

令和元年度放射線対策委託費事業報告書

放射線管理に係る実用量の測定等の実態調査

公益財団法人 原子力安全研究協会

令和2年3月

本報告書は、原子力規制委員会原子力規制庁からの委託により実施した業務の成果を取りまとめたものです。

まえがき

本報告書は、原子力規制庁の令和元年度放射線対策委託費（放射線管理に係る実用量の測定等の実態調査）事業の調査結果を取りまとめたものである。

我が国における放射線障害防止に関する技術的基準は、国際放射線防護委員会（ICRP）や国際原子力機関（IAEA）等で国際的に合意された放射線防護の考え方を尊重し、各制度間の斉一を図りながら、策定されてきた。

現在、国際放射線単位測定委員会（ICRU）は、ICRPと合同で、放射線防護に係る概念である実用量の定義を変更するための検討を行い、近々報告書を刊行する予定である。放射線防護に係る線量の概念は、我が国だけでなく世界各国で放射線防護の体系に取り入れられ、広く普及しており、これらに変更された場合、各国で法令への取り入れに関する検討が求められることとなる。さらに、我が国においては、これらの概念を取り入れている制度が各省庁にまたがっていることなどから、制度間の斉一に関する検討が不可欠であるが、どのような課題があるかについて予備的な検討を行うことが必要である。

本事業は、線量管理の現場で利用される個人線量計及び放射線測定器（以下「実用測定器」という。）を用いた実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査を実施し、提案されている実用量の変更における影響について調査を行うことを目的とする。

令和2年3月

公益財団法人 原子力安全研究協会

目次

| | |
|--|----|
| 1. 実施概要 | 1 |
| 1.1 実用測定器を用いた実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査 | 1 |
| 1.2 実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れることとした場合の課題の整理 | 2 |
| 1.3 実用量の概念変更に伴う我が国への影響等の取りまとめ | 2 |
| 2. 調査の結果 | 8 |
| 2.1 実用測定器を用いた実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査 | 8 |
| 2.1.1 実用測定器の校正の実態調査 | 8 |
| (1) 校正の体系 | 8 |
| ① 光子の校正の体系 | 10 |
| ② 中性子の校正の体系 | 13 |
| ③ β 線の校正の体系 | 15 |
| (2) エネルギー特性試験に利用可能な放射線照射施設の状況 | 16 |
| ① 光子 | 16 |
| ② 中性子 | 22 |
| ③ β 線 | 25 |
| (3) 校正方法に関する JIS | 26 |
| 2.1.2 各放射線施設における実用測定器の利用に係る実態調査 | 28 |
| (1) 調査方法 | 28 |
| ① 調査対象 | 28 |
| ② 調査概要 | 28 |
| (2) 場のモニタリングに関する調査結果 | 29 |
| ① 光子の測定 | 29 |
| ② 中性子の測定 | 31 |
| ③ β 線の測定 | 32 |
| ④ 質問に対する回答（要約） | 33 |
| (3) 個人モニタリングに関する調査結果 | 34 |
| ① 光子の測定 | 34 |
| ② 中性子の測定 | 36 |
| ③ β 線の測定 | 37 |
| ④ 質問に対する回答（要約） | 37 |
| (4) その他のモニタリング（外部被ばくの放射線管理に使用している測定器） | 38 |
| (5) 実用量の定義変更に係る課題 | 38 |
| 2.1.3 放射線測定器メーカー及び個人線量測定機関における実用測定器の性能 | 39 |
| (1) 空間線量 | 39 |

| | |
|--|----|
| ① 光子用測定器..... | 39 |
| ② 中性子用測定器..... | 43 |
| ③ β 線用測定器..... | 44 |
| (2) 個人線量..... | 45 |
| (2-1) 電子式個人線量計..... | 45 |
| ① 光子用..... | 45 |
| ② 中性子用..... | 46 |
| ③ β 線用..... | 47 |
| (2-2) 受動形個人線量計..... | 48 |
| ① 光子用..... | 48 |
| ② 中性子用（固体飛跡検出器）..... | 49 |
| ③ β 線用..... | 50 |
| 2.2 実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れることとした場合の課題の整理..... | 51 |
| 2.2.1 換算係数の定義変更前後の違い..... | 51 |
| (1) 空間線量..... | 55 |
| ① 光子に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響..... | 55 |
| ② 中性子に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響..... | 56 |
| ③ 電子線（ β 線）に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響..... | 57 |
| (2) 個人線量..... | 59 |
| ① 光子に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響..... | 59 |
| ② 中性子に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響..... | 60 |
| ③ 電子線（ β 線）に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響..... | 61 |
| 2.2.2 実用量等の概念変更に伴う、実用測定器に対する影響..... | 63 |
| (1) 空間線量..... | 64 |
| ① 光子用実用測定器のエネルギー特性..... | 64 |
| a. エリアモニタのエネルギー特性..... | 64 |
| b. 環境 γ 線モニタのエネルギー特性..... | 66 |
| c. サーベイメータのエネルギー特性..... | 67 |
| d. 受動形環境線量計のエネルギー特性..... | 69 |
| ② 中性子用実用測定器のエネルギー特性..... | 70 |
| a. エリアモニタのエネルギー特性..... | 70 |
| b. サーベイメータのエネルギー特性..... | 70 |
| ③ β 線実用測定器のエネルギー特性..... | 72 |
| (2) 個人線量..... | 72 |
| (2-1) 電子式個人線量計..... | 72 |
| ① 光子用電子式個人線量計のエネルギー特性..... | 72 |

| | |
|--|-----|
| ② 中性子用電子式個人線量計のエネルギー特性..... | 74 |
| ③ β 線用電子式個人線量計のエネルギー特性..... | 75 |
| (2-2) 受動形個人線量計 | 76 |
| ① 光子用個人線量計のエネルギー特性..... | 76 |
| a. 1 cm 線量当量 | 76 |
| b. 3 mm 線量当量 | 77 |
| c. 70 μm 線量当量..... | 78 |
| ② 中性子用個人線量計のエネルギー特性..... | 81 |
| ③ β 線用個人線量計のエネルギー特性..... | 82 |
| a. 3 mm 線量当量 | 82 |
| b. 70 μm 線量当量 | 83 |
| 2.2.3 実用量等の概念変更に伴い、法令・規格・マニュアル類に与える影響..... | 85 |
| (1) 法令、指針等への影響 | 85 |
| (2) JIS への影響..... | 88 |
| (3) マニュアル類への影響 | 95 |
| (4) 学会等の動向 | 100 |
| 2.3 実用量の概念変更に伴う我が国への影響等の取りまとめ | 103 |
| (1) 校正に関する影響と対応..... | 103 |
| (2) 各放射線施設における影響と対応 | 104 |
| (3) 実用測定器の性能に対する影響と対応 | 107 |
| 1) 空間線量 | 107 |
| 2) 個人線量..... | 108 |
| 2-1) 電子式個人線量計..... | 108 |
| 2-2) 受動形個人線量計..... | 109 |
| (4) 個人線量測定に対する影響..... | 110 |
| (5)その他の影響..... | 110 |
| 3. まとめ..... | 112 |

1. 実施概要

現在、国際放射線単位測定委員会（ICRU）は、ICRPと合同で、放射線防護に係る概念である実用量の定義を変更するための検討を行い、近々報告書を刊行する予定である。実用量は、我が国だけでなく世界各国で放射線防護の体系に取り入れられ、広く普及しており、その定義が変更された場合、各国で法令への取り入れに関する検討が求められることとなる。さらに、我が国においては、これらの概念を取り入れている制度が各省庁にまたがっていることなどから、制度間の斉一に関する検討が不可欠であるが、その検討を行うためには、実際に、測定器の製造や線量管理の現場などにおいて、どのような課題があるかについて予備的な検討を行うことが必要である。

本事業は、線量管理の現場で利用される個人線量計並びに放射線測定器を用いた実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査を実施し、提案されている実用量の変更における影響について調査を行うことを目的としている。本調査事業の実施概要を以下に示す。

1.1 実用測定器を用いた実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査

日本国内の線量管理の現場における実用測定器を用いた実用量の測定と評価（環境モニタリング、個人モニタリング）の実態と課題、線量管理の現場で用いられている実用測定器の性能確保のために実施している校正や特性評価の実態と課題について調査を行った。あわせて、実用測定器の校正に用いる標準場・校正場等の構築や運用の実態と課題についても調査を行った。調査内容には関係する国内法令、IEC/ISO規格、JIS、その他のマニュアル等の現状の要求事項とそれらに対する対応を含んだ。調査対象事業者は日本国内で実用測定器を製作・販売している主要なメーカーや校正事業者とした。また、線量管理の現場は原子力施設（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）第 2 条第 7 項の原子力施設をいう。）、放射線施設（放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則（昭和35 年総理府令 第 56 号）第 1 条第 9 項の放射線施設をいう。）、医療提供施設（医療法（昭和 23 年 7 月 30 日法律第205 号）第1 条の2 第2 項の医療提供施設をいう。）等で、光子、中性子、陽子線、 β 線を線量管理の目的として適当な実用測定器で測定している施設について、10事業所の調査を現地で実施した。

調査の実施に際し、調査対象事業者の関係者7名で構成される専門部会（ワーキンググループ）を設置し、調査期間中に4回開催した。専門部会では、調査の実施方法等について検討するとともに、調査結果について取りまとめを行った。

調査結果の取りまとめの方針等については、検討会の助言を受けるとともに、調査結果の取りまとめに際しては、必要に応じて線量管理の現場の放射線管理担当者にヒアリングを行い、補足を行った。

1.2 実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れることとした場合の課題の整理

ICRU/ICRP の合同委員会がまとめた実用量等の概念変更を提案した報告書のドラフト版*の内容を踏まえ、これらの内容を我が国の放射線防護の法体系に取り入れることとした場合の、実用測定器を用いた線量管理の現場における実用量等の測定、実用測定器の性能確保、標準場・校正場における校正等への運用上の影響とその対応策について調査した。

また、国内の関連学会その他の関係者による検討の動向を調査するため、国内の学会やシンポジウム等に参加し、議論を整理した。調査結果の取りまとめの方針等は、検討会の助言を受けた。なお、原子力規制庁で公表されている平成 30 年度放射線対策委託費（実用量及び防護量としての実効線量に係る動向調査）事業の成果報告書の内容について、検討会、専門部会の委員や必要に応じて調査対象者に提供した。

*ICRU/ICRP レポート（ドラフト版）：外部放射線被ばくに関する実用量（Operational quantities for external radiation exposure – Joint report of the international commission on radiation units and measurements and the international commission on radiological protection (final draft July 2017)）

1.3 実用量の概念変更に伴う我が国への影響等の取りまとめ

1.1と1.2の業務で取りまとめた結果を踏まえ、実用量等の概念変更に伴う我が国への影響等について報告書として体系的に取りまとめた。放射線防護に関する専門的知見を有する者 5名からなる検討会を設置し、調査期間中に3回開催した。検討会は実用量及び実効線量の概念変更の導入に当たっての課題に関する整理に加えて、1.1から1.3までの業務に基づく情報収集及び概要作成の結果及び実用量及び実効線量の概念変更に伴う我が国への影響等について、専門的かつ客観的な立場からの助言を行った。検討会の委員の構成と開催実績は、以下のとおりである。

検討会
委員構成

令和2年3月現在（敬称略、順不同）

| | | |
|-----|-------|--|
| 委員長 | 小田 啓二 | 国立大学法人神戸大学大学院 海事科学研究科 教授 |
| 委員 | 柚木 彰 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門 放射能中性子標準研究グループ 上級主任研究員 |
| 〃 | 小口 靖弘 | 個人線量測定機関協議会 ／株式会社千代田テクノロ 大洗研究所 副所長 |
| 〃 | 吉澤 道夫 | 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門原子力科学研究所 保安管理部長 |
| 〃 | 平 純一 | 電気事業連合会 ／東京電力ホールディングス株式会社 原子力運営管理部 放射線管理グループ |

①第1回検討会(第1回専門部会と合同開催)

日時：令和元年11月29日（金） 14:00-17:00

場所：新橋パークサイドビル 6階会議室

議事：

- (1) 検討会ならびに専門部会について
- (2) 令和元年度放射線対策委託費（放射線管理に係る実用量の測定等の実態調査）事業の概要について
- (3) 令和元年度の調査ならびに検討課題について
 - (3-1) 実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査
 - (3-2) 実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れる場合の課題整理
 - (3-3) 実用量の概念変更に伴う我が国への影響等の取りまとめ
- (4) その他

②第2回検討会

日時：令和2年2月21日（金） 17:00－19:00

場所：公益財団法人原子力安全研究協会 地下会議室

議事：

- (1) 第1回検討会・専門部会 合同会合 議事録（案）の確認
- (2) 専門部会 活動報告
- (3) 令和元年度放射線対策委託費（放射線管理に係る実用量の測定等の実態調査）
事業報告書について
- (4) その他

③第3回検討会

日時：令和2年3月5日（木）～ 3月10日（火）

場所：E-mailによる書面会議を実施

議事：

- (1) 第2回検討会 議事録（案）の確認
- (2) 令和元年度放射線対策委託費（放射線管理に係る実用量の測定等の実態調査）
事業報告書について
- (3) その他

専門部会
委員構成

| | | |
|-----|-------|---|
| 主 査 | 柚木 彰 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門 放射能中性子標準研究グループ 上級主任研究員 |
| 委 員 | 黒澤 忠弘 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 分析計測標準研究部門 放射線標準研究グループ 研究グループ長 |
| 〃 | 小口 靖弘 | 株式会社千代田テクノロ 大洗研究所 副所長 個人線量測定機関協議会 |
| 〃 | 中島 定雄 | 富士電機株式会社パワエレシステム インダストリー事業本部 社会ソリューション事業部放射線システム部 部長代理 (主席) |
| 〃 | 當波 弘一 | 公益財団法人 放射線計測協会 |
| 〃 | 山野 俊也 | 株式会社日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット 分析システム事業部 汎用分析システム設計部 |
| 〃 | 吉富 寛 | 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門原子力科学研究所放射線管理部 放射線計測技術課 技術副主幹 |

本専門部会は、調査期間中に4回開催した。調査の実施方法等について検討するとともに、検討会の助言を受け、調査結果について取りまとめを行った。専門部会の開催実績は、以下のとおりである。

① 第1回専門部会(第1回検討会と合同開催)

日時：令和元年11月29日(金) 14:00-17:00

場所：新橋パークサイドビル 6階会議室

議事：

(1) 検討会ならびに専門部会について

- (2) 令和元年度放射線対策委託費（放射線管理に係る実用量の測定等の実態調査）事業の概要について
- (3) 令和元年度の調査ならびに検討課題について
 - (3-1) 実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査
 - (3-2) 実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れる場合の課題整理
 - (3-3) 実用量の概念変更に伴う我が国への影響等の取りまとめ
- (4) その他

②第2回専門部会

日時：令和元年12月27日（金） 13:00-15:00

場所：公益財団法人原子力安全研究協会 地下会議室

議事：

- (1) 第1回検討会・専門部会 合同会合 議事録（案）について
- (2) 実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査
 - (2-1) 実用測定器の校正の実態調査
 - (2-2) 各放射線施設における実用測定器の性能確保に係る実態調査
 - (2-3) 製造業者における実用測定器の性能確保
- (3) 実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れる場合の課題の整理
- (4) その他

③第3回検討会

日時：令和2年1月21日（火） 10:00-12:00

場所：公益財団法人原子力安全研究協会 地下会議室

議事：

- (1) 第2回専門部会 議事録（案）について
- (2) 実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査
 - (2-1) 実用測定器の校正の実態調査
 - (2-2) 各放射線施設における実用測定器の性能確保に係る実態調査
 - (2-3) 製造業者における実用測定器の性能確保
- (3) 実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れる場合の課題の整理
- (4) その他

④第4回検討会

日時：令和2年2月4日（火） 13:00-16:00

場所：公益財団法人原子力安全研究協会 地下会議室

議事：

- (1) 第3回専門部会 議事録(案)について
- (2) 実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査
 - (2-1) 実用測定器の校正の実態調査
 - (2-2) 各放射線施設における実用測定器の性能確保に係る実態調査
 - (2-3) 製造業者における実用測定器の性能確保
- (3) 実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れる場合の課題の整理
- (4) その他

2. 調査の結果

2.1 実用測定器を用いた実用量の測定及び実用測定器の性能確保に係る実態調査

2.1.1 実用測定器の校正の実態調査

外部被ばくに係る放射線管理には、エリアモニタ、サーベイメータ、及び個人線量計などの実用測定器が用いられており、指示値の信頼性を確保するために、出荷前及び定期的に校正機関や測定器メーカーで校正が行われている。また、実用測定器は校正エネルギーと異なるエネルギーの放射線に対して、必ずしも線量（率）と指示値が一致しないので、機器ごとに形式試験として、測定器メーカーはエネルギー特性試験を実施している。

実用測定器の校正及びエネルギー特性試験の際には、空気カーマ（Gy）またはフルエンス（ cm^{-2} ）から実用量（Sv）の換算が必要であり、定義変更により校正及び特性試験に対してどのような影響を与えるかを知るために、現状の(1) 校正の体系、(2) エネルギー特性試験に利用可能な放射線照射施設の状況、及び(3) 校正方法に関する JIS を調査した。

(1) 校正の体系、及び(2) エネルギー特性試験に対する供給エネルギーの状況については、国家標準機関である（国研）産業技術総合研究所、2次標準機関である（公財）放射線計測協会、（株）千代田テクノル、及び（国研）日本原子力研究開発機構放射線標準施設（以下 JAEA 放射線標準施設、という。）に調査協力をいただいた。

(1) 校正の体系

国家標準（産業技術総合研究所）における、国際整合性を、図 2.1.1-1 に示す。各校正機関における校正のトレーサビリティ体系図を図 2.1.1-2～図 2.1.1-7 に示す。

各機関ともに産業技術総合研究所の有する国家標準によって校正された二次標準器を用い、直接又はワーキングスタンダードを介して二次標準場及び実用校正場を設定している。

いずれも国家標準からのトレーサビリティは光子においては空気カーマ、中性子においてはフルエンスで確保されている。サーベイメータや個人線量計の実用測定器の校正に際しては、空気カーマやフルエンスに対して線量当量換算係数を用いて Sv に換算して、校正を行っている。体系図の中で線量当量換算係数を用いている場所を参考に矢印を付記した。

β 線については、組織吸収線量(Gy)を基準量としている。後述するように $\text{Sv}/\text{Gy}=1.0$ としているため、換算定数は用いず Gy をそのまま Sv に読み替えている。

国家標準(産業技術総合研究所)は各国と図 2.1.1-1 に示す国際整合性が図られており、CIPM MRA 及び ILAC/APLAC（現 APAC）の役割は以下のとおりである。

CIPM MRA

- ・ 1999年10月：メートル条約国の中から、45カ国63のNMIs（国際計量標準研究所）が互いの技術能力の同等性の程度と校正証明書の受け入れ促進に関する相互承認協定（MRA: Mutual Recognition Arrangement）に署名。2020年3月時点では106のNMIが署名している。

- ・ これらの署名機関に指定された 83 の研究所（準国家計量標準研究所）もこの協定に参加している。2020 年 3 月時点では 154 機関が署名している。
- ・ この協定への署名により、国際基幹比較への参加とピアレビュー（相互評価）受審が義務づけられ、この結果に基づいて NMIs の供給する量における校正測定能力（Calibration and Measurement Capability）がデータベースに登録され、一般公開されている。
- ・ これにより、国家計量標準レベルの同等性が確認され、各国国家計量標準研究所が実現する SI 単位へのトレーサビリティに比較同等性（Comparability）が確保される。

ILAC/APLAC MRA

- ・ ILAC 相互承認（ILAC Arrangement）：APLAC を含めた世界レベルでの試験所認定機関協力機構（ILAC）における上記と同様の協定
- ・ 2006 年 1 月 1 日現在、44 経済地域、52 機関が署名。2020 年 3 月時点では 104 経済地域、102 機関が署名している。
- ・ これらの国際機関レベルでの相互承認により、認定を受けた試験所・校正機関の産出する試験・校正結果の同等性が確認できる。
- ・ APLAC 相互承認（APLAC Mutual Recognition Arrangement）：アジア太平洋地域の試験所認定機関協力機構（APLAC）における試験・校正結果の相互受け入れ促進のための協定
- ・ 2006 年現在、17 経済地域、24 機関が署名。2020 年 3 月時点では 28 経済地域、46 機関が署名している。

計量の国際整合性

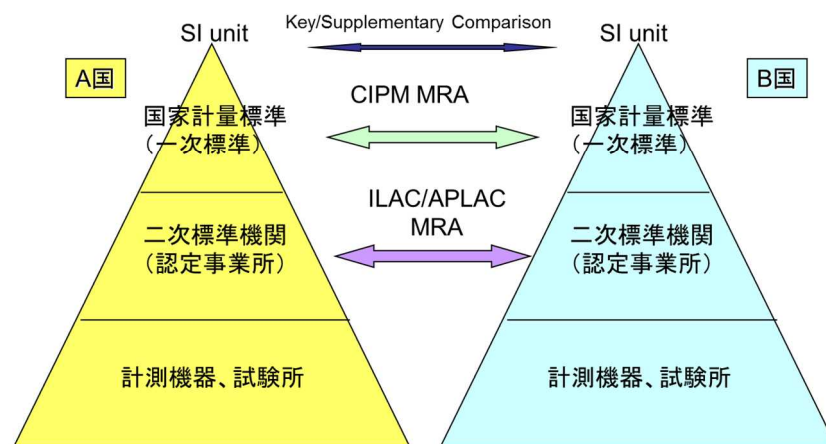


図 2.1.1-1 計量の国際整合性

① 光子の校正の体系

別紙
Attached

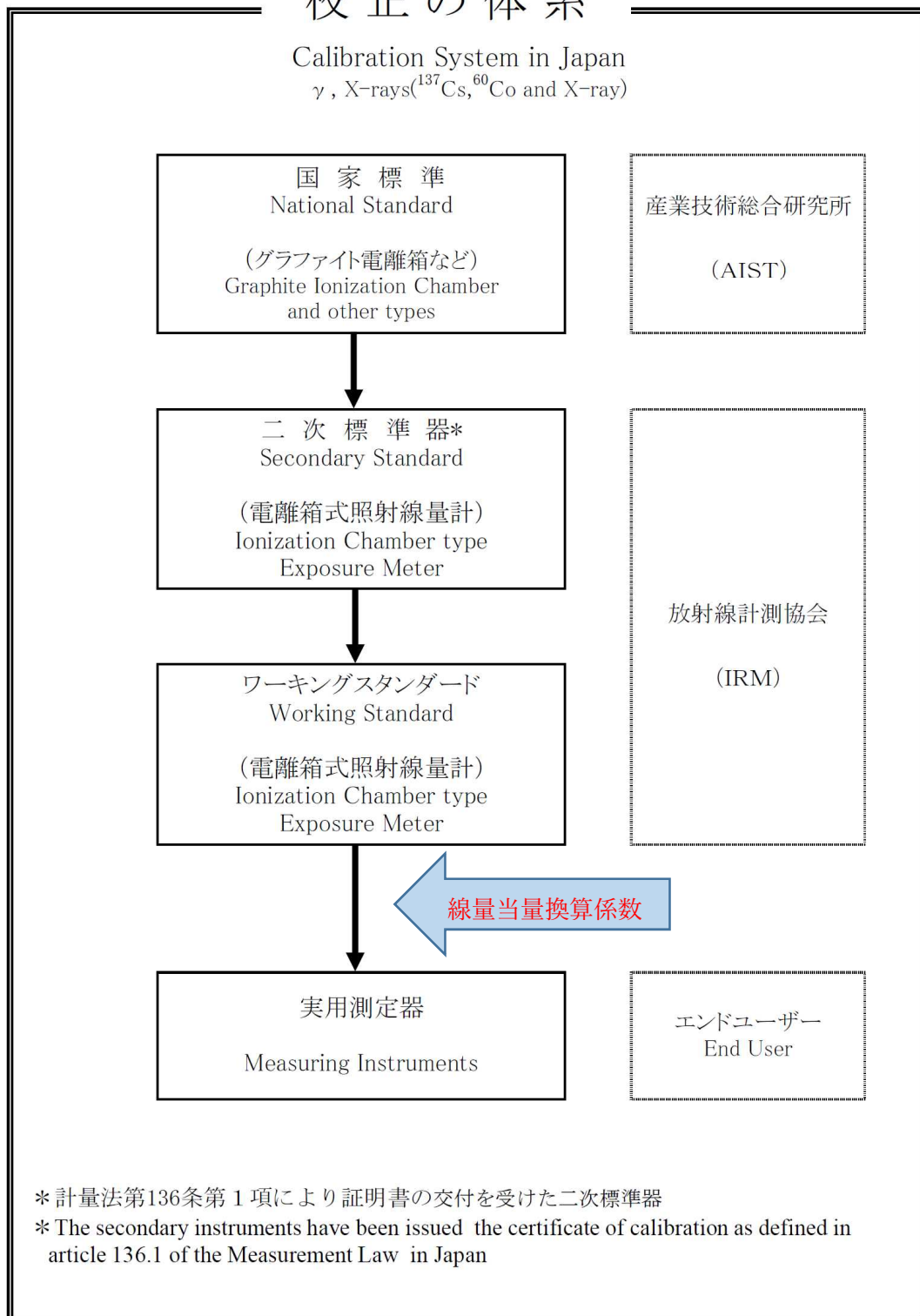


図 2.1.1-2 γ 線及び X 線の校正の体系図 (放射線計測協会)

校正の体系図

[γ 線(^{137}Cs , ^{60}Co)]

当所の γ 線(^{137}Cs , ^{60}Co)線量(率)の校正の体系図は、下記に示す通りです。

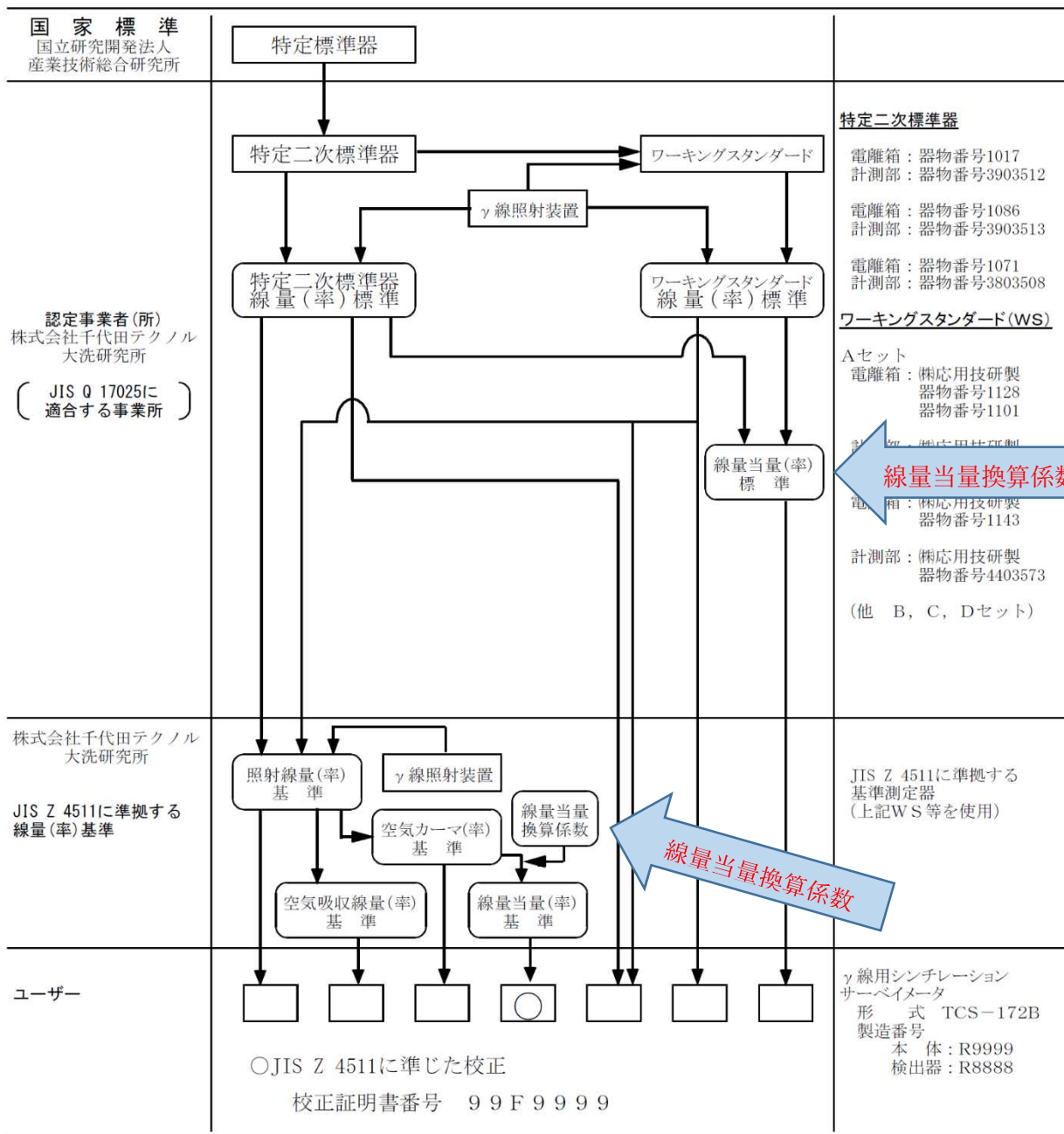


図 2.1.1-3 γ 線の校正の体系図 (千代田テクノ)

校正の体系図

[中硬X線]

当所の中硬X線の校正の体系図は、下記に示す通りです。

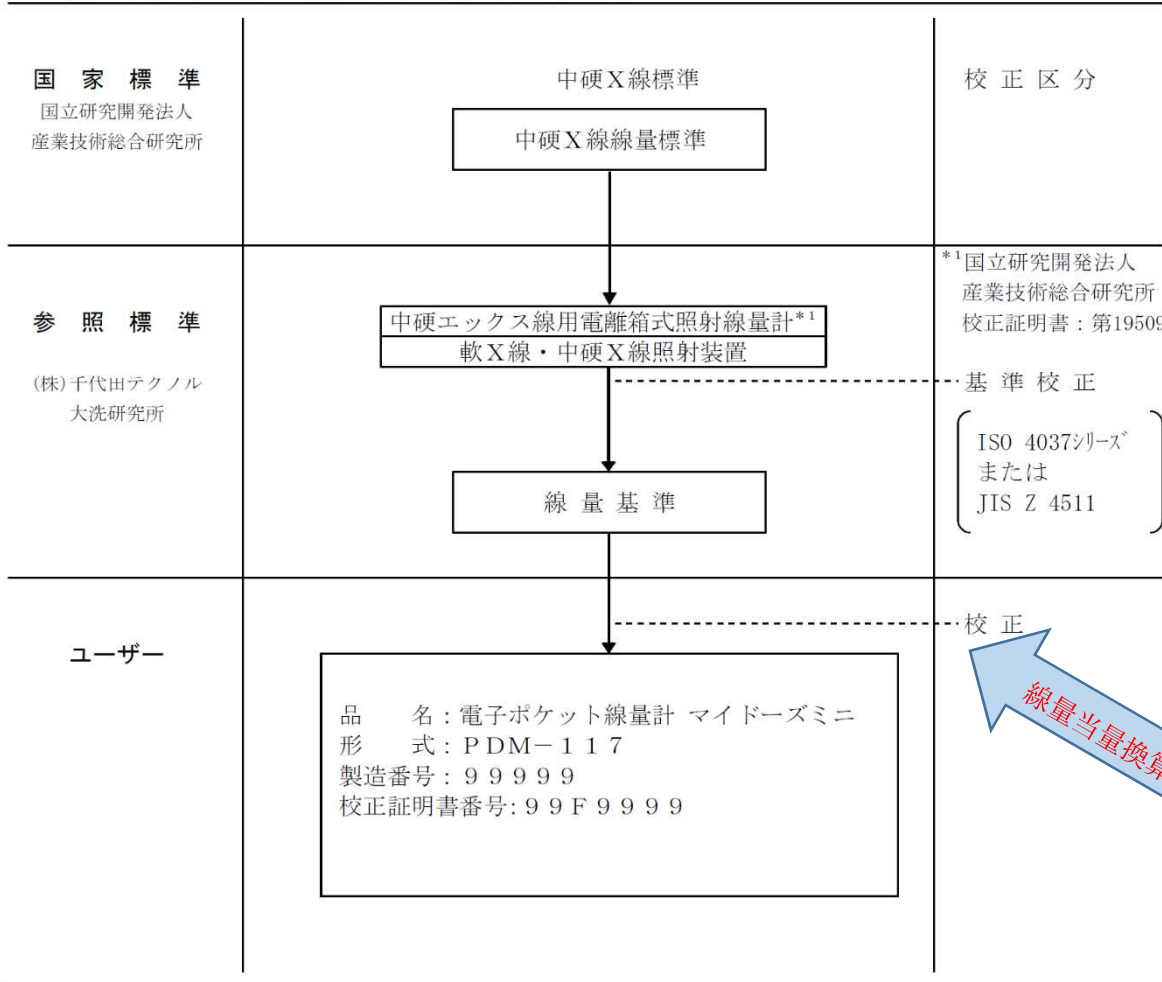


図 2.1.1-4 中硬 X 線の校正の体系図 (千代田テクノル)

② 中性子の校正の体系

別紙

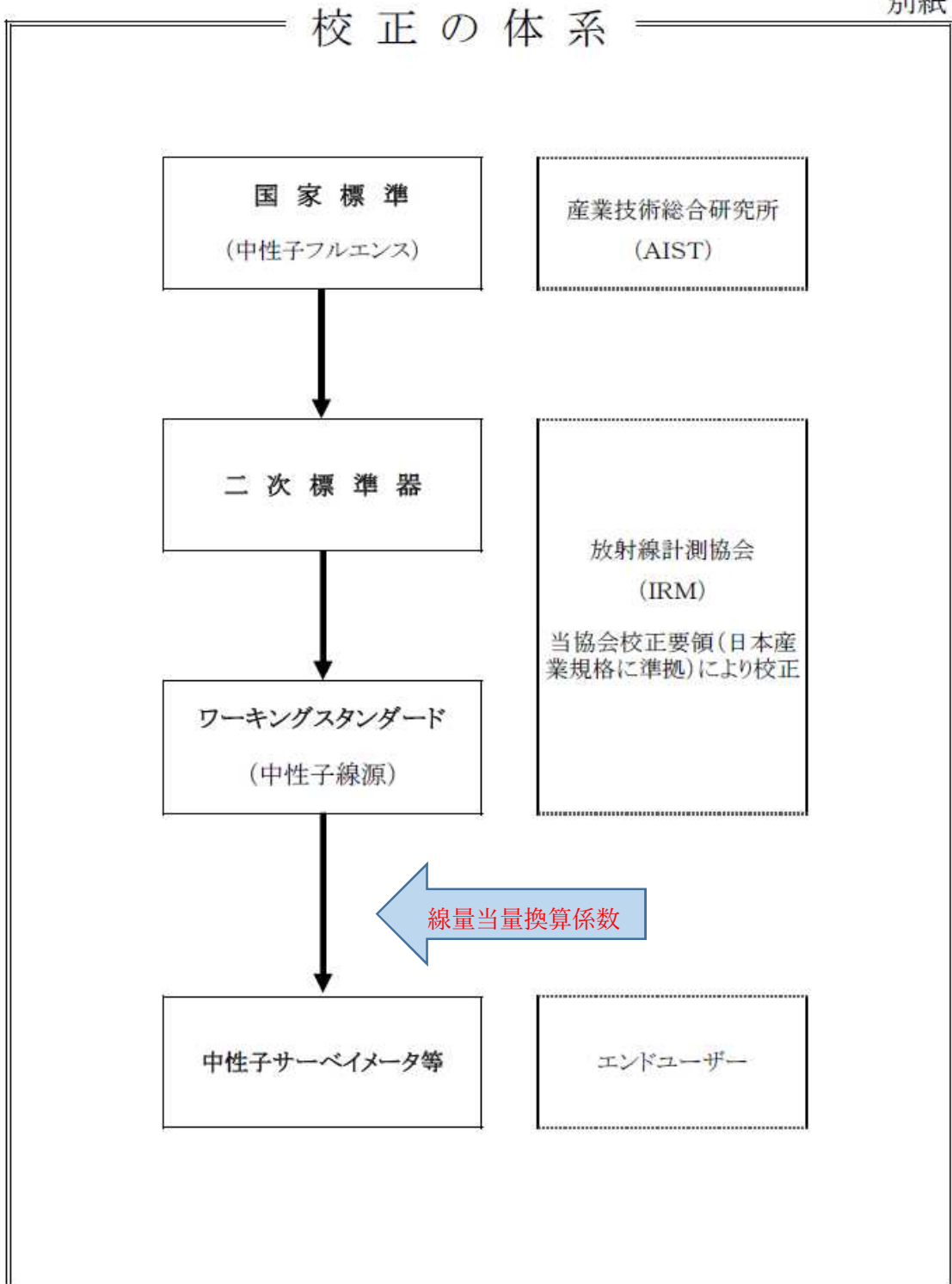


図 2.1.1-5 中性子の校正の体系図 (放射線計測協会)

校正の体系図

[中性子 ($^{241}\text{Am}-\text{Be}$)]

当所の中性子 ($^{241}\text{Am}-\text{Be}$) の校正の体系図は、下記に示す通りです。

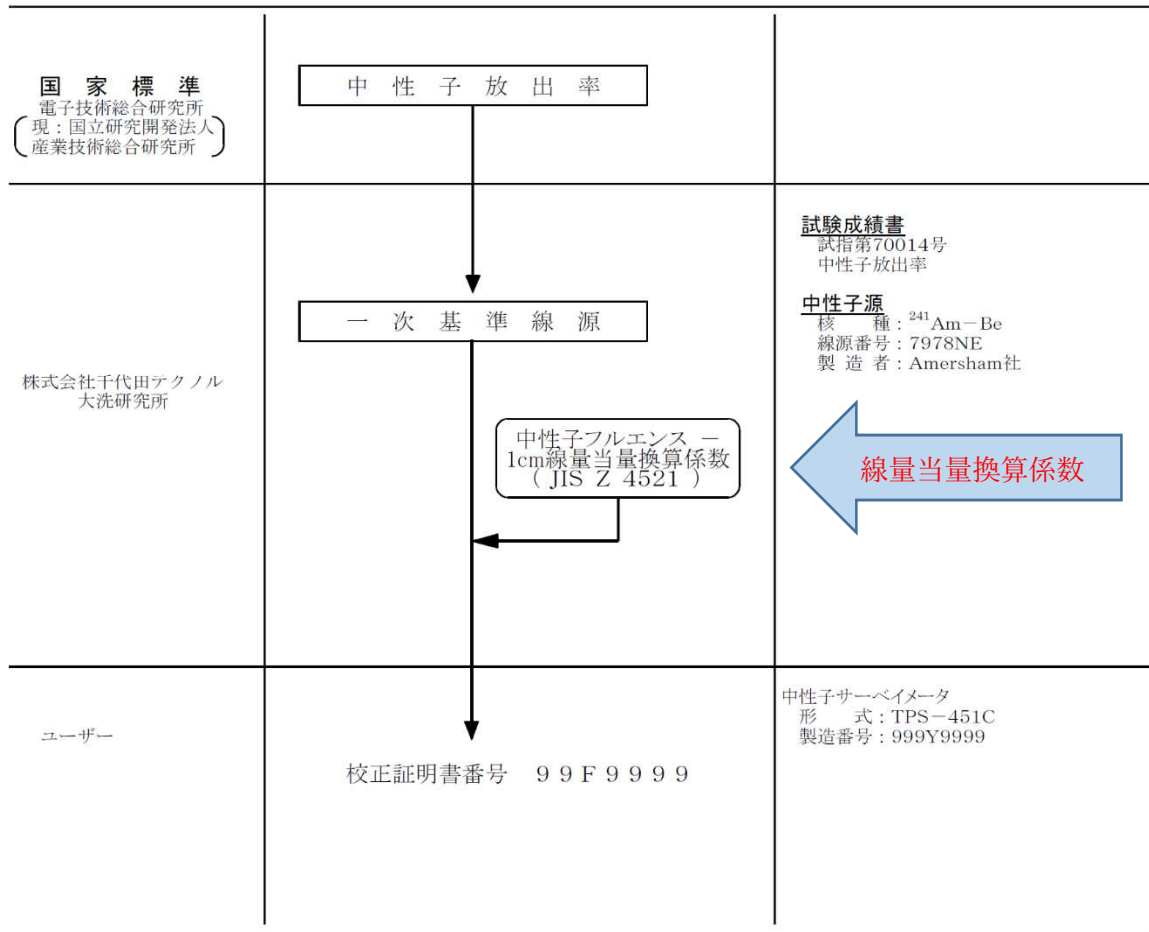


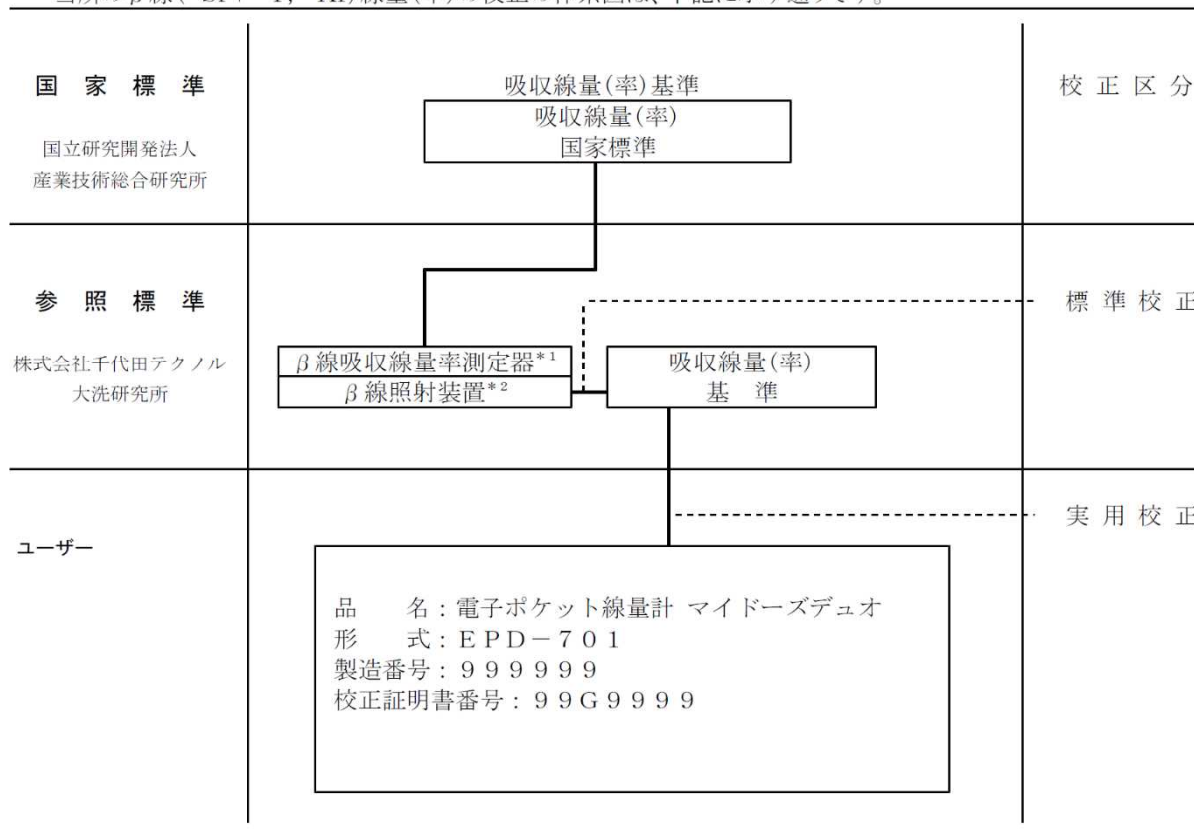
図 2.1.1-6 中性子の校正の体系図 (千代田テクノ)

③ β線の校正の体系

校正の体系図

[β線($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, ^{85}Kr)]

当所のβ線($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$, ^{85}Kr)線量(率)の校正の体系図は、下記に示す通りです。



*1国立研究開発法人 産業技術総合研究所 校正証明書：第195327号

*2参照規格：JIS Z 4514:2010

図 2.1.1-7 β線の校正の体系図 (千代田テクノ)

(2) エネルギー特性試験に利用可能な放射線照射施設の状況

実用測定器のエネルギー特性試験は放射線測定器メーカーにより、形式試験として実施されている。このエネルギー特性は、実用量の定義変更によって大きな影響を受けることから、校正機関及び研究機関で供給している光子、中性子及び β 線の照射場について調査した。

① 光子

各機関で供給可能な光子エネルギーを表 2.1.1-1～表 2.1.1-4 に示す。

実効エネルギー約 10 keV～約 200 keV の X 線、 ^{241}Am 、 ^{137}Cs 、 ^{60}Co 等の γ 線源、及び加速器を利用した $^{19}\text{F}(\text{p}, \alpha \gamma)^{16}\text{O}$ 反応による 6.28 MeV での校正場が取りそろえられており、幅広いエネルギー特性試験が可能であることが分かった。

【参考】 X 線標準場で用いる線量当量換算係数

X 線の場合 ^{137}Cs や ^{60}Co などの γ 線と異なり、単色ではなくエネルギーが広がっているため、ICRP Publ.74: 外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数(以下、「ICRP74」という。)に記載の換算係数はそのまま使うことができない。

X 線の線質は、X 線管の高電圧、全フィルタの厚さ・組成及びターゲットの材質・角度に依存する。このため ISO 及び JIS では連続 X 線標準場の線質は、次の五つに分類し、

- a) 低空気カーマ率シリーズ (以下、L シリーズという。)
- b) 狭スペクトルシリーズ (以下、N シリーズという。)
- c) 広スペクトルシリーズ (以下、W シリーズという。)
- d) 高空気カーマ率シリーズ (以下、H シリーズという。)
- e) 線質指標シリーズ (以下、QI シリーズという。)

※ QI (Quality Index) $QI = E_{\text{eff}} / E_{\text{tube}}$

ここで、 E_{eff} は実効エネルギー (keV)、 E_{tube} は管電圧 (kV)

各シリーズの X 線に対して換算係数を与えている。

JIS Z 4511 : 2018 附属書 B (規定) では、

周辺線量当量 : $H^*(10)$ 、方向性線量当量 : $H'(0.07)$ 、個人線量当量 : $H_p(10)$ 、70 μm 個人線量当量 : $H_p(0.07)$ スラブファントム、 $H_p(0.07)$ ロッドファントム及び $H_p(0.07)$ ピラーファントムへの換算係数を、以下の線質ごとに記載している。

- ・単色光子エネルギーに対する線量当量換算係数
- ・蛍光 X 線に対する線量当量換算係数
- ・L シリーズに対する線量当量換算係数
- ・W シリーズに対する線量当量換算係数
- ・H シリーズに対する線量当量換算係数
- ・放射性核種線源及び高エネルギー光子に対する線量当量換算係数

