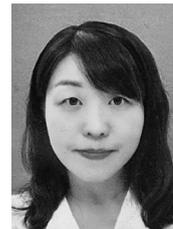




放射線測定器の信頼性確保への取組み

—名古屋大学アイソトープ総合センターの事例紹介—



近藤 真理

1. はじめに

令和5年10月1日施行の放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則改正により開始された放射線測定器の信頼性を確保するための措置は、全国の各放射線施設がそれぞれ工夫しながら対応し始めて2年目を迎えたところである。当施設では多種多様な放射線測定器を保有しており、改正以前から自施設での点検等により適正な作動状態の維持に努めていたが、改正を受けて全機器を外部機関に校正依頼するように切り替えることは予算面から現実的ではなかった。そこで、外部機関への依頼と自施設での点検等を適宜組み合わせ、法令に準拠し、かつ持続可能な対応ができるように方針を立てて実施を開始した。低コスト、低労力になるように検討・工夫した点や治具の紹介を中心に、当施設における実施方法を紹介する。

2. 実施方法

校正及び点検を適宜組み合わせる方法として、当施設では、最小限の機器の校正を外部機関に依頼し、校正後に自施設で機能確認及び自主点検を行うことを基本方針とした。予防規程は法令文に従った表現に留め、詳細は下部規定で定めることにした。

(1) 予防規程改正及び下部規定の制定

予防規程内の細則等の制定に係る条項に、「放射線測定器の信頼性の確保に関する内規」を追加した。測定に係る各条項（場所の測定、個人被ばく線量の測定、作業者の汚染の状況の測定）には、「第○項の測定に用いる放射線測定器の点検及び校正は、第○条第○号に定める内規に基づき行う」といった表現で追加した。記帳・記録に係る条項には、「放射線測定器の点検又は校正」「放射線測定器の信頼性を確保するための措置の内容」を追加した。

内規では、外部業者へ依頼する校正、自施設で実

施する機能確認、自主点検等を定義し、実施方法の概要を定めた。計算法による測定を除外すること、放射線測定器を新規購入した場合には納品時の性能を保証する書面を機器校正等に代えることも記載した。各放射線測定器に対する具体的な実施内容は実施計画で定めることにし、当施設内の放射線安全委員会で審議できるようにした。これにより、毎年度初に策定した実施計画に基づき行った結果を年度末に確認し、必要に応じて見直して次年度の計画に柔軟に反映できるようになっている。

(2) 実施計画

当施設の実施計画及び記録を表1に例示する。太枠で示した箇所が実施計画である。実施後に結果等を右欄に追加して記録一覧とした。詳細は別紙にして、この一覧と共に1冊のファイルに綴じ、「放射線測定器の信頼性の確保に関する記録」として保管した。年度末の委員会で内容を確認し、次年度に向けて変更すべき点が無いかを審議し、次年度の実施計画を策定することとした。

各放射線測定器に対する具体的な実施内容について、以下に説明する。

放射線の量の測定には、NaI サーベイメータの中から同型式を5台保有している1機種を選定した。1年に1台ずつ、ローテーションで外部機関に機器校正を依頼し、機器校正後に自施設で機能確認を行い、基準値を定め、次年度以降はその基準値からのずれを確認することにした。

汚染の状況の測定には、液体シンチレーションカウンタ及びオートウェルガンマカウンタを使用している。いずれも複数台保有しているが、同型式は無いので、1機種のみを法定の測定に使用することにした。機種を選定は、購入後の経過年数、外部機関に依頼した場合の費用（点検校正時に使用する校正線源に要する費用も含む）を総合的に考慮して決定

表1 放射線測定器の点検又は校正の実施計画及び記録一覧

年度初に実施計画（太枠内）を策定し、実施の都度、左欄に記録をする。年度末にこの一覧に点検、校正の詳細な記録を別紙添付し、記録として保管する

202*年度 放射線測定器の点検又は校正 実施計画 および 記録

実施計画				202*年〇月〇日 放射線安全委員会承認		記録			202*年3月〇日報告	
予防規程関係箇所	放射線測定器 種類及び型式			点検又は校正の方法	点検又は校正の年月日	結果及び措置	実施者の氏名又は名称	備考		
	SN									
予防規程 第29条第2項	放射線の量の測定	NaIサーベイメータ	TCS-***	*****	自施設における機能確認, 自主点検	機器校正: 202*年5月18日 機能確認: 202*年6月15日 自主点検: 別紙	合格	機器校正: (株)〇〇〇〇 機能確認: ●●●● 自主点検: 別紙		
		NaIサーベイメータ	TCS-***	*****	自施設における機能確認, 自主点検	機能確認: 202*年9月28日 自主点検: 別紙	合格	●●●●		
		
