

放計協 ニュース

財団法人 放射線計測協会



簡易放射線の開発について

日本原子力研究所

副理事長 更田 豊治郎

原子力の平和利用に対する公衆の不安は、主として、(1)放射線に対する不安、(2)原子力施設に万一大事故が起きた場合の影響の心配、(3)放射性廃棄物についての心配などからなっていると思われる。(2)については、大事故にならないように何重もの方策が取られていて、総合的に評価して原子力システムは他の大規模システムに比して十分に安全と判断されるのであり、(3)については、他の生活、産業廃棄物に比べて大桁違い(おおけたちがい)に量が少ないので、充分安全に処理処分出来ないわけではないのであるが、いずれも、放射線についての正しい理解を得ることが、現実とかけ離れた不安を取り除く基本である。放射線・放射能の存在が全く自然そのものであることが実感として理解されることが肝要である。

放射線計測協会が平成元年度から科学技術庁の委託を受けて、簡易放射線測定器を製作し、これを貸出して一般の人々に自分の身の廻りの自然界の放射線を測定して実感を持ってもらうという事業を開始されたことは誠に喜ばしい。

こじんまりとしていて使い易く、かつかなり高度な中味の簡易放射線測定器として”放射線メーター「はかるくん」”を完成されたことに敬意を表し、「はかるくん」が大いに活用されることを期待したい。

ところでさらに、ぜいたくを言わせて頂ければ「はかるくん」に加えて、最大限に単純化して個人でも買える程安価な放射線メーターも作ってほしいものである。メーターの表示の精度などはあまり問題にせず、それを補うために必ず校正用の簡易放射線源(チェック・ソース)付きとする。チェック・ソースによってメーターが故障かどうかを確かめることが出来ることも重要である。また、放射線の強さの単位などの理解は別として、チェック・ソースとの比較によって、心配する程の強さかどうかを大まかに知ることも理解の助けになると思う。チェック・ソースに特に明解な表示をつけることは言うまでもない。問題は、どれ程安価なものが作れるかであるが、挑戦してもらいたいものである。

環境放射線線量測定技術

原 研 森内 茂

ICRP Publ.26 の実効線量当量の概念に発した放射線関係法令の改訂が行なわれ、新しい線量概念にもとづく法令が平成元年4月より実施に移されている。ICRP Publ.26 の言う実効線量当量概念は実務的な放射線管理上、また、精度の高い評価を考える研究分野で様々な課題を提供した。法令では、放射線管理上の実務的な要求から ICRU の提唱した ICRU 球ファントムの拡張・整列場の軸上の表面から 1cm の線量当量 $H^*(10)$ を評価する考えが導入されており、作業環境における種々の照射条件を考えてもこれを上回ることが無いという条件は放射線防護の考えに添うものである。

一方、環境における一般人の実効線量当量評価を考える立場からは、もともとこの単位は放射線のリスクを数量的に表現しようとした単位であり、現実にリスクを定量的に表わす本来の目的からすれば、可能な限り正確な評価が行なわれることが望ましい。それではどのような測定評価の方法があるかを環境放射線に對象を絞って以下に検討して見よう。

まず、環境における一般人の被ばくは、自然放射線、人工放射線何れの場合も線源分布がほぼ予測できること、自然放射線の場合線源の種類が限られるためガン線の空間分布があまり変化しないこと等の性質から、その形態が限られる。このため被ばくの状況の違いによる実効線量当量の変動幅は職業人の作業環境の場合と比べてかなり小さいものとなる。このことはかなりの精度で実効線量当量の評価が可能となることを示している。

1. 実効線量当量評価上必要な情報

厳密に言えば実効線量当量を正確に評価しようとするれば、ガン線のエネルギー-空間分布、その入射方向分布、人間の姿勢等に関する情報は不可欠で、その情報が曖昧になるほど評価結果に含まれる誤差の幅が大きくなる。現実的にはこのような全ての情報を実測により得ることは不可能と見てよく、入射方向分布については大まかに入射方向を見当付け、エネルギー-

空間分布については大まかに入射方向別にエネルギー-空間分布を得るくらいがせいぜいであろう。実効線量当量を測定により直接評価できるような測定器となると、人体と同じエネルギー-及び入射方向依存性を持つ検出器を開発することである。この試みについては現在我々のところで試作検討を行っているところである。

