

# 放射線防護計測機器の 工業標準化動向

柚木 彰

Yunoki Akira

## 1 はじめに

日本工業規格 (JIS) は、工業標準化法 (昭和 24 年) に基づき制定される国家規格である。放射線防護計測機器の JIS は、(一社)日本電気計測器工業会及び(一財)日本規格協会が原案作成者となって原案作成委員会を組織し、規格作成に当たっている。JIS は我が国独自の規格であるが、近年は、ISO、IEC 等の国際標準化機関が国際的な合意に基づいて制定する、国際規格との整合が重視されている<sup>1-4)</sup>。放射線防護計測機器の JIS では、国際電気標準会議原子力計測専門員会 (IEC/TC45) に設けられた放射線防護計測分科委員会 (SC45B) で審議・作成された IEC 規格を対応国際規格としている。最近審議された規格には、JIS Z 4333「X 線及び  $\gamma$  線用線量当量率サーベイメータ」の改正、JIS Z 4342「シンチレーション式放射能測定器—食品中の  $\gamma$  線放出核種」の制定がある。また、体内放射能測定装置について、平成 25 年 8 月より原案審議が始められた。

そこで本稿では、放射線防護計測機器の工業標準化の動向として、前記 JIS の原案審議について紹介する。あわせて、IEC 規格の最近の審議動向と JIS を取り巻く環境に触れる。

## 2 放射線防護計測機器の JIS 規格

JIS は、分野を表すアルファベット 1 文字と、

\*放射線防護機器専門委員会

原則として 4 桁の数字との組合せからなる JIS 番号で分類されている。放射線関連は“その他”の分野に属し、“Z0000”の番号が付されている。JIS が整備されている放射線防護計測機器を表 1 に示す。これら以外に関連する JIS として、校正方法、線源、ファントム、用語等に関する JIS がある。

## 3 食品の放射能測定器

福島第一原子力発電所の事故前から試料の放射能測定を行う専用の測定器が利用されることはあったが、多くはゲルマニウム  $\gamma$  線検出器、シンチレーション検出器、液体シンチレーション検出器、ガイガー・ミュラー計数管等を用いて、用途に合わせて測定者が工夫して測定していた。事故後は測定需要の増大により、試料の

表 1 JIS が整備されている放射線防護計測機器

種別	機器名称
線量測定器	電子式個人線量計, 受動式線量計, 線量測定用サーベイメータ, エリア放射線モニタ, 環境 $\gamma$ 線連続モニタ
表面汚染測定器	放射性表面汚染サーベイメータ, 物品搬出モニタ, ハンドフットモニタ, 体表面モニタ, ランドリモニタ
放射能測定器	水モニタ, 希ガスモニタ, グラストモニタ, 食品の放射能測定器
検出器単体	ガイガー・ミュラー計数管, NaI (Tl) シンチレータ, ゲルマニウム $\gamma$ 線検出器 (試験方法)

放射能を測定する専用の装置が多く販売されるようになった。特に食品については、平常時には専門機関がゲルマニウム  $\gamma$  線検出器で測定していたが、事故後は専門機関以外でも測定が行われ、シンチレーション検出器が多く用いられるようになった。しかしながら、このような測定器を念頭に置いた JIS はなかったため、平成 24 年 3 月に新たに JIS Z 4342 が制定された。IEC では既にシンチレーション検出器を想定した規格 (IEC 61563:2001, “Radiation protection instrumentation – Equipment for measuring specific activity of gamma-emitting radionuclides in food-stuffs”) が制定されている。そこでこの規格を対応国際規格とし、鉛遮蔽付きのシンチレーション検出器への適用を念頭に審議が進められた。本 JIS では食品の放射能測定器の基本性能が定められており、スペクトロメータ機能の有無、ベルトコンベアの有無に関わらず、適用できる。ただし、食品中の放射性セシウムスクリーニング法<sup>5)</sup>に適用する装置への要求仕様を定めているものではないので、本 JIS に適合していてもスクリーニング検査に用いることができるとは限らないので注意が必要である。

JIS の内容としては、放射線測定のパフォーマンスに關し数値要求があるものとして、放射能濃度の有効測定範囲 (100 Bq/kg~1 MBq/kg)、対象エネルギー範囲 (150 keV~1,500 keV)、相対基準誤差 ( $\pm 20\%$ )、変動係数 (0.1 以下) が定められており、数値要求がないものとして、放射能濃度と正味計数率の関係を示す濃度換算係数や他核種の影響が定められている。これら以外に、温度特性、湿度特性、電源電圧の変動に対する安定性、耐衝撃性、耐振動性、予熱時間、オーバロード特性、警報動作の規定がある。電磁両立性については設置場所の環境が特定できないため、JIS Z 61000-6-1「電磁両立性-第 6 部：共通規格-第 1 節：住宅、商業及び軽工業環境におけるイミュニティ」に準拠して試験項目が定められている。

