

放計協 ニュース

財団法人 放射線計測協会



ICRP 勧告について

放射線計測協会顧問

東京理科大学教授 織田 暢夫

このところ日本はあらゆる分野において国際化の嵐に吹きまわられている。この嵐は、近年加速度的に国際化しつつある世界経済、流通体制からの必然的産物であり、わが国だけその圏外に留まることは許されない。国内においても放射線障害防止法が、ICRP Pub26 勧告の取入れにより改正されることになったが、これも国際化の一例とみなせるだろう。ただ実験屋の一員から見ると、放射線防護のバブルとされているこの勧告中での放射線量の取扱い、およびそれに準拠した法令改正案の一部にいささか疑問があるので私見を述べさせていただきます。

一般に測定データは必ず誤差評価を伴わねばその信頼性評価ができない。当協会の事業の一つの柱である放射線測定器の点検、校正等の基本はこの誤差「信頼性」評価である。最終データの誤差は、その測定に関与する各因子の誤差の合成により求められ、各因子のうち最も大きな誤差を支える因子の誤差によりほとんど支配されることは周知の事実である。この事実を障害防止法に応用して見よう。現行法での「...放射線量(率)の測定」が勧告による改正案では「...線量当量の測定」となっている。

ところが線量当量(H)は吸収線量(D)と線質係数(Q)の積で定義されている。吸収線量は測定可能量であり、その測定誤差をできるだけ小さくする努力が積上げられ、誤差は推定可能である。一方、線質係数は現場では測定不可能な量であり、ICRP 勧告では、水中でのL(粗止能)の関数として数値が支えられているのみである。このQ値はLの変化する範囲内で1~20という大きな変化をするのに、そのLの値を現場で測定する測定器は現存しないし、その推定法さえ確立されていない。ある場合には、Hの誤差はすべてQの誤差に支配され、いくら線量測定の精度を上げても功なくして労のみという事になりかねない。しかも被ばく限度は、この測定も不可能な線量限度により法的には厳密に規制されるのである。リスクを含めた世間一般は、公表される線量当量値を誤差ゼロの確定値としてその大小を問題にするのである。

以上の問題点が私の杞憂である事を御教示下されば幸いである。

周辺線量当量と個人線量当量

- 二つの 1 cm 線量当量 -

原研保健物理部線量計測課

村上 博幸

ICRP 新勧告¹⁾に基づいた法令の改正が実施され、被曝線量は実効線量当量により評価されるようになる。実効線量当量(記号 H_E)は主要臓器の線量にウェイトをかけて求められる量であり、実測不可能な量である。このためこれに代りうる測定可能な量として 1cm 線量当量が導入された。1cm 線量当量とは、文字通り「人体(又はこれを模擬したファントム)の表面から 1cm 深さ位置における線量当量」と定義されるが、はたしてこの量は放射線防護のための「環境および個人モニタリング」の測定量とどのような関係にあるのだろうか。ここでは 1cm 線量当量の意味とその測定上の問題点について考えてみたいと思う。なお、本報では光子についてのみ議論するが、中性子についても基本的考え方は同様である。

1) 周辺線量当量²⁾ Ambient dose equivalent

まず環境モニタリングについて考えてみる。日常使われているサーベイメータ等の検出部は円筒形や球形が多く、一般に放射線に対する方向特性は良好である。つまりこれらの測定器はどの方向から来る放射線に対しても応答し、その照射線量の総和を測定値として指示している。この測定値(サーベイ結果)とその場に作業者がいた場合の H_E とはどのような関係にあるのであろうか。現実にも、もしも場の測定値が作業者の被曝と直観的に結びつかないとしたら管理上大きな支障をき

たす。このような事情から導入された概念が「周辺線量当量」である。図 1³⁾からわかるように、 H_E は基本的に方向依存性の大きなものである。これを現実の無方向性の測定量に結びつけようというわけである。

