

# 放計協 ニュース

財団法人 放射線計測協会



## 新しい放射線測定器

原子力安全委員会

委員 宮永 一郎

先日、貴協会とも関係の深い日本原子力研究所の線量測定の特任専門家が、小生をたずねてくれた。

久しぶりに、最近の新しい放射線測定器について説明を受ける機会を得た。長い間、現場からはなれている小生にとっては、懐かしい思いとともに、測定器の進歩に目をみはる思いをした。

最初は、ガラス線量計であった。30 余年前、この最新固体線量計の優秀さに目をつけて、フィルムバッジにかわる個人線量計として検討したが、取扱中の手の接触がノイズとしての蛍光を出すため、アルコール洗浄が必要であり、数百から数千個以上の多数の取扱いには無理があると諦めたことがある。ところが電子技術とレーザー技術の進歩により、ノイズと信号の発生時間差を利用して見事に真の線量のみが測定できるようになったという。30 年の歳月、この間の関係者の努力に敬意を払うものである。本来線量計としての性能は申し分ないから、今後、個人線量計や、環境線量計として期待できる。

つぎは、カナダのヨーク・リバ研究所の Ing 博士が開発したバブル・デテクター(BD)である。これはすでに 1984 年ドイツでの第 5 回中性子線量測定シンポジウムで発表された由、小生は全く知らなかった。

詳細は、読者も十分ご存じないと思うが、高エネルギー物理の研究に使うバブル・チェンバー(泡箱)を極めて小型にして、巧妙な手法により固定化したものである。すなわち、無数の加熱液滴をポリマーの固相内に分散して、無数のバブル・チェンバーを仕込んだものといえる。試験管内のゼリー状検出器にチェックソースを近づけると、「プチ、プチ」という音と、小さな気泡が生成する。何という卓抜、巧妙なアイデアだろう。全く「参った!」という感じである。長い間得られなかった簡便で信頼性のある中性子測定器として、これからの活用が楽しみである。

・ 線用にも開発され、感度も  $\mu\text{Sv}$  程度まであがるという。「プチ、プチ」という音と気泡の観察は放射線の PR にも絶好のパフォーマンスとなる。

最後は、貴協会の「はかるくん」である。「はかるくん」の話題は今や周知の事実である。数百台の一般貸出の効果は絶大なものがある。

巻頭言らしからぬ話になったが、いくら優秀な測定器でも、その指示が正しい線量を与えなければ無用の長物である。測定器を生かすこの大事な仕事の元締めをしておられるのが貴協会である。どうか、この使命を肝に銘じて、ますますのご活躍、御発展を祈るものである。

## (X)線用線量当量測定器の校正方法

- JIS Z4511 の改正について -

日本原子力研究所 南 賢太郎

### 1. 校正法規格化の経緯

我が国では、1970年代に導入されたト-サビ`リテの思想を背景に、放射線防護のための照射線量(率)の測定精度の向上を目的として、照射線量国家標準へのト-サビ`リテ体系とこれに係わる基準測定器及び照射装置の性能並びに校正手法等の標準化研究が進められた。そして、1975年に照射線量測定器の校正方法に関する規格が JIS Z4511 として制定された。その後、原子力発電所や放射線取扱事業所の増加に伴い、放射線防護の分野で測定値の信頼性向上のため、この規格は有効に活用されるようになった。このような経過の中で、ト-サビ`リテの終着点を放射線防護のための实用測定器(サ-ベ`イ-タ)と位置づけ、校正方法も標準を移すための基準測定器を対象とする基準校正と实用測定器を対象とする实用校正とに区分し、各測定器の使用目的に対応した校正手法の規格化が求められるようになった。そこで、この要求を考慮して、1987年に JIS Z4511 は大幅に改正された。

