電子版:ISSN 1881-7297

日本保健物理学会専門研究会報告書シリーズ

Vol.13　No.3

RI 施設における放射線管理を目的とした
測定の信頼性確保に関する専門研究会

活動報告書

2023 年 6 月

一般社団法人 日本保健物理学会

日本保健物理学会専門研究会報告書シリーズ ISSN 1881-7297 Vol.13, No.3,
RI 施設における放射線管理を目的とした測定の信頼性確保に関する専門研究会
活動報告書

2023 年 6 月

発行者　日本保健物理学会企画委員会
発行所　一般社団法人 日本保健物理学会
〒105-0004 東京都港区新橋 3-7-2 四鹿ビル 3 階
日本保健物理学会事務局
TEL：03-6205-4649
FAX：03-6205-4659
E-mail：exec.off@jhps.or.jp

目次

1. はじめに ····· 1
1.1 研究会設立の背景と目的について····· 1
1.2 研究会メンバーと検討の履歴····· 1
1.3 報告書の構成 ····· 3
2. 測定の信頼性の確保に関する動き····· 4
2.1 原子力規制委員会による検討の履歴····· 4
2.2 予防規程ガイドの改正について····· 5
2.3 研究会が考える測定の信頼性の確保の在り方····· 9
3. 我が国における放射線測定器の測定の信頼性の確保に関する現状····· 10
3.1 アンケートの実施について····· 10
3.2 アンケート結果の傾向分析····· 13
3.2.1 装置毎のアンケート回答数と業態分類····· 13
3.2.2 測定器の使用状況 ····· 14
3.2.3 校正の実施状況 ····· 17
3.2.4 外部機関での点検校正の実施状況····· 19
3.2.5 事業所内での点検校正の実施状況····· 20
3.2.6 点検校正に関する文章の管理状況····· 24
3.3 事業所分類ごとの重要機器の傾向分析····· 28
3.3.1 事業所業態分類ごとの校正の実施状況····· 28
3.3.2 事業所業態分類ごとの外部機関での点検校正実施の状況····· 30
3.3.3 事業所業態分類ごとの事業所内での点検校正の実施状況····· 31
3.3.4 事業所業態分類ごとの点検校正に関する文章の管理状況····· 34
3.4 装置種別ごとの特徴分析····· 37
3.4.1 空間線量率サーベイメータ····· 37
3.4.2 表面汚染検査用サーベイメータ····· 41
3.4.3 中性子サーベイメータ····· 43
3.4.4 電子式個人線量計（γ 線）····· 45
3.4.5 屋内エリアモニタ（γ 線）····· 47
3.4.6 ガス・ダストモニタ ····· 49
3.4.7 水モニタ ····· 52
3.4.8 液体シンチレーションカウンタ····· 54
3.4.9 ハンドフットクロスモニタ····· 56
3.4.10 核種分析用 γ 線測定器····· 58
4. 放射線測定器の規格の調査····· 60

4.1　調査した規格、試験項目の分類について･････････････････････････････････ 60
4.2　JIS 規格･･･ 62
4.3　その他の規格 ･･ 68
4.3.1　トリチウムガスモニタについて･････････････････････････････････････ 68
4.3.2　液体シンチレーションカウンタについて･････････････････････････････ 74
4.3.3　α／βガス比例計数管式カウンタについて･････････････････････････ 81
4.4　放射能測定シリーズでの Ge 半導体検出器について･････････････････････ 86
5.　報告書のまとめ ･･ 88
6.　編集後記 ･･ 90
別表 2.1　放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイド（測定の信頼性確保関係）の改正案に対する科学的・技術的意見の募集（パブコメ）について、本専門研究会が提出したコメントと原子力規制委員会から提示された回答･････････ 92
別表 4.1　製品 JIS 横断表 ･･･ 104
別紙 4.1　JIS Z 4511 で規定されている校正方法･････････････････････････････ 110
別紙 4.2　JIS Z 4521 で規定されている校正方法･････････････････････････････ 113

1.　はじめに

1.1　研究会設立の背景と目的について

2020 年 9 月 11 日に放射性同位元素等の規制に関する法律（RI 法）施行規則が改正された。改正の中身で特筆すべき点は、2023 年 10 月 1 日施行の第 20 条であり、①管理区域に立ち入る放射線業務従事者の外部被ばく線量は「測定の信頼性を確保するための措置を講じること。」とし、ISO/IEC[1]17025 認定を受けた機関による測定が要求されるようになること、②放射線の量、汚染の状況の測定では「測定に用いる放射線測定器については点検及び校正を 1 年ごとに適切に組み合わせて行うこと」とし、測定の信頼性の確保を求めているところにある。

このような信頼性の確保の考え方について、原子力規制委員会は「放射線障害予防規程に定める事項に関するガイド（本章において、予防規程ガイドという。）」にて示すものとし、被規制者団体に対してヒアリングを行った。

このヒアリングにおいて提示された資料は原子力規制委員会ホームページ[2]に掲載されているが、その資料 1（放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイドの一部改正案）の別表において準拠すべき規格が例として示されていた。しかし、規格が例示されているだけでは、現場の放射線取扱主任者又は管理担当者は、どのように自分達の運用を規格に合わせるかの判断が困難となることが予想された。

そこで、以下の調査を行うことを目標として、専門研究会を立ち上げることを相談し、保健物理学会の了解を得た。

① 小規模 RI 事業者から大規模 RI 事業者に対して、現在使用している放射線測定器の種類や数量、それらの校正・点検方法等についてアンケートを取ることなどにより、現在の国内の状況を把握する。
② ①に関して各事業者の校正・点検方法等を整理し、我が国における現在の RI 事業者の測定の信頼性に関する運用や技術レベル等について分析する。
③ ②において分析した技術レベル等と、予防規程ガイドが要求している内容との整合等について検討し、放射線管理の現場において予防規程ガイドが要求する測定の信頼性を確保するための現実的な手法を提案する。

1.2　研究会メンバーと検討の履歴

当研究会のメンバーは**表 1.2.1** のとおりである。メンバーは便宜上、委員とコアオブザーバーに分けているが、実際上の違いはない。また、メンバーは各々、規格班（規格類の調査を実施）とアンケート班（アンケートの調査を実施）に分かれて作業を行った。

---

[1] ISO（国際標準化機構:International Organization for Standardization)、IEC（国際電気標準会議:International Electrotechnical Commission)

[2]原子力規制委員会ホームページ，第３回放射性同位元素等規制法に係る審査ガイド等の整備に関する意見聴取，https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/RIguide/260000035.html，2020 年 12 月 23 日閲覧

コロナ禍にあったため、当研究会の会合は全て ZOOM で実施せざるを得なかった。**表 1.2.2** に主だった会合開催日及び検討内容をのせた。掲載した会合以外にも必要に応じて適宜会合をもった。

表 1.2.1　専門研究会のメンバー

担当	氏名と所属	所属班
主査	黒澤　忠弘（産総研）	規格
委員	加藤　昌弘（産総研）	アンケート
委員	高橋　知之（京大）※1	アンケート
委員	桧垣　正吾（東大）	アンケート
委員	稲垣　昌代（近大）	アンケート
委員	清宮　貴之（千代田テクノル）	アンケート
委員	後藤　健士（日立製作所）※2	アンケート
委員	水野　裕元（富士電機）	規格
委員	片岡　憲昭（都産技研）	規格
委員	内田　芳昭（放計協）	規格
委員	秋吉　優史（大阪府大）※3	規格
委員（幹事）	牧　大介（京大）※4	規格
コアオブザーバー	和田　雅志（JT）	アンケート
コアオブザーバー	吉田　晃（日立製作所）※2	アンケート
コアオブザーバー	比嘉　剛志（東北大）	規格
コアオブザーバー	谷村　喜彦（JAEA）	規格
コアオブザーバー	吉富　寛（JAEA）	規格
コアオブザーバー	中島　定雄（富士電機）	規格

※1　2022 年３月末で退会

※2　日立製作所から日本レイテックへ所属が変更

※3　大阪府立大学から大阪公立大学へ名称が変更

※4　2022 年７月に大分大学へ異動

表 1.2.2　専門研究会の主だった会合開催日と検討内容

開催日	主な検討内容
2021/5/21	2021 年度 1 回目会合 専門研究会における活動方針を決めた。
2021/8/5	2021 年度 2 回目会合 調査対象になる規格の絞り込みとアンケートの実施手段（Google form を活用）を決めた。
2021/11/29	2021 年度 3 回目会合 アンケート募集を開始した旨の報告と初期段階での集計例を紹介した。
2022/2/28	2021 年度 4 回目会合 規格の調査状況の報告とアンケート集計状況を紹介した。アンケートの期間を延長することを決めた。
2022/5/23	2022 年度 1 回目会合（通し 5 回目） 規格の調査状況の報告とアンケート集計状況を紹介した。最終報告書の構成について議論した。
2022/9/9	2022 年度 2 回目会合（通し 6 回目） 前回に引き続き、規格の調査状況の報告とアンケート集計状況を紹介した。最終報告書の構成について議論した。
2023/1/18	2022 年度 3 回目会合（通し 7 回目） 最終報告書の構成を固め、執筆分担や締め切りを決めた。

1.3 報告書の構成

本報告書の構成は次の通りである。1 章で当研究会設立の目的や参加メンバー、活動の履歴を紹介した。2 章では、今般の測定の信頼性の確保に関する動きについての説明を行い、加えて当研究会で考える測定の信頼性の確保の考え方について説明する。3 章では、当研究会で実施したアンケート調査について、その結果と主要な測定機器等についての傾向分析を示す。4 章では、校正・点検に活用できる項目を洗い出すため行った JIS（Japanese Industrial Standards）等の規格調査の結果を示す。5 章ではこの報告書のまとめを、6 章では編集後記として当研究会の活動結果についての総括を載せる。

2. 測定の信頼性の確保に関する動き

2.1　原子力規制委員会による検討の履歴

IRRS（総合規制評価サービス）

原子力規制委員会は、2016 年 1 月 11 日～22 日に国際原子力機関（IAEA）による IRRS（総合規制評価サービス）を受け入れた。この IRRS の目的は、日本の放射線及び原子力安全に関する規制の枠組み並びに活動を、該当する IAEA 安全基準に照らしてレビューし、規制の実効性に関する報告を行うこと、IRRS の対象分野に関して情報及び経験の交換を行うことであった。

IAEA からの IRRS の報告書は同年 4 月 23 日に原子力規制委員会に送付された。それによると[1)]、概ね IAEA 安全基準に即しているとの評価を受けたが、いくつかの勧告事項があった。その中の一つに、「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。」との勧告があった。これまで我が国では、放射性同位元素の取扱い等に関し、RI 法において、許可届出使用者等に対して放射線施設に立ち入る者及び施設等の放射線測定並びにその記録が義務付けられているが、測定の信頼性の確保に関する措置については、これまで明確な規制上の要求はなく、許可届出使用者等や測定サービス会社等の自主的な取組みに委ねられていた。

IRRS 報告書の勧告事項では、我が国の対応として、特定放射性同位元素の防護を法の目的に追加するなどのための法律名の変更を含む法令改正が優先された。その後、2019 年 12 月 25 日の第 50 回原子力規制委員会にて以下の施行規則改正の方針が決定された[2)]。

- 外部被ばく線量：許可届出使用者等に対し、ISO/IEC 17025 に基づく認定を受けた放射線個人線量測定サービス提供者のサービスを利用するか、又は同等の品質を確保した測定を実施することにより、その信頼性を許可届出使用者等の下で一貫して管理させることとし、IAEA の安全基準に沿った規制機関による測定の品質管理の要件の規定とその遵守の確認を実現することとした。
- 内部被ばく線量：その信頼性を許可届出使用者等の下で一貫して管理させることとし、勧告の「公衆被ばくモニタリング」に関する対応として、放射線測定器の校正等(調達する場合を含む)を適切に行うことを求めることとした。
- 以上を踏まえて、RI 法に基づく測定の信頼性の確保に関し、許可届出使用者等に対して新たな規制要求を行う。

施行規則の改正

2020 年 4 月 22 日の第 3 回原子力規制委員会において、施行規則改正案が決定された[3)]。これに対する意見募集が 4 月 23 日から 5 月 22 日までの間、実施された。その結果は 2020 年 9 月 2 日の第 22 回原子力規制委員会で決定され[4)]、公示された[5)]。なお、回答の中には、「放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイドに記載する」との記述が散見され

た。

一部の修正が加えられた改正案は、2020 年 9 月 11 日に令和二年原子力規制委員会規則第十七号により公布された。改正後の施行規則は 2023 年 10 月 1 日に施行される。ただし、第 20 条 4 項（記録における測定日時の書き方と測定者の書き方）の改正規定は即日施行された。

2023 年 10 月 1 日までに、許可届出使用者等では放射線障害予防規程の改定が必要である。なお、原子力規制委員会への届出は、変更後 30 日以内でよい。

2.2 予防規程ガイドの改正について

2018 年の RI 法令改正の際には、放射線障害予防規程に定めるべき事項も改正された。それに伴い、予防規程又は下部規程に記載すべき共通の事項については、「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」）」として示されることになった。その案は 2017 年 10 月 25 日の第 46 回原子力規制委員会において施行令の改定案等と共に公開され、意見募集が 10 月 26 日から 11 月 24 日までの間、実施された。回答は 2017 年 12 月 6 日の第 53 回原子力規制委員会で公開された [6)]。その結果を踏まえ、予防規程ガイドが決定された。

この他、原子力規制委員会では、「許可届出使用者等に対する立入検査ガイド」および「使用施設、貯蔵施設及び廃棄施設の位置、構造及び設備の技術上の基準等に関する審査ガイド」も制定予定であり、RI 法の被規制者に対して、放射性同位元素等規制法に係る審査ガイド等の整備に関する意見聴取が 2019 年 12 月 20 日から 2021 年 4 月 23 日の間に 4 回開催された [7)]。そのうち第 3 回では、予防規程ガイドの信頼性の確保にかかる改正素案に対する意見聴取もあった [8)]。

その後、原子力規制庁はこの意見聴取で出された意見を踏まえ改正案を取りまとめた。2021 年 10 月 20 日の第 39 回原子力規制委員会の承認を経て、放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイド（測定の信頼性確保関係）の改正案が示され、これに対する意見募集が 10 月 21 日から 11 月 19 日までの間、実施された [9)]。

これを受けて、当研究会では臨時の会合を開き、内容を検討した。当研究会会員個々の意見を集約し、11 月 12 日に幹事が原子力規制庁に郵送で提出した。

その後、2022 年 3 月 16 日の第 71 回原子力規制委員会の決定を経て、回答が公示された [10)]。当研究会から提出したコメントと、それに対する回答を**別表 2.1** に示す。

改定された予防規程ガイドは、改正 令和 4 年 3 月 16 日原規放発第 22031617 号原子力規制委員会決定として公開された [11)]。

この改正後予防規程ガイドの公開後、関連する他の団体が公開している解説書や文例集でも内容の改定が行われた。

公益社団法人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では、初版公開後の 2018 年 3 月に『放射線障害予防規程ガイドの解説書』を公開しており、これを改定したものが 2022 年 12 月末に公開された [12)]。予防規程ガイドの改正に即して、第 6 章で

示されている測定に関して解説が追加修正された。また、予防規程ガイド別紙に示された点検・校正の考え方についても、新たに解説が追加された。

大学等放射線施設協議会では、2018 年 7 月に、法令改正に伴う放射線障害予防規程の変更のための作成マニュアルを公開している [13)]。このマニュアルは数回の小規模な修正を経ているが、今回の予防規程ガイドの改正に即したものが 2023 年 3 月に公開される予定である。なお、このマニュアルには、2022 年 11 月から 12 月にかけて意見公募が行われた「放射性同位元素の規制に関する法律に基づく立入検査ガイド」に含まれている事業所が備えるべき帳簿の要求事項に関する内容が反映される予定である。

参考文献

1) 原子力規制委員会ホームページ，IRRS ミッション報告書の公開，https://www.nra.go.jp/activity/kokusai/renkei_20160425_01.html,2023 年 4 月 7 日閲覧
2) 原子力規制委員会ホームページ，第 50 回原子力規制委員会，https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/kisei/00000480.html,2023 年 4 月 7 日閲覧
3) 原子力規制委員会ホームページ，第 3 回原子力規制委員会，https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/kisei/010000516.html, 2023 年 4 月 7 日閲覧
4) 原子力規制委員会ホームページ，第 22 回原子力規制委員会，https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/kisei/010000570.html, 2023 年 4 月 7 日閲覧
5) e-GOV パブリック・コメント，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案に対する意見募集の結果について，https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCM1040&id=198020101&Mode=1,2023 年 4 月 7 日閲覧
6) 国立国会図書館インターネット資料収集保存事業(Warp)，第 53 回原子力規制委員会，https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12358250/www.nra.go.jp/disclosure/committee/kisei/00000294.html, 2023 年 4 月 7 日閲覧
7) 原子力規制委員会ホームページ，放射性同位元素等規制法に係る審査ガイド等の整備に関する意見聴取，https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/RIguide/index.html ，2023 年 4 月 7 日閲覧
8) 原子力規制委員会ホームページ，第３回放射性同位元素等規制法に係る審査ガイド等の整備に関する意見聴取，https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/RIguide/260000035.html，2023 年 4 月 7 日閲覧
9) 原子力規制委員会ホームページ，第 39 回原子力規制委員会，https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/kisei/010000674.html, 2023 年 4 月 7 日閲覧
10) e-GOV パブリック・コメント，放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイド（測定の信頼性確保関係）の改正案に対する科学的・技術的意見の募集について，https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCM1040&id=198021205&Mode=1,2023 年 4 月 7 日閲覧

11) 原子力規制委員会ホームページ，放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイド，https://www.nra.go.jp/data/000215736.pdf，2023年4月7日閲覧
12) 日本アイソトープ協会ホームページ，放射線障害予防規程ガイドの解説書，https://www.jrias.or.jp/report/cat3/post-2.html，2023年4月7日閲覧
13) 大学等放射線施設協議会ホームページ，法令改正に伴う放射線障害予防規程の変更のための作成マニュアル，https://shisetsu.ric.u-tokyo.ac.jp/preventionprogram.html，2023年4月7日閲覧

2.3 研究会が考える測定の信頼性の確保の在り方

放射線計測における信頼性の確保について、当研究会のメンバー内や各報告会等で様々な議論を行い多くの意見が出てきた。議論の中で重要なポイントとなったものの１つは、「測定の重要度に応じた測定器の精度管理」であった。アンケート調査のために、放射線取扱施設で使用されている測定機器をリストアップしたが、様々な目的の機器が使用されていることを、改めて整理できた。その中で、測定された値自体が放射線管理上重要であるかどうかが、精度管理のための判断基準になるのではないかと考えている。例として、管理区域から退出する際の表面汚染測定がある。退出前に、ハンドフットクロスモニタで手・足・衣服の汚染測定を行う。この測定器は汚染箇所を大まかな「部位」として検出するだけで、細かな汚染「部位」の確定や表面汚染密度の決定は、ハンディータイプの表面汚染サーベイメータを使うのが一般的であろう。RI 法令上の必要な記録は、表面汚染サーベイメータの測定結果をまとめたものである。このように、測定器の使い方の目的に応じて、点検・校正にメリハリをつけるのが適当ではないか？例えば、大まかに汚染の有無を検出するための機器の精度管理の目的は、それがきちんと動作しているかの確認である。厳格な校正は必要ないと考える。一方、表面汚染サーベイメータの精度管理の目的は、表面汚染密度を正確に測定し、管理区域退出基準を判断する必要を下すために十分な能力を維持し続けていることを確認することである。当然、正確な校正が必要になってくる。

もう一つ議論となったのが、繰り返しの校正が困難な機器への対応である。エリアモニタやガスモニタなど、一度設置すると取り外しが容易でない機器に対する校正である。γ線などの線量率を計測するエリアモニタについては、校正に関する JIS Z 4511:2018 の付属書の中で機能確認という手法が示されており、これにより校正された状態が維持されていることを確認することができる。この手法を、他の測定機器へ応用できないかといった議論があった。技術的には、センサー部分の健全性を確認する手法として有用であり、ガスモニタ等への適用も可能であると考えている。

3. 我が国における放射線測定器の測定の信頼性の確保に関する現状

3.1 アンケートの実施について

小規模 RI 事業者から大規模 RI 事業者まで含めて、現在使用している放射線測定器の種類や数、それらの校正・点検方法等についてアンケートを取ることにより、国内の状況を把握することとした。アンケートの対象とした機器の一覧を**表 3.1.1** に示す。当研究会のアンケート班メンバーが 2021 年夏にアンケートの原案を作成・持ち寄り、アンケート班内で質問文の表現を測定装置毎の特徴も考慮してできるだけ統一し、当研究会内で意見を募ったうえで、google form でアンケートを募集することとした。質問に対する回答はなるべく選択肢とし、回答者の負担がなるべく小さくなるように配慮した。さらに、外部のネットワークへアクセスができない事業者の回答は、文章等であらかじめ回答をもらい、当研究会の委員が google form へ入力した。**図 3.1.1** は実際の google form 上でのアンケートの例である。

アンケートの実施は日本保健物理学会の承諾を得たうえで行った。回答募集は 2021 年 11 月 8 日から 2022 年 9 月 30 日の期間で行い、日本保健物理学会、日本放射線安全管理学会、大学等放射線施設協議会、日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会、日本放射線技術学会等の学協会を通じての PR 活動に加えて、(株) 千代田テクノル及び長瀬ランダウア (株) がそれぞれ毎月発行している機関紙に PR 広告を出した。

結果的に回答募集の期間中に 142 事業所から回答を得ることができた。142 事業所を放射性同位元素等規制法上の事業所区分で分けると、許可事業所 134 件、許可以外事業所 8 件であった。さらに、業態で分けると医療機関 35 件、教育機関 58 件、研究機関 15 件、これら以外の機関（一般企業等）が 34 件であった。

以下の節では得られたアンケートの回答を放射線測定器毎に分析しているが、アンケートの回答数が 20 件に満たない放射線測定器に関しては、詳細な分析を行っていない。

表 3.1.1　アンケートの対象とした放射線測定器

カテゴリ	項目
定置式モニタ	屋内エリアモニタ（ガンマ）
	野外固定式モニタリングポスト（ガンマ）
	屋内エリアモニタ（中性子）
	野外固定式モニタリングポスト（中性子）
ダスト系	ガス・ダストモニタ
サーベイメータ類	空間線量率
	中性子（レム）
	可搬型 MP
	表面汚染検査用サーベイメータ
	ハンドフットクロスモニタ
個人線量計	電子式・アラームメータ（ガンマ）
	電子式・アラームメータ（中性子）
	Passive 個人線量計　インハウス
その他	液シンカウンター
	核種分析用ガンマ線測定器
	低バックグラウンドαβカウンタ
	水モニタ
	環境用 Passive 線量計
	ホールボディカウンタ

図 3.1.1　Google form 上でのアンケートの実施例

3.2 アンケート結果の傾向分析

本節ではアンケート結果の傾向を分析するために全ての測定器に対して共通的に行った設問を中心に結果の分析を行う。分析結果としては、各設問に対して測定器を縦に並べて各測定器の回答を比較できるようにした。測定器によって回答総数に差があるため、できるだけ割合のグラフの使用は避けて回答数そのものをグラフ表示している。

一方、アンケートでは装置固有の設問もあり、これに関しては 3.4 節で装置種別ごとに分析することとした。

3.2.1 装置毎のアンケート回答数と業態分類

アンケート回答数一覧を**図 3.2.1.1** に示す。19 種類の装置毎にアンケートを行い、回答いただいた事業者を 8 つの業態分類に分けて回答数を示している。回答事業者数が 20 に満たない装置は傾向を分析するのは困難と判断し、アンケート分析対象からは外した。ただし、**図 3.2.1.1** に示す結果から各装置がどのような業態でどれぐらいの事業者数で使用されているかといった状況をうかがうことができる。

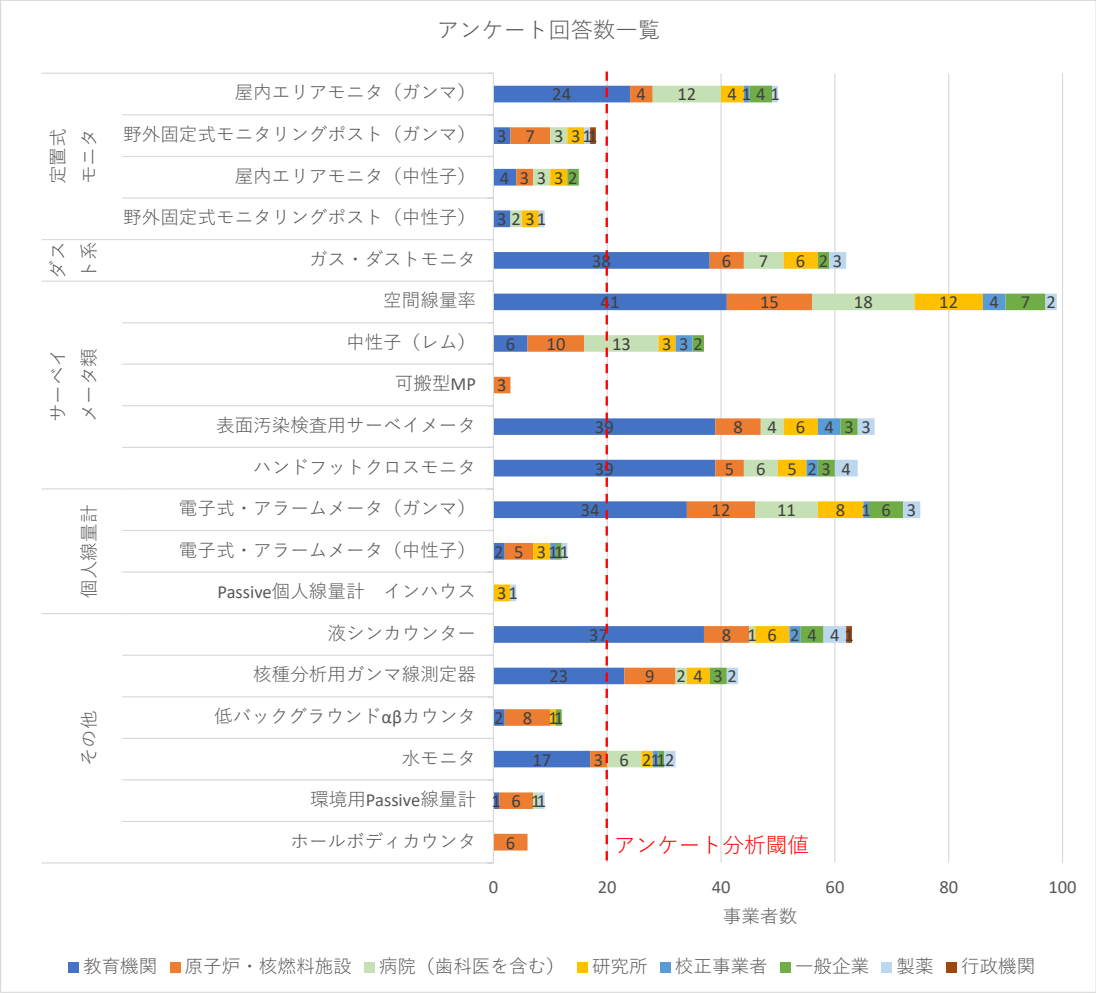


図 3.2.1.1　アンケート回答数一覧

回答事業者数が 20 を超えた装置に関して、アンケート回答いただいた業態分類の比率を**図 3.2.1.2** に示す。中性子(レム)以外はおおよそ同様の業態分類比率を示し、教育機関が約半数を占め、原子炉・核燃料施設、病院(歯科医含む)、研究所がそれぞれ 1 割程度、校正事業者、一般企業、製薬(製薬企業)がそれぞれ 5%程度であった。中性子(レム)だけは異なる業態分類比率を示し、病院(歯科医含む)が 35%で最も多く、次に原子炉・核燃料施設が 27%となり教育機関の 16%を超えた。

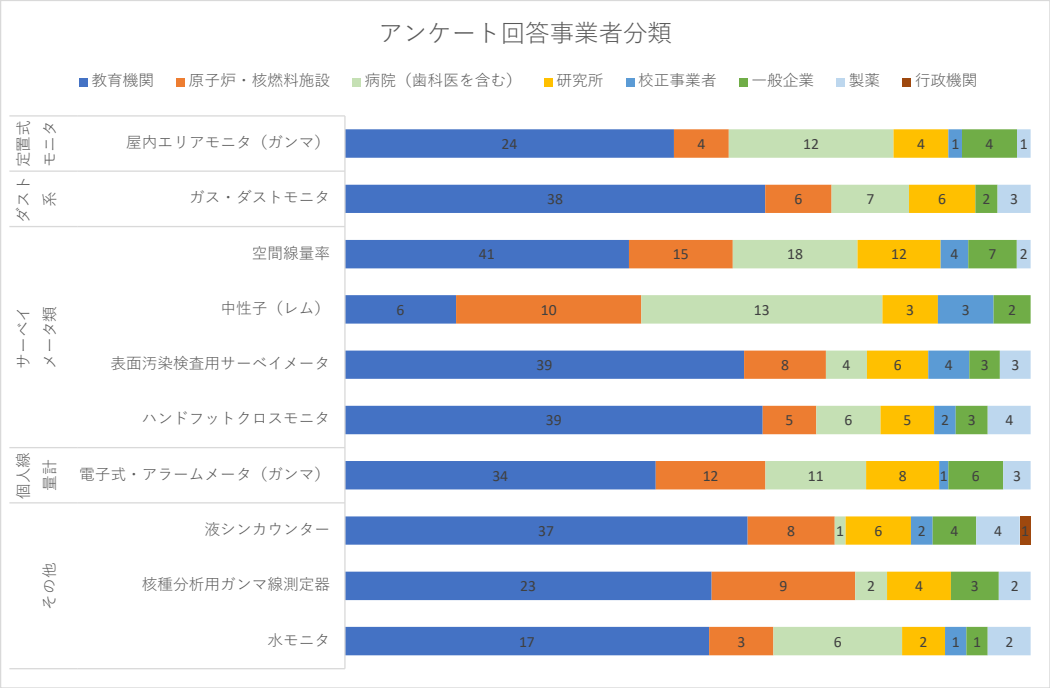


図 3.2.1.2　アンケート回答事業者分類

3.2.2　測定器の使用状況

測定器を日常管理に用いているかについて**図 3.2.2.1** に示す。ほとんどの測定器で 9 割以上の事業者が日常管理に用いる測定器があると回答している。核種分析用γ線測定器では 8 割程度の事業者が日常管理に用いる測定器があると回答しており、この 10 種類の装置の中では日常管理に用いる割合が小さかった。

RI 法以外の関係法があるかについて**図 3.2.2.2** に示す。中性子サーベイメータ以外の測定器では半数以上が「ない」と回答しており、「ある」との回答には多い順に「炉規法」、「医療法」、「電離則」、「複数・その他」等の回答あった。中性子サーベイメータは傾向が異なり、いずれかの関係法があるところが多数派となった。

管理に用いる検出器の台数について**図 3.2.2.3** に示す。可搬できるサーベイメータ類では 4 台以上を所有する事業者が多数派だが、中性子サーベイメータだけは 1 台のみ所有が半数を超えた。電子式個人線量計は 10 台以上の所有が多数派となった。据付型の測定器では最も多いのは 1 台のみ所有の事業者であったが、2 台以上所有する事業者が半数程度あり

基本的には複数台の測定器を所有している状況が分かった。

複数台の測定器を所有している場合、所有している測定器すべてに点検校正の義務が生じるかは判断できないため、これ以降の分析では法改正で要求される点検校正の管理をしている測定器があるか？という観点で分析することとする。例えば、測定器を 2 台所有していて、1 台は点検校正をしていて、もう 1 台は点検校正していない事業者に「点検校正していますか？」という質問をした場合は、複数回答ありで集計するため「はい」と「いいえ」の両方にチェックを入れた回答が得られる。このようなデータを分析する際は「はい」のチェックの有無に着目して集計を行うため、この例の事業者は「点検校正している」に分類することとする。そのため、「点検校正している」と集計された事業者は所有しているすべての測定器を点検校正しているとは限らない。なお、集計結果が「点検校正していない」となった事業者は、測定器を 1 台も点検校正していないことを意味する。

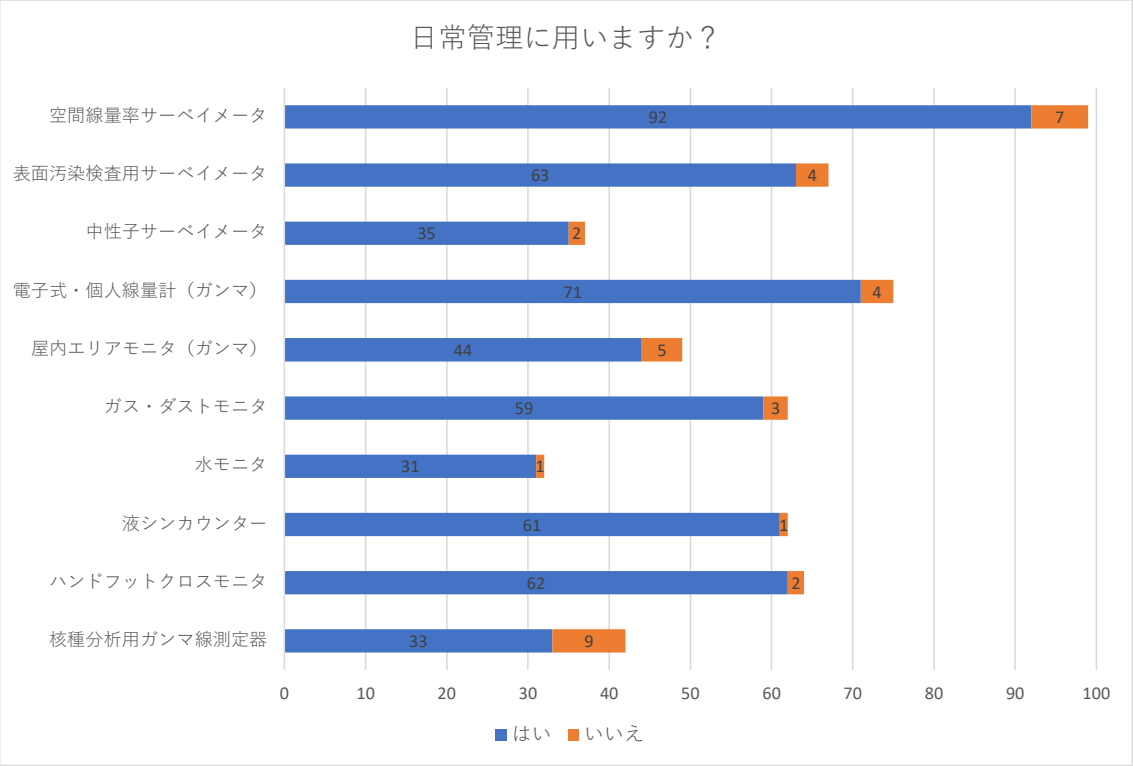


図 3. 2. 2. 1　日常管理に用いる測定器の有無

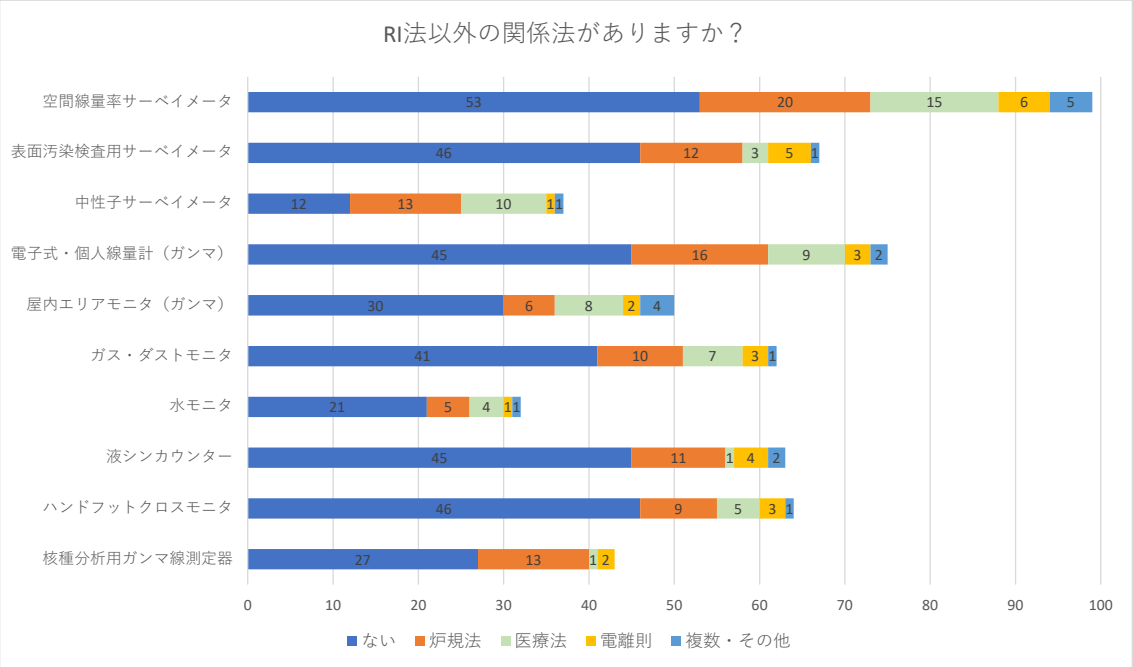


図 3.2.2.2　RI 法以外の関係法の有無

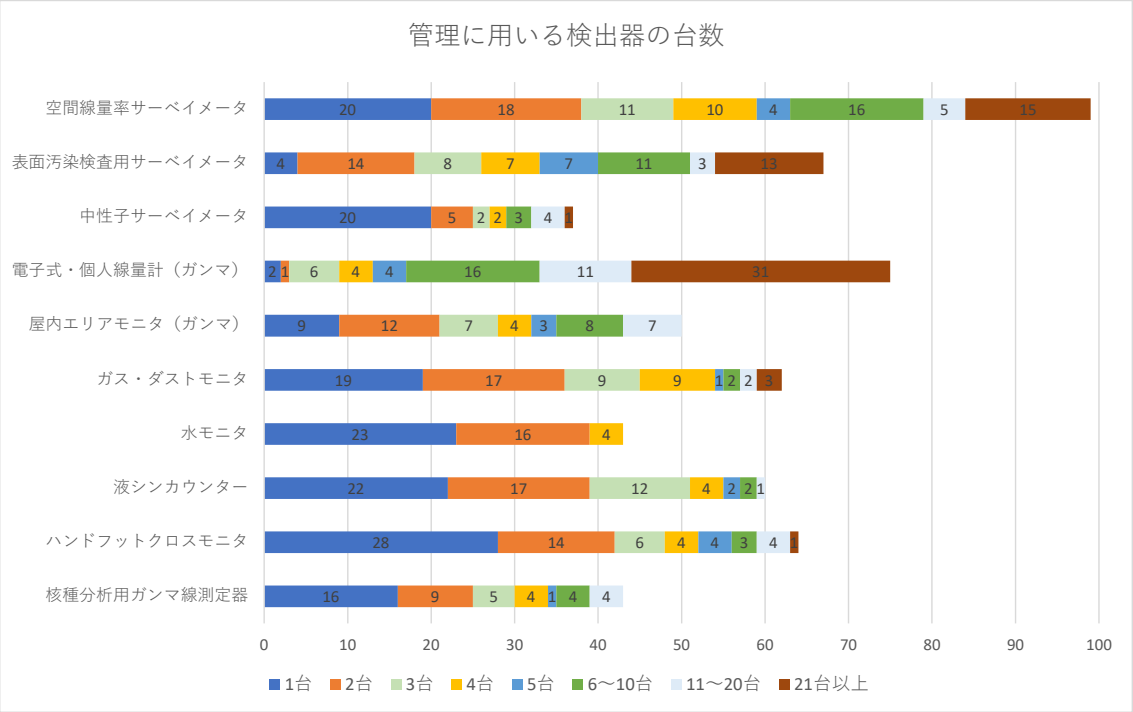


図 3.2.2.3　管理に用いる検出器の台数

3.2.3　校正の実施状況

指示値に関する点検校正の実施状況について、**図 3.2.3.1** に示す。アンケートでは回答者にとって点検と校正の区分が難しいと考えて意図的にすべての設問で点検と校正を分けずに設問を構成したが、その中で「指示値に関する点検校正の実施状況」という設問は特に「校正」の状況を把握することを意図して設定した設問である。

「実施しない」という回答がどの測定器でも複数事業者でされている。これらの事業者は現状では測定器の校正に該当することは実施されていないと考えられる。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、改正された RI 法施行規則が求める校正である「規則第 20 条の校正」（予防規程ガイド参照）を実施するように管理方法を見直す必要がある。

「事業所のみで実施」の回答については、実施している点検校正の方法が「規則第 20 条の校正」に該当するかは判断できないが、既に該当している可能性もある。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、現在実施事業所で実施している点検校正の方法が「規則第 20 条の校正」に該当するかを確認し、不足があれば対応する必要がある。外部機関に依頼することも方法の一つになるであろう。

「事業所と外部機関で実施」の回答については、既に「規則第 20 条の校正」に該当している可能性があると判断できる。このように回答したケースとして「比較校正」か「機能確認」を実施している可能性が考えられる。いずれの方法も予防規程ガイドの中で「規則第 20 条の校正」として認められている方法である。「比較校正」は例えば 1 台の測定器を外部機関で点検校正して、その測定器を標準器として複数所有している他の測定器の指示値を標準器と比較して確認する方法である。一方、「機能確認」は例えば 1 台の測定器をある年は外部機関で点検校正しておき、次の年に事業所にてその状態が維持されていることを確認するといった方法である。

「外部機関で実施」の回答については、既に「規則第 20 条の校正」に該当しているかまたは外部機関側が今後対応することで「規則第 20 条の校正」に該当する可能性が高いと判断できる。「規則第 20 条の校正」の実施責任は事業者にあるので、外部機関に依頼する場合は、その内容が「規則第 20 条の校正」に該当するのかを事前に確認した方がいい。

各回答の割合を**図 3.2.3.2** に示す。測定器毎に異なるが、「実施しない」の割合が最も大きいのは水モニタであり 43%の事業者が現状校正に該当する試験は実施していない結果が得られた。「実施しない」の割合が最も小さいのは空間線量率サーベイメータと核種分析用γ線測定器であり 6%という結果であった。一方、「外部機関で実施」の割合が最も大きいのは中性子サーベイメータであり全測定器の中で唯一半数を超える 67%が外部機関で点検校正を実施している状況が分かった。