		NaIサーベイメータ	TCS-***	*****	自施設における機能確認, 自主点検	機能確認: 202*年6月19日 自主点検: 別紙	合格	●●●●		
予防規程 第29条第3項	汚染の状況の測定 および排水の測定	β線: 液体シンチレーションカウンタ	LSC-****	*****	製造販売業者による点検校正および 自施設における機能確認, 自主点検	点検校正: 202*年8月4日 機能確認: 202*年9月21日~9月26日 自主点検: 別紙	点検校正: 合格 機能確認: 別紙 自主点検: 別紙	点検校正: 株式会社〇〇〇〇 機能確認: ●●●● 自主点検: 別紙		
		γ線: オートウェルガンマカウンタ	ARC-****	*****	製造販売業者による点検校正および 自施設における機能確認, 自主点検	点検校正: 202*年8月4日 機能確認: 202*年9月21日 自主点検: 別紙	点検校正: 合格 機能確認: 別紙 自主点検: 別紙	点検校正: 株式会社〇〇〇〇 機能確認: ●●●● 自主点検: 別紙		
	排気の測定	-	-	-	計算法のため除外	-	-	-		
予防規程 第32条第2項	外部被ばく線量の測定	OSL線量計	***バジ SGまたはKG	-	ISO/IEC 17025認定業者に委託	-	-	-		
予防規程 第32条第3項	内部被ばく線量の測定	-	-	-	計算法のため除外	-	-	-		
予防規程 第32条第1項	一時立入者の外部被ばく 実効線量が100マイクロ シーベルトを超えないこ とを確認するために用い る測定	個人被ばく線量計	PDM-***	*****	外部機関による機器校正および 自施設における機能確認	機器校正: 202*年11月21日 機能確認: 別紙	機器校正: 合格 機能確認: 別紙	機器校正: (株)〇〇〇〇 機能確認: ▲▲▲▲		
		個人被ばく線量計	PDM-***	*****	自施設における比較校正, 自主点検	比較校正: 202*年1月15日~1月18日 自主点検: 別紙	比較校正: 合格 自主点検: 別紙	比較校正: ▲▲▲▲ 自主点検: 別紙		
		
		個人被ばく線量計	PDM-***	*****	自施設における比較校正	比較校正: 202*年1月15日~1月18日 自主点検: 別紙	比較校正: 合格 自主点検: 別紙	比較校正: ▲▲▲▲ 自主点検: 別紙		
予防規程 第33条第1項	作業者の管理区域退出 時の汚染検査	ハンドフットクロスモニタ	MBR-***	*****	製造販売業者による点検校正および 自施設における機能確認, 自主点検	点検校正: 202*年8月4日 機能確認: 202*年9月29日 自主点検: 別紙	点検校正: 合格 機能確認: 別紙 自主点検: 別紙	点検校正: 株式会社〇〇〇〇 機能確認: ●●●● 自主点検: 別紙		
		ハンドフットクロスモニタ	MBR-***	*****	自施設における自主点検	別紙	別紙	別紙		
		
		ハンドフットクロスモニタ	MBR-***	*****	自施設における自主点検	別紙	別紙	別紙		

した。初年度は、外部機関に点検校正を依頼し、点検校正後に自施設で機能確認を実施し、基準値を定めた。次年度以降は自施設で基準値からのずれを確認し、10%を超える場合に、外部機関への依頼を再度行うことを基本方針とした。基準値からのずれの判定は、確認校正マニュアル（原子力安全技術センター）¹⁾では10%、外部機関の校正報告書では15%としている場合がある。当施設では、10%を採用した。外部への依頼頻度が5年以上となる場合もありうるが、法定記録の保管期間が5年であることから目安の1つとして提案された頻度であることを鑑みると、当施設では法定保管期間よりも長く記録を保管するようにしているので前回の記録が参照可能であること、当該機器の経年劣化や作動状況を考慮して状況に応じて適正な頻度を定めることが、より現場に即した実用的な頻度であるとの考えから、この方針を採ることとした。実施頻度や方針については、毎年度の実施計画策定時に、前年度までの結果や不具合の頻度等を踏まえて必要に応じて見直すことにした。

