているのは、現在の定義となる前は、標準大気圧下での白金の凝固点（融点）における黒体放射によって1 cm²当たりから垂直方向に放出される光度の1/60と定義されており、その量に一致させたためである。

基本量から外れるが、光束の単位ルーメンは単位時間当たりに通過する光の量（エネルギー）を上記の比視感度で加重したものであり、1カンデラの光度を持つ点光源から1ステラジアン of 立体角内に放出される光束である。照度の単位ルクスは、この光源から1 mの距離にある球面の照度

(1 m²あたり 1 ルーメンの光束で照らす照度)である。

ある場所にどれだけの光束が来るかは照度として測定されるが、その場所の明暗は、その表面の反射率に依存する。表面の明るさは輝度で表す。輝度は単位面積当たりからその面に垂直方向の単位立体角当たり放射される光束で、単位はカンデラ毎平方メートルである。輝度は照らされている面だけでなく、電球や蛍光灯、テレビ画面のような光源面についても使用される。

これまでに明らかなように、各基本量(時間、長さ、質量、電流、熱力学温度、物質質量、光度)はそれぞれ独立なものと考えることができる。しかしそれらの単位(秒、メートル、キログラム、アンペア、ケルビン、モル、カンデラ)は互いに他の量を用いて定義されている。2011年に予定されている基本単位の改定の内容によっては、それらの関係は現在とは異なったものとなる。あるいは、現在は実験的に求められるものとされているプランク定数や電気素量

のような物理定数が、光速のように値を決められ、基本量の単位はそれらの値から導かれるものと定義されるのかも知れない。

4. 量と単位の名称と記号



4.1 名称と記号

表1に示すように、量の記号は一般にイタリック体(斜体)の1文字で示すことになっている。各種の量として推奨される記号がJIS Z 8202シリーズなどに示されている。

7つの基本単位には、それぞれの名称と記号が定められている。組立量の組立単位にも定められた名称と記号(例えば、平方メートルm²、キログラム毎立方メートルkg/m³など)がある。単位記号にはローマン体(立体)を用いる。アンペア(A)、パスカル(Pa)、ベクレル(Bq)、グレイ(Gy)などからも分かるように、人名に由来する単位記号の場合は最初の1文字は大文字で表す。例外として体積のリットルは

表1 SI基本単位

基本量		基本単位	
名称	量記号(代表例)	名称	単位記号
長さ	<i>l, x, r, R</i>	メートル	m
質量	<i>m</i>	キログラム	kg
時間	<i>t</i>	秒	s
電流	<i>i, I</i>	アンペア	A
熱力学温度	<i>T</i>	ケルビン	K
物質質量	<i>n</i>	モル	mol
光度	<i>I_v</i>	カンデラ	cd

アルファベットの l が数字の 1 と混同される危険があるため、小文字の l または大文字の L のどちらを用いても良い。

数多くある SI 組立単位の内、22 のものには固有の名称と記号が与えられている。例えば平面角のラジアン（記号は $\text{rad} = \text{m/m}$ ）、周波数のヘルツ ($\text{Hz} = \text{s}^{-1}$)、力のニュートン ($\text{N} = \text{m kg s}^{-2}$)、電位差（電圧）のボルト ($\text{V} = \text{W/A} = \text{m}^2 \text{ kg s}^{-3} \text{ A}^{-1}$) などである。放射線関連分野では、放射能のベクレル ($\text{Bq} = \text{s}^{-1}$) や、吸収線量、比エネルギー分与、カーマに用いられるグレイ ($\text{Gy} = \text{J/kg} = \text{m}^2 \text{ s}^{-2}$)、線量当量、周辺線量当量、方向性線量当量、個人線量当量に用いられるシーベルト ($\text{Sv} = \text{J/kg} = \text{m}^2 \text{ s}^{-2}$) がこれに属する。以前使用されていた照射線量の非 SI 単位にはレントゲンと言う固有の名称と記号 R が与えられていたが、現在の照射線量の単位 (C/kg) の名称はクーロン毎キログラムであり、固有の名称はない。