なお、QI シリーズなどのように附属書 B に記載のない線質については、次の方法による。

- a) スペクトル測定をする場合は、パルス波高スペクトルからフルエンススペクトル及び空気カーマスペクトルを求め、各エネルギーの線量当量換算係数の重付けをして線量当量スペクトルを評価する（附属書 E 参照）。この線量当量スペクトルと空気カーマスペクトルの総和との比から当該線質の線量当量換算係数を求める。
- b) スペクトル測定をしない場合は、管電圧 40 kV 以上の線質で、実効エネルギーに該当する線量当量換算係数を利用してもよい。

国内では、実用測定器のエネルギー特性試験では主として N シリーズが使用されており、N シリーズの X 線に対する線量当量換算係数を、以下に示す。

(参考) N シリーズに対する線量当量換算係数 (Sv/Gy) JIS Z 4511 : 2018 より抜粋

| 線質 | 実効エネルギー (keV) | $H^*(10)$ | $H^*(0.07)$ | $H_p(10)$ | $H_p(0.07)$ スラブフ ァントム | $H_p(0.07)$ ロッドフ ァントム | $H_p(0.07)$ ピラーフ ァントム |
|-------|------------------|-----------|-------------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| N-10 | 8 | | 0.91 | | 0.91 | 0.91 | 0.91 |
| N-15 | 12 | | 0.96 | 0.06 | 0.96 | 0.95 | 0.96 |
| N-20 | 16 | | 1.00 | 0.27 | 0.98 | 0.98 | 0.99 |
| N-25 | 20 | 0.52 | 1.03 | 0.55 | 1.03 | 1.00 | 1.02 |
| N-30 | 24 | 0.80 | 1.10 | 0.79 | 1.10 | 1.03 | 1.08 |
| N-40 | 33 | 1.18 | 1.25 | 1.17 | 1.27 | 1.07 | 1.20 |
| N-60 | 48 | 1.59 | 1.48 | 1.65 | 1.55 | 1.11 | 1.33 |
| N-80 | 65 | 1.73 | 1.60 | 1.88 | 1.72 | 1.15 | 1.39 |
| N-100 | 83 | 1.71 | 1.60 | 1.88 | 1.72 | 1.17 | 1.38 |
| N-120 | 100 | 1.64 | 1.55 | 1.81 | 1.67 | 1.17 | 1.35 |
| N-150 | 118 | 1.58 | 1.50 | 1.73 | 1.61 | 1.17 | 1.32 |
| N-200 | 164 | 1.46 | 1.39 | 1.57 | 1.49 | 1.16 | 1.27 |
| N-250 | 208 | 1.39 | 1.34 | 1.48 | 1.42 | 1.15 | 1.24 |
| N-300 | 205 | 1.35 | 1.31 | 1.42 | 1.38 | 1.14 | 1.22 |

表 2.1.1-1 産業技術総合研究所における光子場

a. 軟 X 線領域の線質

| 管電圧 (kV) | 実効エネルギー (keV) | | | | | 備 考 |
|-------------|---------------|--------|--------|--------|--------|---|
| | QI=0.4 | QI=0.5 | QI=0.6 | QI=0.7 | QI=0.8 | |
| 10 | — | — | — | — | 7.96 | 空気カーマ率、照射線量率のみ 供給 $2.6 \times 10^{-6} \sim 4.3 \times 10^{-3}$ Gy/s |
| 15 | — | — | — | 10.5 | — | |
| 20 | — | 10.0 | 9.03 | | 16.0 | |
| 30 | 12.0 | 15.0 | 12.0 | 21.0 | 24.0 | |
| 40 | 15.9 | 20.0 | 17.9 | 28.0 | 31.8 | |
| 50 | 20.0 | 24.5 | 23.4 | 34.9 | — | |

b. 中硬 X 線領域の線質 (QI シリーズ)

| 管電圧 (kV) | 実効エネルギー (keV) | | | | | | 備 考 |
|-------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | QI=0.4 | QI=0.5 | QI=0.6 | QI=0.7 | QI=0.8 | QI=0.9 | |
| 40 | 16.0 | 20.0 | 24.0 | 28.0 | 32.0 | 36.0 | 空気カーマ率 照射線量率、 線量当量率 $H^*(10)$ 、 $H_p(10)$ 1.1×10^{-3} ~ 3.6×10^{-7} Gy/s |
| 50 | 20.0 | 25.0 | 30.0 | 35.0 | 40.0 | 44.9 | |
| 60 | 24.0 | 30.0 | 36.0 | 42.0 | 48.0 | 54.0 | |
| 75 | 30.0 | 37.5 | 45.0 | 52.5 | 59.9 | 67.5 | |
| 100 | 40.0 | 50.0 | 59.9 | 70.0 | 80.0 | 89.9 | |
| 125 | 50.0 | 62.5 | 75.0 | 87.4 | 100 | 112 | |
| 150 | 59.9 | 75.0 | 89.9 | 105 | 119 | 134 | |
| 200 | 70.0 | 87.4 | 105 | 122 | 140 | 157 | |
| 225 | 80.0 | 100 | 119 | 140 | 160 | 180 | |
| 250 | 89.9 | 112 | 134 | 157 | 180 | 203 | |

c. 中硬 X 線領域の線質 (ISO シリーズ)

| Energy(keV) | (High) H シリーズ | (Narrow) N シリーズ | (Wide) W シリーズ | (Low) L シリーズ | 備考 |
|-------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------|---|
| 40 | | 31.7 | | | 空気カーマ率、 照射線量率、 線量当量率 $H^*(10)$ 、 $H_p(10)$ $1.1 \times 10^{-3} \sim$ 3.6×10^{-7} Gy/s |
| 55 | | | | 47.0 | |
| 60 | 31.1 | 46.4 | 41.8 | | |
| 70 | | | | 60.2 | |
| 80 | | 64.1 | 53.2 | | |
| 100 | 50.3 | 79.9 | | 87.0 | |
| 110 | | | 78.0 | | |
| 120 | | 100.6 | | | |
| 125 | | | | 109.4 | |
| 150 | | 117.9 | 104.6 | | |
| 170 | | | | 149.4 | |
| 200 | 100.3 | 165.1 | 137.8 | | |
| 210 | | | | 183.9 | |
| 240 | | | | 212.3 | |
| 250 | 120.8 | 209.3 | 172.7 | | |
| 280 | 146.4 | | | | |
| 300 | 147.3 | 253.4 | 209.7 | | |

d. γ 線

| 線源 | 実効エネルギー | 1cm 線量当量率 $H^*(10)$ | 距離 |
|-------------------|----------|--|--------------------|
| ^{137}Cs | 662 keV | 0.1 $\mu\text{Sv/h} \sim 1 \text{ Sv/h}$ | 1.0 m \sim 6.0 m |
| ^{60}Co | 1.25 MeV | 3 $\mu\text{Sv/h} \sim 38 \text{ Sv/h}$ | 1.0 m \sim 6.0 m |

表 2.1.1-2 放射線計測協会における光子場

a. 軟 X 線領域の線質

| 管電圧 (kV) | 実効エネルギー (keV) | | | 備考 |
|-------------|---------------|--------|--------|---|
| | QI=0.6 | QI=0.7 | QI=0.8 | |
| 20 | — | 13.8 | 16.0 | 1 cm 線量当量率 $H^*(10)$ 、 $H_p(10)$ 0.1 \sim 500 mSv/h(線質によって異なる) |
| 30 | 17.9 | 20.9 | 23.8 | |
| 40 | 24.0 | 27.9 | — | |
| 50 | 29.9 | | | |

b. 中硬 X 線領域の線質 (QI シリーズ)

| 管電圧 (kV) | 実効エネルギー (keV) | | | | 備 考 |
|-------------|---------------|--------|--------|--------|--|
| | QI=0.6 | QI=0.7 | QI=0.8 | QI=0.9 | |
| 40 | — | — | 32.4 | 35.7 | 1 cm 線量当量率 $H^*(10)$ 、 $H_p(10)$ 0.1~500 mSv/h (線質によっ て異なる) |
| 50 | — | 34.4 | 40.1 | 45.6 | |
| 60 | 35.9 | 41.5 | 48.2 | 54.7 | |
| 70 | 42.5 | 49.1 | 55.8 | 62.6 | |
| 80 | 47.8 | 56.1 | 64.7 | 72.3 | |
| 100 | 59.8 | 70.5 | 80.5 | 90.4 | |
| 120 | 71.2 | 84.0 | 97.1 | 109 | |
| 150 | 89.4 | 104 | 120 | 136 | |
| 200 | 120 | 140 | 160 | 178 | |
| 250 | 151 | 176 | 199 | — | |
| 300 | 178 | — | — | — | |

c. 中硬 X 線領域の線質 (N シリーズ)

| 線質 | 管電圧 (kV) | 実効エネルギー (keV) | 備 考 |
|-------|-------------|------------------|---|
| N-60 | 60 | 44.8 | 線質 : ISO 4037 準拠 1 cm 線量当量率 $H^*(10)$ 、 $H_p(10)$ 0.1~100 mSv/h (線質によって異なる) |
| N-80 | 80 | 64.7 | |
| N-100 | 100 | 84.7 | |

d. γ 線

| 線源 | 実効エネルギー | 1 cm 線量当量率* $H^*(10)$ | 距 離 |
|-------------------|----------|---------------------------------|---------------|
| ^{241}Am | 59.5 keV | 50 $\mu\text{Sv/h}$ ~0.46 mSv/h | 0.5 m ~ 3.0 m |
| ^{137}Cs | 662 keV | 1 $\mu\text{Sv/h}$ ~45 mSv/h | 0.8 m ~ 3.0 m |
| ^{226}Ra | 830 keV | 1 $\mu\text{Sv/h}$ ~0.33 mSv/h | 0.5 m ~ 2.0 m |
| ^{60}Co | 1.25 MeV | 1 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 1 Sv/h | 0.8 m ~ 3.0 m |

* 2019/4/1 現在の線量率

表 2.1.1-3 千代田テクノルにおける光子場

a. 軟 X 線・中硬 X 線領域の線質 (N シリーズ)

| 線質 | 管電圧 (kV) | 備 考 |
|-------|----------|--|
| N-10 | 10 | 線質 : ISO 4037 準拠 概ね 5~50 mGy/h (エネルギーによって異なる) |
| N-15 | 15 | |
| N-20 | 20 | |
| N-25 | 25 | |
| N-30 | 30 | |
| N-40 | 40 | |
| N-60 | 60 | |
| N-80 | 80 | |
| N-100 | 100 | |
| N-120 | 120 | |
| N-150 | 150 | |
| N-200 | 200 | |

b. γ 線

| 線源 | 実効エネルギー | 線量率* | 距 離 |
|-------------------|----------|---------------------------------|---------------|
| ^{137}Cs | 662 keV | 0.3 $\mu\text{Gy/h}$ ~100 mGy/h | 0.7 m ~ 5.8 m |
| ^{60}Co | 1.25 MeV | 7~ 70 mGy/h | 1.0 m ~ 3.0 m |

* 2019/12 現在の線量率

表 2.1.1-4 JAEA 放射線標準施設における高エネルギー γ 線場

| 線源 | $H^*(10)$ 平均エネルギー | 1 cm 線量当量率 $H^*(10)$ |
|--|-------------------|----------------------|
| $^{19}\text{F}(p, \alpha \gamma)^{16}\text{O}$ | 6.28 MeV | 0.02 ~2 mSv/h |

② 中性子

各機関で供給可能な中性子エネルギーを表 2.1.1-5～表 2.1.1-8 に示す。

2 次標準機関では、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ 、 ^{252}Cf 、及び熱中性子の場が主であり、産業技術総合研究所及び JAEA 放射線標準施設では、線源に加え、加速器を用いた広範囲のエネルギーの中性子場を供給している。

【参考】中性子で用いる換算係数

JIS Z 4521（中性子線量当量（率）計の校正方法）では「中性子線源の強度及び線量当量率は、線源の構造による中性子及び γ 線の散乱及び吸収のために変わるかもしれない。また、使用されている放射性物質の同位体不純物によっても変わるかもしれない。このため、線源カプセルの詳細及び中性子放出の非等方性を決定する方法を規定する。」と、カプセルを含む線源形状を規定した上で、中性子の線量当量換算係数を規定している。

また、この JIS では熱中性子及び加速器を利用した $^{45}\text{Sc}(\text{p},\text{n})^{45}\text{Ti}$ 反応や $^3\text{H}(\text{p},\text{n})^3\text{He}$ 反応等から発生する 0.002 MeV、0.008 MeV、0.024 MeV・・・19.0 MeV の中性子に対するフルエンスから $H^*(10)$ $H_p(10)$ への線量当量換算係数を示している。

(参考) 中性子線源に対する線量当量換算係数 (JIS Z4521 附属書 F より)

| 線源 | フルエンス 平均エネルギー (MeV) | 線量当量 平均エネルギー (MeV) | フルエンスから $H^*(10)$ 換算係数 (pSv・cm ²) | フルエンスから $H_p(10)$ 換算係数 (pSv・cm ²) |
|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---|---|
| D ₂ O 減速 ^{252}Cf | 0.55 | 2.1 | 105 | 110 |
| ^{252}Cf | 2.13 | 2.3 | 385 | 400 |
| $^{241}\text{Am}\text{-B}$ | 2.72 | 2.8 | 408 | 426 |
| $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ | 4.16 | 4.4 | 391 | 411 |

表 2.1.1-5 産業技術総合研究所における中性子場

a. 線量で供給するもの

| 中性子場 | 線源 | 1 cm 線量当量率 $H^*(10)$ | 線量当量平均 エネルギー (MeV) | 距離 (cm) |
|--------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------|
| 速中性子場 | $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ | 0.6 ~ 250 $\mu\text{Sv/h}$ | 4.4 | - |
| | ^{252}Cf | 0.03 ~ 710 $\mu\text{Sv/h}$ | 2.3 | - |
| 減速中性子場 | ^{252}Cf (重水による減速) | 7 ~ 180 $\mu\text{Sv/h}$ | - | - |

注：各線源に対して $H_p(10)$ も供給している。また、1 cm 線量当量率、及び 1 cm 線量当量の両方を供給している。

b. フルエンスで供給するもの

| 中性子場 | 線源 | フルエンス | エネルギー |
|------|---|---|------------------------|
| 熱中性子 | $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ 黒鉛による減速 | $5.0 \times 10 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 1.0 \times 10^4 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | - |
| 速中性子 | $^7\text{Li(p,n)}^7\text{Be+Fe}$ フィルタ | $1.0 \times 10^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 1.6 \times 10^2 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | 24 keV |
| | $^7\text{Li(p,n)}^7\text{Be}$ | $2.3 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 1.8 \times 10^3 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | 144 keV |
| | $^7\text{Li(p,n)}^7\text{Be}$ | $6.3 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 5.1 \times 10^3 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | 565 keV |
| | $\text{T(p,n)}^3\text{He}$ | $1.6 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 1.4 \times 10^3 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | 1.2 MeV |
| | $\text{D(d,n)}^3\text{He}$ | $1.0 \times 10^3 \text{ cm}^{-2} \sim 1.0 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ | 2.5 MeV ^{*1)} |
| | $\text{D(d,n)}^3\text{He}$ | $2.5 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 2.0 \times 10^3 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | 5.0 MeV |
| | $^9\text{Be}(\alpha,\text{n})^{12}\text{C}$ | $1.0 \times 10^3 \text{ cm}^{-2} \sim 1.0 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ | 8.0 MeV ^{*1)} |
| | $\text{T(d,n)}^4\text{He}$ | $3.8 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 6.1 \times 10^3 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | 14.8 MeV |
| | $^7\text{Li(p,n)}^7\text{Be}$ | $5.0 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 2.5 \times 10^4 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | 45 MeV ^{*1)} |
| | $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ | $4.1 \times 10^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 1.7 \times 10^2 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | - |
| | ^{252}Cf | $2.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 4.9 \times 10^2 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | - |
| | ^{252}Cf 重水による減速 | $1.7 \times 10^1 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \sim 4.4 \times 10^2 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ | |

*1) 2.5 MeV と 8.0 MeV はフルエンス(cm^{-2})のみ、45 MeV はフルエンス率($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)のみの供給である。その他は、すべてフルエンスとフルエンス率の両方を供給している。

表 2.1.1-6 放射線計測協会における中性子場

| 中性子場 | 線源 | 1cm 線量当量率 ^{*1} $H^*(10)$ | 線量当量平均 エネルギー (MeV) | 距離 (cm) |
|--------|--|--|--------------------------|-----------------|
| 速中性子場 | $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ | 7 ~ 165 $\mu\text{Sv/h}$ | 4.4 | 40 ~ 200 |
| | ^{252}Cf | 34 ~ 870 $\mu\text{Sv/h}$ | 2.3 | 40 ~ 200 |
| 減速中性子場 | $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ (黒鉛による減速) | 21 $\mu\text{Sv/h}$ | 2.1 | 75 |
| | | 49 $\mu\text{Sv/h}$ | 2.2 | (パイル表面より) |
| 熱中性子場 | ^{252}Cf (黒鉛による減速) | 南側 2.8 $\mu\text{Sv/h}$ ^{*2} 西側 3.6 $\mu\text{Sv/h}$ ^{*3} | 2.5×10^{-8} | 40 (パイル表面より) |

*1 2019/4/1現在の線量率

*2 金箔Cd比 69±12(k=2)

*3 金箔Cd比 32±3(k=2)

表 2.1.1-7 千代田テクノルにおける中性子場

| | | |
|-------|----------------------|---------------------------------------|
| 中性子場 | 線源 | 1 cm 線量当量率 ^{*1} $H^*(10)$ |
| 速中性子場 | $^{241}\text{Am-Be}$ | 0.07 mSv/h 程度、 及び 0.15 mSv/h 程度 |

*1 2019/12 現在の線量率

表 2.1.1-8 JAEA 放射線標準施設における中性子場

| 中性子場 | 線源 | 1 cm 線量当量率 $H^*(10)$ | 線量当量平均 エネルギー | 距離 (cm) |
|-------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| 速中性子場 | $^{241}\text{Am-Be}$ | 7 ~ 110 $\mu\text{Sv/h}$ | 4.4 MeV | 50 ~ 200 |
| | ^{252}Cf | 33 ~ 530 $\mu\text{Sv/h}$ | 2.3 MeV | 50 ~ 200 |
| 減速中性子場 (重水減速場) | ^{252}Cf | < 1 $\mu\text{Sv/h}$ | 2.1 MeV | 75 ~ 200 |
| 減速中性子場 (黒鉛減速場) | $^{241}\text{Am-Be}$ | 21 $\mu\text{Sv/h}$ | 2.1 MeV | 75 (黒鉛パイル表面から) |
| | | 49 $\mu\text{Sv/h}$ | 2.2 MeV | |
| 熱中性子場 | ^{252}Cf | 3 ~ 4 $\mu\text{Sv/h}$ | 0.025 eV | 40 (黒鉛パイル表面から) |
| 単色中性子場 | $^{45}\text{Sc(p,n)}^{45}\text{Ti}$ | ~2 $\mu\text{Sv/h}$ | 8 keV | - |
| | | | 27 keV | - |
| | $^7\text{Li(p,n)}^7\text{Be}$ | 0.07 ~ 7 mSv/h | 144 keV | - |
| | | | 250 keV | - |
| | | | 565 keV | - |
| | | | 1.2 MeV | - |
| | $^3\text{H(p,n)}^3\text{He}$ | 0.03 ~ 3 mSv/h | 2.5 MeV | - |
| | | | 5.0 MeV | - |
| | $^2\text{H(d,n)}^3\text{He}$ | 0.1 ~ 10 mSv/h | 5.0 MeV | - |
| | $^3\text{H(d,n)}^4\text{He}$ | 0.005 ~ 5 mSv/h | 14.8 MeV | - |
| 19 MeV | | | - | |

③ β線

各機関で供給可能なβ線エネルギーを表2.1.1-9～表2.1.1-11に示す。

ICRP74では単色電子線が真空中を透過した時のファントム中の組織吸収線量についてフルエンス当たりの換算係数が与えられているが、実際の現場で利用されているのはβ線源であり、その核種は ^{147}Pm 、 ^{85}Kr 、 ^{204}Tl 及び ^{90}Sr - ^{90}Y であった。

【参考】β線で用いる換算係数

β線のエネルギーは単色ではなく、それぞれの核種に固有な上限値を持ったある分布（連続スペクトル）を持っている。よって、β線のエネルギーは通常最大β線エネルギーで表すが、照射の現場では空気の吸収等により試験点でのエネルギースペクトルが低エネルギー側にシフトするので残留最大β線エネルギーという用語を使う。

β線の換算係数については、JIS Z 4514（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）の「6.1.2.2 換算係数の決定」に以下の記載がある。

「入射角0°における換算係数は、この規格で推奨する線源については、 $1\text{ Sv}\cdot\text{Gy}^{-1}$ とみなす。換算係数の角度依存性、すなわち角度依存係数は、参照吸収線量 D_R の測定に用いた装置と同じ装置を用いて測定することができる。通常は、外挿電離箱を用いる。角度依存係数は、角度 α において測定した吸収線量の角度0°における測定した吸収線量に対する比によって求める。例として、市販のβ線照射装置によって標準場について求めた換算係数を附属書Dに示す。」

また、「換算係数 $h_{p,D}(0.07;\text{source};\alpha)$ 及び $h'_D(0.07;\text{source};\alpha)$ は、近似的に等しく、同値であるとみなす。」の記載があり、β線による個人の70μm線量当量と、方向性線量当量（70μm線量当量）の線量当量換算係数は同じ値を用いている。

表 2.1.1-9 産業技術総合研究所におけるβ線場

| 線源 | 残留最大エネルギー | 距離 | 70 μm 線量当量率 $H_p(0.07)$ |
|------------------------------------|-----------|-------|-------------------------|
| ^{147}Pm | 130 keV | 20 cm | 3 mSv/h |
| ^{85}Kr | 600 keV | 30 cm | 55 mSv/h |
| ^{90}Sr - ^{90}Y | 1.9 MeV | 30 cm | 29 mSv/h |

表 2.1.1-10 放射線計測協会の β 線場

| 線源 | 残留最大エネルギー | 距離 | 70 μm 線量当量率 ^{*1} $H_p(0.07)$ |
|------------------------------------|------------------------|--------|--|
| ^{147}Pm | 135 keV | 25 cm | 0.03 mSv/h |
| | 156 keV | 20 cm | 0.15 mSv/h |
| | 179 keV | 15 cm | 0.72 mSv/h |
| | 180 keV ^{*2} | 20 cm | 3.7 mSv/h |
| ^{204}Tl | 547 keV | 50 cm | 14 $\mu\text{Sv/h}$ |
| | 594 keV | 30 cm | 52 $\mu\text{Sv/h}$ |
| ^{90}Sr - ^{90}Y | 1.94 MeV | 100 cm | 5.4 mSv/h |
| | 2.06 MeV | 70 cm | 11 mSv/h |
| | 2.09 MeV | 50 cm | 24 mSv/h |
| | 2.14 MeV | 30 cm | 71 mSv/h |
| | 2.00 MeV ^{*2} | 50 cm | 16 mSv/h |

*1 2019/4/1 現在の線量率

*2 BSS2 線源による

表 2.1.1-11 千代田テクノルの β 線場

| 線源 | 残留最大エネルギー | 距離 | 70 μm 線量当量率 ^{*1} $H_p(0.07)$ |
|------------------------------------|------------------------------|-------|--|
| ^{85}Kr | 0.53~0.687 MeV ^{*2} | 30 cm | 50 mSv/h 程度 |
| ^{90}Sr - ^{90}Y | 1.80~2.274 MeV ^{*2} | 30 cm | 25 mSv/h 程度 |

*1 2019/12 現在の線量率

*2 JIS Z 4514 の規格範囲

(3) 校正方法に関する JIS

校正方法に関して、光子、 β 線、中性子ともに JIS で整備されており、又国際規格との整合もはかられている。いずれの線種においても線量当量換算係数が記述されている。校正に関する JIS の調査結果を表 2.1.1-12 に示す。

表 2.1.1-12 校正に関する JIS

| 名称 | X線及びγ線用線量(率)測定器の校正方法 | 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 | 中性子線量当量(率)計の校正方法 |
|-----------------------------|--|--|---|
| 番号 | JIS Z 4511:2018 | JIS Z 4514:2010 | JIS Z 4521:2006 |
| 線種 | 光子 | β線 | 中性子 ・放射性核種線源 ・加速器中性子 ・原子炉中性子 |
| 対応する国際規格 | ISO4037-1:1996 ISO4037-2:1997 ISO4037-3:1999 ISO4037-4:2004 (全体評価:MOD) | ISO6980-1:2006 ISO6980-2:2004 ISO6980-3:2006 (全体評価:MOD) | ISO8529-1:2001(MOD) ISO8529-2:2000(MOD) ISO8529-3:1998(MOD) |
| 「適用範囲」に記載されているエネルギー範囲、線量率範囲 | 8keV~9MeV 10 μGy/h~10Gy/h | 66keV~3.6MeV 10 μGy/h~10Gy/h 10 μSv/h~10Sv/h | 熱中性子~20MeV |
| 「適用範囲」に記載されている測定器の種類 | 線量当量(率)測定器 空気吸収線量(率)測定器 空気カーマ(率)測定器 照射線量(率)測定器 | 吸収線量(率)測定器 線量当量(率)測定器 線量計測素子 | 中性子線量当量(率)計 |
| 換算係数に関する記載のある主な項目 | 8.標準場の線量測定法及びトレーサビリティ 8.3標準場における線量当量(率)の決定 9.実用測定器の校正方法 9.2線量当量への換算係数 9.6場のモニタリング用線量当量測定器の校正方法 9.7個人のモニタリング用線量当量測定器の校正方法 | 6.β線測定器一般の校正方法 6.1.2吸収線量-線量当量換算係数 | 7.RI中性子線源を使用する校正のための原則 12.試験方法及び校正手順 12.1.2線量換算係数 12.2.2単色中性子による測定 12.2.3連続スペクトル中性子による試験 13.サーベイメータ・エリアモニタの校正及び線量当量レスポンス決定のための手順 13.1測定量及び換算係数 14.個人線量計の校正及び線量当量レスポンス決定のための手順 14.1測定量及び換算係数 |
| 記載されている換算係数の種類 | 附属書B(規定) 線量当量への換算係数 ・B.2周辺線量当量への換算係数 ・B.3方向性線量当量への換算係数 ・B.4個人線量当量(Hp(10))への換算係数 ・B.5個人線量当量(Hp(0.07))への換算係数 | 附属書D(参考) β線標準場の換算係数 ・入射角度に依存するスラブファントムの換算係数測定値 | 附属書F(規定) 中性子フルエンス-線量当量換算係数 ・単色エネルギー中性子に対する中性子フルエンスからH*(10)及びHp(10)への換算係数 ・標準RI中性子線源に対する中性子フルエンスからH*(10)への換算係数 ・標準RI中性子線源に対する中性子フルエンスからHp(10)への換算係数 |
| 標準場の校正方法に関する主な項目 | 8.標準場の線量測定法及びトレーサビリティ 8.2標準場の空気カーマ(率)を決定 8.3空気カーマ(率)と換算係数を用いて線量当量(率)を決定 8.5標準測定器による測定方法 8.6電離箱を用いた測定方法 8.7各種標準場固有の測定方法(連続X線標準場、蛍光X線標準場、γ線標準場、高エネルギーγ線標準場) | 5.1β線標準場の校正に関するトレーサビリティ ・参照吸収線量率が参照校正機関によって決定されている線源を用いる。 ・参照校正機関で校正された仲介用測定器を用いて、測定器の試験点における参照吸収線量率を決定する。 5.3外挿電離箱を用いた校正方法 | 4.中性子測定器の校正のための基準中性子 5.エネルギー特性試験のための基準中性子 6.校正及び基準中性子場のトレーサビリティ 8.RI中性子線源を使用する校正における散乱線影響の補正 9.加速器を使用する校正 10.熱中性子を使用する校正 |
| 測定器の校正方法に関する主な項目 | 9.実用測定器の校正方法 9.3個人線量計の校正条件 9.4標準場での校正方法(置換法Ⅰ、置換法Ⅱ、同時照射法、線源法、内挿法、シャドーシールド法) 9.6場のモニタリング用線量当量測定器の校正方法 9.7個人のモニタリング用線量当量測定器の校正方法 | 6.β線測定器一般の校正方法 7.方向性線量当量(率)測定器の校正方法 8.個人線量当量(率)測定器の校正方法 9.組織吸収線量(率)測定器の校正方法 | 12.試験方法及び校正手順 13.サーベイメータ・エリアモニタの校正及び線量当量レスポンス決定のための手順 14.個人線量計の校正及び線量当量レスポンス決定のための手順 但し、基準測定器との比較による実用校正は本JISの適用範囲外である。 |

2.1.2 各放射線施設における実用測定器の利用に係る実態調査

(1) 調査方法

① 調査対象

調査の対象として、放射線源となる放射性同位元素（以下「RI」という）や核燃料物質を取扱う施設並びに X 線発生装置や加速器等を保有する施設から幅広く 10 の事業所（原子力発電所、原子燃料工場、研究所、病院、RI 取扱い事業所等）を選定した。研究所には、研究炉を保有する研究所、加速器を有する研究所、医療関係の研究所、大学の研究所を含めた。選定した調査対象施設を表 2.1.2-1 に示す。事業所等としての数は 10 であるが、研究施設には 1 つの事業所の中に複数の施設が設置されている事業所等もあり、対象施設数は 10 以上となる。

表 2.1.2-1 調査対象施設

| 調査対象 | | 主な放射線源（使用核種等） |
|--------|--------|--------------------|
| 分類 | 事業所等の数 | |
| 原子力発電所 | 2 | 原子炉、新燃料、使用済み燃料 |
| 核燃料施設 | 1 | 使用済み燃料 |
| 研究施設 | 4 | 研究炉、加速器、X 線発生装置、RI |
| 病院 | 1 | X 発生装置、RI |
| RI 施設等 | 2 | 加速器、X 線発生装置、RI |
| 合計 | 10 | — |

② 調査概要

調査は、予め調査用アンケート（別紙 添付資料参照）を調査対象事業所等へ送付し、後日、専門家が現地を訪問してアンケートの回答を受け取るとともに、現場の状況、使用されている測定器の種類、測定器の管理状況等を確認した。アンケートでは、場のモニタリング（周辺線量当量）と個人モニタリング（個人線量当量）に分け、それぞれ光子（ γ 線または X 線）の測定、中性子の測定、電子線（ β 線）の測定に関して調査した。具体的には、それぞれの施設における取扱核種又は放射線のエネルギー範囲、線量率範囲、並びに使用している実用測定器の種類と所有台数、測定器の校正方法及び管理状況を調査した。また、現状の課題及び実用線量の定義変更があった場合の課題等について調査した。

なお、調査は、令和元年 12 月から令和 2 年 2 月にかけて実施した。

(2) 場のモニタリングに関する調査結果

① 光子の測定

a. 実用測定器の利用状況

光子の周辺線量当量 $H^*(10)$ の測定にかかる現場の状況を表 2.1.2-2 に示す。

測定対象となる放射性核種は、原子炉等で放射化または生成される RI、研究施設、病院、及び非破壊検査などで利用されている RI がある。X 線発生装置では 8 keV～450 keV の範囲で使用されていた。加速器では、作動中はインターロックで作業者は近づくことはできない構造になっている。全体的な放射線のエネルギー範囲としては 5 keV～7 MeV であった。

測定の対象となるエリアは、管理区域内、非管理区域の境界、事業所内及び事業所境界であり、線量率の範囲はバックグラウンド (BG) レベルから 10 Sv/h (人が照射中に立ち入りすることができない照射室や加速器施設等の管理区域内の線量率を含む。) であった。

所有している測定器は、主なものとして電離箱式サーベイメータと NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータであり、一部で GM 管式サーベイメータ、プラスチックシンチレーション式サーベイメータが使用されている。非破壊検査の現場では、GM 管式サーベイメータが多く使用されていた。管理区域内には、エリアモニタが設置されている。検出器としては、半導体検出器と電離箱が多く使用されていた。

この表に含めなかったその他の測定器として、高線量率を測定するための測定器 (テレクタ) や蛍光ガラス線量計 (リーダ)、インセルモニタ、随時使用が可能な可搬型のエリアモニタ、管理区域境界や施設境界における 3 ヶ月間の集積線量を測定するための受動形の線量計 (蛍光ガラス線量計、TLD) がある。また、敷地内にモニタリングポストが設置されている施設もあった。

b. 校正方法

測定器の校正は、一部の施設を除いて、1 年に 1 回、メーカー又は校正事業者を外注して実施されている。一部の施設では、1 年に 1 回、自らの施設で基準線源を用いた比較校正、若しくは基準電離箱で値付けした照射場を用いた校正が行われている。また、大学の研究施設等、小規模の施設では、自ら機能確認 (確認校正) を実施して性能を維持し、数年に 1 回、校正を測定器の校正事業者を外注して実施している施設もあった。

校正に使用されている線源は、基本的に ^{137}Cs 線源が使用されている。ただし、 ^{137}Cs でカバーできない測定レンジの高い一部の測定器に対して高線量率の ^{60}Co 線源を使用している施設もあった。

表 2.1.2-2 周辺線量当量率 $H^*(10)$ の測定状況 (調査結果)

| 施設 (設備) | | 放射線源 | | |
|-----------------------------|------------------------------|--|-------------------------------|-----------------|
| | | エネルギー 範囲等 | 施設の線量率範囲 | 型式 |
| 原子力発電所 | 事業所 A | 50 keV~6 MeV | 0.01 μ Sv/h~30 μ Sv/h | NaI(Tl)式 |
| | | | 0.1 μ Sv/h~1,000 mSv/h | 電離箱式 |
| | | | 1 μ Sv/h~100 mSv/h | エリアモニタ |
| | 事業所 B | | 0.01 μ Sv/h~30 μ Sv/h | NaI(Tl)式 |
| | | | 0.01 μ Sv/h~100 mSv/h | 電離箱 |
| | | | 0.01 μ Sv/h~300 mSv/h | エリアモニタ |
| 核燃料施設 | | 60 keV~1.3 MeV ^{241}Am 、 ^{137}Cs 、 ^{60}Co | 0.01 μ Sv/h~30 μ Sv/h | NaI(Tl)式 |
| | | | 1 μ Sv/h~300 mSv/h | 電離箱式 |
| | | | 0.1 μ Sv/h~10 mSv/h | エリアモニタ |
| 研究 施設 | RI 施設 (X 線発生装置) 研究炉 | 60 keV~7 MeV ^{241}Am 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 30 keV~300 keV 80 keV~1.3 MeV | BG~1,000 mSv/h | NaI(Tl)式 |
| | | | 0.1 μ Sv/h~100 μ Sv/h | 電離箱式 |
| | | | BG~300 mSv/h | GM 管式 |
| | | | 0.1 μ Sv/h~10 Sv/h | プラスチックシンチレーション式 |
| | 高エネルギー 加速器施設 (X 線発生装置) | 8 keV~5 MeV ^{241}Am 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs | 0.1 μ Sv/h~1 Sv/h | 電離箱式 |
| | | | | エリアモニタ |
| | 大学研究施設 | 30 keV~2 MeV ^{22}Na 、 ^{51}Cr 、 ^{131}I 、 ^{137}Cs | 0.1 μ Sv/h~100 mSv/h | 電離箱式 |
| | | | | エリアモニタ |
| 医療研究施設 (加速器等) | 重粒子治療設備 サイクロトロン | — | NaI(Tl)式 | |
| | | | 電離箱式 | |
| 大学病院 (サイクロトロン、 リニアック) | ~18 MeV 医療用 RI | 0.01 μ Sv/h~30 μ Sv/h | NaI(Tl)式 | |
| | | 1 μ Sv/h~1 Sv/h | 電離箱式 | |
| | | 0.1 μ Sv/h~100 mSv/h | エリアモニタ | |
| RI 取扱施設 | 60 keV~2 MeV | 0.01 μ Sv/h~30 μ Sv/h | NaI(Tl)式 | |

| | | | |
|-------------------|---|------------------------------|----------|
| | ^{241}Am 、 ^{60}Co 、 ^{88}Y 等 | BG \sim 3 mSv/h | 電離箱式 |
| | | BG \sim 1 mSv/h | GM 管式 |
| | | 0.1 mSv/h \sim 1000 mSv/h | エリアモニタ |
| 非破壊検査 (X線発生装置) | ^{169}Yb 、 ^{192}Ir 、 ^{60}Co 20 keV \sim 450 keV | 1 μ Sv/h \sim 10 mSv/h | 電離箱式 |
| | | | NaI(Tl)式 |
| | | | GM 管式 |

注：電離箱式、NaI(Tl)式、GM 管式、プラスチックシンチレーション式とは、サーベイメータの検出器の形式を示す。

調査した施設において、光子に対する方向性線量当量 ($H'(0.07)$) の測定を実施している施設はなかった。

② 中性子の測定

a. 実用測定器の利用状況

中性子の周辺線量当量率 ($H^*(10)$)測定にかかる現場の状況を表 2.1.2-3 に示す。中性子の測定は、原子炉（商業炉、研究炉）施設、核燃料施設（再処理施設）、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ 、 ^{252}Cf 等の中性子線源を保有している研究施設及び加速器等を使用している大学病院で行われていた。大学の研究施設、非破壊検査では行われていなかった。

中性子のエネルギーは冷中性子* \sim 高速中性子であり、線量率の範囲は 0.01 μ Sv \sim 100 mSv/h であった。中性子サーベイメータ（表では中性子用と表示）は、検出器としては、 ^3He 比例計数管又は BF_3 管にモデレータを付けたものが多く使用されていた。中性子源を所有している研究施設、加速器を所有している施設では、中性子エリアモニタ（エリアモニタと表示）が設置されている。なお、表からは省略したが管理区域境界等で中性子の積算線量を測定するため、受動形線量計（TLD、蛍光ガラス線量計）が使用されている。

*冷中性子：5 meV 以下の中性子で、研究炉などの特殊性のある状況において、引き出したビームが少なからず施設内に散乱する場合があります、放射線管理を行っている施設もある。

b. 校正方法

中性子用サーベイメータの校正は、自ら校正施設を有する施設では、年 1 回、 ^{252}Cf 、 RaD-Be 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ 、黒鉛減速・重水減速した熱中性子等の線源を使って実施している。校正定数は、各エネルギーで得た校正定数の内、保守側のものを使用している。その他の施設では、校正事業者へ外注して行っている。校正は、JIS Z 4521 の基準校正に準じて行われている。

表 2.1.2-3 中性子による周辺線量当量率 $H^*(10)$ の測定状況 (調査結果)

| 施設 (設備) | 放射線源(最大と最小値を記載) | | | |
|------------------|---|---|--|-------------------|
| | エネルギー範囲等 | 施設の線量率範囲 | 種類 | |
| 原子力発電所 (2事業所) | 0.025 eV~15 MeV | 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~10 mSv/h 1 $\mu\text{Sv/h}$ ~100 mSv/h | サーベイメータ | |
| 核燃料施設 (再処理施設) | 0.2 MeV~0.6 MeV 使用済燃料等 | 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~10 mSv/h 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~1 mSv/h | サーベイメータ エリアモニタ | |
| 研究 施設 | RI 施設 研究炉 | 熱中性子~20 MeV (熱中性子、黒鉛減速、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$) 冷中性子~熱中性子 | BG~10 mSv/h 0.1~100 $\mu\text{Sv/h}$ 0.01~100 mSv/h | サーベイメータ エリアモニタ |
| | | 熱中性子~20 MeV (熱中性子、黒鉛減速、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ 、加速器) 熱中性子~5 GeV (加速器) | 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~100 $\mu\text{Sv/h}$ 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~10 mSv/h 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~100 mSv/h | サーベイメータ エリアモニタ |
| | 医療研究 施設 | 重粒子治療設備 サイクロトロン | — | サーベイメータ エリアモニタ |
| | 大学病院 | ~10 MeV リニアック | 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~10 mSv/h 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~50 mSv/h | サーベイメータ エリアモニタ |
| RI 取扱施設 | ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ | BG~10 mSv/h | サーベイメータ | |

③ β 線の測定

調査した範囲において、 β 線の方向性線量当量($H'(0.07)$)を測定している施設は、自ら校正を実施している研究施設の1施設のみであり、RI (^{147}Pm 、 ^{85}Kr 、 ^{204}Tl 、 ^{90}Sr - ^{90}Y) を取り扱う作業に対して実施している。使用している測定器は電離箱式サーベイメータであった。なお、 β 線の方向性線量当量 ($H'(10,\alpha)$) を測定している施設があったが、線量評価が目的ではなく γ 線に対する β 線の影響の調査が目的であり、測定器は電離箱式サーベイメータが使用されていた。

④ 質問に対する回答（要約）

Q1. 放射線エリアモニタリングに関する管理規定又はガイドを教えてください。

以下の図書の紹介があった。

- 放射線モニタリング指針（JEAG-4606）：一般社団法人日本電気協会
- KEK internal report 93-3 等
- 大半の施設において、内部規定に基づき、測定器の校正や点検を実施
- 空間線量測定マニュアル：日本保健物理学会編(2002)
- ICRP のレポート、JIS

Q2. 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取り組みを教えてください。

- サーベイメータについては、測定器の使用前後、もしくは定期的（1回/月、1回/週）にチェック用線源を用いて測定器の稼働状況を確認している施設が多かった。
- エリアモニタについては、1回/日、指示値及び警報の状態を確認している。

Q3. 管理対象エネルギーが校正線源(^{137}Cs 等)以外の場合の線量評価の方法を教えてください。

- 大半の施設が、使用している測定器のエネルギー特性がフラットであることから、特別の評価は行っていないとのことであった。
- 指示値をそのまま使用している施設では、安全側であれば、過大評価でもよしとしていた。
- 中性子の校正では、測定対象のエネルギーとの類似性を確認して、使用している施設があった。

Q4. 実用測定器でカバーできないエネルギー領域での測定が必要となった場合の対応を教えてください。

- 測定対象は実用測定器でカバーされているエネルギー領域であり、問題ないとの回答が大半であった。
- 特別に補正係数を求めて補正している施設があった。
- ^{16}N 等が想定される場合は、立ち入り禁止措置を取る等、放射線管理の手法を使って対応している施設があった。
- 遮蔽計算により安全評価をしている施設があった。

Q5. 実用測定器で外部被ばく管理を行っている中で、課題があったら教えてください。

- 同一の測定場であっても、測定器の種類によって値が異なることがある。
- 実用測定器の高エネルギー特性が示されていない。
- 中性子エリアモニタでは保守的な補正係数で評価しているので測定精度が低い。
- 受動形中性子測定器で、低線量まで評価できるものがない。
- X線のパルス照射の場合、適切な測定器がない。
- 後方散乱を利用して測定する場合、低エネルギーとなり測定が困難となる。
- 校正定数が1近傍であれば、煩雑さを避けるため日常的な測定では校正定数を1.0と扱って措置している。

Q6. 施設に特有な放射線発生源があれば教えてください。

- 特にないと回答が大半であった。
- 特有な放射線状況として、加速器の運転に伴う単色中性子、高エネルギーの光子、X線発生装置からの低エネルギー光子、中性子線源やβ線源を回答している施設があった。
- 新たに特別な放射線状況が生じた場合は、事前にモニタリング計画を立て、適正な測定器や測定法の検討をするケース、インターロックや遮蔽措置で作業員の被ばくに結びつけない措置をとる施設があった。

(3) 個人モニタリングに関する調査結果

① 光子の測定

個人線量当量 $H_p(10)$ の測定状況を表 2.1.2-4 に示す。原子力発電所では電子式個人線量計が主に使用されている。研究施設等で使われている主な線量計は、OSL 線量計（光刺激線量計：Optical stimulated Luminescence）と蛍光ガラス線量計で、電子式線量計は補助的に使用されている。

個人線量の校正及び評価は、一部の研究施設では自ら実施しているが、大半の施設では個人線量測定事業者のサービスを受けている。

表 2.1.2-4 光子用個人線量計 $H_p(10)$ の測定状況（調査結果）

| 施設 (設備) | | 放射線源(最大と最小値を記載) | | 型式 |
|------------------|------------------------|--|--|--------------|
| | | エネルギー範囲等 | 線量計の測定範囲 | |
| 原子力発電所 | 事業所 A | 50 keV~6 MeV | 0.01 μSv~1 Sv | 電子式線量計 |
| | | | 1 μSv~10 Sv | β γ 併用電子式線量計 |
| | 事業所 B | | 0.1 mSv~1 Sv | 電子式線量計 |
| | | | 10 μSv~10 Sv 1 μSv~10 Sv 0.1 mSv~10 Sv | 蛍光ガラス線量計 |
| 核燃料施設 (再処理施設) | | 60 keV~1.3 MeV ²⁴¹ Am、 ¹³⁷ Cs、 ⁶⁰ Co | 0.1 μSv~10 Sv | 電子式線量計 |
| | | | 1 μSv~10 Sv | 電子式線量計 |
| | | | 0.1 mSv~10 Sv | 蛍光ガラス線量計 |
| 研究施設 | RI 施設 X線発生装置 研究炉 | 60 keV~7 MeV ²⁴¹ Am、 ⁶⁰ Co、 ¹³⁷ Cs 30 keV~300 keV 80 keV~1.3 MeV | 0.1 mSv~10 Sv | OSL 線量計 |
| | | | 0.1 μSv~10 Sv | 電子式線量計 |
| | | | 1 μSv~1 Sv | 警報付電子式線量計 |
| | | | | |

| | | | |
|----------------------------|--|---------------|----------|
| 高エネルギー 加速器施設 | 8 keV~5 MeV 5 keV~20 MeV | 0.1 mSv~10 Sv | OSL 線量計 |
| | | 0.1 μSv~10 Sv | 電子式線量計 |
| | | 10 μSv~10 Sv | OSL 線量計 |
| 大学研究施設 | 10 keV~10 MeV | 0.1 mSv~10 Sv | 蛍光ガラス線量計 |
| 医療研究施設 | 重粒子治療設備 サイクロン、RI | — | 電子式線量計 |
| | | | 蛍光ガラス線量計 |
| 大学病院 (リニアック、サ イクロトン) | 医療用 RI 核種 X 線 (加速電圧 10 MV) | 1 μSv~1 Sv | 電子式線量計 |
| | | 0.1 mSv~10 Sv | 蛍光ガラス線量計 |
| RI 取扱施設 | 5 keV~10 MeV | 0.1 mSv~10 Sv | OSL 線量計 |
| | | 0.1 μSv~10 Sv | 電子式線量計 |
| 非破壊検査 (X 線発生装置) | ¹⁶⁹ Yb、 ¹⁹² Ir、 ⁶⁰ Co 20 keV~450 keV | 0.1 mSv~10 Sv | OSL 線量計 |
| | | 1 μSv~1 Sv | 電子式線量計 |

表 2.1.2-5 に光子による個人被ばく線量 $H_p(0.07)$ の測定状況を示す。個人線量当量 $H_p(0.07)$ は、個人線量当量 ($H_p(10)$) で使用している蛍光ガラス線量計、OSL 線量計の中に組み込まれて、併せて評価している。自ら測定評価をしている研究施設においては、定常的には $H_p(0.07)$ としての校正は実施していない。

