

# 放射線防護領域における 放射線モニタリングの信頼性の確保

山田 崇裕  
Yamada Takahiro

## 1. はじめに

令和2年9月11日に放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則の一部改正が公布された。このうち、所謂「放射線測定信頼性の確保」に基づき改正されるものについて、令和5年10月1日に施行される。関連して原子力規制委員会が定める「放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイド」(以下、予防規程ガイド、という。)<sup>1)</sup>が令和4年3月16日に、それに対応して日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会法令検討専門委員会の放射線障害予防規程ガイドの解説書<sup>2)</sup>も令和4年12月に改定された。そもそも今回の規則改正のきっかけとなった国際原子力機関(IAEA)の総合規制評価サービス(IRRS)の勧告におけるこれに関連する事項は「政府は、規制機関に対し、職業被ばくと公衆被ばくのモニタリング及び一般的な環境のモニタリングを行うサービス提供者について許認可又は承認のプロセスの要件を定め、許認可取得者がそれらの要件を満たしていることを確認する権限を与えるべきである。<sup>3)</sup>」というものであった。このことはIAEA国際基本安全基準一般安全要件IAEA GRS Part 3の放射線防護の原則<sup>4)</sup>の適用において政府の責任として規定された「政府は、例えば、個人線量計測のためのサービス、環境モニタリング及びモニタリング機器並びに測定機器の校正など、防護と安全に関わる技術サービスを提供するための取決めを確実にしなければならない。」に基づくものと考えられ、原子力・放射線安全に係る世界共通のルールに基づき、今般の規則改正及び関連ガイドによって我が国

においても具体化されることとなった。

日本産業規格 JIS Z 8103 計測用語<sup>5)</sup>及び国際計量計測基本用語<sup>6)</sup>では、「測定(Measurement)」とは「ある量をそれと同じ種類の量の測定単位と比較して、その量の値を実験的に得るプロセス」と定義され、更に、「これは測定結果の利用目的にかなう量の記述、測定手順、その手順に従って動作する校正された測定システムの存在が前提となる。」と注記されている。すなわち、「測定」の信頼性は、測定者が目的に応じて適切な測定器を選択し、測定器は校正されたものを用い、その測定器は意図されたとおり正常に動作し、使用者は適切な手順に従った測定を行うことで確保される。このように測定の信頼性は、用いる測定器に関しては「校正」と測定器が意図されたとおり正常に動作していることを確保する「点検」が適切になされていることがその確保の前提となる。ここでは、放射線防護領域における放射線モニタリングの信頼性の確保に必要なこれらの要素に関し、施行規則における「放射線測定の信頼性確保」の要求に関連付けて考えてみる。

## 2. (計量器の) 校正

先に述べた「測定」の定義にある「校正(Calibration)」は、計測用語では「指定の条件下において、測定標準によって提供される不確かさを伴う量の値とそれに対応する指示値との不確かさを伴う関係を確立することとし、第二段階で、この情報を用いて指示値から測定結果を得るための関係を確立する操作。」と定義されている。一義的には、第

一段階によって測定標準と指示値の関係が明らかとなり、この段階で校正は完了となる。実際に、計測用語では「校正はこのうち第一段階だけで校正と認識していることがある」と注記されている。ここでの第二段階に関しては、第一段階の校正結果により例えば校正定数が1となるよう指示を調整する行為であり、これによって利便性が高まる面はあるものの狭義には校正に含まれる必要はない。この第二段階の調整を行う場合、むしろ調整前の校正に関する情報が把握されておくことが重要である。

「校正」については我が国では平成4年の改正計量法の第8章に「校正等」が定められ、これに基づく計量標準供給制度と校正事業者登録制度からなる計量トレーサビリティ制度（JCSS制度）の整備により、放射線関連量についても同法に基づく計量器の校正を受けることができる。ただし、計量法のJCSS制度は強制法規ではなく任意のものであり、これに基づく校正をするか否かは（規制者を含む）利用者の判断となり、実際に施行規則20条の校正も予防規程のガイドによるとJCSSに限ったものになっていない。