周辺線量当量(記号 $H^*(d)$)は、拡大化(測定点を含むある空間内のどの点の線量(率)もすべて等しいとする)され、一線化(すべての放射線を一方向にそろえる)された放射線場(拡張整列場)を仮定し、このような場に ICRU 球(直径 30cm の人体等価な球)を置いた時にその放射線の入射方向(一線化された方向)に対向する半径上で球面からの深さ d の点 P における線量当量として定義される(図 2)。通常 $d=10\text{mm}$ とさ



図2. 周辺線量当量の概念図

れ、 $H^*(10)$ となる。この定義から $H^*(10)$ は放射線場の強さを表わす量であって方向(依存)性のない量であるといえる。つまり「無方向性の 1cm 線量当量」が実現したことになる。 $H^*(10)$ は自由空気中の照射線量が同じでも、ICRU 球内での放射線の減衰、散乱の影響を受けるため光子エネルギーによって変化する(図 1³⁾)。現実の測定器で照射線量が正確に測定できるとすると、測定値を図 1 によりエネルギー補正して $H^*(10)$ を求めることになる。しかし現在使用されている測定器の多くは、そのエネルギー特性がむしろ $H^*(10)$ のそれに近く(図 3)、それらの測定値をそのまま $H^*(10)$ としても差し支えないであろう(むしろ大部分は過大評価であろう)。1R = 10mSv という単なる読み換え方式

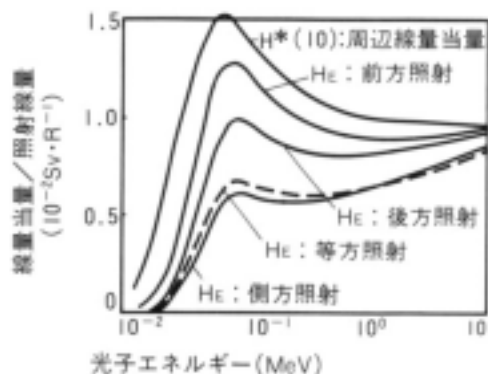


図1. 実効線量当量 H_E と周辺線量当量 $H^*(10)$ (ICRP-51³⁾より)

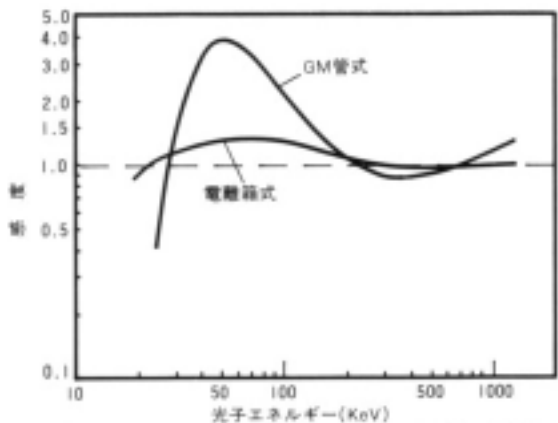


図3. 各種サーベイメータのエネルギー特性の例

て十分ということになる。現実の場に様々な方向からの放射線が存在するとしても、 $H^*(10)$ は測定点の放射線強度に対して一義的に決る量であり、その場における 1cm 線量当量の最大値ということができる。

2) 個人線量当量 Individual dose equivalent

次に個人に列グについて考える。ICRU-39²⁾では、人体の特定の位置から深さ $d(10\text{mm})$ の軟組織中における線量当量を“透過性個人線量当量”(記号 $H_p(10)$)として定義している。この量はいわば個人線量計によって測定される 1cm 線量当量といえる。個人線量計を身につけた人間を ICRU 球に置き換えると、図 4 に示すように球内の点 P に小さな線量当量測定器が