4.2 放射能と比エネルギー分与の用語

量の名称「放射能」の用語について、国際文書第 8 版には、『放射性核種の activity (activity referred to a radionuclide) として、しばしば間違った用語の radioactivity が使用されている』との注が付されている。日本語の「放射能」は正にこの“間違った”用語であるが、日本語版では、「activity」を「放射能」以外の用語に変更すると混乱をきたすとして、従来と同様に「放射能」と訳されている。

日本語の「放射能」は、放射性核種が単位時間当たりに起こす核の崩壊数（期待値）という量としての放射能（activity）と、放射性核種が持つ自発的な崩壊による放射

線放出や核分裂の性質としての放射能（radioactivity）の両方の意味を持つ。「国際単位系（SI）」に上記のような注が書かれていることは、他の多くの言語でも同様な“間違った”用語が用いられていることを語っているのであろう。しかし「放射能」はそれに限らず、放射性物質や放射線の意味として誤用されることも多い。

単位グレイを使用する量の一つである「比エネルギー分与」は specific energy (imparted) の訳である。前 7 版の日本語版では、「質量エネルギー分与」とされていたが、他の量の訳語の字句と同じに統一され、直訳に変更された。比エネルギー分与は、放射線照射によって、ある体積の物質が単位質量当たりに付与されるエネルギー ($\text{Gy} = \text{J/kg}$) である。微視的に見れば放射線によるエネルギー付与は離散的であるから、体積が小さければ同じ照射条件でも、その物質に付与されるエネルギーは照射ごとに異なる。従って、比エネルギー分与の分布を考えることができる。体積を極限まで小さくした場合の、比エネルギー分与の値がゼロであるものも含めた平均値（期待値）が吸収線量であると考えることができる。比エネルギー分与は国内ではほとんど用いられていない量なので、名称の変更が混乱を引き起こすことは無いと思われる。

参考文献

- 7) http://www.bipm.org/en/si/base_units/
- 15) 玉野光男、小泉袈裟勝、世界大百科事典、第19巻（「たしい 単位」の項目）、平凡社（1981）
- 16) L. Kowalski, A short history of the SI units in electricity, (http://alpha.montclair.edu/~kowalskiL/SI/SI_PAGE.HTM)
- 17) 遠藤忠、電磁気標準の成り立ち、日本物理学会誌、Vol. 54、No. 10、787-792（1999）

洞爺湖サミットと原子力 —地球を救う切り札は「原子力発電と省エネ」— (下)

前・原子力委員 町 末 男



途上国への原子力発電導入には 国民理解が必要

タイの電力は70%も天然ガスに依存しており、その埋蔵量は30年と見積もられている。そのためベトナムやインドネシアに続いて、タイも原子力発電導入を前政権が決め、現政権も踏襲している。いま、その基盤整備を進めているが、その一つが国民の理解である。原子力発電については、チェルノブイリや核兵器などのイメージが強い人もおり、誤解が多い。インドネシアでは立地を決めたムリアで理解活動を進めている。タイは立地点は決めていないが、国民理解の促進活動を展開している。

ガイアの理論で有名なラブロック博士 「地球を温暖化の危機から救うのは 原子力しかない」

2004年5月24日の英紙ザ・インデペンデントは、ガイアの理論で有名な環境学者ラ

ブロック氏の論文を掲載し、一面トップに「温暖化を止めるには原子力しかない」という記事を大きく載せている(写真)。

G8で掲げた目標、「2050年温室効果ガス半減」を達成しないと、気候変動は危機的状況になるとIPCC(政府間気候変動パネル)は警告している。一方、IEA(国際エネルギー機関)は現状が続けば2030年に炭酸ガスの排出量は57%も増えると予測している。半減目標の達成は重要な挑戦だ。全ての国で技術、政策、生活スタイル面での改革が必要である。世界が一つとなって排出量を減らさなければならない。発展途上国での削減が難しいので、先進国は特に大幅な削減を達成しなければならない。福田首相は2050年までに60~80%削減を提案している。

途上国での「原子力発電導入」と「省エネ」に先進国が全面的に協力することが、途上国での排出量の増加を抑えることに不可欠である。この観点からも先進国の責任が大きいことを認識すべきである。