### 3. 測定のトレーサビリティとその確保

測定結果の信頼性に係る要素で最終的に最も重要視されるのは、計量一般で考える場合、先ず測定のトレーサビリティ（計量トレーサビリティ）ということになるであろう。この測定のトレーサビリティは、計量用語及び国際計量基本用語では「個々の校正が測定不確かさに寄与する、文書化された切れ目のない校正の連鎖を通じて、測定結果を計量参照に関連付けることができる測定結果の性質」とされている。これは現場の測定で得た結果が、計量器の校正を通じて国家計量標準に辿り着けるか、ということである。また、この測定のトレーサビリティは、国際計量基本用語においては具体的に「切れ目のない校正の連鎖」「測定の不確かさ」「文書化（校正記録・校正証明書）」「技術能力」「国際単位系（SI）への参照」及び「適切な周期での再校正」の要素によって達成できると注記されている。すなわち、測定の信頼性の確保のために、用いる測定器の校正に関してこれらの条件を満足する必要がある、これらに関する要求事項について具体的に規定されたもの

がISO/IEC 17025である。

## 4. ISO/IEC 17025に基づく認定

ISOのマネジメントシステムに関してはISO 9001が馴染み深いであろう。このISO 9001は、製品・サービスの提供を行うにあたり、PDCAサイクルにより継続的改善に取り組み、一貫して顧客満足を向上させるための品質マネジメントシステム規格である。

一方ISO/IEC 17025は、「試験及び校正を行う試験所の能力に関する一般要求事項」を定めた国際規格であり、ISO 9001における要求事項が管理上の一般要求事項として規定されている上に、更に試験・校正の質に影響を及ぼす職務に要求されるべき技術的要求事項が含まれ、前項の「測定のトレーサビリティ」を達成するために必要な各要素に関して規定されている。

我が国で計量法に基づくJCSSのロゴマーク付き校正証明書を発行できる校正事業者は、校正一般に要求される品質マネジメントに係る管理上の要求事項を満足し、校正の種類、範囲に応じた技術的能力を有することに関して、このISO/IEC 17025に基づき認定されている。ただし、施行規則20条の校正は、予防規程ガイドでは用いる校正手法に関してのみ言及されており、ISO/IEC 17025の要求のすべてを求めているものにはなっていない。

## 5. 放射線業務従事者の外部被ばくによる線量の測定に係る「測定の信頼性を確保するための措置」

予防規程ガイドでは、放射線業務従事者の外部被ばくによる線量の測定に係る「測定の信頼性を確保するための措置」を講じた測定は、「ISO/IEC 17025に規定される能力を満たす人又は機関による測定及びそれと同等の品質マネジメントシステムの確立等に係る要求事項を満たす測定でなければならない。」とされている。ISO/IEC 17025に関しては、校正事業者に対する要求として前述したが、この国際規格は校正事業者の他、環境、材料、電気といった一般計測、分析、試験を対象とした試験事業者の認定も適用範囲にあり、ここでの要求は、試験に分類される個人線量測定試験に係るものである。これに対し、我が国ではISO/IEC 17025に基づく個人線量測定試