表 2.1.2-5 光子による個人線量 $H_p(0.07)$ の測定状況 (調査結果)

| 施設 (設備) | 放射線源(最大と最小値を記載) | | 型式 | |
|------------------|--------------------------|--|---------------|----------|
| | エネルギー範囲等 | 線量計の測定範囲 | | |
| 原子力発電所 | 50 keV~6 MeV (許認可の範囲) | 0.1 mSv~10 Sv | 蛍光ガラス線量計 | |
| 核燃料施設 (再処理施設) | 該当なし | ----- | ----- | |
| 研究 施設 | RI 施設 | ²⁴¹ Am、 ⁶⁰ Co、 ¹³⁷ Cs | 0.1 mSv~10 Sv | |
| | 研究炉 | 80 keV~1.3 MeV | 0.1 mSv~10 Sv | |
| | 高エネルギー 加速器施設 | 5 keV~10 MeV | 0.1 mSv~10 Sv | OSL 線量計 |
| | | 5 keV~10 MeV | 0.1 mSv~10 Sv | OSL 線量計 |
| | 大学研究施設 | 10 keV~10 MeV | 0.1 mSv~10 Sv | 蛍光ガラス線量計 |
| 医療研究施設 | 該当なし | ----- | ----- | |
| 大学病院 | 医療用 RI 核種 | 0.1 mSv~10 Sv | 蛍光ガラス線量計 | |

| | | | |
|---------|----------------|---------------|---------|
| | X線（加速電圧 10 MV） | 0.1 mSv～1 Sv | リングバッジ |
| RI 取扱施設 | 5 keV～10 MeV | 0.1 mSv～10 Sv | OSL 線量計 |
| | | 10 μSv～1 Sv | 電子式線量計 |
| 非破壊検査 | 該当なし | ----- | ----- |

② 中性子の測定

表 2.1.2-6 に、中性子用個人線量 $H_p(10)$ の測定状況を示す。中性子による個人線量当量 $H_p(10)$ の測定は、電子式では、光子用の電子式線量計に中性子検出器を付加したものと、中性子専用の電子式個人線量計がある。受動形では、光子用の個人線量計に中性子測定用の素子（固体飛跡検出器等）を付加して行っており、一部の測定は、個人線量測定事業者に依頼している。

表 2.1.2-6 中性子による個人線量当量 $H_p(10)$ の測定の測定状況（調査結果）

| 施設 (設備) | 放射線源(最大と最小値を記載) | | 型式 | |
|------------------|-----------------|------------------|--|-------------------|
| | エネルギー範囲等 | 線量計の測定範囲 | | |
| 原子力発電所 (2事業所) | 0.025 eV～15 MeV | 10 μSv～100 mSv | 電子式線量計 | |
| | | 0.1 mSv～60 mSv | 固体飛跡検出器 | |
| 核燃料施設 (再処理施設) | 0.2 MeV～0.6 MeV | 0.1 mSv～1 Sv | 電子式線量計 | |
| | | 10 μSv～100 mSv | 電子式線量計 | |
| | | 0.1 mSv～60 mSv | 固体飛跡検出器 | |
| 研究施設 | RI 施設 | 熱中性子～20 MeV | 0.1 mSv～6 mSv(熱) 0.1 mSv～60 mSv(高速) | 固体飛跡検出器 電子式線量計 |
| | 研究炉 | 冷中性子～熱中性子 | 10 μ～100 mSv | |
| | 高エネルギー 加速器施設 | 8 keV～5 MeV | 0.1 mSv～50 mSv | 固体飛跡検出器 |
| | 大学研究施設 | 熱中性子～4.5MeV | 0.1 mSv～60 mSv | 固体飛跡検出器 |
| | 医療研究施設 | 重粒子治療設備 サイクロン | ----- | 固体飛跡検出器 電子式線量計 |
| 大学病院 | サイクロトロン | 10 μSv～100 mSv | 電子式線量計 | |
| | | 0.1 mSv～60 mSv | 固体飛跡検出器 | |
| RI 取扱施設 | 0.025 eV～15 MeV | 0.1 mSv～50 mSv | 固体飛跡検出器 | |
| | | 10 μSv～100 mSv | 電子式線量計 | |
| 非破壊検査 | 該当なし | ----- | ----- | |

③ β線の測定

表 2.1.2-7 にβ線による個人線量当量 ($H_p(0.07)$) の測定器の状況を示す。加速器を保有している施設では、光子による個人線量を測定する線量計（蛍光ガラス線量計、OSL 線量計、末端部用線量計）を用いて電子線（β線）による個人線量当量 ($H_p(0.07)$) の測定を実施している。

表 2.1.2-7 β線の個人線量当量 $H_p(0.07)$ の測定状況（調査結果）

| 施設 (設備) | | 放射線源(最大と最小値を記載) | | |
|------------------|-----------------|--|---------------|----------|
| | | エネルギー範囲等 | 線量計の測定範囲 | 型式 |
| 原子力発電所 | 事業所 A | ^{51}Cr 、 ^{54}Mn 、 ^{59}Fe 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{85}Kr 、 ^{131}I 、 ^{133}Xe 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 等 | 0.1 mSv～1 Sv | 電子式線量計 |
| | 事業所 B | | 0.1 mSv～10 Sv | 蛍光ガラス線量計 |
| 核燃料施設 (再処理施設) | | 該当なし | ----- | ----- |
| 研究施設 | RI 施設 | ^{147}Pm 、 ^{85}Kr 、 ^{204}Tl 、 ^{90}Sr - ^{90}Y | 0.1 mSv～10 Sv | OSL 線量計 |
| | 研究炉 | 該当なし | ----- | ----- |
| | 高エネルギー 加速器施設 | ^{90}Sr - ^{90}Y | 0.1 mSv～10 Sv | OSL 線量計 |
| | 大学研究施設 | ^{32}P 、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{35}S | 0.1 mSv～10 Sv | 蛍光ガラス線量計 |
| | 医療研究施設 | 重粒子治療施設等 | 0.1 mSv～10 Sv | 蛍光ガラス線量計 |
| RI 生産サイクロトロン | | 0.1 mSv～1 Sv | 末端部用線量計 | |
| 大学病院 | | 該当なし | ----- | ----- |
| RI 取扱施設 | | 150 keV～10 MeV | 0.1 mSv～10 Sv | OSL 線量計 |
| 非破壊検査 | | 該当なし | ----- | ----- |

④ 質問に対する回答（要約）

Q1. 個人モニタリングに関する管理規定又はガイドを教えてください

以下の図書が紹介された。

- 一般社団法人日本電気協会：個人線量モニタリング指針（JEAG-4610）
- JIS Z 4345：X・ 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
- 公益財団法人原子力安全技術センター：被ばく線量の測定・評価マニュアル
- 線量計メーカーのマニュアル
- 多くの施設では、内部規定を作成して測定器の校正や点検を定めている。

Q2. 管理対象エネルギーが校正線源(^{137}Cs 等)以外の場合の線量評価の方法を教えてください。

- 測定器のエネルギー特性がフラットであることから特別の評価は行っていない
- OSL線量計を導入時にエネルギー特性を試験で確認している。線量評価アルゴリズムにより評価している。
- メーカーから提示されているエネルギー特性の良好な領域内で使用している。
- 遮蔽計算により安全評価を行い、必要に応じて換算係数を変更している。
- 個人線量測定機関の報告値をそのまま使用している。

Q3. 実用測定器でカバーできないエネルギー領域での測定が必要となった場合の対応を教えてください。

- 測定対象外のエネルギー領域は想定していない。

Q4. 課題があったら教えてください。

- 角度に対する線量当量換算係数が与えられているが、試験方法について基準化されていない。
- 低エネルギー領域のX線が気になっている。
- 電子式線量計の精度が低く、特に中性子用電子式線量計の精度が劣る。
- 受動形線量計と電子式線量計の値が異なる。
- 所有している中性子線源(^{252}Cf)の減衰のため、校正が困難になってきている。
- 体幹部用の実用測定器で算出される70 μm 線量当量の解釈
- 法令改正後の眼の水晶体被ばく(3 mm線量当量)測定の対応

Q5. 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合、どのように対応しますか。

- 該当事項はなかった。

(4) その他のモニタリング（外部被ばくの放射線管理に使用している測定器）

医療関係の研究所で、 ^{125}I 専用のサーベイメータを1台保有していた。

(5) 実用量の定義変更に係る課題

実用量の定義変更によって放射線施設の放射線管理に与える影響について、併せて調査を行った。結果は2.3項に示す。

2.1.3 放射線測定器メーカー及び個人線量測定機関における実用測定器の性能

放射線測定器メーカー及び個人線量測定機関で製造もしくは貸し出しを行っている、それぞれの実用測定器の性能（ここでは、実用量の定義変更に伴い、影響を受ける性能及び項目である、測定範囲、エネルギー範囲、エネルギー特性、対応 JIS (IEC 規格・ISO 規格)、校正方法、校正エネルギー、エネルギー特性試験に用いる線源) について調査した。

現場で使用されている実用測定器は、使用目的に応じてほぼ同等の性能であり、JIS に準拠して製造されている。また、本調査の目的は個々の実用測定器の性能調査ではなく、実用量の定義変更に伴う影響調査が主眼であるので、代表的な放射線測定器メーカー2 社及び個人線量測定機関 3 社に調査協力いただいた。

(1) 空間線量

① 光子用測定器

表 2.1.3-1～表 2.1.3-3 に、空間線量測定用エリアモニタ、サーベイメータ及び受動形環境線量計の性能を示す。いずれも校正方法は JIS Z 4511 に準拠し、校正エネルギーは ^{137}Cs の 662 keV γ 線であった。

半導体式やシンチレーション式検出器を用いたパルス計測の測定器では測定エネルギー範囲は 50 keV 以上であり、電離箱式のような電流計測の測定器は、より低エネルギーの測定が可能となっている。シンチレーション式でもモードの切り替えにより低エネルギー X 線の測定が可能な機種があり、校正エネルギーは 50 keV の X 線を用いている。

エネルギー特性試験では、60 keV 以上では ^{241}Am 、 ^{57}Co 、 ^{133}Ba 、 ^{60}Co などの γ 線核種が用いられ、低エネルギーでは X 線を用いている。機種によっては、過去に実施した原子炉冷却水の ^{16}N を用いた 6 MeV の形式試験データを用いている。

調査した範囲では、70 μm 及び 3 mm の方向性線量当量の測定が可能な測定器はなかった。

また、被ばく管理とは別に、原子力施設の周辺では環境放射線モニタリング指針に従い、平常時及び緊急時に備えて、環境放射線モニタリングが実施されている。この一環として、野外に環境 γ 線モニタリングポストやモニタリングステーションなどが設置されている。

これらの装置は、空気吸収線量率又は空気カーマ率 (Gy/h) で表示されているが、福島第一原子力発電所の事故以降、1 cm 線量当量率 (Sv/h) 表示の装置が多く設置されるようになったので、これらの機種の性能についても、表 2.1.3-4 に参考に記載する。

表 2.1.3-1 光子用エリアモニタ及びサーベイメータの性能 (A 社)

| 形式 | エリアモニタ | | サーベイメータ | |
|-----------|--|---|--|---|
| | γ 線エリアモニタ (半導体) | γ 線エリアモニタ (電離箱) | シンチレーション式サーベイ | 電離箱式サーベイ |
| 計測量 | $H^*(10)$ | $H^*(10)$ | $H^*(10)$ | $H^*(10)$ |
| 測定範囲 | 0.001~99.999 mSv/h | 10 ⁻⁴ ~1 mSv/h(A 型) 10 ⁻³ ~10 mSv/h(B 型) | 1~60 μ Sv/h (X 線モード) BG~600 μ Sv/h (Y 線モード) | 1.0 μ Sv/h~500 mSv/h |
| エネルギー範囲 | 50 keV~6 MeV | 80 keV~3 MeV | 8~300 keV(X 線) 50 keV~1.5 MeV(γ 線) | 25 keV~3 MeV |
| エネルギー特性 | $\pm 30\%$ (60 keV~1.5 MeV) | $\pm 20\%$ (100 keV~1.3 MeV) | X 線モード : $\pm 25\%$ (10~200 keV) X 線 50 keV X 線基準 Y 線モード : $\pm 25\%$ (50 keV~1.5 MeV) ¹³⁷ Cs 基準 | 30 keV~200 keV 0.65~1.35 (¹³⁷ Cs 基準) 200 keV~1.5 MeV 0.85~1.15 (¹³⁷ Cs 基準) (1.5 MeV~3 MeV) (0.65~1.35) (¹³⁷ Cs 基準) |
| 対応 JIS | JIS Z 4324 | JIS Z 4324 | JIS Z 4333 | JIS Z 4333 |
| 対応 IEC | IEC 60352 | IEC 60352 | IEC 60846-1 | IEC 60846-1 |
| 校正方法 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 |
| 校正エネルギー | ¹³⁷ Cs | ¹³⁷ Cs | ¹³⁷ Cs / 50 keV X 線 | ¹³⁷ Cs |
| エネルギー特性試験 | ²⁴¹ Am、 ⁵⁷ Co、 ¹³³ Ba、 ⁶⁰ Co | X 線、 ¹³⁷ Cs、 ⁶⁰ Co、 ¹⁶ N | X 線、 ¹³⁷ Cs、 ⁶⁰ Co、 ¹⁶ N | X 線、 ¹³⁷ Cs、 ⁶⁰ Co、 ¹⁶ N |

表 2.1.3-2 光子用エリアモニタ及びサーベイメータの性能 (B 社)

| 形式 | エリアモニタ | | サーベイメータ | |
|---------------|--|--|--|--|
| | γ 線エリアモニタ (半導体) | γ 線エリアモニタ (電離箱) | シンチレーション 式サーベイメータ | 電離箱式サーベイメ ータ |
| 計測量 | $H^*(10)$ | $H^*(10)$ | $H^*(10)$ /空気カーマ | $H^*(10)$ |
| 測定範囲 | 0.1~1000 $\mu\text{Sv/h}$ | 0.1~10,000 $\mu\text{Sv/h}$ | BG~30.0 $\mu\text{Sv/h}$ BG~30.0 $\mu\text{Gy/h}$ | 1.00 $\mu\text{Sv/h}$ ~ 1.00 Sv/h |
| エネルギー範囲 | 80 keV~6 MeV | 32 keV~1.25 MeV | 60 keV~1.5 MeV | 30 keV~1.5 MeV |
| エネルギー特性 | +40 %/-25% | ± 20 % | ± 15 % | ± 15 % |
| 対応 JIS | JIS Z 4324 | JIS Z 4324 | JIS Z 4333 | JIS Z 4333 |
| 対応 IEC | IEC 60352 | IEC 60352 | IEC 60846-1 | IEC 60846-1 |
| 校正方法 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 |
| 校正エネルギー | ^{137}Cs | ^{137}Cs | ^{137}Cs | ^{137}Cs |
| エネルギー特性 試験 | ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 X 線 (56~197 keV) | ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 X 線 (20~200 keV) | ^{241}Am 、 ^{57}Co 、 ^{133}Ba 、 ^{137}Cs 、 ^{60}Co | ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 X 線 (20~200 keV) |

表 2.1.3-3 受動形環境線量計の性能 (C 社)

| | 環境用 $H^*(10)$ |
|-----------|--|
| 形式 | RPL |
| 測定範囲 | 0.1 mSv ~ 10 Sv |
| エネルギー範囲 | 10 keV ~ 10 MeV |
| エネルギー特性 | $\pm 20\%$ 以内 |
| 対応 JIS | JIS Z 4345 |
| 対応 IEC | IEC 62387 |
| 校正方法 | JIS Z 4511 |
| 校正エネルギー | ^{137}Cs |
| エネルギー特性試験 | ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 $^{19}\text{F}(\text{p}, \alpha \gamma)^{16}\text{O}$ 、 X 線 (20~160 keV) |

表 2.1.3-4 参考：環境放射線モニタリングポストの性能（A社）

| | 屋外空間線量率測定 | |
|-----------|---|---|
| 形式 | 環境 γ 線モニタリングポスト (NaI) | 環境 γ 線モニタリングポスト (電離箱) |
| 計測量 | 空気カーマ | 空気カーマ |
| 測定範囲 | 10 nGy/h~10 mGy/h | 10 nGy/h~1 Gy/h |
| エネルギー範囲 | 50 keV~3 MeV | 50 keV 以上 |
| エネルギー特性 | $\pm 10\%$ (0.1~3 MeV) | 50 keV~ 100 keV : $\pm 15\%$ 以内 100 keV~400keV : -10%~+15% 400 keV~3000 keV : $\pm 10\%$ 以内 ^{137}Cs 基準 |
| 対応 JIS | JIS Z 4325 | JIS Z 4325 |
| 対応 IEC | IEC 61017 | IEC 61017 |
| 校正方法 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 |
| 校正エネルギー | ^{137}Cs | ^{137}Cs |
| エネルギー特性試験 | ^{241}Am 、 ^{57}Co 、 ^{133}Ba 、 ^{60}Co | ^{241}Am 、 ^{57}Co 、 ^{133}Ba 、 ^{60}Co |

② 中性子用測定器

表 2.1.3-5 及び表 2.1.3-6 に中性子用測定器の性能を示す。サーベイメータの校正方法は JIS Z 4521 に準拠し、校正エネルギーは、 ^{252}Cf (2.3 MeV) 又は $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ (4.4 MeV) であった。

エネルギー特性試験には黒鉛減速 (熱中性子、減速中性子)、加速器、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ などが用いられている。測定ポイントについては別途、2.2.2 (実用量等の概念変更に伴う、実用測定器に対する影響) の図に示す。エネルギー特性の規定としては、IEC 61005 では「熱中性子～16 MeV まで±50%とし、努力目標」としている。また、JIS Z 4341 では「熱中性子～15 MeV まで±50%が望ましい」としている。

表 2.1.3-5 中性子用エリアモニタ及びサーベイメータの性能 (A 社)

| | エリアモニタ | サーベイメータ | |
|-----------|---|---|---|
| 形式 | 中性子エリアモニタ | 中性子サーベイメータ (^3He) | 中性子サーベイメータ (有機混合ガス) |
| 計測量 | $H^*(10)$ | $H^*(10)$ | $H^*(10)$ |
| 測定範囲 | $10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ～ $10^4 \mu\text{Sv/h}$ | 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ～9.999 mSv/h | 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ～100 mSv/h |
| エネルギー範囲 | 0.025 eV～15 MeV | 0.025 eV～15 MeV | 0.025 eV～15 MeV |
| エネルギー特性 | ICRP74 準拠 | ICRP74 準拠 | ±50% 以内(目標): 熱中性子 (0.025 eV) ±50% 以内(目標): 550 keV ±50% 以内(目標): 1 MeV, 2 MeV, 5 MeV, 15 MeV 基準 ^{252}Cf (2.3 MeV) ±50% 以内(目標): $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ (4.4 MeV) |
| 対応 JIS | - | JIS Z 4341 | JIS Z 4341 |
| 対応 IEC | - | IEC 61005 | IEC 61005 |
| 校正方法 | JIS Z 4521 ISO 8529-1,2,3 | JIS Z 4521 ISO 8529-1,2,3 | JIS Z 4521 ISO 8529-1,2,3 |
| 校正エネルギー | ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ | ^{252}Cf | ^{252}Cf |
| エネルギー特性試験 | 黒鉛減速、加速器、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ | 黒鉛減速、加速器、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ | 黒鉛減速、加速器、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ |

表 2.1.3-6 中性子用サーベイメータの性能 (B 社)

| | |
|-----------|--|
| | サーベイメータ |
| 形式 | 中性子サーベイメータ |
| 計測量 | $H^*(10)$ |
| 測定範囲 | 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~10 mSv/h |
| エネルギー範囲 | 0.025 eV~15 MeV |
| エネルギー特性 | ICRP74 に準拠 |
| 対応 JIS | JIS Z 4341 |
| 対応 IEC | IEC 61005 |
| 校正方法 | JIS Z 4521 |
| 校正エネルギー | ^{252}Cf |
| エネルギー特性試験 | 黒鉛減速中性子、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ |

③ β 線用測定器

調査した範囲では該当する実用測定器はなかった。

(2) 個人線量

個人線量測定では、日常の管理に有用な電子式の個人線量計と、一定期間の積算線量の把握が可能な、受動形線量計が使用されており、(2-1)電子式個人線量計、(2-2)受動形個人線量計として分けて調査結果を以下に示す。

(2-1) 電子式個人線量計

① 光子用

表 2.1.3-7 及び表 2.1.3-8 に測定器メーカー2社それぞれの光子用電子式個人線量計の性能を示す。いずれも校正方法は JIS Z 4511 に準拠し、低エネルギーX線用の個人線量計（校正エネルギー²⁴¹Am の 60 keV）を除き、校正エネルギーは ¹³⁷Cs の 662 keV γ 線であった。

いずれも半導体式検出器を用いたパルス計測の線量計であり、測定エネルギー範囲は低エネルギーX線用を除けば約 50 keV 以上であった。機種によっては、過去に実施した原子炉冷却水の ¹⁶N を用いた 6 MeV の形式試験データを用いている。

調査した範囲では、3 mm 線量当量及び 70 μ m 線量当量の測定が可能な線量計はなかった。

表 2.1.3-7 光子用電子式個人線量計の性能 (A社)

| | 電子式個人線量計 (A型) | 電子式個人線量計 (B型) |
|-----------|--|--|
| 用途 | γ 線用 | γ 線用 |
| 測定範囲 | 0.01 mSv~999.99 mSv | 0.001 mSv~999.9 mSv |
| エネルギー範囲 | 50 keV~6 MeV | 35 keV~3 MeV |
| エネルギー特性 | $\pm 20\%$ (60 keV~6 MeV) ¹³⁷ Cs 基準 | $\pm 20\%$ (60 keV~6 MeV) ¹³⁷ Cs 基準 |
| 対応 JIS | JIS Z 4312 | JIS Z 4312 |
| 対応 IEC | IEC 61526 | IEC 61526 |
| 校正方法 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 |
| 校正エネルギー | ¹³⁷ Cs | ¹³⁷ Cs |
| エネルギー特性試験 | X線、 ¹³⁷ Cs、 ⁶⁰ Co、 ¹⁶ N | X線、 ¹³⁷ Cs、 ⁶⁰ Co、 ¹⁶ N |

表 2.1.3-8 光子用電子式個人線量計の性能 (B 社)

| 用途 | 電子式個人線量計／アラームメータ | |
|-----------|---|---|
| | γ 線用 | X 線用 |
| 測定範囲 | 0.1 μ Sv \sim 10 Sv | 1 μ Sv \sim 1 Sv |
| エネルギー範囲 | 50 keV \sim 1.5 MeV | 30 keV \sim 200 keV |
| エネルギー特性 | \pm 30 % | \pm 30 % |
| 対応 JIS | JIS Z 4312 | JIS Z 4312 |
| 対応 IEC | IEC 61526 | IEC 61526 |
| 校正方法 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 |
| 校正エネルギー | ^{137}Cs | ^{241}Am |
| エネルギー特性試験 | ^{137}Cs 、 ^{60}Co 、 X 線 (41.5 \sim 176 keV) | ^{137}Cs 、 ^{60}Co 、 X 線 (41.5 \sim 176 keV) |

② 中性子用

表 2.1.3-9 及び表 2.1.3-10 に、測定器メーカー2 社それぞれの中性子用電子式個人線量計の性能を示す。校正方法は JIS Z 4521 の基準校正に準じて実施されており、校正エネルギーは ^{252}Cf (2.3 MeV) 又は $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ (4.4 MeV)であった。

エネルギー特性試験には黒鉛減速 (熱中性子及び減速中性子)、加速器、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ などが用いられている。測定ポイントについては別途、2.2.2 (実用量等の概念変更に伴う、実用測定器に対する影響) の図に示す。

表 2.1.3-9 中性子用電子式個人線量計の性能 (A 社)

| 用途 | 電子式個人線量計 |
|-----------|--|
| | 中性子用 |
| 測定範囲 | 0.1 mSv \sim 999.9 mSv(高速中性子) 0.01 mSv \sim 999.9 mSv(熱中性子) |
| エネルギー範囲 | 0.025 eV \sim 15 MeV |
| エネルギー特性 | -70 \sim +200 % : 熱中性子、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ 、 ^{252}Cf 基準 |
| 対応 JIS | JIS Z 4312 |
| 対応 IEC | IEC 61526 |
| 校正方法 | JIS Z 4521 |
| 校正エネルギー | ^{252}Cf |
| エネルギー特性試験 | 黒鉛減速、加速器、 ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am}\text{-Be}$ |

表 2.1.3-10 中性子用電子式個人線量計の性能 (B 社)

| | 電子式個人線量計／アラームメータ |
|-----------|---|
| 用途 | 中性子用 |
| 測定範囲 | 0.01～99.99 mSv |
| エネルギー範囲 | 0.025 eV～15 MeV |
| エネルギー特性 | ICRP74 準拠 |
| 対応 JIS | JIS Z 4312 |
| 対応 IEC | IEC 61526 |
| 校正方法 | JIS Z 4521 |
| 校正エネルギー | ²⁴¹ Am-Be |
| エネルギー特性試験 | 黒鉛減速、 ²⁵² Cf、 ²⁴¹ Am-Be |

③ β 線用

表 2.1.3-11 に β 線用電子式個人線量計の性能を示す。

ただし、β 線専用の個人線量計はなく、光子用の個人線量計に β 線の測定機能を付加した線量計となっており、ここでは β 線に関する性能のみを記載している。

校正方法は JIS Z 4514 に準拠し、校正エネルギーは ⁹⁰Sr-⁹⁰Y であった。

表 2.1.3-11 β 線用電子式個人線量計の性能 (A 社)

| | β 線用電子式個人線量計 |
|-----------|---|
| 用途 | β 線用 |
| 測定範囲 | 0.1～999.9 mSv |
| エネルギー範囲 | 300 keV～2.3 MeV |
| エネルギー特性 | ±30%(500 keV～2.3 MeV) ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y 基準 (残留最大エネルギー) |
| 対応 JIS | JIS Z 4312 |
| 対応 IEC | IEC 61526 |
| 校正方法 | JIS Z 4514 |
| 校正エネルギー | ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y |
| エネルギー特性試験 | ¹⁴⁷ Pm、 ²⁰⁴ Tl、 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y |

(2-2) 受動形個人線量計

① 光子用

表 2.1.3-12 及び表 2.1.3-13 に光子用個人線量計の調査結果を示す。

いずれも校正方法は JIS Z 4511 に準拠している。

校正エネルギーは ^{137}Cs の 662 keV γ 線であるが、眼の水晶体用については N-100 や 65 keV の X 線を用いている。

エネルギー特性については、JIS では近年の IEC 規格と整合を図り、方向特性とエネルギー特性を合体させた規定となっており、方向特性込みで、+40 %/-20 %となっているものもある。

表中の英語短縮表記は、GB：蛍光ガラス線量計、GR：ガラスリング、RPL：ラジオフォトルミネッセンス、TLD：熱ルミネッセンス線量計、OSL：光刺激ルミネッセンスを意味する。

表 2.1.3-12 光子用受動形個人線量計の性能 (C 社)

| 用途 | 体幹部用 GB | リスト GB | 末端部用 GR | 眼の水晶体用 |
|-----------|--|--|--|--|
| 測定方式 | RPL | RPL | RPL | TLD |
| 測定範囲 | 0.1 mSv ~ 10 Sv | 0.1 mSv ~ 10 Sv | 0.1 mSv ~ 1 Sv | 0.1 mSv ~ 1 Sv |
| エネルギー範囲 | 16 keV ~ 6 MeV | 24 keV ~ 1.25 MeV | 24 keV ~ 1.25 MeV | 24 keV ~ 1.25 MeV |
| エネルギー特性 | 方向特性込みで +40%/-20% | 方向特性込みで +40%/-20% | +40%/-20% | +70%/-20% |
| 対応 JIS | JIS Z 4345 | JIS Z 4345 | JIS Z 4345 | JIS Z 4345 |
| 対応 IEC | IEC 62387 | IEC 62387 | IEC 62387 | IEC 62387 |
| 校正方法 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 | JIS Z 4511 |
| 校正エネルギー | ^{137}Cs | ^{137}Cs | ^{137}Cs | N-100 |
| エネルギー特性試験 | ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、R-F、 X 線 (16 ~ 250 keV) | ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 X 線 (24 ~ 160 keV) | ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 X 線 (24 ~ 160 keV) | ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 X 線 (24 ~ 160 keV) |

表 2.1.3-13 光子用受動形個人線量計の性能 (D 社)

| | OSL (体幹部用) | TLD (末端部用) | TLD (水晶体用) |
|---------------|--|--|--|
| 測定範囲 | 0.1 mSv ~ 10 Sv | 0.2 mSv ~ 10 Sv | 0.1 mSv ~ 10 Sv |
| エネルギー範囲 | 8 keV ~ 6 MeV (光子) | 16 keV ~ 6 MeV (光子) | 12keV ~ 6 MeV (光子) |
| エネルギー特性 | +10%/-10% (光子) | 40%/-30% (光子) | 50%/-15% (光子) |
| 対応JIS | Z4345 | Z4345 | Z4345 |
| 対応IEC | IEC 62387 | IEC 62387 | IEC 62387 |
| 校正方法 | 光子) Z4511 β線) Z4514 | 光子) Z4511 β線) Z4514 | 光子) Z4511 β線) Z4514 |
| 校正エネルギー | ¹³⁷ Cs 662keV | 光子用) 83keV β線用) ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y 800(keV) | 65keV(X線) |
| エネルギー特性 試験 | 平均エネルギー 光子) 8,12,16,24,33,48,65,83,118,164,250, 662,1250,6275(keV) 8keVはHp(0.07)のみ β線) 200,800(keV) | 平均エネルギー 光子) 16,24,33,48,65,83,118,164,250, 662,1250,6275(keV) β線) 800(keV) | 平均エネルギー 光子) 12,16,24,33,48,65,83,118, 164,250, 662,1250(keV) β線) 800(keV) |

② 中性子用 (固体飛跡検出器)

表 2.1.3-14 及び表 2.1.3-15 に中性子用個人線量計の調査結果を示す。校正方法は JIS Z 4521 に準拠し、校正エネルギーはほぼ ²⁵²Cf (2.3 MeV) 及び熱中性子であった。

エネルギー特性試験には黒鉛減速、加速器、²⁵²Cf、²⁴¹Am-Be などが用いられている。エネルギー特性については、熱中性子~14.8 MeV (³H(d,n)⁴He) まで±20%の性能を有している。

表 2.1.3-14 中性子用個人線量計の性能 (C 社)

| | 固体飛跡検出器 |
|---------------|--|
| 測定範囲 | 速) 0.1 mSv ~ 60 mSv 熱) 0.1 mSv ~ 8 mSv |
| エネルギー範囲 | 0.025 eV ~ 15 MeV |
| エネルギー特性 | ±20% |
| 対応 JIS | JIS Z 4416 |
| 対応 IEC | ISO21909-1 |
| 校正方法 | JIS Z 4521 |
| 校正エネルギー | ²⁵² Cf、熱中性子 |
| エネルギー特性 試験 | ²⁵² Cf、 ²⁴¹ Am-Be、熱中性子、 (144, 250, 565 keV、1.2 MeV、 D2O 減速、14.8 MeV) |

表 2.1.3-15 中性子用個人線量計の性能 (D 社)

| | 中性子固体飛跡検出器 |
|---------------|--|
| 測定範囲 | 熱) 0.1 mSv ~ 6 mSv 速) 0.1 mSv ~ 50 mSv |
| エネルギー範囲 | 0.025 eV ~ 15 MeV |
| エネルギー特性 | |
| 対応JIS | Z4416 |
| 対応IEC | |
| 校正方法 | Z 4521 |
| 校正エネルギー | ²⁵² Cf 2.3MeV、熱中性子 0.025eV |
| エネルギー特性 試験 | 熱) 0.025(eV) 速) 24,144,565,2300,4300,14800(keV) |

③ β線用

表 2.1.3-16 に β線用個人線量計の性能を示す。末端部用（指リング）用等の特殊用途を除き、β線専用の個人線量計は少なく、複数の素子とフィルタを組み合わせる光子及びβ線の測定を可能としている線量計が多い。ここではβ線に関する性能のみを記載している。D社のβ線に関する性能は、表 2.1.3-13 に含む。

表 2.1.3-16 β線用受動形個人線量計の性能（C社）

| 用途 | 体幹部用 GB | リスト GB | 末端部用 GR | 眼の水晶体用 |
|-----------|---|---|--|---|
| 測定方式 | RPL | RPL | RPL | TLD |
| 測定範囲 | 0.1 mSv ~ 10 Sv | 0.1 mSv ~ 10 Sv | 0.1 mSv ~ 1 Sv | 0.1 mSv ~ 1 Sv |
| エネルギー範囲 | 0.2~0.8 MeV * | 0.2~0.8 MeV * | 0.8 MeV | 0.8 MeV |
| エネルギー特性 | ± 5%以内 | ± 5%以内 | — | — |
| 対応 JIS | JIS Z 4345 | JIS Z 4345 | JIS Z 4345 | JIS Z 4345 |
| 対応 IEC | IEC 62387 | IEC 62387 | IEC 62387 | IEC 62387 |
| 校正方法 | JIS Z 4511 JIS Z 4514 | JIS Z 4511 JIS Z 4514 | JIS Z 4511 JIS Z 4514 | Z 4511 (β線の校正なし) |
| 校正エネルギー | ¹³⁷ Cs、 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y | ¹³⁷ Cs、 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y | ¹³⁷ Cs、 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y | N-100 |
| エネルギー特性試験 | 0.2~0.8 MeV (⁸⁵ Kr、 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y) | 0.2~0.8 MeV (⁸⁵ Kr、 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y) | 0.8 MeV (⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y) | 0.8 MeV (⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y) |

2.2 実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れることとした場合の課題の整理

2.2.1 換算係数の定義変更前後の違い

ICRU/ICRP レポート（ドラフト版）[外部放射線被ばくに関する実用量（Operational quantities for external radiation exposure —Joint report of the international commission on radiation units and measurements and the international commission on radiological protection (final draft July 2017)）、（以下、「新定義ドラフト」という。）] では、光子に対してカーマ近似ありの場合とカーマ近似無しの場合の換算係数を示している。

図 2.2.1-1 及び図 2.2.1-2 にカーマ近似無しと、カーマ近似ありの場合の周辺線量 (h^*) の換算係数の違いを示す。

低エネルギー～3 MeV の光子まではほとんど差はないが、エネルギーが高くなるに従い徐々に差が大きくなり、10 MeV で 6%、50 MeV で 44%、カーマ近似無しの換算係数は低くなっている。カーマ近似無しの換算係数を用いた場合、安全側の評価にならないところがあり、専門部会で検討を行った。

カーマ近似無しの換算係数は光子が真空中を透過して、ファントム中に生じた散乱光子や電子線のエネルギーを合算した計算値である。

周辺線量、個人線量及び方向性線量を測定する測定器を校正する現場では、線源と測定器の間に空気や線源カプセルなどの散乱体が存在し、光子だけでなくコンプトン電子も含めた状態で校正を行っている。また、測定器と線源の距離が短い場合には、十分な荷電粒子平衡が保てるように測定器の前に PMMA などの適切な材料を置いて校正を行っている。

このように、実際の校正現場では荷電粒子平衡状態、いわゆるカーマ近似の状態で校正されていると考えられる。よって本調査ではカーマ近似を用いた換算係数を用いることとした。

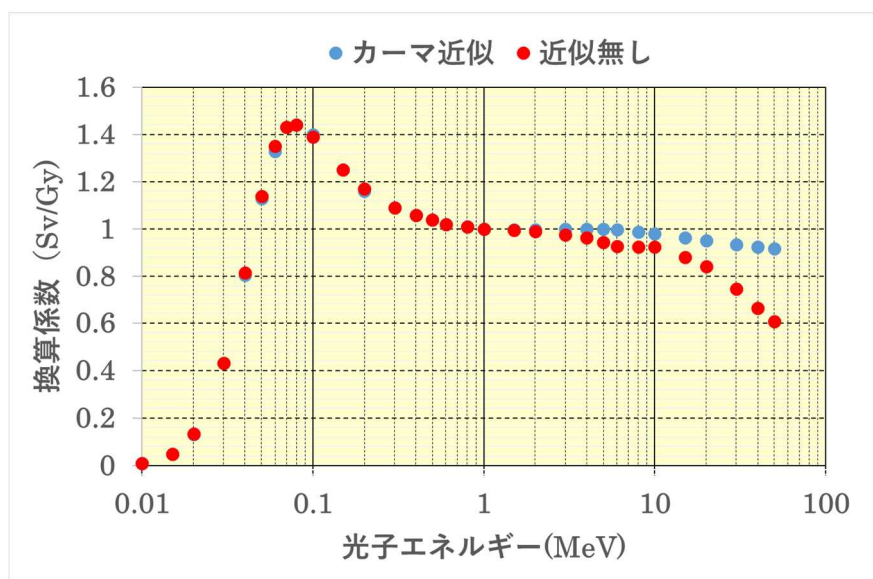


図 2.2.1-1 近似無しと近似ありの場合の換算係数 (h^*) の違い

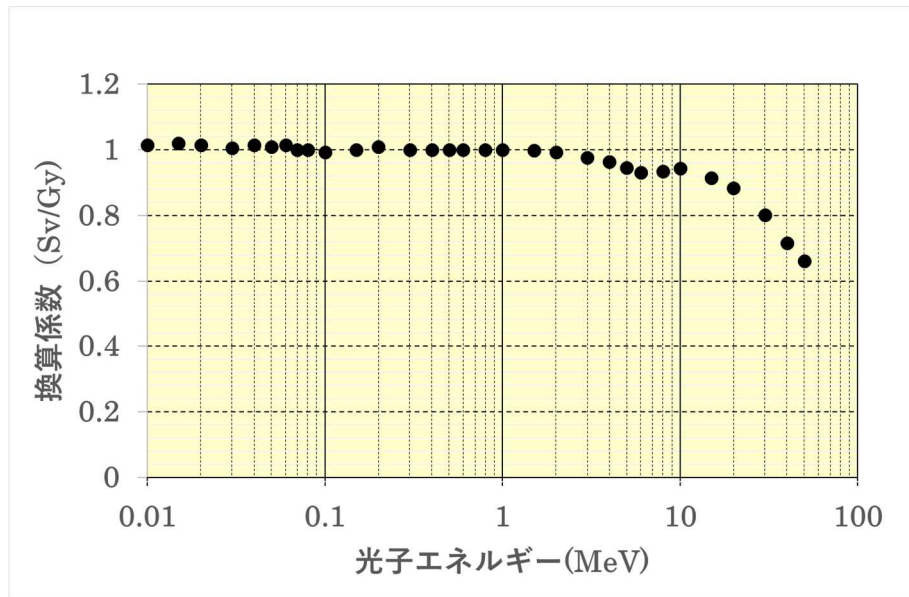


図 2.2.1-2 換算係数の比 (近似無し換算係数/近似あり換算係数)

ICRP74 と新定義ドラフトでは、単に換算定数が変わるだけでなく、従来の 1 cm 線量当量、3 mm 線量当量、70 μ m 線量当量などの深さの関連ではなく、周辺線量、個人線量、水晶体の吸収線量、皮膚の吸収線量などとなっており、ICRP74 に相当する新定義ドラフトの換算定数がわかりづらくなっている。この対比をわかりやすくするための各量の表記を含めた対比の一覧表を、表 2.2.1-1 に示す。右の列の比較図は、本報告書に記載した定義変更前後の図番号を示す。黒色の文字は空間線量、茶色の文字は個人線量に関する換算係数を示す。

緑色の文字は新定義ドラフトで、空気カーマ又はフルエンスから眼の水晶体や皮膚に対する組織吸収線量への換算係数を示す。

個人線量計用の校正ファントムとして、新定義ドラフトでは、

slab (胴体) : 300 mm×300 mm×150 mm 水ファントム (前面 2.5 mm、他の面 10 mm PMMA)

pillar (腕) : 直径 73 mm、300 mm 長さの円筒水ファントム (壁面 2.5 mm、端末 10 mm PMMA)

rod (指) : 直径 19 mm、300 mm 長さの円筒 PMMA ファントムを定義している。

表 2.2.1-1 ICRP74 及び新定義ドラフトにおける換算定数の一覧

| | ICRP74 | 新定義ドラフト | 比較図 |
|-------|--|--|---|
| 光子 | $H^*(10)$ 表 A.21 $H^-(10)$ 角度依存係数 : 表 A.22 | $h^*_{E_{max}}$ Table A.1.1b 近似無し Table A.5.1b カーマ近似 | (図 2.2.1-1, 2.2.1-2 近似有り/無し) 図 2.2.1-3 |
| | $H_p(10)$ 表 A24 (角度依存係数含む) | h_p Table A.5.2b (角度依存係数含む) | 図 2.2.1-9 |
| | — | d_{ens} Table A.5.3b | — |
| | $H^-(0.07)$ 表 A21 角度依存係数 : 表 A.23 | $d_{local\ skin\ slab}$ Table A.5.4.1b ($d'_{local\ skin\ slab} = d_{p\ local\ skin\ slab}$) | 図 2.2.1-4 |
| | $H_p(0.07)$ 表 A25 (角度依存係数含む) | $d_{local\ skin\ slab}$ Table A.5.4.1b $d_{p\ local\ skin\ pillar}$ Table A.5.4.2b $d_{p\ local\ skin\ rod}$ Table A.5.4.3b | 図 2.2.1-10 — — |
| 中性子 | $H^*(10)$ $H_p(10)$ (角度依存係数 含む) 表 A.42 | $h^*_{E_{max}}$ Table A.1.2 h_p Table A.2.2 $d_{p\ local\ skin\ pillar}$ Table A.4.2.2 $d_{p\ local\ skin\ rod}$ Table A.4.2.3 | 図 2.2.1-5 図 2.2.1-11 — — |
| 電子 | $H^-(10)$ = $H_p(10)$ 表 A.44 $H^-(3)$ = $H_p(3)$ 表 A.44 $H^-(0.07)$ = $H_p(0.07)$ 表 A.44 (角度依存性 $H^-(0.07, \alpha)$ 表 A.45 $H^-(3, \alpha)$ 表 A.46 $H^-(10, \alpha)$ 表 A.47 | $h^*_{E_{max}}$ Table A.1.3 = h_p Table A.2.3 d_{ens} Table A.3.3 $d_{local\ skin\ slab}$ Table A.4.3.1 ($d'_{local\ skin\ slab} = d_{p\ local\ skin\ slab}$) $d_{p\ local\ skin\ pillar}$ Table A.4.3.2 $d_{p\ local\ skin\ rod}$ Table A.4.3.3 | 図 2.2.1-6 図 2.2.1-12 図 2.2.1-7 図 2.2.1-13 図 2.2.1-8 図 2.2.1-14 — — |
| 陽電子 | — | $h^*_{E_{max}}$ Table A.1.4 h_p Table A.2.4 d_{ens} Table A.3.4 $d_{local\ skin\ slab}$ Table A.4.3.1 $d_{p\ local\ skin\ pillar}$ Table A.4.3.2 $d_{p\ local\ skin\ rod}$ Table A.4.3.3 | — |
| 陽子 | — | $h^*_{E_{max}}$ Table A.1.5 h_p Table A.2.5 | — |
| Muon- | — | $h^*_{E_{max}}$ Table A.1.6 | — |

| | | | | |
|-------------------|---|-----------------|--------------|---|
| | | h_p | Table A.2.6 | |
| Muon ⁺ | — | $h^*_{E_{max}}$ | Table A.1.7 | — |
| | | h_p | Table A.2.7 | |
| Pion ⁻ | — | $h^*_{E_{max}}$ | Table A.1.8 | — |
| | | h_p | Table A.2.8 | |
| Pion ⁺ | — | $h^*_{E_{max}}$ | Table A.1.9 | — |
| | | h_p | Table A.2.9 | |
| He | — | $h^*_{E_{max}}$ | Table A.1.10 | — |
| | | h_p | Table A.2.10 | |

新定義を取り入れた場合、光子においては空気カーマに対する空間線量及び個人線量に対する換算定数が増加する。同様に中性子においてもフルエンスに対する換算定数が増加する。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマまたはフルエンスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることも発生する。

それぞれの空間線量や個人線量に対して、エネルギーによってどのように変化するかを図 2.2.1-3～図 2.2.1-10 に示す。

各々の (a) 図は、これまでの空気カーマ : Gy (または、フルエンス : cm⁻²) から実用量 : Sv への換算係数 (以下、「ICRP74 換算係数」という。)(黒色) と新定義ドラフトに記載の換算係数 (以下、「新定義換算係数」という。)(赤色) の違いを示す。

一方、各々の (b) 図は、ICRP74 換算係数に対する新定義換算係数の比をとったもので、例えば、フラットなエネルギー特性の実用測定器 (サーベイメータ等) を、定義変更後もそのまま用いた場合、レスポンスがどのように変わるかを示したものである。

実際の実用測定器のエネルギー特性はフラットではないので、機器ごとにその特性は異なる。この換算定数の変更に伴うエネルギー特性の違いは 2.2.2 項に示す。

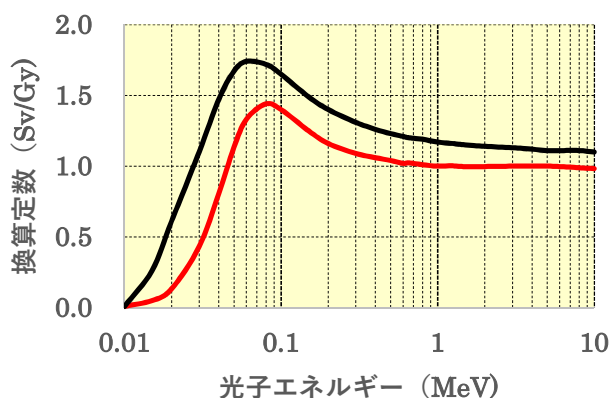
ここで、エネルギーレスポンスとは、基準エネルギーにおける基準照射値に対する指示値を 1.0 としたときの他のエネルギーにおける基準照射値に対する指示値の比をいう。

また、個人線量及び方向性線量については ICRP74 及び新定義ドラフトでも角度に依存した換算係数が与えられているが、本報告書では省略し 0°のみを記載した。

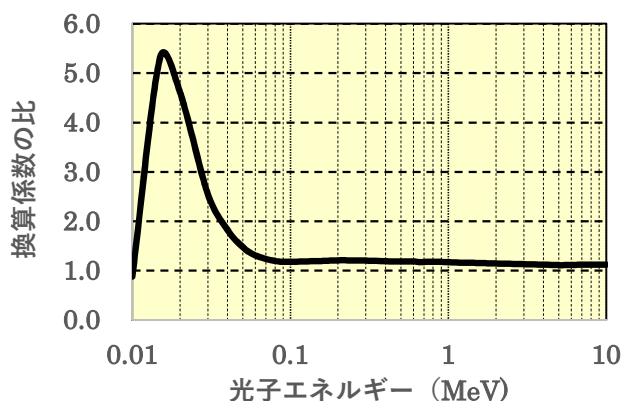
(1) 空間線量

① 光子に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響

新定義に基づく校正場に、現行の（1 cm 線量当量で校正された）測定器を置いた場合、基準エネルギー（662 keV）で 1.17 倍、低エネルギー15 keV で最大 5.32 倍の指示をすることとなる。