1988年に放射線障害防止法の改正が行われ、翌年から施行された。この改正法令では、外部放射線に対する防護のための計測線量として 1cm 線量当量 ( $H_{1cm}$ ) が採用されたので、( )線用 1cm 線量当量測定器が開発され、市販されるようになった。したがって、校正方法もこれに対応されるため、規格は再度改正され、本年、発行されたので改正の要点と校正方法及び校正の体系について簡単に紹介する。

### 2. 改正の要点

ICRU 報告書 39 では、放射線防護のための作業環境の計測線量として周辺線量当量  $H^*(d)$  と方向性線量当量  $H(d)$  を定義し、用いることとしている。一方改正法令では実効線量当量として ICRU 球の  $H_{1cm}$ 、組織線量当量としても同様に  $H_{3mm}$  及び  $H_{70\mu m}$  を用いることとしている。しかし、同法令では、これらの線量について放射線防護のための計測線量としての定義を与えていないので、本規格の改正に当っては、 $H_{1cm}$  は  $H^*(10)$  に対応するものとし、 $H_{3mm}$  及び  $H_{70\mu m}$

はそれぞれ ICRU 球への ( )線用入射角  $0^\circ$  における  $H(3)$  及び  $H(0.07)$  に対応するものと考え、これらを計測基準量として用いることとしている。また、校正時の照射基準量としての ICRU 球に係わる  $H^*(d)$ 、 $H(d)$  などの線量当量の総称を ICRU 球線量当量(率)と呼ぶこととしている。

### 3. 校正の体系

図 1 に示すように国家標準を移行するための校正の体系において、国家標準からの標準の移行は従来と同様に照射線量で行う。即ち、国の照射線量(率)標準場で校正された一次基準測定器を用いて、校正機関に設置された照射装置で作られる放射線場の照射線量基準を決定する。これを一次照射線量基準場と呼び、この場を利用して校正された測定器を二次基準測定器と呼んでいる。なお、基準を移すための測定器は電離箱測定器とし、置換法で校正するものとしている。

GM サ-ベ`イ-タのように形式の決った实用測定器の検出部を一次又は二次照射線量基準場で校正し、これを实用基準測定器として使用する。そして、实用測定器専用に作られた实用照射装置の照射線量(率)基準場を、これを用いて決定する。なお、实用測定器の校正は、置換法、逆 2 乗推定法及び線源法(基準線源利用法)のいずれかの校正手法を利用して行うことができる。

線量当量測定器、即ち、場の測定のための周辺線量当量測定器等は、図 1 に示すように照射線量基準に ICRP Publ.51 より引用した線量当量換算係数(Sv/R) を乗じて照射のための ICRU 球線量当量基準を求めて校正することとしている。

校正は二次基準測定器又は实用基準測定器を対象とする基準校正と实用測定器の校正を対象とする实用校正とに区分される。なお、線量当量測定器の校正は实用校正に区分される。

線量当量測定器の指示値  $I$  と校正点における ICRU 球線量

当量基準  $H^*(d)$  の比として次式で表わされる。

$$R = \frac{1}{H^*(d)}$$

言うまでもないが、測定器の校正定数は  $R$  の逆数として与えられる。

#### 4. 個人線量計校正の体系

個人線量計は、国家標準の移行の終着点に位置する実用測定器である。また、個人線量計は、人体に装着して使用される。従って、個人線量計の校正は人体に代るファントムに装着して実施しなければならない。線量当量測定器の校正方法は、全て自由空間中で規定されている。これに対して個人線量計はファントムに設置して校正を実施するので、校正手法は極めて異なる。そこで本 JIS では前者と区別して校正方法を規定している。

個人線量計開発時の形式検査は、ファントムを用いて実施しなければならない。これをファントム校正と呼ぶ。これは、線量当量測定器の校正における基準校正に対応する。

個人線量計の定期校正は、ファントムなしで自由空間中で実施する。これを個人線量計の実用校正と呼ぶ。実用校正では、変換係数を用いてファントム校正を実施した場合に示すと見込まれる値に指示値を読み換えてから校正定数を求める。