(08年7月17日記)



写真：英国のインデペンデント紙(2004年5月24日付)

FBNews アンケート集計結果報告

読者の皆様もご存知のとおり、当社は平成20年6月で創立50周年を迎えました。昭和40年4月に創刊いたしました本誌はもうすぐ400号を数えるに至ります。これもひとえに皆様方のご支援の賜物と、心より感謝申し上げます。

さて、当社の企業理念である「放射線の安全利用技術を基礎に人と地球の安心を創造する」にふさわしい放射線安全管理総合情報誌として、FBNewsのいっそうの充実を図るため、当社のホームページを利用してアンケート調査を実施いたしました。ここに集計結果を報告いたします。ご協力くださいました方はご自身の回答と比べながらお楽しみください。

【調査対象】 FBNews 読者を含む当社ホームページへアクセスされた方

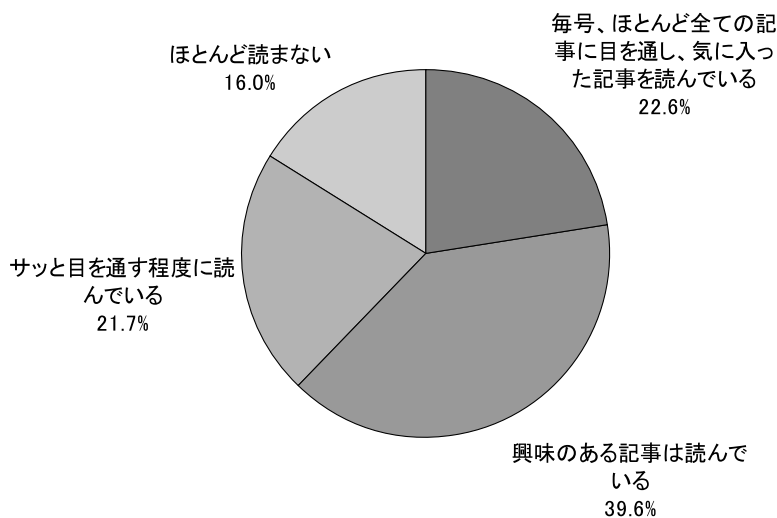
【調査方法】 ウェブ形式のアンケート調査

【調査時期】 2008年6月1日～6月30日

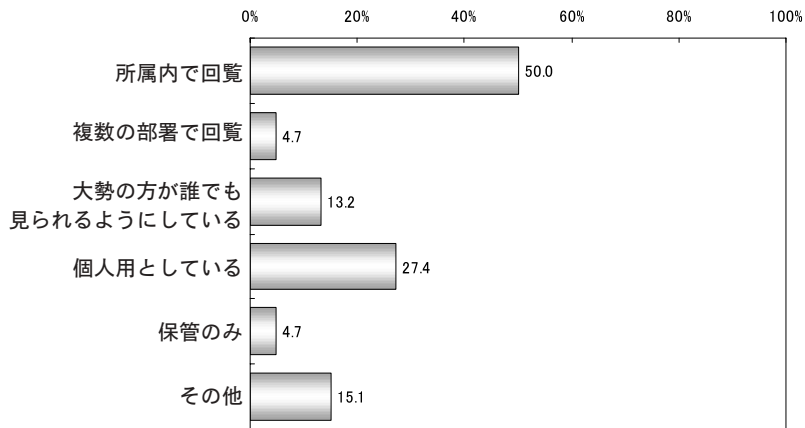
回答者の職種は臨床放射線技師が最も多く、技術職、管理職がそれに続きました。

情報の共有や知識向上、時には息抜きにご利用いただいていることがわかります。「興味のある記事は読んでいる」「サッと目を通す程度に読んでいる」方も少なからずいらっしゃいますが、どのような形であれ多くの方の目にふれていることはとてもうれしく思います。