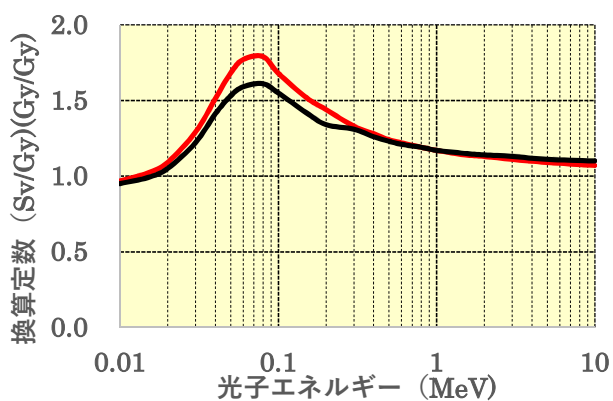
(a) 黒線 ICRP74 換算係数： $H^*(10)$ Sv/Gy
赤線 新定義換算係数： $h^*_{E_{max}}$ Sv/Gy



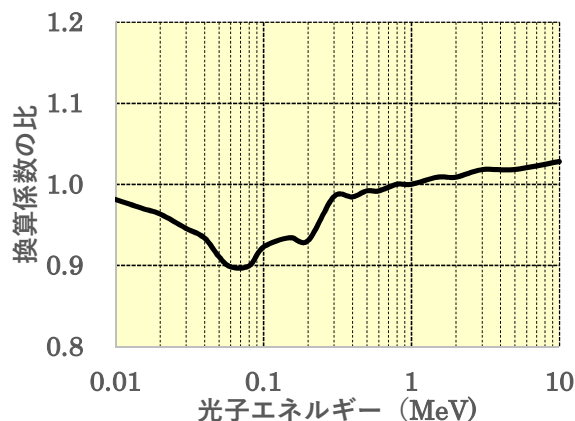
(b) 換算係数の比： $H^*(10)/h^*_{E_{max}}$

図 2.2.1-3 光子 周辺線量当量（1 cm 線量当量）と周辺線量

新定義に基づく校正場に、現行の（70 μm で校正された）測定器を置くと、 ^{137}Cs 基準エネルギー（662 keV）では、ほぼ変わり無く、低エネルギー60 keV 近辺で最大 10 % 近くの低い指示をすることとなる。



(a) 黒線 ICRP74 換算係数： $H'(0.07)$ Sv/Gy
赤線 新定義換算係数： $d_{\text{local skin}}$ Gy/Gy

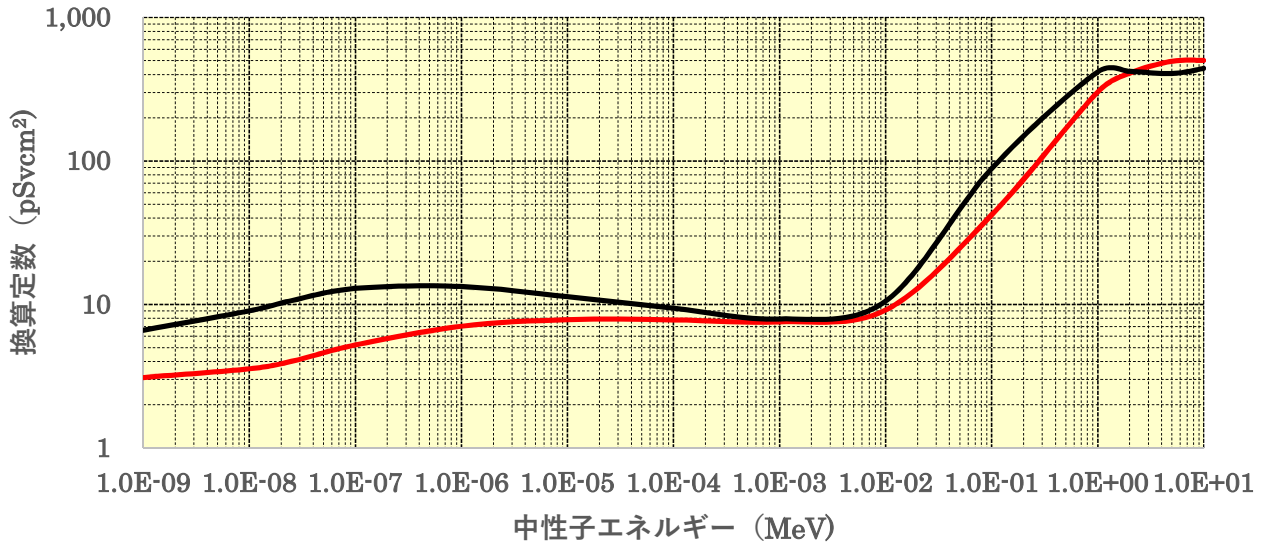


(b) 換算係数の比： $H'(0.07)/d_{\text{local skin}}$

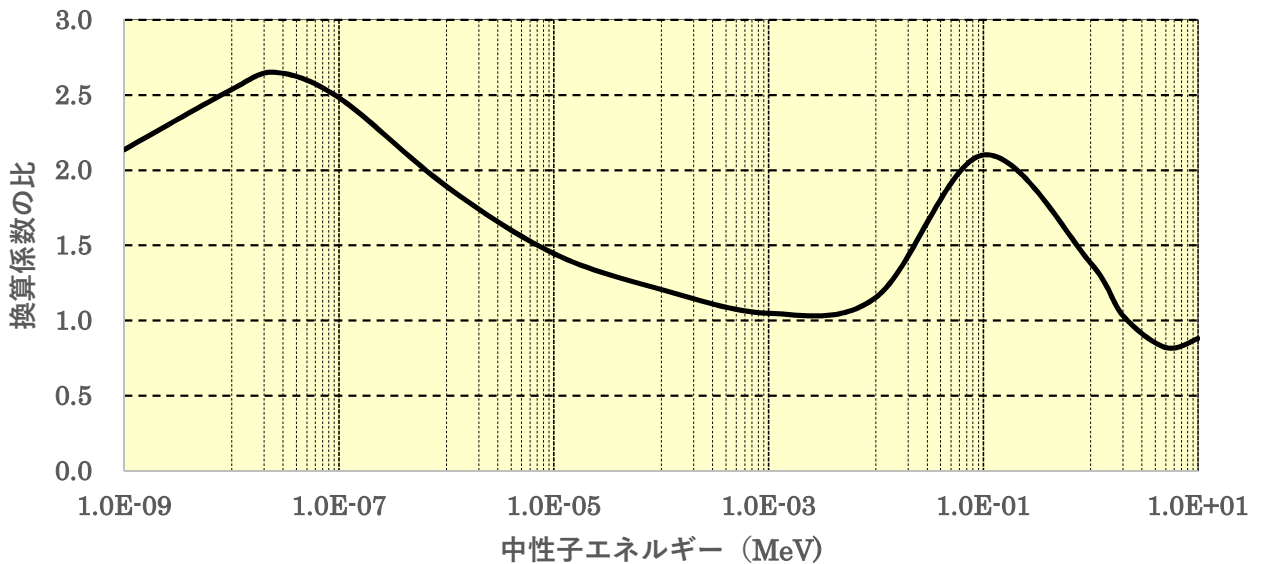
図 2.2.1-4 光子 方向性線量当量（70 μm 線量当量）と方向性局所皮膚吸収線量

② 中性子に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響

中性子では、かなり幅広い範囲で、換算係数が変化する。基準エネルギー²⁵²Cf (2.3 MeV) のポイントでは換算係数の差異は数%であるが、熱中性子 (0.025 eV) の領域では 2.65 倍の違いが生ずる。



(a) 黒線 ICRP74 換算係数 : $H^*(10)$ pSv·cm² 赤線 新定義換算係数 : h^*_{Emax} pSv·

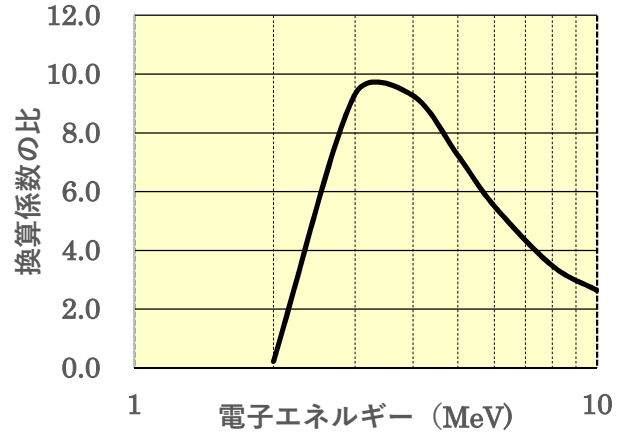
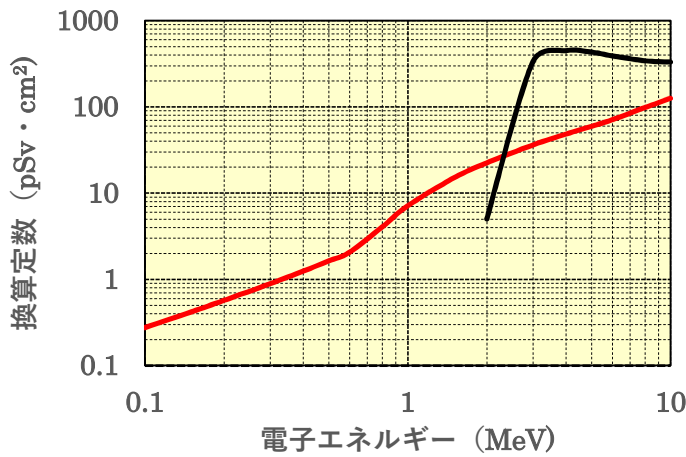


(b) 換算係数の比 : $H^*(10)/h^*_{Emax}$

図 2.2.1-5 中性子 周辺線量当量 (1cm 線量当量) と周辺線量

③ 電子線（β線）に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響

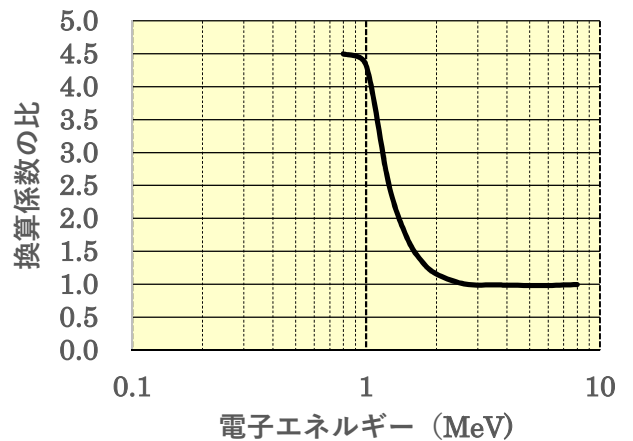
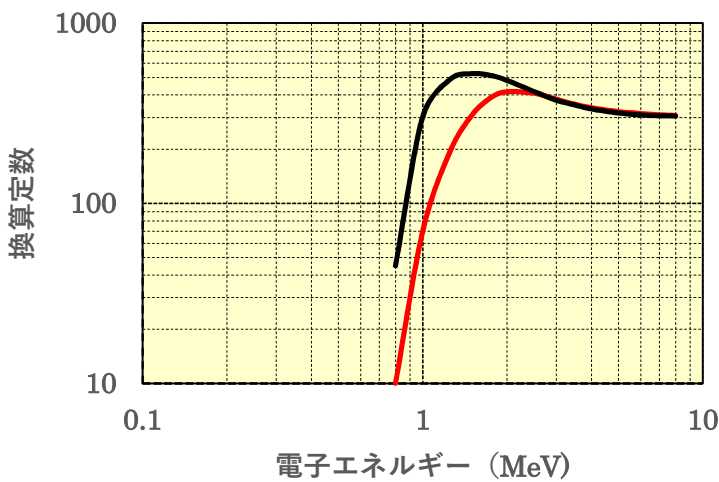
図 2.2.1-6～8 に電子に対する 1 cm、3 mm 及び 70 μm 方向性線量当量の換算定数の比較図を示す。



(a) 黒線 ICRP74 換算係数: $H(10)$ pSv・cm²
赤線 新定義換算係数: h^*_{Emax} pSv・cm²

(b) 換算係数の比: $H(10)/h^*_{Emax}$

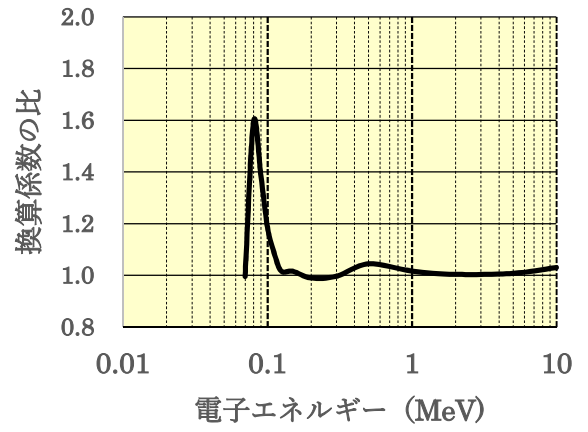
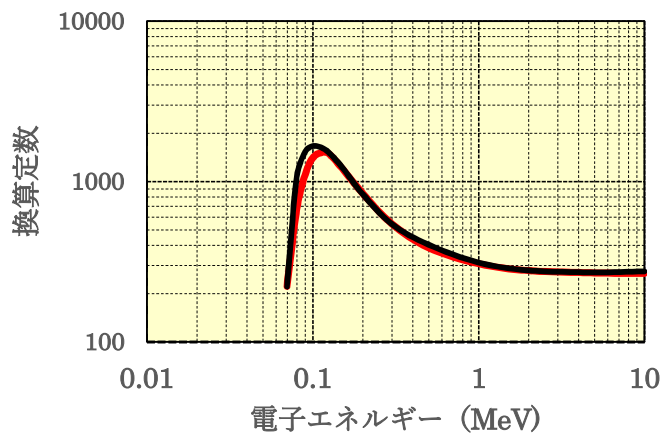
図 2.2.1-6 電子線 方向性線量当量 (1 cm 線量当量) と周辺線量



(a) 黒線 ICRP74 換算係数: $H(3)$ pSv・cm²
赤線 新定義換算係数: d_{lens} pGy・cm²

(b) 換算係数の比: $H(3)/d_{lens}$

図 2.2.1-7 電子線 方向性線量当量 (3 mm 線量当量) と方向性水晶体吸収線量



(a) 黒線 ICRP74 換算係数： $H^-(0.07)$ pSv \cdot cm 2
 赤線 新定義換算係数： $d_{local\ skin\ slab}$ nGv \cdot

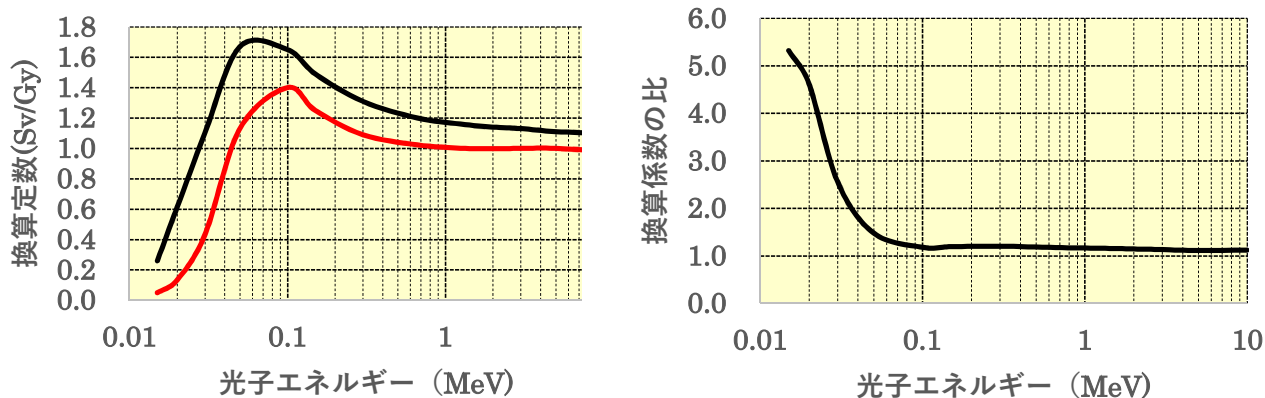
(b) 換算係数の比： $H^-(0.07)/d_{local}$

図 2.2.1-8 電子線 方向性線量当量 (70 μ m 線量当量) と方向性局所皮膚

(2) 個人線量

① 光子に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響

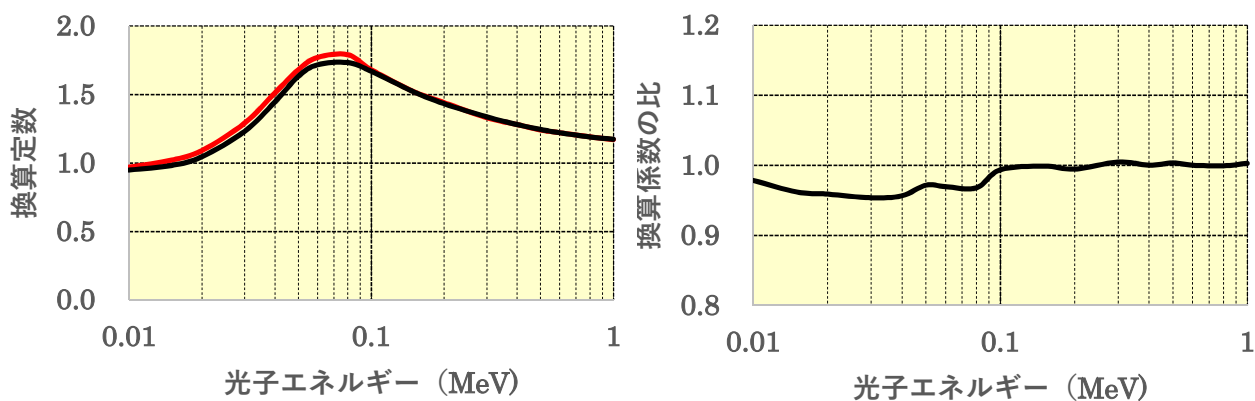
新定義の校正場に現行の個人線量計を置いた場合、 ^{137}Cs 基準エネルギーで 1.17 倍、低エネルギー 15 keV で最大 5.32 倍の指示値となる。70 μm 線量当量は新定義では、皮膚の吸収線量 Gy の単位となるが、全エネルギー範囲で最大 5 % 程度の差異である。



(a) 黒線 ICRP74 換算係数 : $H_p(10)$ Sv/Gy
赤線 新定義換算係数 : $h_{pE_{max}}$ Sv/Gy

(b) 換算係数の比 : $H_p(10)/h_{pE_{max}}$

図 2.2.1-9 光子 個人線量当量 (1 cm 線量当量) と個人線量



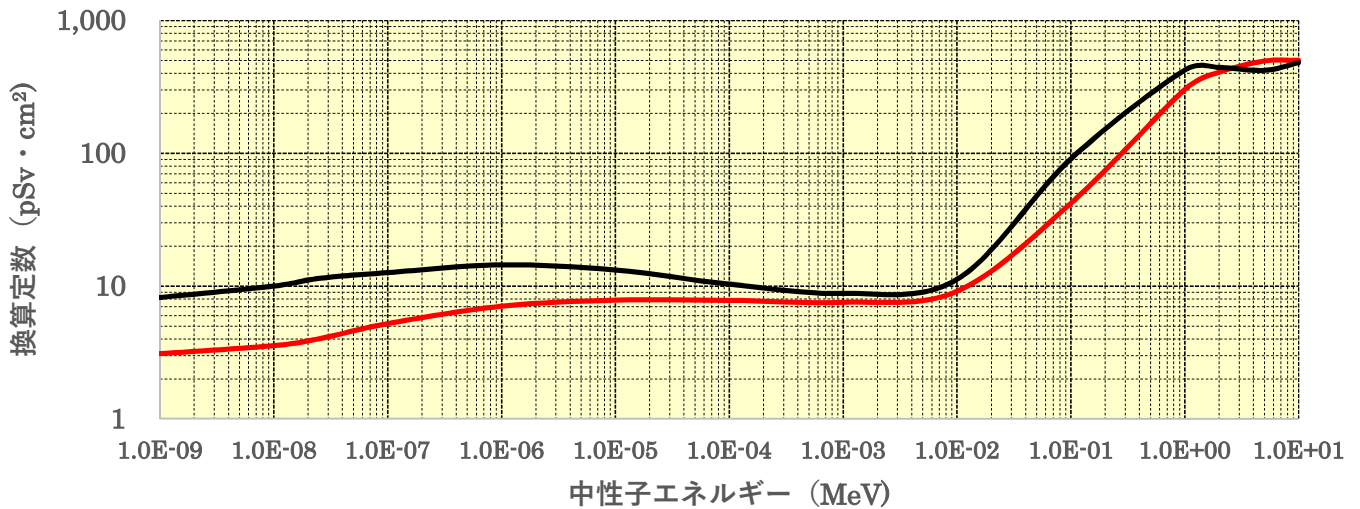
(a) 黒線 ICRP74 換算係数 : $H_p(0.07)$ Sv/Gy
赤線 新定義換算係数 : $d_{local\ skin}$ Gy/Gy

(b) 換算係数の比 : $H_p(0.07)/d_{local\ skin}$

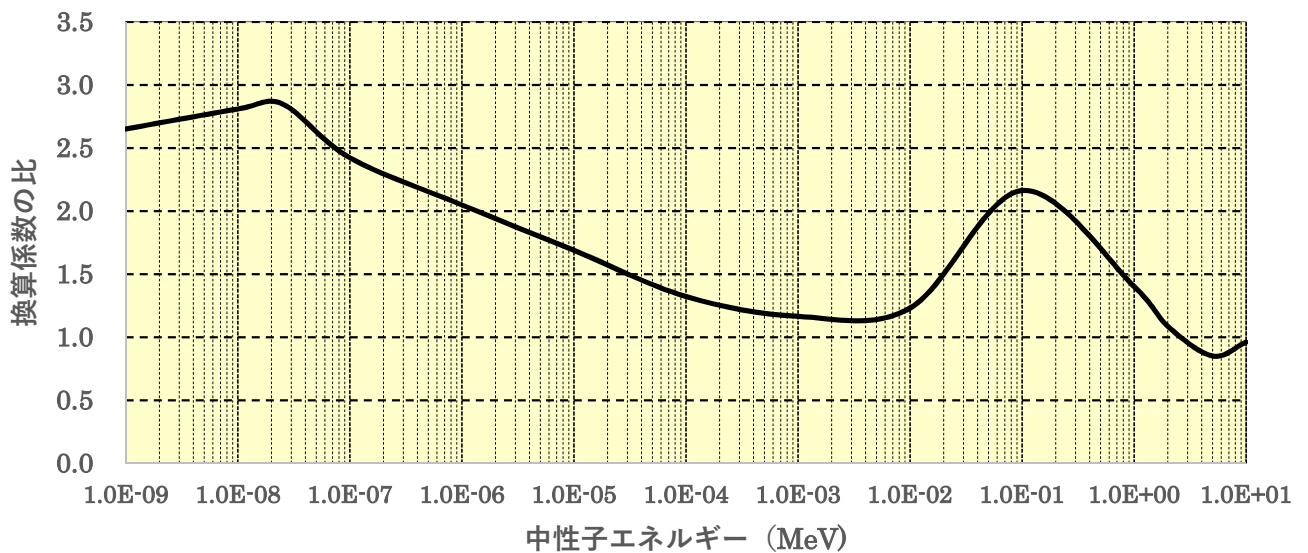
図 2.2.1-10 光子 個人線量当量 (70 μm 線量当量) 個人局所皮膚吸収線量

② 中性子に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響

中性子では、かなり幅広い範囲で、換算係数が変化する。基準エネルギー²⁵²Cf (2.3 MeV)のポイントでは換算係数の差異は5%程度の差異、熱中性子(0.025 eV)の領域では2.85倍の違いが生ずる。



(a) 黒線 ICRP74 換算係数： $H^*(10)$ pSv · cm² 赤線 新定義換算係数： h^*_{Emax} pSv · cm²

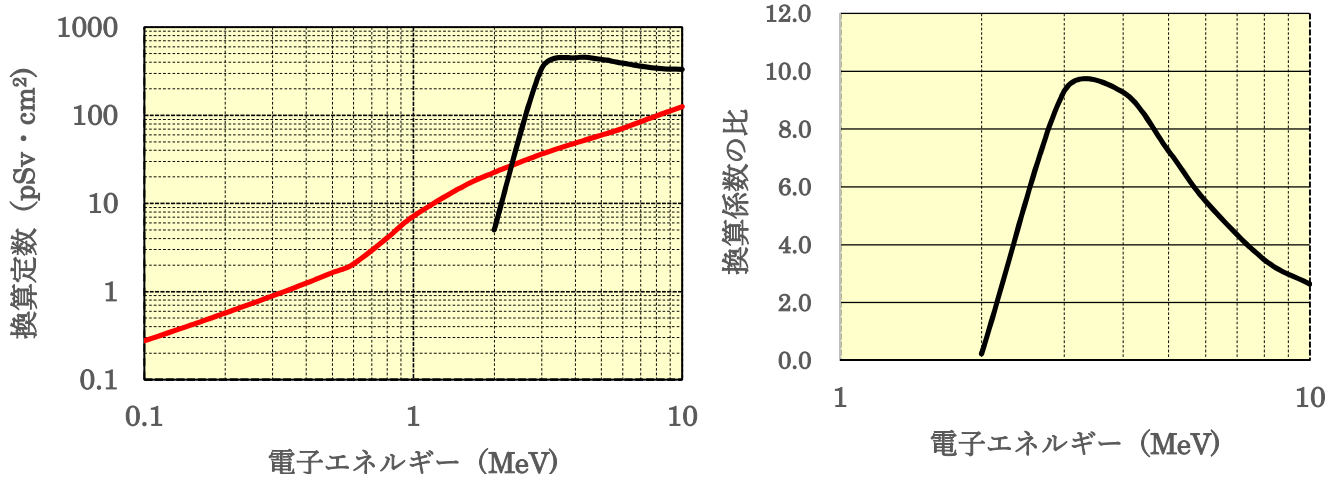


(b) 換算係数の比： $H^*(10)/h^*_{Emax}$

図 2.2.1-11 中性子 個人線量当量 (1 cm 線量当量) と個人線量

③ 電子線（β線）に対する換算係数の差異及びエネルギー特性に与える影響

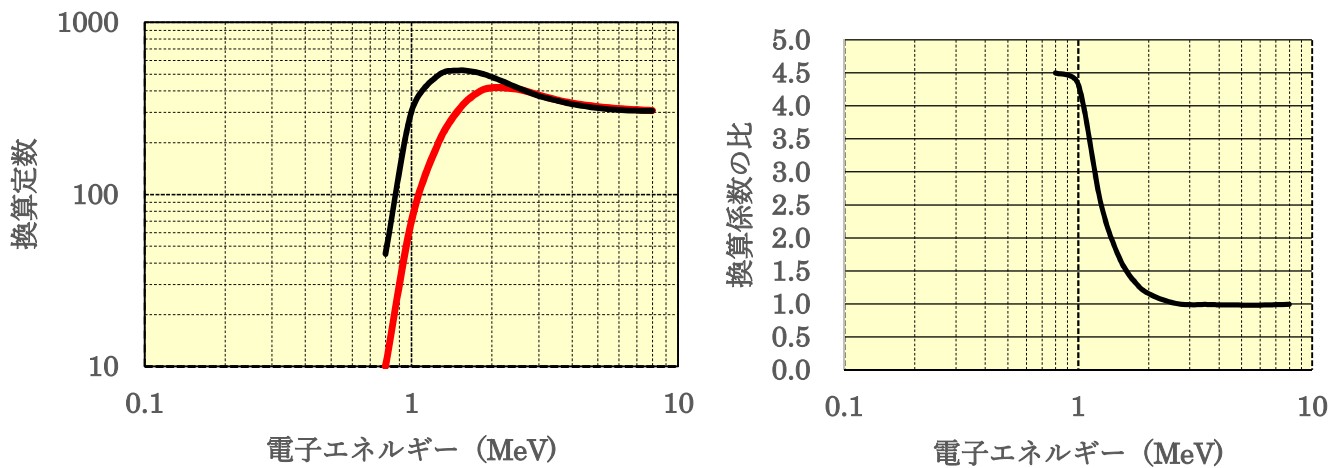
図 2.2.1-6～8 に電子に対する 1 cm、3 mm 及び 70 μm 方向性線量当量の換算定数の比較図を示す。



(a) 黒線 ICRP74 換算係数： $H_p(10)$ pSv · cm²
赤線 新定義換算係数： h_p pSv · cm²

(b) 換算係数の比： $H_p(10)/h_p$

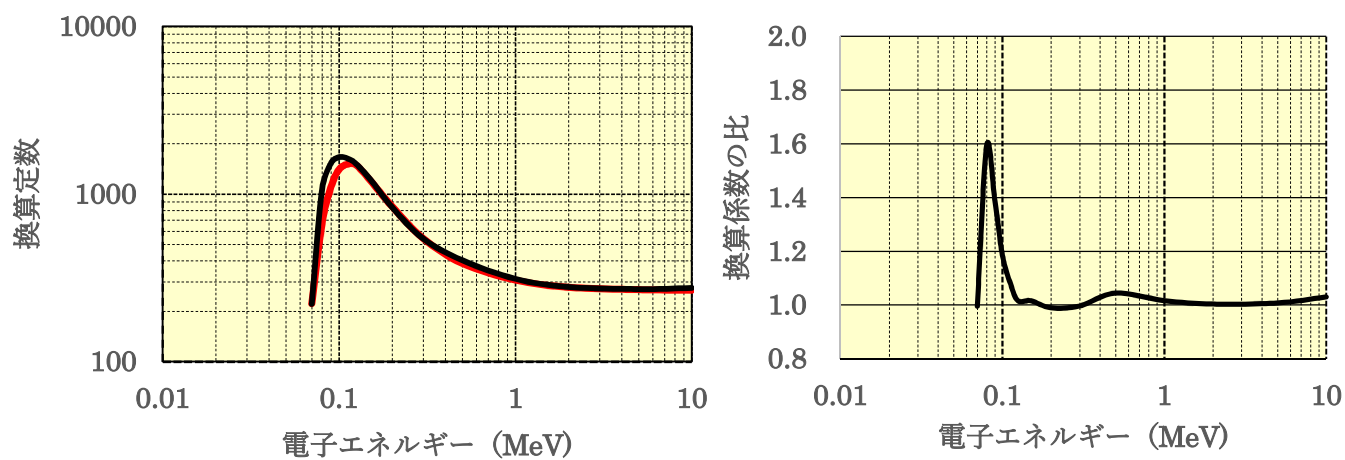
図 2.2.1-12 電子線 個人線量当量（1 cm 線量当量）と個人線量



(a) 黒線 ICRP74 換算係数： $H_p(3)$ pSv · cm²
赤線 新定義換算係数： d_{lens} pGy · cm²

(b) 換算係数の比： $H_p(3)/d_{lens}$

図 2.2.1-13 電子線 個人線量当量（3 mm 線量当量）と 個人水晶体吸収線量



(a) 黒線 ICRP74 換算係数： $H_p(0.07)$ $\text{pSv} \cdot \text{cm}^2$

赤線 新定義換算係数： $d_{\text{local skin slab}}$ $\text{pGy} \cdot \text{cm}^2$

(b) 換算係数の比： $H_p(0.07) / d_{\text{local skin}}$

図 2.2.1-14 電子線 個人線量当量 (70 μm 線量当量) と個人局所皮膚吸収線量

2.2.2 実用量等の概念変更に伴う、実用測定器に対する影響

実用量の定義変更によって、実際に現場で使用されている実用測定器のエネルギー特性がどのような影響を受けるかを調査した。協力いただいた測定器メーカーの実用測定器のエネルギー特性が定義変更前後でどのように変わるかを、図 2.2.2-1～2.2.2-45 に示す。また、図の一覧を表 2.2.2-1 に示す。

表 2.2.2-1 調査した各実用測定器のエネルギー特性の一覧

| | 線種 | 計測量 | 形式 | 図 |
|--------------|-------------|-------------|------------------|---------------------|
| 空間線量 (率) | 光子 | $H^*(10)$ | エリアモニタ | 図 2.2.2-1～2.2.2-3 |
| | | | 環境 γ 線モニタ | 図 2.2.2-4～2.2.2-5 |
| | | | サーベイメータ | 図 2.2.2-6～2.2.2-10 |
| | | | 環境線量計 (RPL、OSL) | 図 2.2.2-11,2.2.2-12 |
| | 中性子 | $H^*(10)$ | エリアモニタ | 図 2.2.2-13 |
| | | | サーベイメータ | 図 2.2.2-14～2.2.2-16 |
| β 線 | $H^*(0.07)$ | 該当なし | ----- | |
| 電子式 個人線量 | 光子 | $H_p(10)$ | 半導体式個人線量計 | 図 2.2.17～2.2.2-20 |
| | 中性子 | $H_p(10)$ | | 図 2.2.21～2.2.2-22 |
| | β 線 | $H_p(0.07)$ | | 図 2.2.2-23 |
| 受動形 個人線量計 | 光子 | $H_p(10)$ | RPL、OSL、TLD | 図 2.2.2-24～2.2.2-26 |
| | | $H_p(3)$ | | 図 2.2.2-27～2.2.2-28 |
| | | $H_p(0.07)$ | | 図 2.2.2-29～2.2.2-35 |
| | 中性子 | $H_p(10)$ | 固体飛跡検出器 | 図 2.2.2-36～2.2.2-37 |
| | β 線 | $H_p(3)$ | RPL、OSL、TLD | 図 2.2.2-38～2.2.2-39 |
| | | $H_p(0.07)$ | | 図 2.2.2-40～2.2.2-45 |

各図ともに現行のレスポンスを○、定義変更後のレスポンスを●で示す。

定義変更後、換算定数の違いで基準エネルギーでの差異（例えば 1 cm 線量当量用の実用測定器では、定義変更後に ^{137}Cs (662 keV) で 18 % 高めの指示となる (2.2.1 参照)) が生じるが、ここでは定義変更後、実用測定器を基準エネルギーで校正したものとして比較している。

【参考】

レスポンスは JIS 規格では、以下のように定義されている。

レスポンス、 R (response) : 測定器の指示値 (G) の線量 (率) の取決め真値 (H_t) に対する比をいい、次の式によって求められる。

$$R = G / H_t$$

取決め真値、 H_t (conventional true value) : 試験に用いる線量 (率) の最良推定値。

すなわち、線量 (率) 計の指示値を標準照射場の照射値で除したものの、ということになる。

エネルギー特性は、各エネルギーの標準照射場で線量 (率) 計を照射したときのエネルギー依存性を示し、基準とするエネルギー (主に γ 線では ^{137}Cs (662 keV)、中性子では ^{252}Cf (2.3 MeV)) のレスポンスを 1.0 とした時の相対レスポンスで表す。

よって、以下の図の見方とすれば、「レスポンスが 1.0 より大きい場合には、線量 (率) 計は実際の線量 (率) より高めに指示をする。」「レスポンスが 1.0 より小さい場合には、線量 (率) 計は実際の線量 (率) より低めに指示をする。」ことを意味する。

(1) 空間線量

① 光子用実用測定器のエネルギー特性

以下に、エリアモニタ、環境 γ 線モニタ、サーベイメータ及び受動形環境線量計のエネルギー特性を示す。

エネルギー特性は、ほぼ放射線検出器の種類によって異なり、各図の○印で分かるように、半導体式、NaI シンチレーション式 (エネルギー補償式)、電離箱式、受動形環境線量計の順にエネルギー依存性が少なくなる。

ただし、定義変更に伴い低エネルギーまで測定可能な電離箱式や受動形環境線量計では 50 keV 以下でレスポンスが過大となる。一方、半導体式及び NaI シンチレーション式は測定範囲が 50 keV 以上の測定器が多く、この場合、定義変更前後で大きなエネルギー特性の変化はない。

a. エリアモニタのエネルギー特性

図 2.2.2-1

γ 線エリアモニタ

- ・ A 社
- ・ 1 cm 線量当量率
- ・ 半導体式
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

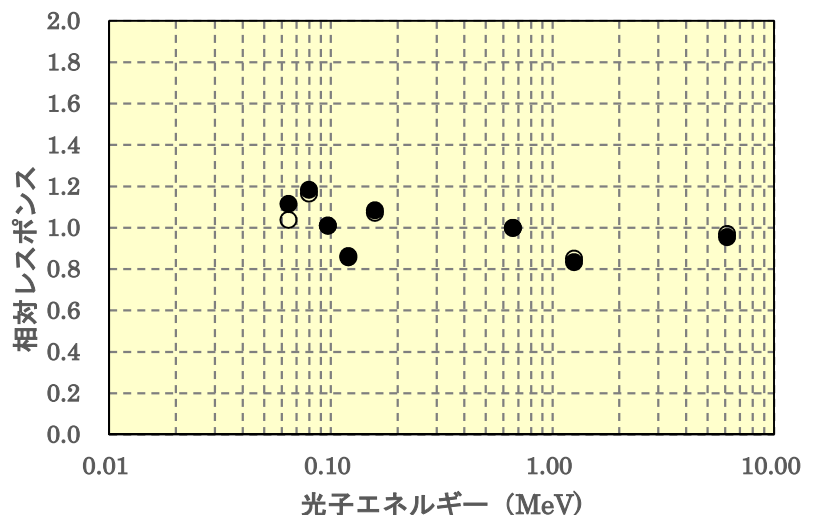


図 2.2.2-2

γ 線エリアモニタ

- ・ B社
- ・ 1 cm 線量当量率
- ・ 電離箱式
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

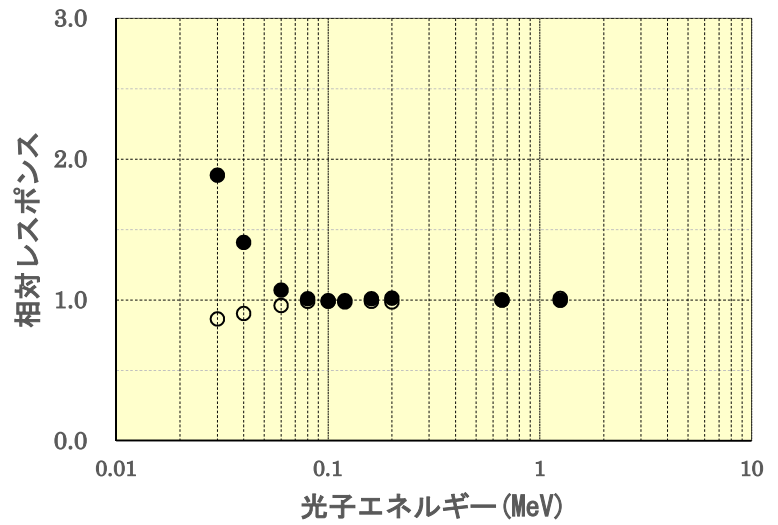
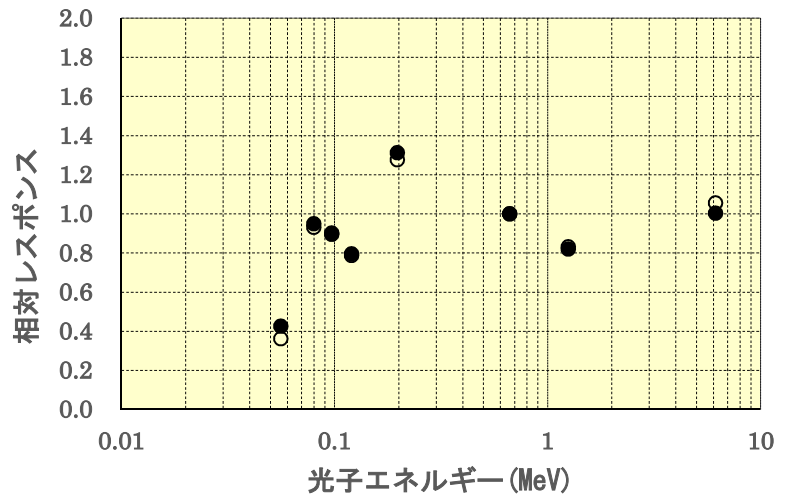


図 2.2.2-3

γ 線エリアモニタ

- ・ B社
- ・ 1 cm 線量当量率
- ・ 半導体式
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。



b. 環境γ線モニタのエネルギー特性

環境γ線モニタは、モニタリングポストやモニタリングステーションと呼ばれ、野外に設置し環境バックグラウンドの変化を監視するものであり、従来 図 2.2.2-5 に示す空気カーマ率（空気吸収線量率：Gy/h）で測定されている。福島第一原子力発電所事故以後、野外のモニタとして、1 cm 線量当量（Sv/h）を測定するモニタが数多く配備されるようになったので、本調査の目的の被ばく管理とは異なるが参考に記載した。

図 2.2.2-4
環境γ線モニタ

- ・ A 社
- ・ 1 cm 線量当量率
- ・ 球形電離箱
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

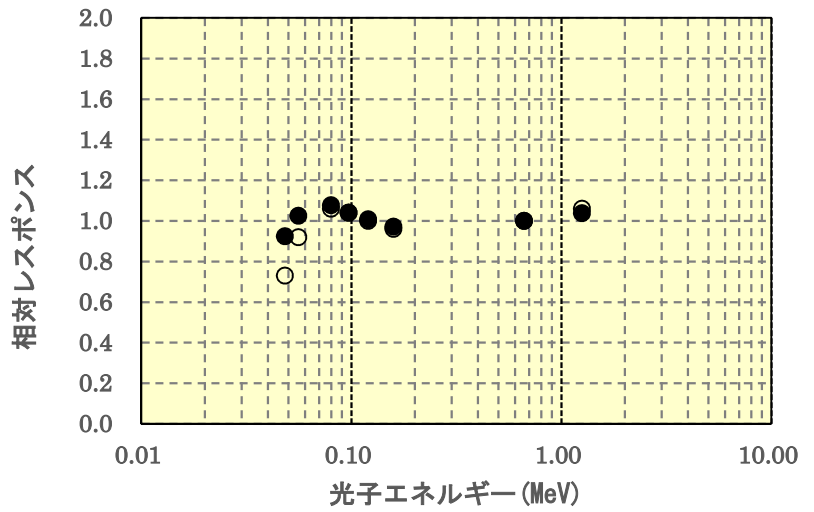
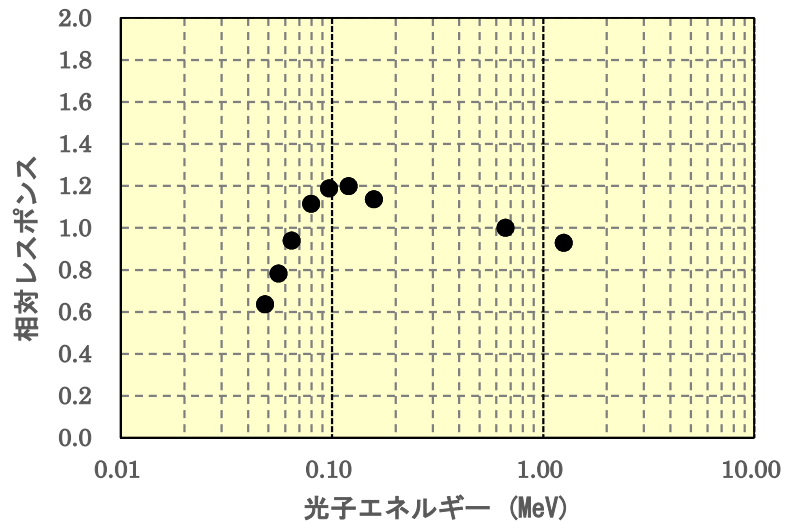


図 2.2.2-5 (参考)
環境γ線モニタ

- ・ A 社
- ・ 空気カーマ率
- ・ 球形電離箱
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。



c. サーベイメータのエネルギー特性

図 2.2.2-6

サーベイメータ

- ・ A 社
- ・ 1 cm 線量当量率
- ・ 電離箱式
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

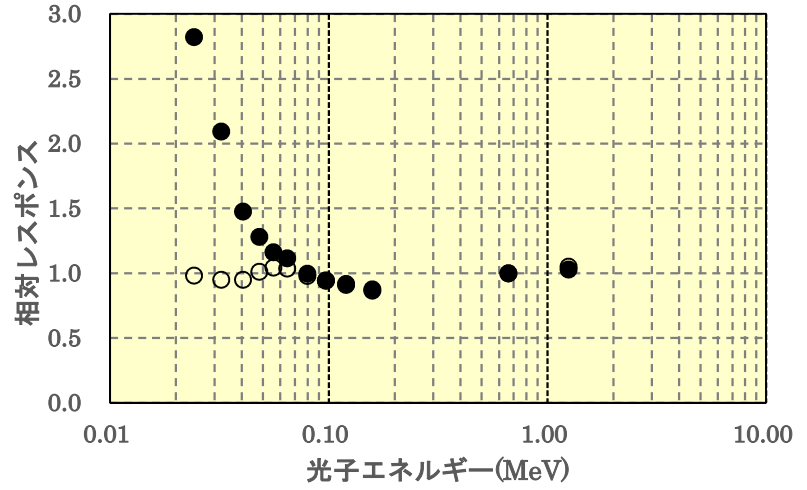


図 2.2.2-7

サーベイメータ

- ・ A 社
- ・ 1 cm 線量当量率
- ・ NaI シンチレーション式 (低エネルギーモード)
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

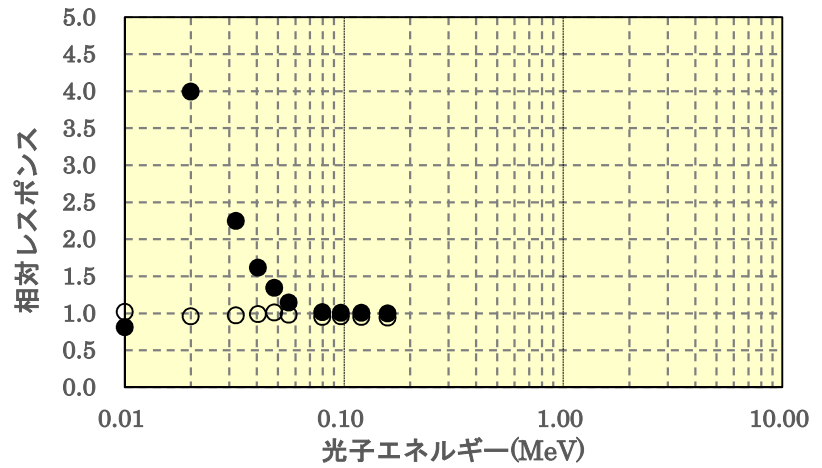


図 2.2.2-8

サーベイメータ

- ・ A 社
- ・ 1 cm 線量当量率
- ・ NaI シンチレーション式 (γ 線モード)
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

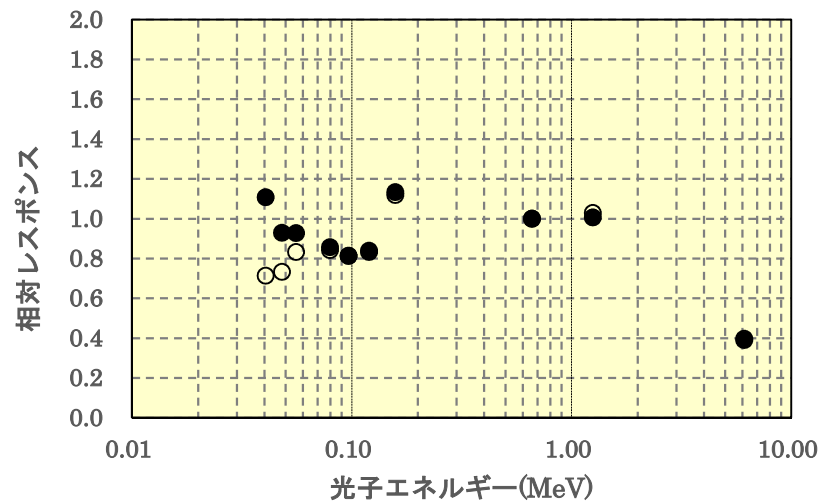


図 2.2.2-9
 サーベイメータ
 ・ B 社
 ・ 1 cm 線量当量率
 ・ 電離箱式
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