以上のように個人線量計校正の体系は、ファントム校正と実用校正とに区分し、必要な校正精度を保ちつつ検査及び校正が合理的に実施できるように配慮されている。

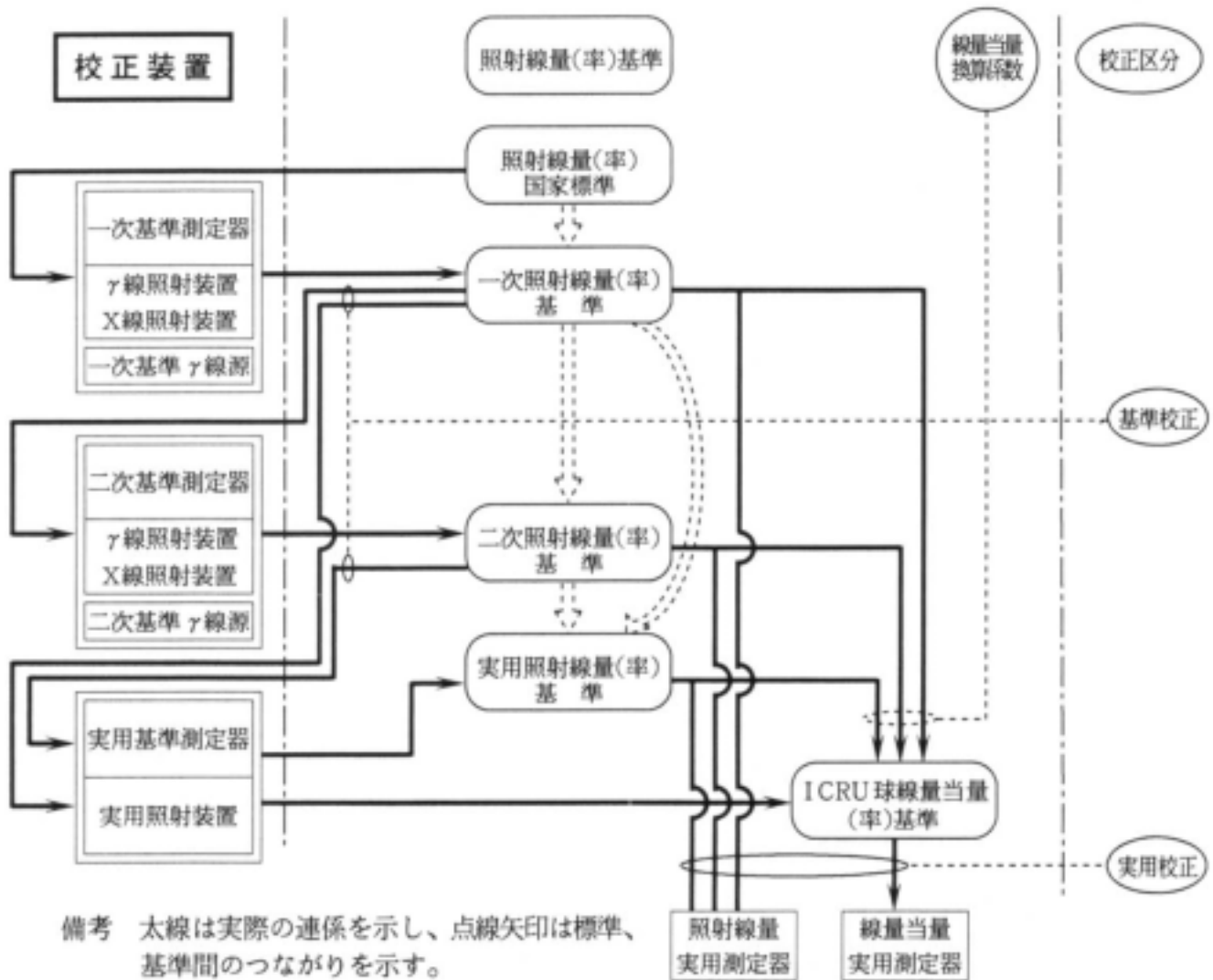


図1 校正の体系

# 放射協における校正方法の現状

(財)放射線計測協会 望月 民三

当協会の校正基準場は、国家標準の電子技術総合研究所とのトレーサビリティが確立されている原研の放射線標準施設等を使用している。原研放射線標準施設の照射線量(率)基準は、JIS Z4511 の校正の体系に示す一次、二次および実用照射線量(率)基準を有している。