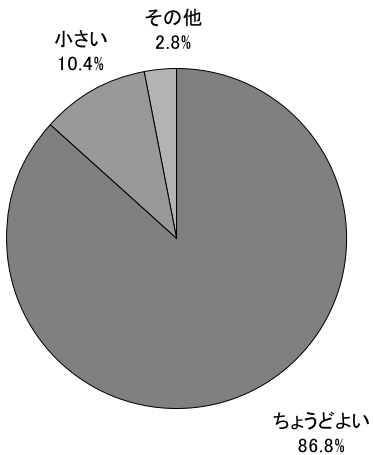
Q. あなたはFBNewsを読んでいますか



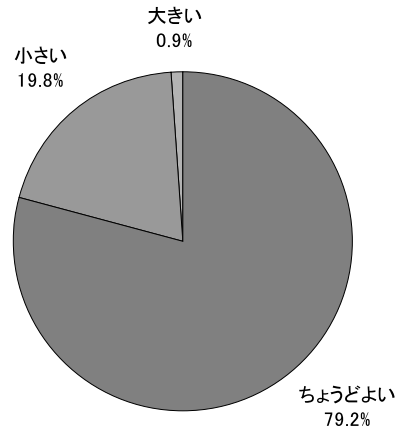
Q. FBNews をどのように利用されていますか



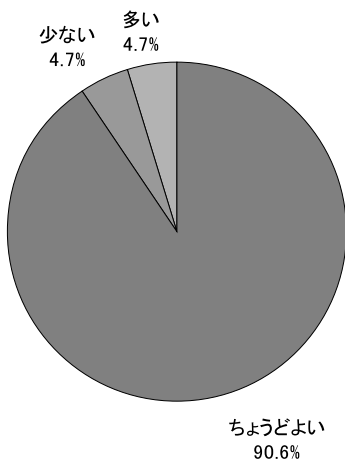
Q. 大きさ (サイズ) はいかがですか



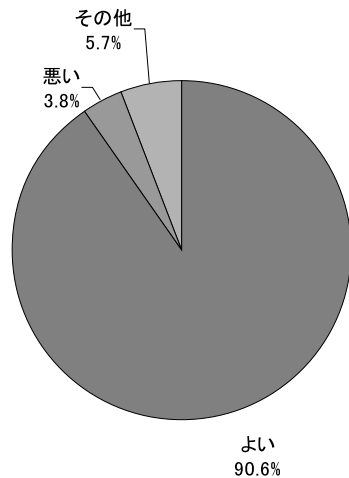
Q. 文字のサイズはいかがですか



Q. ページ数はいかがですか



Q. 表紙のデザインはいかがですか

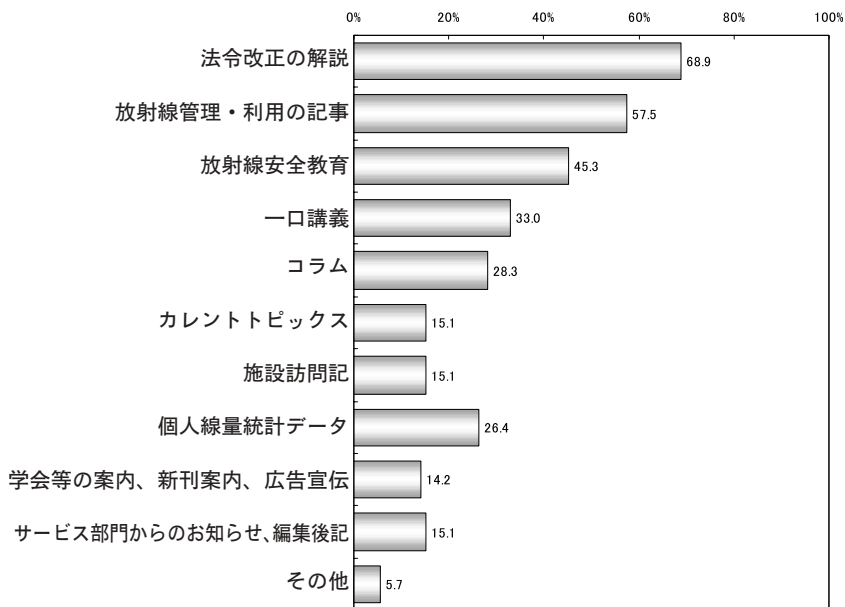


このようなアンケート調査は約10年前にも行っています。A4サイズへの大型化も検討しましたが、結局、体裁（大きさ、文字サイズ等）は創刊当時から変わっていません。私自身、歳を重ねるごとに文字のサイズが気になりだしましたが、読者の方には「ちょうど良い」というご意見が多く、個人的には意外な感じを受けています。表紙のデザインは平成8年4月に千代田保安用品から千代田テクノルに社名変更したのを機に一新しました。また、前回のアンケートでいただいた「目次の写真くらいはカラーが良い」という多くのご意見にお応えしています。カメラマンは編集委員でもある福田が務めています。季節感あふれる写真でFBNewsに華を添えています。どちらも定番化しており、表紙を見ただけで「FBNewsだ!」とわかっていただけのレベルには到達できているのではないかと自負しております。

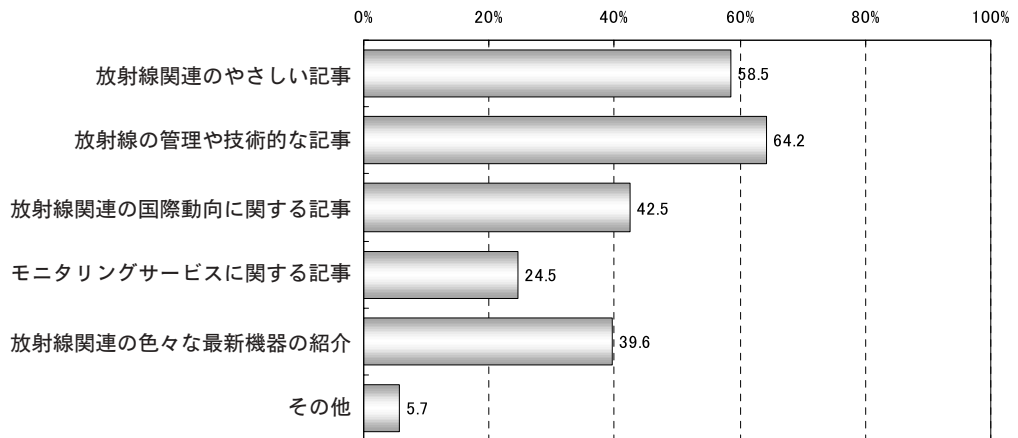