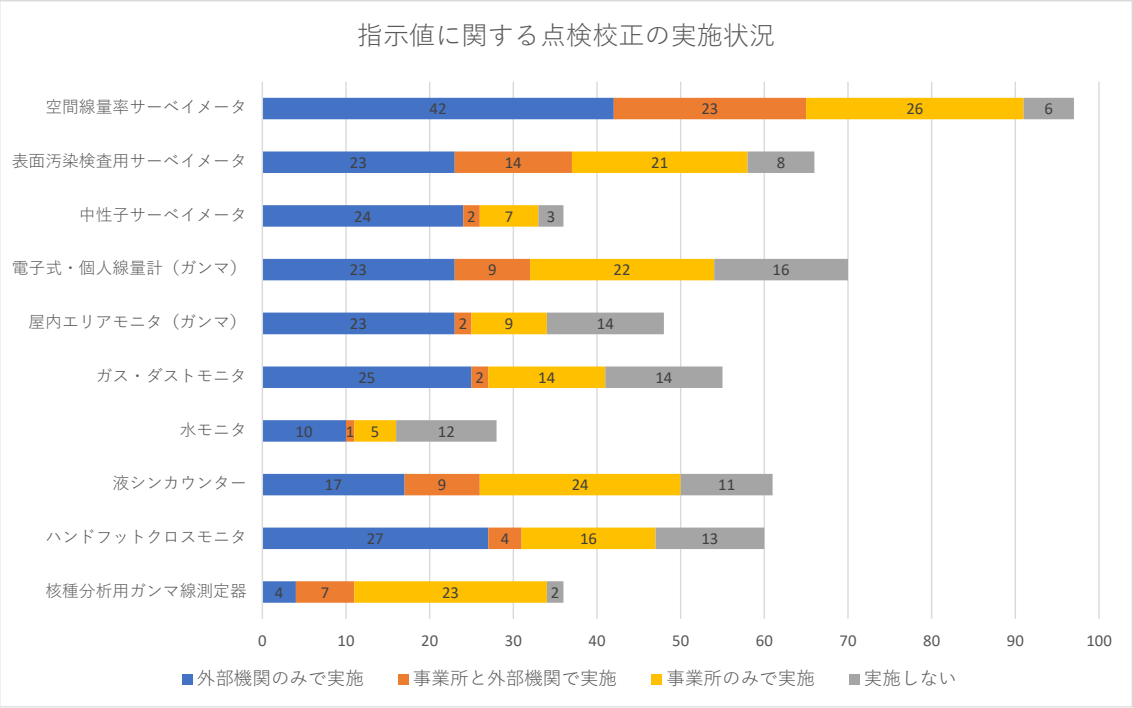


図 3.2.3.1　指示値に関する点検校正の実施状況

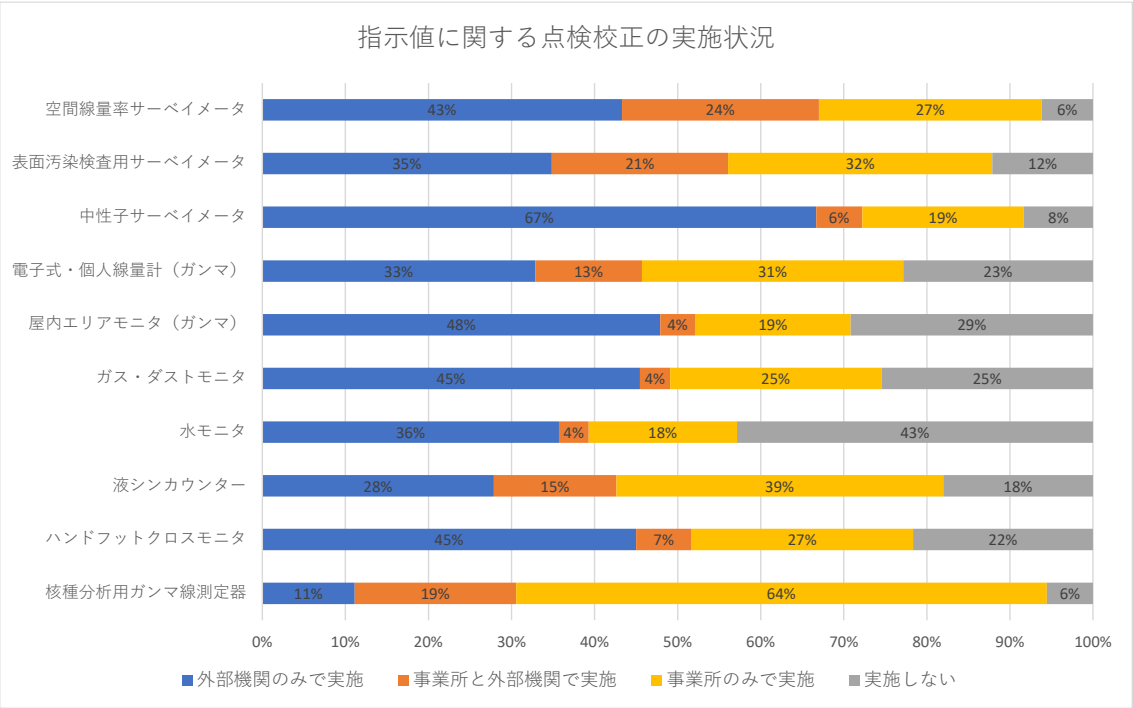


図 3.2.3.2　指示値に関する点検校正の実施状況(割合)

3.2.4　外部機関での点検校正の実施状況

外部機関で点検校正を実施している場合の点検校正の頻度を**図 3.2.4.1** に示す。ほとんどの測定器で 1 年以内に 1 回(半年に 1 回または 1 年に 1 回)の頻度で点検校正をしている事業者が多数派となった。一方で、いずれの測定器でも不定期との回答が見られた。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、点検及び校正の計画を予防規程に示す必要があるため、運用の見直しが必要になる。

外部機関で点検校正を実施している場合の実施機関を**図 3.2.4.2** に示す。製造メーカーで実施かそれ以外かを確認した。可搬のサーベイメータや電子式個人線量計は製造メーカー以外の割合が 4 割～8 割と高い傾向がみられた。製造メーカー以外の外部機関で点検校正を行える選択肢があることが分かる。一方で据付型の測定器では製造メーカーによる点検校正が圧倒的多数派であり、液シンカウンターと核種分析用γ線測定器は 100%、ガス・ダストモニタ、水モニタ、ハンドフットクロスモニタは 9 割以上、屋内エリアモニタは最も低いがそれでも 8 割程度が製造メーカーによる点検校正という状況であった。

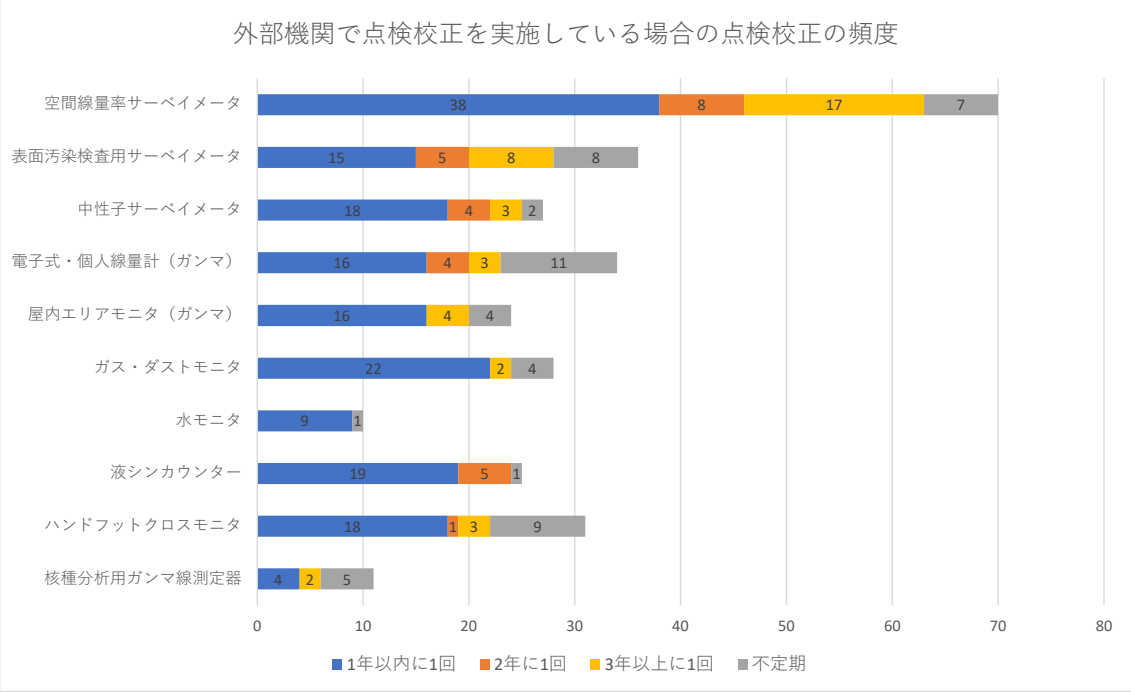


図 3.2.4.1　外部機関で点検校正を実施している場合の点検校正の頻度

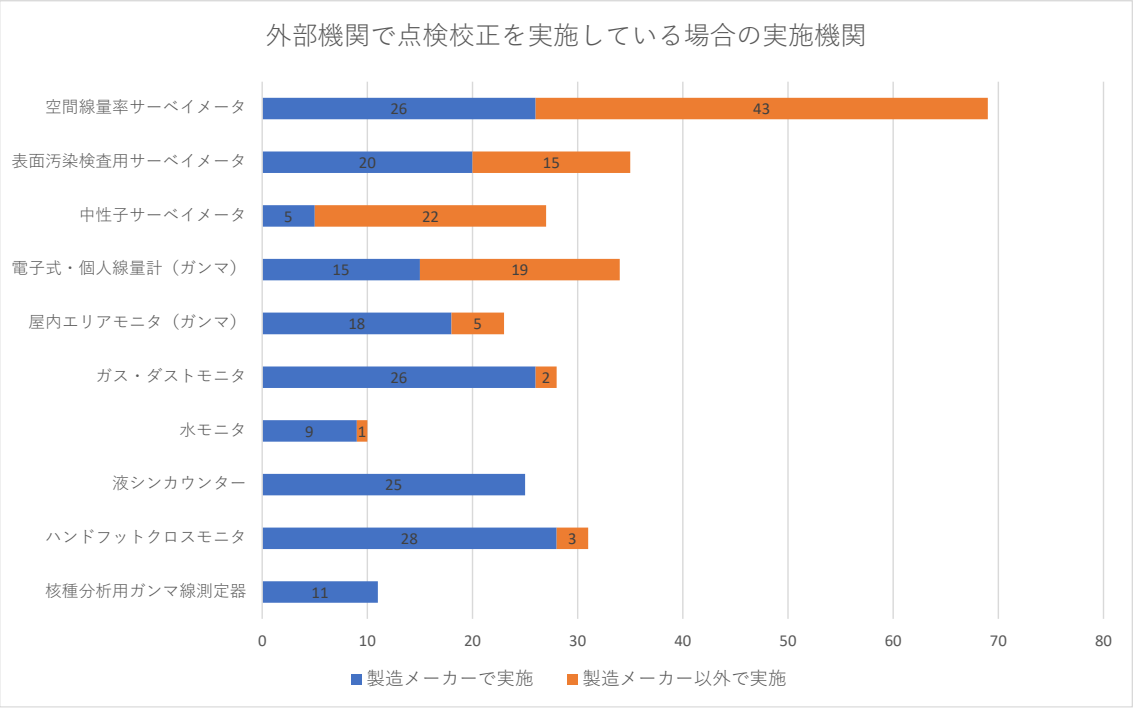


図 3.2.4.2　外部機関で点検校正を実施している場合の実施機関

3.2.5　事業所内での点検校正の実施状況

事業所内で点検校正を実施している事業者に関して、その方法や管理体制が「規則第 20 条の校正」に該当するかという観点を中心にアンケート結果を分析する。

事業所内で点検校正を実施している場合の点検校正の頻度について**図 3.2.5.1** に示す。1 年以内に 1 回(半年に 1 回または 1 年に 1 回)の頻度で点検校正をしている事業者が 6 割を超える多数派となった。一方で、不定期の回答も見られた。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、点検及び校正の計画を予防規程に示す必要があるため、運用の見直しが必要になる。

事業所内で点検校正を実施する場合、放射線管理を行う者が実施するかについて**図 3.2.5.2** に示す。放射線管理を行う者が測定器の点検校正を行うという回答が多数派で 6 割～9 割の事業者が「はい」と回答している。

事業所内で点検校正を実施する場合の実施者の資格について**図 3.2.5.3** に示す。「放射線取扱主任者」または「事業所内の取り決め」という回答が多数派ではありながら「決めていない」という回答も見られた。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、点検及び校正を適切に行うために点検校正を行う実施者に関する取り決めを予防規程に示す等の対応が望ましい。

事業所内で点検校正を実施している場合、実施方法を文書化しているかについて**図 3.2.5.4** に示す。「文書化している」が基本的に多数派となったものの、「文書化していない」の回答も得ている。特に液シンカウンター、ハンドフットクロスモニタ、核種分析用γ線測定器では文書化していない方が多数派となっている。測定器が RI 法で管理される対象とな

る場合には、点検及び校正の実施方法を予防規程に記載する必要があるため、運用の見直しが必要になる。

事業所内で点検校正を実施している場合、線源を使用しているかについて**図 3.2.5.5** に示す。液シンカウンター、核種分析用γ線測定器は該当する設問をアンケートでしていないため、設問無しとしている。回答数の少ない水モニタ以外の測定器では 8 割以上の事業者が線源を用いた点検校正を実施しており、中でも表面汚染検査用サーベイメータは全事業者が線源を用いて点検校正をしているという結果が得られた。一方で、少数派ながら線源を用いない点検校正をしている状況もあった。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、「規則第 20 条の校正」が必要になるが、これを事業所内で実施するには、線源は必須になると考えられる。

事業所内で点検校正を実施している場合、線源のトレーサビリティは取れているかについて**図 3.2.5.6** に示す。「はい」の回答が基本的に多数派ではあるが、「いいえ」や「不明」の回答も見られた。「規則第 20 条の校正」において線源のトレーサビリティは必須事項にはなっておらず、これ自体は直ちに問題になるものではない。ただし、事業者が実施している点検校正を「規則第 20 条の校正」とするのであれば、その方法が測定の信頼性を確保する方法になっていることを今一度確認する必要があろう。

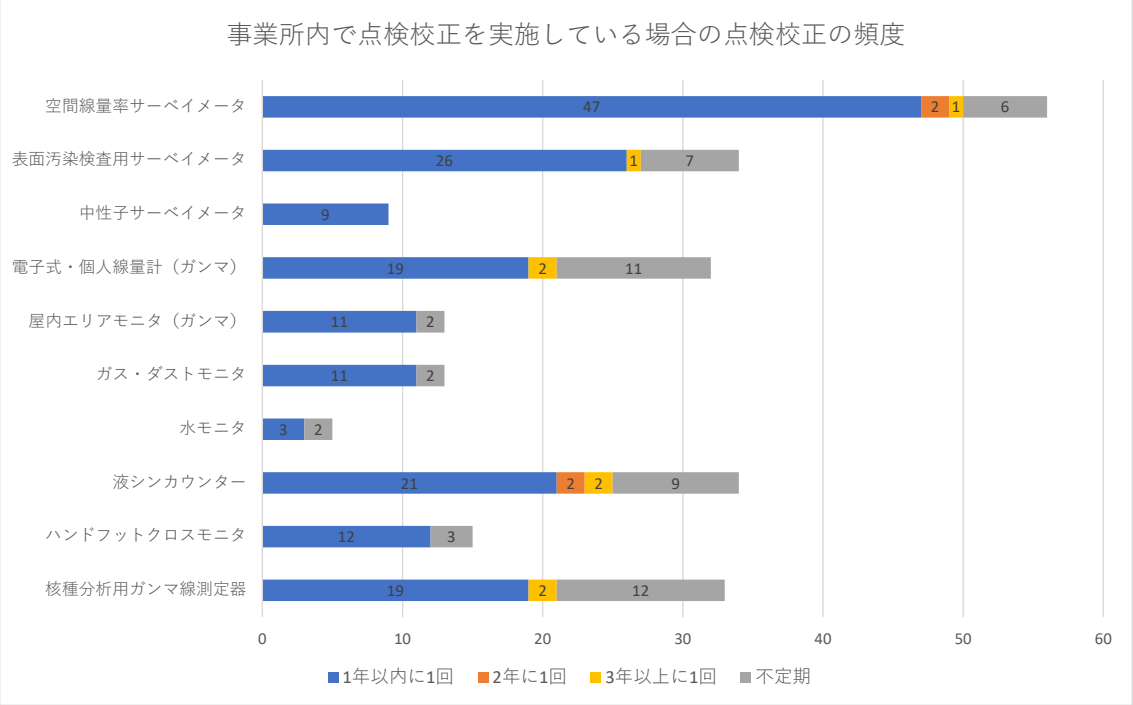


図 3.2.5.1　事業所内で点検校正を実施している場合の点検校正の頻度

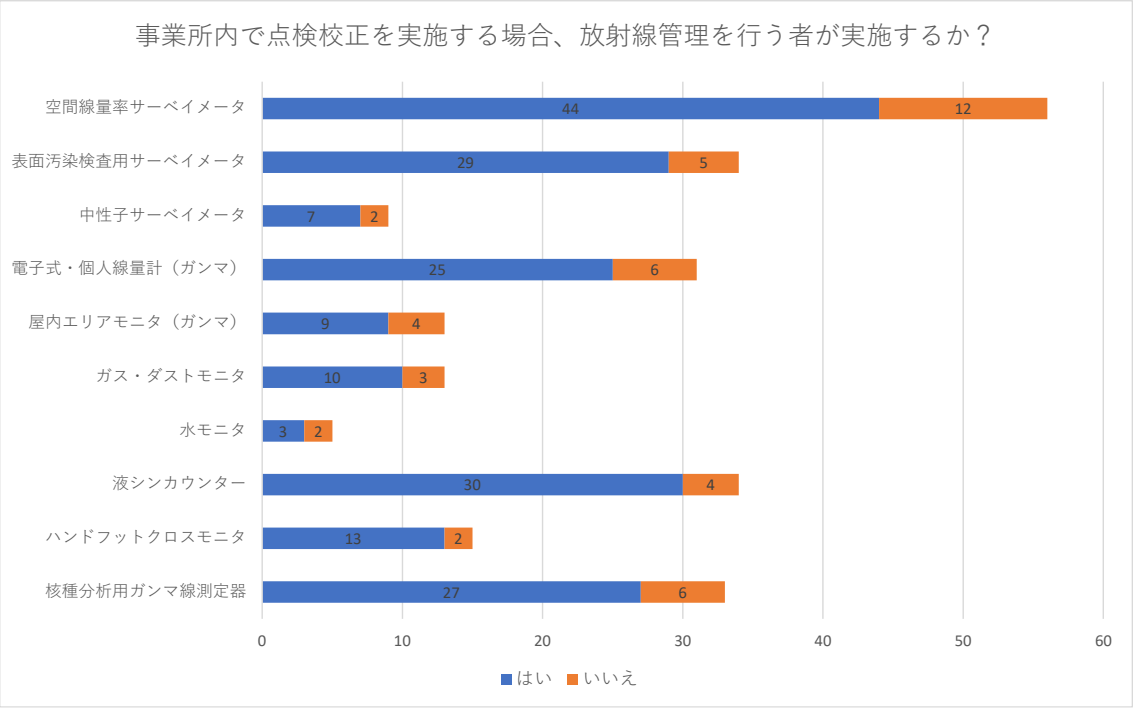


図 3.2.5.2　事業所内で点検校正を実施する場合、放射線管理を行う者が実施するか

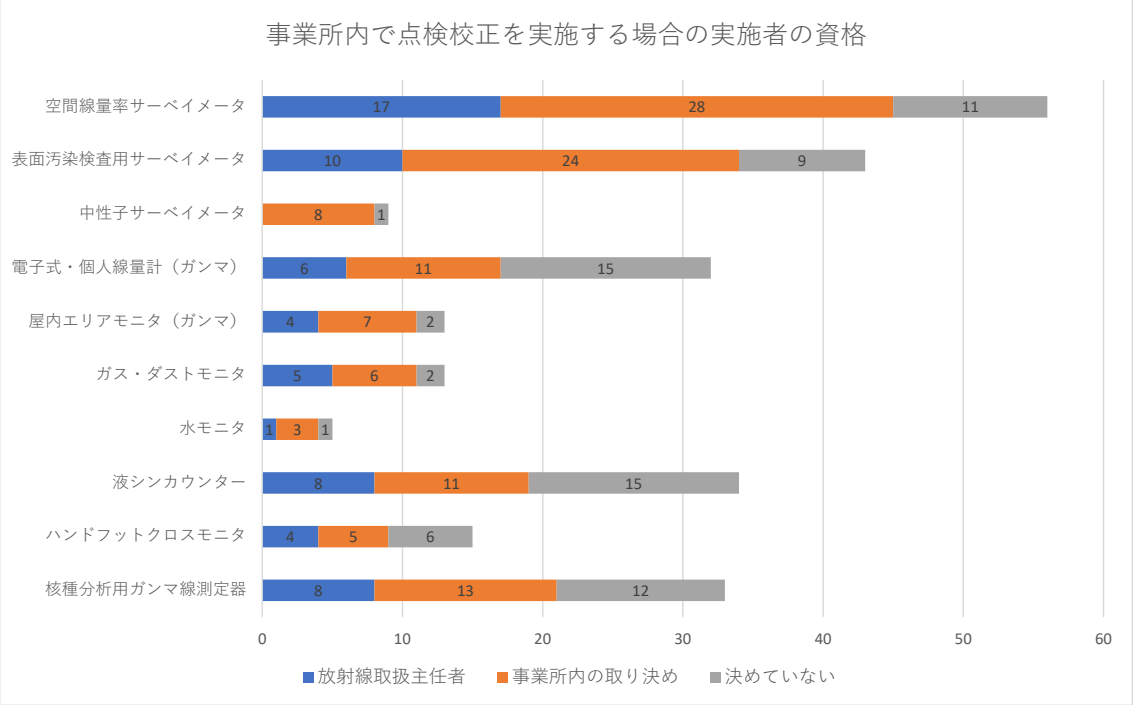


図 3.2.5.3　事業所内で点検校正を実施する場合の実施者の資格

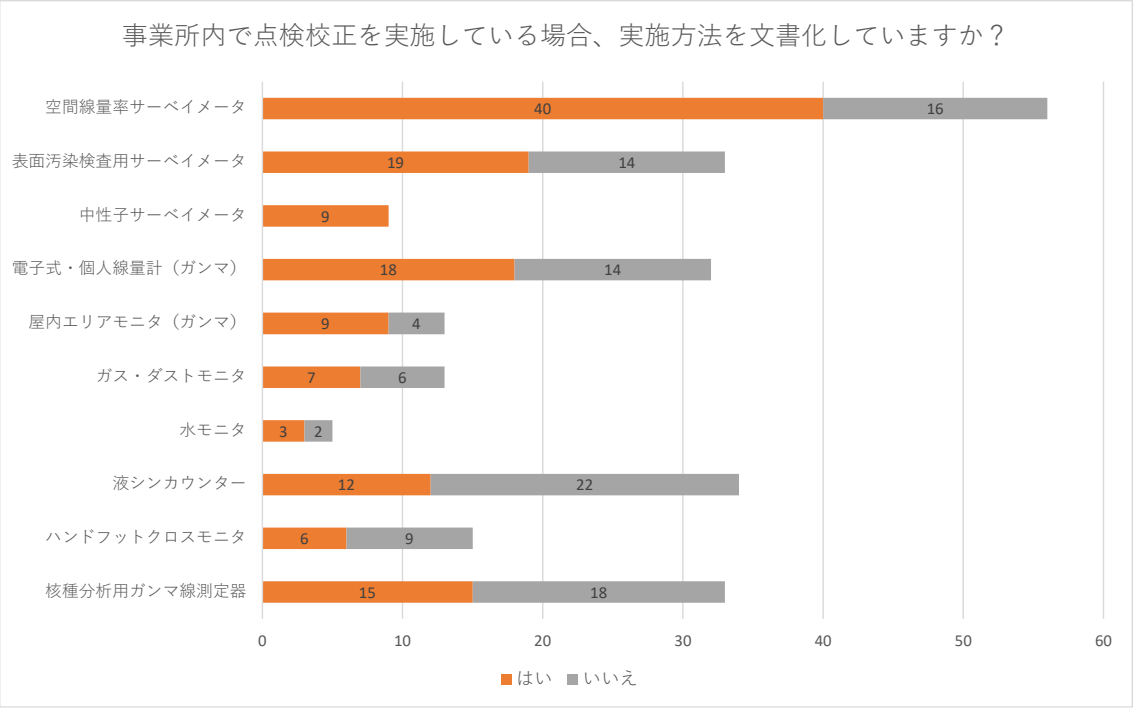


図 3.2.5.4　事業所内で点検校正を実施している場合、実施方法を文書化しているか

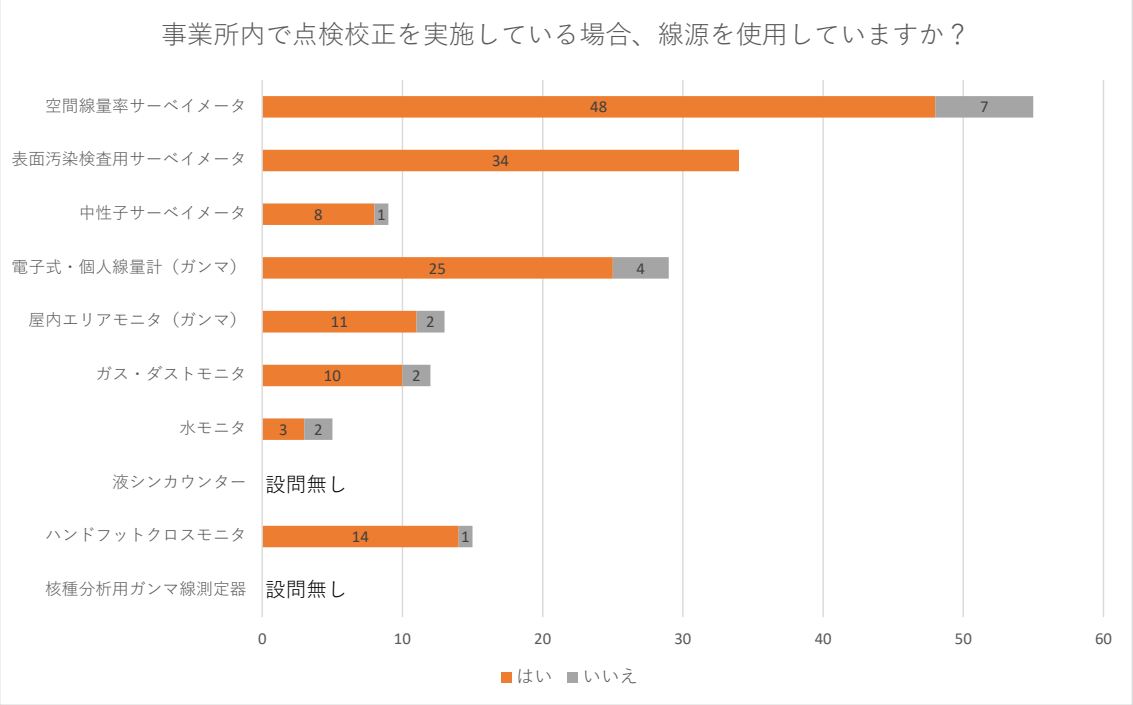


図 3.2.5.5　事業所内で点検校正を実施している場合、線源を使用しているか

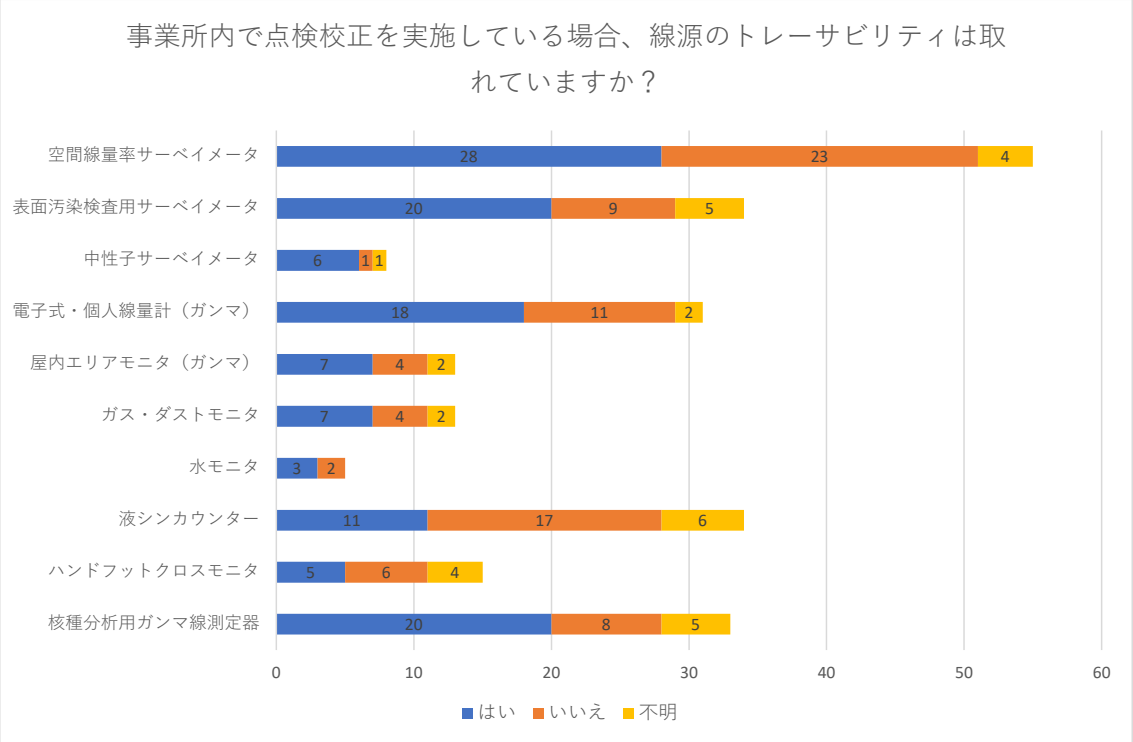


図 3.2.5.6　事業所内で点検校正を実施している場合の線源のトレーサビリティ

3.2.6　点検校正に関する文書の管理状況

点検校正を外部機関または事業所内のいずれかで実施している事業者を対象に、点検校正の判断基準や点検校正結果の記録の保管について確認した結果と、点検校正とは直接は関係しないがメーカー成績書の保管状況について確認した結果を示す。

点検校正の合否の判定基準は文書化しているかについて、**図 3.2.6.1** に示す。ガス・ダストモニタについては該当する設問をアンケートでしていないため、設問無しとしている。その他の測定器では、文書化している回答が多数派ではあったが屋内エリアモニタは文書化している割合が 3 割程度と最低であった。一方、中性子サーベイメータは 9 割程度で文書化されていた。点検校正の合否判定基準を文書化することは必ずしも RI 法で求められているものではないが、測定器の信頼性が確保された状態にあるか否かを客観的に判断できるように決まりを作っておくことが望ましい。

点検校正の記録の保管方法を文書化しているかについて、**図 3.2.6.2** に示す。中性子サーベイメータだけは 8 割程度が「はい」(点検校正の記録の保管方法を文書化している)と回答しているが、それ以外の測定器では「はい」の回答が 3 割～5 割であり、「いいえ」が多数派となった。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、点検校正の記録の保管方法を予防規程に記載した方が良い。

点検校正の記録の保管期間を 5 年以上に決めているかについて、**図 3.2.6.3** に示す。「はい」の回答が 4 割～6 割であり、全体的に半々の結果となった。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、点検校正の記録の保管期間を 5 年以上とする旨を予防規程に記載

した方が良い。

メーカー成績書は保管しているかについて、**図 3.2.6.4** に示す。メーカー成績書を保管しているという回答が多く 6 割～9 割を占め、メーカーの成績書は保管されている状況が明らかになった。

メーカー成績書を保管している場合、保管方法の取り決めはあるかについて、**図 3.2.6.5** に示す。**図 3.2.6.4** にて成績書は保管されている実態はありながら、保管方法を取り決めていない事業者が多数派となった。中性子サーベイメータは唯一「はい」が半数以上となったが、それ以外の測定器は「はい」との回答が 2 割～3 割にとどまった。メーカー成績書が測定器の信頼性を証明できる場合もあるので、成績書の保管方法は法改正をきっかけにルールを見直すとよいのではないか。

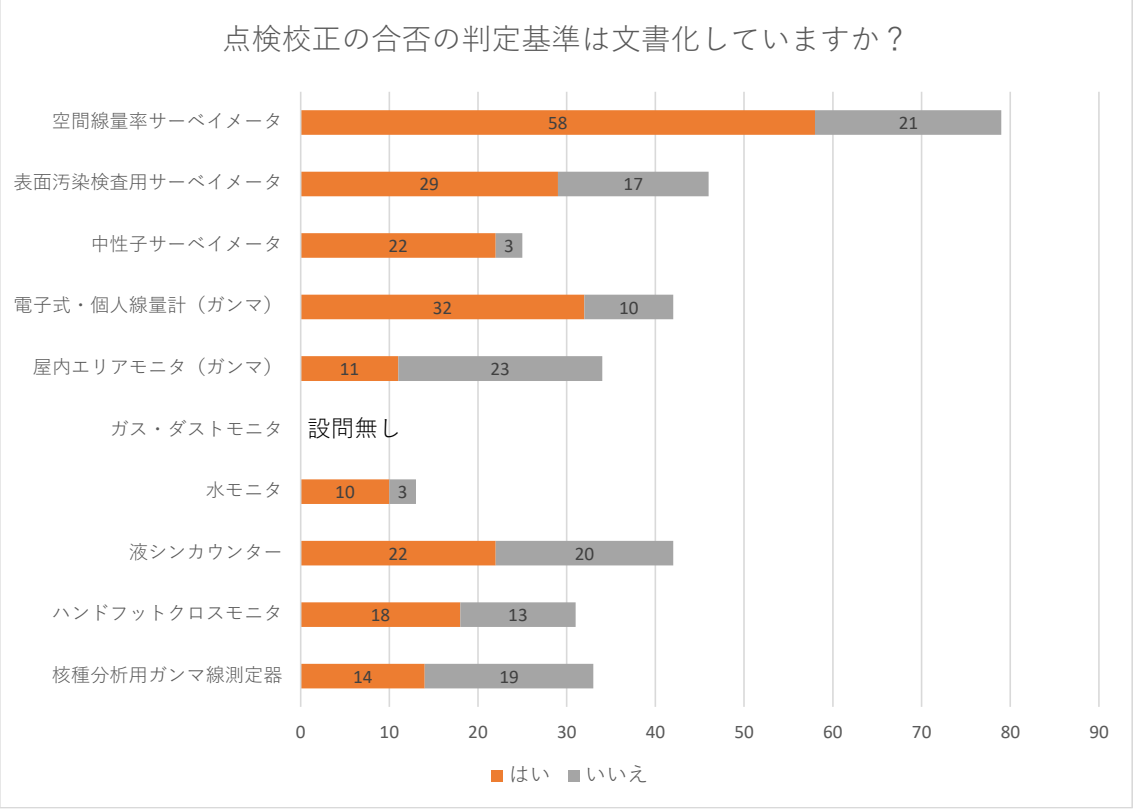


図 3.2.6.1　点検校正の合否の判定基準は文書化しているか

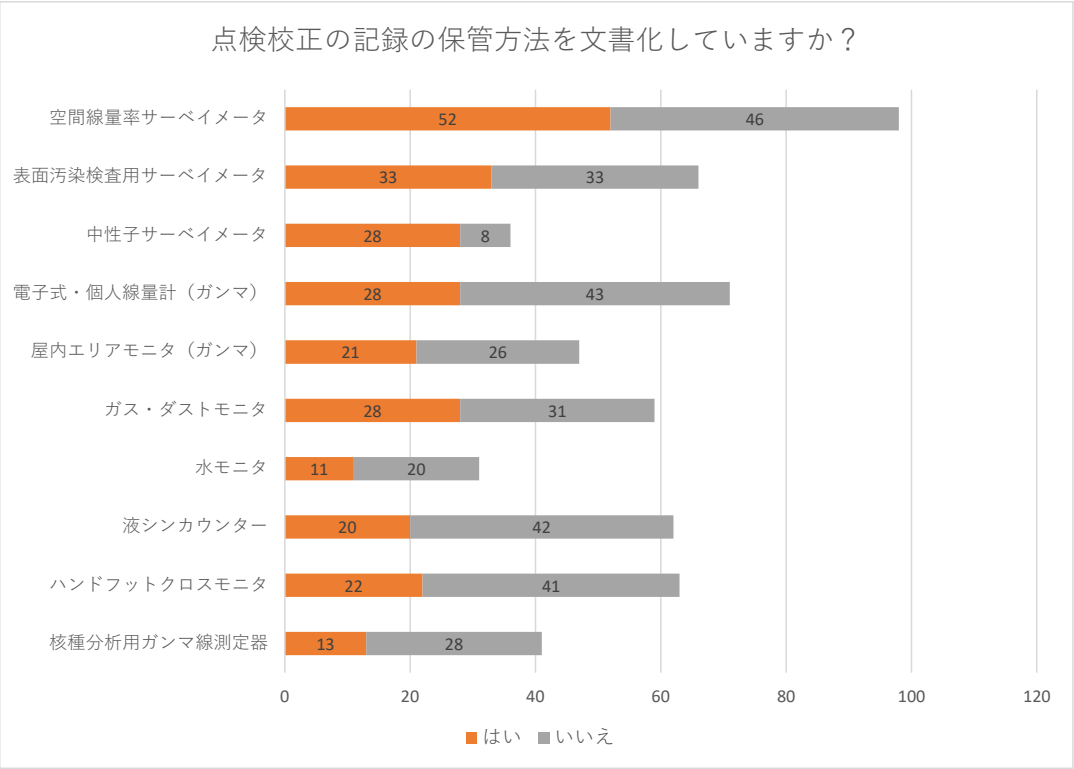


図 3. 2. 6. 2　点検校正の記録の保管方法を文書化しているか

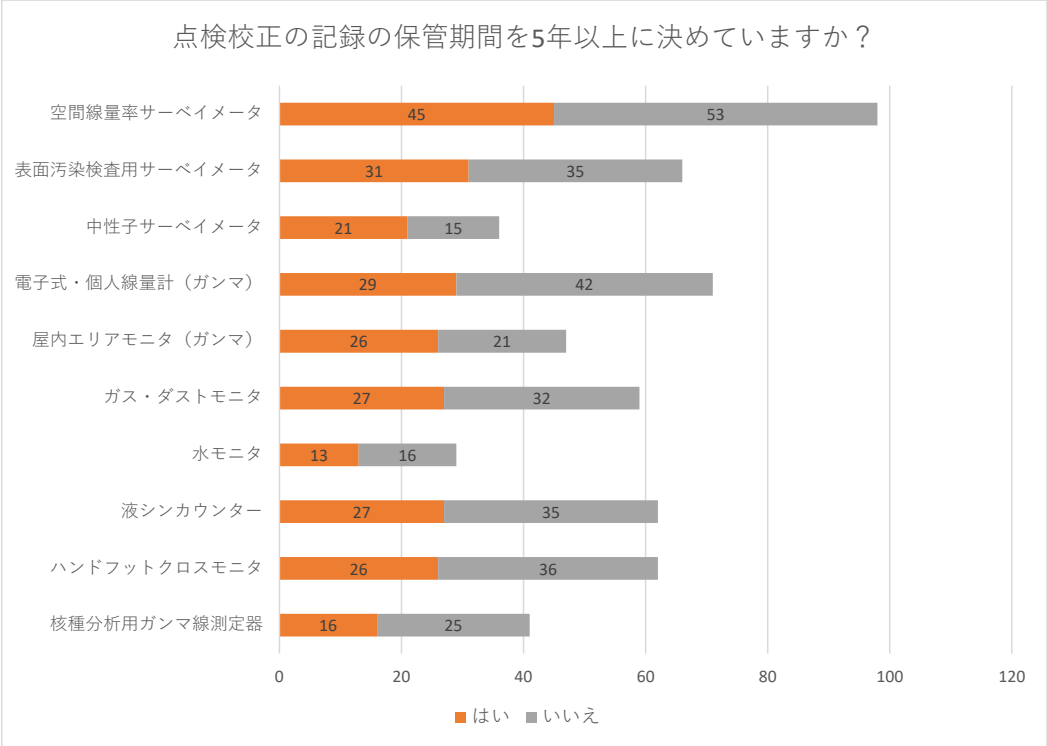


図 3. 2. 6. 3　点検校正の記録の保管期間を 5 年以上に決めているか

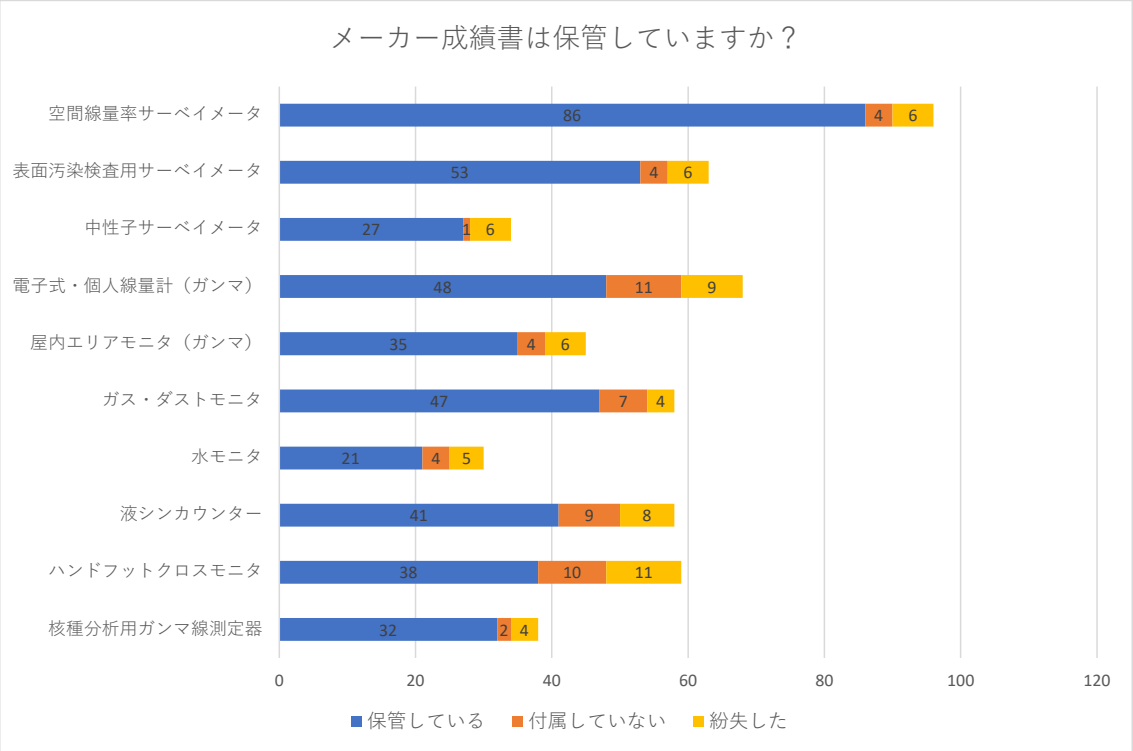


図 3.2.6.4　メーカー成績書は保管しているか

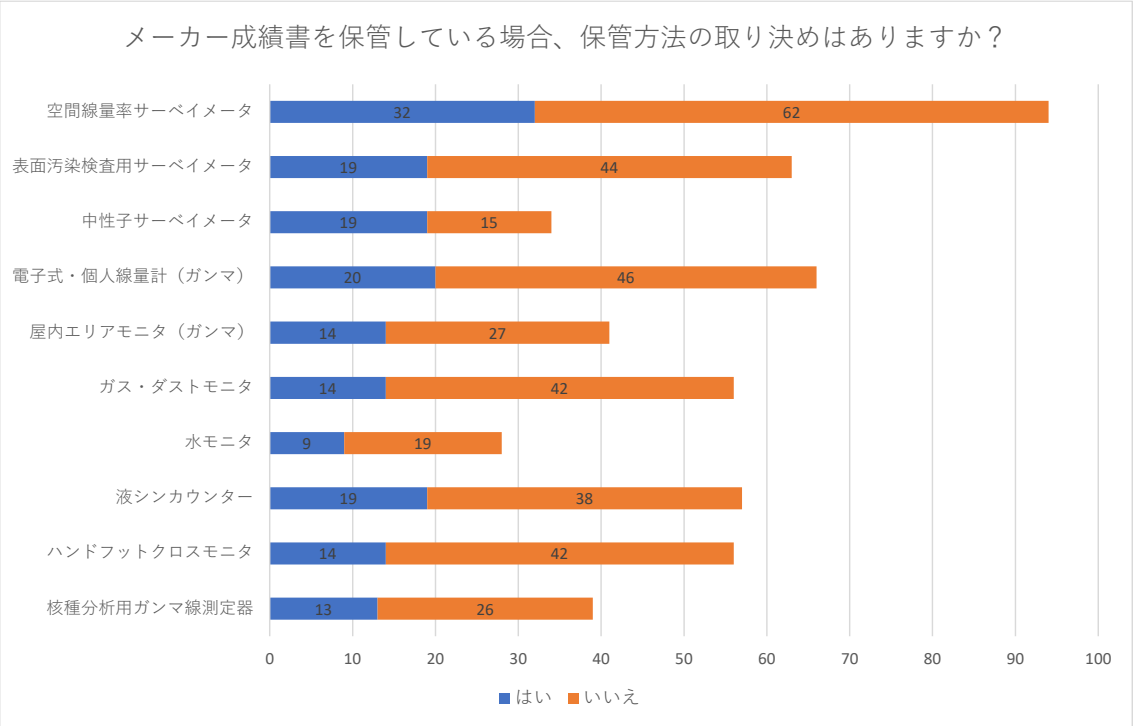


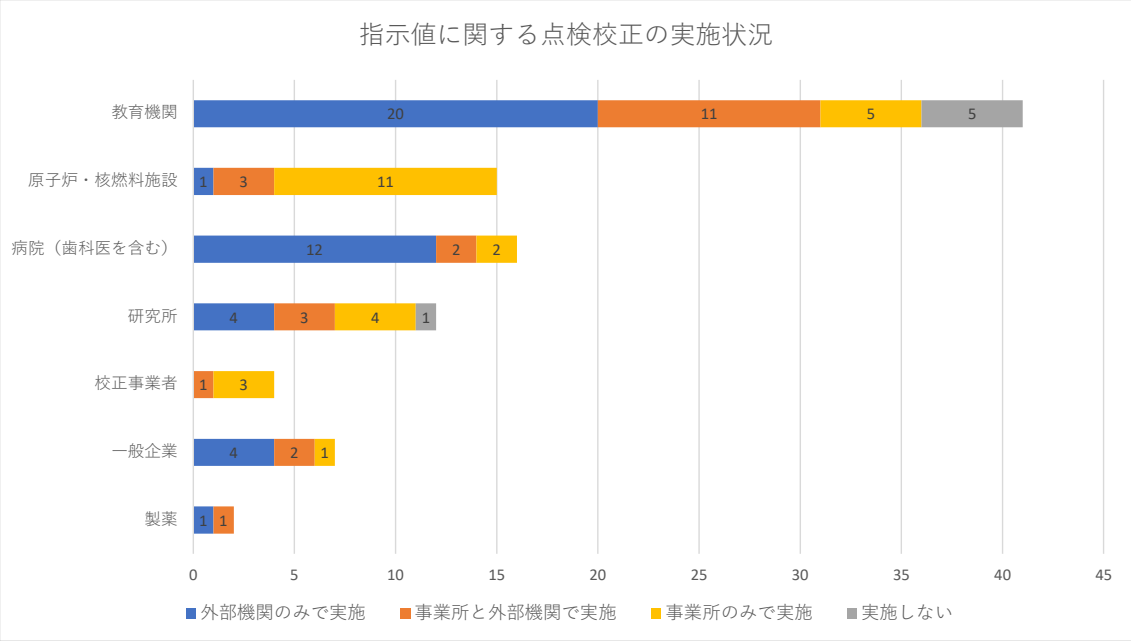
図 3.2.6.5　メーカー成績書を保管している場合、保管方法の取り決めはあるか

