

放計協 ニュース

財団法人 放射線計測協会



正しい分析データの提供

科学技術庁

原子力安全局長 村上 健一

おにぎりに梅干し、暑い日の冷えた梅酒・・・など、梅の実は古くから日本人の食生活と密接な関係を持っている。ところが、この梅から、Co-60 が 1kg 当り 0.5Bq 検出されたという新聞報道が 8 月に北陸の一部の地域でなされ、大さわぎになった。もともと、梅などの果実からは、Co-60 など検出されるはずがないのである。問題の梅の実は、ある農業協同組合が出荷した青梅で、不買運動につながるとしてその心配は大変なものとなった。

早速、県の衛生研究所は原子力安全局の担当室とも連絡をとりつつ調査を開始した。その結果、問題となった青梅の分析は、購入先の生活協同組合の依頼を受けた生協連合会の検査センターが線核種分析装置を用いた簡易測定法により行なったものであった。測定に使われた青梅は、既に廃棄されており、精密測定はできない状況であったため、まず、同じ農協に保存されていた冷凍青梅について県衛生研究所は検査センターと同じ簡易測定、さらに精密測定も行なった。Co-60 は検出されなかった。

そこで、検査センターの測定データを詳細にチェックするとともに、実際に測定装置そのもの即ちパッケージラッドを測定してみると Co-60 が検出された。青梅には Co-60 が含まれておらず、測定装置の材料中の Co-60 を検出するという初歩的ミスを犯したわけである。

この原因として、検査センターが食品中の Cs を測定するために購入した測定装置を今回初めて Co 分析用に使ったこと、一方メーカーの方もパッケージラッドを差し引くような解析プログラムにしていなかったにもかかわらず、その旨購入者側に明確に伝えていなかったこと、測定者側が分析結果の評価方法を熟知しておらず、検査センターのチェック体制も不備だったこと等一連の原因が重なったものとみられる。

科学技術庁では従来より放射能測定における信頼性を確保するため、放射能測定法シリーズ等マニュアルの整備、都道府県分析機関と(財)日本分析センターとの相互チェック、都道府県分析担当者の同分析センターでの研修などを行っている。こんどの事件を教訓として、当庁としても測定装置メーカーへの指導を強化するとともに、民間検査機関の研修・講習への積極的参加を促進することとした。検査機関は正しいデータを出すことが必要であり、質の悪いデータで国民が混乱するようなことは避けなくてはならない。

放射線管理における面状 ()線源の活用

原研保健物理部 線量計測課 吉田 真

.はじめに

校正用線源の種類は、放射線の種類、物理的性状、使用法等で分類される。物理的性状では、溶液線源、固体線源、ガス線源があり、固体線源においても形状別に点線源、面線源、体積線源等に分けられる。また、その使用法においても、放射線測定器の動作チェックに始まり、測定器の検出効率の決定、エネルギー特性の評価等に到るまで広範囲に及んでいる。

これらの多様化した線源の内、特に、放射線管理において広く一般に使用されている ()線を放出する面線源について、以下に簡単に紹介する。

.面線源の使用目的

放射線管理における面線源の使用目的は、表面汚染検査計の指示値の校正、()線放出核種のガンマ放射能測定器の検出効率の決定、ガスモニタの指示値の校正、線量計の校正等があげられる。これらのうち、表面汚染検査計の校正用線源を中心に述べる。

国際標準化機構(ISO)は、線放出核種(線最大エネルギー:0.15MeV以上)及び線放出核種による表面汚染を表面汚染検査計を用いて直接測定する際の方法について基準を示している。¹⁾この中で、単位面積当たりの放射能 A_S は、次式で定義されている。

$$A_S = \frac{n - n_B}{i \times W \times s}$$

ここで、 n, n_B は測定された全計数率及びバックグラウンド計数率であり、また、 W は汚染検査計の放射線入射窓の有効面積を表す。 s は、汚染面の材質、性状、汚染状態等に依存する効率で、汚染面に残存する放射能に対する表面放出率で定義される。一方、 i は、検出器と線源との幾何学的配置、検出器の入射窓による吸収等の測定器固有の特性を表す効率であり、基準となり得る線源を用いて校正されるべき値である。