そこで肝心なのは、手にとってページを開いていただけるかということです。編集委員会は月に1回開催しており、15名程度で掲載記事の検討をしています。三人寄せれば文殊の知恵とは言いますが、読者の皆様に喜んでいただける誌面づくりには苦労をしています。「役に立つ」内容を豊富にお届けしながらも、「難しい」、「固い」を少しずつ克服しながら、より多くの方に「すべてに目を通して」言っていたらいいように努力してまいります。

ご好評なのは、「法改正の解説」、「放射線管理・利用の記事」、「放射線安全教育」です。「放射線関連のやさしい記事」、「放射線の管理や技術的な記事」、「放射線関連の国際動向に関する記事」の掲載要望も多く、先の内容が良かったという記事と合わせると、あたりまえのことではありますが読者の「放射線」に関する興味や探究心が強いことを感じました。さらに「放射線関連の色々な最新機器の紹介」も要望が多くありました。当社は放射線を利用したがん治療装置も販売しており、今回のアンケートでその認識は約50%でした。今後は当社製品ばかりでなく、診断から治療まで多くの最新情報をご案内するとともに、施設訪問記等でその利用状況をご紹介したいと思います。

Q. 今まで掲載した記事で内容がよかったものはどれですか



Q. FBNews に今後どのような記事を載せて欲しいですか



フリーコメントの中から特に多かった内容をいくつかご紹介いたします。

「教育用のテキストになるような記事がほしい」：本誌では2007年4月号から15回にわたり「初級放射線教育講座」を掲載しました。現在、合本を作成していますので教育の一助になれば幸いです。また、「毎号少しでもいいから教育に関する記事を掲載して欲しい」や「看護師でも読める記事がほしい」というご意見もありました。どちらも‘やさしい’が前提でありませんが検討していきます。