3.3 事業所分類ごとの重要機器の傾向分析

前節のアンケート結果の分析の中で中性子サーベイメータが他と異なる傾向を示す設問が多かったが、それは中性子サーベイメータを使用する事業者の業態分類が他の測定器と異なることと関係していると予想できる。そこで、本節ではもっと直接的に事業所分類ごとの傾向を分析する。対象装置を回答数の多い空間線量率サーベイメータと表面汚染検査用サーベイメータの 2 つに絞って分析を行った。

3.3.1 事業所業態分類ごとの校正の実施状況

指示値に関する点検校正の実施状況を業態分類ごとに集計した結果を**図 3.3.1.1** に示す。空間線量率サーベイメータと表面汚染検査用サーベイメータでは似た傾向を示しており、「外部機関のみで実施」の回答割合が多いのは「病院(歯科医を含む)」だった。逆に「事業所のみで実施」の回答割合が多いのは「原子炉・核燃料施設」と「校正事業者」であった。「実施しない」と回答した事業者は「教育機関」に多い傾向が、空間線量率サーベイメータと表面汚染検査用サーベイメータの両方に見られた。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、運用の見直しが必要になる。



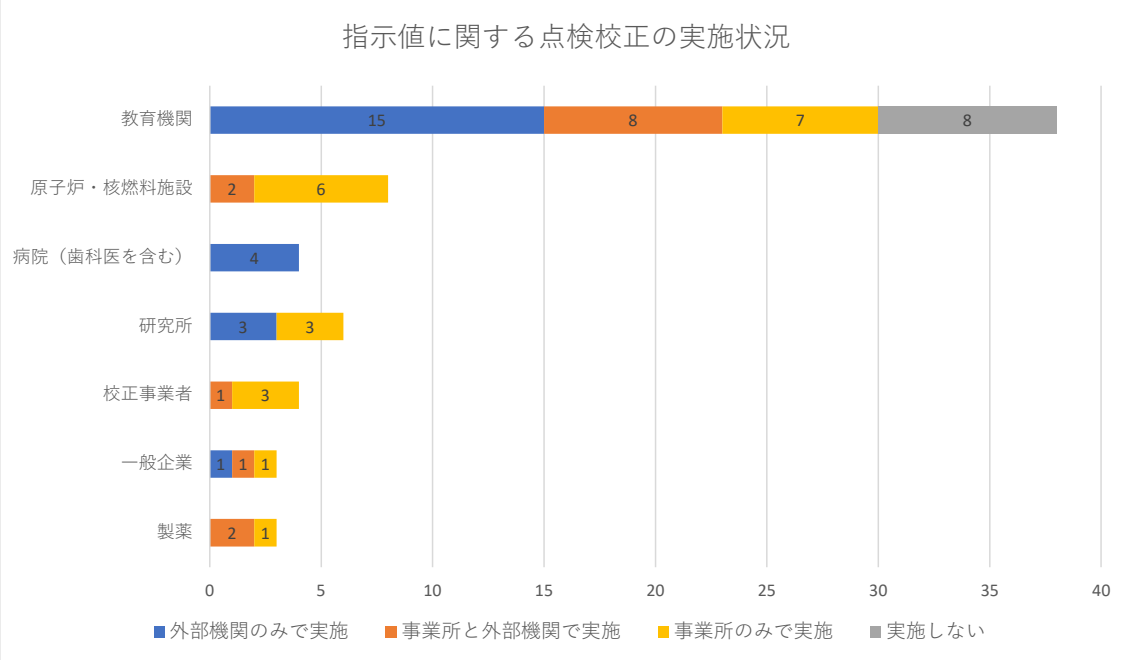
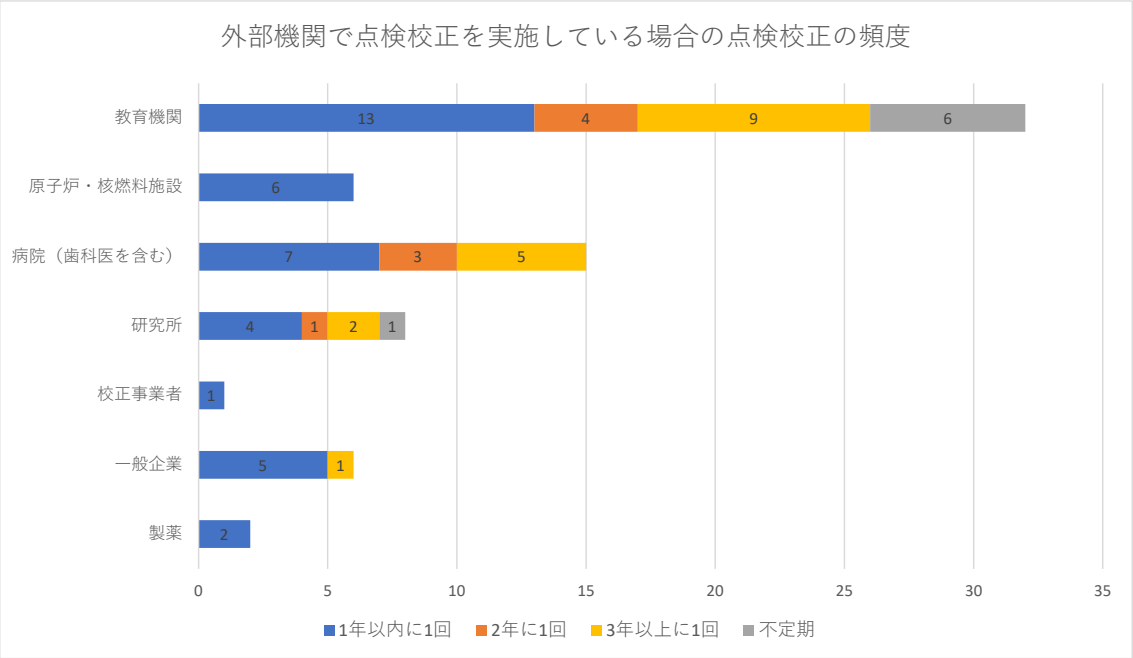


図 3. 3. 1. 1　指示値に関する点検校正の実施状況を業態分類ごとに集計した結果
（上：空間線量率サーベイメータ、下：表面汚染検査用サーベイメータ）

3.3.2 事業所業態分類ごとの外部機関での点検校正の実施状況

外部機関で点検校正を実施している頻度を業態分類ごとに集計した結果を**図 3.3.2.1** に示す。「不定期」と回答した事業者は「教育機関」に多い傾向が、空間線量率サーベイメータと表面汚染検査用サーベイメータの両方に見られた。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、運用の見直しが必要になる。



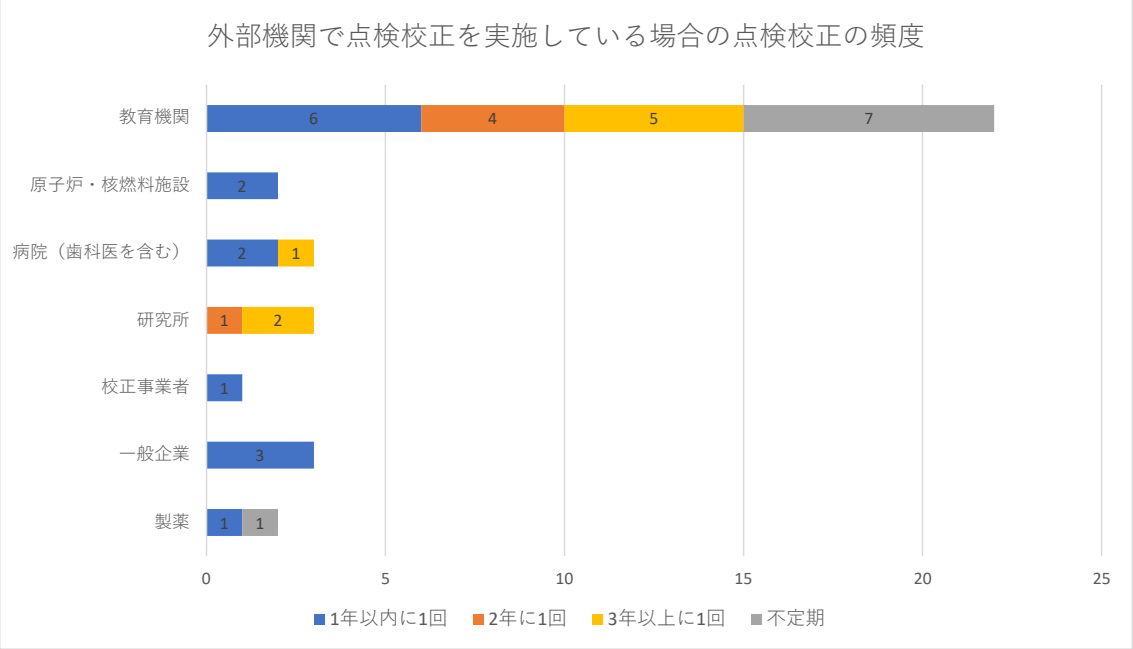
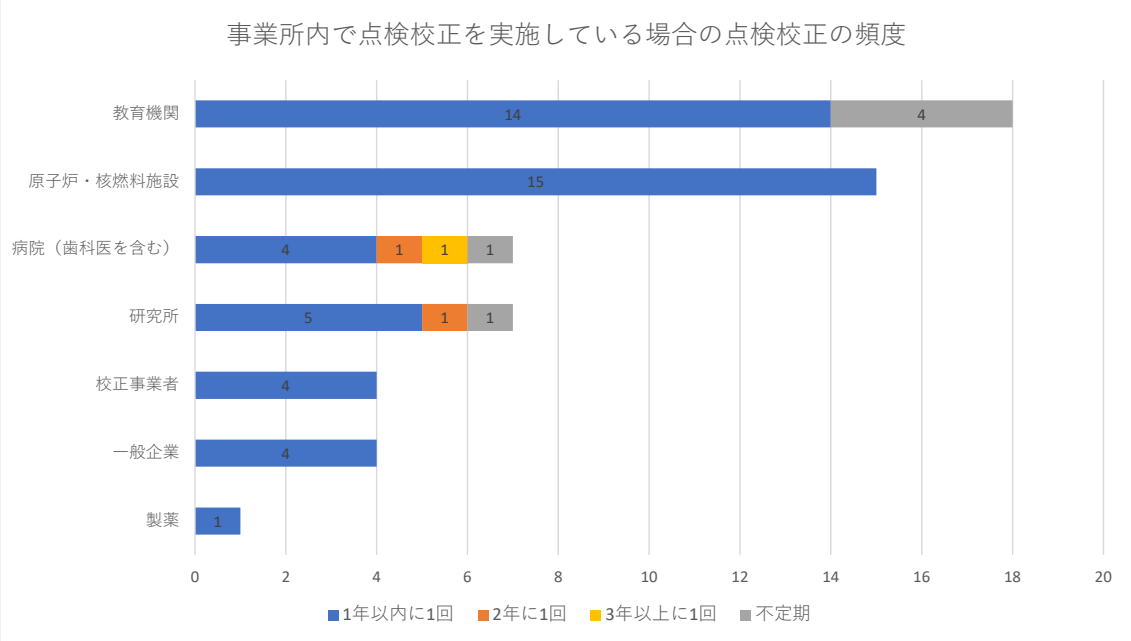


図 3.3.2.1　外部機関で点検校正を実施している頻度を業態分類ごとに集計した結果
（上：空間線量率サーベイメータ、下：表面汚染検査用サーベイメータ）

3.3.3 事業所業態分類ごとの事業所内での点検校正の実施状況

事業所内で点検校正を実施している場合の点検校正の頻度を業態分類ごとに集計した結果を**図 3.3.3.1** に示す。「原子炉・核燃料施設」、「校正事業者」、「一般企業」、「製薬(製薬企業)」では全ての事業者で「1 年以内に 1 回」の点検校正をしている状況であった。「不定期」と回答した事業者は「教育機関」に多い傾向が、空間線量率サーベイメータと表面汚染検査用サーベイメータの両方に見られた。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、運用の見直しが必要になる。

事業所内で点検校正を実施している場合に実施方法を文書化しているかを業態分類ごとに集計した結果を**図 3.3.3.2** に示す。「原子炉・核燃料施設」、「校正事業者」、「一般企業」、「製薬(製薬企業)」では全ての事業者が「はい」と回答している一方で、「教育機関」では 7 割以上の事業者が「いいえ」と回答しており、業態による管理方法の違いが明確になった。測定器が RI 法で管理される対象となる場合には、運用の見直しが必要になる。



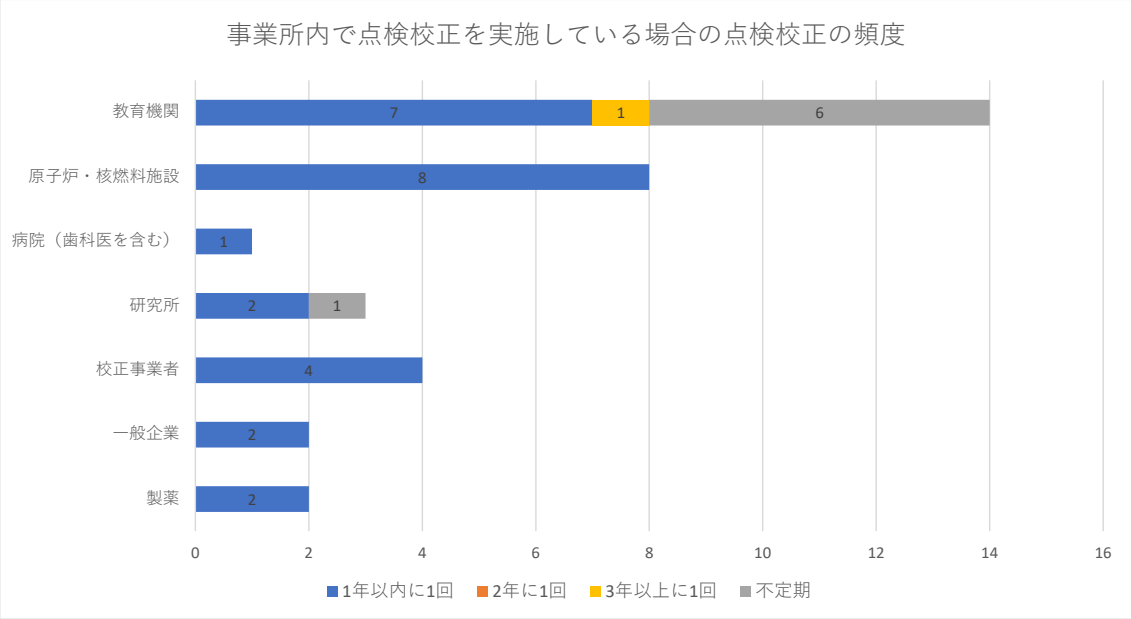
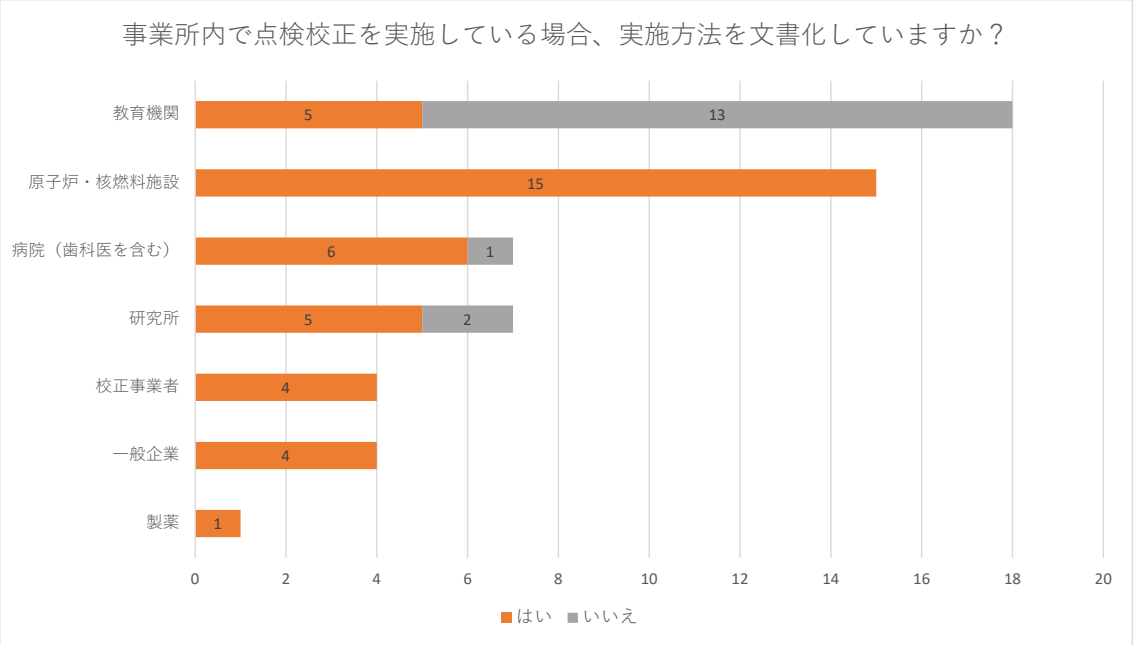


図 3. 3. 3. 1　事業所内の点検校正の頻度を業態分類ごとに集計した結果
（上：空間線量率サーベイメータ、下：表面汚染検査用サーベイメータ）



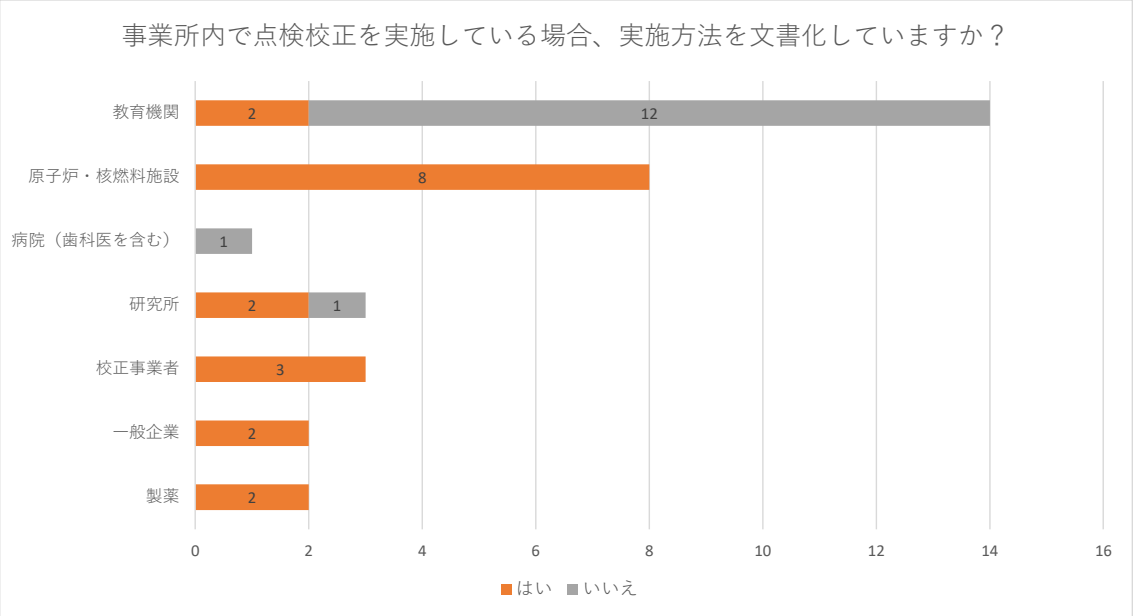
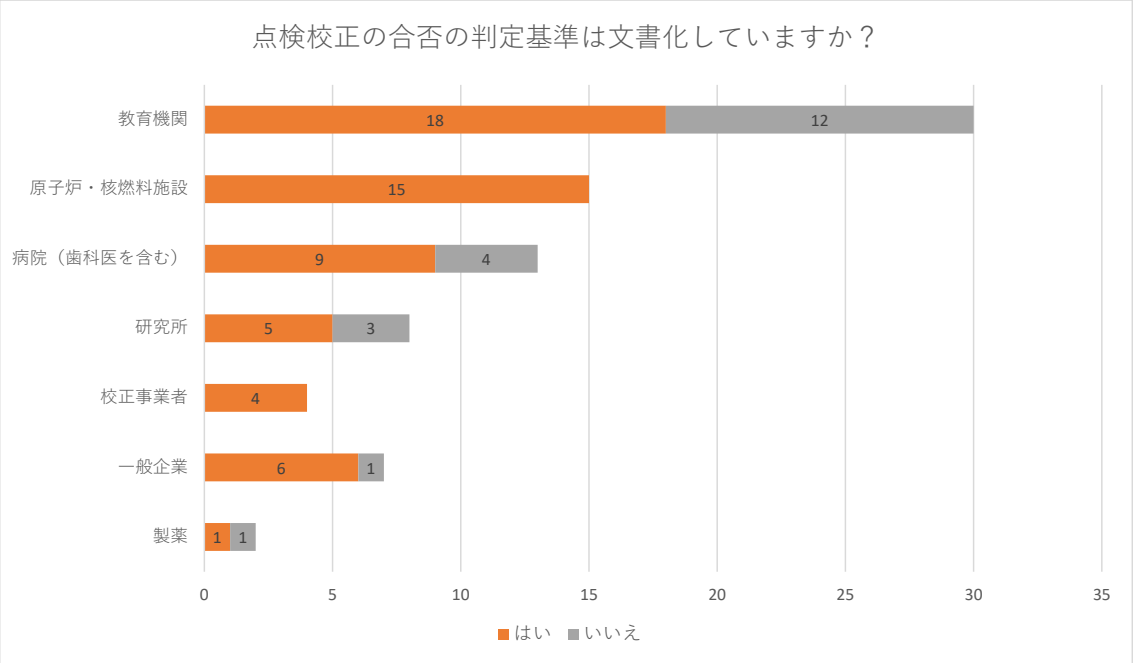


図 3.3.3.2　事業所内で点検校正を実施している場合に実施方法を文書化しているかを業態分類ごとに集計した結果
（上：空間線量率サーベイメータ、下：表面汚染検査用サーベイメータ）

3.3.4 事業所業態分類ごとの点検校正に関する文書の管理状況

点検校正の合否の判定基準は文書化しているかを業態分類ごとに集計した結果を**図3.3.4.1**に示す。「原子炉・核燃料施設」、「校正事業者」、では全ての事業者で「はい」(点検校正の合否の判定基準を文書化している)と回答する状況であった。「いいえ」と回答した事業者は「教育機関」に多い傾向が、空間線量率サーベイメータと表面汚染検査用サーベイメータの両方に見られた。

点検校正の記録の保管方法を文書化しているかを業態分類ごとに集計した結果を**図3.3.4.2** に示す。「教育機関」以外の事業者が「はい」が過半数となる一方で、「教育機関」では7割程度の事業者が「いいえ」と回答しており、業態による管理方法の違いが明確になった。測定器がRI法で管理される対象となる場合には、運用の見直しが必要になる。



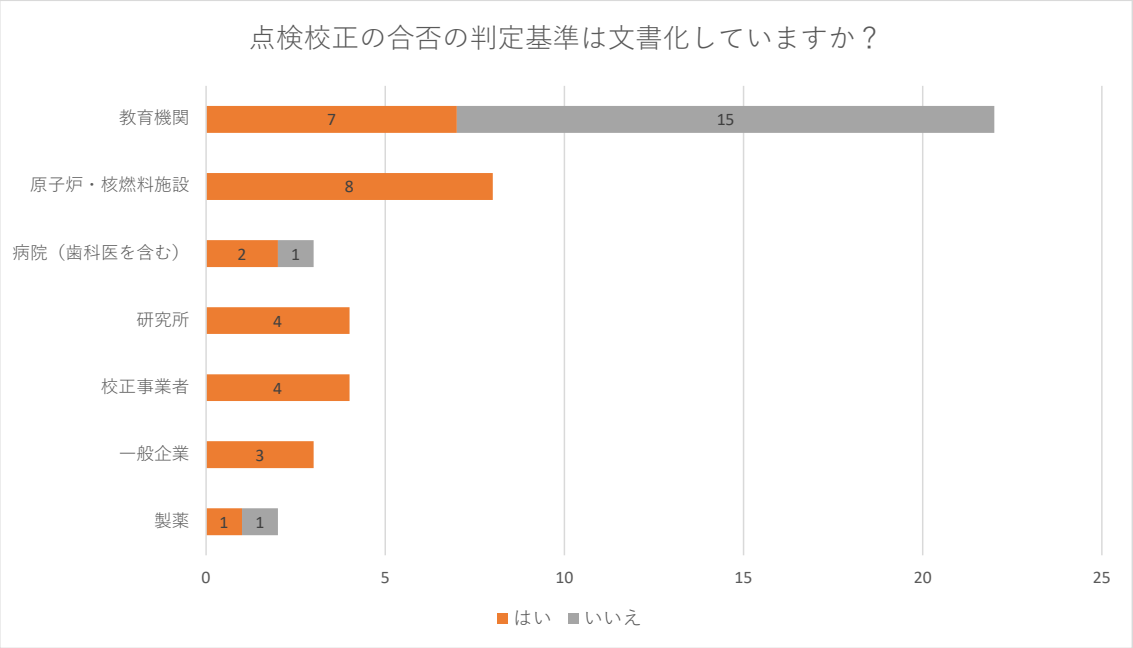
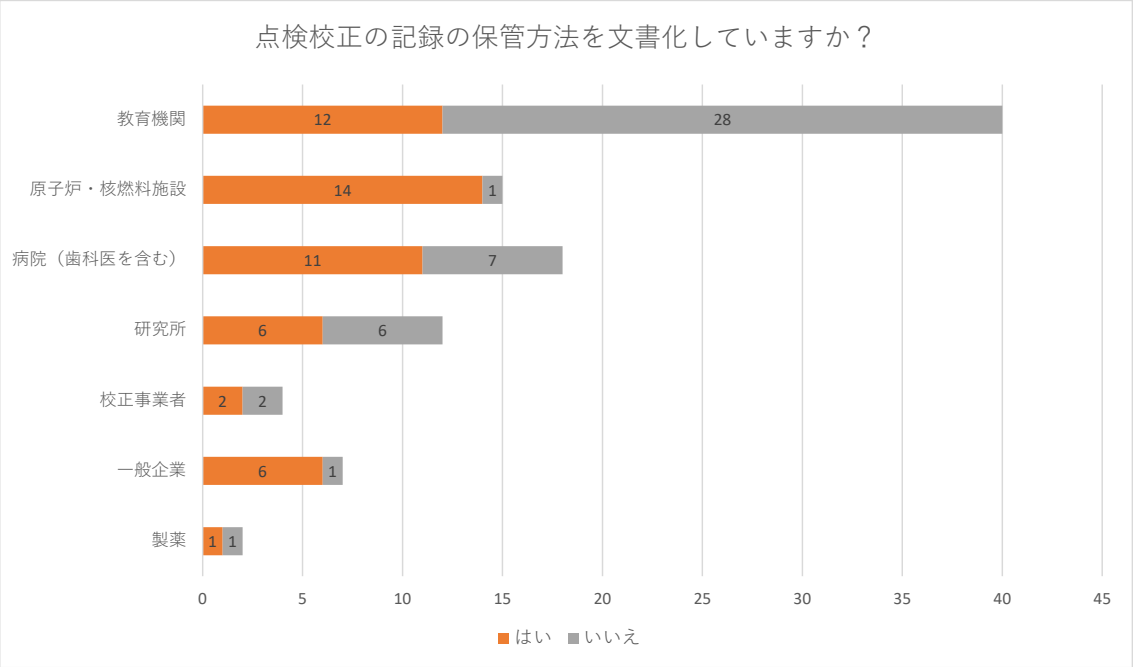


図 3. 3. 4. 1　指示値に関する点検校正の実施状況を業態分類ごとに集計した結果
（上：空間線量率サーベイメータ、下：表面汚染検査用サーベイメータ）



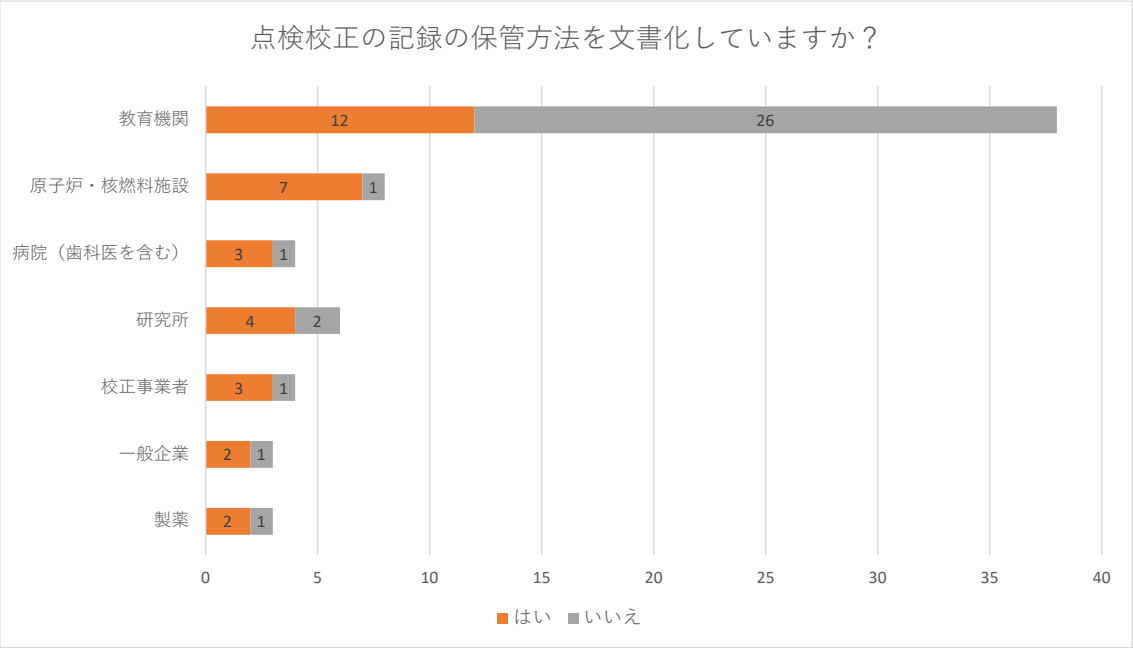


図 3. 3. 4. 2　指示値に関する点検校正の実施状況を業態分類ごとに集計した結果
（上：空間線量率サーベイメータ、下：表面汚染検査用サーベイメータ）

3.4 装置種別ごとの特徴分析

装置特有の状況を分析するために装置種別ごとにアンケート結果を分析した。本節では装置固有の設問(検出器の種類や使用している線源についての設問など)や自由記述のアンケート回答などを装置種別ごとに紹介する。

3.4.1 空間線量率サーベイメータ

各事業者が所有する空間線量率サーベイメータについて、管理に用いる検出器を種類別に示したものを**図 3.4.1.1** に示す。その結果、シンチレータと電離箱が全体の 8 割以上を占めており、その他には、1 インチ GM サーベイメータや半導体、中性子線用のものを所有する事業所があった。異なる種類の検出器の組み合わせ数について**図 3.4.1.2** に示す。このグラフでは、管理に用いる検出器の数が 2 種類以上の場合、検出器を区別することなく青色で表示した。1 種類のみの検出器を所有している事業所は 39 事業所であった。また、4 種類以上の測定器を使用している事業所は 10 事業所あり、その半数は「病院」であった。

点検校正に用いる核種について**図 3.4.1.3** に示す。Cs-137 を用いている事業所が圧倒的に多く、次いで Co-60 であった。Am-241 を用いる事業所もあり、その他は Cl-36、Ra-226、Bi-207 などであった。核種の法令基準については、届出以上の RI を使用する割合が全体の 5.5 割、表示付認証機器または下限数量以下のものは 4 割弱、また、核燃料物質に該当するものもあった。

校正時に装置と線源間の距離を一定に保つための治具の有無については、有：無：不明がそれぞれ 3：2：3 の比であった。

点検・校正する際の参照単位について**図 3.4.1.4** に示す。*H**(10)を用いる場合が最も多く、全体の約 5.5 割を占めた。

点検校正項目ごとの実施状況について**図 3.4.1.5** に示す。まず、点検項目ごとに着目すると、指示値とバッテリーの点検については実施している事業所は約 90 事業所であるが、警報およびインターロックについては、機能が付いていないものが一定の割合あると予想されるため、実施事業所数は少ない。次に、実施機関に着目すると、バッテリー点検は事業所のみで実施する割合が高いが、指示値の点検については、外部機関で実施する割合が高くなる。

アンケートの自由記述では、代表的な機器の外部校正を依頼し、その機器を用いて相対校正や比較校正を実施している旨のコメントがいくつかあった。また他施設等から引き継いだ機器では成績書等が引き継がれない事例とのコメントが寄せられた。

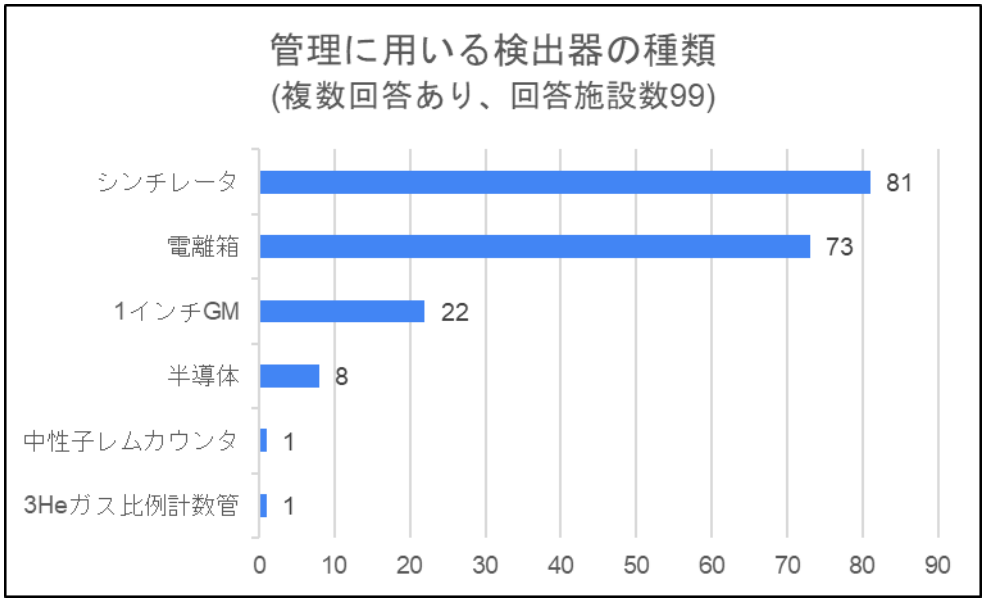


図 3. 4. 1. 1　管理に用いる検出器の種類

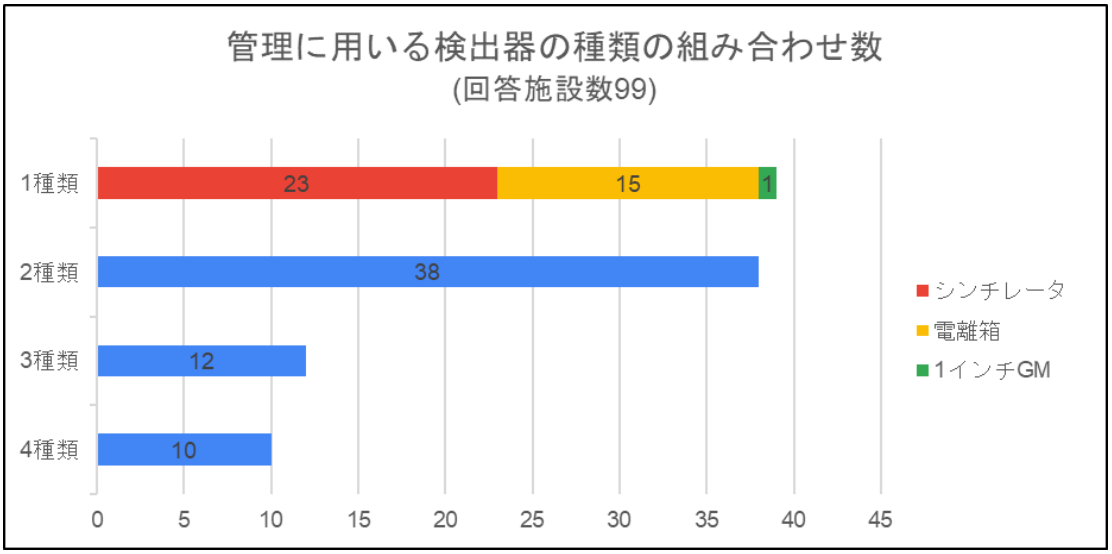


図 3. 4. 1. 2　管理に用いる検出器の種類の組み合わせ数

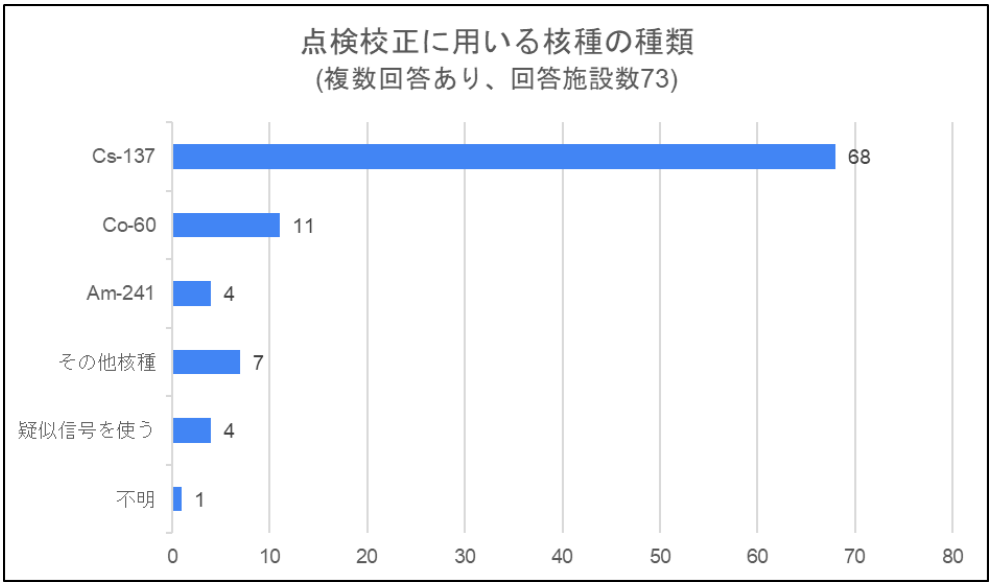


図 3.4.1.3　点検校正に用いる核種の種類

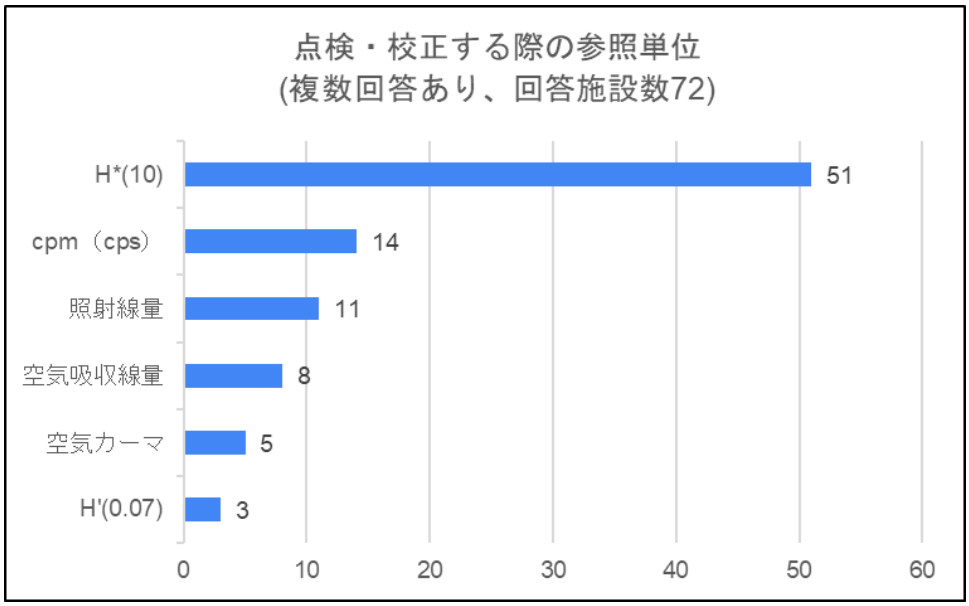


図 3.4.1.4　点検校正する際の参照単位(図中 cpm(cps)は計数率)