さて、現実に戻って従来の線量測定・評価の方法を眺めてみた場合、色々な照射条件、対象エネルギー-空間分布に対して柔軟に対応できる線量測定・評価は、放射線のエネルギー-空間分布を評価し、これから被ばく条件に応じた線量-実効線量当量換算係数を適用して線量評価を行う方法である。これと同等の評価ができるのがエネルギー-線量変換演算子法による $G(E)$ 関数法、これをさらに自動化した DBM(Discrimination Bias Modulation)法で、ともにこのような新しい事態に対応するのに非常に柔軟性のある便利な方法である。色々な条件における実効線量当量換算のための $G(E)$ 関数は参考文献¹⁾にまとめられている。

2. 照射線量あるいは空気吸収線量から実効線量当量への換算係数

各種照射条件における実効線量当量は人体ファントムによる計算から数多く提供されている。環境中における線源分布からもたらされる放射線の入射方向分布は、近似的には全球等方(例えばビル内のコンクリート室内)、半球等方(例えば屋外における地殻からの線、大気中の放射能のサブマージョン状態下での被ばく)、水平面等方入射(近似的には地表に蓄積した放射性核種からの放射線)の3つのタイプに大別される。もちろん、多少のバリエーションはあるが、何れの場合も人間の行動には方向性は定まってなく集団として平均で見て方位角については等方と見なしてよい。

このような線源分布状態下では実効線量当量は 50keV から 3MeV のエネルギー範囲では空気吸収線量と比較してそれほど大きなエネルギー依存性を持たず、エネルギーが不明の場合でも、空気吸収線量から換算係数を

介して大きな誤差を伴わずに実効線量当量を評価することが可能である(±20%を越すことはない)。さらにI¹³⁷Cs-スペクトルが自然のガンマ線のようにあまり変化のない場合は一つの換算係数でこと足りる。我々がいろいろな居住環境で測定して評価した空気吸収線量から実効線量当量を得るための換算係数は0.75であり,²⁾同じく環境放射線モニタリング指針では0.8,国連科学委員会の報告書(UNSCEAR1982,1988)では0.7と云う数値である。0.8と云う値はガンマ線I¹³⁷Cs-が特定しない環境放射線全般に適用する数値としてみれば換算係数のI¹³⁷Cs-依存性から見て妥当な値である。一方,0.7は報告書では中程度のI¹³⁷Cs-のガンマ線に適用するとした換算係数で,等方入射条件の100keV以上のI¹³⁷Cs-領域において最低の値である。これから判断すれば自然ガンマ線に対しては0.75,I¹³⁷Cs-スペクトルが不明の場合については,0.8がもっともぶさわしい換算係数であろうと結論できる。

3.実効線量当量と周辺当量線量の値の比較

先に述べたように放射線障害防止法令で簡便且つ安全側に評価できるICRU球ファントムで云うH*(10)に当たるH_{1cm}を実効線量当量を表わすものとしている。これによる評価結果と環境放射線モニタリング指針に基づく評価結果あるいは正確な手順に基づく評価結果の表示単位は全てSvではあるが,同じ場所で同時に測定した場合でも値の違いが生じる結果にもなることには気を付けなければならない。

通常,上記2方式が同じ場所で使用され表示される数値に違いが生じていても区別できている間は共存も問題はない。しかし測定値だけが示された場合はどちらの評価結果かがわからない事態も生じる。

環境放射線モニタリング指針では,先ず照射線量率(μR/h)または空気吸収線量率(μGy/h)で測定し,これに換算係数を乗じてSv単位の实効線量当量率へ変換するため,単位は同じであってもH_{1cm}(Sv)と数値は異なる。このような違いを区別せずに測定結果だけが区別されずに歩くと色々な点で混乱を招きかねない危険がある。

測定可能な空気吸収線量率,数種の実効線量当量率で自然のガンマ線を測定評価した値の相対値を表1に示した。これからも分かるとおり実際の実効線量当量率とH*(10)に当たるH_{1cm}とでは60%以上の差が出ている。平常時はもちろん区別して正しく使われるであろうが,原子炉事故等の緊急時には環境用,作業員対応等を問わず利用されることになると予想される。このような色々な使用状況において正確に評価された実効線量当量と放射線防護上のものとを混乱無く正しく区別して使えるよう対応を整理しておくべきであろう。