以下に各線種における基準測定器、基準線源、校正精度等を記す。

## 1. 線

(1) 電総研において校正、または値付けされた一次基準測定器および一次基準線源

1) 一次基準測定器: RADOCON 線量計,  
IONEX 線量計, CAPINTEC 線量計

2) 一次基準線源:  $^{137}\text{Cs}$ (1.85GBq)  
 $^{226}\text{Ra}$ (185MBq, 370MBq)

(2) 一次照射線量(率)基準によって校正された二次基準測定器および二次基準線源

1) 二次基準測定器: RADOCON 線量計  
2) 二次基準線源:  $^{24}\text{Am}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{51}\text{Cr}$

$^{226}\text{Ra}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$

(3) 一次または二次照射線量(率)基準によって校正された実用照射装置

1) GM サハダ用簡易校正装置:  $^{137}\text{Cs}$   
2) 2方照射装置:  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$

(4) 精度

1) 線用一次基準測定器  $\pm 3\%$   
2) 線用二次基準測定器  $\pm 4\%$   
3) 一次基準線源  $\pm 2\%$   
4) 二次基準線源  $\pm 4\%$   
5) 一次または二次照射線量(率)基準による実用基準測定器の校正  $\pm 6\%$

6) 実用測定器の校正  $\pm 20\%$ 以内(JIS 適合)

(5) ICRU 球線量当量(率)基準による校正

一次、二次および実用照射線量(率)基準から ICRU 球線量当量(率)基準により測定器等を校正する場合は、照射線量(率)基準に JIS Z4511 付表に示す線量当量換算係数を乗じて得られる基準を用いる。

## 2. 線

(1) 外挿電離箱により値付けされた基準線源

$^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ ,  $^{204}\text{Tl}$ ,  $^{147}\text{Pm}$

(2) 精度

1) 線基準照射  $\pm 5\%$   
2) 実用測定器の校正  $\pm 10\%$ 以内(JIS 適合)

## 3. 中性子線

(1) 電総研において値付けされた一次基準線源

$^{252}\text{Cf}$ (3.7MBq),  $^{241}\text{Am-Be}$ (37GBq)

(2) 一次基準線源との相対測定(金箔放射化法および減速材付球形  $\text{BF}_3$  管法)により値付けされた二次基準線源

$^{252}\text{Cf}$ (2.0GBq)

(3) 精度

1) 一次基準線源  $\pm 2\%$   
2) 二次基準線源  $\pm 4\%$   
3) 熱中性子・連中性子基準照射  $\pm 5\%$   
4) 実用測定器の校正  $\pm 8\%$

(減速中性子場は  $\pm 30\%$ 以内)

(4) 中性子ガンマ線量当量換算係数

1) 熱中性子:  $8.00 \times 10^{-12}\text{Sv} \cdot \text{cm}^2$ (JIS Z4509)  
2)  $^{252}\text{Cf}$ :  $3.4 \times 10^{-10}\text{Sv} \cdot \text{cm}^2$ (JIS Z4510)  
3)  $^{241}\text{Am-Be}$ :  $3.7 \times 10^{-10}\text{Sv} \cdot \text{cm}^2$ (JIS Z4510)

中性子線による基準照射は、上に示す換算係数を用いて求めた線量当量に基づき、自由空間中およびファントム設置にて行われる。

## 4. 放射能面密度

(1) 電総研との相互測定により測定精度が確認された4方・計数装置により値付けされた線源

$\text{U}_3\text{O}_8$  面線源

(2) 精度

全放射能検出器:  $\pm 5\%$ ( ),  $\pm 10\%$ ( )