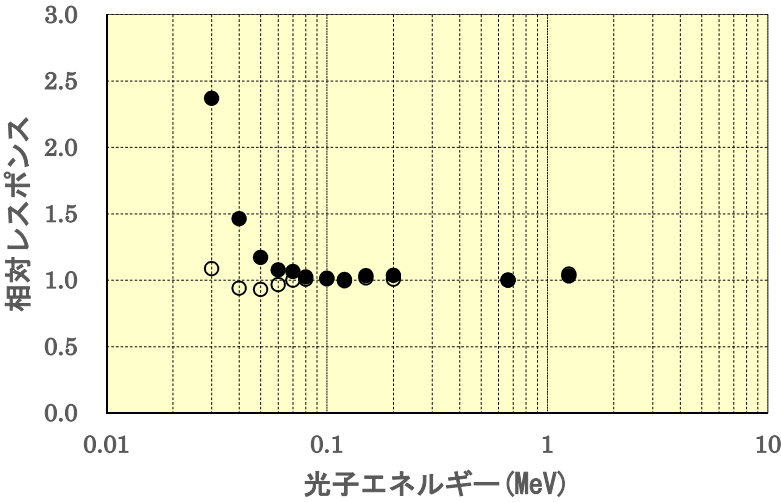
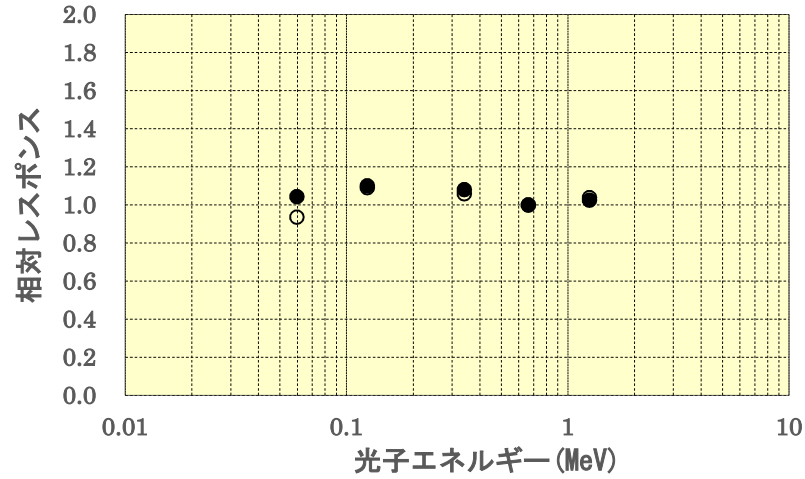


図 2.2.2-10
 サーベイメータ
 ・ B 社
 ・ 1 cm 線量当量率
 ・ NaI シンチレーション式
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。



d. 受動形環境線量計のエネルギー特性

図 2.2.2-11
環境線量計
・ C 社
・ 1 cm 線量当量
・ RPL
・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

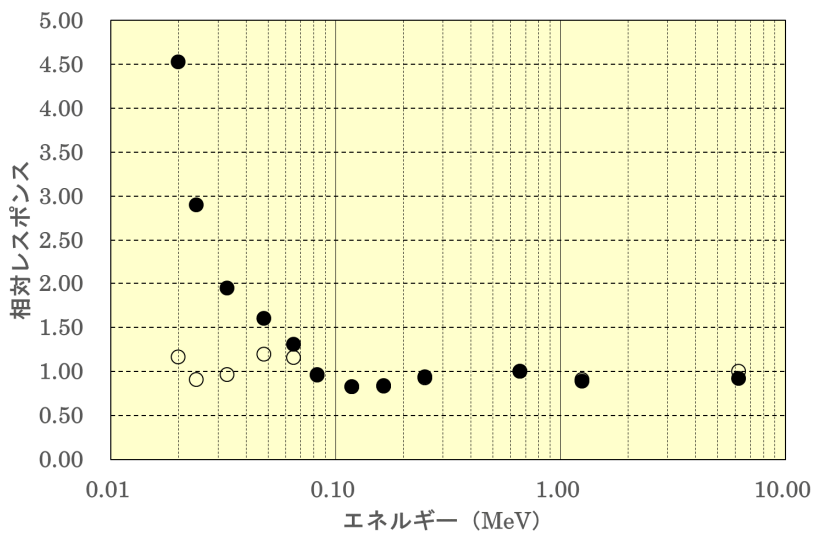
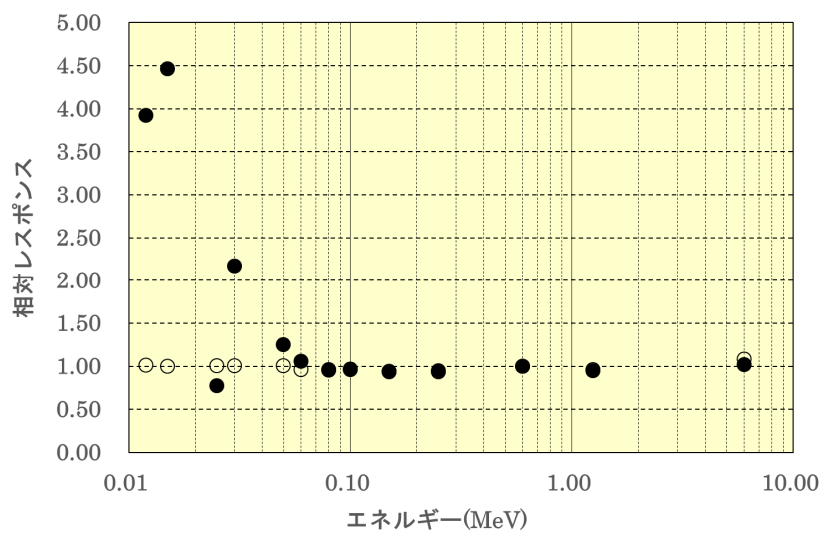


図 2.2.2-12
環境線量計
・ D 社
・ 1 cm 線量当量
・ OSL
・ ^{137}Cs を 1.0 とする。



② 中性子用実用測定器のエネルギー特性

中性子測定器に関しては、測定エネルギー範囲が 10 デカド近く有り、約 0.1 eV から数 10 keV の間のレスポンスが取得できていない点がかがえる。エネルギー特性は光子用の測定器と異なりほぼ 0.1~10 のレスポンスの幅を持っている。定義変更に伴い換算定数が大きく異なるエネルギー領域もあるが、オーダーレベルでは変わらない。

a. エリアモニタのエネルギー特性

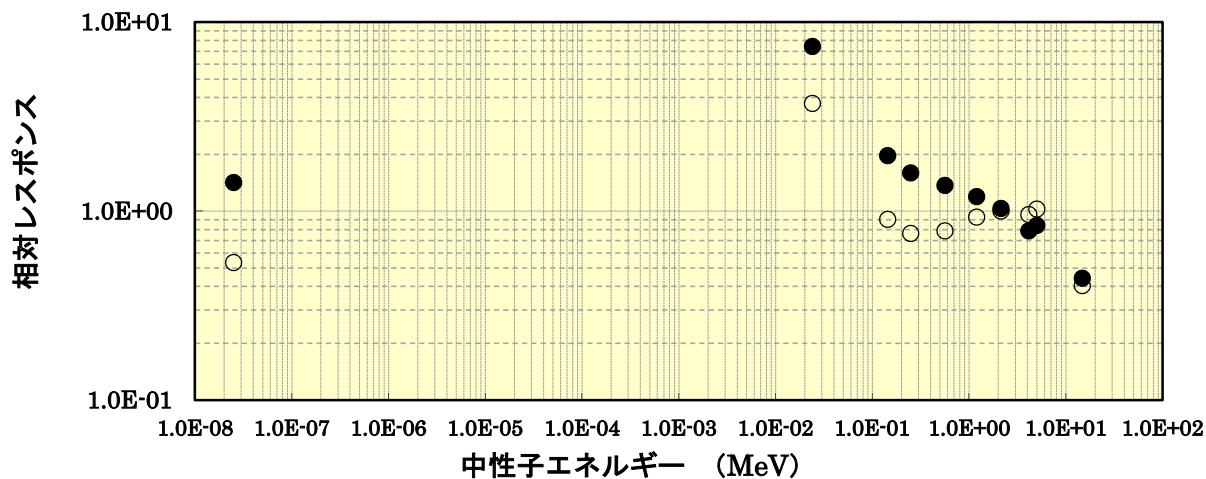


図 2.2.2-13 エリアモニタ

・ A 社 ・ 1 cm 線量当量率 ・ ^3He 比例計数管 ・ ^{252}Cf を 1.0 とする。

b. サーベイメータのエネルギー特性

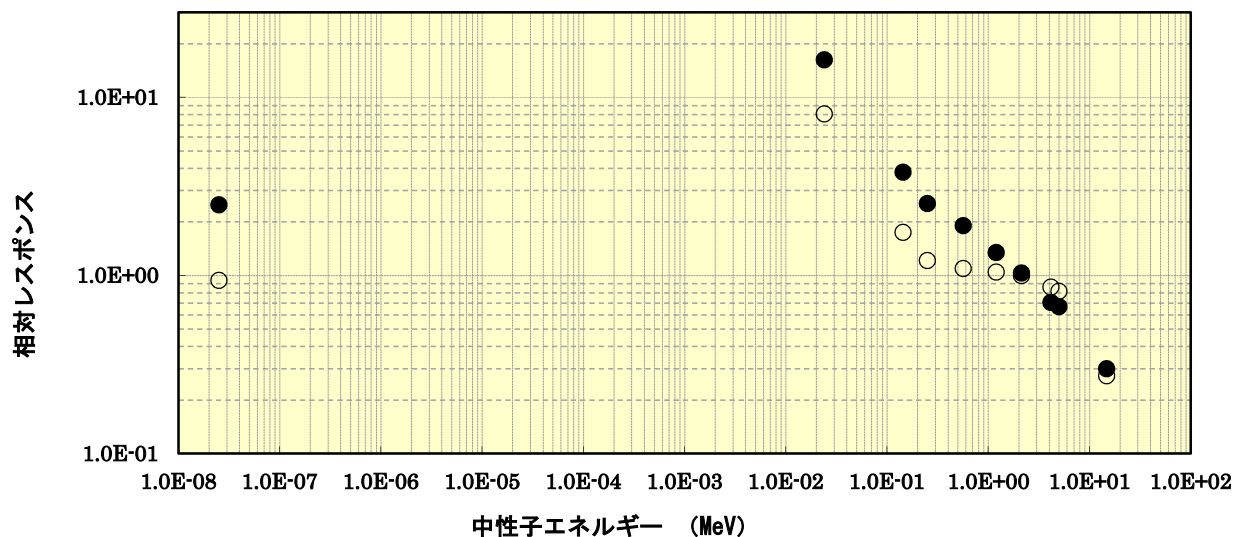


図 2.2.2-14 サーベイメータ

・ A 社 ・ 1 cm 線量当量率 ・ ^3He 比例計数管 ・ ^{252}Cf を 1.0 とする。

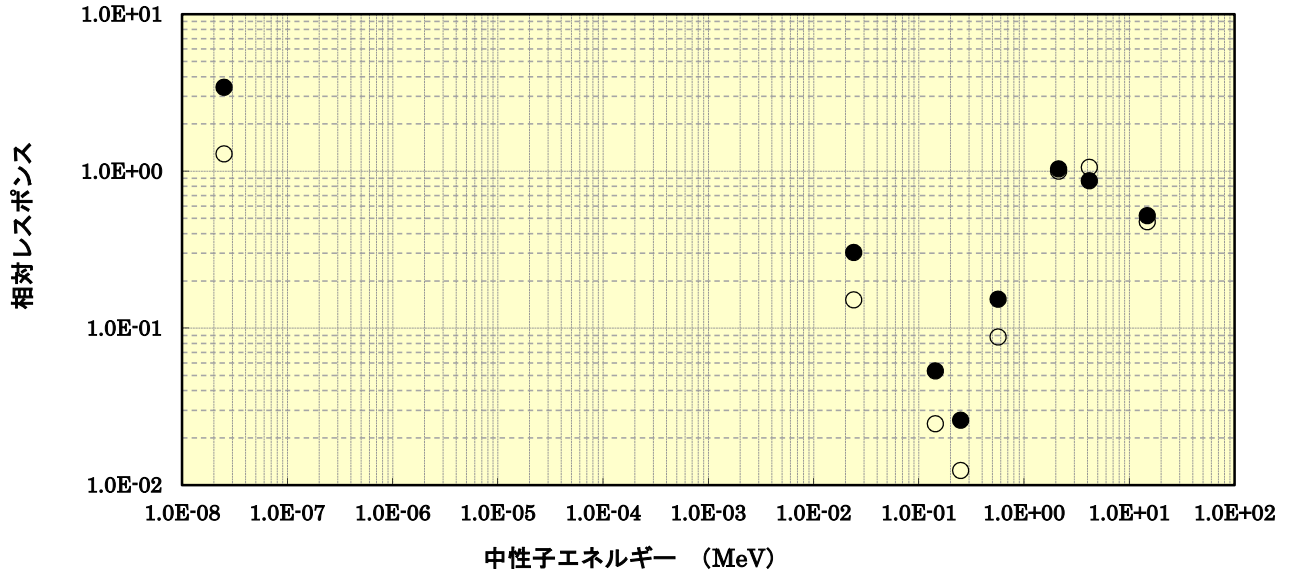


図 2.2.2-15 サーベイメータ

・ A 社 ・ 1 cm 線量当量率 ・ 有機混合ガス比例計数管 ・ ^{252}Cf を 1.0 とする。

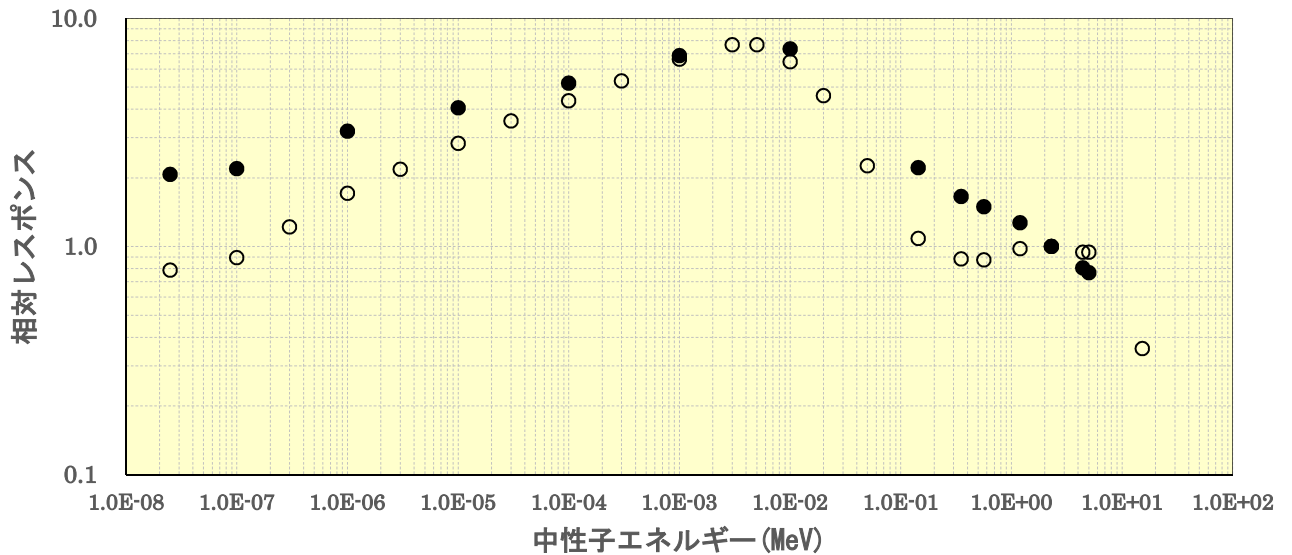


図 2.2.2-16 サーベイメータ

・ B 社 ・ 1 cm 線量当量率 ・ ^3He 比例計数管 ・ ^{252}Cf を 1.0 とする

※ 上記データには計算値含む

③ β 線実用測定器のエネルギー特性

調査した範囲では該当する実用測定器はなかった。

(2) 個人線量

(2-1) 電子式個人線量計

① 光子用電子式個人線量計のエネルギー特性

図 2.2.2-17

γ 線用個人線量計 タイプA

- ・ A社
- ・ 1 cm 線量当量
- ・ 半導体式
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

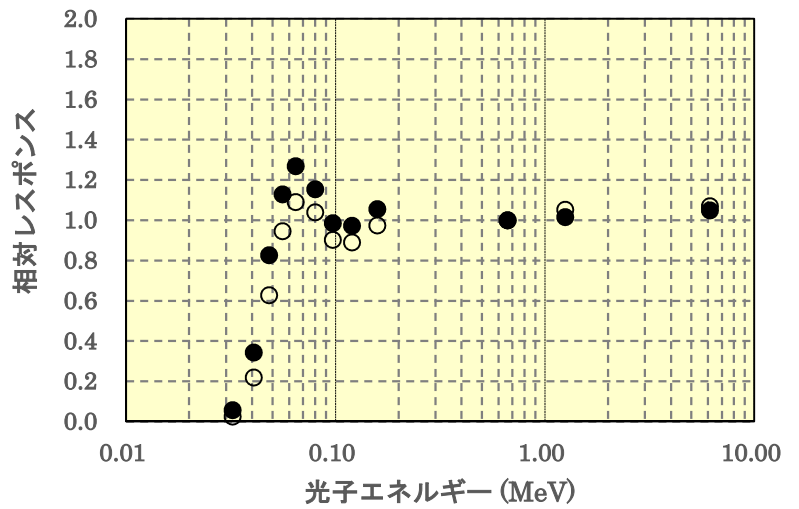


図 2.2.2-18

γ 線用個人線量計 タイプB

- ・ A社
- ・ 1 cm 線量当量
- ・ 半導体式
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

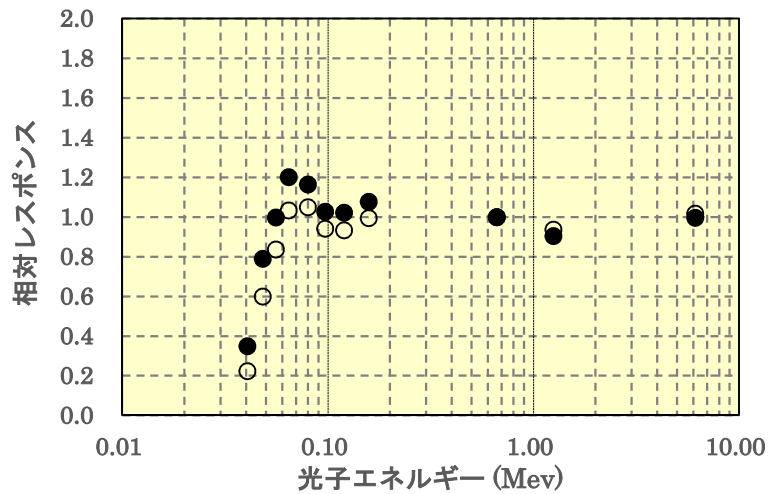


図 2.2.2-19

γ線用個人線量計

- ・ B 社
- ・ 1 cm 線量当量
- ・ 半導体式
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

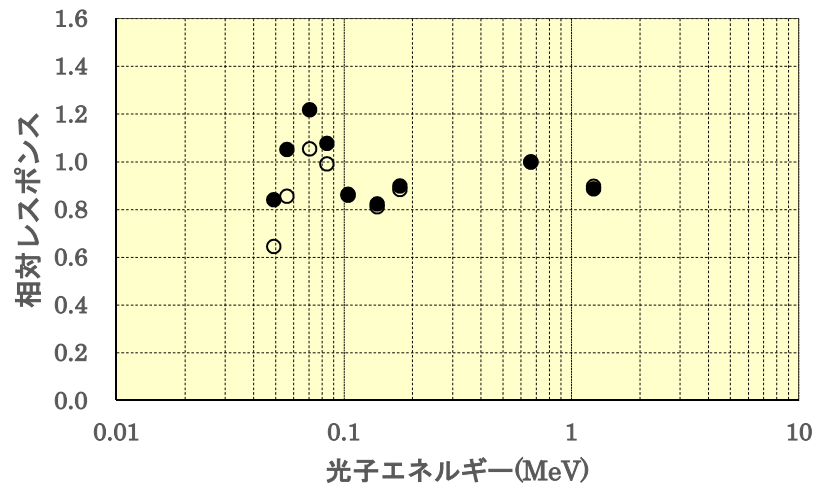
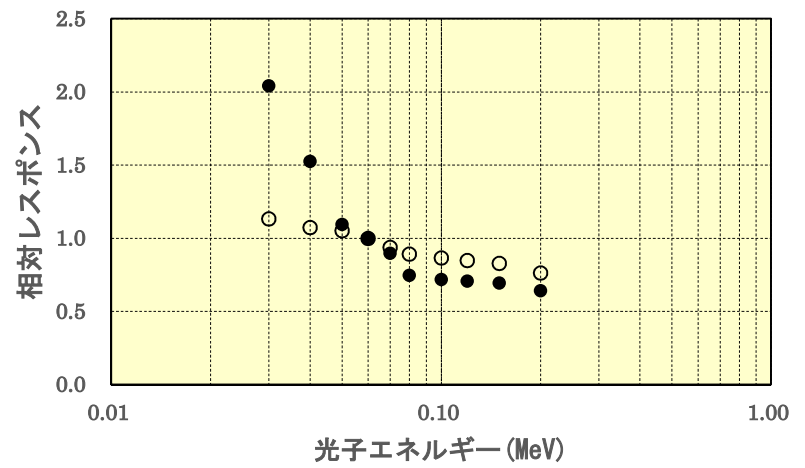


図 2.2.2-20

X線用個人線量計

- ・ B 社
- ・ 1 cm 線量当量
- ・ 半導体式
- ・ ^{241}Am を 1.0 とする。



② 中性子用電子式個人線量計のエネルギー特性

図 2.2.2-21

中性子用個人線量計

- ・ A 社
- ・ 1 cm 線量当量
- ・ 半導体式
- ・ ^{252}Cf を 1.0 とする。

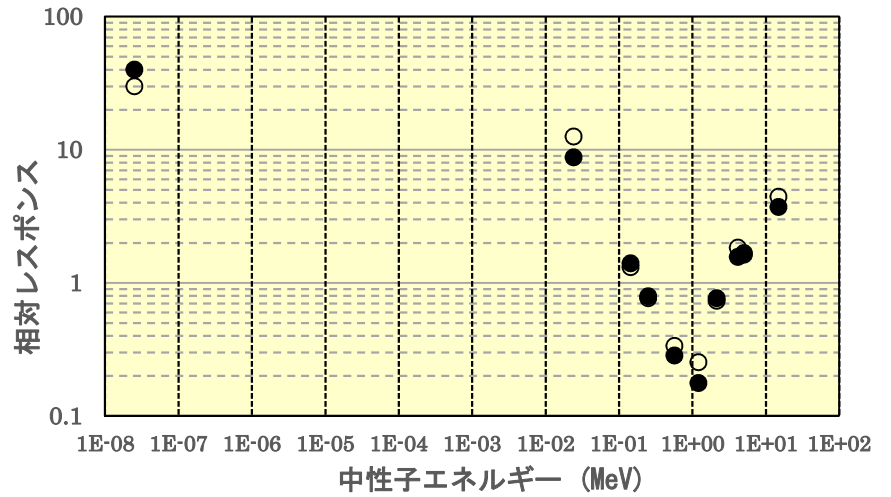
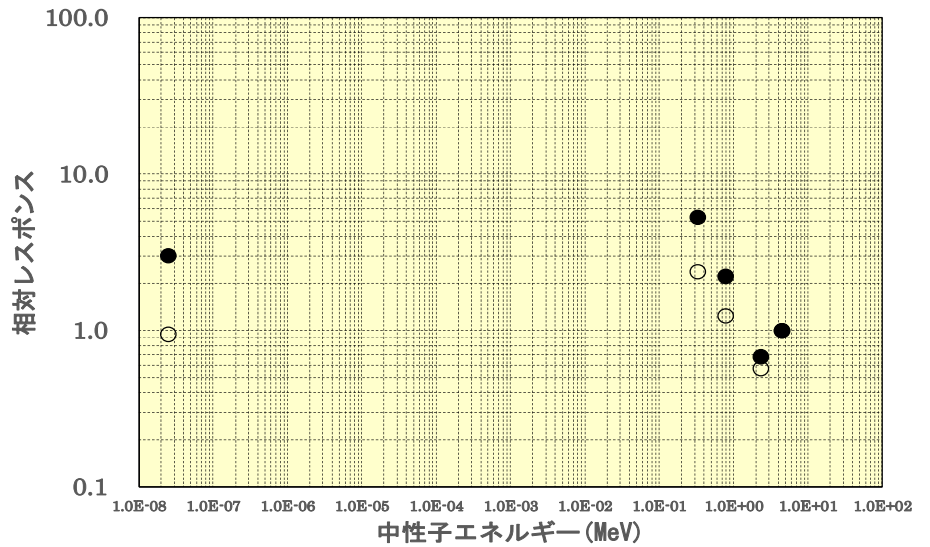


図 2.2.2-22

中性子用個人線量計

- ・ B 社
- ・ 1 cm 線量当量
- ・ 半導体式
- ・ $^{241}\text{Am-Be}$ を 1.0 とする。



③ β 線用電子式個人線量計のエネルギー特性

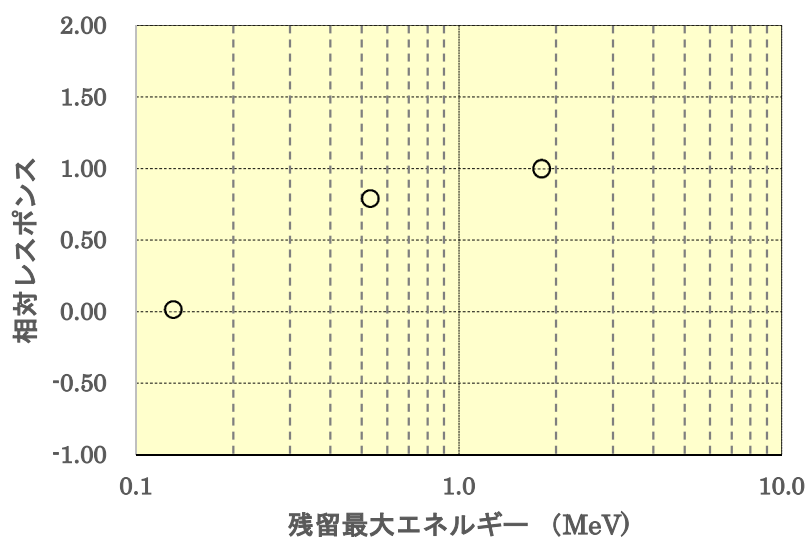
ICRP74の換算係数は、単色の電子線で与えられているが、 β 線は単色でなく広がったエネルギー分布を持っている。また、実際の校正現場では空気の吸収により検出器と線源の距離の違いによっても β 線の入射エネルギーが変ってくる。現段階では、定義変更後の換算定数を推定することができないので、現状のエネルギー特性のみを示す。

図 2.2.2-23

β 線用個人線量計

- ・ A社
- ・ 70 μm 線量当量
- ・ 半導体式
- ・ ^{90}Sr - ^{90}Y を 1.0 とする。

※ β 線用検出器は γ 線用個人線量計に組み込み



(2-2) 受動形個人線量計

①光子用個人線量計のエネルギー特性

a. 1 cm 線量当量

図 2.2.2-24
 (体幹部用) 個人線量計
 ・ C 社
 ・ 1 cm 線量当量
 ・ RPL
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

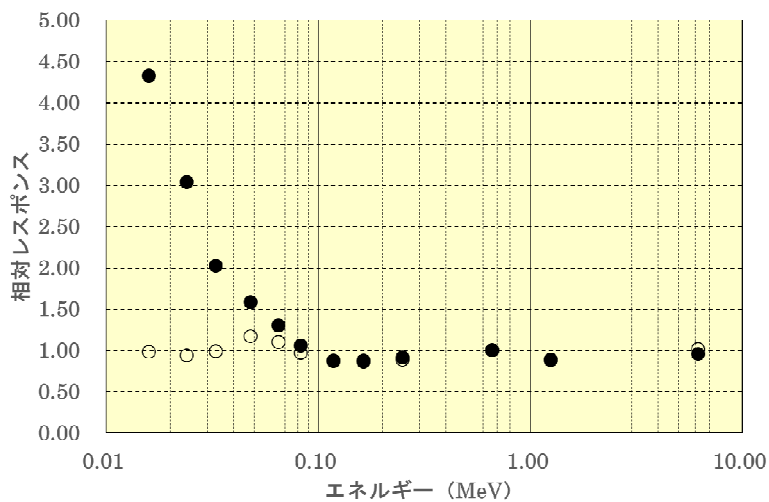


図 2.2.2-25
 (体幹部用) 個人線量計
 ・ D 社
 ・ 1 cm 線量当量
 ・ OSL
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

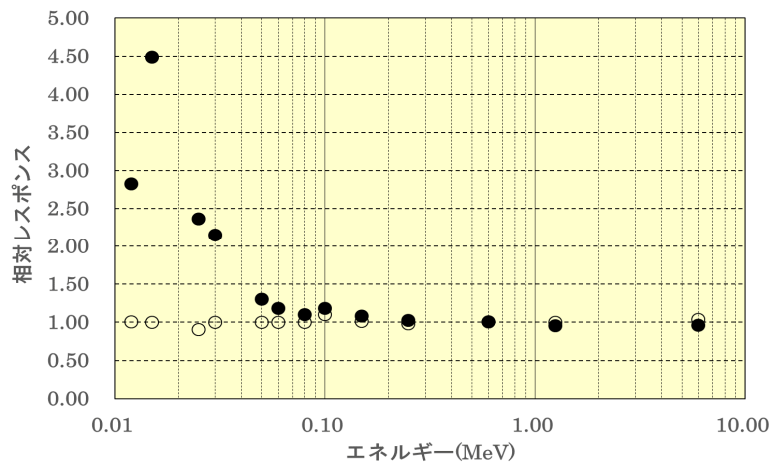
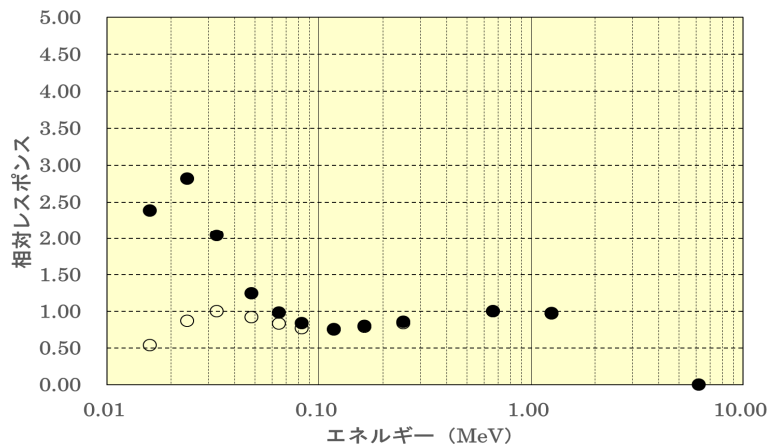


図 2.2.2-26
 (体幹部用) 個人線量計
 ・ E 社
 ・ 1 cm 線量当量
 ・ TLD
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。



b. 3 mm 線量当量

図 2.2.2-27

水晶体用個人線量計

- ・ C 社
- ・ 3 mm 線量当量
- ・ TLD
- ・ N-100 を 1.0 とする。

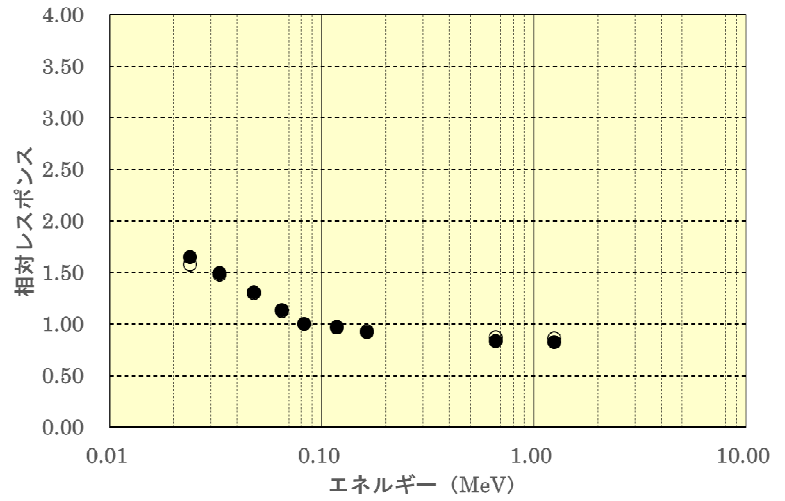
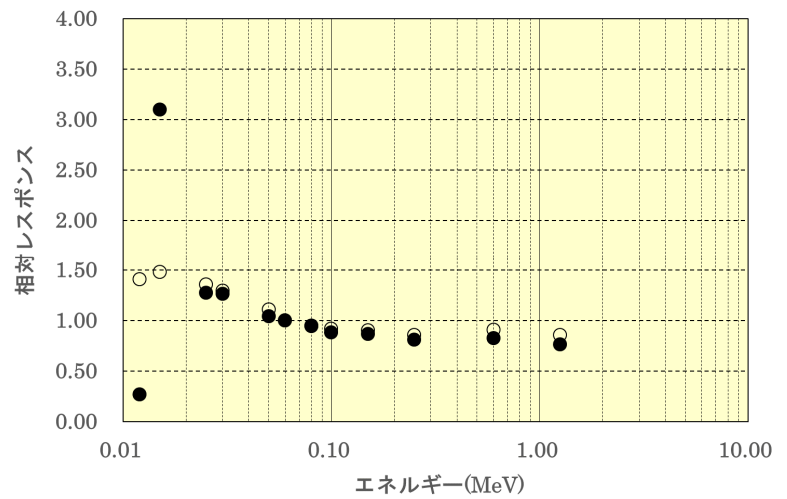


図 2.2.2-28

水晶体用個人線量計

- ・ D 社
- ・ 3 mm 線量当量
- ・ TLD
- ・ 65 keV を 1.0 とする。



c. 70 μm 線量当量

図 2.2.2-29

(体幹部用) 個人線量計

- ・ C 社
- ・ 70 μm 線量当量
- ・ RPL
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

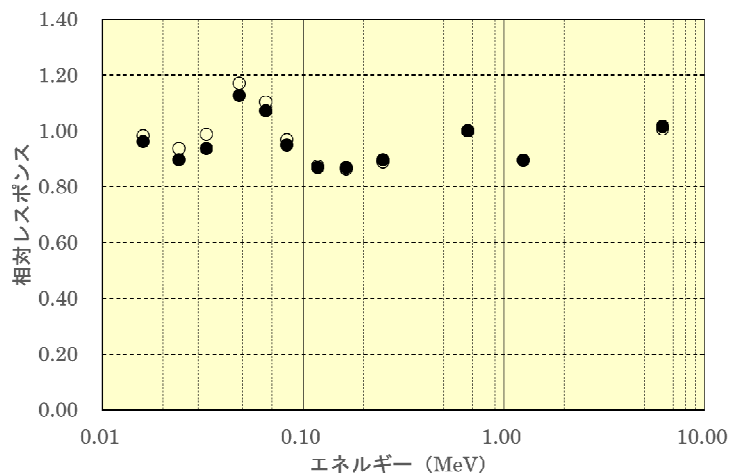


図 2.2.2-30

(リスト用) 個人線量計

- ・ C 社
- ・ 70 μm 線量当量
- ・ RPL
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

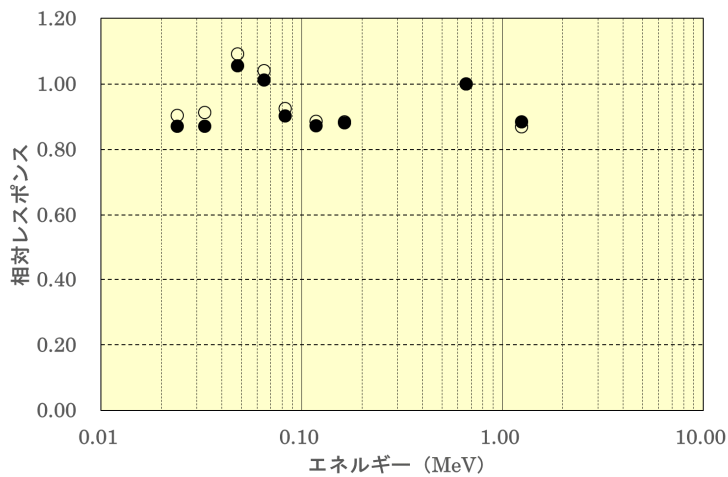


図 2.2.2-31

(指用リング) 個人線量計

- ・ C 社
- ・ 70 μm 線量当量
- ・ RPL
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

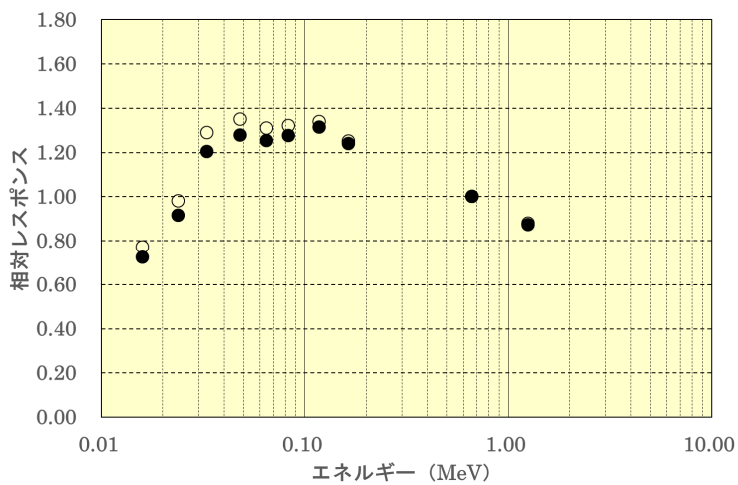


図 2.2.2-32

(体幹部用) 個人線量計

- ・ D 社
- ・ 70 μm 線量当量
- ・ OSL
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

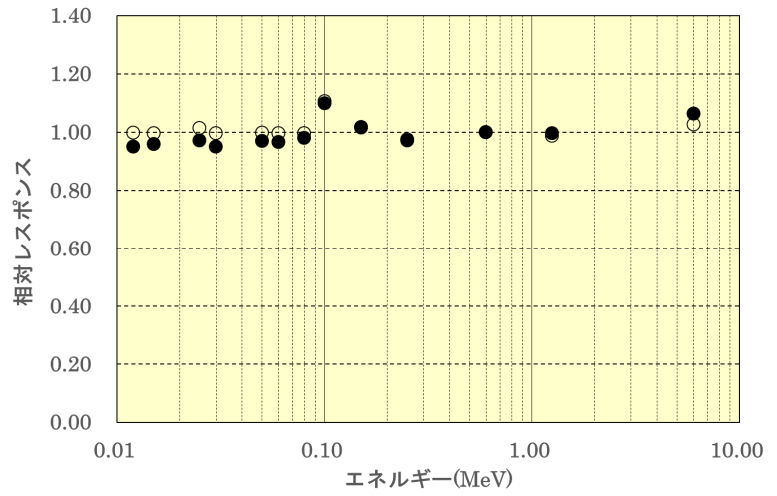


図 2.2.2-33

(体幹部用) 個人線量計

- ・ D 社
- ・ 70 μm 線量当量
- ・ TLD
- ・ 83 keV を 1.0 とする。

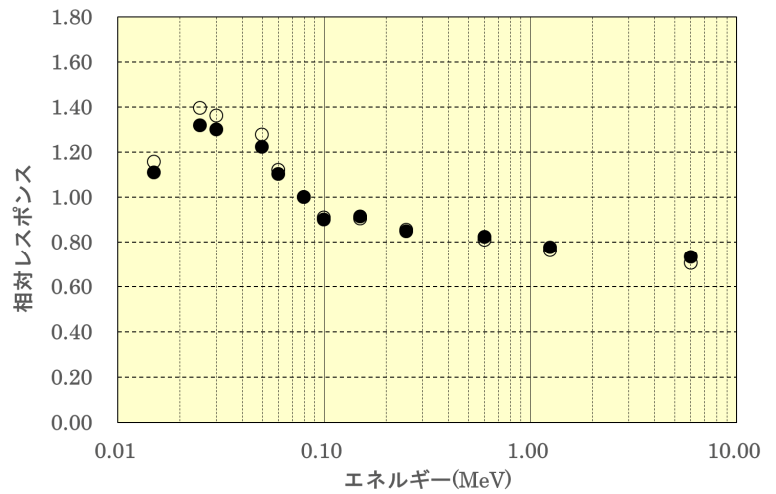


図 2.2.2-34

(広範囲用) 個人線量計

- ・ E 社
- ・ 70 μm 線量当量
- ・ TLD
- ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

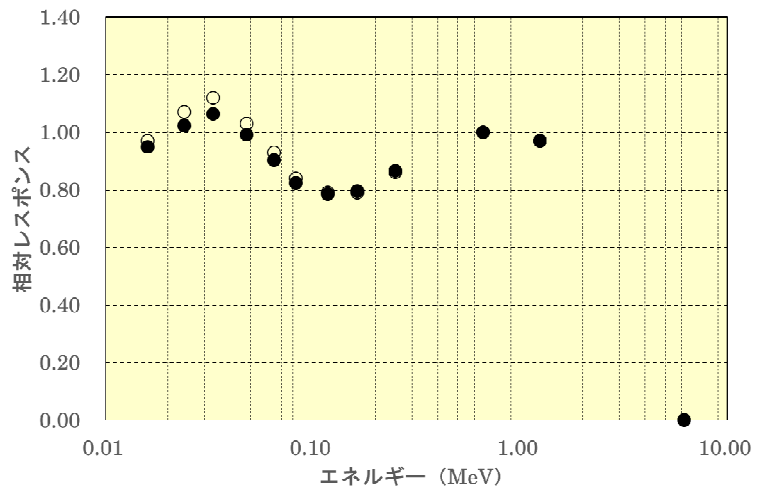
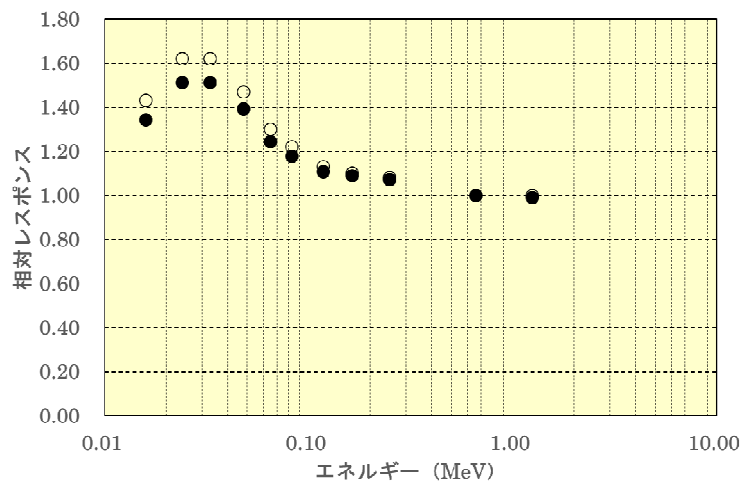


図 2.2.2-35
 (指用リング) 個人線量計
 ・ E 社
 ・ 70 μm 線量当量
 ・ TLD
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。



② 中性子用個人線量計のエネルギー特性

図 2.2.2-36
 中性子用個人線量計
 ・ C 社
 ・ 1 cm 線量当量
 ・ 固体飛跡検出
 ・ ^{252}Cf を 1.0 とする。

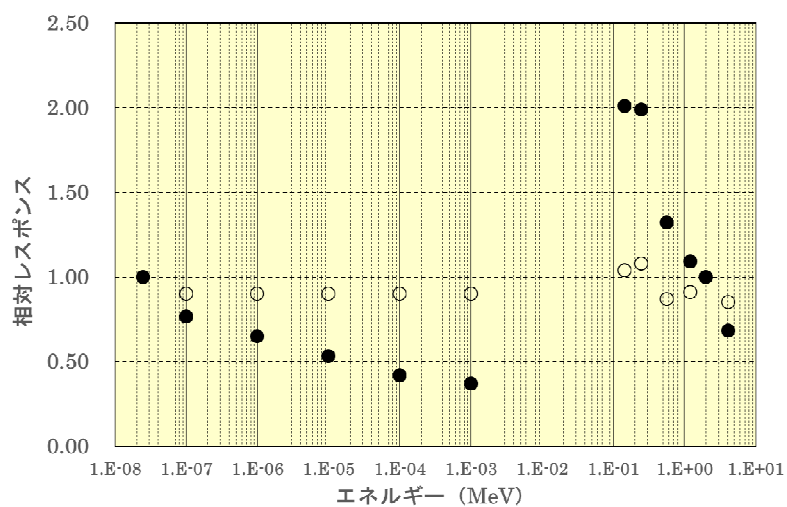
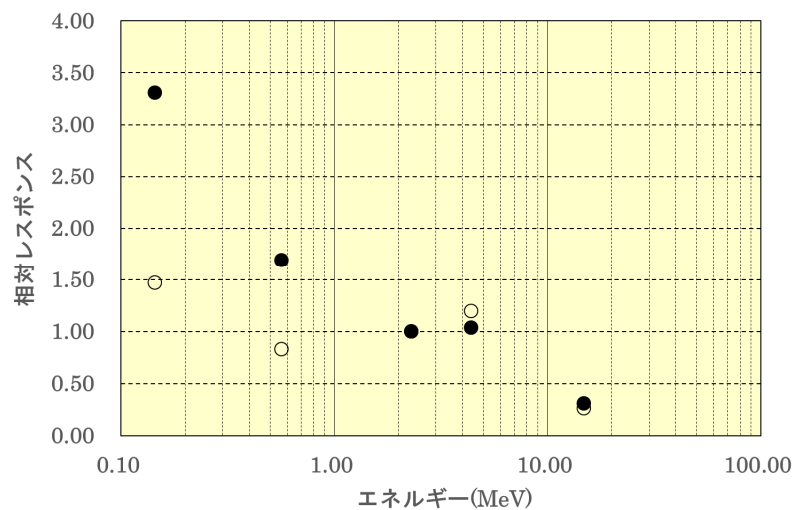


図 2.2.2-37
 中性子用個人線量計
 ・ D 社
 ・ 1 cm 線量当量
 ・ 固体飛跡検出
 ・ ^{252}Cf を 1.0 とする。



② β線用個人線量計のエネルギー特性

ICRP74の換算係数は、単色の電子線で与えられているが、β線は単色でなく広がったエネルギー分布を持っている。また、実際の校正現場では空気の吸収により検出器と線源の距離の違いによってもβ線の入射エネルギーが変わってくる。現段階では、定義変更後の換算定数を推定することができないので、現状のエネルギー特性のみを示す。