「やわらかく」「面白く」「楽しく」が多くの方に満遍なく継続して読んでいたためのキーワードのようです。1冊の中にメリハリをつけられるようにしたいと思います。

「このままの企画（方針）で続けて欲しい」というたくさんの方の声をいただきました。本当にうれしい限りのお言葉です。企業の機関紙にとどまらず、趣向をこらした魅力ある情報誌をめざして、FBNewsを作成する者にとっては大変励みになります。

文中で少しふれましたが、1997年に同じようにアンケート調査を実施いたしました。その結果は1997年4月号に掲載しております。私は一時期編集委員の任から離れておりましたが、偶然にも当時のアンケート結果も報告しております。と言っても、事務局からその記事を見せられてもしばらくは内容を思い出せなかつたくらい記憶力が乏しいのはございますが、あらためて読み返してみると、10年の間に変わったことも変わらないこともたくさんありました。中には今回も同じようなご指摘を受け、恥ずかしい思いをしている部分もたくさんありました。

「今後も読み続けたい」多くの方に、本誌がお手元に届くのを楽しみにしてくださっている方に、そして新しい読者の方に、いつまでも愛していただける誌面作りができるように編集委員一同、よりいっそう努力をしております。

最後になりますが、お忙しい中アンケートにご協力をいただいたすべての方へ御礼を申し上げます。編集委員会では、皆様からお寄せいただいた貴重なご意見を決して無駄にすることなく、参考にさせていただきます。本当にありがとうございました。なお、抽せんで10名様にプレゼントを進呈させていただきました。

さらに、このアンケート結果を読んで過去の記事をご覧になりたいと思われましたら、ご連絡ください。可能な限り、お届けいたします。

どうぞ、これからもFBNewsをご愛顧くださいますよう、よろしくお願い申し上げます。

(丸山百合子)

学会感想記 ---日本保健物理学会第42回研究発表会---



写真1

平成20年6月26、27日の2日間、沖縄コンベンションセンター（写真1）において、日本保健物理学会第42回研究発表会が開催されました。前日の昼に鹿児島から那覇に移動した筆者は、あまりの気温差（鹿児島21℃、那覇32℃）に驚きました。また、着陸直前の飛行機から見た海の青さと澄んだ海水には真に感動しました。

会場は、空港から車で40分程度とのものでしたが、路線バスで75分かけて町並みを観賞しながら、のんびりと会場に向かいました。

会場である沖縄コンベンションセンターは、復帰10周年記念事業として国際・国内のコンベンションを誘致・推進し、沖縄県の産業経済及び教育文化の振興に寄与するとの目的で、1987年から順次建設されたとのことです。写真1の大きな建物は、左から順に劇場、会議場、展示場となっています。沖縄コンベンションセンターのユニークな建物は、展示場は空（鳥や太陽）、会議場は海（海に棲む生物）、劇場は洞（人々）をデザインのモチーフとしています。沖縄の強い陽射しを大鳥が羽を広げることにより遮り、その陰に人々が集います。そこには、戦時中に追い詰められた人々の、鳥の翼に乗って空へ逃れ、亀やマンタの背中に乗って海へ逃れることができたら……、という切ない思いが込められているとのことです。

沖縄コンベンションセンターは、平和へのメッセージが込められている沖縄県内最大規模の複合施設です。

・・・・・・・・・・・・・・・・

学会初日は、開会式に引き続いて学会賞の授与式が行われ、5人の方が表彰されました。日頃の努力が実ったものとお慶び申し上げます。

発表は四つの会場に分かれて行われましたが、今回は、医療被ばくに関するテーマが例年より

も多かったように思います。また、特別講演では、他学会である日本放射線安全管理学会の活動内容が紹介されました。他の学会の活動内容が特別講演で紹介されるのは、筆者が知る限り、初めてのことです。この新しい試みに拍手を送りたいと思います。

発表と同時並行で機器展示会が催されました。弊社でも放射線可視化システム、各種放射線測定器などの展示（写真2）、及びガラスバッジ自動測定システムの紹介などを行いました。多くのお客様が弊社展示ブースに来てくださりまして感謝しております。改めてお礼を申し上げます。