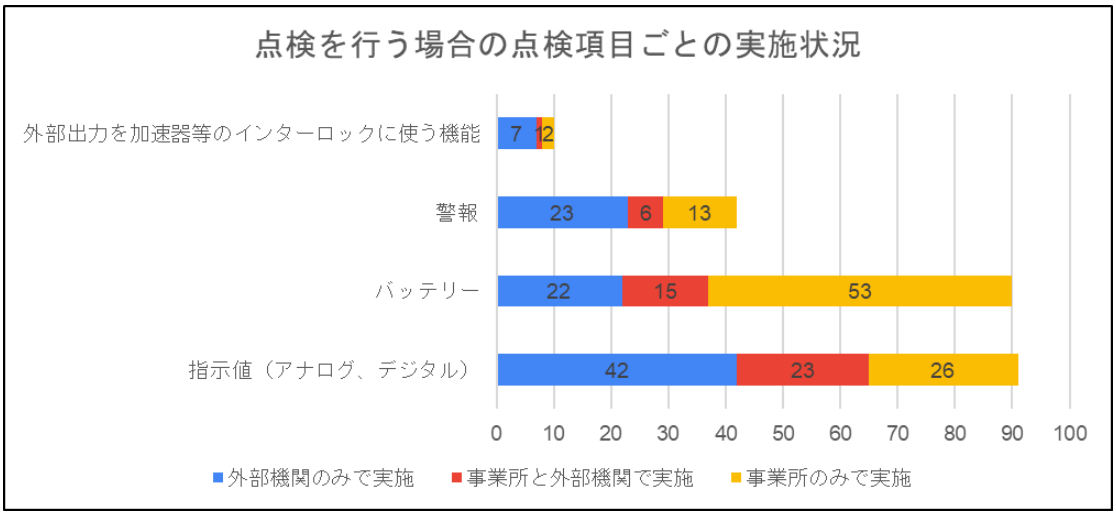


図 3.4.1.5　点検を行う場合の点検項目ごとの実施状況

3.4.2 表面汚染検査用サーベイメータ

各事業者が所有する表面汚染検査用サーベイメータについて、管理に用いる検出器を種類別に示したものを**図 3.4.2.1** に示す。その結果、回答事業者の 9 割は GM サーベイメータを所有しており、シンチレータ式サーベイメータの所有は半数以上であり、半導体、比例計数管のものを所有する事業所があった。

点検校正に用いる核種について**図 3.4.2.2** に示す。Cl-36 を用いている事業所が最も多く回答事業者の 6 割程度が使用していることが分かった。α線放出核種として Am-241 を用いている事業者も 3 割程度あった。その他に、Co-60、Cs-137、I-129、Sr-90 や核燃料物質を使用している事業者も複数存在しており、多様な核種を用いて点検校正を実施している状況が分かった。

点検校正するエネルギーまたは核種の数について**図 3.4.2.3** に示す。エネルギーまたは核種の種類は 1 種類との回答が最も多く、回答事業者の半数以上となった。

アンケートの自由記述では、

「貸出用、学生実験用に複数台保有している」

「表面汚染検査用サーベイメータは数台保持しているが日常業務、管理、研究では使用していないため、点検・校正については、作動確認のみです」

といった必ずしも放射線管理に使用していない事例のコメントがあった。

「GM チューブにガス抜けがあればチューブを交換している。」

「GM 管は劣化すると検出能力が大きく狂ってしまうことから、修繕の必要性に気付くことが容易である。修繕後の点検校正日が最新の物を管理用に使用してきた。」

といった GM 管の扱いに注意して使用しているコメントもあった。

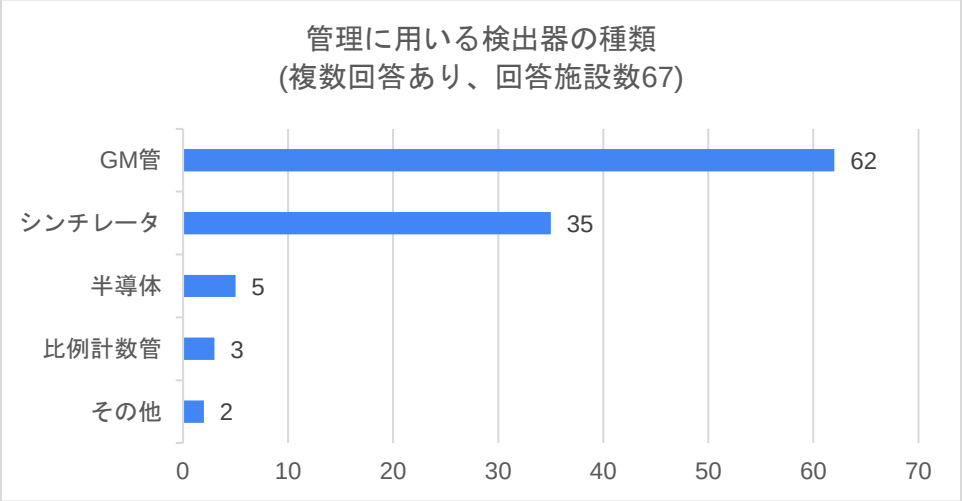


図 3.4.2.1　管理に用いる検出器の種類

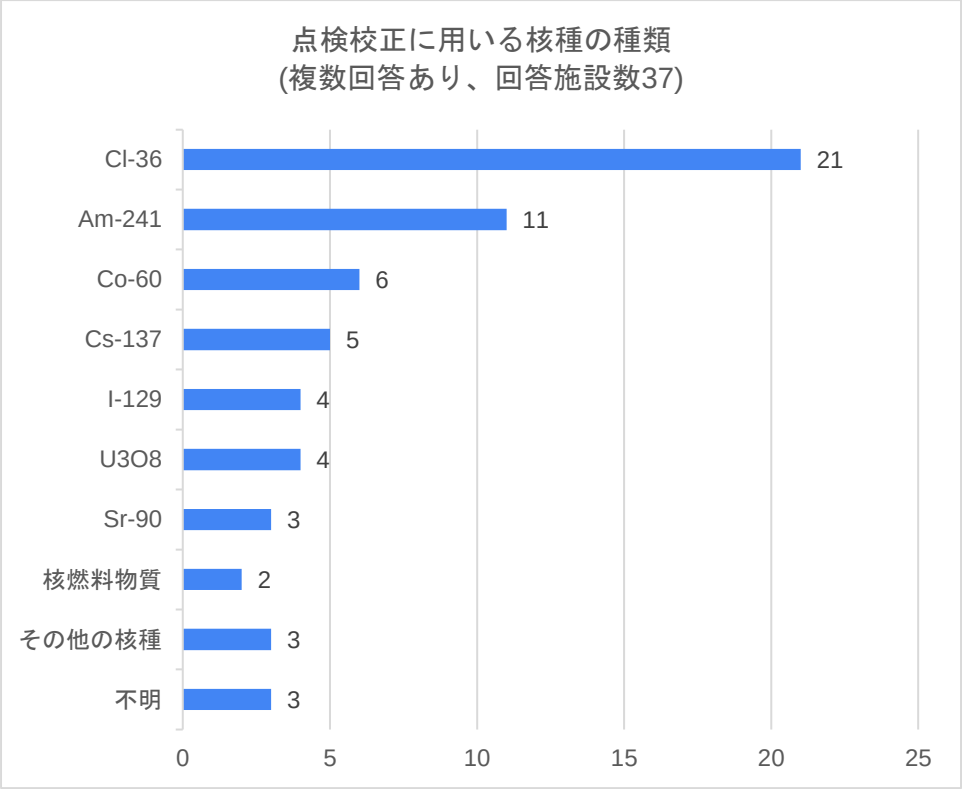


図 3. 4. 2. 2　点検校正に用いる核種の種類

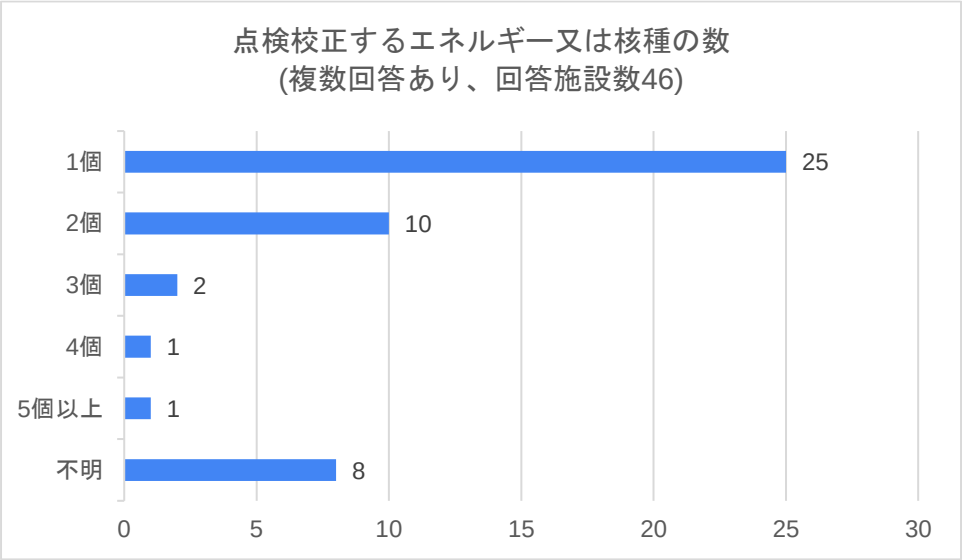


図 3. 4. 2. 3　点検校正するエネルギーまたは核種の数

3.4.3 中性子サーベイメータ

各事業者が所有する中性子サーベイメータについて、管理に用いる検出器を種類別に示したものを**図 3.4.3.1** に示す。その結果、最も多いのは He-3 式の中性子サーベイメータであり回答事業者の 3/4 の事業者が所有しており、BF3 式は約 3 割の事業者が所有していた。

点検校正に用いる核種について**図 3.4.3.2** に示す。Am-Be を用いている事業者が最も多く回答事業者の 8 割以上が使用していた。Cf-252 を用いている事業者も 4 割以上あった。具体的に挙げられたのはこの 2 核種で全てであり、限られた選択肢の核種で点検校正を実施している状況が分かった。

点検校正するエネルギーまたは核種の数について**図 3.4.3.3** に示す。エネルギーまたは核種の種類は 1 種類との回答が最も多く、回答事業者の半数となった。

点検校正する際の 1 核種当たりの線量率等の最大数について**図 3.4.3.4** に示す。最も多いのは 1 個であったが、1 核種当たり 2 点以上の線量率で点検校正している回答もあり、線源距離を変える等して線量率を変えての点検校正をしている状況も見られた。

アンケートの自由記述では、
「レムカウンターの場合、マイナーチェンジしている機器は同一型式とみていいのか？」
といった質問も寄せられた。この質問は中性子サーベイメータに限ったものではないが、機器形名が異なる場合に同一と見なせるかは独自に判断せずにメーカーに確認した方が確実である。一般に、形名の違い（例えば形名の末尾にアルファベットが追加される等）だけでは放射線検出に関する性能が同一であるかを判断することはできない。

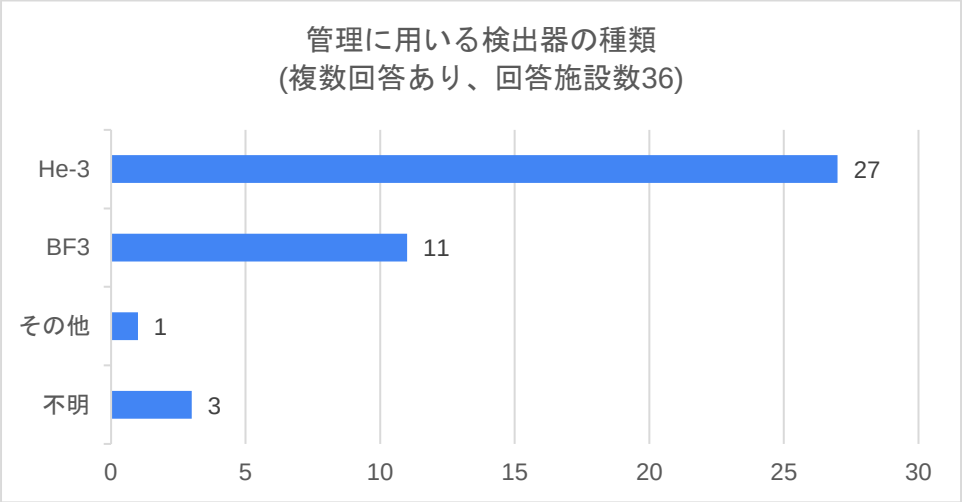


図 3.4.3.1　管理に用いる検出器の種類

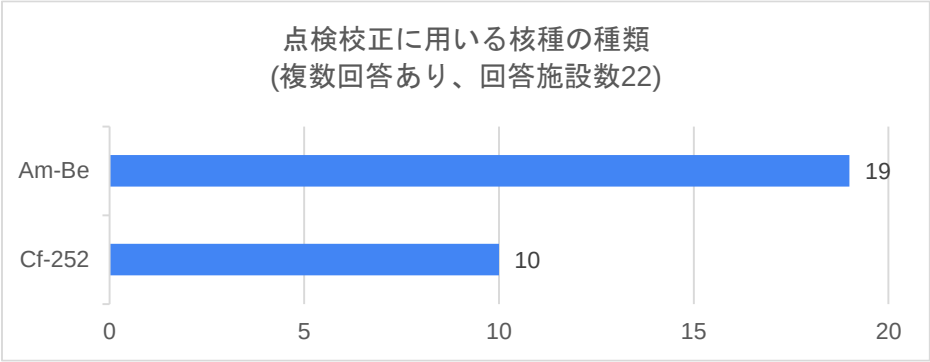


図 3. 4. 3. 2　点検校正に用いる核種の種類

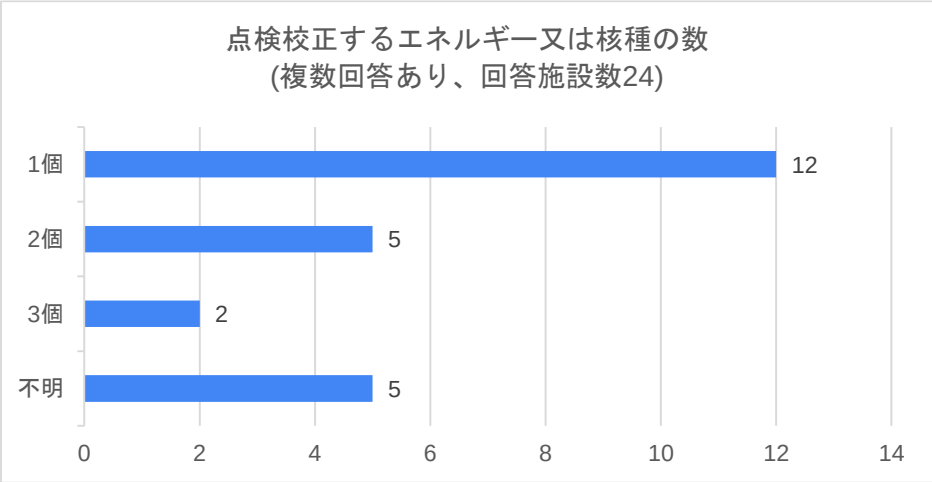


図 3. 4. 3. 3　点検校正するエネルギー又は核種の数

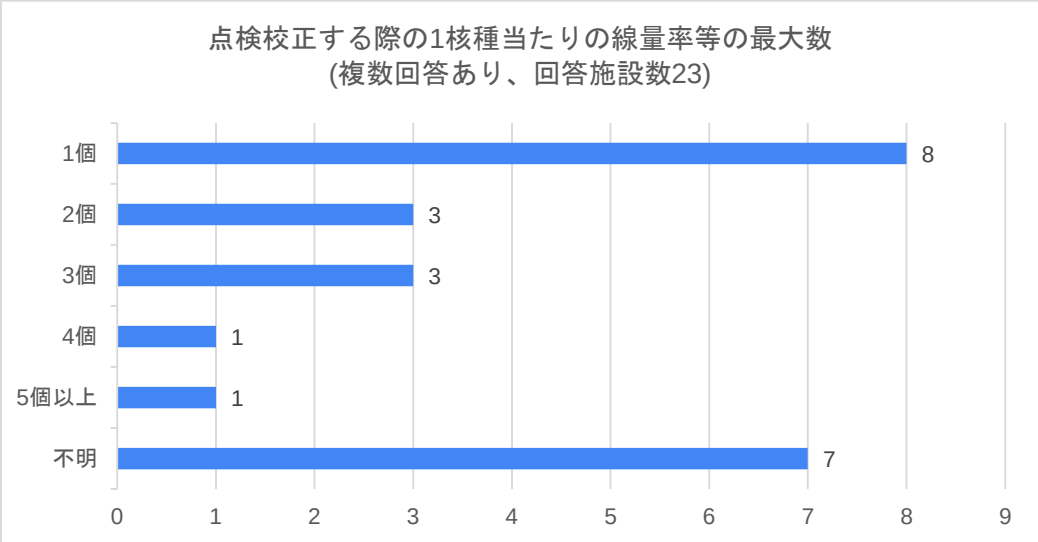


図 3. 4. 3. 4　点検校正する際の 1 核種当たりの線量率等の最大数

3.4.4 電子式個人線量計(γ 線)

電子式個人線量計は、個人の外部被ばく線量を測定するための機器で、一般的にデジタル表示機能を持ち、その場で被ばく線量を確認できることが特徴である。**図 3.4.4.1** に検出器の種類のアンケート結果を示す。測定に必要な性能のほか、人が装着して持ち歩く（小型・軽量化が求められる）ことから、半導体検出器がほとんどである。半導体以外では、電離箱、GM サーベイメータという回答があった。また、個人線量計には機種によりあらかじめ設定した線量以上になると警報を発生する機能を持つものもある。**図 3.4.4.2** に警報に関するアンケート結果を示す。**図 3.4.4.2** に示すように警報の機能を有するものを 7 割近くの事業者が保有しており、5 割近くの事業者は点検を実施していると回答している。点検・校正で使う線源核種の種類のアンケート結果を**図 3.4.4.3** に示す。9 割近くの事業者が Cs-137 を用いているが、Cs-137 以外にも Co-60、Am-241、Ra-226、Sr-90、Bi-207、X 線という回答があった。

自由回答で寄せられた意見としては「電子式個人線量計は一時立入の際に付けて貰うことが多く、点検は実施するが、校正までは実施していない」「電子式個人線量計はトラブル時の対応の為に使用、線量の数値は「ガラスバッチ」に異常が出た場合に採用している。法改正でこの方法が成り立つのか不明。個人線量に関して、トラブル時は計算しか認められない様に感じる。電子式個人線量計の値を採用することを検討願いたい」、「法令改正に向けて電子線量計の位置づけは下げていく」などがあった。

電子式個人線量計は、外部被ばく線量の測定に係る機器のため、管理区域立入者の区分（放射線業務従事者、一時立入者のうち 100μSv を超えるおそれのある者、一時立入者のうち 100μSv を超えるおそれがない者）により、求められる信頼性確保のための措置が分かれることとなる。これらについては参考文献[3]の表 1 を参照されたい。

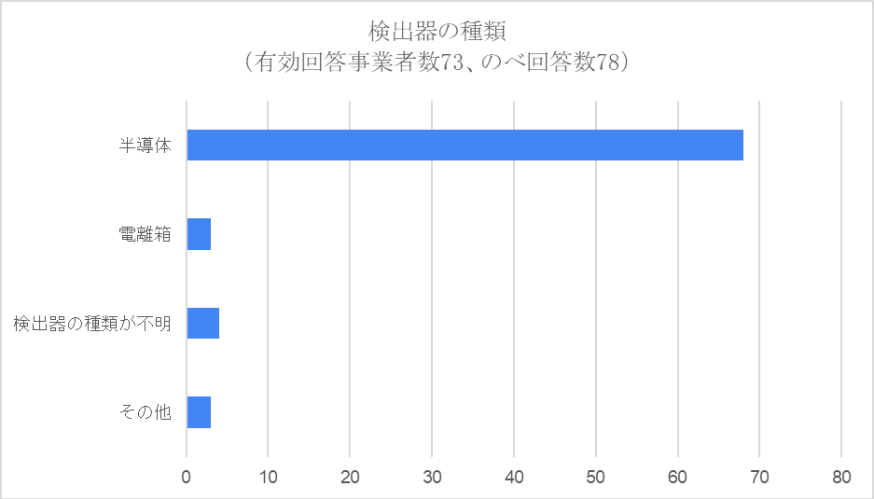


図 3.4.4.1 検出器の種類

[3]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」,原規放発第 22031617 号,2022,https://www.nra.go.jp/data/000215736.pdf,p.18

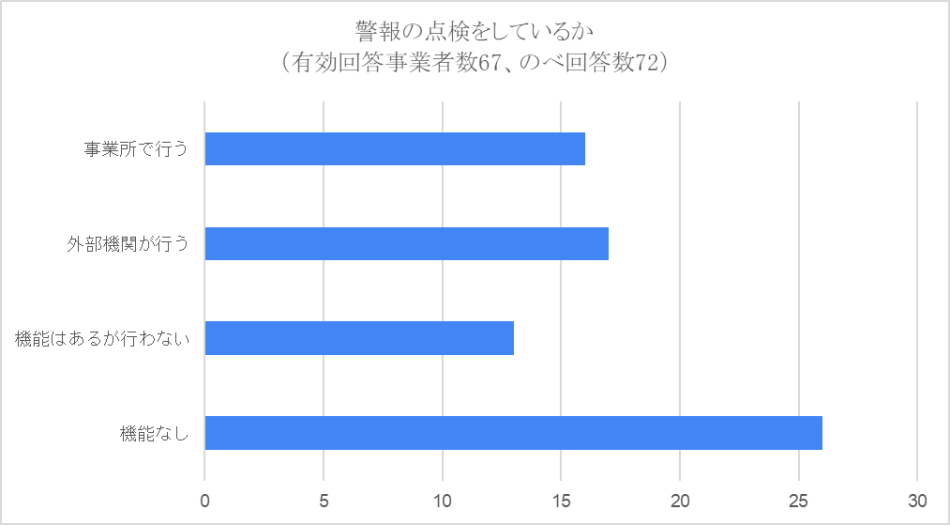


図 3. 4. 4. 2 警報の点検をしているか

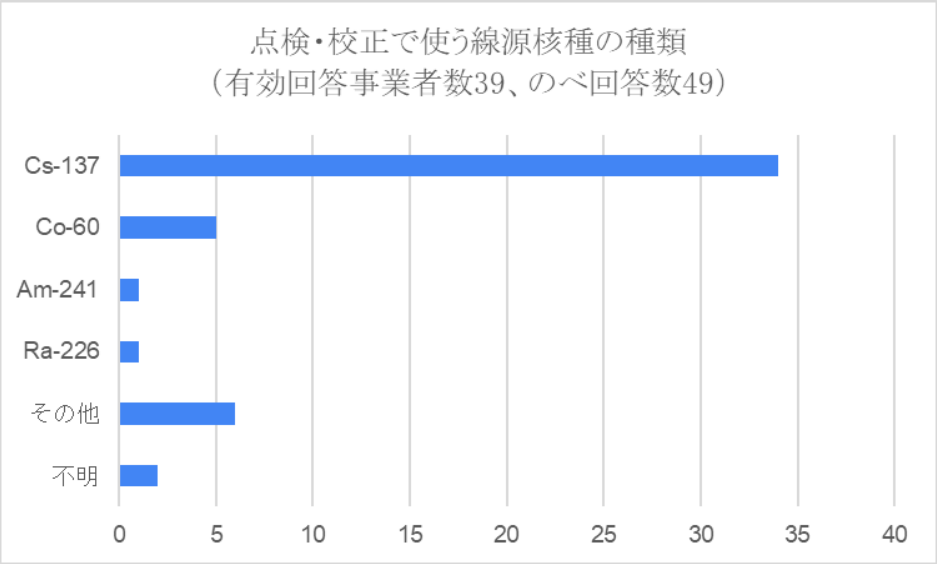


図 3. 4. 4. 3 点検・校正で使う線源核種の種類

3.4.5 屋内エリアモニタ(γ 線)

屋内エリアモニタは、施設内の空間線量率を連続的に測定、監視するための装置で、一般的にはあらかじめ設定した線量率以上になると警報を発生する機能を持つ。**図 3.4.5.1** に警報に関するアンケート結果を示す。**図 3.4.5.1** に示すように警報の機能を有するものがほとんどであり、8 割近くの事業者は点検を実施していると回答している。**図 3.4.5.2** にインターロック機能についての結果を示す。およそ半数の事業所ではインターロック機能と連動して使用していると回答しており、機能を有する場合は多くの事業所で点検を実施している。点検・校正で使う線源核種の種類のアンケート結果を**図 3.4.5.3** に示す。Cs-137 を用いている事業所が多数派ではあるが、他の線源も利用されている。図では分類しなかったが、Na-22, Cl-36、Co-60、Sr-90、Ra-226 という回答があった。点検・校正に使う線源核種の法令基準についてのアンケート結果を**図 3.4.5.4** に示す。有効回答数 22 事業所のうち 10 の事業所では表示付認証機器または下限数量以下の線源を用いているが、届出数量以上の線源核種を用いている事業所もある。

自由回答で寄せられた意見としては「エリアモニタの記録は検査内容にないが、それでも対象とする必要があるのでしょうか」、「非常時のみ使用していて、警報値を設定することで異常の有無を確認できる。それほど測定値が離れていなければ問題ないと思う」「エリアモニタで検出できるほどの放射性同位体を使っていない。点検義務の内容次第では廃止を前倒しすることも視野に入れている」などがあった。事業所ごとの使用目的に照らし合わせ、それぞれの事情に合わせた点検校正内容を設定する自由度があってよいと思われる。例えば警報機能のためだけに使用している場合は、指示値を管理に使用している場合と比べて、要求される点検校正の内容が緩くなって然るべきだろう。

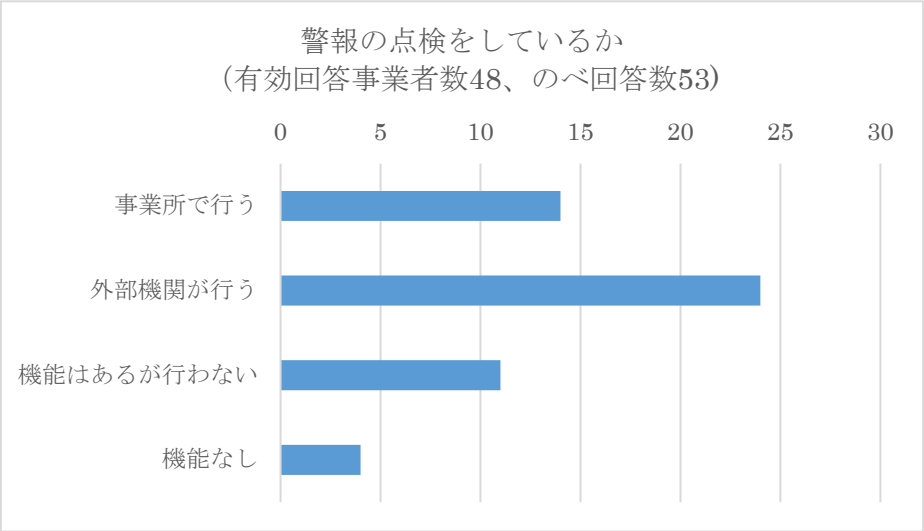


図 3.4.5.1 警報の点検をしているか

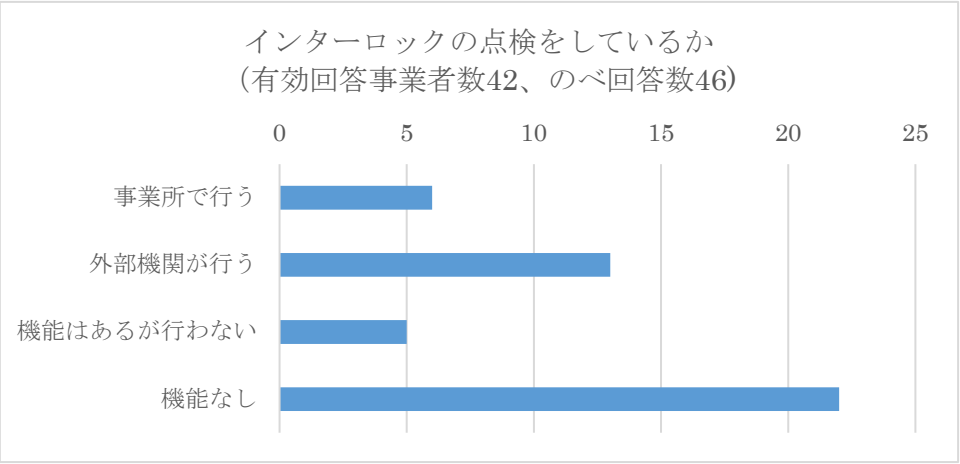


図 3. 4. 5. 2　インターロックの点検をしているか

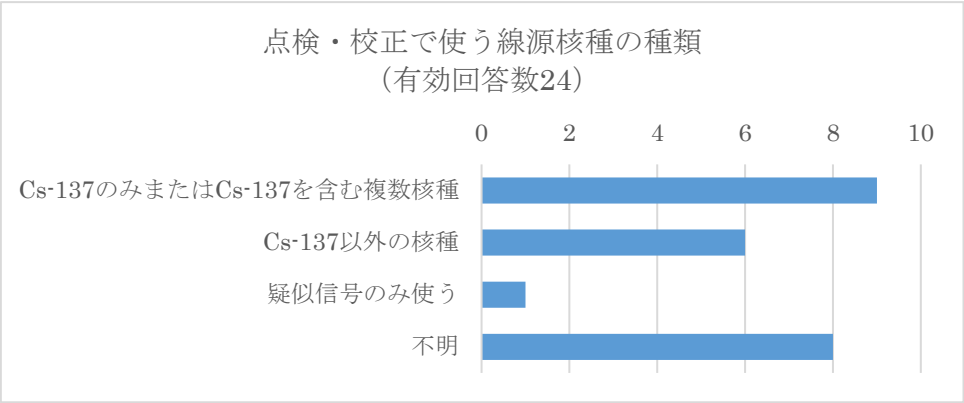


図 3. 4. 5. 3　点検校正で使う線源核種の種類

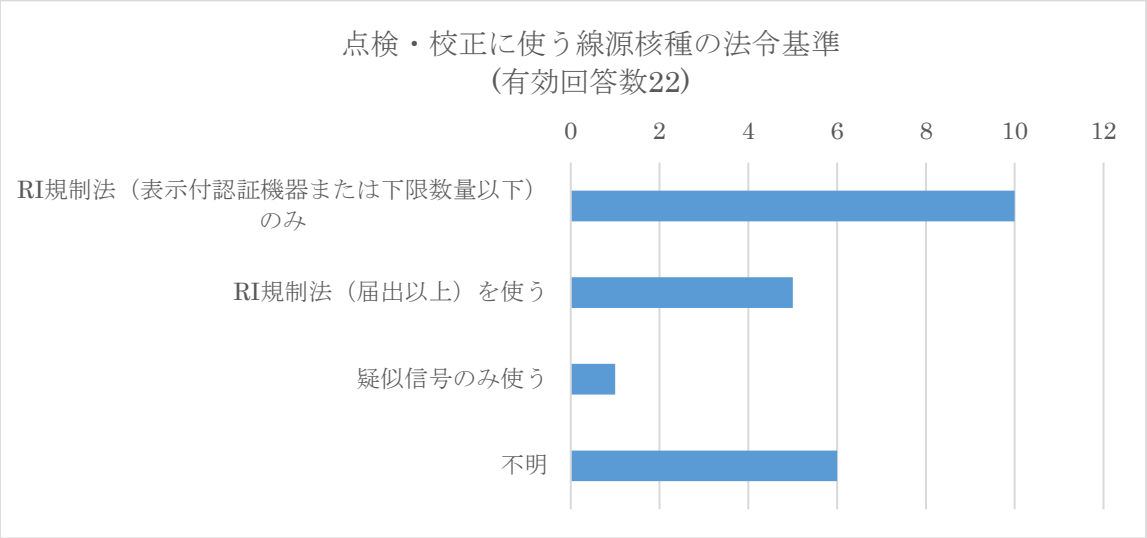


図 3. 4. 5. 4 点検校正に使う線源核種の法令基準

3.4.6 ガス・ダストモニタ

ガスモニタ及びダストモニタは、空気中の放射性濃度を連続的に測定・記録するための装置で、施設の作業環境と周辺環境の監視のために設置している。ガスモニタは、施設からの排気ガスをサンプリングして検出器内に連続して取り込み、排気ガス中の気体状放射性物質を測定する機器である。ダストモニタは、空気中の粒子状放射性物質を捕集したフィルタを検出器で測定する機器である。ガスモニタとダストモニタは検出に適した放射性物質が違うため、施設の状況に適した機器が選定されている。

本設備のアンケートに回答した 62 施設での結果をグラフ化している。設置する設備についての図 3.4.6.1 に示す。ガスモニタのみを設置している施設が 6 割弱、ガスモニタとダストモニタを両方併用しているのが４割弱であった。ガスモニタは基本的にほとんどの施設で設置されているが、ダストモニタは施設の使用状況に合わせて設置され、４割程度の設置状況であった。

以下は両方の装置をまとめての回答になるが、指示値の点検・校正の実施について図 3.4.6.2 に示す。約半数の施設では外部又は事業所にて指示値の点検・校正を実施している。さらに、実施していると回答された施設における合否基準として、約５割が外部機関の定める基準を用いており、約 2 割が事業者独自の規程等で定めた基準で、約２割が JIS に準ずる基準で合否判定を実施していた（図 3.4.6.3）。さらに詳細な質問では、合否に用いる値として、約７割が測定値を使用し、約２割が機器効率を使用して判定していた（図 3.4.6.4）。また、合否判定に使用する基準値としては、約７割が出荷時データを活用していた（図 3.4.6.5）。

自由回答で寄せられた意見としては「年に一度、校正・点検は製造メーカーに外注し一任しているため、詳細な情報まで把握できていない。」、「点検したのは、設置時、移設時、更新時のみ」、「点検、校正は法令に記載していないことと点検費用の問題で行っていない。」「自作ガスモニタを使っておりそもそも成績書がない。市販品に更新する費用が工面できず悩んでいる。」などがあった。点検・校正は施設の使用状況に合わせて実施されている。ガイドラインには「JIS に規定されている全ての試験方法を適用すべきことを示すものではない」と記載されているため、施設の状況に合わせた基準の目安となる情報の共有が望まれる。

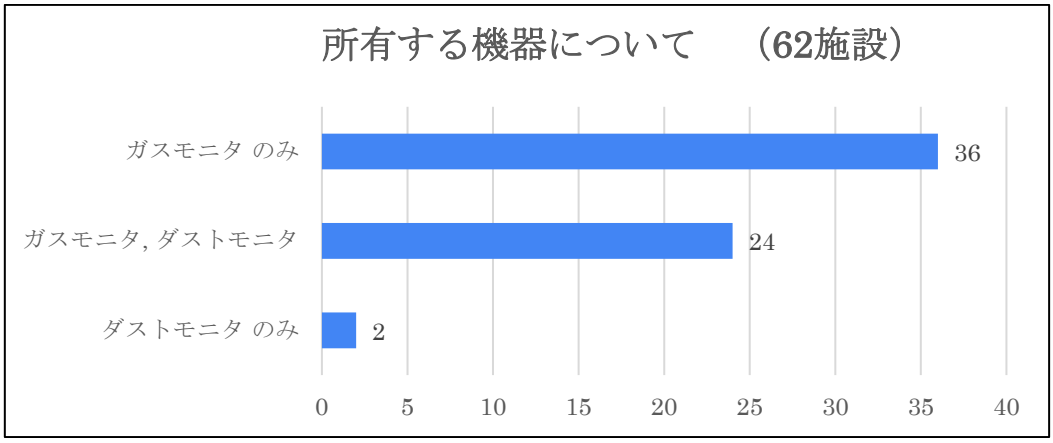


図 3. 4. 6. 1　所有機器について

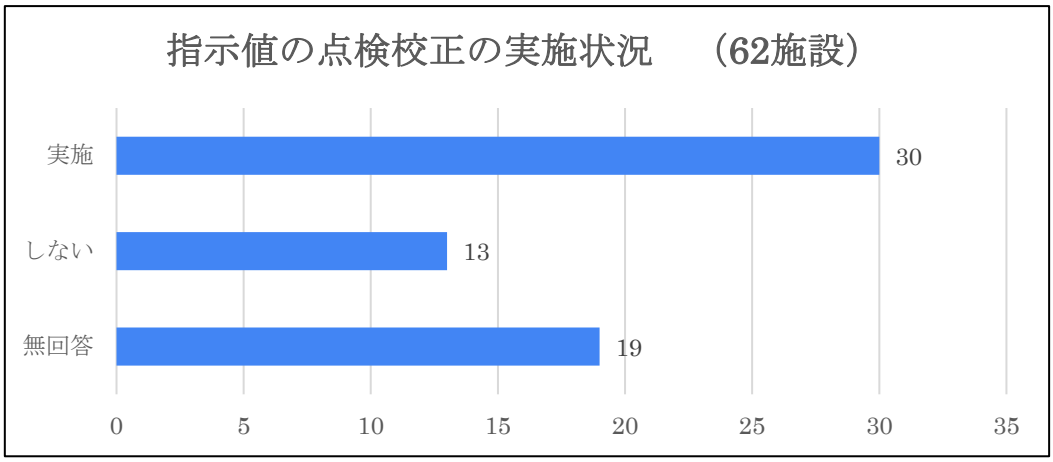


図 3. 4. 6. 2　指示値の点検・校正の実施状況について

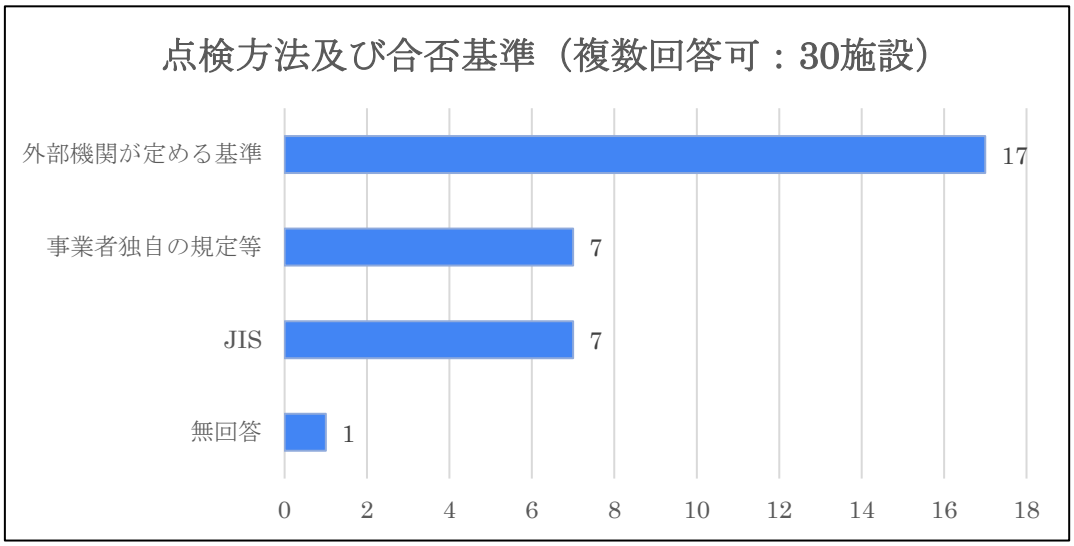


図 3. 4. 6. 3　点検方法及び合否基準

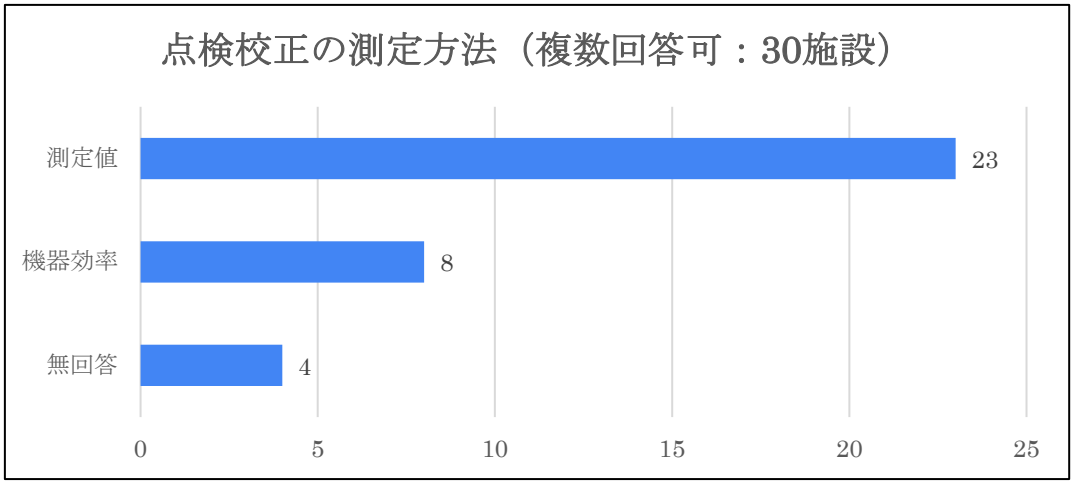


図 3.4.6.4　点検校正の測定方法

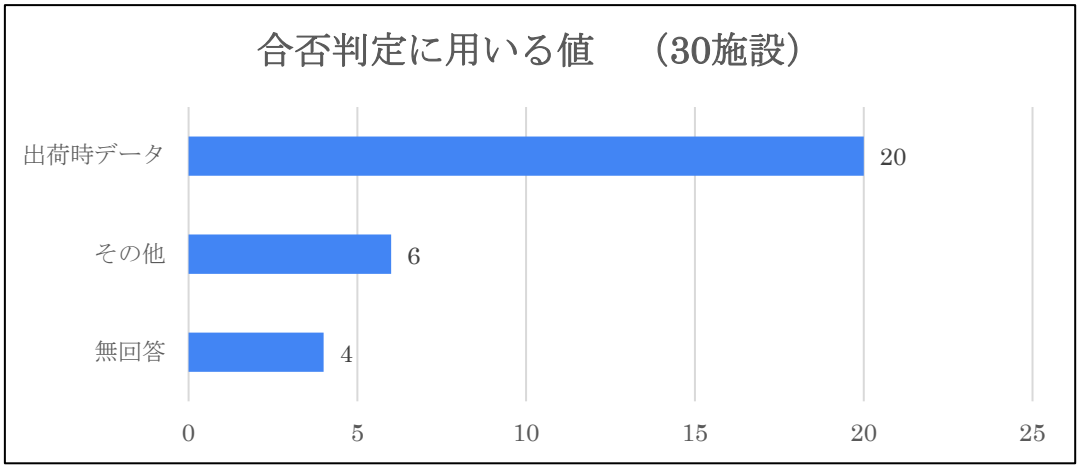


図 3.4.6.5　合否判定に用いる値

3.4.7 水モニタ

各事業者が所有する水モニタについて、管理に用いる検出器を種類別に示したものを**図 3.4.7.1** に示す。その結果、最も多いのは NaI 式の水モニタであり回答事業者の 8 割が所有しており、プラスチックシンチレータ式の水モニタは回答事業者の 2 割未満であった。なお、液体シンチレーション式の水モニタも存在するが、これについては「水モニタ」ではなく「液シンカウンター」の回答フォームに入力するように促しているためここには含まれない。