排水の測定は、現地に排水モニタが設置されているが、併用して、採水した排水サンプルを液体シンチレーションカウンタ及びオートウェルガンマカウンタで測定を行っているため、採水測定を法定記録とし、汚染の状況の測定と同一の液体シンチレーションカウンタ及びオートウェルガンマカウンタを用いることにした。

排気の測定は、排気モニタも設置しているが、法定の記録は、使用核種、排気量等から計算法により行っているため、本対応からは除外した。

外部被ばくによる線量の測定に用いる放射線測定器は、ISO/IEC 17025 認定済の外部機関が提供する線量計を使用している。予防規程の記帳・記録の条項に定める「放射線測定器の信頼性を確保するための措置の内容」への対応として、認定されていることを証する文書を外部機関から提供していただき、記録と共に保管した。

内部被ばくによる線量の測定は、使用核種、従事者の滞在時間、管理区域内の排気量等から計算法により行っているため、本対応からは除外した。

一時立入者の外部被ばく実効線量が 100 μ Sv を超えないことを確認するために用いる測定には、立入手続き時に直読式個人被ばく線量計（ポケット線量計）を貸与している。同型式を 12 台保有している 1 機種について、1 年に 1 台ずつローテーションで外部機関に機器校正依頼をすることにした。機器校正後の機能確認による基準値の決定及び次年度以降の基準値からのずれの確認と併用して、当該年度に機器校正に出していない残りの 11 台については、自作の治具で比較校正を行い、信頼性を確保した測定器を提供できるようにした。

作業者の管理区域退出時の汚染検査には、ハンドフットクロズモニタ（HFC）を使用している。HFC は同機種を 4 台設置しており、予備機が 1 台保管されているので、この 5 台をローテーションで外部機関に点検校正依頼をし、点検校正後に自施設で機能確認を行うことにした。汚染検出時や搬出物品については、スミア法により、汚染の状況の測定及び排水測定に用いる液体シンチレーションカウンタ及びオートウェルガンマカウンタを使用することにした。

(3) 自主点検

各測定器に対して、1 か月に一度、動作確認等の自主点検も行うことにした。内容は、測定器の取扱説明書内に記載されている点検項目等を参考にした。表 2 は、NaI サーベイメータに対する自主点検記録の一例である。動作確認や電池残量確認等、日々の管理業務内で行っている内容となっている。

以上のように、法定測定に使用する測定器を限定すること、及び外部機関への校正依頼の頻度を各測定器の状態に応じて流動的に定めること、自主点検を追加することにより、必要経費、労力の双方の面を抑えつつ放射線測定器の信頼性を確保できるようにしている。

表 2 自主点検記録の書式例

各測定器の取扱説明書に記載されている自主点検内容を参考に、通常の管理業務や使用時に確認できる内容を点検項目とした

202*年度 放射線測定器 自主点検記録

種類及び型式:NaIサーベイメータ TCS-**** (SN:*****)

点検項目	点検結果		
	202*年4月*日 実施者:●●●●	202*年5月*日 実施者:●●●●	202*年3月*日 実施者:●●●●
①外観…破損、変形等がないこと	○	○	○
②起動確認	○	○	○
③電池残量	○	○	○
④HV	○	○	○
⑤警報音確認	○	○	○
⑥その他	特になし	特になし	特になし

(4) 必要経費

外部機関に依頼するために必要な経費は、全学放射線安全委員会と本部研究安全管理課で学内の放射線施設の要望を取りまとめ、法令対応のための必要性や経費削減のための工夫、自助努力について、財務部に説明し、交渉を重ねた結果、毎年、必要経費の約半額を補助してもらえることとなった。

3. 機能確認のための治具の作製

自施設で実施する機能確認のために、同一の幾何学的条件で測定を行うための治具が必要となる。当施設では、今回の法令改正以前から測定器の確認校正（機能確認）の重要性に着目し、NaI サーベイメータ及びポケット線量計については治具を作製して実施してきた。法令改正以降は、これらを基に適宜内容を確認、改訂しながら機能確認等を実施してきた。HFC については新たに治具を作製した。