ISO は、校正に必要な面線源についてトレーサビリティを確保するため、基準化を行なっている²⁾。基準となり得る線源(基準線源)は、国家標準機関において表面放出率が絶対測定された線源(クラス1)とその線源を用い

て校正された仲介測定器(トレーサビリティを移行するために使用される測定器)により値付された線源(クラス2)の二つに分けられている。表1に基準線源に対して要求される仕様を示す。

日常の校正作業に使用される線源については、使い易さ、線源の健全性等が重視されるとともに、基準線源とのトレーサビリティが確保されていることが重要である。

.面線源の作製法

面線源の作製は、目的とする線源の大きさ、放射能分布の均一性、放射能強度、線源の使用法及び環境等により異なり、一口にどの作製法が良いと特定することは困難である。

自己吸収の極めて小さい線源は、真空蒸溜法³⁾、静電スプレー法⁴⁾、単分子膜線源法⁵⁾、電着法⁶⁾等により作製することが可能である。しかし、これらの方法により作製された線源の多くは、放射能の物理的、化学的な安定性に欠け、また、広い面積にわたり均一に放射能を分布させることが難しいため比較的面積の小さい線源に限られる。

放射線管理用測定器の校正等において使用される面線源では、通常、エネルギースペクトルの歪みや自己吸収が小さいことよりもむしろ線源の健全性や比較的広い面積にわたる放射能分布の均一性が重要となる。

国内では、天然ウランを金属板上に塗布し焼結した面線源(最大形状 100mm×100mm)が、従来より表面汚染検査計等の校正用に使用されている。この線源は、半減期が極めて長くまた経時変化も小さいため、線源の管理が比較的容易である。しかし、前述の様に、検出効率の線エネルギー依存性等を評価するためには、線最大エネルギーの異なる核種で線源を作製する必要がある。

種々の核種の面線源を作製する最も一般的な方法は、線源基板上に放射性標準溶液をマトリックス的に多数点滴下し乾燥する方法である。この方法は、線源作製時に標準溶液の放射能濃度から直接線源の放射能を決定することができる。しかし、一般に放射能分布の均一

性において劣り、また、放射性核種が化学的に安定に固定されていないため、使用方法によっては表面を薄いポリエステル膜で被うなどの汚染防止対策を施す必要がある。

市販品では、アルミニウム板の表面を陽極酸化してできる薄層中に放射性核種を固定した線源、放射性核種を樹脂中に混合し塗布した線源等⁷⁾があり、比較的放射能分布の均一性に優れた線源面積の大きい線源が入手できる。

また、放射能分布の微視的な均一性に優れた線源作製法として、薄い交換膜に放射性核種を吸着させる方法⁸⁾がある。この方法では、放射性核種が化学的に安定に固定されるため放射能の離脱が極めて小さく、また、任意の形状に加工しやすいため各種校正用線源への応用範囲が広い。

線最大エネルギー^{*}が極めて低いトリチウムの面線源では自己吸収を小さく押さえることが重要な課題となる。前述の単分子膜線源法は、線源の安定性の問題を除けば、理想的な線源作製法の一つであり、実験室用の校正用面線源の作製法として有効である。

表面放出率及び放射能の決定

面線源の表面放出率の絶対測定においては、線源表面から放出される放射線を損失なく計数するため、放射線入射窓のない 2 インチの検出器が用いられる。この検出器は、対象となる線源を内部に収納して測定する必要があり、線源の形状に対して十分な内容積と有効計数面積を必要とする。このため、多心線式の窓無 2 インチ比例計数管が一般に用いられている。

測定に際しては、線源自体に十分な導電性がない場合、線源表面に電荷の蓄積が生じ計数効率の低下を招くため、注意が必要である。ISO は、線最大エネルギー^{*} 0.15MeV 以上の核種についての表面放出率の仲介測定器として、検出効率 0.5 以上、有効計数面積 100mm × 150mm 以上が必要としている。適当な測定器としては、放射線入射窓厚 1mg/cm² 以下の市販の大面积が 2 インチ比例計数管の窓保護用金具を取り除いて用いることを推奨している。