学会は300人を超える会員が集いましたが、初日の夜に開催された懇親会にも200人を超える会員が参加されました。沖縄独特の食物がふんだんに用意され、とても楽しく過ごさせていただきました。また、組織委員会の計らいで、沖縄の芸能がアトラクションとして紹介されたのも印象的でした。

二日目の午後に、弊社大洗研究所の研究員が「ガラスバッジを用いた国際比較試験」と題する発表を行いました。

フランス国 IRSN（フランス放射線防護・原子力安全研究所）が国際入札の末に弊社のガラスバッジを採用したことは、既に以前のFBNで紹介しています。今般の発表は、さらに広範囲の国々にガラスバッジの性能をご理解いただくようと比較試験を実施し、その結果をまとめたものでした。

・・・・・・・・・・・・・・・・

学会の翌日、筆者は沖縄に行ったら必ず訪ねたいと、かねてから念願していた「ひめゆりの搭」を訪れました。予想外にひっそりとした搭は、かえって、さまざまなことを思い起こさせます。資料館に並んだ戦争体験者の手記には、平常心で読むにはつらくなるほどの体験者の思いが綴られており、二度と戦争をしてはならないと決意を新たにするには十分すぎる内容でした。

（福田 光道）



写真2

放射線障害防止法に基づく放射線取扱主任者の「定期講習」のご案内

【平成20年度 定期講習の実施計画について】

◇定常開催

開催地	10月	11月	12月	H21年1月	2月	3月
東京	10/21(密)	11/13(使)	12/12(使)	1/16(使) 1/26(使)	2/13(使)	3/6(使) 3/14(医) 3/30(使)
大阪	10/4(医)	11/6(密) 11/18(非)			2/21(医)	3/16(使)
各地開催	10/31京都(非)	11/17名古屋(使) 11/25札幌(使) 11/28仙台(使)	12/3福岡(使) 12/4広島(使)		2/23京都(使)	3/30福岡(使) 茨城(使)

実施時期が変更となる場合がございます。その際は当センターのホームページに掲示致します。

- (使)：密封、非密封、放射線発生装置を問わず放射性同位元素等を使用する事業所の主任者の方を対象とした講座
- (非)：大学及び研究所等において密封されていない放射性同位元素等の使用をする主任者の方を対象とした講座
- (医)：病院及び診療所において放射線発生装置又は密封された放射性同位元素等の使用をする主任者の方を対象とした講座
- (密)：非破壊検査、密封線源利用機器使用者等、密封された放射性同位元素等の使用をする主任者の方を対象とした講座

※定期講習（販売・賃貸） 定期講習（使用）及び（密封）にて同時開催となります。

【受講申込方法について】

定期講習を受講希望の方は、下記 web サイトの定期講習のページよりお申込みください。

(助)原子力安全技術センター web サイト：<http://www.nustec.or.jp/>

問い合わせ先：〒112-8604 東京都文京区白山5-1-3 東京富山会館ビル4階

登録定期講習機関 財団法人 原子力安全技術センター

原子力技術展開事業部 技術展開部 定期講習事務局

電話 03-3814-5746 E-mail：kosyu@nustec.or.jp

平成20年度放射線安全管理講習会開催のご案内

本講習会は、放射性同位元素等を取り扱う業者が、法を遵守し適切な管理を行うにあたり、必要な知識及び情報提供を行うことを目的に実施するものです。

1. 開催日・会場

開催日	会場
東京Ⅰ 11月14日(金)	社会文化会館 三宅坂ホール
大阪 11月17日(月)	よみうり文化ホール
名古屋 11月18日(火)	名古屋商工会議所 ホール
札幌 11月26日(水)	KKR ホテル札幌
仙台 11月27日(木)	KKR ホテル仙台
福岡 12月4日(木)	都久志会館
広島 12月5日(金)	KKR ホテル広島
東京Ⅱ 12月11日(木)	社会文化会館 三宅坂ホール