# “ICRU”とは

日本原子力研究所 城谷 孝

ICRU は、ICRU Report39 で、4 つの線量当量を提案し、放射線防護のための測定に統一性を与えた。また、その新しい線量当量を測定する測定器は、ICRU 球と呼ばれる球状ファントムを用いて校正することを推奨している。わが国でもこの線量当量によって放射線管理を行うことになり、この報告書の内容も広く理解され、ICRU 球という用語もかなり使われるようになってきた。しかし、ICRU という団体の内容については、まだ一般にあまりよく知られておらず、ICRU 球という用語だけが独り歩きしている観が強い。そこで、ICRU という団体について、ここに簡単に紹介しておきたい。

ICRU とは International Commission on Radiation Units and Measurements の略で、**国際放射線単位・測定委員会**と訳されている団体である。この ICRU は、1925 年の第一回の**国際放射線医学会議**(ICR, International congress of Radiology)で、線の量と単位を検討する ICR の下部機関として、初めは**国際 X 線単位委員会**(International X-ray Unit Committee)の名称で創立され、1928 年に ICRU として発足した(わが国がこの membership に加わったのは 1965 年からである)。われわれになじみの深い ICRP(国際放射線防護委員会, International Commission on Radiological Protection)もこの年に同時に設立され、互いに密接な関係にある。

ICRU の当初の目的は、放射線(特に X 線)の医学利用のためであったが、1927 年に X 線の量の単位としてレントゲン(R)を採用して以来、放射性元素からの放射線( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , n)に対して新しい量と単位、例えば、強度、吸収線量、ラド、グレイ、シーベルトなどの必要な物理量を順次勧告してきた。また、生物学的効果比(RBE)を導入し、放射線の種類による人体影響の相違を考慮した線量当量を勧告した。その後の研究成果を基に、放射線防護では RBE より、linear-energy-dependent-factor の考え方が必要であるとして、QF(線質係数, quality factor)の使用を勧告した。1977 年には、ICRP と共に新しい国際単位系を導入し、放射線に係る量と単位をそれに合わせ、従来のキュリー、ラド、レムに代わり、ベクレル、グレイ、シーベルトなどの新しい名称の使用を勧告した。

ICRU は量や単位についての報告書だけでなく、放射線防護、放射線医学、放射線生物学に係るドキュメントについての貴重なデータを含む数々の報告書をはじめ、線源、放射線測定法および装置等に関するもの、放射線と物質の相互作用についての物理的基礎に関するもの、ファントムと人体組織等価材についての報告書など、多種多様の貴重な報告書を刊行している。これらの報告書は、研究の進展に合わせ、記載内容の改訂もたびたび行っており、現在改訂増補作業中のものもある。

ICRU の報告書は、日本アイソトープ協会で取り扱っているが、また日本放射線技術学会が、今年(2005)の 5 月から ICRU の委託を受け、わが国における "Distributed by the ICRU Publications' Office" として、ICRU のすべての出版物を委託販売することになった(報告書の合本も取り扱っている)。

要するに ICRU の活動は、1)放射線・放射能の量と単位、2)放射線療法、線診断、核医学、放射線生物、工業および放射線防護におけるこれらの量の測定法指針、3)必要な物理データ、および、4)特殊分野の用語、などについて国際的に標準となる報告書を作成し、放射線に関する物理量や校正法の国際的統一への支援・普及を図ることを目的としている。ICRU の最新の活動状況は ICRU が刊行しているハソフレット "ICRUNEWS" に詳しく掲載されているので、関心のある方は参照していただきたい。また ICRU の組織や活動についてさらに詳しく知りたい方は、ICRU が宣伝用に発行しているハソフレット "The International Commission on Radiation Units and Measurements" を参照して頂きたい(下記事務局に申し込む)。