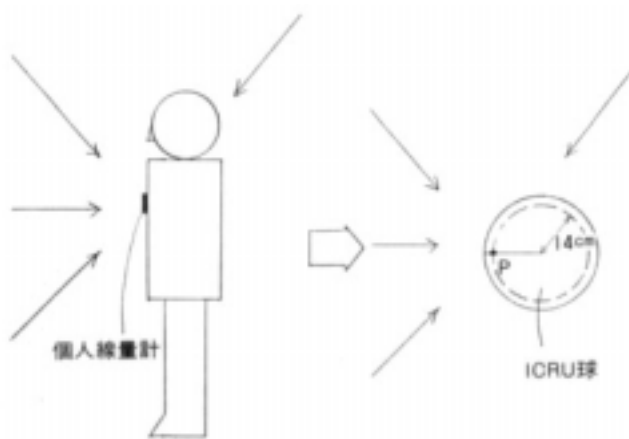


図4. 透過性個人線量当量の概念図

あるものと仮定できる。このとき点 P の微小測定器は大きな非等方的な遮蔽散乱体で覆われていることになり、その場所がかなりの方向依存性を示すことは容易に理解できる。つまり $H_p(10)$ は、 $H^*(10)$ とは異なり、放射線場の状況や作業者自身の動き等に大きく影響される。実際問題として、個人線量計で測定される 1cm 線量当量($H_p(10)$)は、作業者が大部分放射線発生源と向いあって作業をしていたという場合を除いて $H^*(10)$ よりも小さくなる。

$H_p(10)$ が H_E とどのような関係にあるかを知るとは、個人被曝管理上重要である。Burlin⁴⁾は深部臓器線量の $H_p(10)$ に対する比を入射方向別に考えると、

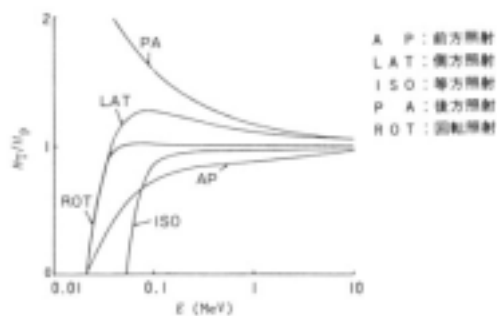


図5. 深部臓器線量(H_T)と透過性個人線量当量(H_p)の比⁴⁾

図 5 のように後方照射の場合を除き 1 に近いかそれより小さくなることを示している。このことから実際上は、個人線量計を常時放射線の入射方向の反対側に着けて作業したという明らかな管理上の誤ちをおかさない限り、 $H_p(10)$ は H_E と同等かそれよりも大きいとして差し支えないであろう。

放射線作業の計画を立てる場合に $H^*(10)$ を用いて計画被曝線量を決定しておく、最も安全側の被曝管理ができるといえる。但し、放射線の入射方向が等方に近いような場では、光子エネルギーによってはその値が H_E の数倍もの過大評価になることを十分認識しておくべきである。また個人に列グでは、作業者が後方からのみ照射される場合、その測定値($H_p(10)$)は思わぬ過小評価となるおそれがあるので、作業状況の把握を常に心がけるとともに、計画被曝線量と個人線量計の測定値の関係に注意を払い、それらに大きな差があった場合には、その原因を把握するように努めることが望ましい。

参考文献

- 1)ICRP Publication26 (1977)
- 2)ICRU Report39 (1985)
- 3)ICRP Publication51 (1987)
- 4)T.E.Burlin Radiat.Prot.Dosimetry,Vol12, P83 ~ 87(1985)

放射線測定器の校正手順に関する

国際会議に出席して

放計協 岡本 利夫

1987年7月13日から17日にわたって、マレーシアのクアラルンプールにおいて開催されたIAEA主催の「二次線量標準研究所(SSDL)における放射線測定器の校正手順に関するアジア太平洋地区セミナー」に出席するとともに、マレーシアとインドネシアのSSDLを訪問してきた。SSDLとして参加した諸国(人数)は、中国(2)、インド(2)、インドネシア(2)、タイ(2)、パキスタン(1)、フィリピン(1)、バングラデシュ(1)、シンガポール(1)、スリランカ(1)、韓国(1)およびマレーシア(7)の11か国であった。この他にオーストラリア(1)と日本から放医研の平岡さんと原研の南さんと筆者の3名が参加した。セミナーは光子を対象とした校正手順に関する一連の講義と研究論文の発表、SSDLの講義と研究論文の発表、SSDLの活動状況の報告と討論から成っていた。