点検校正に用いる核種について**図 3.4.7.2** に示す。Cs-137 を用いている事業者が最も多く回答事業者の全ての事業者が使用していた。この他に Ba-133、Am-241、K-40 を用いているという回答があった。

点検校正するエネルギーまたは核種の数について**図 3.4.7.3** に示す。エネルギーまたは核種の種類は 1 種類との回答が最も多く、回答事業者の半数となった。

点検方法及び合否基準の根拠について**図 3.4.7.4** に示す。最も多いのは「外部機関が定める基準」で全体の 6 割程度であった。「JIS」を根拠にしている事業者は 1/3 であった。「事業者独自の規定」は 2 割未満にとどまった。

アンケートの自由記述では、
「故障中で予算確保ができず、排水測定は、液シンと Ge で測定している。」
といったコメントもあった。

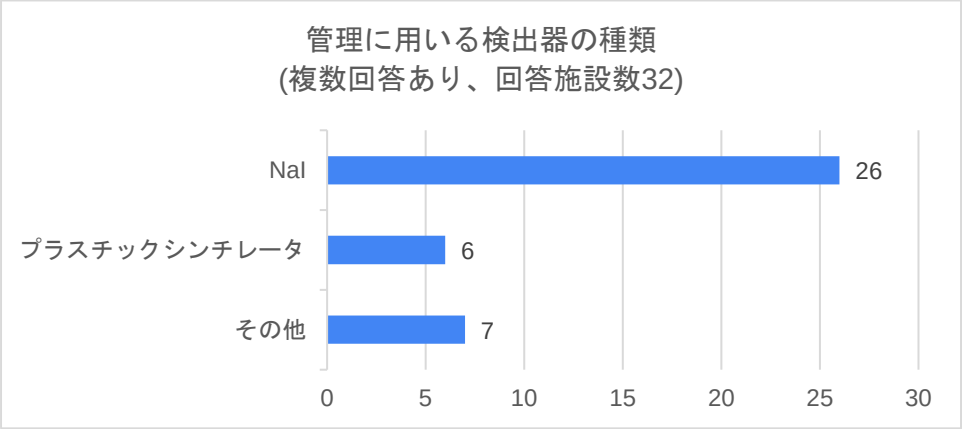


図 3.4.7.1　管理に用いる検出器の種類

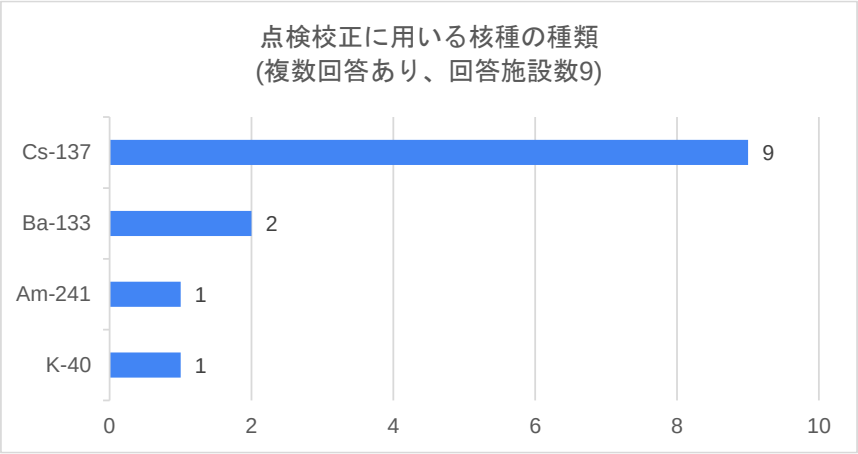


図 3. 4. 7. 2　点検校正に用いる核種の種類

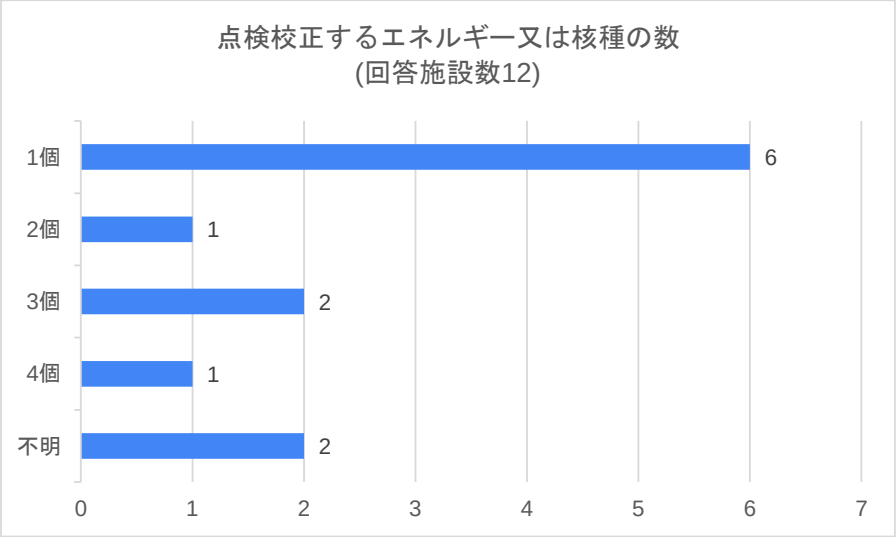


図 3. 4. 7. 3　点検校正するエネルギー又は核種の数

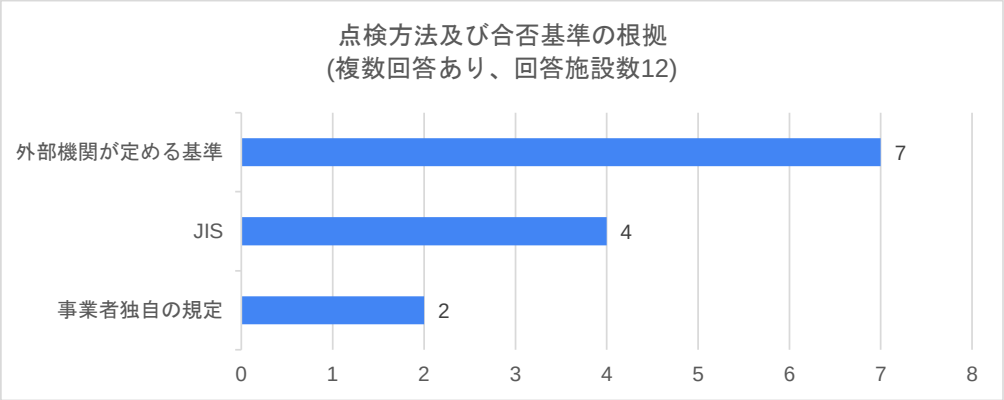


図 3. 4. 7. 4　点検方法及び合否基準の根拠

3.4.8 液体シンチレーションシンカウンタ

点検校正に用いる核種について**図 3.4.8.1** に示す。その結果、H-3 または C-14 を使用している事業者が圧倒的に多く、そのうち 34 事業所では、この 2 核種を用いて実施していた。その他の核種としては、P-32 や Cl-36、α核種の Am-241 などを用いる事業所もあった。業態別に分析した結果、α核種を用いるのは「一般企業」と「教育機関」であった。また、5 核種を用いて点検校正を実施する「一般企業」もあった。

点検校正に用いる核種の法令基準レベルについて**図 3.4.8.2** に示す。表示付認証機器または下限数量以下の線源を用いる事業所が多かった。なお、回答の「不明」については、外部機関が実施しているためとのコメントがあった。

クエンチング補正の方法については、**図 3.4.8.3** に示す。ESCR 法を用いる方法が最も多かったが、内部標準法，ESCR 法，tSIE 法などの複数の方法を用いる事業所も 7 事業所あった。「不明」の回答は 8 事業所あったが、そのうち 6 事業所は「外部機関で行う」事業所であった。

アンケートの自由記述では、前任者又は他施設から引き継いだ機器とのコメントが複数あった。そのため、必要書類等が不明となっているケースが見受けられる。

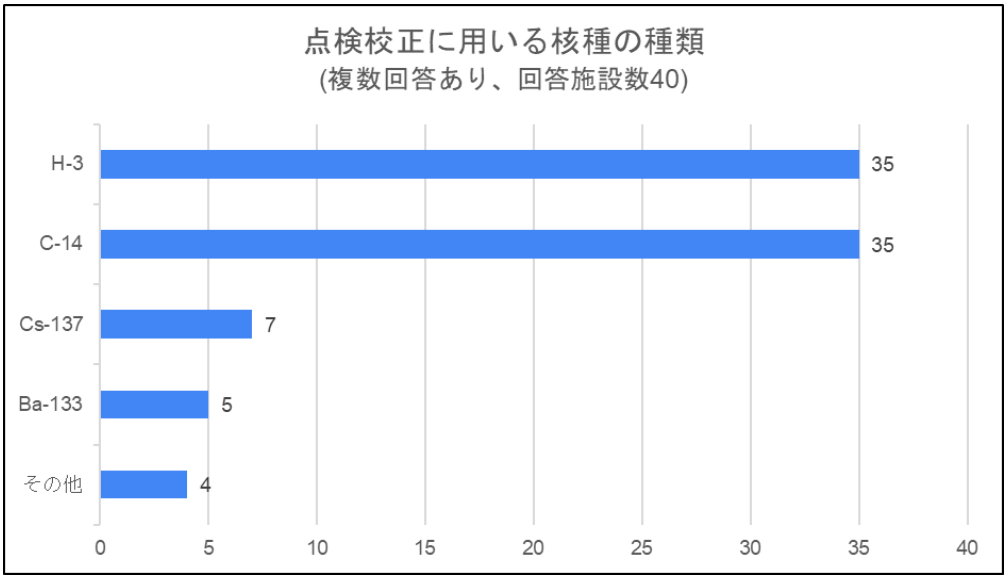


図 3.4.8.1 点検校正に用いる核種の種類

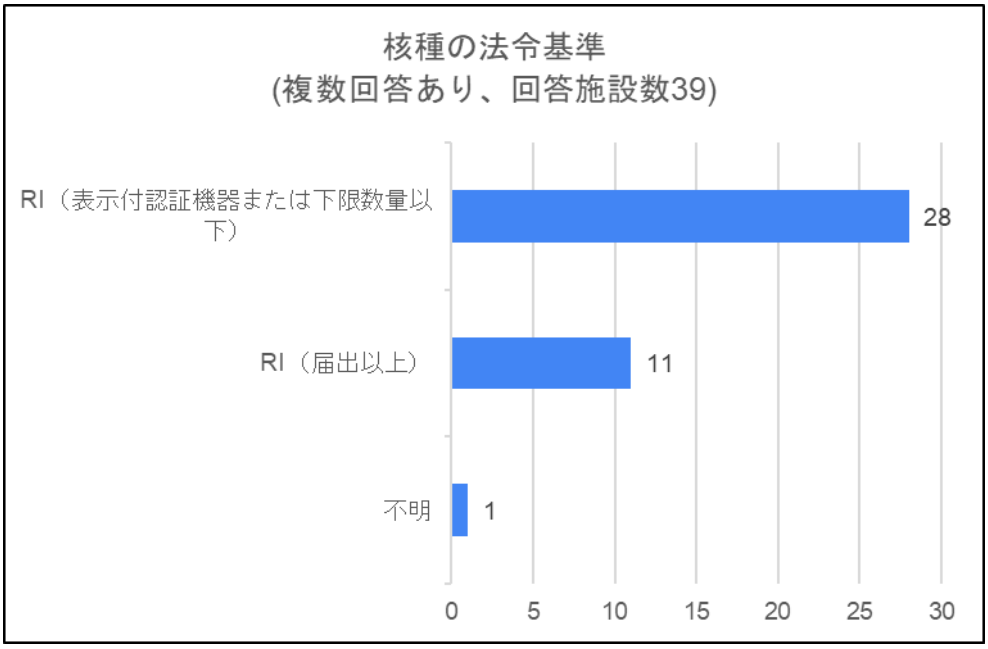


図 3.4.8.2　核種の法令基準

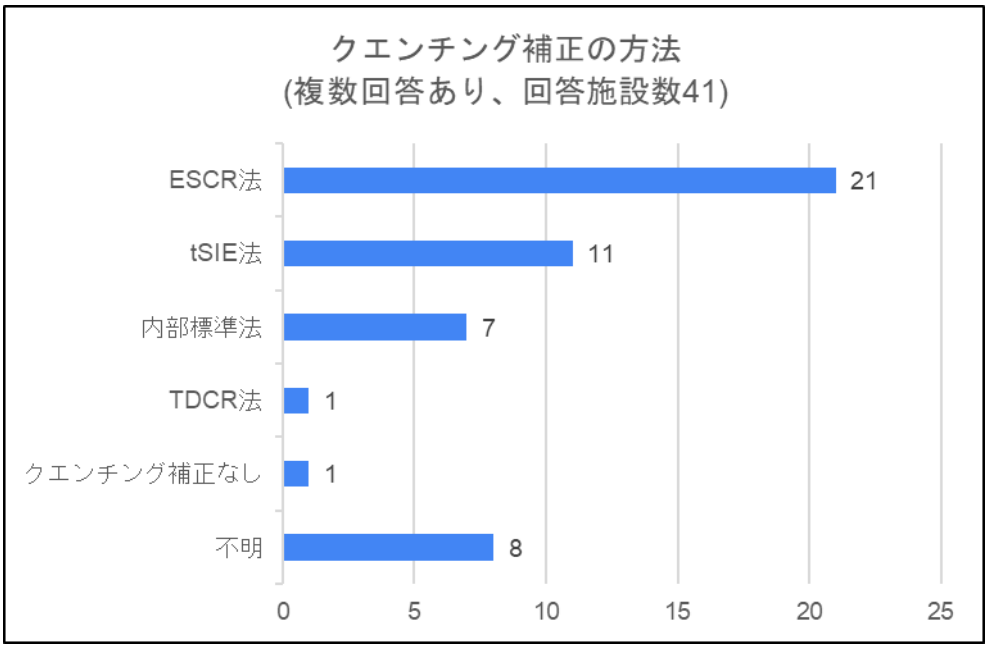


図 3.4.8.3　クエンチング補正の方法

3.4.9 ハンドフットクロスモニタ

各事業者が所有するハンドフットクロスモニタ、管理に用いる検出器を種類別に示したものを**図 3.4.9.1** に示す。その結果、最も多いのは GM サーベイメータ式で回答事業者の 6 割が所有しており、シンチレータ式は回答事業者の 3 割未満の所有であり GM サーベイメータ式が主流の状況が見られた。

点検校正に用いる核種について**図 3.4.9.2** に示す。Cl-36 を用いている事業者が最も多く回答事業者の約半数が使用していることが分かった。その他に、Cs-137、Am-241、Co-60、U_3O_8 や核燃料物質を使用している事業者も存在しており、多様な核種を用いて点検校正を実施している状況が分かった。

点検校正するエネルギーまたは核種の数について**図 3.4.9.3** に示す。エネルギーまたは核種の種類は 1 種類との回答が最も多く、回答事業者の約半数となった。2 個と回答したのは全体の 1 割未満であった。不明の回答も全体の 4 割以上と多く見られた。

アンケートの自由記述では、

「RI 法管理品には定めはなく炉規法管理品に準じています。HFC は大きすぎてそもそも外部校正に出すのが困難。」

「年に一度、校正・点検は製造メーカーに外注し一任しているため、詳細な情報まで把握できていない」

「動作確認は定期自主点検の際に実施しますが、CPM 表示で線源に反応するかどうか確認します。校正までは実施していません。」

といったコメントがあった。

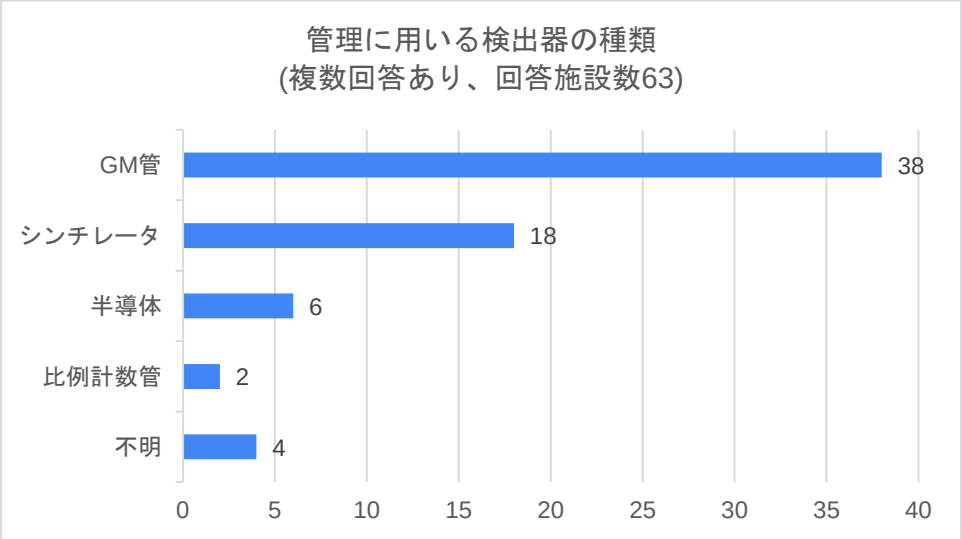


図 3.4.9.1　管理に用いる検出器の種類

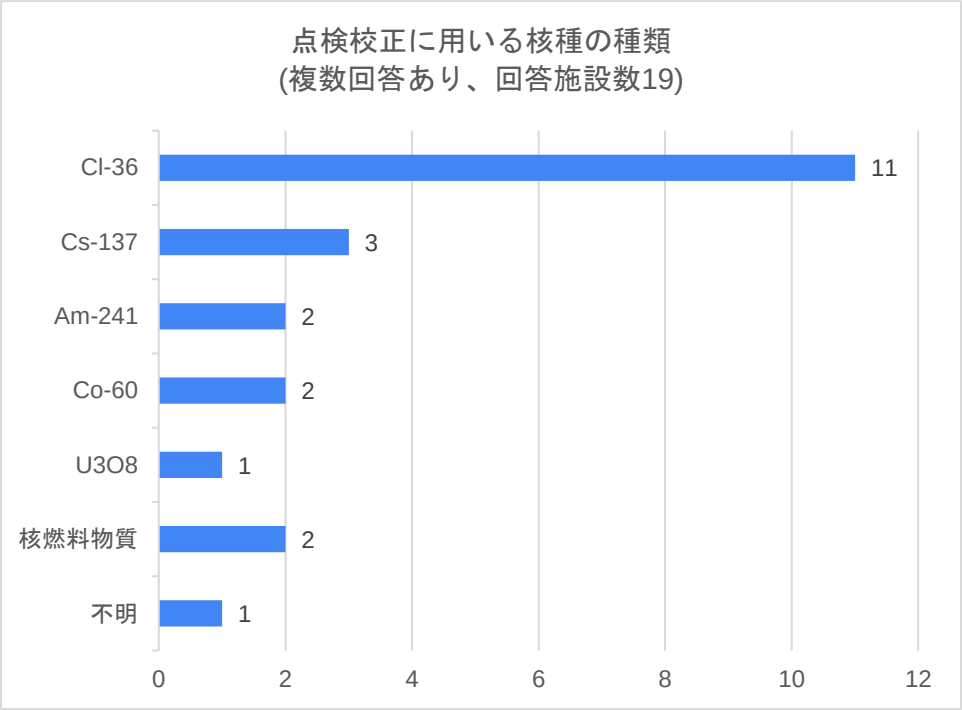


図 3. 4. 9. 2　点検校正に用いる核種の種類

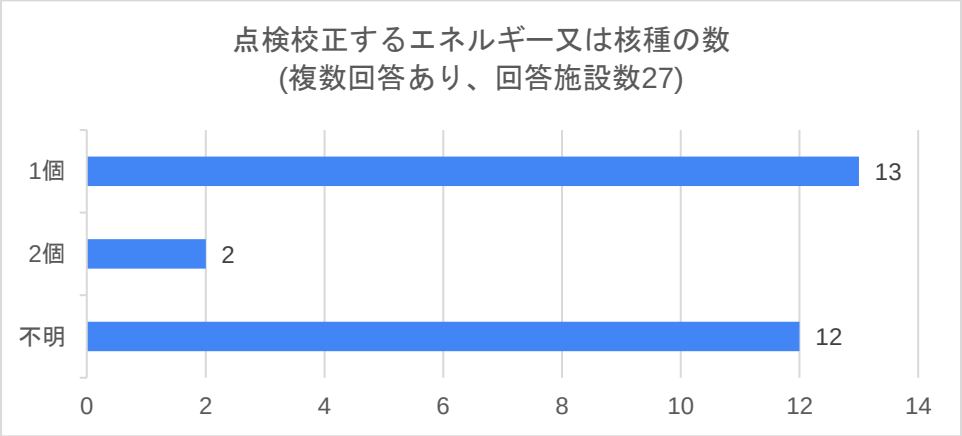


図 3. 4. 9. 3　点検校正するエネルギー又は核種の数

3.4.10 核種分析用 γ 線測定器

各事業者が所有する核種分析用ガンマ線測定器について、管理に用いる検出器を種類別に示したものを**図 3.4.10.1** に示す。その結果、Ge 半導体と NaI が全体の 9 割以上を占めており、その他には、CsI、LaBr3 などを所有している事業所があった。事業所を業態別に分析した結果、「研究所」「原子炉・核燃料施設」においては、全ての事業所が Ge 半導体を所有していた。また異なる 2 種類以上の検出器を所有している事業所は 12 事業所あった。

点検・校正する際の参照する量について、Ge 半導体と NaI の場合を、それぞれ**図 3.4.10.2** 及び**図 3.4.10.3** に示す。いずれもエネルギーvs チャンネル、半値幅、ピーク効率など、参照する量を 3 つ用いて点検・校正を行っている事業所の割合が高かった。

アンケートの自由記述では、管理より研究目的で使用している場合があるとのコメントが複数あった。また、日常的な管理には使用する機会が少ない事業所があることや通常は研究に用いているものでも緊急時には行政検査に用いることを想定し、備えの重要性を認識しているとのコメントもあった。

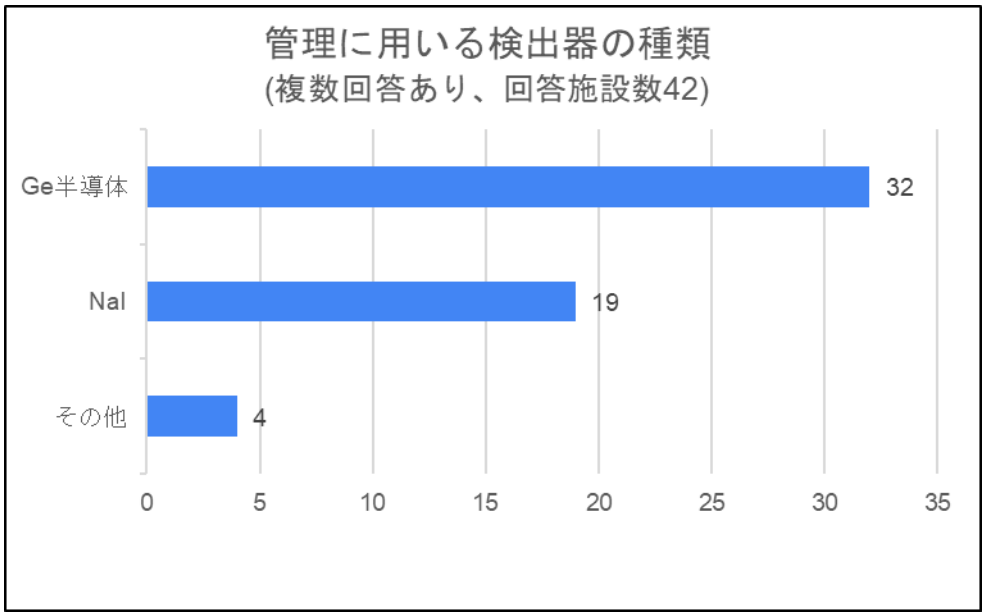


図 3.4.10.1　管理に用いる検出器の種類

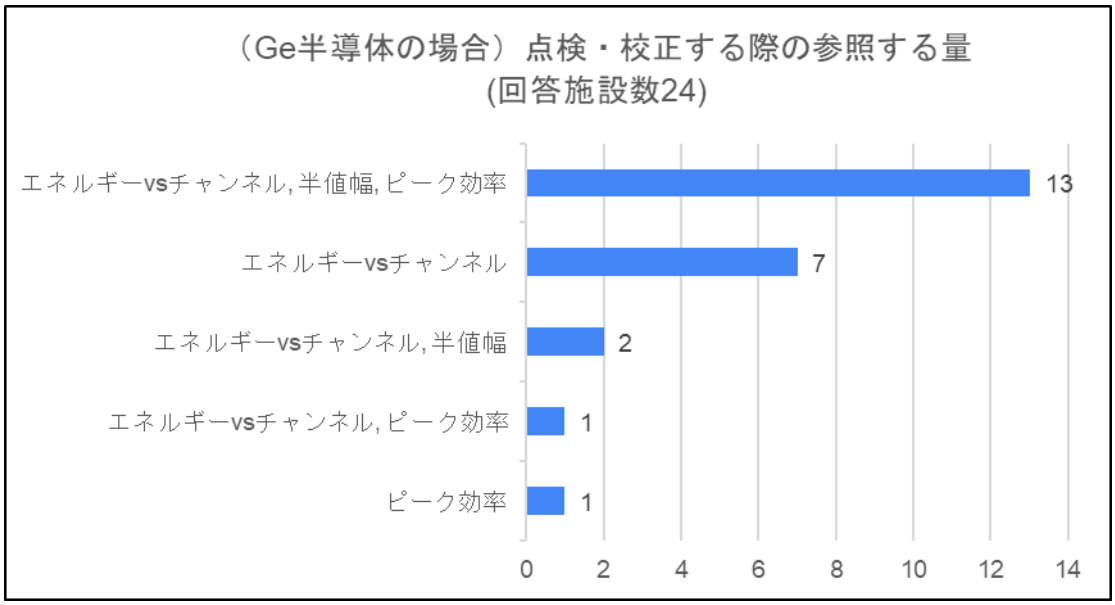


図 3.4.10.2　点検校正する際の参照する量(Ge 半導体の場合)

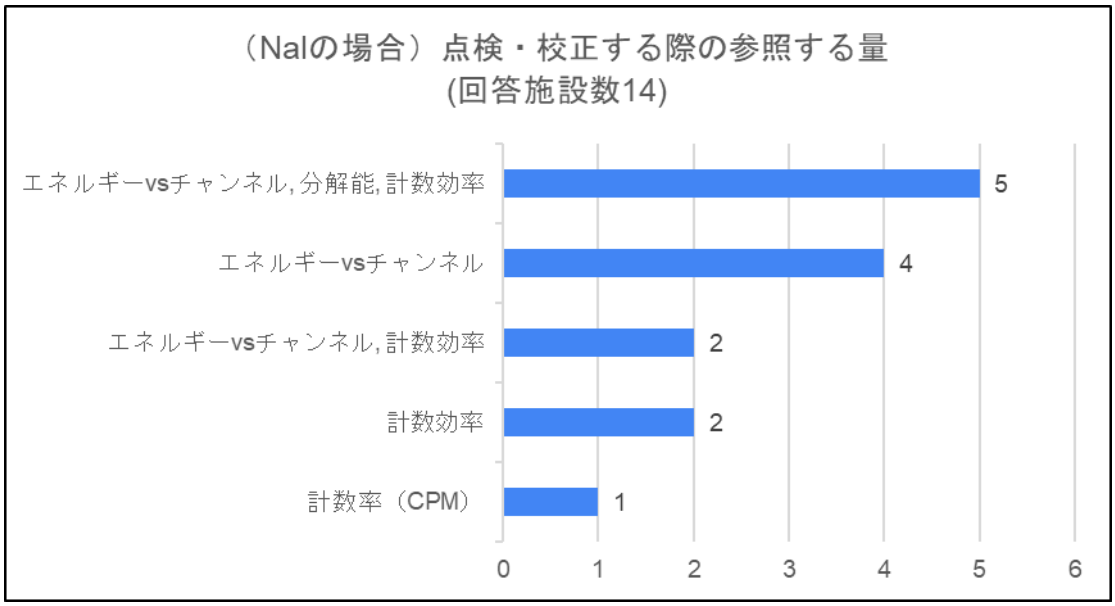


図 3.4.10.3　点検校正する際の参照する量(NaI の場合)

4. 放射線測定器の規格の調査

4.1　調査した規格、試験項目の分類について

他の工業製品と同様で放射線測定器もまた日本産業規格（JIS: Japanese Industrial Standards）にて、型式試験及び出荷時試験として測定器の能力を定めている。しかし、液体シンチレーションカウンタやトリチウムガスモニタといった特殊な放射線測定器の場合、JIS が制定されておらず、その仕様は国際電気標準会議（IEC: International Electrotechnical Commission）が定める電気・電子技術に関する国際規格に基づくか、あるいは製造メーカーの自社規格に基づく。

このような背景から、当研究会が調査した放射線測定器に関する規格は JIS に加えて、IEC（場合によっては、放射能測定シリーズやメーカー規格も）を含んでいる。しかし、国内に流通している放射線測定器は多種多様であることから、３章で紹介したアンケート結果の測定器ごとの回答数の状況を踏まえ、調査対象機器は限定した。**表 4.1.1** に調査した放射線測定器、規格の一覧を載せているが、この報告書で全ての規格を紹介しているわけではない。

なお、一連の調査を踏まえて、当研究会は改めて、このような規格は製造メーカー、標準研究所、校正機関のような専門的な技術者、設備能力を有する事業者が運用できるものであって、ユーザーレベルの事業者が運用することは非常に困難である、との認識を持つに至った。そこで、この章では規格の技術的詳細を説明することはせず、規格内で挙げられている試験のエッセンスを説明しつつ、予防規程ガイドで言う「校正」、「点検」に当てはまるかどうかを紹介する。

予防規程ガイドの別紙 2-1 において、「点検」とは「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で校正を除くもの」とされ、表２に具体的な例が挙げられている。JIS や IEC に挙げられている試験項目で当研究会により「点検」と分類されたものは、予防規程ガイドの別紙 2-1 の表２の中で「定期点検レベル」に相当するものである。

予防規程ガイドの別紙 2-2 において、「校正」とは「外部の校正施設で実施するもの、自施設で比較校正するもの、機能確認、自らが必要な精度を担保していると説明できる方法。」とされている。この「校正」の定義をそのまま JIS や IEC に挙げられている試験項目の分類に適用することはできない。そこで、当研究会は、「標準・基準となるもの（線源や標準器）と被校正放射線測定器の指示値の差を求める観点でメーカーや外部の校正施設が実施するもの（一部、事業者自らできるかもしれない）」に相当する試験項目を「校正」に分類した。なお、「校正」・「点検」に当てはまらない JIS や IEC に挙げられている試験項目は、「その他」に分類した。以下 4.2 においては JIS 規格が存在する放射線測定器、4.3 においては IEC 規格が存在する機器、4.4 においては放射線測定法シリーズ、を説明した。

表 4.1.1　調査した規格の一覧

No	分類	種別	製品JIS規格		製品JIS規格以外で調査した規格類	
1	エリアモニタ	γ線エリアモニタ	JIS Z 4324:2017	X線及びγ線用据置型エリアモニタ	JIS Z 4511:2018	X線及びγ線用線量（率）測定器の校正方法
		中性子エリアモニタ	―		JIS Z 4521:2006	中性子線量当量（率）計の校正方法
2	モニタリングポスト	γ線モニタリングポスト	JIS Z 4325:2019	環境γ線連続モニタ	JIS Z 4511:2018	X線及びγ線用線量（率）測定器の校正方法
		中性子モニタリングポスト	―		JIS Z 4521:2006	中性子線量当量（率）計の校正方法
3	ガスモニタ（希ガス、トリチウム、よう素）	γ線ガスモニタ	JIS Z 4317:2008	放射性希ガスモニタ		
		β線ガスモニタ	JIS Z 4317:2008	放射性希ガスモニタ		
		ヨウ素モニタ	JIS Z 4316:2013	放射性ダストモニタ		
		トリチウムガスモニタ	―		IEC 60761-1:2002	Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents - Part 1: General requirements
					IEC 60761-5:2002	Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents-Part5: Specific requirements for tritium monitors
					IEC 62303:2008	Radiation protection instrumentation-Equipment for monitoring airborne tritium
4	ダストモニタ	ダストモニタ	JIS Z 4316:2013	放射性ダストモニタ		
		ダストサンプラ	JIS Z 4601:2009	放射性ダストサンプラ		
5	水モニタ	γ線水モニタ	JIS Z 4330:2008	γ線検出形水モニタ		
		β線水モニタ	―			
6	サーベイメータ	γ線サーベイメータ	JIS Z 4333:2014	X線,γ線及びβ線用線量当量（率）サーベイメータ	JIS Z 4511:2018	X線及びγ線用線量（率）測定器の校正方法
		中性子サーベイメータ	JIS Z 4341:2006	中性子用線量当量（率）サーベイメータ	JIS Z 4521:2006	中性子線量当量（率）計の校正方法
		表面汚染測定用サーベイメータ	JIS Z 4329:2004	放射性表面汚染サーベイ	JIS Z 4504:2008	放射性表面汚染の測定方法－β線放出核種（最大エネルギー0.15MeV以上）及びα線放出核種
7	汚染検査モニタ	ハンドフットクロスモニタ	JIS Z 4338:2006	ハンドフットモニタ及び体表面汚染モニタ　－α線及び/又はβ線用ハンドフットモニタ及び体表面汚染モニター		
		低バックグラウンドアルファベータモニタ	―		IEC 62089:2001	Nuclear instrumentation - Calibration and usage of alpha/beta gas proportional counters
8	個人線量計	APD(EPD):電子式個人線量計（γ線,β線,中性子用）	JIS Z 4312:2013	X線,γ線,β線及び中性子用電子式個人線量（率）計	JIS Z 4511:2018	X線及びγ線用線量（率）測定器の校正方法
					JIS Z 4514:2010	β線組織吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法
					JIS Z 4521:2006	中性子線量当量（率）計の校正方法
		TLD:熱ルミネセンス線量計（X線,γ線,β線用）	JIS Z 4345:2017	X線,γ線及びβ線用受動形個人線量計測装置並びに環境線量計測装置	JIS Z 4511:2018	X線及びγ線用線量（率）測定器の校正方法
					JIS Z 4514:2010	β線組織吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法
		OSLD:光刺激ルミネセンス線量計（X線,γ線,β線用）	JIS Z 4345:2017	X線,γ線及びβ線用受動形個人線量計測装置並びに環境線量計測装置	JIS Z 4511:2018	X線及びγ線用線量（率）測定器の校正方法
					JIS Z 4514:2010	β線組織吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法
		RPLD:蛍光ガラス線量計（X線,γ線,β線用）	JIS Z 4345:2017	X線,γ線及びβ線用受動形個人線量計測装置並びに環境線量計測装置	JIS Z 4511:2018	X線及びγ線用線量（率）測定器の校正方法
					JIS Z 4514:2010	β線組織吸収線量測定器及び線量当量測定器の校正方法
		SSNTD:固体飛跡個人線量計（中性子用）	JIS Z 4416:2005	中性子用固体飛跡個人線量計	JIS Z 4521:2006	中性子線量当量（率）計の校正方法
9	液体シンチレーションカウンタ	液体シンチレーションカウンタ	―		放射能測定法シリーズNo.23	液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法
					ISO 19361:2017	Measurement of radioactivity - Determination of beta emitters activities - Test method using liquid scintillation counting
					IEC 61304:1994	Nuclear instrumentation - Liquid-scintillation counting systems - Performance verification
10	核種分析用ガンマ線測定器	Ge半導体検出器	―		放射能測定法シリーズNo.7	Ge半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー
		その他の検出器	―			
11	体内放射能測定装置	体内放射能測定装置	JIS Z 4343:2015	体内放射能測定装置－γ線放出核種（エネルギー100keV以上3000keV 以下）		

APD: Alarm pocket dosimeter (警報付ポケット線量計), EPD: Electronic Pocket Dosimeter(電子式個人線量計), TLD: Thermoluminescent Dosimeter(熱ルミネセンス線量計), OSLD: Optically Stimulated Luminescence Dosimeter(光刺激ルミネセンス線量計), RPLD: Radiophotoluminescence Glass Dosimeter(蛍光ガラス線量計), SSNTD: Solid-State Nuclear Track Detector(固体飛跡線量計)

4.2　JIS 規格

以下の放射線測定器の説明は、**別表 4.1（電子式個人線量計を除く）**に掲載した試験項目に基づき行っている。

（1）放射性ダストモニタ及びダストサンプラ

通常、放射性ダストモニタは単独で使われることはなく、空気中の放射性ダストをダストサンプラでろ紙に吸引し、そのろ紙をダストモニタで測定することで、空気中の放射性物質の濃度を測定する。

別表 4.1 に、放射性ダストモニタ（JIS Z 4316:2013）及び放射性ダストサンプラ（JIS Z 4601:2009）で規定される試験項目を載せた。併せて、この項目が点検、校正、及びその他のいずれに該当するかを示した。製品 JIS 規格は、基本的にモニタ製品としての性能及び機能の妥当性検証のための厳密な試験方法が記載されており、ルーチン業務としてモニタの健全確認のために行う校正及び点検を意識した簡易な試験方法とは違ったものとなっている。例えば、ダストモニタにおいてはβ線エネルギー特性を測るためには何種類かの線源を用意する必要がある。

当研究会は、放射性ダストモニタの製品規格 JIS　Z　4316:2013 の試験項目のうちで校正として使用できる試験は「検出部のレスポンス」を挙げ、点検として使用できる試験は「警報レベルの安定性」を挙げた。放射性ダストサンプラの製品規格 JIS Z 4601:2009 の試験項目のうちで校正として使用できるもの無く、点検として使用できる試験は「定格吸引量」を挙げた。「検出部のレスポンス」の校正は表面放出率が値付けられている線源を使うのが望ましい。「警報レベルの安定性」はパルスジェネレータを持つ事業者であれば実施可能だと思われる。放射性ダストサンプラの「定格吸引量」は事業者が容易に実施できるであろう。

（2）放射性希ガスモニタ

非密封 RI や加速器を使用する施設では、施設外に放出される放射性希ガスを測定・監視する希ガスモニタが設置されている。

別表 4.1 に、放射性希ガスモニタ（JIS Z 4317:2008）の製品 JIS 規格で規定される性能と試験方法を載せた。

放射性希ガスモニタの製品 JIS 規格 JIS　Z　4317:2008 の試験項目のうちで校正として使用できる試験は型式試験で実施する「濃度換算係数試験」を挙げた。この試験では非密封で国家標準とのトレーサビリティが取れた標準放射性ガスを使用する必要があるため、校正機関でないと実施が困難で、事業者としては校正費用の負担が大きくなる。一方、型式試験に加えて受渡試験でも実施する「レスポンス試験」（レスポンス試験用固体線源を用いる場合）は、製品出荷時の受渡試験では、上記の代替として実施されるため、当研究会は、「レスポンス試験」（レスポンス試験用固体線源を用いる場合）を校正として位置付けた。確認用線源は密封の Tl-204、Sr-90/Y-90、Cs-137、Co-60 などを用い、国家標準とのトレーサビリティが取れたものを使用する必要があるが、標準放射性ガスに比べて取り扱い及び入手が容易で、事業者又は製造業者で対応が可能である。

放射性希ガスモニタの製品 JIS 規格 JIS Z 4317:2008 の試験項目のうちで点検として使用できる試験は「警報レベルの安定性」を挙げた。この試験はパルスジェネレータを持つ事業者であれば実施可能だと思われる。

（3）水モニタ

水モニタは非密封 RI を使用する施設で必要に応じて設置される。

別表 4.1 に、ガンマ線検出形水モニタ（JIS Z 4330:2008）の製品 JIS 規格で規定される性能と試験方法を記載した。

併せて、試験項目ごとに点検、校正、及びその他のいずれに該当するかを示した。

ガンマ線検出形水モニタの製品 JIS 規格 JIS Z 4330:2008 の試験項目のうちで校正として使用できる試験は型式試験で実施する「ガンマ線等価濃度換算係数試験」が該当するが、非密封で国家標準とのトレーサビリティが取れた放射能標準溶液を使用する必要があるため校正機関でないと実施が困難で、事業者としては校正費用の負担が大きくなる。一方、型式試験に加えて受渡試験でも実施する「確認用線源に対する応答試験」は、製品出荷時の受渡試験では、上記の代替として実施されるため、当研究会は、「確認用線源に対する応答試験」を校正として位置付けた。確認用線源は密封の Cs-137、Co-60 などを用い、国家標準とのトレーサビリティが取れたものを使用することが望ましい（当該規格では国家標準とのトレーサビリティを要求していない。）が、放射能標準溶液に比べて取り扱い及び入手が容易で、事業者又は製造業者で対応が可能である。