参考文献

- 1)堤 正博,森内 茂,斎藤 公明,JAERI-M 89-196(1989)
- 2)森内 茂,堤 正博,斎藤 公明,自然放射線における空気吸収線量から実効線量当量への換算係数の評価,日本保健物理学会誌投稿中。

表1 種々の根拠に基づく実効線量当量換算係数の比較

根拠 出典等	空気吸収線量に対する 実効線量当量比 (Sv/Gy)	備考
実効線量当量 放射線障害防止法令 実際の評価値	H _{1cm} 1.22 H _E 0.75	自然線に 対して得た値
環境放射線モニタリング 指針で使用の換算 数	0.8	対象I ¹³⁷ Cs-を係 特に限定せず
UNSCEAR 報告書で 使用の換算係数	0.7	中程度のI ¹³⁷ Cs- に適用考慮

簡易放射線測定器「はかるくん」について

原子力開発を推進してゆくうえで、原子力に対する国民の信頼を得ることが何よりも重要であることは、いまさらいうまでもない。原子力に対する正しい理解を普及するための活動(いわゆる PA)については、国も重点施策として取り上げいろいろの角度からアプローチするよう、努力を続けている。

当協会でも PA の重要性を認識し、研修部門の「原子力教養講座」等でとくに放射線について正しい理解を得るよう努めてきた。しかし当協会の主な業務は、その名の示すとおり放射線の計測や校正であり、PA 問題からはやや距離を置いたところにあると思っていた。ところが昨年、PA の一環として一般の人達に自然界にも放射線が存在することを実際に測定器を使って体験してもらうための、安価で使い易くしかも感度のよい放射線測定器の開発について、科学技術庁から依頼を受けた。

これはまさに当協会の主要業務と密接に関連するものであり、本腰を入れてとりくむべきものであるとの認識を深めた。しかし自然放射線を精度よく測定できるという点だけを考えても、これは専門家が使うかなり高級な測定器と同等の性能が必要であり、さらに安価で使い易いという条件が加わったものの開発が果たして可能かということでは、簡単に回答するわけにはいかなかった。その後、放射線測定器メーカー等とも折衝しながら検討を進めた結果、何とか期待に沿うものが出来るであろうという見通しをえた。

この測定器の開発に当たって、まず検討委員会を設けて広い範囲の意見を聞くことが必要であるということで、委員には専門家のほか原子力機関の広報担当者、原子力人材等にも入ってもらった。委員会では、測定器は積算型か線量率型か、表示はアナログかデジタルか等、測定器そのものに対する検討だけでなく、取り扱い説明、くらしの中の放射線の解説、測定の手引き等についてもかなりの時間をかけて検討し、とくに、いわゆる素人の方々の意見が十分反映するよう努めた。

検討委員会での検討結果を参考にして測定器の仕様を作成、まず試作器の開発を経て、実器 450 台の製作を行った。完成された測定器の性能は、感度、使い易さ、堅牢性等の点で、ほぼ初期の目標を満足するものであることがわかった。一般の人達に使ってもらうためのこの測定器には親しみ易いニックネームを付けるのが望ましいということになり、委員会で多くの候補名が提案されたが、最終的に「はかるくん」に決定した。

また解説書「はるかんの手引」という小冊子を作成し、この中には、

放射線メーター「はかるくん」の取扱について

暮らしの中の放射線

いろいろな場所で放射線を測ってみましょう

測定記録(記入例)

が掲載されている。

「はかるくん」の貸し出し対象者としては、科学技術庁から指名されている原子力人材及び原子力人材経験者を考え、あらかじめこの測定器の貸し出し希望の有無についてのアンケートを取ったところ、多くの希望者があり本年 3 月から貸し出しを開始した。