線源の放射能については、滴下乾燥により作製される線源を除き、直接精度良く決定することがむづかしい。これは、線源の自己吸収及び後方散乱の影響が線源個々に異なるためであり、これらの因子を個別に評価し補正するか、これらの因子に関して同一性状を持つ他の放射能既知な線源と比較測定する必要がある。

校正用線源は、新しい技術の開発にともない新しい作製法が導入され、今後も多様化するものと考えられる。それぞれの線源の持つ特色を十分把握して、測定器の適切な校正に使用していくことが大切である。

参考文献

- 1) ISO 7503-1(1988) 2) ISO 8769(1988)
- 3) Pate, B.D. et al.: Can. J. Chem., 34, 265(1956)
- 4) Carswell, D.J. et al.: J. Nucl. Energy, 4, 51(1957)
- 5) Dobrilovic, L.J. et al.: Nucl. Instrum. Meth., 112, 359(1973)
- 6) Getoff, N. et al.: Nucl. Instrum. Meth., 70, 352(1969)
- 7) Christmas, P.: NPL Report RS 44(1979)
- 8) Murakami, H. et al.: RADIOISOTOPES, 34, 497(1985)

表 1 基準線源の仕様

項目	仕様
線源面積	10 ⁴ mm ² 以上 (ISO 推奨値: 100mm × 150mm)
線源パッケージ	・導電性のある材質 ・後方散乱が飽和値に達する厚さ
線源による自己吸収	自己吸収が無視できる理想的線源にできる限り近づける
表面放出率	・2000 ~ 10000s ⁻¹ ・不確かさ: ± 3%(クラス 1) ± 6%(クラス 2)を越えない
放射能	不確かさ: ± 10%を越えない
放射能分布の均一性	± 10%より良好である
放射性核種	・線放出核種: ²⁴¹ Am ・線放出核種: ¹⁴ C, ¹⁴⁷ Pm, ²⁰⁴ Tl(又は ³⁶ Cl), ⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y, ¹⁰⁶ Ru+ ¹⁰⁶ Rh

原子力防災基礎講座 開催

- 研修部 -

自然災害や産業災害に対する防災と同様に、原子力発電所等の防災についても災害対策基本法に基づき、国や地方自治体、関係諸機関などで防災計画が整備されています。

原子力防災対策には、一般防災対策活動に共通あるいは類似するものに加えて原子力に特有なものがあり、その特殊性としては、自然災害等に係る対策の場合になかった放射線の問題があることです。放射線は通常五感に感じられないこと、被曝の程度その他の危険性等が自ら判断できないことなどがあり、災害発生時に対処できるためには放射線をはじめ原子力に関して概略的にでも基礎的知識を身につけておくことが必要と考えられます。

わが国ではいままでそのような例はありませんが、原子力施設あるいは放射性物質輸送時の異常、災害等の発生時にはその規模に応じ、専門家の他、地方自治体の関係諸機関職員の出勤と現場での防災活動が必要となることも考えられます。

これらに対し、従来から原子力防災講座への参加や毎年実施される総合防災訓練等での知識、技術の習得がはかられていますが、長期間の防災講座への参加が難しい面もあります。

本年度、茨城県では、各市町村、警察、消防署等の防災関係の新任の職員及び長期間職場を離れられない方々を対象とする防災講座の開催を計画され、県(環境局 原子力安全対策課)からの委託を受け、「原子力防災基礎講座」(主催:茨城県)として実施しました。

講座は、大洗地区と東海地区で7月26日、27日の2日間のそれぞれ半日間をあて、講座の内容としては防護具の着用、個人線量計の使用等の実習を含め、放射線による障害、放射線の防護、放射線測定器の取扱い及び原子力防災体制の4教科でした。なお、講師として当協会職員の他、日本原子力研究所および関係機関の専門家の方々をお願いしました。

受講者は、県内の各市町村担当課室、警察署、消防本部、保健所等の方々に、両地区を合わせ67名で、放射線測定器の使用法等について1~2の質問があったほか、受講後の感想として、「放射線測定器の使用法、防護具の着用法等参考となるが多かった」、「原子力とは通常関係のない職場であり、勉強になった」等の意

見があり、機会があれば今後も引き続き実施させていただきたいと考えています。なお講座の開催にあたっては県原子力安全対策課の種々のご指導とご協力のもとに実施できたことを感謝します。

人 事 往 来

専務理事の交替

(退 任)伊藤 直次(1.9.30.)