当研究会はガンマ線検出形水モニタの製品 JIS 規格 JIS Z 4330:2008 の試験項目のうちで点検として使用できる試験は「警報レベルの安定性」を挙げた。水モニタの場合であっても他の放射線測定器と同事情であって、パルスジェネレータを持つ事業者であれば実施可能だと思われる。

（4）エリアモニタ

エリアモニタとして、施設境界又は施設外の環境γ線を測定・監視する環境γ線連続モニタ、施設の管理区域内の空間線量率を測定・監視するγ線エリアモニタ及び中性子線エリアモニタを取り上げた。

別表 4.1 に、環境γ線連続モニタ（JIS Z 4325:2019）及び X 線及びγ線用据置形エリアモニタ（JIS Z 4324:2017）の製品 JIS 規格で規定される放射線性能とその試験方法を載せた。一方、中性子線エリアモニタについては、国内に製品 JIS 規格が存在しないため、製造業者の社内規格の一例を参考に追加記載した。併せて、点検、校正、及びその他のいずれに該当するかを示した。

1) 環境γ線連続モニタ

① 製品 JIS 規格　JIS Z 4325:2019

環境γ線連続モニタの場合、校正 JIS 規格が別に規定されているため、測定器を使用するユーザーが点検を行う際に引用できる項目は、別表の環境γ線連続モニタ（JIS

Z 4325:2019）に示すとおり、「警報設定精度」のみと当研究会では考えた。

② 校正 JIS 規格　JIS Z 4511:2018

X 線及び γ 線用線量（率）測定器の校正方法（JIS Z 4511:2018）は、主に校正機関及びメーカーが使うことを想定して作られていると考えられるが、「簡素化された校正」等、一部の校正方法については、ユーザーが実施出来る内容だと考えられる。当該 JIS 規格に規定されている校正方法等を**別紙 4. 1** に示す。

２）X 線及び γ 線用据置形エリアモニタ

① 製品 JIS 規格　JIS Z 4324:2017

X 線及び γ 線用据置形エリアモニタの場合、校正 JIS 規格が別に規定されているため、測定器を使用するユーザーが点検を行う際に引用できる項目は、別表の X 線及び γ 線用据置形エリアモニタ（JIS Z 4324:2017）に示すとおり、「警報設定精度」のみと当研究会では考えた。

② 校正 JIS 規格　JIS Z 4511:2018

X 線及び γ 線用線量（率）測定器の校正方法（JIS Z 4511:2018）は、主に校正機関及びメーカーが使うことを想定して作られていると考えられるが、「簡素化された校正」等、一部の校正方法については、ユーザーが実施出来る内容だと考えられる。当該 JIS 規格に規定されている校正方法等を**別紙 4. 1** に示す。

3）中性子線エリアモニタ

① 製品 JIS 規格　対応規格無し。

中性子線エリアモニタの場合、校正 JIS 規格が別に規定されているが、製品 JIS 規格が存在しないため、点検方法に取り入れられる参考情報として製造業者の社内試験規定を、別表の中性子線エリアモニタに記載した。点検項目として引用できる項目は、「警報設定精度」のみと当研究会では考えた。ただし、γ 線の混在場で中性子の測定を行う場合には、γ 線に対する影響を評価しておくことが重要である。

② 校正 JIS 規格　JIS Z 4521:2006

中性子線量当量（率）計の校正方法（JIS Z 4521:2006）については、X 線及び γ 線用線量当量（率）測定器と異なり、簡易的な校正方法について紹介されていない。このため、ユーザーが当該規定どおりに校正を行うことは難しいと考えられる。しかし、ユーザーが校正機関等に校正を依頼する際の指標になるため、当該 JIS 規格に規定されている校正方法等を**別紙 4.2** に示す。

（５）汚染検査用サーベイメータ

別表 4.1 に、ハンドフットモニタ及び体表面汚染モニタ（JIS Z 4338:2006）、放射性表面汚染サーベイメータ（JIS Z 4329:2004）の製品 JIS 規格で規定される性能とその試験方法に加えて、当研究会による点検・校正・その他の区分けを載せた。以下では、汚染検査用サーベイメータとして、ハンドフットモニタ（α 線 β 線用）及び体表面汚染モニタ、放射性表面汚染サーベイメータ（GM サーベイメータ）を解説する。

ハンドフットモニタの試験項目でJIS Z 4338:2006について、当研究会は最小検出表面放出率を求める際に実施する「実効機器効率試験」を校正に位置付けた。しかし、これを実施するには「放射性表面汚染モニタ校正用線源」（JIS Z 4334:2019）に規定する標準線源が必要である。例えば、国家標準へのトレーサビリティの確保は必要であるし、10cm×10cm以上の面線源であることとされている。このような面線源を所有していない場合は、製造業者や校正事業者へ校正を委託することになる。

ハンドフットモニタの試験項目でJIS Z 4338:2006について、当研究会は「警報動作」を点検に位置付けた。予め警報設定したモニタに対して、パルスジェネレータ等の模擬信号発生装置を用いて模擬信号を信号処理部に入力して指示値を変化させることで、警報動作の確認ができる。パルスジェネレータ等の模擬信号発生装置を所有している事業者や警報試験の自己点検機能を持つモニタの場合は、比較的容易に事業者で対応が可能と考えられる。そうでない場合は製造業者又は点検業者への委託が必要となる。

放射性表面汚染サーベイメータの試験項目でJIS Z 4329:2004について、当研究会は「機器効率」を校正に位置付けた。しかし、これを実施するにはJIS Z 4334:2019に規定する標準線源を必要とする。線源は面線源であるが、これを所有していない場合は、製造業者や校正事業者へ校正を委託することになる。

放射性表面汚染サーベイメータの試験項目でJIS Z 4329:2004について、当研究会は、「警報設定精度」を点検に位置付けた。予め警報設定したモニタに対して、パルスジェネレータ等の模擬信号発生装置を用いて模擬信号をサーベイメータに入力して指示値を変化させることで、警報動作の確認ができる。パルスジェネレータ等の模擬信号発生装置を所有している事業者や警報試験の自己点検機能を持つモニタの場合は、比較的容易に事業者で対応が可能と考える。そうでない場合は製造業者又は点検業者への委託が必要となる。

（6）空間線量率サーベイメータ

空間線量測定用サーベイメータのJIS規格には、X線及びγ線用線量当量（率）測定器について規定されているJIS規格並びに中性子線量当量（率）測定器について規定されているJIS規格がある。また、それぞれのJIS規格には、製品の性能を試験する方法を規定した製品JIS規格と製品の校正方法を規定した校正JIS規格がある。ここでは、これら4つのJIS規格について紹介する。

1）X線及びγ線用線量当量（率）測定器

① 製品JIS規格　JIS Z 4333:2014

X線及びγ線用線量当量（率）測定器の場合、校正JIS規格が別に規定されているため、測定器を使用するユーザーが点検や校正を行う際に引用できる項目は、**別表4.1**のX線、γ線及びβ線用線量当量（率）サーベイメータ（JIS Z 4333:2014）に示すとおり、「警報設定精度」（点検項目）のみと当研究会では考えた。

② 校正JIS規格　JIS Z 4511:2018

X線及びγ線用線量（率）測定器の校正方法（JIS Z 4511:2018）は、主に校正機関

及びメーカーが使うことを想定して作られていると考えられるが、「簡素化された校正」等、一部の校正方法については、ユーザーが実施出来る内容だと考えられる。当該 JIS 規格に規定されている校正方法等を**別紙 4. 1** に示す。

２）中性子用線量当量（率）測定器

① 製品 JIS 規格　JIS Z 4341:2006

中性子用線量当量（率）測定器の場合、校正 JIS 規格が別に規定されているため、校正方法及び点検方法に取り入れられる規定は、**別表 4.1** の中性子用線量当量（率）サーベイメータ（JIS Z 4341:2006）に示すとおり、「警報設定精度」（点検項目）のみと当研究会では考えた。ただし、γ線の混在場で中性子の測定を行う場合には、当該規格に規定されているとおりγ線に対する影響を評価しておくことが重要である。

② 校正 JIS 規格　JIS Z 4521:2006

中性子線量当量（率）計の校正方法（JIS Z 4521:2006）については、X 線及び γ 線用線量当量（率）測定器と異なり、簡易的な校正方法について紹介されていない。このため、ユーザーが当該規定どおりに校正を行うことは難しいと考えられる。しかし、ユーザーが校正機関等に校正を依頼する際の指標になるため、当該 JIS 規格に規定されている校正方法等を**別紙 4.2** に示す。

なお、これらの製品 JIS 規格におけるいくつかの試験に対する許容範囲は不確かさを考慮したものとなっているほか、校正 JIS 規格においても校正定数の不確かさの求め方が示されている。不確かさとは、線量計の校正定数やレスポンスなどの測定値の曖昧さを定量的に表現するために、合理的に測定対象量に結び付けられ得る値の広がりを特徴付けるパラメータである。例えば、校正においては、被校正器の指示値のばらつきや、校正定数を得るために用いた条件の曖昧さ（測定機器や測定条件に関する情報の曖昧さ）を不確かさに加味する。これら１つ１つの要因を特定してその不確かさを評価し、これらを総合して全体的な不確かさを記述することになる。不確かさは測定された値の合理的に信頼できる範囲を明示するものであり、校正や試験結果の精度を示すものとして付記することが望ましい。しかしながら、不確かさの評価には、測定の性質や不確かさについての知識や熟練度が必要であるため、校正機関やメーカーなどの専門機関以外で適切に評価することは困難と考えられる。

（７）電子式個人線量計

電子式個人線量計についても、X 線、γ 線、β 線及び中性子用に共通する１つの製品 JIS 規格と３つの校正 JIS 規格が、関連する JIS 規格となる。

① 製品 JIS 規格　JIS Z 4312:2013

体幹部に装着し、X 線、γ線、β線及び中性子の個人線量当量 $H_p(10)$ 及び $H_p(0.07)$ を測定する電子式線量（率）計が対象である。本規格では、25 項目にわたる性能要求事項とその試験方法が規定されているが、共通の試験条件として、後述する校正 JIS 規格で規定されているような基準放射線で行い、その基準線量（率）は国家標準へのトレーサ

ビリティが確保されていることが望ましいとされている。記載されている試験項目としては、（６）の空間線量測定用サーベイメータの製品 JIS 規格とほぼ同等の項目（エネルギー・方向特性、オーバーロード特性や相対基準誤差など）が規定されているが、一部、指示値の保持特性といった固有の項目も規定されている。ただし、空間線量測定用サーベイメータと同等の試験項目であっても、相対基準誤差、自然放射線による積算線量、警報設定動作、エネルギー・方向特性の各試験についてはファントムに設置した状態で実施することが求められている。この際、ファントムは JIS Z 4331:2005 に規定する PW ファントム（外形が 30 cm×30 cm×15 cm の水槽形メタクリル樹脂製ファントム）を用いる必要がある[4]。

校正 JIS 規格が別に規定されているため、これらの試験項目のうち、測定器を使用する事業者が点検や校正を行う際に引用できる項目は、「警報設定動作」（点検項目）のみと当研究会では考えた。当該試験においては、警報付きの電子式個人線量計に適用でき、通常の線量測定用線量計の場合は、線量計をファントムに装着した状態で、警報が 100 秒間は発生しない線量率で照射する。照射開始から警報発生までの時間を測定することにより警報発生線量を算出し、警報設定値と比較する試験である。なお、当該試験項目については、補正係数を用いてファントム使用状態に換算することで、ファントムを使用しない照射も可能とされている。

② 校正 JIS 規格

X 線及び γ 線に対する JIS Z 4511:2018、β 線に対する JIS Z 4514:2010、中性子に対する JIS Z 4521:2006 が該当規格であるが、β 線用の電子式個人線量計を使用している RI 事業者は限られていることから、ここでは他の２つの規格について紹介する。

・X 線及び γ 線　JIS Z 4511:2018

Ｘ線及び γ 線用電子式個人線量計の校正方法が記載されている。主に校正機関及びメーカーが使うことを想定して作られていると考えられるが、「簡素化された校正」等、一部の校正方法については、事業者で実施できる内容であると考えられる。校正の際は上述した JIS Z 4331:2005 に示される PW ファントムを用いることが望ましいとされている[5]が、補正係数を用いてファントム使用状態に換算することで、ファントムを使用しない校正方法についても付属書に規定されている。当該 JIS 規格に規定されている校正方法等を**別紙 4. 1** に示す。なお、照射の際は、ファントム全体が照射野に入るようにする必要がある。

・中性子　JIS Z 4521:2006

中性子用電子式個人線量計の校正方法が記載されているが、こちらも主に校正機関及びメーカーが使うことを想定していると考えられ、簡素化された校正方法について

[4] 一定の条件下では、他のファントムも用いることができる。

[5] Cs-137 又はそれ以上の高いエネルギーの放射線による校正の際には、JIS Z 4331:2005 で規定されているメタクリル樹脂製平板固体ファントムを用いることができる。

も規定されていないことから事業者が当該規定どおりに校正を行うことは困難と考えられる。しかし、校正機関等に校正を依頼する際の指標となるため、当該 JIS 規格に規定されている校正方法等を**別紙 4. 2** に示す。X 線やγ線の場合と同様、線量計は JIS Z 4331:2005 に規定するファントムに設置した状態で照射する必要があるほか、ファントム表面と線源中心との間の距離は 75 cm 以上とすることが望ましいと記載されている。

4.3　その他の規格

4.3.1　トリチウムガスモニタについて

放射性ガス測定器に関する規格は既述の通り、製品 JIS 規格で制定されているものは放射性希ガスについてのみである。しかし、生命科学分野を中心に非密封トリチウムは広く利用されている。このため、当研究会はトリチウムガス測定器に関する IEC が規定する規格を調べた。

IEC は放射性ガスの連続モニタリングについて、60761 番でパート１から５まで規格を制定している。60761-1 は放射性ガスモニタの共通規格、60761-2 はエアロゾル用モニタ、60761-3 は希ガス用モニタ、60761-4 はヨウ素用モニタ、そして 60761-5 がトリチウムガス用モニタに関するものである。この節では 60761-1 及び 60761-5 を紹介する。さらに、60761-5 を補完する規格として 62303 番について紹介する。

（1）IEC60761-1 Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents Part 1:General requirements

この規格は放射線施設の正常運転時及びあらかじめ予想される擾乱発生時における放射性ガス状排気物の連続モニタリング装置に適用され、このような装置への一般的要求事項が掲載されている。

この規格は、放射線検出部に関すること、電子的・機械的特性に関すること、環境耐性及び空気供給システムに関することの中で、それぞれの区分内で詳細試験項目を設定している。放射線検出部に関することが放射線測定器の管理上重要であり、規格中の表２及び表３に試験項目・要求事項がまとめられている。この２つの表を参考に、当研究会は、放射性ガス測定器を利用するユーザーが点検や校正を行う際に引用できる項目を**表 4.3.1.1** の通りまとめた。

Reference response を校正としたが、試験の実施にガス線源又は標準器が必要とされているため、日本国内では実施が困難であると、当研究会は考えている。測定器の警報に関する Alarm trip range が点検にあたるとした。いわゆる、高（H）アラームの動作点検である。

（２）IEC60761-5 Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents Part 5:Specific requirements for tritium monitors

この規格はIEC60761-1を補完するものである。環境に放出されるガス状トリチウムを連続又はバッチで測定する装置に適用される。規格中の表２及び表３に試験項目・要求事項がまとめられているが、大部分が60761-1で説明した別表と同様であったので省略する。この規格の固有なものを**表4.3.1.2**にまとめた。当研究会はトリチウムガス測定器に関して、４点（Response time, Susceptibility to gaseous retention , Response to other chemical forms of tritium, Response to radioactive gases other than tritium）を60761-5固有の試験項目として判断したが、いずれも点検や校正にあたらない。

（３）IEC62303 Radiation protection instrumentation - Equipment for monitoring airborne tritium

この規格は 60761-5 を補完するものである。この規格は事故時に使用できる測定器へも適用される。規格中の表２及び表３に試験項目・要求事項がまとめられている。この２つの表を参考に、当研究会は、放射性ガス測定器を利用するユーザーが点検や校正を行う際に引用できる項目を**表4.3.1.3**の通りまとめた。

Reference response を校正としたが、試験の実施にガス線源又は固体線源が必要とされている。ただし、固体線源は測定器の型式試験時にガス線源と紐づけしておく必要がある。測定器の警報に関するAlarm trip rangeが点検にあたるとした。

表4.3.1.1　60761-1の試験項目

試験項目	内容	分類とコメント
Reference response 基準レスポンス	濃度に関して、指示値と最も確からしい値(Conventionally true value)の比を決める試験だが、トリチウム測定器の場合は±15%以内の範囲に入ること。	校正 体積線源又は校正された標準器が必要だが、日本国内では安定的な入手は困難である。
Linearity 直線性	測定有効レンジ内の評価点において、その相対誤差(relative error)が±10%より小さいこと。	その他 固体線源で実施できるが、線源セットが必要である。
Overload オーバーロード	線源を使って、装置の最大指示値の 10 倍を超えるように、装置を照射した場合、装置の指示値がフルスケールを示していることを確認する。	その他
Statistical fluctuations	変動係数が 10%未満で	その他

変動係数	あること。	
Stability of indication 指示値の安定性	装置の起動後 100h 経ったあとの表示値の変動が 10%より小さいこと。	その他
Alarm trip range 警報の検出	調整可能な全てのアラームで行う必要があり、製造者が指定する信号発生器を使う。	点検
Alarm trip stability 警報の検出の安定性	装置の起動後 100h 経っても警報点の移動が<5%であること。	その他
Equipment fault alarms 故障警報	Alarm trip stability 試験に準じて行うとされているが、製造業者とユーザーの取決めで決められる場合もある。	その他
External gamma radiation from a Cs-137 source in defined source/detector geometry 決まった方向からのガンマ線の影響	空気カーマ 10μGy/h の Cs-137 線源を使って行う。	その他
External gamma radiation from a Cs-137 source in another source/detector geometry 他の方向からのガンマ線の影響	空気カーマ 10μGy/h の Cs-137 線源を使って行うが、ガンマ線の照射方向は製造者とユーザーで取決める。	その他
External gamma radiation from other sources in defined source/detector geometry Cs-137 以外の線源を使ったガンマ線の影響	空気カーマ 10μGy/h の線源を使うが、必ず Co-60 を含めること。	その他
Warm-up time ウームアップ	指示値が 30 分以内に規定に納まること。	その他
Power supply voltage 供給電圧	公称電圧値の-12%から 10%に変動させて試験を行う。	その他 設計上の問題。
AC power supply frequency 供給電源の周波数	電源周波数を 47Hz から 51Hz に変化させて試験を行う。	その他 設計上の問題。
AC power supply transient effects 供給電源の過渡応答	IEC61000-4-4 の severity レベル 3 に対応しているかどうかを確認する。	その他 設計上の問題
Ambient temperature 温度	3 種類の温度範囲（10℃～35℃、-10℃～40℃、-25℃～50℃）での指示値の安定性を確認する。	その他 設計上の問題。

Relative humidity 湿度	35℃において相対湿度 90%まで変化させて指示値の安定性を確認する。	その他 設計上の問題。
Atmospheric pressure 大気圧	検出器にガスを使うなど、検出器が封じ切られていない場合に実施する。	その他 設計上の問題。
Sealing 封じ切り	装置が湿気や埃にさらされる可能性がある場合に行う。IEC60068-2-27 を満足すること。	その他 設計上の問題。
Mechanical shocks 衝撃	製造者が規定する。	その他 設計上の問題。
External electromagnetic immunity and electrostatic discharge 電磁環境耐性(EMI)と静電放電(ESD)	IEC61000 シリーズの severity レベル 3 に基づく。	その他 設計上の問題。
Electromagnetic emission 電磁波の放出	EN55022 の severity クラス A に基づく。	その他 設計上の問題。

表 4.3.1.2　60761-5 の試験項目

試験項目	内容	分類とコメント
Response time 応答時間	製造者が指定するが、検出器内の空気が入れ替わる時間も含む。	その他
Susceptibility to gaseous retention 残存ガスの影響	Decision threshold（測定している物理現象が現れたか否かを判断するしきい値）の 1000 倍の放射性ガスを装置に導入し、ガスを抜いた後の指示値への影響が 1%より小さいこと。	その他
Response to other chemical forms of tritium 他の化学形トリチウムの影響	特定の化学形のトリチウムを測定できるようデザインされた測定器が試験対象	その他
Response to radioactive gases other than tritium トリチウム以外の放射性ガスの影響	製造者が規定する。	その他

表 4.3.1.3　62303 の試験項目

試験項目	内容	分類とコメント
Reference response 基準レスポンス	濃度に関して、指示値と最も確からしい値(Conventionally true value)の比を決める試験だが、製造者の定める指示値から±15%を超えて外れないこと。	校正 体積線源が必要だが、日本国内では安定的な入手は困難である。日常管理（routine tests）のみに適用するということで、固体線源が認められている。しかし、この固体線源は型式試験時に体積線源と紐づけしておく必要がある。
Linearity 直線性	測定有効レンジの評価点において、その relative error (相対誤差) が±15%より小さいこと。	その他 固体線源で実施できるが、上記のような線源セットが必要である。
Response time 応答時間	製造者の定めるところによる。	その他
Overload オーバーロード	線源で装置の最大指示値の 2 倍を超えるように装置を照射した場合、装置の指示値がフルスケールを示していることを確認する。	その他
Susceptibility to gaseous retention 残存ガスの影響	Decision threshold の 1000 倍の放射性ガスを装置に導入し、ガスを抜いた後の指示値への影響が 1%を超えない。	その他
Repeatability 再現性	変動係数が 15%未満であること。	その他
Stability of indications 指示値の安定性	装置の起動後 100h 経ったあとの表示値の変動が 10%未満であること。	その他
Alarm trip range 警報の検出	全て測定レンジで行う。	点検
Alarm trip stability 警報の検出の安定性	装置の起動後 100h 経っても警報点の移動が＜5%であること。	その他
Response to other chemical forms of tritium 他の化学形トリチウムの影響	特定の化学形のトリチウムを測定できるようデザインされた測定器が試験対象	その他
Response to radioactive gasses other than tritium トリチウム以外の放射性ガスの影響	製造者の指定による。	その他
External gamma radiation from Cs-137 source in defined source/detector	空気カーマ 10μGy/h の Cs-137 線源を使って行う。	その他

geometry 決まった方向からのガンマ線の影響		
External gamma radiation from Cs-137 source in other source/detector geometries 他の方向からのガンマ線の影響	空気カーマ 10μGy/hのCs-137線源を使って行う。	その他
External gamma radiation from other sources in the defined source/detector geometry Cs-137以外の線源を使ったガンマ線の影響	空気カーマ 10μGy/hの線源を使う。	その他
Warm-up time ウームアップ	指示値が30分以内に規定に納まること。	その他
AC power supply voltage 供給電圧	公称電圧の-12%から 10%の範囲で変化させ試験する。	その他
AC power supply variation 周波数の変動	供給電源の周波数を47Hzから51Hzに変化させる。	その他
Ambient temperature 温度	３種類の温度範囲（10℃～35℃、-10℃～40℃、-25℃～50℃）での指示値の安定性を確認する。	その他
Temperature shock 温度の急変	20℃から 40℃変化させ、次に20℃に戻し、-10℃へ落とす操作をし、指示値の安定性を確認する。	その他
Relative humidity 湿度	35℃において相対湿度 90%まで変化させて指示値の安定性を確認する。	その他
Atmospheric pressure 大気圧	製造者の指定による。	その他
Sealing 封じ切り	製造者の指定による。	その他
Mechanical shocks 機械的衝撃	製造者が規定する。	その他
Electromagnetic field of external origin and electrostatic discharge 外部の電磁場と静電放電（ESD）	製造者と使用者の合意	その他
Electromagnetic emission 電磁波の放出	製造者と使用者の合意	その他

4.3.2　液体シンチレーションカウンタについて

液体シンチレーションカウンタに関する国内の規格類を調査した結果、製品 JIS 規格は制定されておらず、放射能測定法シリーズ No.23 のみが放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイドに取り上げられている。液体シンチレーションカウンタは多くの大学、研究機関、企業等で排水や汚染の管理に用いられており、放射線管理の実務上も測定の信頼性を確保するためにも重要な測定器である。しかし、放射能測定法シリーズ No.23 には点検や校正に関連する記載がほとんどないことから、当研究会は液体シンチレーションカウンタに関する ISO 及び IEC が発行する規格に範囲を広げて調べた。各規格類について調査した結果を詳述する。

（1） 放射能測定法シリーズ No.23 液体シンチレーションカウンタによる放射線核種分析法

文部科学省が平成 8 年（1996 年）に改訂した放射能測定法シリーズ No.23 においては、液体シンチレーションカウンタを測定器として用いた環境放射線モニタリングで対象となる放射性核種の分析法について記載されている。測定法を中心に、「Ⅰ.チェレンコフ光による放射性ストロンチウム及び放射性セリウム分析法」、「Ⅱ.液体シンチレーション測定（β線）による放射性コバルト及び放射性ヨウ素分析法」、「Ⅲ. 液体シンチレーション測定（α線）によるプルトニウム分析法」について詳述されている。測定上の留意点、標準線源の作成法、LLD・ULD 等の設定方法、クエンチング補正法、放射能の計算方法などの具体的な分析法が実務で用いるマニュアルとして詳述されている。しかし、点検、校正に該当する具体的な記載は見当たらない。

（2） ISO 19361:2007 Measurement of radioactivity -Determination of beta emitters activities - Test method using liquid scintillation counting

液体シンチレーションカウンタによるβ線放出核種の放射能測定法に関する ISO 規格である。校正に用いる標準線源のトレーサビリティ確保や機器の安定性の確認などの点検や校正に関係する要求事項が規定されている。しかし、実施頻度などの具体的な運用に必要な要求は規定されていない。**表 4.3.2.1** に点検、校正に関係する項目を抜粋しその内容、当研究会としてのコメントをまとめる。

表 4.3.2.1 19361 の試験項目

項目	内容	分類とコメント
6 Reagents and equipment	－	
6.1 Reagents	－	
6.1.2 Calibration source solutions	校正用標準溶液について、国家標準又は国際標準とのトレーサビリテ	その他

	ィ、線源作成時からの減衰補正を行うこと等が記載されている。	標準線源の作成時に留意すべき点が記載されている
8 Procedure 8.3 .Quench correction	クエンチングについて、具体的な補正方法と留意事項が記載されている。	その他 クエンチング補正は測定の信頼性に深く関係する
8.6 Counting procedure 8.6.1 Control and calibration	測定システムが安定していることをバックグラウンド線源と標準線源を用いて監視することが要求されている。	点検 実施頻度などの具体的な運用に係る記載なし
8.6.3. Interference control 8.6.3.4 Equipment stability	トリチウムなどの低エネルギーβ線スペクトルの測定において機器が安定しない場合、それぞれの測定シーケンスごとに標準トリチウム溶液が入った密封試料と水が入ったブランク試料を測定することにより設定に変動がないかを確認することが望ましいとされている。	その他 低エネルギーβ線の測定で機器が安定しない場合の助言が記載されている。

（3） IEC 61304:1994 Nuclear instrumentation - Liquid-scintillation counting systems - Performance verification

多数の試料を自動で測定できるサンプルチェンジャーが付いた一般的な液体シンチレーションカウンタについて、性能を確認する方法を規定した IEC 規格である。本規格が対象としているのは、計数システムの計数効率（Counting system efficiency）と試料及び BG 計数率の再現性に係る性能であり、試料の前処理、クエンチング補正法、未知核種の同定方法等は対象としていない。点検や校正に用いるトリチウム線源、C-14 線源等の製造に係る要求事項が記載されているが、メーカーから購入する場合は、保管方法や使用期限を除き事業所が直接関係することはないと考えられる。点検・校正に使用する線源に対して国家標準とのトレーサビリティを供給している点については測定の信頼性を確保する観点から重要であると考えられる。しかし、同線源を用いた毎日の定期モニタリングを要求するなど、ISO/IEC17025 に基づく放射能測定サービス事業者等に要求される内容もあり、全ての項目

を取り入れるのは現実的ではないと考える。**表 4.3.2.2** に点検、校正に関係する項目を抜粋しその内容、当研究会としてのコメントをまとめる。

表 4.3.2.2 61304 の試験項目

項目	内容	分類とコメント
4. Sources and materials 4.1 Radioactivity standard material	放射能標準物質の放射能について、国家標準による認証を受けていること、又は、国家標準との測定に係る品質保証活動に参加している供給者から入手していること、を要求事項としている。	校正 線源に使用する放射能標準溶液について、国家標準とのトレーサビリティ確保を求めている。
4.2 Check sources	チェッキングソースを次の 4 種類に分類して、それぞれの留意点について記載している。 A)溶着ガラスに封止した既知放射能線源、B)溶着ガラスに封止した未知放射能線源、C)ガラス又はプラスチックねじ込み式容器に封止した既知放射能線源、D)ガラス又はプラスチックねじ込み式容器に封止した未知放射能線源	点検、校正 点検や校正で使用する線源の封止方法などの仕様に関する留意事項が記載されている。
4.2.1 Tritium check source	20℃で 5±1g/L の濃度で 2,5-ジフェニルオキサゾール (PPO) を含むトルエン 15±0.2mL を使う、線源バイアルには不活性ガスを充てんして密封する、2～5kBq のトリチウムを含むトルエンを使う、などのトリチウム線源の製造に係る要求事項が規定されている。	点検、校正 点検や校正で使用するトリチウム線源に適用される。
4.2.2 Carbon-14 check source	C-14 のチェッキング線源は、20℃で 5±1g/L の濃度で PPO を含むトルエン 15±0.2mL を使う、線源バイアルには不活性ガスを充てんして密封する、0.5～3kBq の C-14 を含むトルエンを使う、等の C-14 線	点検、校正 点検や校正で使用する C-14 線源に適用される。

	源の製造に係る要求事項が規定されている。	
4.2.3 Background check source	バックグラウンド用のチェッキング線源は、20℃で 5±1g/L の濃度で PPO を含むトルエン 15±0.2mL を使う、線源バイアルには不活性ガスを充てんして密封する、等のバックグラウンド用線源の製造に係る要求事項が規定されている。	点検 点検で使用するバックグラウンド線源に適用される。
4.2.4 Background sources (unquenched blank)	ガラスで封止されたバックグラウンド用線源は、液体シンチレーションカウンタのバックグラウンドの再現性を監視するのに用いられる。このような線源は、製造業者から unquenched バックグラウンド線源として販売されている。	点検 点検で使用するバックグラウンド線源に係る記載だが要求事項はない。
4.3 Expiration date of check sources	作成日を記入し、封止後 5 年を超えて使用すべきでない、直射日光や蛍光灯の下で保管しないことが線源の使用期限や保管方法に係る要求事項として記載されている。	点検、校正 点検や校正で使用する線源に適用される。
4.4 Materials		
4.4.1 Organic-scintillator solutes	線源の製造に用いる有機シンチレーション溶液の種類などの要求事項が記載されている。	点検、校正 点検や校正で使用する線源に適用される。
4.4.2 Radioactive material	トリチウムや C-14 でラベルされたトルエンは放射能標準物質として使用されなければならないという要求事項が記載されている。	点検、校正 点検や校正で使用する線源に適用される。
4.4.3 Sample container	線源容器は、高さを除いて IEC582 に準拠したタイプⅡガラスバイアルを用いること、低カリウムの硼ケイ酸ガラスを用いること、試料はバイアルの円筒型の部分に試料を収めること、等の容器に係る要求事項が記載されている。	点検、校正 点検や校正で使用する線源に適用される。

4.4.4 Purging gas	99.995%以上の純度で、酸素 2ppm、水 1ppm を超えないアルゴンまたは窒素のような不活性ガスとすることが充填ガスの要求事項として記載されている。	点検、校正 点検や校正で使用する線源に適用される。
5 Operations and tests 5.2 Test procedures 5.2.1 Frequency of testing	カウンタの設置後、サービス開始後、密封線源の更新後、その他にカウンタ測定精度に影響する可能性がある状況があった場合に、装置の性能を監視しなければならない等の性能試験頻度について記載されている。	点検、その他
5.2.2 Initial performance tests	カウンタの設置時と 5.2.1 記載事象の発生した後に、次の試験を要求している。 a) 線源を用いた効率の決定 b)バックグラウンド用線源に対する計数率の決定 c) 計数データばらつきの評価	点検、その他
5.2.2.1 Counting system efficiency *E* for tritium check source	放射能が既知の線源を用いること、製造者の推奨に従ってカウンタを設定すること、10^5カウント程度まで積算して計数率を導出すること等のトリチウム線源を用いた計数効率の決定方法について記載されている。	点検、校正
5.2.2.2 Counting system background in tritium channel	バックグラウンド用線源を用いて 5.2.2.1 の条件で測定をすること、バックグラウンド計数率が 0.7cps を超えた場合は原因の特定が必要なこと、原因が特定できないときは製造業者に相談すること等、トリチウム計数領域のバックグラウンド計数について記載されている。	点検、校正

5.2.2.3 Counting system efficiency and background counting rate for other radionuclides	その他の核種の計数効率とバックグラウンド計数について記載。 それぞれの核種に適した計数チャンネル領域を設定し、適切なチェッキング線源を用いて 5.2.2.1 と 5.2.2.2 の手順を繰り返すことが記載されている。	点検、校正
5.2.2.4 Counting system reproducibility	計数装置の再現性試験について、複数の方法が記載されている。	性能試験の内容についての要求事項があり、「点検」、「その他」に該当すると考えられる。
5.2.2.4.1 Standard deviation	計数装置の再現性試験のうち、標準偏差を用いた方法が詳述されている。 ポアソン分布を仮定した計数の標準偏差と比べて、複数回の測定を繰り返して得られた計数のばらつきから評価した標準偏差がはるかに大きい場合はその原因を調査すべきであることが記載されている。	点検、その他
5.2.2.4.2 Chi-squared(χ^2) test	計数装置の再現性試験のうち、χ^2 検定を用いた方法について詳述されている。 複数回測定した計数率から χ^2 値を計算し、その値がある限度内にあればその計数装置は一定の信頼度で満足に動作しているといえること等が記載されている。詳細は Annex A に記載されている。	点検、その他
5.2.3 Routine performance tests 5.2.3.1 General	定期的な性能試験 使用している期間中は、4.2 のタイプ A)線源と BG 線源を用いて性能を毎日モニタリングすること、Annex B に例示する品質管理記録	 点検 線源を用いた毎日の性能モニタリングは事業

	を作成すること等、定期的な性能試験（定期試験）の頻度と概要が記載されている。	者によっては現実的ではない。
5.2.3.2 Check source	封止後 5 年を超えない溶着ガラス封止線源を用いなければならない、カウンタ装置使用中は少なくとも各日 1 回 20000 計数以上、計数時間 30 秒以上の測定を行わなくてはならない、等の線源を用いた定期試験での要求事項が記載されている。	点検 線源を用いた毎日の性能モニタリングの実施、5 年ごとの線源更新は事業者によっては現実的ではない。
5.2.3.3 Background check source	カウンタ装置使用中は、少なくとも 1 日に２回、同じ溶着ガラス封止バックグラウンド線源を用いてバックグラウンド測定しなければならない、試料計数時との比較を考慮して十分なバックグラウンド測定時間が必要である、等の定期試験でのバックグラウンド測定についての要求事項が記載されている。	点検
5.2.3.4 Control chart limits	1 か月間の毎日のモニタリング結果に基づき、線源計数率及びバックグラウンド計数率の管理図（Control chart）の制限判定方法について記載されている。	点検 線源等を用いた毎日の性能モニタリング実施に基づいた項目であり、事業者によっては現実的ではない。
5.2.3.5 Results outside control limits	毎日の定期試験によるモニタリング結果が､5.2.3.4 の管理範囲外である場合の対応について記載されている。	点検 線源等を用いた毎日の性能モニタリング実施に基づいた項目であり、事業者によっては現実的ではない。

4.3.3　α／β ガス比例計数管式カウンタについて

α／βガス比例計数管式カウンタに関する国内の規格類を調査した結果、製品 JIS 規格は制定されておらず、国内の適用できる規格類は見つからなかった。α／βガス比例計数管式カウンタは表面汚染確認用スミア試料の測定、排気中の放射能濃度の管理のためのダストフィルタ試料の測定、排水中の放射能濃度の管理のための全αβ放射能測定などに用いられており、放射線管理の実務の観点において、測定の信頼性を確保するために重要な測定器である。しかし、同測定器に関係する国内の規格類がないことから、当研究会はα／βガス比例計数管式カウンタに関する IEC が発行する規格まで範囲を広げて調べた。

（1） IEC 62089:2001 Nuclear instrumentation - Calibration and usage of alpha/beta gas proportional counters

α／β線ガス比例計数管式カウンタの校正方法及び使用方法について規定した IEC 規格である。校正に用いる標準線源のトレーサビリティ確保や機器の安定性の確認などの点検や校正に関係する要求事項が規定されている。**表 4.3.3.1** に点検、校正に関係する項目を抜粋し、その内容と当研究会としてのコメントをまとめる。

表 4.3.3.1 62089 の試験項目

試験項目	内容	分類とコメント
4 Sources		
4.1 Reference sources	基準線源については ISO 8769 及び ISO8769-2 が参照されている。	「点検」、「校正」、「その他」に該当する記載はない。
4.2 Efficiency calibration sources	効率校正用線源について、次の要求事項が記載されている。 ・国家標準とのトレーサビリティ（詳細は 3.2.12 項に記載） ・例えば 500Bq 等の高い放射能であること。ただし、現実的な時間で校正データが得られ、かつ、数%を超えるデッドタイムとならないように選択する。 ・実際の試料のジオメトリーを再現できること（試料に応じて、点線源、面状線源等から適切なものを選択する必要がある。）。	校正 効率校正用線源について、国家標準とのトレーサビリティを要求している。JIS Z 4334:2019『放射性表面汚染モニタ校正用標準線源－α線, β 線及び X・γ 線放出核種』が準用できる。

	・試料中に予想される測定対象核種に合わせた、α 線用と β 線用の線源であること。	
4.3 Checking sources	チェッキング線源には、品質保証用のもの（4.3.1）と性能チェック用のもの（4.3.2）がある事が記載されている。	
4.3.1 Quality assurance checking sources	日々の検出効率の確認を通じて測定機器の統計的ばらつきを評価するために使われる品質保証用線源について詳述されている。必須ではないが精度よく特性が評価された線源が推奨されている。	点検 同じ線源を用いて、同一の測定体系と時間で点検のための測定をすることが要求されている。
4.3.2 Performance checking sources	検出器のプラトー特性の決定、α/β弁別の設定の他、システムの設定、維持管理分析など、様々な用途で用いられる性能チェック用線源について詳述されている。 検出効率の校正に用いられるわけではないので、線源の放射能に正確さは求められていない。	点検
5 Plateau measurement and system settings		
5.1 Plateau measurement	検出器の最適な動作電圧を決定するために必要な、電圧の特性（プラトー曲線）の測定方法について詳述されている。 次のタイミングでプラトー曲線を確認することが求められている。 ・検出器を初めて用いるとき ・計数ガスボンベの交換時 プラトー曲線を再取得したときには、検出効率、波高弁別器及びバックグラウンド計数率の再測定と、必要に応じて再評価が求められている。	その他

5.2 Discriminator settings		
5.2.1 General	α 線と β 線の弁別法について詳述されており、PHD 法（5.2.2）又は RTD 法（5.2.3）が一般的に利用されていることが述べられている。もう一つの手法である DVA（Detector Voltage Adjustment）法においては、波高弁別器のウインドウを広げて、検出器の動作電圧を変えることにより α 線と β 線を弁別する。特に混合核種の場合や自己吸収が変化するときに正確な測定結果を得るためには、波高弁別レベルの調整が重要となることが記載されている。 　また、α 線の計数が β 線として、あるいはこの逆のパターンで誤計数されるクロストークについて詳述されている。	その他
5.2.2 Pulse height discrimination settings（PHD method）	PHD 法におけるクロストークの影響を考慮した α 線と β 線を弁別測定するために必要なそれぞれのチャンネルの波高弁別レベルの設定方法について詳述している。	その他
5.2.3 Rise-time discrimination settings（RTD method）	RTD 法におけるクロストークの影響を考慮した α 線と β 線を弁別測定するために必要なそれぞれのチャンネルの信号波形の立ち上がり時間弁別レベルの設定方法について詳述している。	その他
6 Calibration		
6.1 General	カウンタシステムの校正について詳述されている。検出効率の校正は次のタイミングで行う。 ・ 部品交換または修理した。	校正、点検

	・ システムに変更を加えた（例えば、ガス流量の調整、サンプル調製手順の変更など） ・ 計数用ガスの品質または製造元が変更 さらに、装置の性能が変化していないことを確認するために、日毎の点検に加えて、計数ガスのボンベ交換の度に、品質保証用線源を使用した点検が必要である。	
6.2 Efficiency	検出効率について、留意事項が記載されている。試料中に含まれる可能性のある各放射性核種に対する効率を、効率校正用線源を用いて測定する。ここで、効率校正用線源に含まれる放射性核種は、1つのみとすべきとされている。また、サンプル形状毎に効率校正用線源のセットを用意することが求められている。	校正 測定対象核種のすべてについて、形状毎に効率校正用線源のセットを用意することは現実的ではない。ただし、α線とβ線の両方を測定する場合、それぞれの線源を個別に用意することは必要と考える。
6.3 Efficiency corrections	試料中での自己吸収による検出効率の補正について記載されている。	その他
7 Background	バックグラウンド(B.G.)測定について詳述されており、定期的な「長時間」及び「計数時間」の両方のB.G.測定が求められている。 「長時間」のB.G.測定は四半期に一度以上の頻度で、「計数時間」のB.G.測定は毎日実施することが求められている	点検
8 Performance tests		
8.1 General	本規格に記載された試験のすべてを実施することを要求してはいないが、性能担保のために使用される試験は、記載された手順に従わ	

	なければならないことが記載されている。	
8.2 System repeatability	効率校正用線源を用いた測定を複数回行い、システムの再現性を試験することが求められている、また、結果は統計的変動の範囲内でなければならないとされている。	点検 実施頻度については特に記載されていない。
8.3 System efficiency	システム全体としての計数効率について、毎日又は使用の都度、効率校正用線源で試験することが要求されている。	点検 毎日の効率確認は、同一の線源を使用している場合、必ずしも効率校正用線源を用いる必要はないと考える。
8.4 Verification of long-time counter background	10,000 秒以上の長時間での B.G. 測定を実施し、過去の BG 測定結果と比べて、α、β それぞれのチャンネルの計数が 3σ の範囲内で一致していることが求められている。	点検 実施頻度については特に記載されていない。
8.5 Verification of alpha, beta, and guard plateau bias points	電圧の変動や試料の直径、距離のわずかな違いによる計数率への影響を最小限にするために、プラトー曲線から設定した印加電圧を記録しておき、以前のプラトー曲線測定時の結果と比較することが求められている。	点検 実施頻度については特に記載されていない。
8.6 Verification of crosstalk	クロストークの測定において、以前の測定結果と今回の測定結果を比較したとき、α 線クロストークは 10%、β 線クロストークは 3%以内で一致していることを求めている。一致しない場合はクロストークの再設定を求めている。	点検 実施頻度については特に記載されていない。
8.7 Effectiveness of guard detector	低バックグラウンド測定に必要な宇宙放射線除去用ガード検出器の効果を決めることが求めており、前回のものに対して 3%未満で一致	点検 実施頻度については特に記載されていない。