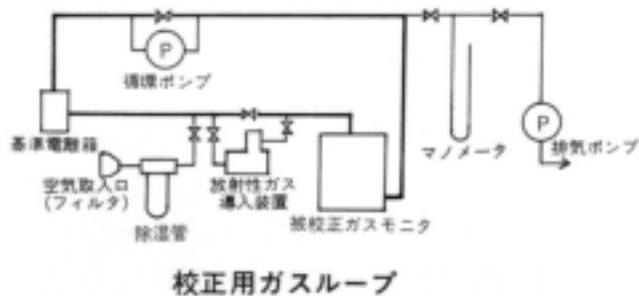
放射性ガスの特性試験

原子力関連施設で発生する気体廃棄物は、各種フィルタ等により粒子状放射性物質の除去後大気中に放出されるので、Kr, Ar, Xe 等の不活性ガス及びトリウム等が主となる。これらの気体状放射性物質の大気中への放出を監視することは、放射線管理上きわめて重要である。この目的のため、種々のガスモニタが開発されているが、実際に放射性ガスを用いて特性試験を行うためにはそれ相応の施設が必要である。

当協会では、日本原子力研究所の御指導を得て実際の放射性希ガス等を用いてガスモニタの校正及び特性試験を実施している。そのあらましを紹介する。

校正では、放射性ガス濃度とガスモニタの計数率または電流値から放射性ガス濃度への換算係数を求めることが必要である。

図に示すようなガスループを用いる。この場合最初に校正に用いる放射性ガス濃度を決定する。これには2つの方法がある。ひとつは既知量の放射性ガスを内容積既知のガスループに導入しループ内の放射性濃度を決定する。もうひとつは、あらかじめ放射能濃度と電離電流値の関係が求められている基準電離箱を用いる方法である。



現在、当協会では基準電離箱を用いた方法を採用している。基準電離箱は、内容積1.5lのステンレス製円筒型電離箱で、得られた電離電流を振動容量電位計で測定する。濃度換算係数が求められている核種は、 ^{85}Kr 、 ^{41}Ar 、 ^{133}e 、 ^3H などである。

^{85}Kr や ^{133}Xe は、(社)日本アイソトープ協会から購入して使用する。半減期の短い ^{41}Ar は、日本原子力研究所東海研究所の研究炉(JRR-2 または JRR-4)において製造して使用する。

校正試験のできる濃度範囲の下限は基準電離箱のバックグラウンド電流等で決まり、 ^{85}Kr で約 $5 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^3$ ($10^{-5} \mu\text{Ci/cm}^3$) である(基準電離箱のバックグラウンド電流は、通常 $2 \sim 3 \times 10^{-15} \text{A}$) である。同様に、濃度範囲の上限はガスループの容積と許可使用量によって決定され、内容積10lのガスモニタ1台を校正する場合、 ^{85}Kr で約 $3 \times 10^3 \text{Bq/cm}^3$ である。放射性ガスの希釈は、減圧希釈法により行っている。

実際の校正試験は、振動容量電位計等が安定に動作することを確認した後、以下の手順で行う:

排気ポンプによりループ内を減圧し、リーク試験を行う。

減圧状態で放射性ガスを導入する。

空気取入口から除湿管を通して大気圧までループ内に乾燥空気を導入し、循環ポンプを作動させてループ内の放射能濃度を均一にする。

循環ポンプを停止し、基準電離箱の電離電流値と校正用ガスモニタの計数率(または電流値)を測定する。

排気、乾燥空気の導入、ループ内循環、電流測定を必要な回数だけを繰り返す。

本試験の実施にあたっての留意事項は、つぎのとおりである。

線源の入手には、時期によって数か月を要することがあるので事前に関係者間で試験の時期を調整しておくことが望ましい。

試験を行う施設のスペース、耐荷重からガスモニタの大きさおよび重量は、 $1.2\text{m(W)} \times 1.2\text{m(D)} \times 1.5\text{m(H)}$ 、 0.6t 以下に制限されている。またガスモニタは、減圧に耐えると同時にリークがなく、内部が汚染しにくい構造のものでなければならない。(事業部計測課)

放射線測定器の校正方法等の調査団の派遣

放射線の安全には多くの管理用測定器が用いられており、これらの実用測定器の校正で国家標準からのトレーサビリティの確保が重要な問題である。また最近の法令改正で実用測定器レベルで実効線量当量の決定という新たな課題が加わった。この事情は欧米先進国でも同様であるが、国によってバラエティがあることが予想された。このような事情を勘案して当協会では主要国の実情を調査し、今後のわが国の放射線業務への反映を図ることを企画した。これに対してメカや校正あるいはサービス業所の方々からの御賛同を得て、11名から成る調査団を編成し、平成2年2月に約10日間の日程で調査を実施した。その概要を報告します。