なお、この受動形個人線量計の横軸はβ線平均エネルギーを示す。

a. 3 mm 線量当量

図 2.2.2-38

(水晶体用)個人線量計

- ・ C 社
- ・ 3 mm 線量当量
- ・ TLD
- ・ N-100 を 1.0 とする。

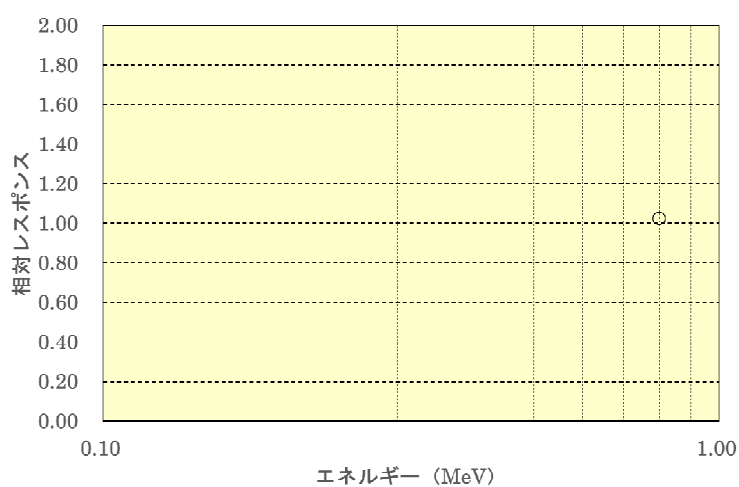
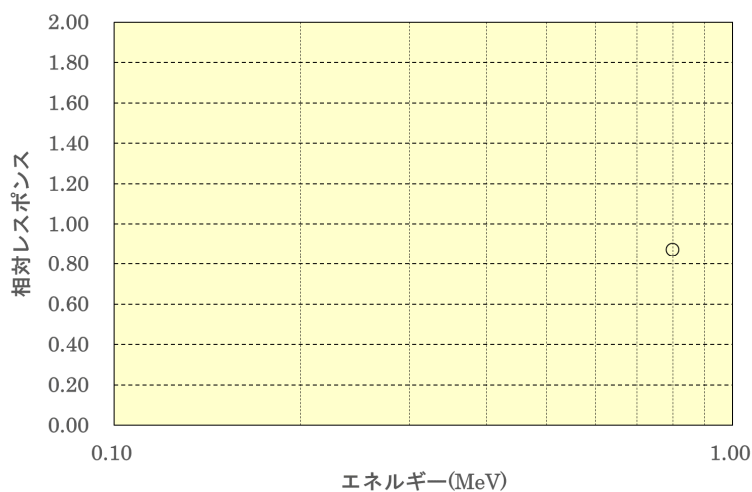


図 2.2.2-39

(水晶体用)個人線量計

- ・ D 社
- ・ 3 mm 線量当量
- ・ TLD
- ・ 65 keV を 1.0 とする。



b. 70 μm 線量当量

図 2.2.2-40
 (体幹部用)個人線量計
 ・ C 社
 ・ 70 μm 線量当量
 ・ RPL
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

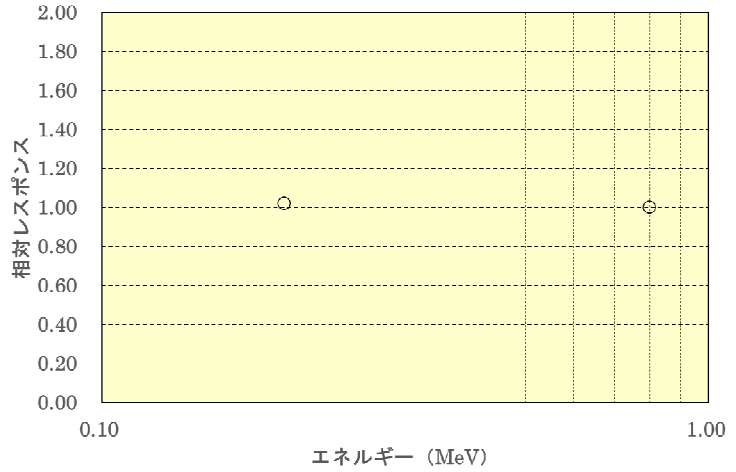


図 2.2.2-41
 (リスト用)個人線量計
 ・ C 社
 ・ 70 μm 線量当量
 ・ RPL
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

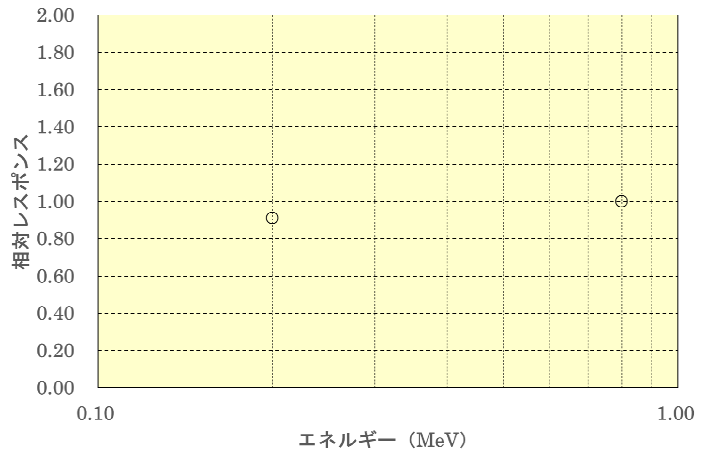


図 2.2.2-42
 (指リング)個人線量計
 ・ C 社
 ・ 70 μm 線量当量
 ・ RPL
 ・ ^{90}Sr - ^{90}Y を 1.0 とする。

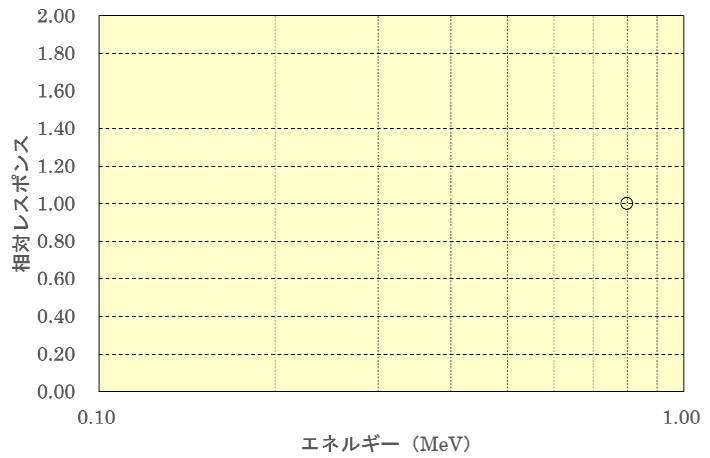


図 2.2.2-43
 (体幹部用)個人線量計
 ・ D 社
 ・ 70 μm 線量当量
 ・ OSL
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。

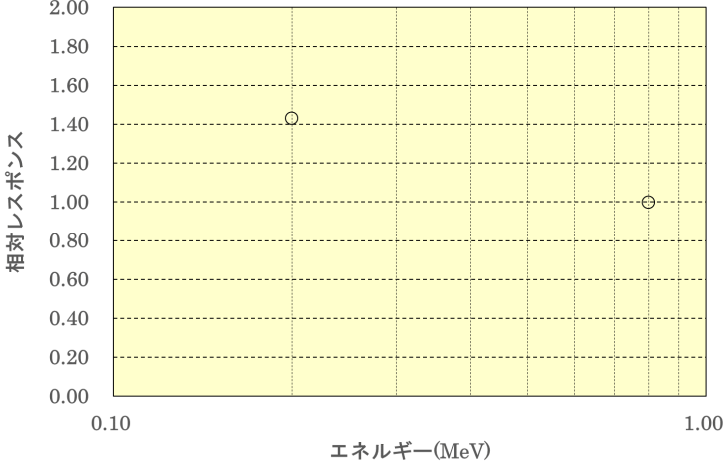


図 2.2.2-44
 (体幹部用)個人線量計
 ・ D 社
 ・ 70 μm 線量当量
 ・ TLD
 ・ ^{90}Sr - ^{90}Y を 1.0 とする。

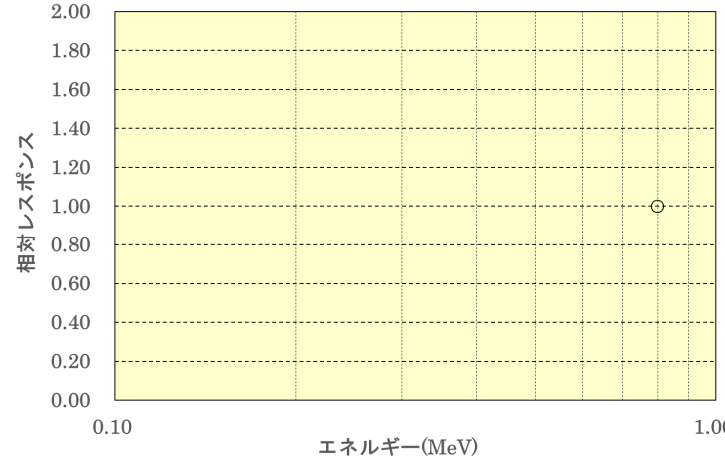
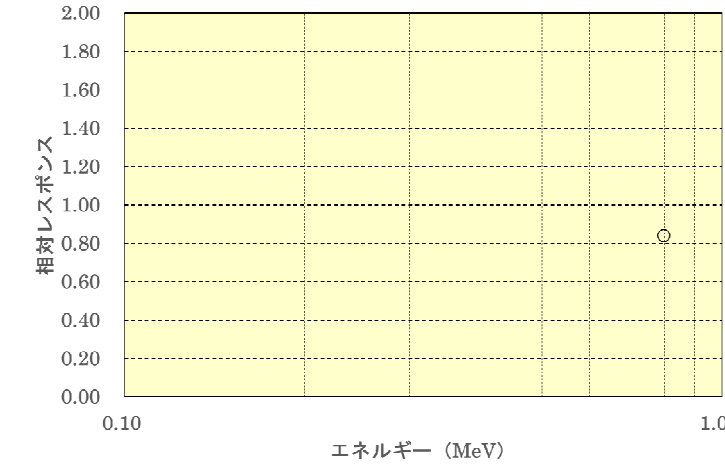


図 2.2.2-45
 (体幹部用)個人線量計
 ・ E 社
 ・ 70 μm 線量当量
 ・ TLD
 ・ ^{137}Cs を 1.0 とする。



2.2.3 実用量等の概念変更に伴い、法令・規格・マニュアル類に与える影響

(1) 法令、指針等への影響

被ばくや線量の測定に関する規定において、防護量や実用量に関連する規定を含む主な法令等は、以下のとおりである。

(防護量や実用量に関連する規定を含む主な法令)

- ・放射性同位元素等の規制に関する法律関連法令
- ・核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律関連法令
- ・労働安全衛生法関連法令（電離放射線障害防止規則などを含む）
- ・医療法関連法令
- ・医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律関連法令
- ・臨床検査技師等に関する法律関連法令
- ・船員法関連法令
- ・人事院規則
- ・鉱山保安法関連法令
- ・獣医療法関連法令
- ・平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法関連法令

これらの法令の多くは、平成 11 年 4 月に放射線審議会基本部会が作成した「外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針」において提示されている防護量や実用量の概念、外部被ばくや内部被ばくの算定に用いる換算係数等を基礎として引用しており、これら法令における要求事項には、実用量の定義変更に関わる内容は含まれていない。しかし、これらの法令における実用量の概念変更に対する対応においては、「外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針」そのものを変更し、関係法令の斉一化を図る必要がある。このように上記法令の大半がこの指針をベースとしていることから同指針に関する調査を加えた。以下に、この技術的指針の概要と、実用量の概念（定義）変更に伴い改定が必要となる項目を示す。

外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係る技術的指針

【発行元】放射線審議会基本部会

【概要】この指針は、国際放射線防護委員会(ICRP)1990年勧告(Publ. 60)の国内制度等への取入れに関する放射線審議会の意見具申(平成10年6月)を受けて、放射線防護関係法令で規定されている1 cm線量当量等の外部被ばくに係る諸量やその換算係数をどうするか等の技術的基準に関する検討結果を取りまとめられたものである。外部被ばくの技術的基準については、ICRP74等の内容も踏まえて検討されている。

【調査結果】

実用量の新定義が規制制度に取り込まれた際に、全面的に改訂される可能性がある事項を洗い出し、さらに改定案についても検討した。その結果を以下に列記する。

i. 諸量の関係と名称

- 線量限度を定める量は、防護量（実効線量、等価線量）とする。
- 測定に係る量は、ICRUの実用量（周辺線量当量、方向性線量当量及び個人線量当量）とするのが適当。
- 実用量の総称として、1 cm 線量当量等は継続して用いる。
- 線量計の校正等では、場の測定量と個人の測定量を区別した体系とするが、法令等においてはどちらも「1 cm 線量当量等」という名称を用いる。ただし、計算で求める場合は、どちらかに定めて対応する。

ii. 測定の内容

ICRP74 等では、光子の 3 mm、中性子の 0.07 mm 及び 3 mm について線量換算係数が示されていないことを踏まえ、以下のようにする。

- 3 mm 線量当量の測定義務は原則として課さない。
- 70 µm 線量当量の測定は、70 µm 線量当量（率）が 1 cm 線量当量（率）の 10 倍を超えるおそれのある場合において、限定的に義務を課す。

iii. 実効線量及び等価線量の算定

線量の算定は、水晶体を除いて変更はない。即ち、実効線量には、1 cm 線量当量、皮膚、手・足の等価線量には 70 µm 線量当量、女性の腹部表面の等価線量には 1 cm 線量当量で対応する。

iv. 外部被ばくに係る線量換算係数について

法令等で規定する線量換算係数は「1 cm 線量当量等への換算係数」から「実効線量への換算係数」に置き換える。この場合の入射方向依存性は、前方・後方（AP）ジオメトリーを採用するのが適切。

v. 測定に係る量（実用量）への換算

物理量から実用量への換算は、放射線測定器の校正等の目的に用いられるため、国内で統一された値とすることが重要である。そのため、国内制度の適切なレベルにおいて、物理量から実用量への換算係数を提示する。

vi. 不均等被ばくの評価法

新たな組織荷重係数に基づく不均等被ばくの評価は下式となり、不均等被ばくによる影響が小さくなった。そのため、不均等被ばくの評価方法を法令等で詳細に規定する必要はなく、必要に応じてガイドライン等で示されるのが適当。

$$E=0.08Ha+0.44Hb+0.45Hc+0.03Hm$$

ただし、 E ：実効線量、 H_a ：頭部の 1 cm 線量当量、 H_b ：胸部及び上腕部の 1 cm 線量当量、 H_c ：腹部及び大腿部の 1 cm 線量当量、 H_m ：上記 3 つのうち線量当量が最大になるおそれがある部分における 1 cm 線量当量

vii. 皮膚の線量評価における評価面積等

ICRP1990 年勧告で皮膚の等価線量限度に 1 cm^2 という評価面積が明記されたが、「皮膚の線量評価における評価面積については、現行と同様に、法令等で規定する必要はなく、必要に応じてガイドライン等により示されるのが適当」とした。

(2) JIS への影響

各種の空間線量（率）測定装置及び個人線量計に関して JIS が整備されている。定義変更に伴い大きな影響を受けるのは、JIS の規定項目のうち、エネルギー範囲とエネルギー特性、エネルギー特性の試験方法であり、これらの規定項目を抽出し、以下の各表に示す。

表 2.2.3-1 X 線及び γ 線用エリアモニタの JIS

| 名称 | X 線及び γ 線用据置形 エリアモニタ | X 線及び γ 線用可搬形 エリアモニタ |
|--------------------------------|--|---|
| 番号 | JIS Z 4324:2017 | JIS Z 4344 : 2017 |
| 線種 | X 線、 γ 線 | X 線、 γ 線 |
| 対応する国際規格 | IEC 60532:2010 : MOD | 記載なし |
| 「適用範囲」に記載されているエネルギー範囲 | 記載なし | 記載なし |
| 「性能」に記載されているエネルギー範囲及び許容範囲 | 80 keV～1.5 MeV | 80 keV～1.5 MeV |
| | ($0.75 \cdot U_{rel}$) ～ ($1.4 + U_{rel}$) (U_{rel} : 拡張不確かさ) 80 keV～1.5 MeV 以外 : 当事者間の協定 | ($0.4 \cdot U_{rel}$) ～ ($2.5 + U_{rel}$) (U_{rel} : 拡張不確かさ) 80 keV～1.5 MeV 以外 : 当事者間の協定 |
| 「試験方法」に記載されているエネルギー特性試験で使用する線源 | ・ JIS Z 4511 又は ISO4037-1～4 に規定する X 線及び/ γ 又は γ 線 | ・ ^{137}Cs (^{60}Co) ・ JIS Z 4511 又は ISO4037-1～4 に規定する X 線及び/ γ 又は γ 線 |
| エネルギー特性に関する IEC 対比 | 追加 (IEC 規格には許容範囲に拡張不確かさが記載されていないため追加) | 記載なし |
| 換算定数に関する記載内容 | 記載なし | 記載なし |

表 2.2.3-2 環境 γ 線連続モニタ及び

X・ γ 線用受動形環境モニタリング用線量計測装置の JIS

| 名称 | 環境 γ 線連続モニタ | X・ γ 線用受動形 環境モニタリング用線量計測装置 |
|--------------------------------|--|---|
| 番号 | JIS Z 4325:2019 | JIS Z 4346 : 2017 |
| 線種 | X 線、 γ 線 | X 線、 γ 線 |
| 対応する国際規格 | IEC 61017:2016 : MOD | 記載なし |
| 「適用範囲」に記載されているエネルギー範囲 | 50 keV~7 MeV | 30 keV~3 MeV |
| 「性能」に記載されているエネルギー範囲及び許容範囲 | 50 keV~3 MeV | 80 keV~1.25 MeV |
| | 50keV~80keV : 当事者間の協定 80keV~1.5MeV : 0.7~1.3 1.5MeV~3MeV : 当事者間の協定 | (0.50- $Uc.com$) ~ (1.67+ $Uc.com$) ($Uc.com$: 拡張不確かさ) ・詳細は当該 JIS の表 6 を参照。 |
| 「試験方法」に記載されているエネルギー特性試験で使用する線源 | ・JIS Z 4511 に規定する X 線及び/又は γ 線で行う。 | ・JIS Z 4511 又は ISO4037-1~4 に規定する X・ γ 線 |
| エネルギー特性に関する IEC 対比 | 記載なし | 記載なし |
| 換算定数に関する記載内容 | 換算係数に関する直接的な記載は無し。 | 記載なし |

表 2.2.3-3 X線、 γ 線及び β 線用線量当量(率)サーベイメータの JIS

| | |
|--------------------------------|--|
| 名称 | X線、 γ 線及び β 線用線量当量(率)サーベイメータ |
| 番号 | JIS Z 4333:2014 |
| 線種 | X線、 γ 線、 β 線 |
| 対応する国際規格 | IEC 60846-1:2009 : MOD |
| 「適用範囲」に記載されているエネルギー範囲 | 記載なし |
| 「性能」に記載されているエネルギー範囲及び許容範囲 | <ul style="list-style-type: none"> ・ X/γ線の $H^*(10)$: 10 keV~6.5 MeV ・ X/γ線の $H'(0.07)$: 10 keV~250 keV ・ β線の $H'(0.07)$: 0.2 MeV~0.8 MeV(平均 E) (種類によって異なる) |
| | 項目が多岐にわたるので、当該 JIS の表 1,2,3 を参照。 |
| 「試験方法」に記載されているエネルギー特性試験で使用する線源 | <ul style="list-style-type: none"> ・ X線及びγ線の $H^*(10)$ |
| | ISO4037-1,2,3,4 又は JIS Z 4511 に規定する X線及び γ 線 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ X線及びγ線の $H'(0.07)$ ISO4037-1,2,3,4 又は JIS Z 4511 に規定する X線及びγ線 ・ β線の $H'(0.07)$ ^{147}Pm、^{204}Tl 又は ^{85}Kr、^{90}Sr-^{90}Y |
| エネルギー特性に関する IEC 対比 | 追加 (旧規格品が多数販売されているので、IEC 規格品を 1形/2形、旧規格品を 3形/4形とした) |
| 換算定数に関する記載内容 | <p>X線及びγ線の換算係数が附属書 JC で規定されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ISO(N)シリーズにおける $H^*(10)$換算係数 ・ 放射線源(S)γ線の $H^*(10)$換算係数 ・ ISO(N)シリーズにおける $H'(0.07)$換算係数 ・ 放射線源(S)γ線の $H'(0.07)$換算係数 ・ X線及びγ線における $H^*(10)$換算係数 ・ X線及びγ線における $H'(0.07)$換算係数及び角度依存係数 $R(0.07, \alpha)$ <p>・ JIS Z 4511 には角度依存係数が規定されていないため、附属書に換算係数及び角度依存係数を示した。</p> <p>・ ここで与えられている数値は、独自計算の他、ICRU57、ICRP74 からの引用である。</p> <p>(注) 現行の JIS Z 4511:2018 であればそのまま引用可能 (角度依存係数は表を基に計算)。</p> <p>(注) β線については JIS Z 4514 が引用されているものの換算係数に関する記述はない。</p> |

表 2.2.3-4 中性子用線量当量(率)サーベイメータの JIS

| | |
|--------------------------------|---|
| 名称 | 中性子用線量当量(率)サーベイメータ |
| 番号 | JIS Z 4341:2006 |
| 線種 | 中性子 |
| 対応する国際規格 | IEC 61005:2003 : MOD |
| 「適用範囲」に記載されているエネルギー範囲 | 15 MeV 以下 |
| 「性能」に記載されているエネルギー範囲及び許容範囲 | 熱中性子～15 MeV |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・±50 %であることが望ましい。 ・熱～15 MeV までの各デカード当たり 2 点以上のレスポンス計算値を示す。 |
| 「試験方法」に記載されているエネルギー特性試験で使用する線源 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用する中性子線源は ISO 8529 シリーズによる。 ・標準中性子線源(²⁴¹Am-Be、²⁵²Cf、又は D(d,n)³He ; 加速器ターゲット線源) からの中性子に対するレスポンスを求める。 |
| エネルギー特性に関する IEC 対比 | 変更 (実態に即したエネルギー範囲とした) <ul style="list-style-type: none"> ・ IEC : ～16 MeV、±50 %は努力目標 ・ JIS : 16 MeV→15 MeV、努力目標を削除 |
| 換算定数に関する記載内容 | 換算係数が附属書 A で規定されている。 <ul style="list-style-type: none"> ・単色エネルギー中性子のフルエンスからの $H^*(10)$ 換算係数 ・中性子線源に対するフルエンスからの $H^*(10)$換算係数 ・ここで与えられている数値は、ICRU57:1998、ICRP74:1996、ISO8529-1,3 からの引用である。 (注) 内容は JISZ4521:2006 の抜粋だが、D(d,n) ³ He が追加されている。 |

表 2.2.3-5 X線、 γ 線、 β 線及び中性子用電子式個人線量(率)計 JIS

| | |
|--------------------------------|--|
| 名称 | X線、 γ 線、 β 線及び中性子用 電子式個人線量(率)計 |
| 番号 | JIS Z 4312:2013 |
| 線種 | X線、 γ 線、 β 線 |
| 対応する国際規格 | IEC 61526:2010 : MOD |
| 「適用範囲」に記載されているエネルギー範囲 | 記載なし |
| 「性能」に記載されているエネルギー範囲及び許容範囲 | <ul style="list-style-type: none"> ・ X/γ線の $H_p(10)$: 20 keV~1.5 MeV ・ X/γ線の $H_p(0.07)$: 20 keV~150 keV ・ β線の $H_p(0.07)$: 200 keV~800 keV (平均 E) ・ 中性子の $H_p(10)$: 熱中性子~15 MeV (種類によって異なる) |
| | 項目が多岐にわたるので、当該 JIS の表 1,2,3,4 を参照。 |
| 「試験方法」に記載されているエネルギー特性試験で使用する線源 | <ul style="list-style-type: none"> ・ X線及びγ線の $H_p(10)$ ISO 4037-1,2,3,4 又は JIS Z 4511 に規定する X線及びγ線 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ X線及びγ線の $H_p(0.07)$ ISO 4037-1,2,3,4 又は JIS Z 4511 に規定する X線及びγ線 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ β線の $H_p(0.07)$ ^{147}Pm、^{204}Tl 又は ^{85}Kr、^{90}Sr-^{90}Y |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ 中性子の $H_p(10)$ JIS Z 4521 に規定する中性子 |
| エネルギー特性に関する IEC 対比 | 追加 (旧規格品が多数販売されているので、IEC 規格品を 1 形、旧規格品を 2 形/3 形とした) |
| 換算定数に関する記載内容 | <p>X線及びγ線の換算係数が附属書 JA で規定されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ISO 狭シリーズにおける $H_p(10)$換算係数 ・ γ線の $H_p(10)$換算係数 ・ ISO 狭シリーズにおける $H_p(0.07)$換算係数 ・ γ線の $H_p(0.07)$換算係数 ・ X線及びγ線における $H_p(10)$換算係数及び角度依存係数 $R(10, \alpha)$ ・ JIS Z 4511 には角度依存係数が規定されていないため、附属書に換算係数及び角度依存係数を示した。 <p>・ ここで与えられている数値は、独自計算の他、ICRU57、ICRP74 からの引用である。</p> <p>(注) 現行の JIS Z 4511:2018 であればそのまま引用可能 (角度依存係数は表を基に計算)。</p> <p>(注) β線と中性子については、それぞれ JIS Z 4514、JIS Z 4521 が引用されているものの換算係数に関する記述はない。</p> |

表 2.2.3-6 X線、 γ 線、 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

| | |
|--------------------------------|--|
| 名称 | X・ 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 |
| 番号 | JIS Z 4345 : 2017 |
| 線種 | X線、 γ 線、 β 線 |
| 対応する国際規格 | IEC 62387:2012 : MOD |
| 「適用範囲」に記載されているエネルギー範囲 | $H_p(10)$ 、 $H^*(10)$: 12 keV~6.4 MeV $H_p(3)$: 8 keV~1 MeV (X γ)、0.7~0.8 MeV (β) $H_p(0.07)$ 、 $H'(0.07)$: 8 keV~1 MeV (X γ)、0.06~0.8 MeV (β) |
| 「性能」に記載されているエネルギー範囲及び許容範囲 | <ul style="list-style-type: none"> ・ X/γ線の$H_p(10)$: 80 keV~1.25 MeV ・ X/γ線の$H_p(3)$: 30 keV~250 keV ・ X/γ線の$H_p(0.07)$: 30 keV~250 keV ・ X/γ線の$H^*(10)$: 80 keV~1.25 MeV ・ X/γ線の$H'(0.07)$: 30 keV~250 keV (1形) ・ X/γ線の$H'(0.07)$: 8 keV~30 keV (2形) ・ β線の$H_p(3)$: 0.8 MeV (平均) ・ β線の$H_p(0.07)$: 0.8 MeV (平均) ・ β線の$H'(0.07)$: 0.8 MeV (平均) |
| | 項目が多岐にわたるので、当該 JIS の表 11~18 を参照。 |
| 「試験方法」に記載されているエネルギー特性試験で使用する線源 | <ul style="list-style-type: none"> ・ JIS Z 4511 又は ISO4037-1~4 に規定する X・γ線 ・ JIS Z 4514 に規定する β線 |
| エネルギー特性に関する IEC 対比 | 追加 (国内事情により、眼の水晶体測定用線量計 2 形、環境測定用線量計 2 形及び末端部測定用線量計 2 形を追加。試験方法において JIS Z 4511 で定める X 線を追加) |
| 換算定数に関する記載内容 | <p>空気カーマ及び参照吸収線量から線量当量 $H_p(d)$、$H^*(d)$及び $H'(d)$への換算係数が附属書 JA で規定されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ X・γ線における ISO 基準放射線の線量当量換算係数 ・ JIS Z 4511 における線量当量換算係数 ・ β線における線量当量換算係数 ・ スラブファントムに対する ISO シリーズ X・γ線の $H_p(10)$への換算係数 ・ JIS Z 4511 で角度依存係数が規定されていないものについて、表 JA.2、表 JA.5、表 JA.13 に換算係数とともに角度依存係数を示した。 |

表 2.2.3-7 中性子用固体飛跡個人線量計 JIS 規格

| | |
|--------------------------------|--|
| 名称 | 中性子用固体飛跡個人線量計 |
| 番号 | JIS Z 4416:2005 |
| 線種 | 中性子 |
| 対応する国際規格 | ISO/DIS 21909 : MOD |
| 「適用範囲」に記載されているエネルギー範囲 | 熱中性子～15 MeV |
| 「性能」に記載されているエネルギー範囲及び許容範囲 | 熱中性子、 ²⁵² Cf、 ²⁴¹ Am-Be |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ 0.5～1.5 ・ 上記レスポンスを満足するエネルギー範囲を示す。 |
| 「試験方法」に記載されているエネルギー特性試験で使用する線源 | <ul style="list-style-type: none"> ・ ²⁴¹Am-Be 又は ²⁵²Cf から放出される中性子 ・ 放射線源の設定及び使用は、ISO 8529-1,2,3 に対応したものとすることが望ましい。 |
| エネルギー特性に関する IEC 対比 | 変更(国内で供給可能なエネルギーに合わせた) <ul style="list-style-type: none"> ・ IEC : 500 keV～5 MeV ・ JIS : 熱中性子、²⁵²Cf、²⁴¹Am-Be |
| 換算定数に関する記載内容 | 換算係数が附属書 1 で規定されている。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 中性子線源に対するフルエンスからの $H_p(10)$換算係数 ・ 中性子線源に対するフルエンスからの角度別換算係数 ・ ここで与えられている数値は、ISO 8529-3 : 1998Table4 からの引用である。 |

(3) マニュアル類への影響

調査の対象として、原子力発電所、原子力関連施設、RI 取扱施設、医療施設等の現場において、主に外部被ばくに係る安全管理に頻度高く使用されているマニュアル類及びデータ集、並びに線量(率)の測定マニュアルを選定し、定義変更に伴って見直しが必要な部分について調査した。また、福島県等の除染現場で使用されているガイドライン等についても調査した。

調査の結果、放射線管理に係る基準や評価に関する線量については、実効線量もしくは吸収線量 (Gy) で示されており、定義変更に伴う直接的な影響は認められない。ただし、データ集では、ICRP74「外部放射線に対する放射線防護に用いるための換算係数」表 A.21 第 2 欄から転記された RI の 1 cm 線量当量率定数が記載されており、表が変更になった場合、見直しが必要になる。また、測定マニュアル等では、市販の線量測定器の仕様やエネルギー特性が紹介されており、実用測定器の特性が変更される場合は見直しが必要となる。また、これらマニュアル等の見直し後に改訂されると考えられるが、それに関連した要求事項の内容も変更になると考えられる。

具体的に調査した図書は以下である。

- i. 被ばく線量の測定・評価マニュアル 2000 年度版
- ii. 放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2015
- iii. 放射線施設の遮蔽計算実務 (放射線) データ集 2015
- iv. 放射能測定シリーズのうち、以下のマニュアル
 - iv-1. 連続モニタによる環境 γ 線測定法
 - iv-2. 熱ルミネッセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法
 - iv-3. 空間 γ 線スペクトル測定法
 - iv-4. 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法について
- v. アイソトープ手帳
- vi. 個人モニタリング指針
- vii. 放射線モニタリング指針
- viii. 緊急被ばく医療ポケットブック
- ix. 除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン等

i. 被ばく線量の測定・評価マニュアル 2000

【発行元】公益財団法人原子力安全技術センター 2000 年 10 月発行

【概要】法令に基づく外部・内部被ばく線量評価方法の詳細を規定している図書で、法令に基づく被ばく線量の評価をする場合の手引書として利用されている。

【調査結果】ICRP1990 年勧告に係る実効線量、外部被ばくに係る所量及び線量換算係数、1 cm 線量当量(ICRU 球、ICRU スラブ)等の説明図、測定器のエネルギー特性図等きめ細かに記載されており、内部被ばくに関する内容を除き、ほぼ全面的に見直し

が必要である。

ii. 放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル (2015)

【発行元】公益財団法人原子力安全技術センター 2015年3月発行

【概要】RI取扱施設及び放射線発生装置取扱施設等における遮蔽の計算方法及び計算に係る関連データが示されており、施設の設計、許認可資料の作成等に利用されている。

【調査結果】遮蔽計算に伴う線量の評価は、実効線量で行うことで統一されており、本文中での影響はない。ただし、解説編(1.5 光子と中性子に対する実効線量換算係数(全方向照射条件)と他の線量換算係数の比較)において、実効線量と1 cm線量当量との比較を解説しており、見直しが必要になる可能性がある。

○解 1-13～解 1-14 の解説文及び図表 (図 1.5.1～図 1.5.4)

iii. 放射線施設の遮蔽計算実務(放射線)データ集 2015

【発行元】公益財団法人原子力安全技術センター 2019年3月発行

【概要】本書は、「放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2015」を補填するデータ集としてまとめられている。RIから放出される光子エネルギーや放出割合は、ICRP Publ.107:(線量計算のための核崩壊データ)が採用されている。実効線量率定数、空気衝突カーマ率定数及び1 cm線量当量率定数は、RIから放出される光子エネルギーが10 keV以上の全ての光子について掲載している。

【調査結果】基本的には実効線量に関するデータが掲載されているが、RIからの光子の線量率定数の中に1 cm線量当量率定数が掲載されており、見直しが必要になる。

○P60-P61 表 5 放射性同位元素からの光子の線量率定数

iv. 放射能測定シリーズ

【発行元】文部科学省及び原子力規制庁

【概要】環境中に存在する放射性核種を効率よく、そして正確に分離・定量するための方法として、環境試料等の放射能分析・測定方法の基準となる「放射能測定法シリーズ」が国(文部科学省及び原子力規制庁)により制定されている。現在、34項目の測定法が発行されている。ここでは、周辺線量(率)の測定に関する図書として、17連続モニタによる環境 γ 線測定法、18熱ルミネッセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法、20空間 γ 線スペクトル測定法、27蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法、について調査した。

【調査結果】

iv-1 連続モニタによる環境 γ 線測定法(原子力規制委員会)平成29年12月改訂

○ 概要

原子力施設周辺の固定式連続モニタによる環境 γ 線の測定法を定めている。福島

第一原発事故以降、住民等の判断情報として利用される場合があることを踏まえて内容を見直している。可搬型、走行サーベイについても記述されている。

○ 調査結果

定義の変更に伴い、直接影響をうける記述はない。しかし、各検出器の仕様が掲載されており、測定器の仕様に変更が生じる場合には、記載の見直しが必要になる可能性がある。また、解説には、検出器の特性の解説があり、検出器にフィルタを付加する等により検出器のエネルギー特性等の変更が生じる場合には見直しが必要である。

- ・P11：表 4.1 電離箱モニタの仕様例として、エネルギー特性 80 keV～3 MeV \pm 30 % 程度、線量率直線性として、 \pm 5 %程度。
- ・P58：図 B.1 加圧型電離箱のエネルギー特性例
- ・P61：図 B.3 NaI(Tl)検出器の G(E)関数
- ・P62：図 B.4 G(E)関数方式 NaI モニタのエネルギー特性
- ・P70：図 B.12 シリコン半導体検出器におけるエネルギー特性の一例
- ・P75：図 B.17 CsI(Tl)シンチレーション検出器におけるエネルギー特性
- ・P76：解説 C.3 線量率校正の精度

iv-2 熱ルミネッセンス線量計を用いた環境 γ 線測定法（文部科学省）平成 2 年改訂

○ 概要

原子力施設等周辺の居住区における、熱ルミネッセンス線量計（以下「TLD」）を用いた環境 γ 線の測定法について解説されている。TLD の種類、設置方法、測定手順、校正法、測定結果の評価等が説明されている。

○ 調査結果

測定は空気吸収線量で評価するとしており、変更の必要はない。ただし、解説 2 に TLD のエネルギー特性の記述があり、線量計としてのエネルギー特性の変更を行う場合は、見直しが必要となる。

- ・P26：解第 2.3、解第 2.4 図 エネルギー特性
- ・P46：付第 5.1 図 TLD の発光量のエネルギー特性
- ・P47：付第 5.2 図 同一照射量に対する異種 TLD(A 及び B)の発光量の比
- ・P48：付第 5.3 図 同一照射量に対する異なったフィルタを備えた TLD(C 及び D)の発光量の比

iv-3 空間 γ 線スペクトル測定法（文部科学省）平成 2 年制定

○ 概要

現場における環境ガンマ線スペクトルの測定とそのモニタリングへの応用に関する標準的な手法が示されている。環境 γ 線のモニタリングは、連続モニタや TLD で測定されているが、異常が生じた場合の原因究明の手段として、NaI (Tl) シン

チレーション検出器又はゲルマニウム半導体検出器を備えた γ 線スペクトロメータの使用法が解説されている。

○ 調査結果

現場における核種分析に関する記述が主であるが、核種別の線量評価、散乱線を含む線量評価の手段としても解説されている。線量評価では、照射線量 (R) 及び実効線量を求めており、実用線量との関係は記載がなく、影響はない。

iv-4 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線測定法 (文部科学省) 平成 14 年制定

○ 概要

施設周辺の居住区等における蛍光ガラス線量計測装置 (蛍光ガラス線量計) を用いた環境 γ 線の測定法について解説されている。

蛍光ガラス線量計の概要、設置方法、測定手順、校正法、測定結果の評価等が説明されている。

○ 調査結果

測定は空気吸収線量で評価するとしており、影響はない。ただし、解説 2 に蛍光ガラス線量計のエネルギー特性の記述があり、線量計のエネルギー特性の変更を行う場合は、見直しが必要となる。

・ P26 : 解第 2.3、解第 2.4 図 エネルギー特性

v. アイソトープ手帳 (11 版) 机上版

【発行元】 社団法人日本アイソトープ協会 平成 23 年 5 月 机上版・11 版発行

【概要】 RI から放出されている放射線の詳細なデータが収録されている。広く RI 取扱者、放射線管理者に使用されている。ポケット版と机上版がある。

【調査結果】 405 核種の RI について、放出されている光子の実効線量率定数・空気衝突カーマ率定数・1 cm 線量当量率定数 ($\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) が示されている。従って、低エネルギーを放出する一部の RI について 1 cm 線量当量率定数の見直しが必要となる。具体的には以下のページ

・ P 21 : 本欄の見方の例示表

・ P22~P100 : 「おもな放射性同位元素の表」の 1 cm 線量当量率定数

・ P157 : 光子に対する実効線量 (E) と周辺線量当量 ($H^*(10)$)との比 (図表)

・ P157 : 中性子に対する実効線量 (E) と周辺線量当量 ($H^*(10)$)及び実効線量と個人線量線当量 ($H_p(10)$) との比 (図表)

vi. 個人線量モニタリング指針 (JAEG 4610-2015)

【発行元】 一般社団法人日本電気協会、原子力規格委員会 平成 27 年 8 月 11 日

【概要】 この指針は、原子力発電所及び再処理施設の従事者及び一時立入者に対して実施

する個人線量モニタリングについて定めている。適宜、内容の見直しがなされており、平成 15 年 5 月には、ICRP Publication 60 の法令取り入れ等を踏まえて改訂している。最新の平成 27 年 8 月の改定では、福島第一原子力発電事故の経験を踏まえた検討をするとともに、従来原子力発電所を対象としていた適用範囲を再処理施設まで広げた内容としている。

【調査結果】

個人線量モニタリングの管理方法、測定方法、評価方法について、指針の根拠とした ICRP の勧告等を引用しながら具体的に定めている。個人線量計の測定は、放射線の種類やエネルギーを考慮して、1 cm 線量当量または 70 μm 線量が測定・評価できる測定器を使用するとしている。また、校正については、国家標準とのトレーサビリティが証明可能な校正装置または基準 γ 線源を用いることとして、具体的には JIS が引用されている。従って、直接的な影響はない。ただし、ICRP74 を引用して防護量と実用量及び物理量の関係を解説しているコラムがあり、用語等の変更がある場合、見直しが必要になる可能性がある。

- ・ P6 の解説 3-5 「外部被ばくによる線量」
- ・ P17 の 5.2 等価線量の評価（解説 5-2）において、皮膚被ばくについて、30keV 以下の γ 線による被ばくについて触れている。

vii. 放射線モニタリング指針(JEAG 4606-2017)

【発行元】一般社団法人日本電気協会、原子力規格委員会 平成 29 年 3 月

【概要】原子力発電所及び使用済燃料の再処理施設の正常な運転維持及び施設周辺公衆の安全確認の観点から、定められた指針である。内容には、放射線モニタリング、管理区域内のエリア放射モニタリング及び周辺監視区域境界近傍の放射線モニタリングについて記述されている。

【調査結果】

空間線量率等の測定に供する実用測定器については、関係する国の指針や JIS を紹介している。実用測定器の校正に関しては、JIS Z 4511（照射線量測定器、空気カーマ測定器、空気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)を引用している。従って、実用量の定義変更に伴い、一部の用語の見直しは必要であるが、技術的内容の見直しの必要性はないと考えられる。

viii. 緊急被ばく医療ポケットブック

【発行元】公益財団法人原子力安全研究協会 平成 17 年 3 月発行

【概要】緊急被ばくが発生した場合の医療関係者（医師、看護師、診療放射線技師、病院職員、搬送関係者、各地方公共団体の職員等）を対象とした図書である。緊急被ば

く医療の初心者でも理解できるように、簡潔明瞭に編集されている。

平成 11 年 9 月に発生したウラン加工工場での臨界事故を踏まえ、我が国の緊急被ばく医療の実効性を高めるための図書である。

【調査結果】

放射線の種類と影響、内部被ばく及び外部被ばくに対する医療措置、チェルノブイリ事故をはじめ、原子力施設や医療施設、工業用照射施設などでの被ばく事故の照会と医療措置が記載されている。放射線障害と線量の関係においては、全て吸収線量 (Gy) で表記されており、直接的な影響はない。ただし、79 頁に Na(Tl)シンチレーション式サーベイメータ(TCS-161)を用いたヨウ素 131 の甲状腺残留量を求めるための換算係数 (20 kBq/μSv/h) 表示において、サーベイメータのエネルギー特性 (ディスクリレベル: 50 keV) が表示されている。また、80 頁に年齢別甲状腺 (ファントムによる) 中のヨウ素 (¹³¹I) 残留量とサーベイメータ指示値 (TCS-161) の関係図が掲載されており。これらについて、サーベイメータのエネルギー特性が変わる場合は、見直しが必要になる。

ix. 除染関係ガイドライン 第 2 版

【発行元】環境省 平成 25 年 5 月

【概要】放射性物質汚染対処特措法に基づき国及び市町村等が実施している除染作業に関するガイドラインである。現場での作業マニュアルともいえ、除染作業前の汚染状況の調査測定方法、除染対象物ごとの措置の手順等が記載されている。

【調査結果】

除染現場の空間線量率を測定するための測定器としては、校正されたシンチレーション式サーベイメータ (原則としてエネルギー補償型) を使うこととされている。また、校正方法は、JIS (Z 4511、Z 4333) に準拠したものとされている。従って、原則、定義変更に伴う影響はない。ただし、エネルギー補償型のサーベイメータがない場合の代替方策として、エネルギー補償型ではないサーベイメータと補償型のサーベイメータの測定値を比較して、双方の比を乗じて測定する方法が記載されている。この部分については、影響を確認する必要がある。

(4) 学会等の動向

a. 日本保健物理学会

実用線量・実効線量委員会及び国民線量委員会合同セッション (2019 年 12 月 6 日 東北大学)

日本保健物理学会は、原子力規制庁による放射線安全規制研究戦略的推進事業の「放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成」の活動に対し、平成 29 年度よりネットワークを担う学術団

体として参加している。本合同セッションでは、上記事業の下で学術的に取り組むために設置された委員会のうち、「実用線量・実効線量委員会」及び「国民線量評価委員会」における検討状況や成果等を報告があった。

実用線量・実効線量委員会の報告内容は以下のとおりである。

【実用線量・実効線量委員会】

実用線量や実効線量等は、放射線防護の遂行で不可欠な指標となる。本委員会では、これらの量の概念上、実用上の問題点を抽出し、より具体的な取り組みとして2017年に公開されたICRU/ICRPによる「外部被ばくに関する実用線量」に関する共同レポートの最終ドラフトについて、検討及び関連する国内外の動向を調査した。さらに、これらの調査結果等に基づいて、放射線安全研究の重点テーマを提案した。その他、2018年に公開されたICRPのTG(タスクグループ)79による「実効線量の使用法」、ICRPのTG 90による「環境中線源による外部被ばくに対する線量係数」に関する最終ドラフトも調査し、これらの概要を取りまとめた資料の作成に協力した。

- ・防護量と実用量
- ・確定的影響は、等価線量⇒吸収線量
- ・実用量定義変更

に関するサマライズを図で説明した。

「外部被ばくに関する実用線量」については、11月28日のプレスリリースで、「ICRP/ICRU委員会で承認された。近々発行される予定である。」との速報があった。

「今後、関連学協会や団体への情報提供・意見交換を行うとともに、線量測定サービス上の課題（特に、大きな影響が予想される電子式線量計）の聞き取りと対処方法の整理を含め、線量体系改訂への対応のロードマップ策定を目的として検討を続けることとし、この臨時委員会としての役目を終える。」との報告であった。

b. 放射線防護に関する国際動向報告会

本報告会は、規制庁委託事業「放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型プラットフォームの形成」の一環として、放射線防護に関連する代表的な国際機関（UNSCEAR、ICRP、IAEA、ICRU等）の動向の情報共有を行うとともに、実効線量と実用量というテーマを中心に議論を行うために令和元年12月24日に開催された。

この報告会では、実用量の定義変更に関する議論として、基本的に実効線量をベースにした実用量は、防護量として理論的に理解しやすくなる一方で、課題として主に以下のものが挙げられた。

- ・防護を目的とした実用量は理論的にはよりわかりやすくなった。この点からは異

論は少ない。モニタリング現場での影響について個別に検討されるべき課題はある。

- ・ 組織荷重係数などの係数が変化することに値が変わるように安定性がなくなる懸念がある。
- ・ 実用量の定義の変更は実務上大きな影響をあたえる可能性があるが、現行の H^* (10)との比較から影響を個別に議論していく必要がある。その際、実務的な許容幅が問題となるであろう。
- ・ 大人の標準ファントムを基礎にした実用量は、年齢依存性を扱う場合、過小になる場合がある。年齢別のファクターを用意して解決すべき。ただし、環境線量では、 $H^*(10)$ が全ての年齢で過大となっている。
- ・ 実用量は、作業環境における職業被ばくの管理を意図したものである。事故後の緊急時被ばく状況や、現存被ばく状況における一般公衆の線量測定の在り方は今後さらに議論が必要であろう。
- ・ 水晶体の線量計測には、吸収線量のレスポンスに合った $n \cdot \gamma$ の線量計が必要となる。