(就 任)吉田 芳和(1.10.1.)

監 事 の 交 替

(退 任)宇留野 光(1.6.11.)

(就 任)山本 隆夫(1.6.12.)

顧 問 の 委 嘱

伊藤 直次(1.10.1.)

職 員 の 異 動

(昇 任)

事業部校正課長 上沢 輝夫(1.4.1.)

(採 用)

事業部校正課長代理 宮本 俊寛(1.4.1.)

(退 職)

事業部校正課長 岡本 利夫(1.3.31.)

ご あ い さ つ

新専務理事

吉 田 芳 和

このたび、伊藤前専務理事の後任に命じられました。放射線安全の確保向上がますます重要な時期でもあり、当協会の使命遂行のための責任を重くうけとめています。理事長、顧問をはじめ諸先輩の御指導を得て、任務を遂行してまいり所存でございますので、よろしく申し上げます。

御承知のように、当協会が担当する放射線測定器の点検校正と放射線・放射能の測定は、関連する調査、試験研究とともに原子力関連施設で働く人々及び周辺住民の安全確認に必要な線量評価の基本的要件の 1 つであります。

また、当協会で実施している主として放射線管理担当者を対象とする研修講座や広く原子力安全に関する教養講座等は、放射線作業者及び一般住民の安全確保はもちろんのこと原子力・放射線の安全についての正しい理解・普及に重要な役割を果たし、ひいては原子力開発の安全な推進に寄与するものと考えています。

私ごとで恐縮ですが、30 年近く勤めてきました日本原子力研究所において、放射線管理を担当した前半の十数年間は、管理の基礎となる放射線測定技術の確立のための研究開発にも従事してまいりましたが、後半は放射線防護全般を担当、放射線計測の実務からは離れていました。そのため、決意あらたに、最近の放射線測定技術の急速な進歩をふまえて勉強し直すとともに、皆様の御要望を承りながら、原子力安全の確保向上に貢献できるよう、当協会の効率的な業務の遂行に努力していきたいと思っています。今後とも御指導御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

前専務理事

伊 藤 直 次

「光陰矢の如し」など時の経過の早い譬えば枚挙に暇がありません。更にそれに対する人の感じ方は年令の関数とも聞いています。とにかくまたたく間に 4 年の歳月が過ぎました。しかし過去の仕事を振り返ると、随分沢山の思い出が蘇るのもまた実感です。

もともと原研の放射線測定器の点検・校正から始まった当協会の事業も、その後いろいろな外部機関からのお引合いをいただくようになりました。とくに、科学技術庁や電力関係からは、当協会の実力以上とも思われる委託研究テーマをいただいたりして、何度か当惑することもありましたが、周囲の方々の暖かい御支援で、曲りなりにも責任を果たすことができました。

当協会も来年は 10 周年を迎えることとなります。私の着任当時は、業務の打合せをするときも、名刺交換の後、まず当協会の性格についての前置きが必要でした。しかし今では、放射線計測や放射線安全に係る機関の方々には、当協会の存在は自明のこととして話を進めることができるようになりました。私はもともと放射線測定に関する専門家ではありませんが、当協会の業務は、技術的内容、業務運営とも、常に興味を持って対処することができたのは幸せだったと思っています。私の人生の中でのほんの一握りの期間ではありましたが、充実した 4 年間だったと思っています。

なおしばらく顧問として協会に残り、PA(パブリックアクセス)用放射線測定器の開発、協会 10 年史の編纂等を担当する予定です。専務理事在任中の御支援に感謝するとともに、今後ともよろしく申し上げます。

第9回放射線計測協議会

平成元年6月27日表記協議会が織田暢夫委員長他約20名の出席を得て開催された。議事の概略を以下に示す。

1.(財)放射線計測協会の業務概況

伊藤直次(放計協)