調査訪問機関

今回の調査はリストに示すように国家標準研究所として西ドイツ、フランス、英国の3機関、実用測定器の校正や放射線防護の研究を行っている2研究所および放射線管理を実施している原子力発電所の合計6事業所である。

訪問先(1990.2.12~2.20)

- 1.西独 PTB(国立物理研究所)
 - 2.フランス LMRI(電離放射線研究所)
 - 3.英国 NPL(国立物理研究所)
 - 4.西独 GSF(放射線環境研究所)
 - 5.英国 AEA(ハウェル研究所)
 - 6.西独 Gundremmingen 原子力発電所
- 1~3:国家標準研究所,4.5 二次標準校正機関
6:放射線管理実施施設

主要な調査項目

調査の主眼を放射線モニタの校正とくにトレーサビリティに置いたが、モニタの開発や研究動向についても情報を得たいので、各研究所へ訪問目的・質問事項を添えて申出ておいた。訪問先では非常によく準備をして頂き密度の濃い調査を実施することができた。

PTB や NPL では国家標準として γ 線,中性子線,放射能のすべてを加えている。LMRI は γ 線と放射能の担当である。

これらの標準研究所では標準の種類・単位,2次標準への移行の方法(量・単位,測定器),トレーサビリティ体系の概況について数名の専門家から説明を受けた。実用測定器の線量当量への換算法の現システムや将来動向について討論を行った。引続き各種標準校正施設の見学を行った。これらの施設は無駄なく整備され,担当職員も多くサービス面でも充実し,医療への対応もよく行われている。

GSF では最近の環境問題での化学物質の重要性を反映して,近く研究所名から Strahlen の文字がなくなる。放射線モニタ(個人モニタ他)では周辺のいくつかの州の分を担当している。西ドイツでは当面照射線量(R)に0.01倍した photon dose equivalent を実効線量当量の代用として使用し,十分に時間をかけて(10年?)実効線量当量への移行をはかって行くようである。

Harwell 研究所では,測定器の校正のほか,管理測定法の研究や測定器の開発商用化にも力を注いでいた。英国では試験・校正事業所の認定制度(Accreditation service)が1985年から開始されている。

本年のヨーロッパは異常な暖冬ということにも幸いして,無事調査を終了することができた。訪問先の紹介や種々御便宜を頂いた原研保健物理部長沼宮内弼雄氏,電総研放射線測定研究室長河田燕氏他の方々に感謝いたします。(伊藤直次)



調査団メンバーとLMRI 所長ほか

研修講座のご案内

平成2年度も下記のように研修講座を開催いたします。主に放射線管理実務担当者を対象とした2講座とともに、原子力教養講座につきましては、最近の、これまでとは異質の反原発運動等もあり、各地方自治体の職員等の方をはじめ、原子力の基礎から学びたいという方もふえつつあり、科学的事実等に基づいた原子力の正確な知識・知見の普及に努めたいと考えています。

定期講座のほか、放射線取扱主任者試験受験のための出張講座、放射線業務従業者の教育訓練の出張講習会等をあわせて実施しておりますので、お問い合わせ下さい。

講座名	日程	受講料(円)
放射線管理入門講座 第11回 第12回 第13回	平成2年 5.21(月)～5.25(金) 10.15(月)～10.19(金) 平成3年 1.21(月)～1.25(金)	54,000
放射線管理・計測講座 第32回 第33回 第34回 第35回	平成2年 6.18(月)～6.22(金) 9.17(月)～9.21(金) 11.12(月)～11.16(金) 平成3年 3.11(月)～3.15(金)	56,000
原子力教養講座 第13回 第14回	平成2年 7.16(月)～7.20(金) 平成3年 2.18(月)～2.22(金)	52,000

*消費税額として、上記受講料の3%の額を借受けさせていただきます。

「放射線管理研修用ビデオテープ」

“放射線の実際”

- 安全への第一歩 -

VHS, 27分

ビデオテープの内容構成

原子力施設内で作業をする人を対象に、放射線防護の立場から、放射線管理区域出入り時に守るべき基本的事項や管理区域内での放射線作業で採るべき実際の行動等について、イラストや実写による映像から正しい知識を習得し、放射線作業を安全に遂行するための「視聴覚教材」としてご利用いただくもので、“放射線特性などの基礎的事項”および“放射線作業の実際”等の内容構成となっております。