参加者からの質問及び意見が出されたが、それらのうち実用量に関する課題に関するものは以下のとおりであった。

質問：緊急時の線量について。

回答：今後の議論が待たれる。

質問：吸収線量を修飾するのは何か。

回答：RBE である。

質問：ICRU 球は無くなるのか。

回答：無くなる。

質問： S_v は実効線量と実用量で使うのか。

回答：その通り。

質問：新実用量の導入で線量限度を引き下げたことになるのか。

回答：そこは意図していない。

意見：実用量の体系が変わることによる測定データが不連続（例えば定義が変更後は以前の値と単純に比較できない）となることは問題である。

2.3 実用量の概念変更に伴う我が国への影響等の取りまとめ

2.2 項で、実用測定器の校正、放射線管理現場での利用状況、放射線測定器メーカーにおける性能確保の現状を調査し、また、実用量等の概念変更を国内法令等へ取り入れることとした場合の実用測定器に対する影響及び法令・規格・マニュアル類に与える影響について調査した。

これらの結果、実用測定器の校正及び性能確保は、国際規格である ISO 規格や IEC 規格と整合が図られた JIS に基づき行われており、また、放射線管理の現場では ICRP 勧告を取り入れた法令に基づくマニュアル類を用いて運用されていることが分かった。

ここで、強調すべきは、実用量の概念変更に伴い校正機関、放射線測定器メーカー、放射線管理の現場それぞれ単独で対応することは困難であり、互いに連携した取り組みが必要な点である。また、国内だけではなく国際機関とも連携した取り組みが必要であることが分かった。

(1) 校正に関する影響と対応

a. 校正について

実用測定器の校正においては、国際機関、国家機関、2次標準機関、放射線測定器メーカー、実用測定器の使用現場へとトレーサビリティが体系化されており、ISO や JIS で標準化されている。

トレーサビリティは、空気カーマまたは、フルエンスでつながっており、図 2.1.1-2～図 2.1.1-6 に示したように、実用測定器の校正の手前で、線量当量換算係数を用い実用校正を実施している。

ICRP74 換算係数は、光子、中性子及び電子の単色エネルギーに対して与えられているが、実際の校正現場では X 線、中性子及び β 線はエネルギーの広がりを持っているので、これら換算係数を直接使用することができない。

このため、ISO では 2.1.1(2)に示したように、それぞれ実際の校正場に合わせた換算係数を提供している。

これらの線量当量換算係数は、光子、中性子及び β 線ともに、それぞれの校正方法の JIS 及びそれぞれの機器に対応する JIS で補完されており、校正を行うものにとっては、便利な国内システムができあがっている。

新定義換算係数も同様に、単色のエネルギーで与えられているので、ISO は光子、中性子及び β 線のそれぞれについて、実際の現場に合った国際標準としての換算係数を提供する必要があり、それを受けて国内の JIS やマニュアルが見直されることとなる。

b. エネルギー特性試験について

・光子について

低エネルギー X 線から ^{60}Co (平均 1.25 MeV) γ 線まで整備されており通常の放射線管理におけるエネルギー範囲の特性試験に対する設備は整っている。

原子力施設や加速器施設では、6～8 MeV 程度のエネルギーレスポンスを確認する必要があるが、近年、研究機関で加速器を用いた 6.23 MeV の照射場が整備され、利用可能となった。

・中性子について

中性子のエネルギー範囲は熱中性子～数 10 MeV まで幅広く、また、ICRP74 換算係数と新定義換算係数も幅広いエネルギーで異なっている。

定義変更に伴い、放射線測定器メーカーでは、エネルギー特性改善のための努力と特性データの取り直しを実施することになるが、産業技術総合研究所及び JAEA 放射線標準施設では、加速器を用いた広範囲のエネルギーの中性子場を供給しており、利用が可能である。

・β線について

β線のエネルギー特性試験は、 ^{147}Pm 、 ^{204}Tl 、 ^{85}Kr 、 ^{90}Sr - ^{90}Y の 4 核種に絞られており、70 μm 線量当量 (Sv) = 7 mg/cm² 直下の組織吸収線量 (Gy) として取り扱われている。国家標準機関である産業技術総合研究所では、定義に合わせて 70 μm 深さでの組織吸収線量を外挿電離箱によって絶対測定している。定義変更に伴い、線量当量換算係数ではなく、体幹部用 (slab) 皮膚吸収線量、腕 (pillar) 用皮膚吸収線量、指用 (rod) 皮膚吸収線量など、それぞれの定義に合わせた国家標準の再評価が必要となり、トレーサビリティ体系の見直しが必要となる。

(2) 各放射線施設における影響と対応

10 事業所の調査結果については、2.1.2 に示したように、現状では、ICRP74 の勧告に従う実用量の取扱いになじんでおり、問題を抱える施設はなく、各施設で現場におけるエネルギー範囲と測定可能な実用測定器の選択を行っていた。また、実用測定器で対応できない高エネルギーの放射線場では遮蔽計算により安全評価を行っていた。

各施設の放射線管理の現状調査と併せて、実用量の定義が変更となった場合の影響について調査を行った。各機関から得られた意見を表 2.3-1 に示す。

幅広い意見を聴取することができたが、

- ・実用量と実効線量の差が小さくなることから、実用測定器のアンダーレスポンスの度合いを評価しておく必要がある
- ・管理の煩雑さを考慮すると、新定義対応の実用測定器の提供が好ましい
- ・現行の計測器と新定義を取り入れた計測器による測定値の混在期間が生じる
 - 特にたくさんの計測器や放射線業務従事者の被ばくを管理する原子力施設や核燃料施設では、一度にすべての計測器の校正ができないため、すべての計測器の校正に新実用量を適用するために十分なリードタイムが必要となる
 - 新旧の実用量を適用した計測器が混在するため、例えば、同じ作業をしても新旧の実用量のことなる校正をされた電子式線量計を着用した作業員同士で被ばく量が異なることが生じる可能性があり、その場合の検討を行う必要がある
- ・新定義対応の実用測定器の導入に予算措置が困難

等、管理現場に沿った貴重な意見が得られた。

表 2.3-1 実用量の定義変更によって放射線施設の放射線管理に与える影響
(アンケート調査結果)

| No. | 各事業所の意見 |
|-----|--|
| 1 | まずは、現有の実用測定器を用いて安全側で評価する。被ばくはほとんどないので問題ないだろう。 |
| 2 | 新定義対応器が出てくれば、置き換える。ただ、混在は困る。 90年勧告の時はたまたま、更新時期だったので、置き換えることができた。今は、放射線管理に大学では予算がつかない。 |
| 3 | 防護量に対する実用量の保守性が小さくなることから、測定器のアンダーレスポンスに対する許容幅を検討しておく必要がある。 |
| 4 | 実用量変更の影響を評価するうえで必要な実用測定器の性能評価試験を適切な品質保証体制下で実施できる体制が整っていない。 |
| 5 | 実用量変更の影響を評価するうえで、散乱線を含めた人が常時立ち入る放射線場の情報（エネルギー、方向性）が限られている。 |
| 6 | 個人線量については、180°やROTの換算係数が与えられているが、この試験をどのように行うか、また規格等で性能要求する必要があるかの検討が必要である。 |
| 7 | β 線校正場で校正または試験を行うためには、基準量である組織吸収線量からの換算係数が必要である。 |
| 8 | 現状の線量計を引き続き使用できるかが懸念される（必要なコスト等）。 |
| 9 | 移行期において、新旧実用量で校正した測定器が混在する場合、測定器により測定結果が異なることになり混乱が予想される。 |
| 10 | 通常、 ^{137}Cs で校正しているため、設計変更なしに現状の線量計を用いると70 keV以下のX線場での測定は過大評価の可能性がある（ただし、通常作業で70 keV以下のX線によって直接被ばくする可能性は少ない）。同様に、設計変更なしでは、 $\beta\gamma$ 混在場で β 線に対して過小応答となる可能性がある。また、中性子については、校正点並びに放射線管理での使用時にどの校正定数を使用するか再検討が必要になる可能性がある。 |
| 11 | 個人線量計測定のインハウス事業者では、アルゴリズム等の変更コストが必要となる可能性がある。また、補助線量計として用いている電子線量計で校正定数をユーザー側で変更できないものは、測定時には指示値に校正定数をその度に乘ずる必要があり煩雑かつ混乱が予想される。 |
| 12 | 不均等被ばく時の実効線量の算定、妊娠女子の腹部表面の等価線量の算定をどのようにするか検討が必要。 |
| 13 | 防護量に対する実用量の保守性が小さくなることから、これらの情報を基に特に測 |

| | |
|----|---|
| | 定器のアンダーレスポンスに対する許容幅について検討しておく必要がある。 |
| 14 | 光子について、40 keV 以上では $H'(3)/Ka < H'(10)/Ka$ であったが、幅広い領域で $D'_{lens}/Ka > H'/Ka$ となり、 D'_{lens} が limiting になる。現状、 $H'(3)$ モニタリングは規制要求されていないが、このような状況を踏まえて D'_{lens} の測定が必要になると混乱する可能性がある。 |
| 15 | 眼の水晶体用の線量計については、法令改正を踏まえて整備を行っているところであるが、設計変更が必要になる可能性があり、さらなる初期コストが懸念される。 |
| 16 | 被ばくに実態として、ほとんどゼロであるのであまり関心はない。 |
| 17 | 被ばく線量は散乱線の寄与が大きいと考えるが、現場での光子のエネルギー分布が掌握されていない。 |
| 18 | 測定器の更新を図ることはコストの面で難しい。現状の測定器を継続して使用できる方策が必要である。 |
| 19 | 警報付き電子式線量計は、多数使用しているが、定義見直しに伴い換算値を入力する必要が生じ、多くの時間を要する。経過措置の時間を充分とる必要がある。 |
| 20 | 電子式線量計の表示値に手作業で換算値を掛けて使用することになる。 |
| 21 | 個人被ばく管理は5年単位で管理でしているが、定義変更前と後で線量に変化することを懸念する。5年単位の節目で切り替えをするのも方法の一つ。 |
| 22 | 原子炉の定検作業中は、計測器が使用中であるため、切り替え作業は困難となる。 |
| 23 | 官庁報告は警報機付き電子式線量計の値を使用して行っているが、警報付き電子式線量計と蛍光ガラス線量計の評価時期が異なるため、切り替え時、実用量の違う値が混在し、混乱する恐れがある。対策を講じて置く必要がある。 |
| 24 | 多くの作業者の被ばく管理をしているが、殆どが検出限界以下である。安全側に評価されるのであれば問題ない。お金をかけて既存の測定器を定義変更（高エネルギー）に変更する意義は薄いと考える。 |
| 25 | 作業環境が一定ではなく常に変化する。そのため、散乱線の影響を受けやすく、低エネルギー領域の評価が変わると影響を受ける可能性がある。線量計のメーカーによる対応に期待する。 |
| 26 | 測定器の更新が必要となっても予算措置が難しい。また、新旧の測定器が混在するのは問題が多い。 |
| 27 | 現場では、 ^{241}Am の 59 keV はじめ ^{60}Co の 1173 keV、1332 keV 等が混在している。59 keV 付近は過大評価になると想定されるが、エネルギー分布が変化する現場での補正は困難になる。 |
| 28 | 旧測定器はメーカーで下取りする等、コスト面の配慮をしてほしい。 |

(3) 実用測定器の性能に対する影響と対応

1) 空間線量

①光子

放射線防護に使用されている放射線測定器はその使用検出器によって電離箱式、NaI(Tl)シンチレーション式（エネルギー補償型）、半導体式等の測定器があり、新定義の採用によりそれぞれ異なった対応が必要となる。

a. 電離箱式の対応

電離箱式は、電離箱内で発生した電荷を収集する測定器である。エネルギー特性が広いエネルギー範囲にわたり良好であり、エネルギーが不明な場合でも特別な注意をせずに使用できる利点を有しており、比較的高い線量率の場の測定や X 線施設の短パルス照射の積算線量や漏洩線の測定に使用されている。

2.2.2 項に示したように、電離箱式は低エネルギー領域の測定が可能であるので、新定義換算定数を使用した時に過大レスポンスが見込まれる。

検出器周囲に低エネルギーの光子を減衰させるフィルタを追加するか、電離箱の壁厚を増加させることにより低エネルギー側の特性を改善できる可能性がある。ただし、その分質量が増加することになり、サーベイメータのような場合、携帯性の点で、ユーザビリティの問題が生ずる。

b. NaI(Tl)シンチレーション式の対応

NaI(Tl)シンチレーション式は、固体シンチレータである NaI(Tl)が放射線により発光する現象を利用したもので、シンチレータ内の吸収エネルギーに応じた出力波高が得られ、また高感度であるという特徴を持つ。無機シンチレーション検出器の特性として、特に低エネルギー側は感度が高くなる特性があり、このため、出力波高に応じて JAEA で開発された G(E)関数を乗ずることによってエネルギー特性の平坦化が行われている。これがエネルギー補償型として一般的に知られ、採用されている。感度が高いため、環境モニタリングポストや環境線量測定用のサーベイメータ等に使用されている。

2.2.2 項に示したように、50 keV 以下の低エネルギーは測定できないので、新定義取入れに際して、特に対応は不要と考えられるが、新定義換算係数に対応した G(E)関数が開発されれば、ソフトウェアに組み込むことによって、より性能が高い対応が可能と思われる。

c. 半導体式の対応

半導体式は、固体電離箱とも呼ばれ、放射線により半導体内に発生した電子・ホールを収集することにより電気信号を得ている。半導体も固体であるので、低エネルギーで感度が高くなる特性があり、低エネルギーの光子を減衰させるフィルタやソフトウェアのアルゴリズムを使用してエネルギー特性の平坦化が行われている。半導体検出器は小型・軽量であるので、電子

式個人線量計や管理区域内のエリアモニタなどに使用されている（ここでいう半導体は Si 半導体を指し、核種分析に用いる Ge 半導体ではない。）。

2.2.2 項に示したように、測定エネルギー範囲が低エネルギーまで及んでいないので、新定義取入れに際して、特に対応は不要と考えるが、現状の特性に応じてフィルタの改善等が必要となるかもしれない。

③ 中性子

空間線量率測定に用いられる中性子測定器は ^3He ガスや BF_3 ガスを封入させた比例計数管を用いておりこれらの検出器は、核反応断面積が大きな熱中性子に対して感度を持ち、高エネルギーの中性子に対しては反応断面積が小さいため、感度が低い。よって、この比例計数管の周辺を 10 cm 程度のポリエチレンで覆うことにより、入射高速中性子を減速して熱化させることにより高感度化を図っている。核反応エネルギー (^3He 比例計数管では 765 keV) に相当する電気信号が得られるが、中性子のエネルギーに応じた信号を得ることはできないので、エネルギー特性を変えることは困難である。ただ、熱中性子に対しては、ホウ素シートの厚さや開口率を調整することにより、新定義に対応したレスポンスに合わせることは可能である。また、構造は複雑となるが、異なる厚さの減速材を用いた複数の検出器の組み合わせによってエネルギー情報を得ることにより、エネルギー特性が改善できる可能性はある。

③ β 線

調査した範囲では、空間線量測定に対応する実用測定器はなかった。

レンズ用吸収線量、体幹部用 (slab) 皮膚吸収線量、腕 (pillar) 用皮膚吸収線量、指用 (rod) 皮膚吸収線量など、電子フルエンスから組織吸収線量への換算係数に対応した実用測定器が今後必要となるかもしれない。

2) 個人線量

2-1) 電子式個人線量計

① 光子

個人線量計の光子の測定は主として、Si 半導体検出器が用いられており、2.2.2 項に示したように、測定エネルギー範囲が低エネルギーまで及んでいないので、新定義取入れに際して、特に対応は不要と考えるが、現状の特性に応じて低エネルギーの光子を減衰させるフィルタの改善等の対応が考えられる。

② 中性子

電子式個人線量計による中性子測定は、主として半導体検出器の前面に中性子との核反応によって重荷電粒子を放出するコンバータ (^6Li や ^{10}B など) を蒸着又は取り付け、荷電粒子を測定する原理となっている。この核反応断面積は熱中性子に対して感度が高く、個人線量計を体に装着した時の体で散乱し減速されたアルベド中性子を主に測定している。

このため、広いエネルギー範囲にわたって、エネルギー特性を改善することは困難であるが、熱中性子の吸収フィルタの厚みやサイズを調整することによって、熱中性子の感度を変更することは可能である。

③ β 線

電子式個人線量計の β 線測定は、主として樹脂でモールドイングされていないベアのSi半導体を用い、入射した β 線を計測している。よって基本的に、1核種のみに対して校正は可能であるが、複数のエネルギーの β 線に対して、エネルギー特性をフラットにすることは困難である。複数の半導体素子を用い異なるフィルタの組み合わせでエネルギー情報を得ることによって特性を改善できる可能性はある。

2-2) 受動形個人線量計

② 光子、 β 線

測定値を公式な被ばく線量として記録するための受動形個人線量計があり、蛍光ガラス線量計、熱ルミネセンス線量計、OSL線量計などは、電源を必要とせず、また長期間の安定性に優れているので、基本線量計として利用されている。受動形個人線量計は、放射線作業の場に出て来る可能性のあるいろいろな種類とエネルギーの放射線の線量を測定する目的から、いずれも複数の素子（マルチエレメント）による測定方式をとっている。この方式によって、2.2.2項に示すように広いエネルギー範囲にわたって平坦なエネルギー特性（ICRP74換算係数に対して）を達成している。このため、定義変更後は、とりわけ低エネルギーでの過大レスポンスが見込まれることになる。

新定義に対応するためには、線量算出アルゴリズムの変更を確実に実施する必要があり、また、アルゴリズム変更では対応不可の場合には線量計のフィルタ構成を変更することによりレスポンス改善の可能性はある。

② 中性子

中性子の測定には、固体飛跡検出器が用いられており、 α 線や核分裂片等の重荷電粒子がポリカーボネート等の絶縁性固体中を通過し、その通路近傍において固体に付与されるエネルギーが一定のしきい値を超えると、固体中に損傷を形成する。この損傷を化学的に食刻することによって光学顕微鏡で観測可能な大きさまで拡大することができる。こうした現象を利用した線量計が固体飛跡検出器である。

中性子の測定に使用する固体飛跡検出器の場合、中性子との核反応によって重荷電粒子を放出するコンバータ（ラジエータともいう）と、その粒子の飛跡を検出する絶縁性固体の組み合わせから構成されるが、速中性子の測定にはコンバータとしてポリエチレンフィルムが使用される。

新定義に対応するためには、エッチピットの形状、方向、深さと中性子エネルギーの関係を研究する必要があり、かなりハードルが高い。

(4) 個人線量測定に対する影響

- 1) 個人線量測定サービス機関が用いている線量計の種類によっては、線量計の新規設計や大幅な設計変更を要する可能性がある。また、換算係数の変更により、全ての線量計の線量算出ソフトウェアの変更が必要になる。これら変更に係るコスト負担が課題となる。
- 2) 利用者（事業者及び放射線業務従事者）が、従来の測定値と新たな測定値の間で混乱が生じないようにするための配慮及び周知徹底が必要となる。

(5) その他の影響

① 高エネルギー光子及び重荷電粒子について

放射線管理の現場調査の結果、加速器施設や医療施設で使用される10 MeVを超える光子や陽子線で放射線業務従事者が直接的に被ばくする事はなく、既存の実用測定器で安全管理が行われている。新定義ドラフトでは、10 MeV～50 MeVの光子、陽電子、中間子、陽子、Heの線量換算係数が新たに追加されているが、これらはむしろ、航空機乗務員や宇宙飛行士、放射線治療の患者などの被ばく線量の評価に有用である。

② 水晶体の線量限度について

ICRU/ICRPで実用量の概念変更が提起されている一方で、国内では眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討が行われている。

「眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会：厚生労働省」では、
--- ソウル声明において勧告されたように、水晶体の等価線量限度を5年間の平均で20 mSv/年かついずれの1年においても50 mSvを超えないこととすることが適当であるとしている。また、水晶体の等価線量を算定するための実用量（3ミリメートル線量当量）による場所に係る測定は、今後の国際規格の整備状況等を注視する必要があるものの、現時点においては場所に係る測定ではICRU球における3ミリメートルの深さでの方向性線量当量を法令に取り入れる必要性は薄いと考えられる。3ミリメートル線量当量による個人の外部被ばくに係る測定及び水晶体の等価線量の算定や、今後、正確に水晶体の等価線量を算定することが事業者等にとって必要となる場合があると見込まれることを踏まえれば、現行規定を見直し、個人の外部被ばく線量の測定方法として3ミリメートル線量当量を位置付けるとともに、3ミリメートル線量当量で水晶体の等価線量を算定することを可能とするべきである。---

等の議論があり、今回の概念変更に伴う3ミリメートル線量当量から水晶体の吸収線量への変更も併せて議論する必要がある。

③ 眼の水晶体及び皮膚の線量管理が等価線量 (Sv) から吸収線量 (Gy) になることについて

今回の調査は、測定の観点からのものであるが、個人の被ばく線量算定の観点からは、眼の水晶体及び皮膚の線量管理が等価線量 (Sv) から吸収線量 (Gy) になることの影響を更に調査・検討する必要がある。特に、中性子については、中性子単独で被ばくすることはなく、必ず光子の混在場での被ばくとなることから、中性子・光子混在場における評価について、中性子のRBEを考慮した加算が必要と考えられる。この点について、ICRPの等価線量限度の変更等の国際的な動向に注目しつつ検討する必要がある。

④ 個人線量計の方向特性について

現在の個人線量当量： $H_p(10)$ を測定する際の線量計の校正は、スラブファントム (30 cm×30 cm×15 cm) の表面から1 cm深さでの吸収線量を基本としている。そのため方向特性は正面±60度の範囲のみで評価されており、90度入射や、背中からの入射である180度入射については、線量計の特性として試験評価をしていない。一方、新しい実用量である個人線量は、ICRPボクセルファントムが基本となっており、90度や180度入射の新定義換算係数は0度入射と比較し同等の数値であり、線量評価の上で無視できない。そのため、個人線量を測定する機器としての個人線量計にどのような方向特性を求めるのか、どの様に使いこなして線量評価に結び付けるのか、について、ユーザーや規制当局、メーカー等各ステークホルダー間で意見交換を行い、国際 (ISO、IEC) ・国内 (JIS) での合意、取り決めが今後必要であると考えられる。

3. まとめ

日本国内の線量管理の現場における実用測定器を用いた実用量の測定と評価（環境モニタリング、個人モニタリング）の実態と課題、線量管理の現場で用いられている実用測定器の性能確保のために実施している校正や特性評価の実態と課題について調査を行った。

実用量等の概念変更の内容を我が国の放射線防護の法体系に取り入れることとした場合、実用測定器を用いた線量管理の現場における実用量等の測定、実用測定器の性能確保、標準場・校正場における校正等への運用上の影響とその対応策について調査を行い、実用量等の概念変更に伴う我が国への影響等について報告書として体系的に取りまとめることができた。

本報告書では、概念変更に伴う実用測定器への影響として、とりわけ換算定数の変化を中心に取りまとめたが、広義には、表3-1及び3-2に示すように、用語、シンボルともに大きく変わるので、今後も併せて国内対応の議論が必要となる。

表3-1 現在の実用量と防護量

| 役割 | 防護量 | 実用量 | |
|-------------|------------------------------|--------------------|--------------------|
| | | エリアモニタリング | 個人モニタリング |
| 実効線量の管理 | 実効線量 E | 周辺線量当量 $H^*(10)$ | 個人線量当量 $H_p(10)$ |
| 眼の水晶体の線量管理 | 等価線量 H_{lens} | 方向性線量当量 $H'(3)$ | 個人線量当量 $H_p(3)$ |
| 局所的な皮膚の線量管理 | 等価線量 $H_{\text{local skin}}$ | 方向性線量当量 $H'(0.07)$ | 個人線量当量 $H_p(0.07)$ |

表3-2 新たな実用量と防護量（ は変更される部分）

| 役割 | 防護量 | 実用量 | |
|-------------|---------------------------------------|--|--|
| | | エリアモニタリング | 個人モニタリング |
| 実効線量の管理 | 実効線量 E | 周辺線量 H^* | 個人線量 H_p |
| 眼の水晶体の線量管理 | 臓器平均吸収線量 D_T （水晶体における吸収線量） | 方向性水晶体吸収線量 $D'_{\text{lens}}(\mathcal{Q})$ | 個人水晶体吸収線量 $D_{p \text{ lens}}$ |
| 局所的な皮膚の線量管理 | 臓器平均吸収線量 D_T （局所皮膚の規定された部分の吸収線量） | 方向性局所皮膚吸収線量 $D'_{\text{local skin}}(\mathcal{Q})$ | 個人局所皮膚吸収線量 $D_{p \text{ local skin}}$ |

添付資料 1

アンケート調査用紙

アンケート内容

原子力・放射線利用施設における線量管理のための実用測定器（放射線測定器：サーベイメータ等）の利用に関する現状調査

調査につきましては、貴機関におきましてご使用の実用測定器毎に

- ・現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー
- ・線量率範囲 (Sv/h)
- ・主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類
- ・測定エリア
- ・所有台数
- ・校正の頻度
- ・校正線源
- ・校正の方法等

を記載いただきますようお願いいたします。

記載いただく表は、下記のとおりで多岐にわたりますが、該当する実用測定器を用いていない場合には「該当なし」と記載してください。

| | 線種 | 測定する量 | 評価対象 | 記載いただく表 |
|----------|-----|---|------|---------|
| 場のモニタリング | 光子 | 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量) | 実効線量 | 表 A-p-1 |
| | | 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ ($70 \mu\text{m}$ 線量当量) | 等価線量 | 表 A-p-2 |
| | 中性子 | 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量) | 実効線量 | 表 A-n-1 |
| | 電子 | 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ ($70 \mu\text{m}$ 線量当量) | 等価線量 | 表 A-e-1 |
| 個人モニタリング | 光子 | 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量) | 実効線量 | 表 B-p-1 |
| | | 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70 \mu\text{m}$ 線量当量) | 等価線量 | 表 B-p-2 |
| | 中性子 | 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量) | 実効線量 | 表 B-n-1 |
| | 電子 | 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70 \mu\text{m}$ 線量当量) | 等価線量 | 表 B-e-1 |

この表に記載した実用量以外の量として、例えば、照射線量 (R 単位など)、空気吸収線量 (Gy 単位) や眼の水晶体の等価線量のための 3mm 線量当量実用量などを読み値としている測定器を用いている場合は、表 C に記入してください。

A. 場のモニタリングについて

1. 光子（ γ 線またはX線）の測定

例を参考に空欄に当てはまる内容をご記入ください。

表 A-p-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| N o | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 〔放射線測定器 (サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有 台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正 線源 | 校正の方法等 |
|--------|---|-------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 例 | 60 keV~7 MeV (RI: ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{60}Co , 加速器: $^{19}\text{F}(p, \alpha \gamma)^{16}\text{O}$) | 1 μ ~ 100 m | 半導体 エリアモニタ | 管理区域 内、管理区 域境界 | 5 台 | 外注 (1 年毎) (メーカー) | ^{137}Cs | 基準照射 場を用い る |
| 例 | ^{125}I 、 ^{111}In 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ | 1 μ ~ 100 m | 電離箱式 サーベイ | 管理区域 内、事業所 境界 | 5 台 | 外注 (2 年毎) (メーカー) | ^{137}Cs | 基準線源 を用いる |
| 例 | 30 keV~ 250 keV (X 線発生装置) | 0.01 μ ~30 μ | NaI サーベイ | 全てのエリ ア | 20 台 | 事業所内 (1 年毎) 外注 (5 年毎) (放計協) | ^{137}Cs | 置換法を 用いる 基準線源 を用いる |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 〔放射線測定器 (サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有 台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正 線源 | 校正の方法等 |
|---|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------|----------|---------------------------------|-------------------|--------------|
| 例 | 30 keV~ 250 keV (X 線発生装置) | 1 μ ~ 100 m | 電離箱式サーベ イ | | | 外注(1 年毎) (メーカー) | ^{137}Cs | 基準線源 を用いる |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供
ください。

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象 エネルギー | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 〔放射線測定器 (サーベイメータ 等)]の種類 | 測定エリア | 所 有 台 数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正 線源 | 校正の 方法等 |
|---|--|---------------------|--|----------------------|------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| 例 | 熱~20 MeV (熱, 重水減速, 黒鉛減速, ^{252}Cf , ^{241}Am -Be, RaD- Be, 単色中性子(8 keV~20 MeV)) | 1 μ ~ 100 m | BF_3 エリアモニ タ | 管理区域 内、管理区 域境界 | 2 台 | 外注 (1年毎) (メーカー) | ^{252}Cf | 基準線 源を用 いる |
| 例 | 熱~20 MeV (熱, 重水減速, 黒鉛減速, ^{252}Cf , ^{241}Am -Be, RaD- Be, 単色中性子(8 keV~20 MeV)) | 1 μ ~ 100 m | ^3He サーベイ | 管理区域内 | 3 台 | 事業所内 (1年毎) () | Am- Be | 比較線 源を用 いる。 |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |

3. 電子線 (β 線の測定)

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象 エネルギー | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 〔放射線測定器 (サーベイメータ 等)]の種類 | 測定エリア | 所 有 台 数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託 先) | 校正 線源 | 校正の 方法等 |
|---|--|---------------------|--|-------|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------|
| 例 | β 線: ^{147}Pm , ^{85}Kr , ^{204}Tl , ^{90}Sr - ^{90}Y (RI(β 線源)) | 1 μ ~ 100 m | 電離箱式サーベ イ | | | 外注(1年毎) (メーカー) | ^{90}Sr - ^{90}Y | 基準線 源を用 いる |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供
ください。

Q1: 場の測定に用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

例) 「被ばく線量の測定・評価マニュアル」、JEAG-4606 等

回答.....

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

回答.....

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

例 1) エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。

例 2) 指示値を対象エネルギーのレスポンスで除して評価している。

例 3) 過大評価となっても安全側なので、指示値でそのまま評価している。

回答.....

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

例) 遮へい計算により安全評価を行っている。

回答.....

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

例) ○○という対象線量を測定する上で、対応できる実用測定器がないので、○○という手法で管理を行っている。

回答.....

Q6: 施設に特有な放射線発生源や、被ばくが比較的多い作業における放射線発生源があれば、その発生源について、線源、線源から作業員が受けるエネルギーの範囲、線量管理に用いている測定器について記載してください。

回答.....

B 個人モニタリングについて

1. 光子（ γ 線またはX線）の測定

当てはまる内容を空欄にご記入ください。

表 B-p-1 個人線量当量 Hp(10) (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量範囲 (Sv) | 主な実用測定器(放射線測定器等)の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------------|-------------------------|------|---------------------------------|-------------------|------------|
| 例 | 30 keV~7 MeV (RI,X線,加速器) | 1 μ ~ 100 m | ガラスバッチ | 0 | 個人線量測定機関(千代田テクノル)から線量計を借用 | | |
| 例 | 30 keV~ 250 keV (X線) | 1 μ ~ 100 m | 電子式個人線量計 | 10台 | 事業所内(1年毎) 外注(5年毎) (放計協) | ¹³⁷ Cs | 基準線源を用いている |
| 例 | 60 keV~7 MeV (RI,加速器) | 0.2 m~ 1000 m | リングバッチ (ルミネスバ ッジ) | 0 | 個人線量測定機関(長瀬ランダウア)から線量計を借用 | | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

※管理対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。

表 B-p-2 個人線量当量 Hp(0.07) (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-------------------------------------|--------------------|------------------------------|------|---------------------------------|-------------------|------------|
| 例 | 光子: 30 keV~ 7 MeV (RI,X線,加速器) | 1 μ ~ 100 m | 電子式個人線量計 | 3台 | 事業所内(1年毎) 外注(5年毎) (メーカー) | ¹³⁷ Cs | 基準線源を用いている |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|----------------|------------------------------|------|---------------------------------|-------------------|--------|
| 例 | 熱~20 MeV (RI,加速器) | 1 μ ~100 m | ガラスバッチ | 0 | 個人線量測定機関(千代田テクノル)から線量計を借用 | | |
| 例 | 熱~20 MeV (RI,加速器) | 1 μ ~100 m | 電子式個人線量計 | 1台 | 外注 (日立) | ^{252}Cf | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

3. 電子線 (β 線) の測定

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|----------------|------------------------------|------|---------------------------------|------------------------------------|--------|
| 例 | β 線: ^{147}Pm , ^{85}Kr , ^{204}Tl , ^{90}Sr - ^{90}Y (RI(β 線源)) | 1 μ ~100 m | ガラスバッチ | 0 | 個人線量測定機関(千代田テクノル)から線量計を借用 | | |
| 例 | ^{90}Sr - ^{90}Y | 1 μ ~100 m | 電子式個人線量計 | 5台 | 外注 (富士電機) | ^{90}Sr - ^{90}Y | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

例) 「被ばく線量の測定・評価マニュアル」、JEAG-4610 等

回答.....

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

例1) エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。

例 2) 指示値を対象エネルギーのレスポンスで除して評価している。

例 3) 過大評価となっても安全側なので、指示値でそのまま評価している。

例 4) 個人線量測定機関からの測定値をそのまま利用している。

回答.....

Q3: 実用測定器（放射線測定器等）でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

例) 遮へい計算により安全評価を行っている。

例) 特に必要としていない。

回答.....

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器（放射線測定器等）を用い実用量（1cm 線量当量や 70μm 線量当量）の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

例) ○○という対象線量を測定する上で、対応できる実用測定器がないので、○○という手法で管理を行っている。

回答.....

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

例) 個人線量測定機関からの測定値をそのまま利用している。

回答.....

C その他のモニタリング(外部被ばくの放射線管理に使用している放射線測定器)

表 C その他の外部被ばくモニタリング

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 測定単位 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|--------------|------------------------------|------|-----------|---------------------------------|-----------------------------------|--------|
| 例 | β線: ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y | 1 μ ~ 100 m | 眼の水晶体個人線量計 | 1 | 3 mm 線量当量 | 外注 | ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y | |
| 例 | ¹²⁵ I, ¹¹¹ In, ^{99m} Tc | 1 μ ~ 100 m | 電離箱式サーベイメータ | 1 | C/kg, Gy | | ²²⁶ Ra | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |

D 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題について

標記課題について以下にご意見をいただきますようお願いいたします。

実用量の定義変更に伴い具体的には添付（ご参考）に示すように光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

回答.....

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

回答.....

添付資料 2

アンケート回答

① 原子力発電所(事業所 A)

A. 場のモニタリングについて

1. 光子 (γ 線または X 線) の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H'(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|---|--------------------------|--------------------------------|------------|------|---------------------------------|-------------------|--------|
| 1 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 0.1 μ ~ 1000 m | 電離箱式サー ベイメータ | 全てのエ リア | 233 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | |
| 2 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 0.01 μ ~ 30 μ | NaI(Tl)シンチ レーションサ ーベイメータ | 全てのエ リア | 72 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | |
| | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 0.001 m ~ 99.99 m | 線量率表示器 | 全てのエ リア | 70 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μ m線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|-------------------|------------------------------|------------|------|---------------------------------|------|------------------|
| 1 | 0.025eV ~ 約 15 MeV | 1 μ ~ 10 m | 中性子線サーベ イメータ | 全てのエリ ア | 9 | 外注(1年毎)メー カー点検 | | 熱中性子 速中性子 |

3. 電子線（ β 線の測定）

表 A-e-1 方向性線量当量 $H(0.07, \alpha)$ ($70 \mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|-------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 放射線エリアモニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

社内規定・マニュアル

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

測定機貸出(使用)前後における動作確認及びチェック線源による指示値確認。

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源(^{137}Cs など)以外のときの線量評価方法を教えてください。

特になし

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

該当なし

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

B. 個人モニタリングについて

1. 光子(γ 線またはX線)の測定

表 B-p-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1cm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正方法 |
|---|---|--|------------------------------|------|-------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | $0.01 \mu\text{Sv}$ ～ 999mSv | 電子式個人線量計 | 4572 | 事業所内(1年毎) | ^{90}Sr - ^{90}Y ^{137}Cs | β 線校正 γ 線校正 |
| 2 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , | $1 \mu\text{Sv}$ ～ | ポケット線 | 50 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | |

| | | | | | | | |
|---|--|--------------------------|-----------------------|-----|-------------------|--|--------------|
| | ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁸⁵ Kr, ¹³¹ I, ¹³³ Xe, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 等 | 9999 μSv | 量計 | | | | |
| 3 | ⁵¹ Cr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁸⁵ Kr, ¹³¹ I, ¹³³ Xe, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 等 | 0.01 μSv ～ 999 mSv | β γ 線用ポ ケット線量 計 | 944 | 外注(1年毎)メーカ 一点検 | ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y ¹³⁷ Cs | β線校正 γ線校正 |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

表 B-p-2 個人線量当量 Hp(0.07) (70 μm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線 測定器(サーベイメータ 等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正方法 |
|---|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|------|---------------------------------|------|------|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 Hp(10) (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線 測定器(サーベイメータ 等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注 (頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正方法 |
|---|---------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------|-------------------------------------|--|--------------|
| 1 | 0.025eV ~ 約 15MeV | 0.01 mSv～ 99.99 mSv | 中性子ポ ケット線量計 | 18 | 外注(1年毎)メーカ 一点検 | ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y ¹³⁷ Cs | β線校正 γ線校正 |

3. 電子線(β線)の測定

表 B-e-1 個人線量当量 Hp(0.07) (70 μm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線 測定器(サーベイメータ 等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注 (頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正方法 |
|---|--|----------------------|--------------------------------------|------|-------------------------------------|-----------------------------------|------|
| 1 | ⁵¹ Cr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁸⁵ Kr, ¹³¹ I, ¹³³ Xe, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 等 | 0.1 μSv～ 99.9 mSv | 電子式個人 線量計 | 4572 | 事業所内(1年毎) | ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y | |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

社内規定・マニュアル

(下線部は、質問に対する回答部分 以下同様)

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源(¹³⁷Cs など)以外のときの線量評価方法を教えてください。

特になし

Q3: 実用測定器（放射線測定器等）でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

該当なし

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器（放射線測定器等）を用い実用量（1cm線量当量や70 μ m線量当量）の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

該当なし

C. その他のモニタリング

特になし

D. 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題

コメントを賜りますようお願いいたします。

実用量の定義変更に伴い具体的には添付（ご参考）に示すように光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

計測器の台数が多いため、実用量変更した場合、一気に現場測定器へ反映することはできない。

順次変更することになるため、変更前と変更後が混在する期間が発生する。

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

特になし

②原子力発電所(事業所 B)

A. 場のモニタリングについて

1. 光子(γ線またはX線)の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所 有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|---|-------------------------|--|---------------------|-------|-------------------------|-------------------|--------|
| 1 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 0.001 m ～ 99.99 m | デジタルエリア モニタ [MAR-782,784] | 管理区域内 発電所敷地 内 | 38 | 事業所内(1回/年) | ^{137}Cs | JIS |
| 2 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 0.001 m ～300 m | デジタルエリア モニタ [MAR-784 OT03] | 管理区域内 | 23 | 事業所内(1回/年) | ^{137}Cs | JIS |
| 3 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 1 μ ～100 m | 電離箱サーベイ メータ [ICS-315] | 管理区域内 | 51 | 事業所内(1回/年) | ^{137}Cs | JIS |
| 4 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 1 μ ～300 m | 電離箱サーベイ メータ [ICS-323] | 管理区域内 | 72 | 事業所内(1回/年) | ^{137}Cs | JIS |
| 5 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | BG ～30 μ | NaI シンチレー ションサーベイ メータ [TCS-171] | 事業所境界 事業所周辺 | 10 | 事業所内(1回/年) | ^{137}Cs | JIS |
| 6 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 30 μ ～10 | T L バッジ自動 測定装置 [UD-7900P] | 管理区域内 | 1 | 事業所内(1回/年) | ^{137}Cs | JIS |
| 7 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 0 μ～ 99.99 m | テレテクタ [6112D] | 管理区域内 | 9 | 事業所内(1回/年) | ^{137}Cs | JIS |
| 8 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 10 μ Gy ～10 Gy | 蛍光ガラス線量 計リーダー [FGD-201S] | 発電所敷地 内 事業所周辺 | 2 | 事業所内(1回/年) | ^{137}Cs | JIS |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|------|-------------------------|---|--------|
| 1 | 0.025 eV～ 約 15 MeV | 0.01 μ ～ 10000 μ | 中性子サーベイメータ [TPS-451] | 管理区域内 管理区域外 (防災資機材) | 5 | 外注 (1回/年) (放計協) | ²⁴¹ Am-Be ²⁵² Cf | JIS |
| 2 | 0.025 eV～15 MeV | 1 μ ～ 99.99 m | 中性子サーベイメータ [NSN-3] | 管理区域外 (環境用) | 2 | 外注 (1回/年) (放計協) | ²⁴¹ Am-Be ²⁵² Cf | JIS |

3. 電子線 (β 線の測定)

表 A-p-3 方向性線量当量 H' (0.07, α) (70 μ m線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|-------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 放射線エリアモニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

放射線モニタリング指針 JEAG-4606 (下線部は、質問に対する回答部分 以下同様)
原子力安全技術センター 被ばく線量の測定・評価マニュアル

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

日常点検 (1月/回) にてチェックソースを当て指示値の確認等を行っている。
定期点検 (1年/回) にて校正及び電気回路(電気回路は機種による)の確認を行っている。
使用者がチェックソースを当て使用前後に動作確認を行っている。(電離箱のみ実施)
新規購入機器の納入時に校正を行っている。

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (¹³⁷Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

エネルギー特性がフラットな測定器を用いているため、特に評価は行っていない。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

想定している核種では、カバーできないエネルギーはないので想定していない。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

該当なし。

B. 個人モニタリングについて

1. 光子(γ線またはX線)の測定

表 B-p-1 個人線量当量 Hp(10) (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|-------------------------|--|------|---------------------------------|-------------------|--------|
| 1 | ⁵¹ Cr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁸⁵ Kr, ¹³¹ I, ¹³³ Xe, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 等 | 0.00m~ 999.99m | 電子式個人 線量計 [NRG10811- GYJYY-S] | 1097 | 事業所内(2回/年) | ¹³⁷ Cs | JIS |
| 2 | ⁵¹ Cr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁸⁵ Kr, ¹³¹ I, ¹³³ Xe, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 等 | 0.00 m~ 999.99 m | 電子式個人 線量計 [NRG11811- GYJYY-S] | 100 | 事業所内(2回/年) | ¹³⁷ Cs | JIS |
| 3 | ⁵¹ Cr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁸⁵ Kr, ¹³¹ I, ¹³³ Xe, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 等 | 1 μ~10 | 電子ポケッ ト線量計 [PDM-222] | 648 | 事業所内(1回/年) | ¹³⁷ Cs | JIS |
| 4 | ⁵¹ Cr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁸⁵ Kr, ¹³¹ I, ¹³³ Xe, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 等 | 0.01 m~ 99.99 m | 電子ポケッ ト線量計 [PDM-103] | 25 | 事業所内(1回/年) | ¹³⁷ Cs | JIS |
| 5 | ⁵¹ Cr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁸⁵ Kr, ¹³¹ I, ¹³³ Xe, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 等 | 0.001 m ~ 99.99 m | 電子ポケッ ト線量計 [PDM-192] | 30 | 事業所内(1回/年) | ¹³⁷ Cs | JIS |
| 6 | ⁵¹ Cr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, ⁵⁸ Co, ⁶⁰ Co, ⁸⁵ Kr, ¹³¹ I, ¹³³ Xe, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs 等 | 0.001 m ~ 999.9 m | 電子ポケッ ト線量計 [ADM-112] | 48 | 事業所内(1回/年) | ¹³⁷ Cs | JIS |
| 7 | ⁵¹ Cr, ⁵⁴ Mn, ⁵⁹ Fe, | 0.01 m~ 999.9 m | 電子ポケッ ト線量計 | 10 | 事業所内(1回/年) | ¹³⁷ Cs | JIS |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|-------|----------------|-------------------|-----|
| | ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | | [ADM- 353B] | | | | |
| 8 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 0.001 m ~9999 m | 電子ポケッ ト線量計 [EPD-701] | 10 | 事業所内(1回/年) | ^{137}Cs | JIS |
| 9 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 0.1 m~ 10 | ガラスバッ ジ | 550 個 | 外注 (千代田テクノ) | ^{137}Cs | JIS |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

表 B-p-2 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70\mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されて いる対象核種又は 管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定 器〔放射線測 定器(サー ベイメータ 等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法 等 |
|---|---|---------------------|--|-------|---------------------------------|-------------------|------------|
| 1 | ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{134}Cs , ^{137}Cs 等 | 0.1 m~ 10 | ガラスバッ ジ | 550 個 | 外注 (千代田テクノ) | ^{137}Cs | JIS |

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されて いる対象核種又は 管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定 器〔放射線測 定器(サー ベイメータ 等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法 等 |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|------|---------------------------------|------|------------|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

3. 電子線 (β 線) の測定

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70\mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されて いる対象核種又は管理 対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定 器〔放射線測 定器(サー ベイメータ 等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

個人線量モニタリング指針 JEAG-4610 (下線部は、質問に対する回答部分 以下同様)
X・ 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-4345
原子力安全技術センター 被ばく線量の測定・評価マニュアル

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。
エネルギー特性がフラットな測定器を用いているため、特に評価は行っていない。

Q3: 実用測定器 (放射線測定器等) でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。
想定している核種では、カバーできないエネルギーはないので想定していない。

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器 (放射線測定器等) を用い実用量 (1cm 線量当量や $70\mu\text{m}$ 線量当量) の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

該当なし。

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

該当なし。

C. その他のモニタリング

該当なし

D. 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題

実用量の定義変更に伴い具体的には添付 (ご参考) に示すように光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

- ・ 警報付きポケット線量計（富士電機）は、台数が多く見直し後の換算値入力に時間がかかる。
- ・ ポケット線量計（日立）は、表示値に換算値を掛けて手計算しなければならない。
- ・ 個人被ばく管理の5年ブロック管理で換算前と後の値の扱い。
- ・ 管理区域内・環境サーベイは、表示値に換算値を掛けて手計算を行わなければならない。
- ・ 切替時期の問題や準備期間が短いと対応が困難である。計測器は台数が多く、また定検等作業者が多い時期は、多くの計測器が使用中であることから換算値入力や切替方法に課題がある。
- ・ 警報付きポケット線量計とガラスバッジの評価時期が異なるため、切替直後は実用量の違う値が混在する。（官庁報告に警報付きポケット線量計の値を使用している。）

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

- ・ 警報付きポケット線量計は、切替日に事前換算しておいた計測器と切替える。（定検時は不可）
- ・ 5年ブロックの節目で評価を切替える。

③核燃料施設(再処理施設)