International Commission Radiation Units and Measurements

7910 Woodmont Avenue, Suite 800  
Bethesda, MD 20814-3095, USA.  
(Tel.:301-657-2652, Fax:301-907-8768)

# 「はかるくん」の測定記録から

(財)放射線計測協会 伊藤 直次

「はかるくん」とともに送付した「測定記録ノート」には、多くの使用者の方々が、大変熱心に記入して下さったので、延べ 1 万点以上の測定記録が集まった。これまでに放射線医学総合研究所の専門家が行った自然放射線の精密測定データがあり、「はかるくんの手引」の分布図もこれに基づいているが、測定点は日本全国で 700 点あまりに過ぎない。皆様にご協力いただいた「はかるくん」による測定は、もちろん精密級の測定ではないが、屋外、屋内のいろいろな環境条件下でこのようにたくさんの測定データがとられたことは、これまでも例がない。そこで測定者のご熱意に応えるため、また記録を有効に活かすために、これらの記録の重要な項目について統計処理したので、その主なものを紹介する。

第 1 図は測定記録の中から、都道府県別の屋外、屋内の放射線の線量率の平均値( $\mu\text{Sv/h}$ )を計算し、これを 1 年間の線量に換算した値を示している。また参考のために、「手引」の分布図の値も合わせて示した。図を見てもわかるように、これら 3 種の測定値はよく似た傾向を示している。「はかるくん」の測定値が放医研のものに比べて低いのは、宇宙線に対する感度が低いと思われる。しかし宇宙線の場所による違いは少ないので、図中の測定値の変動は主として、大地からのガンマ線の強さの変動によるものと考えられる。また「はかるくん」による屋内の測定値が、屋外のものよりやや高いのは、建材からの放射線の影響によ

るものと考えられる。

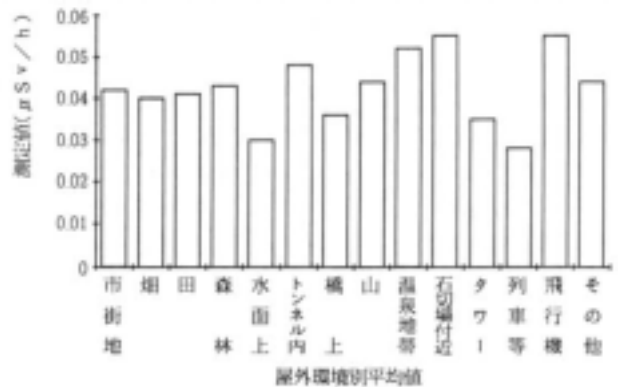
第 2 図は屋外環響別の全国平均値を示したもので、以下のような特徴が見受けられる。