(1) NaI サーベイメータ用治具

2005 年に原子力安全技術センターから公開された「確認校正マニュアル」¹⁾ を契機に、当施設では新しい JIS に取り入れられた確認校正についての取組みを重視して実施方法を検討し、2008 年から外部機関への校正依頼及び自施設での確認校正を行ってきた。治具は、当時の管理担当者が施設内に保有している器具類を工夫して作製したものを基に、現在も使用している（写真 1）。鉛ブロックを組み上げて NaI サーベイメータのプローブを遮蔽し、下限数量以下の密封小線源（Cs-137、約 23 kBq）の上に一定の距離（0~75 mm）になるようにコルク台を置き、プローブを固定して測定した。

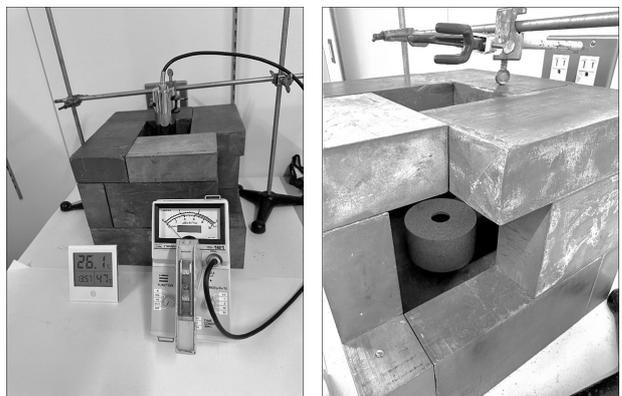


写真 1 NaI サーベイメータ用治具

(2) ポケット線量計用治具

信頼性確保の法令改正が開始される情報を得た2019年頃から構想を開始し、2020年度に業者に図面を提示して作製を依頼し、完成した²⁾。当施設内に大量に保管されていたポリエチレンを円形にくりぬき、積み重ねて遮蔽体とし、ポケット線量計を同心円状に設置する。筒状の亚克力にチェックソースを重ねて封入することで疑似的な線源を作り、中央に設置して回転させることによりポケット線量計に一樣に照射させることができる仕様になっている(写真2)。

(3) HFC 用治具

2023年度作製(写真3)。当施設のHFCの検出器はプラスチックシンチレータ(ラギッドシンチレータ)を用いているため、検出器の面に対して線源からの位置が一定になるように設計した。線源は、チェックソース(Ra-226, 約4.2 kBq)を使用



写真2 ポケット線量計用治具

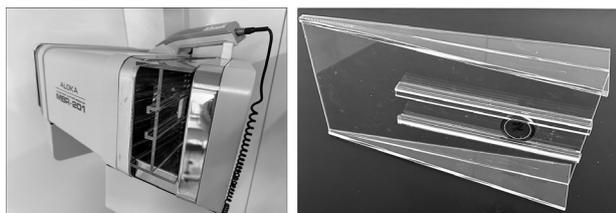


写真3 HFC 用治具

した。線源の位置を変更できるようにスライドできる部分を作ったのが工夫点である。図面に基づき、業者に依頼して亚克力で作製した。手の検出部用に加えて、足、衣服にも使用可能である³⁾。

4. まとめ

放射線測定器の信頼性を確保するための措置への対応の一例として当施設の取組みを紹介した。法定の測定に使用する機器を限定すること、実態に合わせた頻度を最適に設定できるように毎年の実施計画時に見直す方針にすることにより低コスト化を図った。また、従来の管理業務に含まれている測定器の維持管理を自主点検に取り入れることにより特別な労力を重ねることがないようにした。自施設で機能確認等を実施するための治具を作製した。

本対応は、施行開始から2年目と日が浅く、実施方法については、今後も検証が必要である。他施設の方々との意見交換や研修会等で情報を得ながら、より最適な方法について検討や工夫を重ねていく予定である。

謝辞

治具開発や実施方法は、歴代の当施設の主任者、教職員の創意工夫が重ねられてきたことによるものです。治具開発には(株)イングにご協力いただきました。

参考文献

- 1) 確認校正マニュアル, 原子力安全技術センター(2005)
- 2) 森本浩行, 他, *TRACER*, **72**, 12-13 (2022)
- 3) 近藤真理, *TRACER*, **75**, 10-12 (2024)

(名古屋大学アイソトープ総合センター)

主任者コーナーの編集は、放射線安全取扱部会広報専門委員会が担当しています。

【広報専門委員】

角山雄一(委員長), 井原智美, 恵谷玲央, 出路静彦, 平木仁史, 丸山百合子