(1) 今回のIAEAのセミナーに出席することになって、国際組織としてのSSDLの存在や日本はSSDLに加盟していないが電総研が一次標準として支援メンバーに入っていることを初めて知った。電総研の河田先生から入手した資料と今回のセミナーで得た資料によると、SSDLは、1974年に国際原子力機関IAEAと世界保健機構WHOとが共同プロジェクトとして設立した国際組織であり、これには多数の国の研究所が加盟している。設立以前は、開発途上国や中進国では標準の設定やその供給体制の整備が不十分であったため、医療機関や放射線利用施設の放射線量の測定値に大きなバラツキや混乱を生じていた。これを打開するためSSDLが設立された。したがって、SSDL加盟国には開発途上国や中進国が多く、SSDLは一次標準機関において校正された二次標準測定器を備えることにより、その国の放射線量の値付けを行う中心的存在となっている。

日本が加盟していない理由は、電総研を中心とした国家標準の供給体制が確立されているので、加盟する意味がないと理解している。しかし、一次標準機関が存在する国でもSSDLとして加盟している研究所もあることが判った。加盟の問題は別にしても、SSDLのネットワークの中で技術情報の交換が行われている。せめて技術情報だけでも入手できないものであろうか。

(2) マレーシアとインドネシアのSSDLにおける校正設備は、両国共にほぼ似通っており、放射線防護レベルのみならず治療レベルの二次標準校正も行わなければならないためか、数1000Ciの⁶⁰Co照射装置、フィルタ自動設定形線発生装置(420Kevp, 15mAmax)など高級な設備が整っているのに驚いた。⁶⁰Coの線エネルギー以下の光子に対する基準移行の体制は、両国共に整っていると見受けられた。ちなみに、インドネシアでは、年間約500台のサーベータの校正を行っている。

(3) 各SSDLでは基準測定器の性能管理のために、定期的に、または、校正業務の前後にチェック線源(⁹⁰Sr)を用いて性能確認を行っているのが印象的であった。今回の出張は、基準の移行や基準測定器の性能維持管理の重要性を再認識させるものであった。



標準面線源の開発

放射線管理においては、空間線量率のモニタリングは不可欠の要素であるが、このほかとくに非密封線源を取扱っている施設や原子力発電所の汚染区域などでは、表面汚染や空気汚染のモニタリングが必要となる。表面汚染の測定では、汚染面から発生する放射線を測定器で直接測定する方法は有力な測定法の一つである。また空気汚染の測定では、通常ダストサンプラのろ紙に付着した放射能を測定する方法がとられている。これは結局表面汚染の測定に帰着する。これらの汚染区域で作業を行った作業員は管理区域を退出するときに、ハンドフットモニタ等で手足の汚染をチェックすることが義務づけられている。これも表面汚染の測定である。

表面汚染を精度よく測定するためには、既知の表面汚染密度をもった標準面線源が必要である。標準面線源は核種、形、大きさ等が実際に測定対象となる汚染面になるべく一致していること及び表面放射能密度が均一であることが望ましい。既存の標準面線源としては、金属板に U_3O_8 を付着させたものが広く使用されている。日本原子力研究所では1985年頃から東海研究所と高崎研究所がタイアップしてイオン交換膜を利用した標準面線源の開発を行っている。

当協会では、この研究開発成果を実用と結びつけるため、放射線計測技術検討委員会の中に、面線源専門部会を設け、原研の専門家の協力を得て技術開発を進めている。

表面汚染密度を測定対象とする測定器としては、表面汚染検査計、ハンドフットモニタ、ろ紙式ダストモニタ等がある。標準面線源の形と大きさはそれぞれの測定器によってきまり、また核種は汚染核種と同一のものが望ましい。

当協会では最初の試作品として、ダストモニタの炉紙と同形(50mm)の標準面線源を製作した。核種は原子力発電所における最重要核種である ^{60}Co を選んだ。また1987年2月には原子力安全研究協会からの依頼によって、イオン交換膜面線源をステンレス製の板または試料皿に貼布した形の標準面線源を製作した。その仕様は次の通りである。