水面上 - 水底の大地からの放射線は水によって弱められ、測定値が低くなっていることがはっきりとわかる。

トンネル内 - 岩石などからの上下と横からも来るため、高い値を示す。

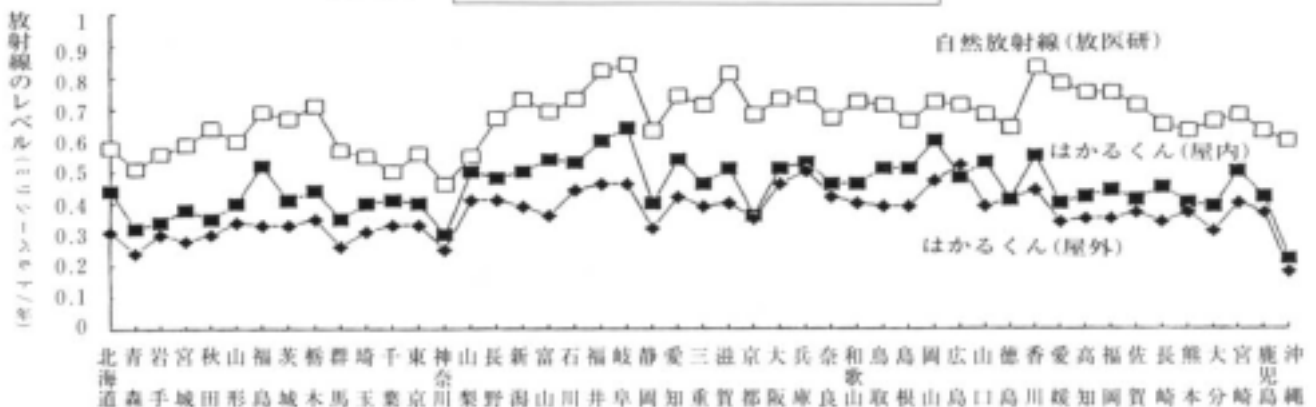
列車の上 - 測定値が低いのは、地面からの距離があるためとおもわれる。

列車等 - 列車などの乗物の中で測定値が低くなっているのは、車体の底面や側面が放射線を遮っているためと思われる。



第2図 「はかるくん」による測定値の屋外環境別平均  
単位は  $\mu\text{Sv/h}$  (マイクロシーベルト毎時)

第1図 「はかるくん」による測定値の比較



# ごあいさつ

専務理事 沼宮内 弼雄

顧問(前専務理事) 吉田 芳和

当協会も発足以来 12 年を経過し、最近では各種測定器の開発、特性試験及び PA 活動等、当初に比して業務の量・内容とも増大、多様化してきました。これらは科学技術庁をはじめ、原研、電力、メカ等の関連する方々の御支援によるものと深く感謝しております。

わが国における原子力、放射線の利用は、核燃料施設の稼働、医・理工学分野における活用等、今後益々増大するものと思われます。当協会としては、このような各分野の幅広いニーズに積極的に対応するとともに、一層の技術の研鑽に励み、放射線測定のみならず、原子力の信頼性の向上のためにも貢献すべく努力する所存であります。今後とも一層の御指導、御協力をお願いいたします。

当協会は、放射線測定における精度、信頼度の一層の向上に、また国からの PA 関連業務の受託など放射線測定技術を基盤とする分野で幅広く、原子力界のご要望、社会のニーズに応えるよう努めてまいりました。

お陰様で、専務理事として在任した 2 年間に、放射性元素捕集材の性能試験の開始、研修や PA 関連業務の拡大など、協会の業務も順調に進展することができました。これも一重に、皆様のご指導、ご支援のお陰と協会職員一同の努力によるものと感謝しています。

専務理事在任中に頂きましたご厚情に感謝申し上げますとともに、当協会の育成に、引き続きご協力を賜りますよう併せてお願い申し上げます。

## 平成 2 年度事業報告(概要)

平成 2 年度は、放射線測定器の点検校正、標準照射、特性試験等校正関連業務及び放管試料、環境試料、<sup>137</sup>Cs 試料等の放射能測定業務を前年度に引き続き実施するとともに、新たに、施設の放射線管理業務の一部を日本原子力研究所より受託し実施した。

また、科学技術庁から「放射線計測機器の規格化に関する対策研究」及び「簡易放射線測定器の貸出し」を引き続き受託するとともに、新たに通商産業省から「移動車両による原子力発電に伴う放射線知識の普及事業」を受託し実施した。

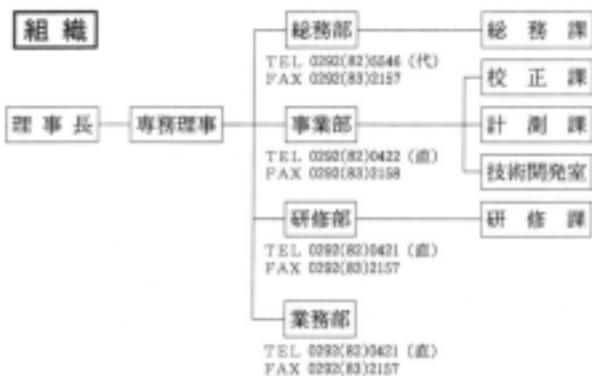
一方、研修事業では、定期講座を予定どおり実施したほか、原子力施設立入者の講習、資格試験の受験講座、原子力防災基礎講座等を実施した。