験分野に係る認定制度が整備され、(公財)日本適合性認定協会(JAB)を通じ認定の取得が可能となった<sup>7)</sup>。予防規程ガイドでは、インハウス測定試験に関しても第三者によるISO/IEC 17025認定が要求されている。したがって、業務従事者に対する外部被ばくに係わる個人被ばく線量測定に関しては、これにより多くの事業者が利用する個人線量測定サービス及び社内校正のいずれに関しても、ISO/IEC 17025に基づく認定された事業者によることが事実上要求されていることとなる。現時点で外部の測定サービスを提供する事業者の多くがJABの認定を受けており、従来これらの事業者のサービスを外部委託で利用している事業者が継続してサービスを利用していれば、この範囲にあっては法令施行規則の要求を満足していることとなる。また、施行規則においてISO/IEC 17025と同等の品質マネジメントシステムの確立等に係る要求事項を満たす測定も「測定の信頼性を確保するための措置」として認められているが、これに関しては予防規程ガイドでその許容されるものの例として、国際試験所認定協力機構(ILAC)の相互承認協定(MRA)に署名している認定機関によるISO/IEC 17025に基づく放射線個人線量測定分野の認定を受けた者による測定等が示されている。これは、国際度量衡委員会-相互承認協定(CIPM-MRA)の参加国であり国家計量標準の同等性が確認されていることを前提として、国際的に合意された認定・審査基準に基づき認定されたものも認められることを意味する。ガイドの記載が例示とすればインハウスで測定を従来行っている事業者にとってはこの適合性に関して必ずしも自己適合宣言が排除されていないものの、高いハードルが設定されていることに変わりはない。

## 6. 点検及び校正を1年ごとに適切に組み合わせて行った放射線測定器による測定

放射線業務従事者の外部被ばくによる線量の測定以外(放射線障害のおそれのある場所に係る放射線の量及び放射性同位元素による汚染の状況の測定関連、内部被ばくによる線量に係る測定関連、放射線施設に立ち入った者に係る放射性同位元素による汚染の状況の測定関連)に要求される「測定の信頼性を確保するための措置」としては、測定に用いる放

射線測定器に関する要求として、「点検及び校正を、1年ごとに、適切に組み合わせて行うこと」とされている。予防規程ガイドにおいては、この「校正」について、ISO/IEC 17025に基づく認定を受けた機関により実施されることを求めるものではない、とされていることから、関係法令によって要求される放射線防護に関連したモニタリングに用いる計量器の校正は、必ずしも先に述べたJCSS校正事業者によるものでなくても良い、ということになる。一方で、計量のトレーサビリティの確保に必要な計量器の校正をそれに代わりどう達成するかを事業者は考えなければならない。予防規程ガイドでは、JCSSの他、「日本産業規格(JIS)に基づいて校正施設で実施するものや、自施設で行う校正された放射線測定器を標準測定器として用いる比較校正のほか、以前に実施した校正が現在も有効であることを確認するためのものとしてJIS等に示される確認校正(JIS Z 4511:2018においては機能確認。以下「機能確認」という。)や、測定の目的や対象に照らし、放射線測定器について必要な精度を確保することが説明できるものが該当する。」とされ、校正方法の例が示されている。ただし、ここにあるJIS Z 4511:2018の「機能確認」は、計量法や国際的な定義に基づけば「校正」と認められるものではなく、技術的にも「確認校正」単独ではトレーサビリティの確保はできないことに注意しなければならない。例えば放射性表面汚染の測定及び評価に係る国際規格ISO 7503-1<sup>8)</sup>では、機能確認として、チェック線源による測定(JIS Z 4511における機能確認に相当)が簡便で校正の後に実施しておくのが良いとされている。点検と校正の組み合わせという観点では、トレーサビリティが確保可能な校正の後にチェック線源による機能確認を実施しレスポンスを取得しておけば、以後、同線源を用いて初回と同じ線源-検出器間ジオメトリでレスポンスを得て、その差異が許容範囲であることが確認できれば、初回の校正が引き続き有効であることを簡便に確認でき、この以後の機能確認は、規則において「校正」と認められることになろう。これは表面汚染モニタに限ったことではなく線量率測定器も技術的に同様である。事業者にとっては「校正」に関する選択肢が広いことは歓迎すべきことであるが「測定の目的や対象に照らし、放射線測定器について必要な精度を確保することが