	形状	サイズ	核種
1	長方形板	10×15cm	^{60}Co
2	長方形板	10×15cm	^{137}Cs
3	円形試料皿	50.4mm	^{60}Co
4	円形試料皿	25.4mm	^{60}Co

本方式による標準面線源の特徴は、薄膜を使用するため放出放射線の自己吸収が小さいこと。及び放射性核種が膜に強力に吸着されているため、実質的にはほとんど密封線源と見なすことができることである。また試作に当たるとくに留意した点は、表面密度の均一性を保つこと及び正確な値付けをすることであった。均一性については、溶液中の核種を膜に移す技術が関係する。また放射線量の値付けについては、この面線源を小さくたたんで、ガラス瓶に入れ、線源のガンマ線を利用してGe測定装置で標準体積線源と比較して行う方法と、面線源と同一のジオメトリを持つ面を多数のメッシュに分割し、各メッシュの位置に標準点線源を置き、各メッシュの検出器に対する寄与分を測定する方法との2通りで行った。

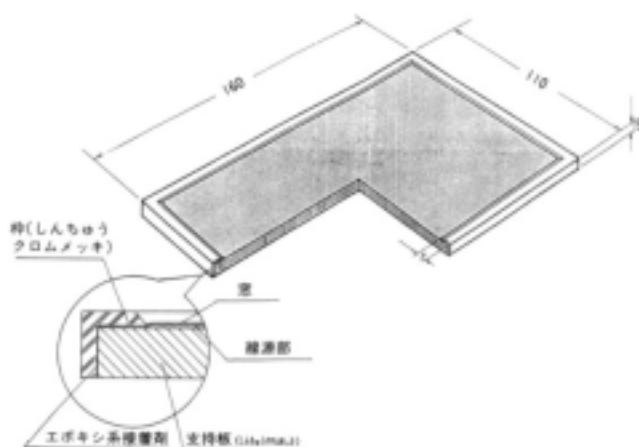


図 長方形板状標準面線源

ユーザーとして一言

電力中央研究所

主任研究員 石田 健二

原子力委員会では、最新の原子力開発利用長期計画において、今後 2000 年までの原子力の研究、開発、および利用に関する指針とその推進方策を明らかにしました。この計画を見ますと、原子力発電の定着を目的とし諸外国の進んだ技術を導入するこれまでのキャッチアップ型の研究から、軽水炉発電の長期化に資するより高度な信頼性および経済性を得るための技術開発、再処理を中核とする原子燃料サイクルの確立に資する技術革新、FBR 実用化に資する研究開発、等の様々な創造的研究型へと、研究の質を変えることが期待されているように思います。

しかし、このような技術の創造を主体とした原子力研究の変更がなされたとしても、原子力とは切り離せない放射線から作業員、および公衆の安全を確保す必要性に変わりはありません。

原子力研究が多岐にわたる今後を考えますと、管理の対象となる放射線の種類、エネルギー、強度は益々多様となり、個々の状況の下で人々が受ける放射線量を的確に評価する技術の開発が急務と言えます。このためには、放射線測定に使用する各種測定器について、国家標準とのトレーサビリティが保証された方法により校正を行い、測定器の性能を認定する権威ある機関の育成が必要と考えます。

このような権威ある校正機関の一つとして(財)放射線計測協会があり、ユーザーの一人として、多数の校正依頼に迅速に対応できるような体制の整備に努力して戴きたいと思います。また、現在法令改正が進められている実効線量当量に基づく校正法のように、これから検討が必要となりそうな新しい校正技術を事前に予測し、このための技術開発を先行的に行って戴きたいと思います。さらに現実的な話しですが、校正に係る費用低減の努力も期待致します。