昭和63年度の業務の概況説明があった。とくに「調査及び研究」の項では、科学技術庁からの委託による「放射線計測器の規格化に関する対策研究」(第4年度)、及び電力共研からの委託による「放射線計測器校正の標準化に関する研究」(第2年度)について、また「技術者の養生訓練」の項では、放射線管理・研修用ビデテープ「放射線作業の実際」の製作について具体的説明があった。

2.新法令下における放射線測定器の製作及び校正について

(1)実効線量当量測定法 - 留意点と問題点

南賢太郎(原研)

表題の全般について問題提起が行われたが、とくに光子場のエネルギースペクトルが不明な場合の換算係数、測定器の校正時におけるファントムの役割、校正用平行均一放射線場における散乱線の問題、等について説明があった。

(2)放射線測定器の制作 - 留意点と問題点 -

a)1cm線量当量計の開発

松原昌平(アカ)

電離箱サベイメータ ICS-310 シリーズでは、従来の電離箱の中に高分子膜で覆った金属板の収集電極を用いてエネルギーの補償を行っており、前方入射に対してかなりよい1cm線量当量レスポンスが得られた。方向特性には多少問題がある。電離箱リアモーターでは、従来の電離箱の外側に金属ケースをかぶせることにより、同様のエネルギーレスポンスが得られている。この方式は重量などの点から、サベイメータには適さない。シンプレクソンサベイメータでは、従来の1インチNaI(Tl)サベイメータに低エネルギー側で高くなりすぎるレスポンスを下げるように働く波高調節回路を追加して、70keV以上で1cm線量当量に近いレスポンスが実現された。

b)1cm線量当量計の校正及び計測上の問題点

岡本英輔(富士電機)

従来のサベイメータの校正では照射線量の基準器や基準場が用いられているが、散乱線の寄与がかなり大きい。とくに距離の変化によってその寄与率が変化する。これを避ける一つの方法は、線源と被測定器の幾何学的条件を変えないで、線源の強度を変えることであろう。とくに新法令での1cm線量当量の校正では、ファントム装着という条件が加わるので、散乱線の影響は重要である。また散乱線の補正に関する統一見解が必要であろう。測定テープの記録では従来の測定器の場合R/hの数値がでるので、Sv値に直す必要があり、使用者からの問い合わせが多い。また、60keV以下のエネルギーの光子場を用いている場合Svへの換算係数を求めるためのエネルギースペクトルの測定や推定も容易ではない。統一指針が出されることが望まれる。

昭和63年度事業報告

- 第20回理事会(平成元・6・22)で承認 - 事業の概要

昭和63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、バイオメディカル試料等の放射能測定業務を前年度に引き続き実施した。

また、科学技術庁からの「放射能調査対策研究」を引き続き受託するとともに電力関係からの受託研究(二年計画)の第2年度を実施した。

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等を随時実施するとともに、研修用ビデテープを製作した。

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等の普及活動を行った。

放射線ということば

放射線という言葉は英語では radiation である。円の半径という意味の radius という単語がある。radius にはまた車輪の輻(や) (辐 -) という意味もある。これと radiation とは関連する言葉であり、一点から発して四方八方に拡がることを意味する。今は当用漢字にないためあまり使用されなくなった「輻射」という言葉がある。学生時代に熱伝達の形態には伝導と対流と輻射がある、などと教わったのを思い出す。radiation に対する輻射という訳語は中国で生れたのであろうが、含蓄のある名訳である。

輻射も放射も、もともとは同義語であり、英語では radiation である。しかし日本人的器用さがいつとはなしに両者を区別し、放射線は通常いわゆる「電離放射線」を意味し、輻射は光や熱線などに用いられてきた。この概念は今日でもある程度通用している。その後用語的には「輻射」も「放射」も統一され、天気予報での「放射冷却」というのも一般に馴染み深い言葉となった。