	していなければならないとしている。	
8.8 Verification of alpha and beta efficiency	既知の放射能の核種が入った試料について 50000 カウントを超える計数が得られるまで測定し、測定値の合成標準不確かさが 2σ 以内で既知の値と一致していなければならない。	その他
8.9 General considerations in measuring alpha / beta emission rates	カウンタで α 線及び β 線の放出率を測定するときに考慮すべき事項が記載されている。例えば、比例計数管では、β 線のエネルギーにより検出効率が変化するため、最大エネルギーが最も低い核種で検出効率を校正すると保守的な評価となること等が記載されている。	校正、点検、その他に関する事項は記載なし

4.4　放射線測定法シリーズでの Ge 半導体検出器について

国（文部科学省及び原子力規制庁）により、環境中の放射性核種の分離・定量のための放射能分析・測定方法の基準となる「放射能測定法シリーズ」が整備されている。その中で Ge 半導体検出器を用いた放射能測定方法として、No.7「ゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトロメトリー」が発行されている。その第 5 章でエネルギー校正やピーク効率校正といった標準線源を用いた校正方法が示されている（**表 4.4.1**）。また第 9 章の 9.1 に「機器の健全性確認」という項目があり、標準線源を使った半値幅やピーク効率の確認による点検や、バックグラウンド測定や液体窒素の消費量確認などの日常点検の方法が示されている（**表 4.4.2**）。

表 4.4.1　ゲルマニウム半導体検出器の校正に関する項目

校正に関連する項目	記述概要
5.1　エネルギー校正	スペクトルデータのγ線エネルギーに対応している横軸（チャンネル）の校正方法が記載されている。既知の複数のγ線ピークを１次式または２次式で最小二乗法により求める。
5.3 ピーク効率校正	全エネルギー吸収ピークの面積から、放射能を求めるために必要となるピーク効率の校正方法を記載。γ線エネルギー、測定資料の形状、材質、密度によって変化するため、実測や補正等について解説されている。

表 4.4.2　ゲルマニウム半導体検出器の点検に関する項目

9.1(3)で示されている機器の日常点検項目	概要
エネルギー校正式の確認	標準線源を測定し、ピーク中心のずれが±1keV の範囲内であることを確認する。
バックグラウンド測定	測定試料がない状態でバックグラウンドを測定し、測定機器が汚染されていないことを確認する。
適切な空調管理	室温が安定して維持されていることを確認する。
液体窒素の消費量	液体窒素の消費量が異常に多くなっていないか確認する。

5. 報告書のまとめ

第2章で言及した改正施行規則第20条の適用において、最も大事な点は校正・点検のプロセスを適切な法定記録として残すことにある。記録の項目として、点検又は校正の方法、点検又は校正の結果及びこれに伴う措置の内容、があるが、これらはプロセスの信頼性を増すために重要であろう。第3章のアンケート結果から、例えば、図3.2.6.1放射線測定器の種類別でみた点検・校正の合否判定基準の文書化割合は、サーベイメータや電子線量計のような「小型」機器では進んでいるが、液体シンチレーションカウンタやハンドフットクロスモニタのような「大型」機器では進んでいないことがわかる。図3.3.4.1放射線測定器の種類の区別なく事業所種別でみた点検・校正の合否判定基準の文書化割合は、教育機関が最も進んでいない。点検・校正の実施方法の文書化についても、同様の傾向がみられる（図3.2.5.4と図3.3.3.2)。こういった傾向は、例えば図3.2.3.2の指示値に対する点検校正状況（割合）と相関関係があるように思える。この図の中では、やはり「大型」機器は点検・校正を実施しない割合が高い。機器の大きさによって、点検・校正の手軽さの違いがあるのかもしれない。事業所自ら点検・校正を行う場合、線源を使うのが一般的であるが、その線源はトレーサビリティが取れていることが望ましい。図3.2.5.6によれば、いずれの放射線測定器においても、使う線源のトレーサビリティが取れていない又は不明であるという回答が目立つ。放射線放出率等の情報が直接的に測定器の点検・校正の精度に結びつくような場合（例えば表面汚染サーベイメータの機器効率を決める等）は線源のトレーサビリティ確保が必要になる。事業所自らによる点検・校正を維持する場合は、線源を計画的に更新していくことが必要であろう。

第4章では規格の状況について説明した。別表4.1からわかるように、点検・校正に利用できる製品に係るJISの試験内容は「警報に関する試験」程度しかなく、「警報に関する試験」はパルスジェネレーターを持つ事業所であれば実施可能であり、そうではない事業所は製造業者等へ委託することになる。汚染検査用サーベイメータは適切な線源を有していれば、事業者自らが校正できるだろう。しかし、適切な線源はトレーサビリティが必須であるため、事業者自ら購入するか、それとも校正事業者へ外注するかを、費用対効果の観点で天秤にかけることになるであろう。X・ガンマ線用空間線量率サーベイメータについては、JIS Z 4511:2018の付属書にある「簡素化した校正・機能確認」であれば、事業者自ら校正可能である。中性子用サーベイメータについては、X・ガンマ線用空間線量率サーベイメータの場合に対応する「簡素化した校正・機能確認」がJIS Z 4521:2006では規定されていないが、散乱線を考慮するなど事業者が自ら「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できること」を説明できれば「簡素化した校正・機能確認」の考え方を適用することも可能であろう。事業者自らがそのような説明をすることが難しい場合には、校正は校正事業者や製造業者に外注することが現実的である。中性子用サーベイメータ以外の測定器、例えば汚染検査用サーベイメータの校正において、面線源を使えばJIS Z 4511:2018の「簡素化した校正・機能確認」の考え方を拡張することは、技術的に可能であると考えられる。しかし、この場合において、事業者が自ら「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できること」を説明する必要がある。IEC 規格に基づくトリチウムガスモニタ、液体シンチレーションカウンタ及びα/βガス比例計数管式カウンタに関しては、校正をするにあたっては、使用する線源としてトレーサビリティが付いた適当な線源を用いることが必要である。しかし、その線源の品質は液体シンチレーションカウンタの場合（表 4.3.2.2）からわかるように、様々な要求がされている。このため、事業者が定期的にこのような線源を入手・維持するのは、難しいであろうから、定期的に製造業者へ点検・校正を依頼するほうがよい。

6. 編集後記

表 6.1 は当研究会の活動について報告した会議及び解説記事の一覧である。日本保健物理学会をはじめ、日本放射線安全管理学会等のシンポジウムで活動の成果を報告した。さらに、当研究会の活動について、長瀬ランダウア社の機関紙で紹介した。2021 年度は主にアンケートへの協力依頼を、2022 年度は主にアンケートの中間集計の報告を行った。

当研究会での議論の中で、「校正」を実施するのが難しい機器が存在していることが明確となった。実際に放射性ガスを用いたガスモニタの校正など、校正事業者や校正施設が整備されていないものもある。当研究会立ち上げ時にもこれらの機器はある程度想定しており、JIS Z 4511:2018 附属書で示されている機能確認の手法を、当研究会の中で具体的な実験等を通じ検証したいと考えていた。これらの検証では、個体間のばらつきや長期変動なども含めて測定の不確かさを考慮しつつ妥当性の検証が重要である。しかし、コロナ等もありこの実証まで行えなかったのは非常に残念に思っている。

当研究会は 2023 年 3 月末で終了したが、残った課題の解決は放射線施設の管理を行っていく上で重要だと思っている。当研究会メンバーはこの報告書に興味を持たれた方々と、これらの課題解決を引き続き検討していきたいと考えている。

表 6.1　当研究会の活動を報告した会議及び解説記事

年月日	報告会/解説記事
2021 年 6 月 21 日	JHPS 令和 3 年度企画シンポジウム　専門研究会セッション 2
2021 年 6 月 25 日	日本放射線安全管理学会　6 月シンポジウム セッション 3　放射性同位元素等規制法における測定の信頼性確保
2021 年 10 月 29 日	令和 3 年度日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会年次大会 シンポジウム 2-2　コロナ禍や法令改正における放射線施設のチャレンジング
2021 年 12 月 3 日	第 3 回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会 合同シンポジウム 3
2021 年 12 月 7 日	第 31 回放射線・放射能・中性子計測クラブ研究会
2022 年 6 月 3 日	第 45 回国立大学アイソトープ総合センター長会議
2022 年 11 月 27 日	第 4 回日本保健物理学会・日本放射線安全管理学会合同大会 JHPS 企画セッション 7
2023 年 1 月 24 日	日本アイソトープ協会放射線安全取扱部会放射線管理実務セミナー（東北支部）
2023 年 2 月 2 日	筑波放射線安全交流会情報交換会
2023 年 2 月 8 日	国際計量研究連絡委員会　令和 4 年度放射線標準分科会
2023 年 2 月 24 日	放射線障害防止中央協議会　令和 4 年度（春期）放射線安全管理研修会

2023年3月号	長瀬ランダウア株式会社　NLだより

別表 2.1　放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイド（測定の信頼性確保関係）の改正案に対する科学的・技術的意見の募集（パブコメ）について、当研究会が提出したコメントと原子力規制委員会から提示された回答

https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCM1040&id=198021205&Mode=1

該当箇所		意見および理由	原子力規制委員会の回答
6ページ 5行目	6-2) ①放射線障害のおそれのある場所の放射線の量又は放射性同位元素による汚染の状況を知るために最も適した測定箇所、測定を行う頻度及び測定の方法	頻度について、法令上求められている頻度(非密封は月に1回）を超えないように設定すれば、問題ないか？	放射線の量の測定及び放射性同位元素による汚染の状況の測定については、使用する放射性同位元素又は放射線発生装置の区分に応じ、規則第20条第1項第4号に規定された頻度により測定を行うことで差し支えありません。
6ページ 8行目	6-2) ②測定に用いる放射線測定器ごとに行う点検及び校正の方法並びにこれらの組合せ	別紙の図（この資料の16ページにあるもの）を想定していると思うが、規制委員会として最小限の組み合わせを提示しないのか？	点検及び校正の組合せの選択肢として、ある1年において何らかの点検を実施することはなく、校正のみを行うという対応は想定し難いことから、ある1年のうちに点検を行うか、点検及び校正を行うかの組合せになります。また、点検についてはその範囲や内容により複数の種類及 び方法となる場合が考えられること、校正についても求める精度により異なる実施方法となる場合があることから、 御意見の「原子力規制委員会として最小限の組合せを提示」することは困難であり、予防規程ガイド改正

			案の別紙の図では代表例として示すこととしました。
6ページ 13行目	6-3) ① 外部被ばくによる線量について	規則第 20 条第 2 項第 1 号ホ但し書きにある「放射線測定器による測定が困難な場合の計算による代替」についてはガイドラインにおいて言及がないため、言及すべきである。	御意見の放射線測定器を用いて測定することが著しく困難な場合における計算による値の算出については、変更はありません。 なお、今回の改正は、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。)の改正であり、放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則(昭和 35 年総理府令第 56 号。以下「規則」という。)で定める規定の内容を変更するものではありません。 また、御意見のような誤解が生じる可能性があることから、予防規程ガイド改正案において規則との関連性がより明確になるよう同ガイド改正案の 6-5)を下記の下線部のとおり修正します。 4ページ 6-5) 放射線施設の状況に照らし、6-2)<u>から 6-4)に掲げる測定の実施に係る事項のほか、放射線測定器を用いて測定することが著しく困難な場合において計算によってこれらの値の算出をするとき等、規則第 20 条の規定を踏まえた措置を適切に実施する上で必要となる</u>事項を規定すること。
7ページ 1行目	6-3) ② 内部被ばくによる	内部被ばくの測定方法として「バイオアッセイ法」、「体外計測法」、「計算法」がある。特	御意見の放射線測定器を用いて測定することが著しく困難な場合における計算による値の算出については、変更

	線量について	に「計算法」は数量告示第 19 条第 2 項中の Ei=e×Ｉ のＩ（吸入摂取又は経口摂取した放射性同位元素の摂取量）を求めるために簡便な方法なので、ほとんどの事業所がこの方法を採用している。具体的には電離則第 55 条で求められている作業環境測定の結果を使う、或いは非密封ＲＩ累積使用数量からＩを評価する。ガイドラインにおいては、放射線測定器を使う場合のみに言及しているので、今後は「計算法」は使用できなくなるのか？「計算法」をこれまで通り使用できるようにすべきである。合わせて、「計算法」における作業環境測定がガイドラインにおいて認められる場合、測定に用いる測定器（ダストサンプラー、比例計数管等）は電離則管理下の機器ではあるが、ＲＩ規制法における測定の信頼性の対象になるのか（非密封ＲＩ事業者における放射性物質の作業環境測定はその多くが、外注されている。このため、ＲＩ法施行規則の改正に対応するべき事業者の範囲が増える可能性があるので重要。）？	ありません。 なお、御意見のような誤解が生じる可能性があることから、予防規程ガイド改正案において規則との関連性がより明確になるよう同ガイド改正案の 6-5)を下記の下線部のとおり修正します。 また、御意見の電離放射線障害防止規則(昭和 47 年労働省令第 41 号)の管理下に置かれている機器が規則第 20 条に係る測定の信頼性を確保するための措置の対象になるか否かということについては、御意見の趣旨が明らかではありませんが、それらの機器が、放射性同位元素等の規制に関する 法律(昭和 32 年法律第 167 号。以下「法」という。)に基づく測定に用いられるのであれば、規則第 20 条第 1 項第 5 号、同条第 2 項第 4 号及び同条第 3 項第 4 号の規定に定める措置の対象となります。 4 ページ 6-5) 放射線施設の状況に照らし、6-2)から 6-4)に掲げる測定の実施に係る事項のほか、放射線測定器を用いて測定することが著しく困難な場合において計算によってこれらの値の算出をするとき等、規則第 20 条の規定を踏まえた措置を適切に実施する上で必要となる事項を規定すること。
7 ページ 5 行目	6－4) 全体	規則第 20 条第 3 項但し書きにある「放射線測定器による測定が困難な場合の計算による	御意見の放射線測定器を用いて測定することが著しく困難な場合における計算による値の算出については、変更

		代替」についてはガイドラインにおいて言及がないため、言及すべきである。	はありません。 なお、今回の改正は、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。)の改正であり、放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則(昭和 35 年総理府令第 56 号。以下「規則」という。)で定める規定の内容を変更するものではありません。 また、御意見のような誤解が生じる可能性があることから、予防規程ガイド改正案において規則との関連性がより明確になるよう同ガイド改正案の 6-5)を下記の下線部のとおり修正します。 4 ページ 6-5) 放射線施設の状況に照らし、6-2)から 6-4)に掲げる測定の実施に係る事項のほか、放射線測定器を用いて測定することが著しく困難な場合において計算によってこれらの値の算出をするとき等、規則第 20 条の規定を踏まえた措置を適切に実施する上で必要となる事項を規定すること。
7 ページ 13 行目	6－5) 全体	「特別な対応を要するもの」とは具体的に何を想定しているのか？例示されたい。	御意見の「特別な対応を要するものその他の必要な事項に関連するもの」は、規則第 20 条の規定を踏まえた措置を適切に実施するために放射線障害予防規程に規定すべき事項で、6-2)から 6-4)に掲げる事項以外のものを想定しています。その一つの例として、放射線測定器を用い

			て測定することが著しく困難である場合に計算によって線量を算出するときが挙げられます。 御意見を踏まえ、規則との関連性がより明確になるよう同ガイド改正案の 6-5)を下記の下線部のとおり修正します。 また、御意見の例については、その内容及び適用する状況等が明確でないため、その適否を回答することは困難ですが、その適用に当たっては、許可届出使用者及び許可廃棄業者が測定の信頼性を確保するための措置としてその妥当性を説明する必要があります。 4 ページ 6-5) 放射線施設の状況に照らし、6-2)から 6-4)に掲げる測定の実施に係る事項のほか、放射線測定器を用いて測定することが著しく困難な場合において計算によってこれらの値の算出をするとき等、規則第 20 条の規定を踏まえた措置を適切に実施する上で必要となる事項を規定すること。
１０ページの表１中3段目	別紙　１－２ 表１　一時的立入者のうち、100μＳｖを超える恐れのある者の信頼性を確保するための措置を講じた測	100μSv を超える場合には測定を求められるべきだが、そこに信頼性の確保まで求めるのは過剰な要求である。 具体的には、同じ表の上段にある「放射線業務従事者」の場合に比べて、要求が過剰であるように読めてしまう。言い換えると、2 つ	一時的立入者のうち、外部被ばくによる実効線量が 100μSv を超えるおそれのある者については、放射線業務従事者と同様の措置を講じた測定又は点検及び校正を行った放射線測定器による測定を行う必要があります。 なお、いずれかの測定により行うことを趣旨として示していましたが、御意見を踏まえ、そのことがより明確に

<table>
<tr>
<td></td>
<td>定</td>
<td>の要件が AND であるように読めてしまうので、修正すべきである。ガイドライン本文（１０ページの７，８行目）についても誤解を招くため、修正をすべきである。

「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及びこれに対する意見募集の結果について　―放射線測定の信頼性確保の義務化―」令和 2 年 9 月 2 日 原子力規制委員会
https://www.nsr.go.jp/data/000325160.pdf の意見 54,　55 に対する考え方の 2 番目の回答“・“において、
「・外部被ばく線量の測定の対象のうち管理区域に立ち入る者(一時立入者を除く)に係る測定については ISO/IEC 17025 等によりその信頼性が確保されることを求めていますが、外部被ばく線量の測定の対象のうち一時立入者に係る測定については点検及び校正を適切に行うことを求めることとしています。したがって、EPD(電子式ポケット線量計)を使用して管理区域に立ち入る者のうち一時立入者に係る測定を行う場合には、ISO/IEC 17025 等</td>
<td>なるよう、予防規程ガイド改正案の別紙の表 1 を下記の下線部のとおり修正します。
また、一時的立入者のうち、外部被ばくによる実効線量が 100μSv を超えるおそれのある者については、測定の結果の記録を保存する義務があります。

8 ページ
表 1　放射線施設に立ち入った者の区分ごと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との関係
<table>
<tr>
<td>一時的立入者</td>
<td>外部被ばくによる実効線量が 100μSv を超えるおそれのある者</td>
<td>有</td>
<td><u>次のいずれか。</u>
・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
・放射線測定器について、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</td>
</tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

		によりその信頼性を確保する措置は必ずしも必要ありません。」 との回答と矛盾しているのではないか。 さらに、「第 3 回放射性同位元素等規制法に係る審査ガイド等の整備に関する意見聴取要（令和 2 年 12 月 17 日）」において提示された別紙の別表１においては、「測定器に用いる放射線測定器について、点検及び構成を１年毎に適切に組み合わせて行う」のみが記載されていた。管理区域へ一時立入する者に係る被ばく記録については保管の義務がないので、事業者の自主的な点検・校正の組み合わせで十分なはずである。	
１１ページの表２中２段目	別紙２－１ 表２中の線源（チェッキングソース等）測定という表現	例えば、希ガスモニタやトリチウムガスモニタの場合、計量法に基づく校正を行うには、放射性希ガスやトリチウムガスが必要となるが、わが国においてはこういった放射性ガスの供給体制が整備されていない。このため、事業者においては通常の線源(固体状のもの)で応答確認をしているのが現状である。この意味において、表２において「点検」として具体例を出してしまうことは、事業者の手足をしばることになりかねず、結果的に RI 利用	表２は、放射線測定器の点検方法を例示したものであり、許可届出使用者及び許可廃棄業者において、放射線測定器が有する機能及び期待される性能が維持できるよう、点検方法を定め、点検を実施する必要があります。 なお、放射線測定器の点検方法の例示については、製造メーカが取扱説明書に示す方法等により自ら点検を実施することができる場合もあることから保守管理担当者を含めて示したほか、「内部開放点検」や「回路点検」については、その方法及び適用の状況が一様なものでないことから、一般的な表現ぶりとして例示したものです。 こ

		の中止を招くことにつながる。線源については削除すべきである。	のように、製造メーカ等で実施することが奨励されるものを、強いてユーザが実施することを求めるものではありません。 よって、原案のとおりとします。
１７ページの右端列	別紙 表４ ⑤校正の方法 放射性ガスモニタ C3 排水モニタ C6	放射性ガスモニタ及び排水モニタの JIS 規格に記載されている校正方法は、放射性ガス状線源及び放射性溶液線源を使用した校正が記載されている。一般ユーザがこれを実施することは不可能であり、製作メーカー経由で校正機関に校正を依頼することになるが、高コスト（数百万）となり現実的でない。このため、JIS 規格に記載された固体線源を用いたレスポンス確認で代替することを考慮すべきである。 １２ページの２－２「校正」の中で、規則第 20 条で認める「校正」の１つとして、「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」とあるので、この定義を活用し、「固体線源を用いたレスポンス確認で代替する」可能性のある機器については、17 ページの表 4 の③校正の方法中の適用例の E 列において E2 と追記してはどうか？E 列には既に	放射線測定器の点検及び校正により、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並びに必要な精度の確保がされていることを確認する必要があります。 表 4 は、管理区域に立ち入る者に係る内部被ばくによる線量及び施設等の放射線の測定に用いる放射線測定器の点検及び校正の実施に関する計画を検討する際に、参照すべき事項を例として示したものであり、許可届出使用者及び許可廃棄業者において、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、必要な精度が確保されるよう、点検及び校正を行う必要があります。 よって、原案のとおりとします。

		E1 と入れている機器があるが、それ以外の機器は全て E2 と入れることになる。	
１４ページ 5 行目	２－３ …許可届出使用者及び許可廃棄業者は委託した外部の機関が放射線測定器を適切に点検及び校正を行っていることを、公的な認証・資格の取得状況や、契約等に基づき、委託する点検又は校正の実施に係る確認事項を定め、それらの実施状況及び記録等により確認することが求められる。	点検及び校正を請け負う外部機関が、ISO/IEC 17025 等の公的認証・資格を取得する必要があるのは今回の法改正においては放射線業務従事者の外部被ばく線量測定のみであり、左記の「公的な認証・資格の取得状況や、」の記載は、他の測定項目についても公的認証・資格を取得する必要があるとの誤解を招くおそれがある。また、点検に関する公的認証・資格は存在しないし、校正についても国家標準とトレーサビリティが取れた校正場や基準器で校正できるのであれば、JCSS 及び ISO/IEC17025 認証まで取得している必要性はない。このため、下線部を削除すべきである。	予防規程ガイド改正案の別紙の 2-3 では、許可届出使用者及び許可廃棄業者において、委託した外部の機関が、例えば ISO/IEC 17025 に基づく認定を受けた機関であること等の公的な認証・資格の取得状況等を確認することを示しているものです。その確認の方法は様々であり、それらの具体的な方法を一概に示すことは困難であることから、原案のとおりとします。 なお、校正事業者登録制度（JCSS）による校正事業者については、公的な機関がウェブサイト等において公知するものにより、その認定内容や年月日等について確認できるものと認識しています。
１７ページの右端列	別紙 表４ ⑤校正の方法 放射性表面汚染サーベイメータ　C4	左記の機器を製造メーカーから購入する場合、メーカーにおいて点検・校正したのちに客先へ出荷される。機器によっては、その校正に使う面線源のα/β面放出率の校正はＤＫＤ（ドイツ校正サービス）認定校正試験所	放射線測定器の点検及び校正により、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並びに必要な精度の確保がされていることを確認する必要があります。 表 4 は、管理区域に立ち入る者に係る内部被ばくによる

	ハンドフットモニタ C8 体表面汚染モニタ C8	が供給する二次標準を介して、ＰＴＢ（ドイツ物理技術研究所：国家基準）にトレーサブルとなっている。我が国は国際相互承認協定（CIPM-MRA）を通じて、ＰＴＢの校正結果を認めることになっている。 計量法において校正の対象とされるのは計量器（機器）又は標準物質である。既述の面線源は標準物質ではないし、計器でもない。このため、機器の校正に使う線源のトレーサビリティ体系（トレーサビリティ証明書の発行機関やグレード（※例えばＪＣＳＳマーク付き））について、過剰な要求をされないように求める。	線量及び施設等の放射線の測定に用いる放射線測定器の点検及び校正の実施に関する計画を検討する際に、参照すべき事項を例として示したものであり、許可届出使用者及び許可廃棄業者において、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、必要な精度が確保されるよう、点検及び校正を行う必要があります。 よって、原案のとおりとします。

16 ページ	図：放射線障害のおそれのある場所に関する放射線の量の測定に用いるγ線測定用サーベイメータの点検及び校正に係る実施計画の例	図の例ではいずれも複数年毎に◎(表 3 の A から C までに示すいずれかの校正方法等)が行われていて、◎の校正を定期的に実施することが必須のような印象を受ける。測定装置によっては◎に該当する校正が現実的でない場合も考えられるため「◎の校正を計画に含めることは必須とはしない」等の記載をすべきである。また、例では校正を◎と○に分類すること自体が必須のことのような印象を受ける恐れもあるため、「校正を◎と○に分類しているのは一例であり、校正を 1 種類で計画しても良い」と記載していただきたい。	放射線測定器の点検及び校正により、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並びに必要な精度の確保がされていることを確認する必要があります。 点検及び校正の組合せの選択肢として、ある 1 年において何らかの点検を実施することはなく、校正のみを行うという対応は想定し難いことから、ある 1 年のうちに点検を行うか、点検及び校正を行うかの組合せになります。 予防規程ガイド改正案の別紙の図については、上記の考え 方の例を示したものであり、許可届出使用者及び許可廃棄業者は、放射線測定器の点検及び校正の実施時期や実施方法を定めた上で、その実施計画に基づき適切に措置を実施するものと考えます。よって、原案のとおりとします。
16 ページ	図：放射線障害のおそれのある場所に関する放射線の量の測定に用いるγ線測定用サーベイメータの点検及び校正に係る実施計画の例	例 1 では毎年◎か○の校正が行われているが、例 2 では場合によっては校正が行われない年もありうるように見える。測定装置によっては毎年の校正を行うことを前提とした設計をしている場合も考えられるため、毎年の校正を行わない場合には、製造メーカーに問題ないかの確認をした上での計画としていただきたい。	放射線測定器の点検及び校正により、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並びに必要な精度の確保がされていることを確認する必要があります。 点検及び校正の組合せの選択肢として、ある 1 年において何らかの点検を実施することはなく、校正のみを行うという対応は想定し難いことから、ある 1 年のうちに点検を行うか、点検及び校正を行うかの組合せになります。 予防規程ガイド改正案の別紙の図については、上記の考

			え方の例を示したものであり、許可届出使用者及び許可廃棄業者は、放射線測定器の点検及び校正の実施時期や実施方法を定めた上で、その実施計画に基づき適切に措置を実施するものと考えます。 よって、原案のとおりとします。

別表 4.1 製品 JIS 横断表（エリアモニタ類）

規格番号		JIS Z 4325-2019	JIS Z 4324-2017	メーカ社内基準
規格名称		環境γ線連続モニタ	X線及びγ線用据置形エリアモニタ	中性子ポスト及び中性子エリアモニタ
相対基準誤差	性能	・4.2 直線性 直線性の試験は，規定の試験をしたとき，相対レスポンスの許容範囲は−15%～22%に不確かさUrelを加味して判定する。	・4.1 直線性 直線性の試験は，規定の試験をしたとき，相対レスポンスの許容範囲は±30%に不確かさUrelを加味して判断する。	・出荷時校正 Cf-252線源で10μSv/h程度を照射した時の指示値は，基準線量率に対して±20%。 ・ 誤差（測定値） 模擬信号をプリアンプに入力した時の出力計数率の指示誤差は，±10%。
	試験方法	・6.2.2 直線性試験 直線性試験は，型式検査（メーカーの設計時の検査），受渡検査（ユーザーへ引き渡す際に行う検査）の２種類がある。国家標準とのトレーサビリティを確保した基準放射線のレスポンスに対する以下の試験点の相対レスポンスを求める。 a) 型式検査の測定点は，有効測定範囲の上下限デカードの２点と，中間デカードの各１点。 b) 受渡検査の測定点は，高レベルの警報が設定されているデカードの１点	・6.2.2 直線性試験 直線性試験は，型式検査（メーカーの設計時の検査），受渡検査（ユーザーへ引き渡す際に行う検査）の２種類がある。国家標準とのトレーサビリティを確保した基準放射線のレスポンスに対する以下の試験点の相対レスポンスを求める。 a)型式検査の測定点は，直線目盛で各レンジの3点，対数目盛及びデジタル式で各デカードの2点 b)受渡検査の測定点は，各デカードの1点(模擬信号で実施も可)	・出荷校正試験 同一型式の中性子モニタを実用標準測定器としてCf-252線源で10μSv/h照射して校正する。出荷時に製造業者工場にて，被校正機器と実用標準測定器を同一の幾何学的条件下で測定し，実用標準測定器の指示値を基準値として，被校正機器の指示誤差を求める。 ・誤差（測定値）試験 模擬信号発生装置をプリアンプに接続し，４点の入力パルス周波数に対して出力計数率を測定する。入力パルス周波数を基準値とし，４点の入力パルス周波数に対する指示誤差を求める。
	判定	「その他」	「その他」	「その他」
エネルギー：方向特	性能	・4.3 エネルギー特性 規定の試験をしたとき，任意のγ線エネルギーのレスポンスのCs-137のγ線レスポンスに対する比の許容範囲は，80 keV～1.5 MeVのγ線に対して±30%，それ以外のγ線に対しては 受渡当事者間の協定による。 ・4.4 方向特性 規定の試験をしたとき，指示値の変化の許容範囲は，エネルギー範囲80kev～1.5MeVではCs-137に対して±20%，それ以外の放射線又はエネルギー範囲については製造業者指定による。	4.2 エネルギー特性 規定の試験をしたとき，任意のγ線エネルギーのレスポンスのCs-137からのγ線のレスポンスに対する比の許容範囲は，80 keV～1.5 MeVのγ線に対して−25～＋40%に不確かさUrelを加味して判定する。それ以外のγ線エネルギーに対しては 受渡当事者間の協定による。 4.3 方向特性 規定の試験をしたとき，指示値の変化の許容範囲は，±20%とする。	・エネルギー特性試験， 1.6MeVの中性子を照射した時の感度（計数率/線量当量率）を基準として−50%～＋100%。 ・方向特性試験 0°方向から照射したときの計数率を基準として90°方向から照射した計数率は，±10%。
	試験方法	・6.2.3 エネルギー特性試験 国家標準とトレーサビリティを確保する基準放射線を用いる。各核種のγ線エネルギー又はX線の実効エネルギーに対するレスポンスを求め，Cs-137からのγ線のレスポンスに対する比を求める。 ・6.2.4 方向特性試験 検出部の基準方向を0°とし，基準方向を含む水平及び垂直の2平面について，角度範囲内の15°間隔で指定した方向から，線量率のX線及びγ線を照射し，指示値を読取る。0°方向の値を基準値とし，各方向の相対基準誤差を求める。	6.2.3 エネルギー特性試験 国家標準とトレーサビリティを確保する基準放射線を用いる。各核種のγ線又はX線の実効エネルギーに対するレスポンスを求め，Cs-137からのγ線のレスポンスに対する比を求める。 6.2.4 方向特性試験 検出部基準照射方向を0°とし，基準方向を含む水平及び垂直の2平面について，角度範囲内の15°間隔の方向からCs-137γ線を照射し，指示値を読取る。0°方向の値を基準値とし，各方向に対する指示誤差を求める。	・エネルギー特性試験 エネルギーの異なる下記の中性子を照射し，出力計数率を測定する。測定した計数率を線量当量率で除して感度を求める。1.6MeVを照射した時の感度を基準値とし，各エネルギーの中性子の感度から基準値を差し引いた値の基準値に対する百分率を求める。 0.025eV，0.15MeV，0.78MeV，1.6MeV，2.3MeV ・方向特性試験 Cf-252線源を用いて，0°及び90°の照射方向から照射し，その時の出力計数率を測定する。0°における計数率を基準値として，各方向の指示誤差を求める。
	判定	「その他」	「その他」	「その他」
応答時間	性能	・4.9 応答時間 応答時間は，規定の試験をしたとき，製造業者が指定する時間を超えないものとする。	・4.5 応答時間 応答時間は，レートメータ方式のモニタに適用し，規定の試験をしたとき，60秒未満とする。	―
	試験方法	・6.2.9 応答時間試験 応答時間試験は，照射する線量率又は模擬の電気信号を変化させ，指示値が初期値 から最終値 になるとき，指示値が［初期値＋0.9×（最終値−初期値）］になるまでに要する時間を測定する。測定は，各々のレンジ又はデカードについて行う。測定は増加及び減少の両方で行う。増加の場合は（最終値/初期値）を，減少の場合は(初期値/最終値)を10以上とする。	・6.2.6 応答時間試験 応答時間試験は，照射する線量率又は模擬の電気信号を変化させ，指示値が初期値 から最終値になるとき，指示値が［初期値＋0.9×（最終値−初期値）］になるまでに要する時間を測定する。測定は，各々のレンジ又はデカードについて行う。測定は増加及び減少の両方で行う。増加の場合は（最終値/初期値）を，減少の場合は(初期値/最終値)を10以上とする。	―
	判定	その他	その他	―
オーバロード	性能	・4.6 オーバーロード特性 オーバーロード特性は，規定の試験をしたとき，デジタル表示の場合は，“オーバレンジ”であることが表示されなければならない。オーバーロードを起こす照射を停止した後，指示値はオーバースケールの状態から製造業者が指定する時間までに復帰していなければならない。有効測定範囲に復帰した後の指示値の変化の許容範囲は，±20%とする。	・4.7 オーバーロード特性 オーバーロード特性は，規定の試験をしたとき，オーバスケールを表示していなければならない。オーバーロードを起こす照射を停止した後，指示値はオーバースケールの状態から10分以内に復帰していなければならない。有効測定範囲に復帰した後の指示値の変化の許容範囲は，±10%とする。	―
	試験方法	・6.2.6 オーバーロード特性試験 オーバロード特性試験は，試験前に有効測定範囲内の任意の線量率で検出部を照射し，事前照射状態として指示値を読取り，これを基準値として記録する。次に有効測定範囲の最大値の少なくとも2倍に相当する線量率に5分間照射する。照射後は，事前照射状態に戻し，指示値を記録する。	・6.2.8 オーバーロード特性試験 オーバロード特性試験は，試験前に有効測定範囲内の任意の線量率で検出部を照射し，事前照射状態として指示値を読取り，これを基準値として記録する。次に，有効測定範囲の最大値の少なくとも10倍に相当する線量率に5分間照射する。照射後は，事前照射状態に戻し，指示値を記録する。	―
	判定	「その他」	「その他」	―
指示変動	性能	・4.5 指示値変動 指示値変動は，規定の試験をしたとき，線量率の変動係数は0.2以下とする。	・4.4 指示値変動 指示値変動は，規定の試験をしたとき，線量率の変動係数は0.2未満とする。	―
	試験方法	・6.2.5 指示値変動試験 指示値変動試験は，有効測定範囲の下限を含むレンジにおいて，33デジット～50デジット相当の線量率のγ線を照射し，統計的に独立とみなせる時間間隔で，少なくとも10回指示値を読取り変動係数を求める。	・6.2.5 指示値変動試験 指示値変動試験は，有効測定範囲の下限を含むレンジにおいて，33デジット～50デジット相当の線量率のγ線を照射し，統計的に独立とみなせる時間間隔で，少なくとも10回指示値を読取り変動係数を求める。	―
	判定	「その他」	「その他」	―
ドリフト	性能	―	・4.6 ドリフト ドリフトは，規定の試験をしたとき，指示値の変化の許容範囲は次のとおりとする。 a) X線又はγ線を照射しないで試験する場合：最高感度の測定状態において，8時間後の指示値の変化の許容範囲は±5デジット，24時間後±25デジット，20日後±50デジットとする。 b) X線又はγ線を照射して試験する場合：基準値の±5%とする。	・ドリフト（測定値） 24時間連続測定を行い，測定値の平均値を基準とし，最大値及び最小値は±2%/24Hr。
	試験方法	―	・6.2.7 ドリフト試験 a) X線又はγ線を照射しないで試験する場合：モニタ起動30分後の指示値を基準値とし，8時間後，24時間後，20日後の指示値を記録し，指示値の変化を求める。 b) X線又はγ線を照射して試験する場合：X線又はγ線を照射させ，モニタ起動30分後の指示値を基準値とし，24時間連続動作させ,1時間ごとの指示値を記録し，指示値の変化を求める。	・ドリフト（測定値）試験 線源により中性子を照射し24時間連続運転を行う。一定時間間隔で測定値を記録し，その平均値を求め，最大値及び最小値を特定する。平均値を基準値とし，最大値及び最小値の指示誤差を求める。
	判定	―	「その他」	「その他」
ウオームアップ時間	性能	・4.10 予熱時間 予熱時間は，規定の試験をしたとき，製造業者が指定した時間以内でなければならい。	―	―
	試験方法	・6.2.10 予熱時間試験 予熱時間試験は，Cs-137γ線を照射した状態で，電源を入れてから，30秒毎の指示値を記録し，製造業者指定の予熱時間経過後の10個以上の指示値の平均値を求め，最終値とする。最終値の90 %に相当する指示値が得られる経過時間を上記の30秒毎の記録から決定し，予熱時間とする。	―	―
	判定	「その他」	―	―
警報設定精度	性能	・4.7 警報応答時間 警報応答時間は，規定の試験をしたとき，高レベル警報については1秒以内，低レベル警報については5分以内とする。 ・4.8 警報レベルの安定性 警報レベルの安定性は，高レベル警報について規定の試験をしたとき，以下でなければならない。 1)警報設定点の80 %に相当する線量率で1分間照射 警報は動作しない。 2)警報設定点の120 %に相当する線量率の照射 1分以内に動作する。	・4.8 警報レベルの誤差 警報レベルの誤差は，規定の試験をしたとき，±30%とする。 ・4.9 警報レベルの安定性 警報レベルの安定性は，規定の試験をしたとき，以下でなければならない。 1)警報レベルの90%の信号入力に対して，60秒間警報は動作しない。 2)警報レベルの110%の信号入力に対して60秒以内に警報が動作する。	・誤差（警報レベル） 高警報設定，注意警報設定，下限警報設定について，警報試験を実施した結果，警報が動作した時の指示値は，警報設定値の±2%。 ・ドリフト（警報レベル） 24時間前後に高警報，注意警報，下限警報の警報試験を実施し，警報発報時の指示値の変動が±2%/24Hr。
	試験方法	・6.2.7 警報応答時間試験 警報設定可能範囲の最小値及び最高値の付近に警報を設定し，高レベル警報の場合は，模擬信号入力装置で指示値を上昇させ，指示値が警報設定点に達した時を起点として警報が発生するまでの時間を測定する。低レベル警報の場合は，模擬信号入力装置で警報設定値を上回る指示値を与えて，指示値を少しずつ減少させ，指示値が警報設定点に達した時を起点として，警報が発生するまでの時間を測定する。 ・6.2.8 警報レベルの安定性試験 警報レベルの安定性試験は，警報設定点の80 %に相当する線量率で検出部を1分間照射し，警報が発生しないことを確認する。次に，警報設定点の120 %に相当する線量率で検出部を照射し，1分以内に警報が発生することを確認する。	・6.2.9 警報レベルの誤差試験 警報レベルの誤差試験は，，警報設定範囲の最大値及び最小値について実施する。パルス信号発生器又は電流源を用いて，警報設定値を下回る指示値として後に指示値少しずつ増やし，警報が発生したときの指示値警報設定点を差し引いた値の警報設定点に対する百分率を求める。 ・6.2.10 警報レベルの安定性試験 警報レベルの安定性試験は，上記の警報発生時の指示値の90%の信号を処理部に60秒間与え，警報が発生しないことを確認する。次に，警報発生時の指示値の110%の信号を処理部に60秒間与え，警報が発生することを確認する。 上記の試験を24時間モニタを動作させた後にも実施する。	・ 誤差（警報レベル）試験　高警報，注意警報，下限警報について以下を実施する。 警報設定値を規定の7点に設定した後，警報レベル試験を実行する。内部電気パルスが発生し，そのパルス周波数が徐々に上昇し，警報が発報した時の指示値を記録する。警報設定値を基準値とし，指示値の指示誤差を求める。 ・ドリフト（警報レベル）試験　高警報，注意警報，下限警報について以下を実施する。 24時間連続運転を行い，運転開始直後及び運転終了直前に誤差（警報レベル）試験と同じ警報試験を行う。 運転開始直後の警報発報時の指示値を基準値とし，運転終了直前の警報発報時の指示値の指示誤差を求める。
	判定	「点検」警報発報が重要なモニタであり，点検項目として警報応答時間試験を実施する。事業者にも実施可能だと思われる。	「点検」警報発報が重要なモニタであり，点検項目として警報レベルの誤差試験を実施する。事業者にも実施可能だと思われる。	「点検」警報発報が重要なモニタであり，点検項目として誤差（警報レベル）試験を実施する。事業者にも実施可能だと思われる。