最小検出放射能は、ISO11929 に基づいて、

正味計数の分布を考慮し、実際は汚染がないのに汚染ありと判断する (第 1 種過誤) 確率と、汚染しているのに汚染なしと判断する (第 2 種過誤) 確率が等しく 5%となる検出限界計数に対応して最小検出放射能が定められている。この方法ではバックグラウンドレベルの試料に対する正味計数の標準偏差の 1.65 倍が検出判定のための閾値となり、3.29 倍が検出限界計数となる。ここでいう最小検出放射能は我が国で一般的に用いられている検出限界の考え方とは異なるので、注意が必要である。

#### 4 線量測定用のサーベイメータ

放射線管理の様々な場面で用いられる線量測定用サーベイメータについては、JIS Z 4333:2006「X 線及び  $\gamma$  線用線量当量率サーベイメータ」で規定されている。ただ、本 JIS の発行後、対応国際規格が一般環境測定用と非常用に分割され、IEC 60846-1:2009, “Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation — Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors” が制定され、規格の内容も変わった。そこで、国際規格との整合性を維持するため、平成 24 年度に JIS 改正が審議され、改正原案が日本規格協会に提出されている。今回の改正によって、次の点が大きく変更になる。

##### (1) 適用範囲

現行 JIS は X 線及び  $\gamma$  線による 1 cm 線量当量率を測定対象とするサーベイメータを適用範囲としているが、改正 JIS では適用範囲が拡大され、X 線、 $\gamma$  線及び  $\beta$  線の周辺線量当量 (率)  $\dot{H}^*(10)$ 、 $H^*(10)$  及び/又は方向性線量当量 (率)  $\dot{H}'(0.07)$ 、 $H'(0.07)$  となっている。

##### (2) 直線性の導入

現行 JIS では、指示精度に対して相対基準誤差が規定されている。改正 JIS では IEC 規格に従い、相対基準誤差が廃止され、新たに直線性

が導入されている。これは、形式試験で装置が担保するのは直線性であり、個々の製品に対して行う校正と組み合わせて、全測定レンジにわたって精度の良い測定を保證するのが線量測定器のあるべき姿である、という考えに基づく。ただ、国内では出荷試験として相対基準誤差試験を実施することが多いので、付属書（参考）に相対基準誤差の手順が記されている。

### (3) 方向特性とエネルギー特性

現行 JIS では、方向特性は  $^{137}\text{Cs}$  からの  $\gamma$  線を用い  $\pm 90^\circ$  の範囲について規定されている。実効エネルギー 80 keV 付近の X 線又は  $^{241}\text{Am}$  からの  $\gamma$  線に対する方向特性は参考として許容値は規定しない。また、エネルギー特性ではエネルギーの異なる X 線や  $\gamma$  線を測定器の基準の向きに対して照射するよう規定されている。改正 JIS では IEC 規格に従い、照射方向及びエネルギーの定格範囲内の線量測定の精度を担保する立場から、角度範囲  $\pm 45^\circ$ 、かつエネルギー範囲 80 keV~1.5 MeV 又は 20 keV~150 keV について規定されている。ただ、現行 JIS に準拠した製品へも適用できるように、現行 JIS の EI 型に相当するものが 3 形、EⅢ型及び EV 型に相当するものが 4 形として IEC 規格に追加して規定されている。

### (4) 最小定格範囲

改正 JIS において、最小定格範囲の概念が導入されている。放射線のエネルギー、入射角度、環境条件など、サーベイメータの指示値に影響を与えるある要因について、サーベイメータが規格を満足する範囲を定格範囲と言う。このうちサーベイメータに要求される最小の定格範囲が最小定格範囲となる。改正 JIS において、例えば、エネルギーについての最小定格範囲は 1 型の場合 80 keV~1.5 MeV である。現行 JIS では最小定格範囲より広い範囲のエネルギーについて規格を満足しても、JIS 適合の範囲として認められなかったが、改正 JIS では定格範囲を拡大して、最小定格範囲より広いエネルギー範囲について JIS 適合が認められるようになった。

## 5 体内放射能測定装置

原子力発電所等の作業者の内部被ばく管理用として、ホールボディカウンタが以前から用いられていた。国際規格としては 2004 年に制定された IEC 61582:2004 “Radiation protection instrumentation — In vivo counters — Classification, general requirements and test procedures for portable, transportable and installed equipment” がある。国内における標準化については以前から検討されていたが<sup>6)</sup>、設置台数や使用場所が限定されていることから JIS 化には至らなかった。しかし、内部被ばく管理の観点から重要な装置であり、事故をきっかけに需要が増大したことから、今回 JIS 化に向けた原案審議が開始された。