このほか、「放計協ニュース」の発行、放射線計測協議会の開催、創立 10 周年記念行事等を行った。

## 人事往来

(平成 3 年度新規就任者)

専務理事 沼宮内弼雄(3.10.1)  
理事 池澤 巖(3.10.1)  
(兼総務部長)  
監事 大串 勲(3.6.4)  
顧問 吉田 芳和(3.10.1)  
技術相談役 伊藤 直次(3.10.1)  
業務部長 小池 満(3.4.1)  
業務部長代理 山谷健三郎(3.4.1)  
総務課長 倉部 吉郎(3.4.1)



## 研修講座のご案内

平成3年度の研修講座の10月以降の開催予定は下記のとおりです。講座内容の詳細,その他ご不明の点など,協会研修部までお問い合わせ下さい。

### ・放射線管理入門講座

(放射線管理業務に関する基礎講座)

第15回 平成3年10.14(月)~10.18(金)

第16回 平成4年1.20(月)~1.24(金)

### ・放射線管理・計測講座

(放射線管理の中級技術者講座)

第38回 平成3年11.11(月)~11.15(金)

第39回 平成4年3.9(月)~3.13(金)

### ・原子力教養講座

(地方自治体職員その他の方々を対象とする原子力の基礎)

第16回 平成4年2.17(月)~2.21(金)

問い合わせ先 TEL0292-82-5546

FAX0292-83-2157

## 放射線管理研修用ビデオテープについて

「放射線作業の実際」

(VHSまたは :27分)

頒布費 36,000 円(消費税,送料込)

## 編集後記

本ニュースの編集を担当して2年間,皆様のご協力により4回の発行を予定どおり果たすことができました。2年前は,協会が国からの委託により放射線の正しい知識の普及を目的として「はかるくん」の開発・貸出しを始めた年でしたが,その後,自然放射線,放射能の測定実演も国から委託を受けるなど,放射線測定技術を基盤とするPA関連の業務が急激に増大してきました。

お陰様で,放射線測定器の校正など,協会本来の業務も順調に進展してまいりました。本業務の主目的である放射線計測の信頼性の向上とPA活動の成果が合いまって,原子力開発・放射線の安全管理に関する正しい知識の普及にお役に立っていることを願っています。

## 第11回放射線計測協議会

平成3年6月12日表記の協議会が織田暢夫委員長他約15名の出席を得て開催された。議事の概要を以下に記す。

### 1.業務概況報告 吉田芳和(放計協)

平成2年度には従来業務に加えて,原研から「放射線管理業務」の一部を,通産省から「放射線知識普及事業」などを受託し実施した。全般的に業務は順調に進展した旨報告された。

### 2.放射線計測器の校正方法に関するJIS改訂とその対応

本JISの改訂の経緯,主旨などの重要項目について南賢太郎委員(原研)から解説があり,引続いて放計協,メカの対応の概況が報告され,質疑応答や意見の交換があった。

(1)放射線計測協会(望月民三幹事)では,全般的にJIS Z4511に準拠した基準測定器,基準線源,実用照射装置を用いて各種の校正業務を実施している。

(2)メカの対応:富士電機(鈴木委員代理),70加株(大島委員)から,1989年の法令改正に伴う放射線量測定器の線量当量の測定と表示については,すでに対応済であることが報告された。

(3)問題点等: $H_{3mm}$ ,  $H_{0.07mm}$ については30keV以下のI補正領域での校正場や低線量率領域での校正用の施設が必要である。また欧米では線量当量の計測に関して実際の運用にまで進んでいないようであるなどの指摘があった。これらについて,前回のヨーロッパ校正事情調査団の派遣の続きとして,アメリカなどへの調査も検討する必要があるとの意見が出された。

## 放計協ニュース No.9 October.1991

発行日 平成3年10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>