別表 4.1 製品 JIS 横断表（ダストモニタ類）

規格番号		JIS Z 4316:2013	JIS Z 4601:2009	JIS Z 4317:2008	JIS Z 4330:2008
規格名称		放射性ダストモニタ	放射性ダストサンプラ	放射性希ガスモニタ	γ線検出形水モニタ
濃度換算係数	性能	—	—	5.1 濃度換算係数 濃度換算係数は，所定の方法で試験することによって求める。許容範囲は規定されていない。	5.2 γ線等価濃度換算係数 モニタの測定対象核種それぞれの放出するγ線に対して，所定の方法によってγ線等価濃度換算係数を求め記録する。
	試験方法	—	—	7.2.2 濃度換算係数試験 濃度換算係数試験は，Ar-41，Kr-85，Xe-133，Xe-135等について，標準放射性ガスを用いる方法又は標準測定器の指示値と比較する方法によって行い，単位計数率又は単位電流当たりの放射能濃度を濃度換算係数として求める。	7.2.3 γ線等価濃度換算係数試験 γ線等価濃度換算係数試験は，以下の方法で行う。 a) 放射能標準溶液を用いて，有効測定範囲の最小値の10 倍から50 倍までの任意の指示範囲においてγ線等価濃度換算係数を求める。 b) 137Cs のγ線等価濃度換算係数を基準値とし，他の放射能標準溶液の応答の相対指示誤差を求める。
	判定		—	校正（型式試験のみ）	校正（型式試験のみ）
相対基準誤差	性能	（5．1検出部のレスポンス）検出部のレスポンスは所定の方法で試験する。受渡検査（製造者から客先へ）の際のレスポンスの相対基準誤差が規定されている。 （5．2直線性）直線性は所定の方法で試験したうえで相対基準誤差で判定する。直線目盛及びデジタル式，対数目盛の場合で許容範囲がそれぞれ規定されている。	—	5.2 レスポンス レスポンスは，所定の方法で試験し，受渡試験におけるレスポンスの相対基準誤差の規定範囲内であること。 5.3 直線性 直線性は，所定の方法で試験したとき，規定内であること。	5.1 計数回路の相対指示誤差 所定の方法によって試験したとき，計数回路の相対指示誤差が規定内であることを確認する。直線目盛，対数目盛及びデジタル方式の場合でそれぞれ規定値が異なる。 5.3 確認用線源に対する応答 所定の方法によって試験したとき，モニタの安定性確認用密封線源（以下，確認用線源）の応答の相対指示誤差が規定内であることを確認する。直線目盛，対数目盛及びデジタル方式の場合でそれぞれ規定値が異なる。 5.4 レスポンスの線量率特性 所定の方法によって試験したとき，レスポンスの線量率特性が規定内であることを確認する，直線目盛，対数目盛及びデジタル方式の場合でそれぞれ規定値が異なる。
	試験方法	7.2.2 検出部のレスポンス試験 線源を製造者の定める位置に設置して測定し，正味計数率からレスポンスを求める。 レスポンスは正味計数率÷線源放射能，で求める。 7.2.3 直線性試験 アナログ式の直線目盛とアナログ式の対数目盛の場合では試験点の与え方は異なるが，3点で試験を行う。試験は線源を用いる試験又は線源を用いる試験と電気信号を用いる試験との組合せによって行う。	—	7.2.3 レスポンス試験 レスポンス試験は以下のいずれかの方法で行うが,型式試験及び受渡試験は，同等の照射条件とする。 a) X 線又はγ線によって検出器を照射し，線量率当たりの指示値を求める。 b) レスポンス試験用固体線源を製造業者の定める位置に固定して検出器を照射し，表面放出率又は放射能当たりの指示値を求める。 c) 放射性ガス線源によって検出器を照射し，放射能濃度当たりの指示値を求める。 7.2.4 直線性試験 直線性試験は，指示範囲を考慮して決めた3点の指示値について，次のa) 若しくはb) のいずれかの方法又は両者の組合せによって行う。 a) 計数回路又は電流測定回路の相対指示誤差試験 a-1) パルス計数方式の場合 試験はパルス信号発生装置を用い，入力パルス発生率に対する指示値を，指示計又は記録計から求める。 a-2) 電流測定方式の場合 基準電流発生装置，基準電圧発生装置及び基準抵抗を用い，電流値に対する指示値を求める。 b) レスポンスの一定性試験 レスポンスの一定性試験は，所定の方法で各試験点におけるレスポンスを求め，その平均値を取決め真値とし，各レスポンスの相対基準誤差を求める。	7.2.2 計数回路の相対指示誤差試験 パルス信号発生装置を用い，検出器からの出力信号に近似した波形の信号を測定部の入力端に入力し，入力パルス発生率に対する指示値を指示計又は記録計から求める。 7.2.4 確認用線源に対する応答 確認用線源を製造業者の定めた位置に固定し，指示値の相対指示誤差を求める。 7.2.5 レスポンスの線量率特性試験 γ線の照射で行う。単位線量率当たりのモニタの指示値を求め，レスポンスを得て，レスポンスと照射量の関係を確認する。
	判定	検出部のレスポンス：校正，直線性：その他	—	レスポンス：校正，直線性：その他	計数回路の指示誤差：その他，確認用線源に対する応答：校正，レスポンスの線量率特性：その他
エネルギー：方向特性	性能	5.8 β線エネルギー特性 β線ダストモニタ及びα・β線ダストモニタのβ線検出部のβ線エネルギー特性を所定の方法で試験したとき，3種類のエネルギー範囲における機器効率をそれぞれ求め，最大となる機器効率に対する最小となる機器効率の比を，β線エネルギー特性についての性能，としている。	—	—	—
	試験方法	7.2.9 β線エネルギー特性試験 3つのエネルギー範囲（400keV以下，400keV～1MeV，1MeV以上）で各1種類の線源を使って，機器効率を求める。それぞれの試験で用いる線源の形状及び構造は同一とする。	—	—	—
	判定	その他	—	—	—
測定対象外の放射線の影響	性能	5.9 測定対象外の放射線による影響 測定対象外の放射線による影響は，α線β線ともに行う。 a) α線の影響は，β線ダストモニタ，又はα・β線ダストモニタのβ線を測定するチャネルについて行う。 b) β線の影響 は，α線ダストモニタ，又はα・β線ダストモニタのα線を測定するチャネルについて行う。	—	—	—
	試験方法	7.2.10 測定対象外の放射線の影響試験 β線検出部にα線を，α線検出部にβ線をそれぞれ照射し，機器効率を測定する。	—	—	—
	判定	その他	—	—	—
応答時間	性能	—	—	5.4 応答時間 応答時間は，所定 の方法で試験したときの応答時間を測定し記録する。	5.5 応答時間 所定の方法によって試験したときの応答時間を求め記録する。
	試験方法	—	—	7.2.5 応答時間の試験 放射線源を製造業者の定めた位置に速やかに固定し，モニタの指示値が一定になるまでの指示値の変化を記録し，所定の指示値安定基準に達する時間を求める。	7.2.6 応答時間試験 線源を所定の位置に固定し，モニタの指示値が一定になるまでの指示値の変化を記録し，所定の指示値安定基準に達する時間を求める。
	判定	—	—	その他	その他
外部放射線の影響	性能	5.3 外部放射線の影響 外部放射線の影響を所定の方法で試験したときにバックグラウンド及び10 μGy/hの指示値を測定し，決定しきい値(decision threshold, BGとの差が有意である測定値のしきい値）を算出し，それを性能とする。	—	5.5 外部放射線の影響 所定の方法で試験したときの決定しきい値を参考のために測定し，記録する。許容範囲は規定しない。	5.6 バックグラウンド及び外部放射線の影響 所定の方法によって試験したときのバックグラウンドの最大値及び決定しきい値を求め記録する。
	試験方法	7.2.4 外部放射線の影響試験 Cs-137又はCo-60線源により，空気カーマ率10μGy/hのガンマ線を均一に検出部に照射することで行う。	—	7.2.6 外部放射線の影響試験 サンプラに検出器を挿入し，試験環境中の気体を連続的にサンプリングした状態で実施する。 標準試験条件下でモニタを動作させ，そのときの指示値及び決定しきい値を求める。検出器と線源間との間隔を所定の間隔以上とし，検出器の位置における線量率が空気カーマ率で10 μGy･h－1となるようCs-137 又はCo-60 で検出部を照射したときの指示値及び決定しきい値を求める。	7.2.7 バックグラウンド及び外部放射線の影響試験 標準試験条件下でモニタを動作させ，そのときの指示値及び決定しきい値並びに試験環境の空気カーマ率(μGy/h)を求める。検出器と線源間との間隔を所定の間隔以上とし，検出器の位置における線量率が空気カーマ率で10 μGy/hとなるようγ線源（Cs-137，Co-60 ）で検出部を照射したときの指示値及び決定しきい値を求める。
	判定	その他		その他	その他
オーバロード	性能	5.4 オーバロード特性 オーバロードの指示を与えている間は，最大値以上又は測定範囲を超えていることを表示し続けなければならないとともに，オーバーロードが測定に影響を与えないことを確認する。	—	5.9 オーバロード特性 オーバロードの指示を与えている間は最大値以上を指示し続けること。	5.11 オーバロード特性 オーバロードの指示を与えている間は最大値以上を表示し続けなければならない。
	試験方法	7.2.5 オーバロード特性試験 パルス発生器を使いバックグラウンド及び数え落としの影響が十分無視できる程度の指示を機器に与えその指示値を読み取る操作を2度行うが，その操作の間にオーバーロードの指示を機器に与え，オーバーロードの指示値読み取りへの影響を調べる。	—	7.2.10 オーバロード特性試験 X 線，γ線又はβ 線によって，有効測定範囲の最小値の10～50 倍の指示を与えるような線量で照射し，指示値（基準値）を得る。次に，十分に大きな線量率で検出器を10 分間以上照射し，指示値が最大目盛値を超えていることを確認する。一定時間経過後，基準値を得た条件でモニタに指示を与え，変動がないことを確認する。	7.2.12 オーバロード特性試験 線源を製造業者の定めた位置に固定する。次に十分に大きな線量率で検出部を10 分以上照射し，その間指示値が最大有効測定範囲以上であることを確認する。大線量率の照射を止め，元の状態に戻し，指定時間経過後に指示値の変動がないかを調べる。
	判定	その他	—	その他	その他
指示変動	性能	5.5 指示値変動 所定の方法で試験したとき，指示値の変動係数が規定内に納まること。	—	5.6 指示値変動 指示値変動は，所定の方法で試験したとき，規定値内とする。	7.2.8 指示値変動試験 線源を製造業者の定めた位置に固定し，適切な時間間隔で少なくとも10 回指示値を読み取り平均値及び変動係数を求める。
	試験方法	7.2.6 指示値変動試験 バックグラウンド及び数え落としの影響が十分無視できる程度の指示を得ることのできる強度の線源を使う。機器の種類に応じて，統計的に独立とみなせる時間間隔で複数回指示値を読み取り，変動係数を求める。	—	7.2.7 指示値変動試験 指示値変動試験は，所定の計数率及び電流値になるX 線，γ線又はβ 線を照射し，統計的に独立とみなせる時間間隔で少なくとも10 回指示値を読み取り，変動係数を求める。	7.2.8 指示値変動試験 線源を製造業者の定めた位置に固定し，適切な時間間隔で少なくとも10 回指示値を読み取り平均値及び変動係数を求める。
	判定	その他	—	その他	その他
ドリフト	性能	5.6 ドリフト 所定の方法で試験する。アナログ式及びデジタル，対数目盛の場合でそれぞれ許容範囲が規定されている。	—	5.7 ドリフト 所定 の方法で試験したとき，指示値の変化に関して記録すべき時間が，型式試験及び受渡試験で異なる。さらに，直線目盛及びデジタル式，対数目盛の場合で，規定値が異なる。	5.8 ドリフト 所定の方法で試験したとき，100 時間経過後の指示値の変化を確認する。直線，デジタル式及び対数目盛の場合でそれぞれ判断基準が異なる。
	試験方法	7.2.7 ドリフト試験 バックグラウンド及び数え落としの影響が十分無視できる程度の指示を得ることができる線源を用いて行う。ダストモニタを起動させて30 分後から100 時間後まで，各複数回の指示値を読み取り，各平均値の変化を調べる。	—	7.2.8 ドリフト試験 モニタを起動させて30 分後に，指示値を読み取り，基準値とする。続いて規定時間経過後に読み取った指示値が基準値に対してどの程度変化しているのかを，百分率で求める。	7.2.9 ドリフト試験 電源を投入した30分後に指示値を読み取り，基準値とする。次に，規定時間を経過した後に読み取った指示値が基準値に対してどの程度変化しているかを，調べる。
	判定	その他	—	その他	その他

ウオームアップ時間	性能	5.10 検出部及び指示部の起動時間の安定性 所定の方法で試験したとき，装置の電源を入れてから30 分後の指示値の変化で判断する。アナログ式及びデジタル式の場合，対数目盛の場合でそれぞれ規定値がある。	—	5.13 検出部及び指示部の予熱時間 装置の電源を入れてから30 分間に読み取った指示値の変化で判断する。直線目盛及びデジタル式，対数目盛のそれぞれで判断基準が異なる。	5.15 検出部及び測定部の予熱時間 装置の電源を入れてから30分後の指示値と基準値（最低でも10 時間経過後に読み取った指示値）と比べる。直線目盛，対数目盛及びデジタル方式でそれぞれ基準値が異なる。
	試験方法	7.2.11 検出部及び測定部の起動時間の安定性試験 安定性試験は，装置への電源を1 時間以上止めてから実施する。バックグラウンド及び数え落としの影響が十分無視できる程度の指示値を得ることのできる強度の線源を使う。電源投入後，1 時間の間，5 分ごとに指示値を読み取る。さらに，10 時間後の指示値を読み取り，経時変化を調べる。	—	7.2.14 検出部及び指示部の予熱時間試験 モニタの電源は試験開始前より1 時間以上切断しておくものとする。 適切な位置に線源を置く。モニタ 起動後，1 時間の間，5 分ごとに指示値を読み取る。さらに10 時間後の指示値を読み取り経時変化を調べる。	7.2.16 検出部及び測定部の予熱時間試験 試験開始前最低1 時間モニタの電源を切断しておく。 適切な位置に線源を置く。モニタ起動後1 時間の間，5 分ごとに指示値を読み取る。さらに，10時間経過後の指示値を読み取る。
	判定	その他	—	その他	その他
警報設定精度	性能	5.7 警報レベルの安定性 所定の方法で試験したとき，警報レベル前後の信号入力に対する警報発生の有無で判断する。	—	5.8 警報レベルの安定性 警報発生は，所定の方法で試験したとき，警報レベル前後の信号入力に対する警報発生の有無で判断する。	5.9 警報レベルの安定性 所定の方法で試験したときの警報レベルの安定性を確認する。 5.10 故障検知 所定の方法によって試験したとき，検出部及び測定部の故障検知の警報が発生する。
	試験方法	7.2.8 警報レベルの安定性試験 パルス信号発生装置を用いて，指示下方から警報レベルの95 %まで上昇させて行う（警報は出ない），指示下方から警報レベルの105 %まで上昇させて行う（警報が出る）。	—	7.2.9 警報動作試験 パルス信号発生装置又は直流電流発生装置を用いて，指示下方から警報レベルの95 %まで上昇させる（警報は出ない），指示下方から警報レベルの105 %まで上昇させたる（警報が出る）。	7.2.10 警報レベルの安定性試験 警報レベルの安定性試験は，警報設定点の前後の入力を与えることによる警報発生の有無の確認で行う。 7.2.11 故障検知試験 検出部，測定部及びサンプリング部の故障を模擬的に発生させ，それぞれに対して故障検知の警報が発生することを確認する。
	判定	点検	—	点検	点検
圧力降下の影響	性能	5.14 圧力降下の影響 所定の方法で試験したとき，基準流量計の指示値と機器の流量計の指示値の差を比べる。	—	—	—
	試験方法	ダストモニタの流量計の指示値を定格流量に調整したあと，ダストモニタ上流側に基準流量計を取り付け，流量を変化させる。その変化に応じて生ずるダストモニタ流量計の指示値と基準流量計の指示値を比較する。	—	—	—
	判定	その他	—	—	—
気密性	性能	5.15 気密性 所定の方法で試験したときのダストモニタの漏えい量と定格流量を比べる。	5.3 気密性 所定の方法で試験したときの漏えい量を測り，定格吸引流量に基づく規定値以下であることを確認する。	—	—
	試験方法	7.2.16 気密性試験 気密性試験は，ダストサンプラの吸引口を密閉し流路内の圧力を減圧した後，吸引ポンプの入口を閉じ，吸引ポンプを停止することで行う。	7.2.4 気密性試験 サンプラの吸引口を密閉し，流路内の圧力を減圧した後，ポンプの入口を閉じポンプを停止することで行う。	—	—
	判定	その他	その他	—	—
定格吸引流量	性能	—	5.1 定格吸引流量 所定の方法で試験したとき，公称値以上に基づく規定値の範囲であることを確認する。	—	5.16 流量の安定性 流量の変動がモニタの性能に影響する場合に行う。受渡当事者間の協定によってこの性能は決められる。電源投入後30分から100時間後の変動を確認する。
	試験方法	—	7.2.2 定格吸引流量試験 定格電圧値における流量計の指示値を読み取る。	—	7.2.17 流量の安定性試験 電源投入後30分から100時間後の流量指示値の変動について，相対指示誤差で評価する。
	判定	—	点検(基準器との比較をしている場合あり)	—	その他
流量計の指示誤差	性能	—	5.2 流量計の指示誤差 所定の方法にで試験したとき，最大目盛値に基づく規定値の範囲内であることを確認する。	—	—
	試験方法	—	7.2.3 流量計の指示誤差試験 流路に基準となる流量計を直列に挿入し，流量を変化させ指示誤差を求める。	—	—
	判定	—	その他	—	—

別表 4.1 製品 JIS 横断表（表面汚染サーベイメータ類）

規格番号		JIS Z 4338:2006	規格番号		JIS Z 4329:2004
規格名称		ハンドフットモニタ及び体表面汚染モニタ －α 線及び／又はβ 線用ハンドフットモニタ 及び体表面汚染モニタ	規格名称		放射性表面汚染サーベイメータ
相対基準誤差	性能		相対基準誤差	性能	5.1 相対基準誤差 所定の方法で試験したとき，サーベイメータと測定装置で相対基準誤差の許容範囲が決められている。
	試験方法			試験方法	7.2.3 相対基準誤差試験 α線又はβ線標準線源を用い，次の試験を行う。 a) 型式試験 直線目盛，対数目盛及びデジタル目盛について，所定のポイントで相対基準誤差を求める。 b)製造試験 直線目盛，対数目盛及びデジタル目盛について，所定のポイントで相対基準誤差を求める。
	判定			判定	その他
機器効率	性能		機器効率	性能	5.2 機器効率 所定の方法で試験したとき，サーベイメータの機器効率の許容範囲が，製造業者公称値に対して規定されている。
	試験方法			試験方法	7.2.4 機器効率試験 機器効率試験は，7.1.2 に記載する標準線源を用いて，検出器の入射窓面積より大 きい面積の標準線源を，特に指定のない限り検出器の表面から5 mm の位置に検出器の表面と平行になる ように置き，自然計数率を差し引いた正味計数率を測定し，所定の式によって機器効率を算出する。
	判定			判定	校正
機器効率の線源位置依存性	性能	5.1 機器効率の線源位置依存性 機器効率の線源位置依存性について，機器効率の平均値に対して許容範囲が定めてある。	機器効率の均一性	性能	5.5 検出器入射窓面の機器効率の均一性 所定の方法で試験したとき，各エリアの機器効率が規程されている。
	試験方法	7.2.2 機器効率の線源位置依存性試験 全ての検出チャネルに対し50 mm以下の間隔の格子点に直径25 mm以下の線源（Cl-36又はTl-204）を検出器に密着し，検出面の縁から25 mm隔たった各点にできるだけ均等な位置に順次置いて，各試験点における機器効率を求め，最小値と最大値との比を算出する。		試験方法	7.2.7 検出器入射窓面の機器効率の均一性試験 試験は，直径25 mm 以下の線源を用い，検出面の形状に応じて検出面を適切に分割し，面での機器効率と平均値を求める。
	判定	その他		判定	その他
最小検出表面放出率	性能	5.2 最小検出表面放出率 β線は200 s－1 以下でなければならない。	検出限界	性能	5.3 検出限界 所定の方法で試験したとき，単位面積当たりの最小検出表面放出率は，製造業者公称値以下で あることを求める。
	試験方法	7.2.3 最小検出表面放出率試験 すべてのモニタリングチャンネルに対して実効機器効率を求める。事前にバックグランド値を求め，手・足・身体の汚染用検出器の面積をもつ10cm×10cm以上の面線源を用いて測定する。なお，検出器が大きい場合は，分割測定し，加算しても良い。		試験方法	7.2.5 検出限界試験 0.25 μGy/h 程度のγ線場において，単位面積当たりの最小検出表面放出率を求める。
	判定	校正(実効機器効率の算出について)		判定	その他
自然計数率	性能		自然計数率	性能	5.6 自然計数率 所定の方法で試験したとき，サーベイメータ及び検出器の自然計数率は，製造業者公称値以下であることを求める。
	試験方法			試験方法	7.2.8 自然計数率試験 自然計数率の測定は，0.2 μGy/h 以下の環境において試験する。 a) α線を測定する状態で，30 分以上の計数時間における積算の自然計数を測定し，その結果から自然計 数率（s-1）を求める。 b) β線を測定する状態で，10 分以上の計数時間における積算の自然計数を測定し，その結果から自然計 数率（s-1）を求める。
	判定			判定	その他
エネルギー特性	性能	5.3 エネルギー特性 β 線に対するエネルギー特性は実効機器効率の最大値に対する最小値の比が取扱説明書に記載された値以上とする。	エネルギー：方向特性	性能	5.4 β線エネルギー特性 所定の方法で試験したとき，各エネルギーでの機器効率を求め，横軸をβ線最大エネルギー，縦軸を機器効率とした図の作成を製造業者に求める。
	試験方法	7.2.4 エネルギー特性試験 最大エネルギーが，0.2 MeV 未満，0.2 MeV 以上0.5 MeV 未満及び0.5 MeV以上の少なくとも3 種類のβ 線放出核種を用いて手・足・身体の汚染測定用検出器に対し，Cl-36又はTl -204β線源を検出器の中央で保護格子に密着させて置き，自然計数率を差し引いた正味計数率を測定し，実効機器効率を算出する。		試験方法	7.2.6 β線エネルギー特性試験 次のエネルギー範囲において，機器効率試験を実施する。 a) 200 keV 以下のエネルギー範囲において1 種類の線源 b) 200～500 keV の範囲において1 種類の線源 c) 500 keV 以上の範囲において1 種類の線源 なお，線源は，JIS Z 4334 に規定する校正用線源を用いる。
	判定	その他		判定	その他
応答時間	性能		応答時間	性能	5.10 応答時間 所定の方法で試験したときの応答時間を規定している。
	試験方法			試験方法	7.2.12 応答時間試験 サーベイメータ及び測定装置に，パルス信号発生装置を接続し，パルス信号を入力 して行う。応答の上昇及び下降について試験する。
	判定			判定	その他
他の放射線の影響	性能	5.4 他の放射線による影響 α線用モニタ：γ 線25 μGy/h で照射したとき，有意な計数値の上昇があってはならない。 β 線用モニタ：製造業者は，線量率と計数値との関係を取扱説明書に記載しなければならない。 α ／β 線用モニタ：製造業者は，線量率とα 線計数値及びβ 線計数値との関係を取扱説明書に記載しなければならない。 また，α 線照射によるβ 線計数値の上昇が，α 線の計数値を超えてはならない。 さらに，α ／β 線用モニタは，β 線照射によるα 線計数値の上昇が，β 線計数値の1/100 を超えてはならない。	他の放射線の影響	性能	5.7 他の放射線の影響 5.7.1 γ線の影響 α線及びβ線測定用のサーベイメータについてのγ線の影響を規定している。
	試験方法	記載なし。		試験方法	7.2.9 他の放射線の影響に対する試験 他の放射線の影響に対する試験は，次による。 a) γ線の影響 この試験はα線用，β線用のいずれのサーベイメータでも行う。Cs137ガンマ線源を適度な線量率で照射している中で，α線又はβ線を照射する。 b)β線の影響 こちらはα線用サーベイメーターのみで行う。 c)α線の影響 この試験は，5 mg/cm2 以下の窓厚をもつβ線用サーベイメータに行う。
	判定	その他		判定	その他
オーバロード	性能	5.6 オーバスケール特性 最大指示範囲を超えたことを示す表示を行いその測定部位を表示する。	オーバロード	性能	5.16 オーバーロード特性 所定の方法で試験したときのオーバースケールになるまでの時間を規定している。
	試験方法	7.2.6 オーバスケール特性試験 十分線量の高いα線，β線を照射し，最大指示範囲を超える計数値を与える。		試験方法	7.2.18 オーバーロード試験 パルス発生器を使って，測定レンジの最大値で決まる十分な大きさの信号をサーベイメータに入力する。
	判定	その他		判定	その他
警報動作	性能	5.5 警報動作，6.4 警報表示部 視覚又は聴覚で分かる表示で，結果の判定を被測定者に知らせ，警報レベルを超えたときは，汚染部位を表示する。 警報レベルは，少なくともバックグラウンドレベルから，α線用の場合には20 s-1（表面放出率），β線用の場合は200 s-1（表面放出率）に対応する計数率又はこれに相当する数値を含む範囲で設定できるものとする。	警報設定精度	性能	5.20 警報動作 警報設定値の前後の信号を入力したときの，警報信号の作動判定基準が規定されている。
	試験方法	7.2.5 警報動作試験 'β 線源（α 線用の場合はα 線源）を用いて検出器を照射するか，又はパルス信号発生装置を用いて検出チャネルからの出力信号に近似した波形の信号を信号処理部に入力し，警報設定値を超える計数値を与えて警報動作の確認試験を行う。この試験は，すべてのモニタリングチャネルについて行う。		試験方法	7.2.22 警報動作試験 パルス発生器をサーベイメータに接続し，警報が作動する前後の入力信号を与える。警報設定値より低い信号を使う場合は，連続8時間入力して警報が作動しないことを確認する。警報設定値より高い信号を使う場合は，警報が作動するまでの時間を測定する。
	判定	点検		判定	点検

別表 4.1 製品 JIS 横断表（線量当量率サーベイメータ類）

規格番号		JIS Z 4333-2014	JIS Z 4341：2006
規格名称		X 線，γ 線及びβ 線用線量当量（率）サーベイメータ	中性子用線量当量（率）サーベイメータ
相対基準誤差	性能	4.1 直線性 所定の方法で試験したとき，相対レスポンスの許容範囲が不確かさを含む形で定められている。	4.1 相対基準誤差 基準線量当量(率)とのズレである相対基準誤差の許容範囲が不確かさを含む形で定められている。
	試験方法	6.2.2 直線性試験 製造業者が定める手順に従って，基準となる線量（率）に対する基準レスポンス（R0） がほぼ1 になるように調整したサーベイメータを用いる。試験は，X 線，γ 線及びβ 線のそれぞれについて行う。個々のレンジ（直線目盛）又はデガード（対数目盛，デジタル方式）でレスポンスRを求め，R0と比べる。	6.2.2 相対基準誤差試験 型式試験及び製造試験それぞれについて，相対基準誤差の試験方法が定められている。また，使用する標準中性子源について規定されていると共に，線源を用いた試験が困難な場合のために，電気信号を用いた試験方法も定められている。
	判定	その他	その他
機器効率	性能	－	－
	試験方法	－	－
	判定	－	－
機器効率の均一性	性能	－	－
	試験方法	－	－
	判定	－	－
検出限界	性能	－	－
	試験方法	－	－
	判定	－	－
自然計数率	性能	－	－
	試験方法	－	－
	判定	－	－
エネルギー：方向特性	性能	4.3 エネルギー・方向特性 エネルギー・方向特性は，所定の方法によって試験したとき，放射線の種類に応じて決められている。 これらの定格範囲は製造業者が定めることとし，包含すべきエネルギー範囲及び入射角度範囲 は決まっている。サーベイメータの基準点を通る垂直方向及び水平方向の両方向について行わなければ ならない。	4.3 エネルギー特性 標準中性子線源に対する各エネルギーのレスポンス比を，製造業者が示すことを求めている。また，定められたエネルギー範囲のレスポンスを，製造業者が計算により求めることが望ましいとしている。 4.4 方向特性 方向特性の許容範囲が定められている。
	試験方法	6.2.4 エネルギー・方向特性試験 基準の向きを0°とし，サーベイメータの基準点を通る垂直方向及び水平方向の両方向について実施する。X 線及びγ 線の試験では，ISO 4037-1～ISO 4037-4 又はJIS Z 4511 に規定するX 線及びγ 線を使う。 基準X 線又は基準γ 線の入射角度α＝0°のときのレスポンスを基準値として，各エネルギー及び 各角度に対する相対レスポンスを求める。β 線の試験は，JIS Z 4514 に規定する次のβ 線を照射する。 Pm-147，Tl-204又はKr-85，Sr-90/-Y90である。Sr-90/Y-90 からのβ 線を入射角度α＝0°で照射したときのレスポンスを基準として，各エネルギー及び各角度に対する相対レスポンスを求める。	6.2.4 エネルギー特性試験 標準中性子線源について規定されている。また，標準中性子線源のレスポンスを1としたときの，5つのエネルギー範囲のレスポンスを求めるように規定されており，各エネルギー範囲において少なくとも一点は試験を行うように定められている。 6.2.5 方向特性試験 方向特性を行う際の角度の条件，距離の条件及び散乱線の条件等が規定されており，定められた条件に従い，角度毎のレスポンスを取得するように定められている。
	判定	その他	その他
応答時間	性能	4.5 応答時間 応答時間は，線量率測定の場合と線量測定の場合で規定が異なる。前者の場合は時間で管理するが，後者の場合は10秒間の指示値の増加で管理することになる。	4.7 応答時間 定められた線量率範囲毎に，指示値が触れるまでの時間である応答時間が定められていると共に，製造業者に明示を求めている。
	試験方法	6.2.6 応答時間試験 6.2.6.1 線量率測定 線量率測定の場合は実際に放射線を照射する他模擬信号を変化させて，試験を行ってもよい。線量測定の試験の場合は実際に定格線量率範囲の上限値近辺の放射線量を照射する必要がある。	6.2.7 応答時間試験 応答時間試験の実施方法が定められている。また，電気信号で試験した場合には，製造業者に取扱説明書にその旨を記載するように求めている。
	判定	その他	その他
オーバロード	性能	4.6 オーバロード特性 線量率測定，線量測定いずれの場合においても，所定の方法によって試験したとき，高線量（率）側の目盛範囲外であることを指示するか，又はオーバロードを表示していなければならない。	4.10 オーバロード特性 測定できる範囲より線量率が高い場で，指示値が振り切れる等の試験（オーバーロード試験）の判定基準が定められている。
	試験方法	6.2.7 オーバロード特性試験 高線量率のγ 線，β 線などで行うことを前提とするが，対象とする放射線で試験することが困難な場合は，X 線など他の放射線を用いてもよい。また，場合によっては模擬信号を用いてもよい。線量（率）の範囲に応じて，照射量が規定されている。	6.2.9 オーバロード特性試験 オーバーロード試験の実施方法が定められている。また，電気信号で行った場合には，製造業者に取扱説明書にその旨を記載するように求めている。
	判定	その他	その他
指示変動	性能	4.2 変動係数 変動係数は，所定の方法で試験し，線量（率）範囲に応じて細かく許容範囲が規定されている。	4.6 指示値変動 指示値変動の判定基準が定められている。
	試験方法	6.2.3 変動係数試験 この試験は，直線性試験で実施した全試験点において変動係数を求める。	6.2.6 指示値変動試験 指示値変動試験について，読み取りの時間間隔や読み取り回数が規定されている。また，直線目盛，対数目盛及びデジタル式について，どの程度の指示値で試験するかが定められている。
	判定	その他	その他

ドリフト	性能	4.7 ドリフト 所定の方法によって試験したとき，線量率測定及び線量測定の場合のぞれぞれで指示値変化の許容範囲が定められている。	4.8 ドリフト 長時間測定器を使用した際に測定値が変動(ドリフト試験)した場合の判定基準が定められている。
	試験方法	6.2.8 ドリフト試験 ドリフトの程度の基準となる指示値を測るタイミング，連続動作の時間，指示値の読み取り時間間隔，について規定されている。	6.2.8 ドリフト試験 ドリフト試験を実施する際の測定時間等の方法が定められている。また，アナログ式とデジタル式それぞれについて，指示値の読み取り方法等が定められている。
	判定	その他	その他
ウオームアップ時間	性能	4.8 ウォームアップ時間 所定の方法によって試験したとき，指示値の変化が許容範囲に落ち着く時間を測定する。	4.9 予熱時間 製造業者に対して，予熱時間の明示を求めている。
	試験方法	6.2.9 ウォームアップ時間試験 試験開始１時間以上前からサーベイメータの電源を落としておく。電源OFFの状態で所定の線量率で照射し，電源を投入後の指示値の変化を記録する。	記載なし。
	判定	その他	その他
他線種の影響	性能	4.9 β 線による影響 この試験はH*(10)用サーベイメータの場合に行う。線量率及び線量測定のいずれの場合でも，β線を照射した場合のH*(10)への影響量が規定されている。	4.5 他の放射線の影響 α線，β線及びγ線に対する影響をどう考えるか定められている。
	試験方法	6.2.10 β 線による影響試験 JIS Z 4514 に規定するSr−90/Y−90からのβ線を使う。線量率及び線量測定いずれの場合でも，H*(10)指示値の照射したH′(0.07)に対しての割合を評価する。	記載なし。
	判定	その他	その他
警報設定精度	性能	4.10 警報設定精度 線量率及び線量測定に関して，前者は放射線照射時間に対する警報時間の占める割合，後者は照射量に関する規定がある。	4.2 警報誤差 線量当量率と線量当量それぞれについて，警報誤差性能の判定基準が定められている。
	試験方法	6.2.11 警報設定精度試験 線量率測定の場合，有効測定範囲の上限付近と最高感度レンジの上限値の１０倍付近で試験する。放射線の照射量は不確かさを考慮する。線量測定の場合，有効測定範囲の上限付近と最高感度レンジの上限値の１０倍付近で試験するが，あまり高すぎてもよくない。	6.2.3 警報誤差試験 線量当量率と線量当量それぞれについて，警報誤差試験の実施方法が定められている。
	判定	点検	点検

別紙 4.1

JIS Z 4511 で規定されている校正方法

(X 線及びγ線用空間線量計の校正方法)

目次

１．JIS Z 4511 の適用範囲と校正方法の種類 111
(1) JIS Z 4511 の適用範囲 111
(2) 校正方法等の種類 111
２．測定器の種類毎に適用できる校正方法 111
３．校正方法等毎の特徴 111
(1) 線源法（主に校正機関が実施すると考えられる） 111
(2) 置換法Ⅰ（モニタを必要としない）（主に校正機関が実施すると考えられる） ... 111
(3) 置換法Ⅱ（モニタによる補正を必要とする）（主に校正機関が実施すると考えられる） 111
(4) 同時照射法（主に校正機関が実施すると考えられる） 111
(5) 内挿法（主に校正機関が実施すると考えられる） 111
(6) シャドーシールド法（主に校正機関が実施すると考えられる） 112
(7) 実用測定器の簡素化した校正（校正機関及びインハウス校正が考えられる） 112
(8) 低線量率による実用測定器の校正（据置形モニタ用） 112
(9) 機能確認 112

１．JIS Z 4511 の適用範囲と校正方法の種類

(1) JIS Z 4511 の適用範囲

エネルギー範囲 が 8 keV～9 MeV 及び空気カーマ率が 10 μGy/h～10 Gy/h の光子を利用し、X 線及びγ線用線量（率）測定器を校正する際に適用

(2) 校正方法等の種類

線源法、置換法、同時照射法、内挿法、シャドーシールド法、実用測定器の簡素化した校正及び機能確認。

２．測定器の種類毎に適用できる校正方法

測定器の種類	校正方法	備考
GM サーベイメータ	線源法、置換法、同時照射法、内挿法、シャドーシールド法及び実用測定器の簡素化した校正	
電離箱サーベイメータ		
NaI サーベイメータ		
環境用	線源法、内挿法及び実用測定器の簡素化した校正	
個人線量計	線源法、置換法、内挿法及び実用測定器の簡素化した校正	JIS Z 4331 に規定するファントムを用いて校正すること。ただし、フリーエアーによる校正を実施する場合には、JIS Z 4511 の附属書 JB を参考にすること。

３．校正方法等毎の特徴

(1) 線源法（主に校正機関が実施すると考えられる）

標準測定器等を用いて特定の距離における線量率を予め測定してある γ 線源を用いて、線量計を校正する方法。ただし、線源形状、照射室の条件及び散乱線の条件等について、細かな規定がある。また、定期的にトレーサビリティを確保する方法を検討する必要がある。

(2) 置換法Ⅰ（モニタを必要としない）（主に校正機関が実施すると考えられる）

標準測定器を放射線場に設置して測定し、空気カーマ率の取決め真値の決定を行う。その後、標準測定器を移動し被測定器を同じ場所に設置し測定する。標準測定器の測定と被校正線量計を同日に行うため、半減期の補正が基本的に必要ない。

(3) 置換法Ⅱ（モニタによる補正を必要とする）（主に校正機関が実施すると考えられる）

連続 X 線及び蛍光 X 線を用いた校正場では、校正中の放射線出力の安定性が低い場合がある。このため、モニタによる補正を行う校正方法が定められている。

(4) 同時照射法（主に校正機関が実施すると考えられる）

同時照射法による校正は、1 台の標準測定器及び 1 台の被測定器を放射線場の対称軸に対して対称でかつγ線源から同じ距離に設置することによって、標準測定器及び被測定器を同時に照射する方法である。なお、一方の測定器の読取り値が、他方の存在によって 2%を超える散乱線の影響を受けないように、二つの検出器の間の距離は、十分に離さなければならない。

(5) 内挿法（主に校正機関が実施すると考えられる）

標準測定器により基準の測定が行われている距離以外で校正を行う際に、任意の関数を使って測定値を内挿することにより基準を導出できる。しかし、標準測定器によって求めた線量率と距離との関係が、逆二乗則と±5%で一致している距離の範囲に限定する必要がある。

(6) シャドーシールド法（主に校正機関が実施すると考えられる）

シャドーシールド法は、全空気カーマ率から散乱線を分離して、直接線に対する測定器の指示値を求める方法である。このため、エネルギー特性が悪い測定器のエネルギー特性試験を行う場合に、散乱線を分離して直接線に対するレスポンスを求めるための方法としても有効である。

(7) 実用測定器の簡素化した校正（校正機関及びインハウス校正が考えられる）

上位の校正機関で校正した測定器を基準器として、同一型式の測定器を校正する方法。同一型式の測定器を多く持つ事業所等に対して有効な校正方法。ただし、実用測定器の複数のレンジについて校正を行うために、どうすればよいか検討する必要がある。

(8) 低線量率による実用測定器の校正（据置形モニタ用）

据置形モニタを現場で校正するための方法が参考として書かれている。

(9) 機能確認

機能確認について、『放射線障害予防規程に定めるべき事項に関するガイド』では、校正として扱っているが JIS Z 4511 では、校正に当たらないとしている。試験の内容は、測定器を上位の校正機関で校正したあと、あまり日数が経たないうちに線源を用いて値を読取り、線源に対する値を求めておく、この線源に対する値を基準として、定めた期間後（例えば一年後）に、線源に対する値を確認し、基準値とのズレが 10%以内（望ましい）である事を確認する。試験の内容は、校正と校正の間の期間を担保する点検に適しているとも考えられる。

なお、校正方法の詳細については、JIS Z 4511 を確認して頂きたい。

別紙 4.2

JIS Z 4521 で規定されている校正方法

(中性子用空間線量計の校正方法)

目次

1．JIS Z 4521 の適用範囲と校正方法等の種類 114
(1)　JIS Z 4521 の適用範囲 114
(2)　校正定数の決定方法 114
(3)　校正に使用する中性子場について 114
(4)　室内散乱線の補正方法について 114
2．測定器の種類毎に適用できる散乱線の差し引き方法 114
3．測定値に含まれる室内散乱線の影響を差し引く方法について 114
(1)　シャドーコーン法 114
(2)　半経験法 115
(3)　一般化フィット法又は多項式フィット法 115

１．JIS Z 4521 の適用範囲と校正方法等の種類

(10)JIS Z 4521 の適用範囲

熱中性子～20 MeV のエネルギーの中性子を利用し、中性子線量当量（率）測定器を校正する際に適用される。

(11)校正定数の決定方法

試験点における中性子フルエンスにエネルギー分布及び角度分布を考慮した線量当量換算係数を掛けて基準線量当量率を求める。この基準線量当量率を全ての不要な散乱中性子の影響を補正した測定器の読取り値で割ることにより、校正定数を導出する。中性子フルエンスの発生源を「(3)校正に使用する中性子場について」で説明し、不要な散乱中性子を差し引く方法について「(4)室内散乱線の補正方法について」で説明する。

(12)校正に使用する中性子場について

JIS Z 4521 では、RI 中性子源を用いた連続スペクトル中性子、原子炉からの中性子及び加速器生成中性子について規定されている。RI 中性子源を用いた連続スペクトル中性子を用いた校正を行う場合には、線源を覆うカプセルにより散乱される中性子について評価し、評価した結果が校正に望ましくない影響を与える場合には補正を行う必要がある。

(13)室内散乱線の補正方法について

中性子を用いた校正を行う際は、測定値に含まれる室内散乱線の影響を精度よく差し引くことが重要である。JIS Z 4521 では、測定結果に含まれる散乱線の影響を差し引く方法として、シャドーコーン法、半経験法及び一般化フィット法又は多項式フィット法等が規定されている。なお、中性子を用いた測定器の校正では、γ線用測定器の校正のように簡素化された校正方法が定められていない。

２．測定器の種類毎に適用できる散乱線の差し引き方法

測定器の種類	室内散乱線の補正方法	備考
中性子サーベイメータ	シャドーコーン法、半経験法及び一般化フィット法又は多項式フィット法	いずれの方法も適用できる。
据置形モニタ		シャドーコーン法で行われることが多いと考えられる。
環境用線量計素子	記載なし	熱中性子を用いて、フリーエアーで校正する。
個人線量計	ファントムを使った校正方法について規定されているが、散乱線の補正については記載がない。	JIS Z 4331 に規定するファントムに配置する。校正距離は 75cm 以上にすることが望ましい。

注）個人線量計の校正を実施する際にフリーエアーでの校正について記載が無い。また、簡易的な校正方法が無い。

３．測定値に含まれる室内散乱線の影響を差し引く方法について

(14)シャドーコーン法

測定値には、線源から測定器に直接入射する中性子（以下、直接線という）と、室内散乱線等の影響が含まれているため、室内散乱線の影響を差し引く必要がある。室内散乱線の影響を差し引くために、シャドーコーンと呼ばれる遮へい体で直接線を遮蔽し、測定値に含まれる室内散乱線の測定を行う。室内散乱線の影響を含んだ測定値からシャドーコーンがあるときの測定値を差し引くことにより、散乱線の影響を含まない直接線に対する中性子の測定値を求めることが出来る。照射距離は、

シャドーコーンの長さ(例：50cm)の2倍の距離(例：100cm)から室内散乱線の増加が40%未満になる距離とされている。また、測定器大きさの2倍を超えるエリアを遮蔽しない（オーバーシャドーにならないようにする）ように、シャドーコーンのサイズを設計する必要がある。

(15)半経験法

測定器の読取り値に含まれる散乱中性子による寄与割合を、読取り値の逆二乗側からのズレで推測できるという仮定に基づく方法。線源と測定器の間の距離を変えて複数点測定を繰り返して、距離毎に測定値を求める。最小距離は、測定器と線源の直径の和程度（ただし、幾何学的影響について注意する必要がある）の距離で、最大距離は、室内散乱による読取り値の増加が40 %未満という要求事項を満足する距離とされている。

(16)一般化フィット法又は多項式フィット法

中性子の散乱線を含んだ放射線場における測定器の読取り値を、規定されている多項式で表すことができるという仮定に基づく方法。線源と測定器の間の距離を変えて複数点測定を繰り返して、距離毎に測定値を求める。測定の最小距離は、線源と測定器の幾何学的影響が効かない距離(おおむね80cm)又は、球形測定器に限り幾何学的影響を補正してさらに近い距離まで測定を行える。最大距離は、室内散乱線の増加が40%未満の距離とされている。測定をするために精度の高い位置決めと統計精度の高い個々のデータが求められる。

なお、校正方法の詳細については、JIS Z 4521を確認して頂きたい。