IEC 規格の記載は、再処理施設等で利用される 10 keV~200 keV の光子を対象とする低エネルギー用と、原子力発電所で利用される 100 keV~3 MeV の光子を対象とする高エネルギー用に区分されており、それぞれ全身を対象としたホールボディカウンタのほか、甲状腺モニタ等対象部位を限定したものも含まれている。このうち、特に事故後に需要が高まっている高エネルギー用が JIS 化の対象とされた。

今回の JIS 化により、装置のあるべき姿が示され、放射線測定の諸特性が標準化された方法で評価できるようになる。そして想定した環境下で装置が使用できるかを判断するための公平な情報が得られるようになると期待される。

## 6 最近の IEC 規格の審議動向と JIS を取り巻く環境

現在 IEC/TC45/SC45B は下に示す 7 つの作業グループ (WG) を有し、それぞれ 1 件~2 件の規格審議を進めている。最近 5 年間では WG15 が担当するセキュリティ関連機器の規格が多く審議され、セキュリティ関連で新たな作業グループの立ち上げも検討されている。

- WG5 : 環境モニタリング用放射線防護計器
- WG8 : 電子式能動的線量当量 (率) 計及びモニタ
- WG9 : 原子力施設の据付式放射線モニタシステム
- WG10 : ラドン及びラドン壊変生成物測定装置
- WG14 : 外部放射線モニタリング用受動型線量計測システム
- WG15 : スペクトロメトリ・作業用電子式線量計・携帯型線量率計による不法往来監視測定装置
- WG16 : 汚染計及び汚染監視装置

旧 WG7 及び旧 WG12 が担当していた汚染検査装置関連の規格は、当該 WG が活動を停止したためメンテナンスもされなくなっていたが、事故を受けて必要性が再認識された<sup>7)</sup>。現在 WG16 として活動を再開し、日本がリーダーシップをとって前述した IEC 61563 の改訂を審議している。IEC での審議案件はホームページ (<http://www.iec.ch/>) で見ることができる。

放射線防護計測機器の IEC 規格に共通する変化としては、前述の相対基準誤差から直線性への移行、ISO11929 に基づく検出限界の導入、エネルギー特性と方向特性の組み合わせ、最小定格範囲の導入、などがある。最近では環境試験の共通規格 (IEC 62706) や放射線防護測定における不確かさ評価に関する技術報告 (IEC/TR 62461) などが発行されている。

規格の要求事項にはなっていないが、サーベイメータや電子式個人線量計の規格では、校正結果や種々の特性に基づいて指示値を補正したものが測定値であるとされている。対象を正しく測定するために装置はどうあるべきかの検討に基づき、IEC 規格は進歩を続けている。JIS がこの進歩に遅れないよう、IEC 規格の正しい理解が重要である。

1994 年の TBT 協定の合意に伴い、JIS に対して対応国際規格との整合が厳しく求められるようになった。事故後は様々な国の、様々な測

定器が用いられ、測定結果も広く公表されるようになってきている。海外での測定結果との比較も行われており、JIS に準拠した製品が国際的に認められるために、対応国際規格との整合が更に強く求められるようになった。

国内では製造業者が形式試験も実施しているが、世界的には試験専門の事業者が第三者の立場で行うのが一般的である。国内でも (一財) 日本品質保証機構で JIS Z 4329 「放射性表面汚染サーベイメータ」及び JIS Z 4333 「X 線及び  $\gamma$  線用線量当量率サーベイメータ」に基づく適合性認証を受けることができる<sup>8)</sup>。今後、対象製品が広まることが期待される。

## 7 まとめ

放射線防護計測機器に関わる工業標準化の最近の動向を紹介した。事故後、放射線測定が広く行われるようになり、放射線防護計測機器に関連する JIS の重要性が増している。製造者、使用者、中立者のそれぞれの立場で JIS が活用され、放射線測定への信頼が更に高まることが期待される。

### 参考文献

- 1) 松原昌平, *RADIOISOTOPES*, **48**, 309 (1999)
- 2) 中沢正治, 桧野良穂, 河田燕, *RADIOISOTOPES*, **49**, 99-107 (2000)
- 3) 松原昌平, 山田正, *RADIOISOTOPES*, **49**, 165-179 (2000)
- 4) 南賢太郎, 中村吉秀, 加藤朗, *RADIOISOTOPES*, **49**, 223-239 (2000)
- 5) 食品中の放射性セシウムスクリーニング法の一部改正について, 平成 24 年 3 月 1 日, 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課
- 6) 小佐古敏荘, 他, 保健物理, **29**, 217-228 (1994)
- 7) 柚木彰, 保健物理, **47**(2), 148-151 (2012)
- 8) URL [http://www.jqa.jp/service\\_list/jis\\_a/service/standard/list\\_z.html](http://www.jqa.jp/service_list/jis_a/service/standard/list_z.html), にて 2013 年 8 月に確認

((独)産業技術総合研究所)