説明できる」については原則的なことの理解がないままにガイドの選択肢にあるからといってより簡便なものを安易に選択するのは注意が必要である。

「点検」については、その考え方として予防規程ガイドには「放射線測定器が有する機能及び期待される性能が維持されていることを確認する行為を指し、可搬型サーベイメータの場合には、当該サーベイメータが有するチェック機能による動作確認や、製造者等による検出部や計測回路が機能することの確認等が該当する。」とされ、点検方法の例が日常点検、定期点検に分類され示されている。各測定器の製品規格には日本産業規格（JIS）があり、我が国でもこの規格に適合した製品<sup>注）</sup>が市販され広く利用されている。「放射線測定器が有する機能及び期待される性能」は、JISに適合した測定器の使用を前提とすればこれらの製品規格に示される性能であり、これが維持されていることを確認することで、測定器が正常に動作しているという信頼性を与えるものである。JISに規定された試験項目は多岐にわたり、全項目の試験を点検として行うことは実際的ではない。一方、定期点検は予防保全の目的も含め、その機器の使用状態、使用年数等に応じてメーカーの推奨するJISに規定された試験方法に基づく点検を受けるのが実際的であろう。その上で日常は自らケーブル・コネクタの緩み、表示器やスイッチの破損等がないことを点検し、BG測定とチェック線源を持っていれば機能確認によって測定器の健全性が維持されていることを確保できれば良い。

## 7. まとめ

測定者は目的に応じて適切な測定器を選択し、測定器は校正されたものを用い、その測定器は意図されたとおり正常に動作し、使用者は適切な手順に従った測定を行うことで測定結果に信頼性が与えられるとして、ここでは測定における原則的なことを述べてきた。ただし、測定はあらゆる可能性のあるシナリオに対して決して一律的に要求されるべきものではなく、利用目的にかなう内容で確実に実施することが重要である。校正や点検も利用目的にかなえば、簡単、迅速かつ低コストで実施する選択肢も十分にある。例えばモニタが利用目的に適合してい

ることを実証するためには、製造業者が提供する形式試験データや他の公表されたデータを用いることもでき、これらを信頼たるものとして利用するには、例えばJIS適合品を用いることが有効である。ただし、製品規格における要求事項には一般に校正に関する要求はなく（施行規則における「校正」と認められるものはある<sup>1)</sup>）、事業者は自らの責任で測定器を適切に「校正」する必要があるが、先に述べたようにより合理的な手法を選択する余地がある。このような維持管理は負担であるが、本記事が各施設による利用目的に応じた合理的な維持管理の設計の一助となり、放射線防護領域の測定の信頼性の確保に少しでも貢献できれば幸いである。

注）製品規格への適合は、メーカーによる自己適合宣言に基づくものを含む。

**謝辞** 本記事の投稿にあたり、長年、計量標準や産業標準に携われ本分野に精通されている（国研）産業技術総合研究所柚木彰博士に多大なるご助言をいただいた。ここに謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 原子力規制委員会，放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイド（2022）
- 2) （公社）日本アイソトープ協会，放射線安全取扱部会 法令検討専門委員会 放射線障害予防規程ガイドの解説書（2022）
- 3) 原子力規制委員会，第56回原子力規制委員会資料1（2019）
- 4) 原子力規制委員会，一般安全要件 GSR Part 3「放射線防護と放射線源の安全：国際基本安全基準」（翻訳）<https://www.nra.go.jp/data/000354300.pdf>
- 5) 日本産業規格，JIS Z 8103：2019 計測用語
- 6) International Organization for Standardization and International Standards for all electrical, electronic and related technologies, ISO/IEC Guide 99（2007）
- 7) （公財）日本適合性認定協会，試験所・校正機関の認定範囲分類 JAB RL205:2022 <https://www.jab.or.jp/files/items/7771/File/RL2052022V83.pdf>（2023/1/9 現在）
- 8) ISO 7503-1:2016 Measurement of radioactivity — Measurement and evaluation of surface contamination — Part 1: General principles

（近畿大学 原子力研究所）