2. 問い合わせ先：財団法人 原子力安全技術センター
 出版・講習グループ
 TEL 03-3814-5746
 URL <http://www.nustec.or.jp>

* 申し込み開始は10月中旬を予定しております。
 また、「放射線安全管理講習会」と前後して定期講習を開催することとしておりますのでご利用ください。

保物セミナー2008

開催日：平成20年11月27日(木)～28日(金)

会場：エルイン京都（JR 京都駅より徒歩3分）

主催：保物セミナー実行委員会

（構成団体） 日本保健物理学会・(株)日本原子力学会関西支部・(株)日本アイソトープ協会
 関西原子力懇談会・(助)電子科学研究所

後援：文部科学省（予定）

協賛：関係団体予定

テーマ：1. 放射線の利用（予定）

2. 放射線防護の動向と法令改正に対する要望（予定）

3. 特別講演

サービス部門からのお知らせ

“ガラスバッジのお届け内容の詳細確認について”

弊社のモニタリングサービスをご利用くださ
いまして、ありがとうございます。

また、このたびの弊社システムの変更におき
ましては、ご理解ご協力ありがとうございます。

従来は、毎回お届けしているガラスバッジの
使用者情報として名簿を同封しておりましたが、
このシステムの変更に伴い、“モニタお届けの
ご案内”という形で数量の表示のみに機能を絞
りました。

そこで、名簿を希望されるお客様用として、
弊社ホームページより今回お届けした内容をダ
ウンロードして確認することができるようになりました。

なお、ダウンロードするためには、ID とパスワードが必要となりますので、弊社担当
営業所にお問い合わせください。(測定センター：野呂瀬)



編集後記

●例年以上に猛暑日の続いた今夏は、北京オリンピックで活躍する日本選手に連日連夜声援を送る熱い夏でもありました。スポット的な短時間の集中豪雨の多発やゲリラ台風の発生等は、日本が熱帯化してきていることを実感させる出来事でした。地球温暖化防止のために、官・民ともにクールビズでエネルギー消費量削減に取り組み、高めの冷房温度設定の下で暑さをこらえながら仕事をした夏でもありました。

●今月号の巻頭には、『『原子力の日』に思うーお守り線量計とNPOの仲間たちー』と題して、原子力委員会委員の松田美夜子様にご執筆いただきました。原子力や放射線について日頃学ぶ機会の少ない一般の人々にとって、私たちが仕事の上で常識として使用している専門用語が、原子力・放射線を理解する上で大きな妨げになっていること、今後一般の人々が茶飲み話で話せるほど、放射線をもっと身近に感じられるようにしなければならぬことを強調され、そのためには身の回りの放射線量の測定を体験してもらうことが有効と考え、NPOと連携して「お守り線量計」を

活用したワークショップを各地で開催するという活動を紹介されています。

●また、放射線医学総合研究所の水野秀之様には、「蛍光ガラス線量計を利用した医療用リニアックの出力線量調査」と題して、放射線治療の品質保証・品質管理プロジェクトの一環として、ガラス線量計を封入した水等価な固体ファントムを送付・回収してリニアック出力線量測定を行う活動と、国内のがん診療連携拠点病院106施設の調査結果、およびこのシステムを用いて行ったアジア原子力協力フォーラムの多国間にわたる線量調査の結果を紹介していただきました。

●p 8～p 12は、9月号 (No.381) に引き続き、産業技術総合研究所の高田信久様による「量と単位ー国際単位系 (SI) についてー」です。第2回目の今月号では、電流、熱力学温度、物質質量、光度について、それらの定義、また、量と単位の名称と記号、等について解りやすく説明していただきました。単位や名称、記号について正しく理解していただくための一助となれば幸いです。(S. F.)

FBNews No.382

発行日/平成20年10月1日

発行人/細田敏和

編集委員/竹内宣博 福田光道 中村尚司 金子正人 加藤和明 小迫智昭 壽藤紀道

藤崎三郎 安田豊 野呂瀬富也 丸山百合子 窪田和永 亀田周二 高羽百合子

発行所/株式会社千代田テクノ 線量計測事業本部

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4階

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

ー禁無断転載ー 定価400円 (本体381円)