付属解説書

各画面に応じた解説文のほか、用語の説明や必要な図表等を付した解説書を添付します。

(備考)

本ビデオテープは、日本原子力研究所の施設を使用させて頂くとともに、同研究所の放射線管理の実務経験豊かな専門家の全面的なご指導、ご協力のもとに作成したものです。

本ビデオテープでは、89年4月から施行されている原子力関係現行法令にしたがった用語、単位を用いています。

領布費:36,000円/巻(消費税,送料込)

《校正料金等の一部改訂について》

当協会では、すでにご案内しておりますが、放射線測定器の点検校正等の料金について見直しを行い、平成2年4月1日から一部(標準照射料金及び研修講座料金は据置き)について改定することにいたしました。ご愛顧いただいているユーザーの皆様には、ご迷惑をおかけすることになりますが、今後ともよろしくお願い申し上げます。

なお、料金の見直しは3年毎に実施することにしておりますが、料金の経費増分については技術力の向上、作業の合理化を図ることによって吸収するよう努めておりますので、ご理解のほどお願い申し上げます。

(財)放射線計測協会平成2年度事業計画(主要事項)

当協会は、放射線測定の精度及び信頼性の向上が原子力及び放射線の安全確保・向上の基礎となるべきものであることを考慮して、平成2年度は下記の業務を平成元年度に引き続き積極的に推進する。

(1)放射線測定器の点検・校正等

I.放射線測定器の点検・校正については、新法令改正に伴う校正方法を定着させる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引き続き努力する。

II.標準照射については、精度の高い照射技術の維持向上及び個人線量測定機関等への協力指導を引き続き進める。

III.N-16の高エネルギーガンマ線による特性試験及びガスマータの校正試験など、当協会特有の技術による業務をさらに充実させる。

IV.新型放射線測定器の特性試験等を通じ、放射線測定精度向上に資する。

(2)放射能試料の測定および放射化分析

施設の放射線管理試料、環境試料、試験研究用試料、及びバイオメディカル試料の放射能測定を行うとともに、廃棄物の放射能測定、全身計測等の面で原研に協力する。

放射化分析は、研究試料等の依頼試料について行う。

(3)放射線管理技術者等の研修

定期講座を計9回実施するほか、地方自治体職員等を対象とした原子力知識普及講座等研修活動を積極的に進めることにより、放射線安全に関する知識の普及を図る。

(4)調査及び試験研究

科学技術庁、(財)原子力安全研究協会等に協力し放射線計測器標準化のための試験研究を行なう。

(5)公衆に対する放射線関連知識の普及

国からの委託により、平成元年度に開発した簡易放射線測定器が、広く活用されるよう維持管理と必要な増産を行うとともに、食品中放射能等の測定実演説明会を開催するなど、国のPA活動に協力し、一般公衆への放射線に関する基礎知識の普及に努める。

(6)放射線管理業務の実施

原研の要請に応え、本年度より施設の放射線管理業務の一部を受託する。

(7)成果の普及

協会の業務実績、技術開発成果その他必要な情報について、学会、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、学会・産業界等の関係者との円滑なコミュニケーションを図るために「協会ニュース」を発行する。

(8)放射線計測協議会

放射線計測協議会において、科学技術庁、学会、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の技術的な意見の交換を行う。

(9)創立10周年記念事業の実施

当協会の創立10周年に当たって協会10年誌の刊行等の記念行事を行う。

編集後記

はじめて本ニュースの編集を担当することになりました。これまでの編集方針を引き継いで皆様にご協力いただけるお役に立つ情報を提供できるよう努めるつもりです。いろいろと御忠告等頂きたくお願ひします。

原子力利用の正常な発展のために、一般大衆への放射線安全に関する正しい知識の普及が益々重要になってきています。当協会も、科学技術庁からの委託を受けて開発した簡易放射線測定器の貸出し等この分野にも貢献できるよう幅広く仕事を発展させて行きたいと考えています。(吉田芳和)

放計協ニュース No.6 March.1990

発行日 平成2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>