一通の礼状

放計協

本橋 治彦

協会が主催する講座には、放射線管理・計測講座、放射線管理入門講座、原子力教養講座の 3 種類がある。これら講座には北は北海道から南は九州までの原子力発電所関係は勿論、燃料輸送会社、病院関係、地方自治体等多種の事業所から御参加をいただいている。受講者の年令も 10 代から 50 代と広い年令層に及んでいる。研修期間中これら受講者の相互の親睦を計ることも協会の大きな仕事の一つと考えている。例えば開講時の自己紹介や実習時におけるグループ分けでは同一職場、同一年令に片寄らないよう配慮している。また休憩時間に受講者との対話を多くもつことである。しかし 5 日間の研修期間では満足のいく親睦が得られるかどうか不安ではあるが最善の努力をして、研修の初日、受講生は緊張している。テキストや資料に目をやり静かである。最初に私が呼びかける言葉は「講義で分からないことがあったらその日のうちに質問して下さい。」「職場で経験した問題でも結構です。」等である。講座の 1 日、2 日は何の反応もない。3 日目頃から、「分からない」と云う声を聞くようになる。みんなの前で質問して来る人は少ない。講座も 3 日目終了した。2~3 人の受講生が帰宅せず私の顔を見ていた。そのうちの 1 人から「教えて下さい」と云う声が聞こえた。長い沈黙から解放され、それから 1 時間位受講生からの質問攻めにあった。内容は講義、実習に関するもの 4 割、職場における経験が 6 割くらいと記憶している。私の専門外の事項は原子力研究所の先輩等にお問い合わせで文書で回答してもらった。その後受講生から礼状をいただいた。この中で受講生同志の文通が始まったことをしらされた。研修の見えない成果であった。

昭和63年度の予定

事業の主要事項

(1) 放射線測定器の点検・校正等

イ.放射線測定器の点検・校正については、前年度に引き続きこれを行うとともに原子力施設等における計測業務の実状とニーズの把握に努め、業界の要望に応えられるよう努力する。

ロ.標準照射については、精度の高い照射のための技術の維持向上に努めるとともに個人線量測定機関等への指導協力を引き続き進める。

ハ.N-16の高エネルギーガンマ線による標準照射、水エタ、ガムエタの校正試験など、当協会が開発した技術による業務をさらに充実させる。

ニ.新型放射線測定器の特性試験等を通し、放射線測定精度向上に資する。

(2) 放射能試料の測定

施設の放射線管理試料、環境試料及びバイオ試料の放射能測定を行うとともに、JPDRのモニタリングに関連しては、廃棄物の放射能測定、全身計測等の面で原研に協力する。

(3) 放射化分析

これまで非破壊分析のみを行ってきた、検出感度を上げるためには破壊分析法が必要な場合も考えられるので、このための技術開発を進める。

(4) 放射線管理技術者等の研修

前年度までの受講実績を堪案し、63年度は「放射線管理入門講座」を3回「放射線管理・計測講座」を4回「原子力教養講座」を2回実施する。

このほか、原子力施設内作業者を対象に、放射線管理研修用ビデオテープを製作・頒布することにより放射線作業に対する正しい知識の普及を図るなど、研修活動を積極的に進める。

(5) 調査及び試験研究

イ.電力業界からの受託による「放射線計測器校正の標準化に関する研究」を、前年度に引き続き第2年度の計画に沿って実施する。

今年度は、前年度に試作した基準測定器及び実効線量当量測定器の特性試験、原子力発電所の校正施設の特性調査を実施するとともに本受託研究の総合評価を行う。

ロ.原子力安全研究協会の放射線計測標準化調査専門委員会に協力するとともに、同委員会測定技術分科会の実証試験の一部を担当する。

ハ.前年度に引続き標準面線源の開発を進める。

(6) 成果の普及

協会の業務実績、新たに確立した技術開発成果その他必要な情報について、学会、シンポジウム、関連委員会等で随時発表し、協会業務の普及に努めるとともに、学界・産業界等の関係者との円滑なコミュニケーションをはかるために「協会ニュース」を発行する。