「放射線」という言葉について、専門用語としてよりもむしろ、国民一般の受取り方を見る意味で広辞苑の「ほうしゃせん」という項を見ると、

放射性元素の崩壊に伴って放出される粒子線または輻射線。アルファ線、ベータ線、ガンマ線の三種がある。アルファ線はヘリウムの原子核、ベータ線は電子または陽電子からなる粒子線、ガンマ線は非常に波長が短い電磁波、いずれも気体を電離し、写真作用・蛍光作用を示す。ベックレルにより最初ウラン化合物から発見された。

広義には種々の粒子線または輻射線の総称。

国語の辞書ではあるが、さすが権威ある広辞苑だけあって要領よくまとめられている。

数年前から放射線防護の対象として、国際的にも非電離放射線を含めるようになってきているが、最近 Health Physics 誌には、非電離放射線影響の特集号が刊行された。内容としては、大部分レザ-光の影響に関するものである。放射線防護の分野も次第に様変わりしているようであるが、用語としては、「radiation」と「放射(線)」とは本来の一対一の関係に近づきつつあるように思われる。(N.I.)

簡易放射線測定器の開発

- 自然放射線の実体を広く国民に知ってもらうために -

放射線に対する国民の正しい理解が今ほど必要なときはない。このため科学技術庁でも重点的にこの問題を取上げ、広い視野から種々のアプローチを計画している。

当協会では、平成元年度事業の一つとして科学技術庁から「簡易放射線測定器の開発」を受託した。

この事業は、国が実施する PA 計画の一環を担うもので、一般の人達が抱いている放射線に対する過度の不安を取り除く一つの方法として「身の回りの自然界にもいろいろな放射線が存在していることを十分に認識してもらう。」ということから、一般の人達が、実際に放射線測定器を使って身の回りの自然放射線を測定し、その存在を実感してもらって、放射線に対する理解を深めて行くため、そのような測定ができる簡便な放射線測定器の開発を目標にしている。

当協会では、現在、年度末までに製作を完了し、貸出業務を開始できるよう鋭意努力を傾注している。

「放射線管理研修用ビデオテープ」

放射線作業の実際

- 安全への第一歩 -

VHS 27分

企画 (財)放射線計測協会
製作 (株)第五企画

ビデオの内容構成

放射線の特性などの基礎的事項

- ・放射線の種類と透過性
- ・放射線被曝の形態:外部被曝と内部被曝
- ・放射線業務従事者の実効線量当量

放射線作業の実際

- ・外部被曝の防護:防護の3原則
- ・内部被曝の防護:摂取経路とその防護
- ・管理区域の入域手順と退域手順
- ・放射線作業の実際
- ・放射線業務従事者登録制度

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す。

付属解説書

名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いただくとともに、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、ご協力のもとに製作したものです。

本ビデオテープでは、89.4月から施行される原子力関係改正法令にしたがっていた用語、単位を用いています。

頒布費:36,000円/巻(送料込)

「研修講座のご案内」

本年度の研修講座の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

第9回 平成元年10.16(月)~10.20(金)

第10回 平成2年1.22(月)~1.26(金)

放射線管理・計測講座

第30回 平成元年11.13(月)~11.17(金)

第31回 平成2年3.12(月)~3.16(金)

原子力教養講座

第12回 平成2年2.19(月)~2.23(金)

お問い合わせ先 TEL 0292-82-5546

FAX 0292-83-2157

編集後記

残暑から北国の霜の便り、急転直下秋冷の候となりました。原稿御執筆下さった方々に厚く御礼申し上げます。「放計協ニュース No.1」を発行して満2年が経過しました。当協会は創立以来、主として放射測定に関連する専門事業所の御依頼を受けて仕事をしてきましたので、これまで一般公衆との触れ合いということは、ほとんど念頭になかったことです。この1~2年いわゆる反原発運動が大衆を引込んで活発に行われましたが、一般公衆の中にも放射線に関心を持つ人が増えてきたことは結構なことだと思います。

今回科学技術庁からの受託研究として、一般公衆用の簡易放射線測定器の開発を受注したことは、これまでより幅広い業務への発展ということで、意義深いことだと思っております。今後公衆との触れ合いにも気を配りながら、この仕事を続けたいと思っております。(N.I.)

放計協ニュース No.5 October.1989

発行日 平成元年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>