(7) 放射線計測協議会

放射線計測協議会においては、当協会の業務を通して科学技術庁、学界、産業界等のニーズに効果的に対応できるよう各界専門家と技術的な意見の交換を行う。

(8) 新規事業の調査

放射線計測に関する事業を通し、原子力関連施設の安全確保に対して一層の寄与を図るため、引き続き新たな展開の芽となる事業の調査を実施する。

昭和 62 年度を顧みて

協会の昭和 62 年度の業務は皆様のお蔭でほぼ順調に推移し、間もなく年度末を迎えようとしています。62 年度の放射線計測界の大きな問題は、やはり ICRP 新勧告に伴う法令改訂を目前にして、放射線の測定及び校正の分野で具体的な対応ができるよう準備しておくことだったと思います。理論的には極めて明快な ICRP の考え方も、これを現場で具体的に反映させることは並大抵のことではないということは、皆様よくご承知のこととお思います。協会にもこれに関するお問い合わせや、試験研究の依頼などが来ております。当協会ではこの問題に対し、受託研究という形で試験を行ったり、国や公共機関のこれに関連した検討会に委員を派遣したりして、忙しく 1 年が経過した感じでした。

また 62 年度業務で特に注目されるものとしては「放射線計測機器の標準化に関する対策研究」を前年度に引続き科学技術庁から受託したと、民間機関が所有する校正装置の特性調査試験を、当協会の技術員を派遣して行ったこと、*ハイアツイ*の依頼事業所が増加したこと、かねてから懸案となっていた「放計協ニュース」を発刊したことなどが挙げられます。

また原研の小型試験用発電炉 JPDR では目下解体が行われていますが、解体によって発生する放射性廃棄物の放射能測定の一部を 62 年度から当協会が担当しています。

研修講座としては「放射線管理入門講座」、「放射線管理・計測講座」及び「原子力教養講座」を各 3 回開催しました。このうち「放射線管理・計測講座」はとくに受講希望が多かったのですが、「原子力教養講座」についてはまだ周知が十分でない感じです。

以上のように当協会の業務も社会のニーズとともに少しずつ様変わりしてきました。

放計協ニュース No.2 March.1988

発行日 昭和 63 年 3 月 15 日

発行編集 (財)放射線計測協会

〒319-1106 茨城県東海村白方白根 2-4

TEL 029-282-5546 FAX 029-283-2157

ホームページ <http://www.irm.or.jp>

研修講座のご案内

昭和 63 年度も皆様のご要望に応じて下記のように研修講座を開催いたします。講座についてご質問やご要望がございましたら、気軽に電話で当協会研修部にお尋ね下さい。また案内書が必要の向きはお申し出下さい。なお受講申込みは開講 10 日前までをお願いします。

講座名	日 程
放射線管理入門講座	
第 5 回	63.5.23(月)～5.27(金)
第 6 回	63.10.17(月)～10.21(金)
第 7 回	64.1.23(月)～1.27(金)
放射線管理・計測講座	
第 24 回	63.6.20(月)～6.24(金)
第 25 回	63.9.26(月)～9.30(金)
第 26 回	63.11.14(月)～11.18(金)
第 27 回	64.3.13(月)～3.17(金)
原子力教養講座	
第 9 回	63.7.18(月)～7.22(金)
第 10 回	64.2.20(月)～2.24(金)

編集後記

この冬は一月までの暖冬で、水戸偕楽園の梅の開花が早く、目下梅祭り賑わっています。二月以降の寒さで桜の開花は早いか遅いか。いずれにしろ本号が皆様のお手元に届くのは、桜の便りが聞える頃になりそうです。昭和 62 年度は放射線防護や放射線計測に関係する人達にとってはある意味で過渡的な時期でありましたが、それなりにまた外部の多くの方々と接するチャンスを与えられ、知識を広めることができました。

毎年年度末は、放射線測定器の点検校正をはじめ、当協会業務全般にわたって皆様からの御依頼をもっとも多く受ける時期です。また受託研究等の報告書作成の時期でもあります。本号の編集はこのようなあわただしい中で行われました。しかし編集をしながら事業の歩みを振り返り、頭の整理ができるのも悪くないという感じです。

(N. .)