A. 場のモニタリングについて

1. 光子(γ線またはX線)の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)の種類 | 測定エリア | 所 有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|---|-------------------|-----------------------------|-------|-------|-------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | ²⁴¹ Am :59keV ¹³⁷ Cs:661.65keV ⁶⁰ Co:1173.24keV, 1332.50keV | 1 μ ~ 300 m | 電離箱式サーベイメータ | 管理区域内 | 353 | 事業所内(1年毎) | ¹³⁷ Cs | 基準電離箱により値付けされた場にて照射 |
| 2 | ²⁴¹ Am :59keV ¹³⁷ Cs:661.65keV ⁶⁰ Co:1173.24keV, 1332.50keV | 0.01 μ ~ 30 μ | NaIサーベイメータ | 管理区域内 | 31 | 事業所内(1年毎) | ¹³⁷ Cs | 基準電離箱により値付けされた場にて照射 |
| 3 | ²⁴¹ Am :59keV ¹³⁷ Cs:661.65keV ⁶⁰ Co:1173.24keV, 1332.50keV | 1 μ ~ 100 m | ポータブルエリアモニタ | 管理区域内 | 17 | 事業所内(1年毎) | ¹³⁷ Cs | 基準電離箱により値付けされた場にて照射 |
| 4 | ²⁴¹ Am :59keV ¹³⁷ Cs:661.65keV ⁶⁰ Co:1173.24keV, 1332.50keV | 0.01 μ ~ 10 Sv | テレテクタ | 管理区域内 | 18 | 事業所内(1年毎) | ¹³⁷ Cs | 基準電離箱により値付けされた場にて照射 |
| 5 | ⁶⁰ Co:1173.24keV, 1332.50keV | 10 μ ~ 1000 Sv | セル内サーベイメータ(水中サーベイメータ) | 管理区域内 | 10 | 事業所内(1年毎) | ¹³⁷ Cs | 基準電離箱により値付けされた場にて照射 |
| 6 | ²⁴¹ Am :59keV ¹³⁷ Cs:661.65keV ⁶⁰ Co:1173.24keV, 1332.50keV | 0.1 μ ~ 10 m | γ線エリアモニタ | 管理区域内 | 143 | 事業所内(1年毎) | ¹³⁷ Cs | 基準電離箱により値付けされた場にて照射 |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

表 A-p-2 方向性線量当量 $H(0.07, \alpha)$ (70 μ m線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)の種類 | 測定エリア | 所 有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|-----------------------------|-------|-------|-------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 (1 cm線量当量) $H^*(10)$

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所 有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校 正線源 | 校正の方法等 |
|---|---|----------------------|------------------------------|-------|-------|-------------------------|-------------------|--|
| 1 | 使用済燃料からのn線(約0.6 MeV) ガラス固化体からのn線(約0.2 MeV) | 0.01 μ ~ 10 m | 中性子線サーベイメータ | 管理区域内 | 40 | 事業所内 (1年毎) | ^{252}Cf | JIS Z 4521 解説 2.3 基準測定器と被校正器を同一配置で照射しその値を比較(置換法) |
| 2 | 使用済燃料からのn線(約0.6 MeV) ガラス固化体からのn線(約0.2 MeV) | 0.01 μ ~ 1 m | 中性子線エリアモニタ | 管理区域内 | 40 | 事業所内 (1年毎) | ^{252}Cf | JIS Z 4521 解説 2.3 基準測定器と被校正器を同一配置で照射しその値を比較(置換法) |

3. 電子線 (β 線) の測定

表 A-e-3 方向性線量当量 $H(0.07, \alpha)$ ($70\mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所 有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校 正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 放射線エリアモニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

・放射線モニタリング指針 (JEAG 4606-2017)

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

■サーベイメータ

・作業者が使用前に測定器の簡易点検(外観点検、HV確認、チェック用線源)を実施し、性能が維持されていることを確認することがルール化されている。

■エリアモニタ

・1回/日の頻度にて、指示値に異常がないことおよび放射線管理施設における警報装置から発せられた警報の有無を確認している。

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源(^{137}Cs など)以外のときの線量評価方法を教えてください。

・光子（ γ 線または X 線）については、エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。（エネルギーの異なる複数の X・ γ 線が入射した場合でも線量算定計算が可能なレスポンス補正法を採用。 ^{137}Cs で校正され、各測定器（電離箱式サーベイメータであれば、30keV～2 MeV）のエネルギー範囲で依存しない平坦な応答を有している。）

・中性子については、速中性子は ^{252}Cf で校正されており、再処理施設の代表的な作業場における中性子スペクトルは ^{252}Cf のエネルギーと近いことを確認しているため、補正等を行っていない。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

・再処理事業所においては、実用測定器でカバーできないエネルギー領域の被ばくは考えにくく、現時点で対応実績はない。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

B. 個人モニタリングについて

1. 光子（ γ 線または X 線）の測定

表 B-p-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 〔放射線測定器 (サーベイメータ 等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内 (頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法 等 |
|---|---|---------------------|--|--|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1 | ^{241}Am :59keV ^{137}Cs :661.65keV ^{60}Co :1173.24keV ,1332.50keV | 0.01～ 1000 m | 警報付き個人被 ばく線量計 (APD (γ)) | 3958 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準電離箱に より値付けさ れた場にて照 射 |
| 2 | ^{241}Am :59keV ^{137}Cs :661.65keV ^{60}Co :1173.24keV ,1332.50keV | 1 μ ～ 10 Sv | ポケット線量計 (PD (γ)) | 90 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準電離箱に より値付けさ れた場にて照 射 |
| 3 | ^{241}Am :59keV ^{137}Cs :661.65keV ^{60}Co :1173.24keV ,1332.50keV | 0.1 m～ 1000 m | ガラスバッジ | 0 (千代田テク ノルとの測 定業務委託 契約にて社 | 外注 (チヨダ) | ^{137}Cs | |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|------------------|--|--|--|
| | | | | 員約 1500 名に配付) | | | |
|--|--|--|--|------------------|--|--|--|

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

表 B-p-2 個人線量当量 Hp(0.07)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|---|-------------------|------------------------------|--|---------------------------------|-------------------|--------|
| 1 | ²⁴¹ Am:59 keV ¹³⁷ Cs:662 keV ⁶⁰ Co:1173 keV ,1333 keV | 0.1 m～ 10000 m | ガラスバッジ | 0 (千代田テクノルの測定業務委託契約にて社員約 1500 名に配付) | 外注(チヨダ) | ¹³⁷ Cs | |

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 (1 cm線量当量) Hp(10) (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器(放射線測定器(サーベイメータ等)の種類) | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|---|----------------|------------------------------|--|---------------------------------|----------------------|---|
| 1 | 使用済燃料からの n 線 (約 0.6MeV) ガラス固化体からの n 線 (約 0.2MeV) | 0.1～ 1000 m | 警報付き個人被ばく線量計 (APD (γ + n)) | 1899 | 事業所内 (1 年毎) | ²⁵² C f | JIS Z 4521 解説 2.3 基準測定器と被校正器を同一配置で照射しその値を比較 (置換法) |
| 2 | 使用済燃料からの n 線 (約 0.6MeV) ガラス固化体からの n 線 (約 0.2MeV) | 0.01～ 100 m | ポケット線量計 (PD (n)) | 74 | 事業所内 (1 年毎) | ²⁵² C f | JIS Z 4521 解説 2.3 基準測定器と被校正器を同一配置で照射しその値を比較 (置換法) |
| 3 | 使用済燃料からの n 線 (約 0.6MeV) ガラス固化体からの n 線 (約 0.2MeV) | 0.1 m～ 60 m | ガラスバッジ | 0 (千代田テクノルの測定業務委託契約にて社員約 1500 名に配付) | 外注(チヨダ) | ²⁴¹ Am-Be | |

2. 電子線（β線）の測定

表 B-e-1 個人線量当量 Hp(0.07) (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)の種類〕 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注 (頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| 2 | ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y | 0.1 mSv～ 10 Sv | ガラスバッジ | 0 (千代田テクノルの測定業務委託契約にて社員約1500名に配付) | 外注(チヨダ) | ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y | |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

- ・被ばく線量の測定・評価マニュアル
- ・個人線量モニタリング指針 (JEAG-4610-2017)

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (¹³⁷Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

■ ガラスバッジ、APD (γ)、PD (γ)

・光子 (γ線または X 線) については、エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。(エネルギーの異なる複数の X・γ 線が入射した場合でも線量算定計算が可能なレスポンス補正法を採用。¹³⁷Cs で校正され、各測定器のエネルギー範囲でエネルギーに依存しない平坦な応答を有している。)

・中性子については、エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。(252Cf で校正され、測定器のエネルギー範囲でエネルギーに依存しない平坦な応答を有している。)

■ APD (γ+n)、PD (n)

・上記線量計は作業管理用の線量計として使用しており、施設の中性子場に応じて補正係数を乗じている。

Q3: 実用測定器 (放射線測定器等) でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

・再処理事業所においては、実用測定器でカバーできないエネルギー領域の被ばくは考えにくく、現時点で対応実績はない。

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器（放射線測定器等）を用い実用量（1cm 線量当量や $70\mu\text{m}$ 線量当量）の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

・2021年度の法令改正時に眼の水晶体の等価線量限度が引き下げられることから、引き下げ後における当社再処理施設に従事する放射線業務従事者の放射線防護の最適化および3mm 線量当量の測定の要否および着用位置について検討中である。

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

該当なし

C その他のモニタリング

該当なし

D 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題

実用量の定義変更に伴い具体的には添付（ご参考）に示すように光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

再処理施設においては ^{241}Am の 59 keV をはじめ ^{60}Co の 1173.2 keV、1332.5 keV 等が混在している。新しい実用量の定義においては、59 keV 付近は過大評価となることが想定されることから、何らかの補正が必要となるものの、エネルギー成分比が一定でない混在場での補正は非常に困難である。

また、定義変更に伴う線量評価値の大きな変更は、放射線管理においては過去の評価結果と比較し作業に反映することが多いことから、ある一定期間は現場に混乱が生ずると考える。

現定義において防護量に対し保守側の評価が可能なエネルギー帯においては、現行どおりとできないか。また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

特になし

④研究施設(研究炉、核燃使用、RI)

A. 場のモニタリングについて

1. 光子(γ線またはX線)の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) 注) | 主な実用測定器(放射線測定器(サーベイメータ等))の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|---|--------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 主に 80keV ~ 1.3 MeV (原子炉由来、 腐食生成物、 放射化物、 核燃料物質)、 7.1 MeV 原子炉 運転時の一次冷 却水 (^{16}N) | 0.1 μ ~ 10 m | 半導体 エリアモニタ | 管理区域内 | 17 | 事業所内 (1年 毎) | ^{137}Cs | 基準校正 場を用い る。 |
| 2 | | 10 μ ~ 1 | 半導体 エリアモニタ | 管理区域内 | 3 | 事業所内 (1年 毎) | ^{137}Cs | 基準校正 場を用い る。 |
| 3 | | 10 m ~ 10^3 | 電離箱 エリアモニタ | 管理区域内 | 2 | 事業所内 (1年 毎) | ^{60}Co | 基準校正 場を用い る。 |
| 4 | | 10 μ ~ 2^{*1} | TLD | 管理区域内 | 数 10 個 *2 | 事業所内 (1年毎) * 外注 (1年毎) ** *TLD、**TLDリー ダ | ^{137}Cs | 基準校正 場を用い る。 |
| 5 | | 0.2 μ ~ 300 μ | GM 管式サー ベイメータ | 管理区域内 管理区域境 界 | 9 | 事業所内 (1年 毎) | ^{137}Cs | 基準校正 場を用い る。 |
| 6 | | 20 μ ~ 10 | GM 管式サー ベイメータ (高線量率 用) | 管理区域内 | 1 | 事業所内 (1年 毎) | ^{137}Cs , ^{60}Co | 基準校正 場を用い る。 |
| 7 | | 1 μ ~ 300 m | 電離箱式サー ベイメータ | 管理区域内 | 5 | 事業所内 (1年 毎) | ^{137}Cs , ^{60}Co | 基準校正 場を用い る。 |
| 8 | | 0.3 μ ~ 30 μ | NaI(Tl)式サー ベイメータ | 管理区域内 | 2 | 事業所内 (1年 毎) | ^{137}Cs | 基準校正 場を用い る。 |
| 9 | | ~ 0.1 μ Gy/h | モニタリング ポスト (NaI(Tl)) *3 | 周辺監視区 域内 | 5 | | | JIS Z 4325 に 準拠した 感度確認 |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

注) 線量率範囲は、測定器仕様を記載。所有台数については事業所で一括管理しているため、施設設備数の目安を記載

*1 積算線量を測定

*2 予備やBG用も含む(7箇所を設置)

3 空気吸収線量(率)を測定。得られた空気吸収線量(率)に保守的に最大となる換算係数 $h^(10)/K_a$ (1.74 Sv/Gy) を乗じて $H^*(10)$ を評価。測定評価結果は他の施設の寄与を含む。

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ ($70 \mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|---------------------------------|--|-----------------|----------------------|---|--|--------------|
| 1 | | $0.01 \mu \sim 10 \text{ m}$ | 中性子サーベイメータ (He-3 比例計数管) | 管理区域内 管理区域境界 | 2 台 | 事業所内 (1 年毎) | $^{241}\text{Am-Be}$ (n_{γ}) 熱中性子 (n_{th}) | 基準校正場を用いる。 |
| 2 | 主に冷中性子～熱中性子(原子炉運転中、実験孔の開孔時) | $1 \mu \sim 100 \text{ m}^{*1}$ | TLD ($^6\text{Li}_2^{10}\text{B}_4\text{O}_7(\text{Cu})$ ($\gamma+n_{th}$), $^7\text{Li}_2^{11}\text{B}_4\text{O}_7(\text{Cu})$ (γ)) | 管理区域内 | 数 10 個 ^{*2} | 事業所内 (1 年毎) * 外注 (1 年毎) ** *TLD、**TLD リーダ | 熱中性子 (n_{th}) | 基準校正場を用いる。 |
| 3 | | $0.1 \mu \sim 100 \text{ m}$ | BF_3 エリアモニタ (パラフィンモデレータ付き) | 管理区域内 | 8 台 | 事業所内 (1 年毎) ※レスポンス確認 | RaD-Be | 比較によるレスポンス確認 |

注) 線量率範囲は、測定器仕様を記載。所有台数については事業所で一括管理しているため、施設設備数の目安を記載

*1 積算線量を測定

*2 予備やBG用も含む(7箇所を設置)

3. 電子線 (β 線の測定)

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ ($70 \mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 場の測定に用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

事業所内規定

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。事業所内規定に基づく点検（1回/週）で実施。エリアモニタに対し、指示値の確認、警報試験を実施。サーベイメータに対し、電圧印加状態、BG確認、ゼロ点調整等の測定器の種別に応じた点検を実施。

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。指示値でそのまま評価している。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

・原子炉運転中の一次冷却水配管（例えば、N-16 (7.1MeV) 等の高エネルギー γ 線放出核種が高線量率で発生するエリア）は、立入禁止措置をとっている。事故時等で入域する必要がある場合は、電離箱式サーベイメータによる測定を実施する。

・パルス型出力の原子炉において中性子を計測する際、受動型中性子測定器に低線量まで評価できるものが無いため、レムカウンタの計数値に数え落としに係る独自の補正係数を乗じて線量評価している。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

・現在使用しているサーベイメータの仕様では、高エネルギー γ 線に対する特性が不明である。個別に試験して確認する必要がある。

・中性子線エリアモニタ（モデレータ付き BF_3 ）について、保守的となる単一エネルギーを決め、計数率から線量当量率を換算するようにしている。研究用原子炉で使用する多数の実験装置の使用によって、中性子線エネルギー分布が刻々と異なることから、線量評価値の精度が低い。

・パルス型出力の原子炉において中性子線の線量当量率を計測する際、受動型中性子測定器に低線量まで評価できるものが無いため、レムカウンタの計数値に数え落としに係る独自の補正係数を乗じて線量評価している。

Q6: 施設に特有な放射線発生源や、被ばくが比較的多い作業における放射線発生源があれば、その発生源について、線源、線源から作業者が受けるエネルギーの範囲、線量管理に用いている測定器について記載してください。

・特になし

B 個人モニタリングについて

1. 光子（ γ 線またはX線）の測定

表 B-p-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|---------------|-------------------------------|-------|--|-------------------|-------------|
| 1 | 主に 80keV~1.3 MeV (原子炉由来、腐食生成物、放射化物、核燃料物質)、7.1 MeV 原子炉運転時の一次冷却水 (^{16}N) | 0.1 m~10 | OSL バッジ*1 | 20000 | 事業所内 (1年毎) *リーダーの校正 **各素子の健全性は別途確認 | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 2 | | 1 μ ~10 m | 電子式個人線量計(シリコン半導体検出器) *2 | 約 200 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 3 | | 1 μ ~1 | 警報付電子式個人線量計(シリコン半導体検出器) *2 | 10 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

注) 線量率範囲は、測定器仕様を記載。

*1 基本線量計、他の施設と共通で一括して管理

*2 補助線量計(放射線作業に伴う線量管理、一時立入者の線量管理に使用)

表 B-p-2 個人線量当量 $H_p(0.07)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|--------------|------------------------------|-------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | 主に 80keV~1.3 MeV (原子炉由来、腐食生成物、放射化物、核燃料物質)、7.1 MeV 原子炉運転時の一次冷却水 (^{16}N) | 0.1 m~10 | OSL バッジ*1 | 20000 | *2 | | |

*1 基本線量計、他の施設と共通で一括して管理

*2 $H_p(0.07)$ での定期校正は行っていない。

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|---|------------------------------------|------------|---------------------------------|----------------------|--------|
| 1 | 主に冷中性子～熱中性子(原子炉運転中、実験孔の開孔時) | 0.1m～6m (熱中性子) 0.1m～50m (速中性子) ^{*1} | OSL バッジ ^{*2} (固体飛跡検出器) | 外注 (0台) | 外注 個人線量測定機関の線量計測定サービスを利用 | | |
| 2 | | 10 μ～100 m | 電子式個人線量計 | 10台 | 事業所内 (1年毎) | 熱中性子 (n_{th}) | 参考使用 |

*1 外注仕様書

*2 OSL バッジ：OSL 線量計と固体飛跡検出器が組み込まれている

3. 電子線 (β 線) の測定

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70 \mu m$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|---------------|------------------------------|--------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | — | 0.1 mSv～10 Sv | OSL バッジ ^{*1} | 20000台 | *2 | | |

*1 基本線量計、他の施設と共通で一括して管理

*2 $H_p(0.07)$ での定期校正は行っていない。導入時に試験を行い応答を確認している。

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

事業所内規定

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。
OSL バッジの評価値で外部被ばくに係る被ばく線量を算定している。OSL 線量計については、線量評価アルゴリズムにより評価している(エネルギー特性については、導入時に試験を行って明らかにしている)。
固体飛跡検出器については、個人線量測定機関からの線量評価値を使用している(対象エネルギー範囲において、エネルギー特性は良好である)。
電子線量計については、メーカー仕様のエネルギー特性において良好な領域で使用しているため、補正はせず、指示値でそのまま評価している。

Q3: 実用測定器(放射線測定器等)でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、

どのように対応していますか。

特に必要としていない。※高い被ばく線量が想定される場合は、事業所内基準に基づき臨時測定を行う。

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器（放射線測定器等）を用い実用量（1cm線量当量や70 μ m線量当量）の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

特に必要としていない。OSLバッジの線量評価値で外部被ばくに係る被ばく線量を算定している。

C その他のモニタリング

表C その他の外部被ばくモニタリング

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

⑤研究施設 (RI, 少量核燃) — 1

A. 場のモニタリングについて

1. 光子 (γ 線またはX線) の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|------------------------|-----------------------------------|--------------|------|-------------------------|-------------------|-----------|
| 1 | ^{241}Am 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs | $0.1 \mu \sim 100 \mu$ | GM管式サーベイメータ、電離箱式サーベイメータ | 管理区域内、管理区域境界 | 10 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いる |
| 2 | | $0.1 \mu \sim 100 \mu$ | 可搬型 γ 線エリアモニタ | 管理区域内 | 6 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いる |
| 3 | | BG $\sim 0.1 \mu$ | NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ(エネルギー補償型) | 事業所境界 | 1 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いる |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ ($70 \mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|-------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|------------------------|----------------------------------|-----------------------|------|-------------------------|---|-----------|
| 1 | ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am-Be}$ | $0.1 \mu \sim 100 \mu$ | 中性子サーベイメータ(^3He 比例計数管) | 管理区域内、管理区域境界 事業所境界 | 1 | 事業所内(1年毎) | $^{241}\text{Am-Be}$ (n_f) 熱中性子 (n_{th}) | 基準校正場を用いる |

3. 電子線（β線）の測定

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 〔放射線測定器 (サーベイメータ 等)]の種類 | 測定エリア | 所 有 台数 | 定期校正 事業所内 (頻度) 外注 (頻度) (委託先) | 校正線源 | 校正の 方法等 |
|---|---------------------------------|---------------------|--|-------|-----------|------------------------------------|------|------------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 場の測定に用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

事業所内規定

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

事業所内規定に基づく点検 (1回/週)

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

^{137}Cs 以外の核種が主となる場合、エネルギー特性が良好な電離箱式サーベイメータを使用するなどで対応。中性子については、安全側の評価をするため、熱中性子と $^{241}\text{Am-Be}$ の校正定数のうち、いずれか大きい方を指示値に乗じて評価している。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

それぞれのエネルギー領域で適した実用測定器を使用しているため、カバーできない領域はない。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

Q6: 施設に特有な放射線発生源や、被ばくが比較的多い作業における放射線発生源があれば、その発生源について、線源、線源から作業員が受けるエネルギーの範囲、線量管理に用いている測定器について記載してください。

通常の放射線作業管理においては、取扱核種、汚染核種を事前に把握し、適正な測定器や測定法を事前にモニタリング計画として検討する。

B 個人モニタリングについて

1. 光子（ γ 線またはX線）の測定

表 B-p-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|------------------|------------------------------|-------|---|-------------------|-------------|
| 1 | ^{241}Am 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs | 0.1 m ～10 | OSL バッジ*1 | 20000 | 事業所内 (1年毎) *リーダーの校正 **各素子の健全性は 別途確認 | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 2 | | 0.1 μ ～ 1 | 電子式個人線量計*2 | 20 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

*1 基本線量計、他の施設と共通で一括して管理

*2 補助線量計(放射線作業に伴う線量管理、一時立入者の線量管理に使用)

表 B-p-2 個人線量当量 $H_p(0.07)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|--------------|------------------------------|---------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | ^{241}Am 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs | 0.1 m～ 10 | OSL バッジ*1 | 20000 台 | *2 | | |

*1 基本線量計、他の施設と共通で一括して管理

*2 $H_p(0.07)$ での定期校正は行っていない。導入時に試験を行い応答を確認している。

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|--|------------------------------|-------|-----------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | ^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am-Be}$ | 0.1 m～6 m (熱中性子) 0.1m～50 m (速中性子)*1 | OSL バッジ*2 (固体飛跡検出器) | | 外注 (0) | 外注 個人線量測定機関の線量計測定サービスを利用 | | |

*1 外注仕様書

*2 OSL バッジ：OSL 線量計と固体飛跡検出器が組み込まれている

3. 電子線（β線）の測定

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------|-------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | ^{60}Co 、 ^{137}Cs | 0.1 mSv ～10 Sv | OSL バッジ*1 | | 20000 | *2 | | |

*1 基本線量計、他の施設と共通で一括して管理

*2 $H_p(0.07)$ での定期校正は行っていない。

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

事業所内規定

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

OSL バッジの評価値で外部被ばくに係る被ばく線量を算定している。OSL 線量計については、線量評価アルゴリズムにより評価している (エネルギー特性については、導入時に試験を行って明らかにしている)。固体飛跡検出器については、個人線量測定機関からの線量評価値を使用している (対象エネルギー範囲において、エネルギー特性は良好である)。電子線量計については、メーカー仕様のエネルギー特性において良好な領域で使用しているため、補正はせず、指示値でそのまま評価している。

Q3: 実用測定器 (放射線測定器等) でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

特に必要としていない。※高い被ばく線量が想定される場合は、事業所内基準に基づき臨時測定を行う。

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器 (放射線測定器等) を用い実用量 (1cm 線量当量や 70 μm 線量当量) の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

特に必要としていない。OSL バッジの線量評価値で外部被ばくに係る被ばく線量を算定している。

C. その他のモニタリング

表 C その他の外部被ばくモニタリング

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

⑥研究施設 (RI, 少量核燃)—2

A. 場のモニタリングについて

1. 光子 (γ線またはX線) の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|-----------------|---|------------------------|------|-------------------------|-------------------|-------------|
| 1 | 60 keV~7 MeV (RI: ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{60}Co) (加速器: $^{19}\text{F}(p, \alpha \gamma)^{16}\text{O}$)*1 | B.G.~0.2 m | GM 管式サーベイメータ | 管理区域内、管理区域境界 RI 運搬時 | 1 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 2 | | ~B.G. | NaI(Tl) シンチレーション式サーベイメータ (エネルギー補償型) | 事業所境界*2 | 1 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 3 | | B.G.~1 | GM 管式サーベイメータ, 電離箱式サーベイメータ, NaI(Tl) シンチレーション式サーベイメータ (エネルギー補償型)、プラスチックシンチレーション式サーベイメータ | 管理区域内 (作業に伴う測定等) | 5 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 4 | | B.G.~1 | GM 管式エリアモニタ, 半導体式エリアモニタ | 管理区域内 | 5 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 5 | | ~B.G. (積算線量) | TLD | 管理区域境界 | 6個 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 6 | | ~B.G. | 電離箱式サーベイメータ | 管理区域内、管理区域境界 | 1 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 7 | | B.G.~300 m | 電離箱式サーベイメータ | 管理区域内 (作業に伴う測定等) | 1 | 事業所内 (1年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |

| | | | | | | | | |
|---|--|---------------------|----------------|------------|----|------------|-------------------|-------------------------|
| 8 | | B.G.～ 300 m | 半導体式エリア モニタ | 照射室内 | 1 | 事業所内 (1年毎) | ¹³⁷ Cs | 基準校 正場を 用いた 校正 |
| 9 | | ～B.G. (積算線 量) | TLD | 管理区域境 界 | 2個 | 事業所内 (1年毎) | ¹³⁷ Cs | 基準校 正場を 用いた 校正 |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

*1 主な線源に関する情報を示した。人が常時立ち入る場所での被ばくは、(1)遮蔽物（コンクリート、迷路構造）からの漏えい線量によるもの、(2)線源の取扱い時、がある。

*2 他の施設を含む。

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μ m線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所 有 台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正 線源 | 校正の 方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|-----------|---------------------------------|----------|------------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所 有 台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正 線源 | 校正の 方法等 |
|---|--|-------------------------------------|--|---|-----------|-----------------------------------|---|--------------------------|
| 1 | 熱～20MeV (熱、重水減速、 黒鉛減速、 ²⁵² Cf、 ²⁴¹ Am-Be、 RaD-Be、 単色中性子(8 keV～20 MeV))* ¹ | B.G.～ 0.2 m | 中性子サーベイ メータ(³ He比例 計数管) | 管理区域内 管理区域境 界 RI運搬時 事業所境界* ² | 1 | 事業所内 (1年毎) | ²⁴¹ Am-Be (n _n) 熱中性子 (n _{th}) | 基準校 正場を 用いた 校正 |
| 2 | | B.G.～ 10 m | 中性子サーベイ メータ(³ He比例 計数管) | 管理区域内 (作業に伴 う測定等) | 1 | 事業所内 (1年毎) | ²⁴¹ Am-Be (n _n) 熱中性子 (n _{th}) | 基準校 正場を 用いた 校正 |
| 3 | | (参考)* ³ B.G.～ 10 m | BF ₃ エリアモニ タ(パラフィン モデレータ付 き) | 管理区域内 | 2 | 事業所内 (1年毎) ※レスポンス確認 | RaD-Be | 比較に よるレ スポン ス確認 |

*1 主な線源に関する情報を示した。人が常時立ち入る場所での被ばくは、(1)遮蔽物（コンクリート、迷路構造）からの漏えい線量、(2)線源の取扱い時の線量、がある。

*2 他の施設を含む

*3 cps 表示であり、実用量を使用していないため、参考

3. 電子線（β線の測定）

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|---|--------------|------------------------------|----------------|------|-------------------------|------|--------------------------|
| 1 | ^{147}Pm , ^{85}Kr , ^{204}Tl , ^{90}Sr - $^{90}\text{Y}^{\beta}$ | BG~50 m | 電離箱式サーベイメータ | 管理区域内(作業に伴う測定) | 1 | | | γ線(S-Cs)によるH*(10)での校正を実施 |

*1 主な線源に関する情報を示した。人が常時立ち入る場所での被ばくは、(1)線源の取扱い時の線量、がある。

Q1: 場の測定に用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

事業所内規定

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

事業所内規定に基づく点検(1回/週)

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源(^{137}Cs など)以外のときの線量評価方法を教えてください。

エネルギー特性が良好な測定器を使用。中性子については、安全側の評価をするため、熱中性子と $^{241}\text{Am-Be}$ の校正定数のうち、いずれか大きい方を指示値に乗じて評価している。必要に応じて、測定器の応答を試験する環境も整備している。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

それぞれのエネルギー領域で適した実用測定器を使用しているため、カバーできない領域はない。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

・高線量当量率での校正について、 ^{60}Co 線源の減衰に伴い、テレクタ等高線量率レンジでのJISに準拠した校正が困難になり始めている。

・GM計数管の製造停止に伴い、今後GM管から他のものに順次置き換える必要がある。

Q6: 施設に特有な放射線発生源や、被ばくが比較的多い作業における放射線発生源があれば、その発生源について、線源、線源から作業員が受けるエネルギーの範囲、線量管理に用いている測定器について記載してください。

施設に特有な放射線発生源としては、加速器を用いた単色中性子、高エネルギー光子、またX線発

生装置からの低エネルギー光子、RI 中性子線源、 β 線源がある。これらについては、インターロックや遮蔽により、通常操業においては作業者が直接これらの放射線に被ばくする可能性は低い。エネルギー範囲及び測定器については上表のとおり。

B 個人モニタリングについて

1. 光子 (γ 線または X 線) の測定

表 B-p-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------|--|-------------------|-------------|
| 1 | 30 keV~7 MeV (RI,X 線,加速器) | 0.1 m~ 10 | OSL バッジ*1 | 20000 | 事業所内 (1 年毎) *リーダーの校正 **各素子の健全性は別途確認 | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |
| 2 | 30 keV~250 keV (X 線) | 0.1 μ ~ 1 | 電子式個人線量計*2 | 1 | | | |
| 3 | 60 keV~7 MeV (RI,加速器) | 0.1 μ ~ 10 | 電子式個人線量計*2 | 14 | 事業所内 (1 年毎) | ^{137}Cs | 基準校正場を用いた校正 |

※対象エネルギーにつきまして、X 施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

*1 基本線量計、他の施設と共通で一括して管理

*2 補助線量計(放射線作業に伴う線量管理、一時立入者の線量管理に使用)

表 B-p-2 個人線量当量 $H_p(0.07)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|------------------------------|--------------|------------------------------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | 30 keV~7 MeV (RI,X 線,加速器) | 0.1 m~ 10 | OSL バッジ*1 | *2 | | | |

*1 基本線量計、他の施設と共通で一括して管理

*2 $H_p(0.07)$ での定期校正は行っていない。

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--|------------------------------|-----------|---------------------------------|----------------------|-------------|
| 1 | 熱~20 MeV (RI,加速器) | 0.1 m ~ 6 m (熱中性子) 0.1 m ~ 50 m (速中性子) *1 | OSL バッジ*2 (固体飛跡検出器) | 外注 (0) | 外注 個人線量測定機関の線量計測定サービスを利用 | | |
| 2 | | 0.01 m~99.99 m | 電子式個人線量計*3 | 6 | 事業所内 (1年毎) | ²⁴¹ Am-Be | 基準校正場を用いた校正 |

*1 外注仕様書

*2 OSL バッジ：OSL 線量計と固体飛跡検出器が組み込まれている

*3 補助線量計(放射線作業に伴う線量管理、一時立入者の線量管理に使用)

3. 電子線(β線)の測定

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|--------------|------------------------------|-------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | ¹⁴⁷ Pm, ⁸⁵ Kr, ²⁰⁴ Tl, ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y (RI(β線源)) | 0.1 m~10 m | OSL バッジ*1 | 20000 | *2 | | |

*1 基本線量計、他の施設と共通で一括して管理

*2 $H_p(0.07)$ での定期校正は行っていない。導入時に試験を行い、応答を確認している。

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

事業所内規定

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源(¹³⁷Csなど)以外のときの線量評価方法を教えてください。

OSL バッジの評価値で外部被ばくに係る被ばく線量を算定している。OSL 線量計については、線量評価アルゴリズムにより評価している(エネルギー特性については、導入時に試験を行って明らかにしている)。固体飛跡検出器については、個人線量測定機関からの線量評価値を使用している(対象エネルギー範囲において、エネルギー特性は良好である)。電子線量計については、メーカー仕様のエネルギー特性において良好な領域で使用しているため、補正はせず、指示値でそのまま評価している。

Q3: 実用測定器(放射線測定器等)でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、

どのように対応していますか。

特に必要としていない。

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器（放射線測定器等）を用い実用量（1cm線量当量や70μm線量当量）の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

熱中性子校正場の構築に用いている²⁵²Cf線源の減衰の伴い、熱中性子を用いた個人線量計の校正が困難になってきている。実用量変更に伴いさらに供給する線量当量率が減少することが予想される。

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

特に必要としていない。OSLバッジの線量評価値で外部被ばくに係る被ばく線量を算定している。

C その他のモニタリング

表 C その他の外部被ばくモニタリング

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 (放射線測定器等)の種類 | 所 有 台 数 | 測 定 値 の 単 位 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度) (委託先) | 校正線源 | 備考 |
|---|-------------------------------|-----------------|-------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------------|------|----|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

D 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題について

標記課題について以下にご意見をいただきますようお願いいたします。

実用量の定義変更に伴い具体的には添付（ご参考）に示すように

光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。

同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

- ① 実用量変更の影響を評価するうえで必要な実用測定器の性能評価試験を適切な品質保証体制下で実施できる体制が整っていない。
- ② 実用量変更の影響を評価するうえで、散乱線を含めた人が常時立ち入る放射線場の情報（エネルギー、方向性）が限られている。
- ③ 個人線量については、 180° や ROT の換算係数が与えられているが、この試験をどのように行うか、また規格等で性能要求する必要があるかの検討が必要である。
- ④ β 線校正場で校正または試験を行うためには、基準量である組織吸収線量からの換算係数が必要である。
- ⑤ 現状の線量計を引き続き使用できるかが懸念される（必要なコスト等）。
- ⑥ 移行期において、新旧実用量で校正した測定器が混在する場合、測定器により測定結果が異なることになり混乱が予想される。
- ⑦ 通常、 ^{137}Cs で校正しているため、設計変更なしに現状の線量計を用いると 70 keV 以下の X 線場での測定は過大評価の可能性がある。同様に、設計変更なしでは、 $\beta \gamma$ 混在場で β 線に対して過小応答となる可能性がある。また、中性子については、校正点並びに放射線管理での使用時にどの校正定数を使用するかの再検討が必要になる可能性がある。
- ⑧ 個人線量計測定のインハウス事業者では、アルゴリズム等の変更コストが必要となる可能性がある。また、補助線量計として用いている電子線量計で校正定数をユーザー側で変更できないものは、測定時には指示値に校正定数をその度に乗ずる必要があり煩雑かつ混乱が予想される。
- ⑨ 個人線量測定分野では認定制度が導入されており、その中で技術的要求事項は JIS 規格に依っている。実用量の変更に伴って、認定取得機関に新たに JIS の全規格要件への対応を求めると膨大な試験が必要となりかなりのリソースが必要になると予想される。これについては他の J I S 規格を持つ放射線・線量測定器も同様であるが、個人線量計は認定制度が導入されていること、J I S の規格要件が（他と比べて）かなり詳細であることから特に問題となると考えられる。
- ⑩ 防護量に対する実用量の保守性が小さくなることから、これらの情報を基に特に測定器のアンダーレスポンスに対する許容幅について検討しておく必要がある。
- ⑪ 光子について、40 keV 以上では $H(3)/K_a < H(10)/K_a$ であったが、幅広い領域で $D'_{\text{lens}}/K_a > H/K_a$ となり、 D'_{lens} が limiting になる。現状、 $H(3)$ モニタリングは規制要求されていないが、このような状況を踏まえて D'_{lens} の測定が必要になると混乱する可能性がある。
- ⑫ 眼の水晶体用の線量計については、法令改正を踏まえて整備を行っているところであるが、設計変更が必要になる可能性があり、さらなる初期コストが懸念される。

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

① ISO/IEC 17025 に準拠した試験所があれば、実用量の定義変更による実用測定器の性能評価試験を適切な品質保証体制の下で、実施することが可能になる。

代表的な場のスペクトル、ジオメトリ等を把握し、実用量変更に伴う影響について評価しておく。光子については、高線量率下においても現場の光子スペクトルを測定評価できるシステムを整備した。中性子については、IAEA technical report series No. 403 の標準スペクトルデータなどが利用できるかもしれな

い。

⑥ 過去の変更時等での対応を調査しておく。

⑤～⑧ 線量計の設計変更なしにどこまで対応できるかを検討する。また、線量計の性能要求の許容範囲を明確にしておく必要がある。

⑨ 実用量の変更に伴って対応が必要な要件（エネルギー特性など）を明確にしておき、認定継続の条件としてはその対応のみに絞るべきと考える。

⑦研究施設(高エネルギー加速器等、X線発生装置)

A 場のモニタリングについて

1. 光子(γ線またはX線)の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|----------------------|------------------------------|--------------------|------|---------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 100 keV~5 MeV (RI: ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{60}Co , 加速器、X線発生装置) | $0.1\mu\sim 100\mu$ | 電離箱 エリアモニタ | 管理区域内、管理区域境界、事業所境界 | 100 | 事業所内(1年に1回以上) 注) | ^{226}Ra | 置換法を用いる 基準線源を用いる |
| 2 | 30 keV~2 MeV (RI: ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{60}Co , 加速器、X線発生装置) | $0.2\mu\sim 1.0$ | 電離箱式 サーベイメータ | 管理区域内、管理区域境界 | 48 | 事業所内(1年毎) 注) | ^{137}Cs | 置換法を用いる 基準線源を用いる |
| 3 | 50 keV~3 MeV (RI: ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{60}Co , 加速器、X線発生装置) | $0.01\mu\sim 30\mu$ | NaI サーベイメータ | 全てのエリア | 17 | 事業所内(1年毎) 注) | ^{137}Cs | 置換法を用いる 基準線源を用いる |
| 3 | 8 keV~1.5 MeV (RI: ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{60}Co , 加速器、X線発生装置) | $0.01\mu\sim 600\mu$ | NaI サーベイメータ | 管理区域内、管理区域境界 | 3 | 事業所内(1年毎) 注) | ^{137}Cs | 置換法を用いる 基準線源を用いる |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

注) 基本的に1台外部に校正に出して、それを実用標準として他の機器を事業所内で校正

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|---|-----------------------------|---|--------------------------------|------|--------------------------|-------|-----------------------------|
| 1 | 熱~20 MeV (熱, 黒鉛減速, ^{252}Cf , $^{241}\text{Am-Be}$, 加速器) | 0.01 μ ~100 μ | BF_3 , ^3He エリア モニタ | 管理区域 内、管理区 域境界、事 業所境界 | 100 | 事業所内 (1年に1回以 上) 注) | Am-Be | 基準線源 を用いる 置換法を 用いる |
| 2 | 熱~20 MeV (熱, 黒鉛減速, ^{252}Cf , $^{241}\text{Am-Be}$, 加速器) | 0.01 μ ~10 m | BF_3 , ^3He サーベ イメータ | 管理区域 内、管理区 域境界、事 業所境界 | 15 | 事業所内 (1年毎) 注) | Am-Be | 基準線源 を用いる 置換法を 用いる |
| 3 | 熱~5 GeV (高エネルギー 加速器) | 0.01 μ ~100 m | ワイドレンジ中 性子サーベイメ ータ | 管理区域 内、管理区 域境界 | 1 | 事業所内 (1年毎) 注) | Am-Be | 基準線源 を用いる |

注) 基本的に1台外部に校正に出して、それを実用標準として他の機器を事業所内で校正

3. 電子線 (β 線の測定)

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|-------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 場の測定に用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

KEK internal report 95-3等を参照

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。
エリアモニタに関しては連続監視を行っており、指示値に異常がないか毎日チェックしている。

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。
エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。
遮へい計算により安全評価を行っている。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

Q6: 施設に特有な放射線発生源や、被ばくが比較的多い作業における放射線発生源があれば、その発生源について、線源、線源から作業者が受けるエネルギーの範囲、線量管理に用いている測定器について記載してください。

放射化物の管理、Co-60、1173, 1333 keV、NaI サーベイメータ、電離箱サーベイメータ

B 個人モニタリングについて

1. 光子 (γ 線または X 線) の測定

表 B-p-1 個人線量当量 Hp(10) (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内 (頻度) 外注 (頻度) (委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|------------------------------------|-------------------|------------|
| 1 | 5 keV~10 MeV (RI,X線,加速器) | 10 μ~10 | ルミネスバッジ 注) | 700 | 個人線量測定機関 (長瀬ランダウア) から線量計を借用 | | |
| 2 | 40 keV~2 MeV (RI,放射化物,加速器) | 1 μ~1 | 電子式個人線量計 注) | 213 | 事業所内 (1年毎) | ¹³⁷ Cs | 基準線源を用いている |
| 3 | 5 keV~20 MeV (RI,放射化物,加速器) | 10 μ~10 | InLight(OSL)線量計 注) | 4000 | 外注 (1年毎) (メーカー) | | |

注) 職員は線量測定サービス (ルミネスバッジ) (1) を利用、電子式個人線量計 (2)、また InLight 線量計 (3) は放射光のユーザー等に補助的に貸し出し

表 B-p-2 個人線量当量 Hp(0.07) (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内 (頻度) 外注 (頻度) (委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|------------------------------------|------|--------|
| 1 | 5 keV~10 MeV (RI,X線,加速器) | 10 μ~10 | ルミネスバッジ 注) | 700 | 個人線量測定機関 (長瀬ランダウア) から線量計を借用 | | |
| 2 | 5 keV~20 MeV (RI,放射化物,加速器) | 10 μ~10 | InLight(OSL)線量計 注) | 4000 | 外注 (1年毎) (メーカー) | | |

注) 職員は外部の線量測定サービスを利用、電子式個人線量計、また InLight 線量計は放射光のユーザー等に補助的に貸し出し

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | 熱~20 MeV (RI,加速器) | 100 μ ~ 50 m | ルミネスバッジ | 700 個 | 個人線量測定機関(長瀬ランダウア)から線量計を借用 | | |

3. 電子線(β 線)の測定

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|-------------------|------------------------------|-------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | ^{90}Sr - ^{90}Y (RI(β 線源)) | 100 μ ~ 10 | ルミネスバッジ | 700 個 | 個人線量測定機関(長瀬ランダウア)から線量計を借用 | | |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

長瀬ランダウアのマニュアル等

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源(^{137}Cs など)以外のときの線量評価方法を教えてください。

個人線量測定機関からの測定値をそのまま利用している。

Q3: 実用測定器(放射線測定器等)でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

遮へい計算により安全評価を行い、必要に応じて換算係数を修正している。

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器(放射線測定器等)を用い実用量(1cm線量当量や70 μ m線量当量)の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

遮へい計算により安全評価を行い、必要に応じて換算係数を修正している。

C その他のモニタリング

表 C その他の外部被ばくモニタリング

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

D 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題について

標記課題について以下にご意見をいただきますようお願いいたします。

実用量の定義変更に伴い具体的には添付(ご参考)に示すように

光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。

同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

本事業所では、数 1000 人の被ばく管理を行っているが、有意な被ばく (0.1 mSv) が認められるのはごく一部 (0.1%程度) の作業者のみである。本事業で推奨している精度の高い被ばく評価管理が必要なのは、有意な被ばくが想定されるごく一部の作業のみであると考えている。

従って、現状の測定器で安全側に評価できるのであれば問題ないと考えている。

また、原則的に加速器運転中は、法令でも求められるインターロックシステムにより、人は立ち入ることができないので、高エネルギーの光子で直接被ばくすることは考え難い。必要以上にお金をかけて既存の測定器を高エネルギー対応に変更する意義は薄いと考える。

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

現状維持。が好ましいと考える。この変更によってこれまで実施してきた測定結果にどれほどのインパクトがあるのかを検討してほしい。

ヒアリングでの全体的なコメント：放射光のユーザーがアクセスするエリアは、基本的にハッチで仕切られており(安全ロック付き)、放射光のような低エネルギー光子の被ばくは生じない。

被ばくが生じるのは、加速器のメンテナンスや解体時。電子加速器施設では、発生する中性子のエネルギー

ーは数 MeV が支配的であることから、特段測定値の補正や換算は行っていない。

⑧研究施設(大学研究施設)

A 場のモニタリングについて

1. 光子 (γ線またはX線) の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|---------------|------------------------------|--------------------------|------|--|-------------------|--------|
| 1 | 30 keV~2 MeV ^{22}Na 、 ^{32}P | 1 μ~ 100 m | 電離箱式サーベイ | 管理区域内 管理区域境界 事業所境界 | 1 | 事業所内 (1年) 確認校正 外注 (5年毎) (千代田テクノ) | ^{137}Cs | |
| 2 | 20 keV~2 MeV ^{22}Na 、 ^{32}P | 0.1~ 10 m | γ線エリアモニタ(電離箱式) | 管理区域内 | 9 | 内部線源 (^{90}Sr - ^{90}Y) による自動確認校正 | | |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

3. 電子線 (β線の測定)

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 場の測定に用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

〇〇大学アイソトープ総合センター 測定記録要領

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

電離箱サーベイメータは使用時以外乾燥箱に保存

毎年、学内のモニタリング用サーベイメータをセンターにおいて確認校正実施

γ線照射装置及び実用基準γ線源を使用することにより全領域をカバーする。

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

実用測定器でカバーできている。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

B. 個人線量当量について

1. 光子 (γ 線または X 線) の測定

表 B-p-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内 (頻度) 外注 (頻度) (委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------------|--------------|------------------------------|------|------------------------------------|------------------------------------|--------|
| 1 | 10 keV~10 MeV (RI) | 0.1 m~10 m | ガラスバッジ | 0 | 外注 (千代田テクノル) | ^{137}Cs | |
| 2 | 130 keV~3 MeV (^{32}P) | 0.1 m~10 m | ガラスバッジ | 10 | 外注 (千代田テクノル) | ^{90}Sr - ^{90}Y | |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

表 B-p-2 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70\mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------------|------------------------------|------|---------------------------------|-------|--------|
| 1 | 熱~4.5 MeV (RI,加速器) | 1 μ ~ 100 m | ガラスバッジ | 0 | 外注 (千代田テクノル) | Am-Be | |

3. 電子線 (β 線) の測定

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70\mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

〇〇大学個人被ばく線量の測定要領

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

ガラスバッジ線量測定サービスの数値をそのまま使用・評価 ほとんど ND

Q3: 実用測定器(放射線測定器等)でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

特になし

Q4: 現状の課題

現在実用測定器を用い実用量の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特になし

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応し

ていますか。

ガラスバッチ線量測定サービスの数値をそのまま使用・評価（特になし）

C. その他のモニタリング

表 C その他の外部被ばくモニタリング

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

D. 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題

実用量の定義変更に伴い具体的には以下の図に示すように

光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量に対する換算定数が異なります。

同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

被ばくに実態として、ほとんどゼロであるのであまり関心はない

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

まずは、現有の実用測定器で安全側で評価する。被ばくはほとんどないので問題ないだろう。

新定義対応器が出てくれば、置き換える。ただ、混在は困る。90年勧告の時はたまたま、更新時期だったので、置き換えることができた。今は、放射線管理に大学でお金が付かないので、予算がつかない。

⑨大学病院

A. 場のモニタリングについて

1. 光子(γ線またはX線)の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ 注) | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所 有 台数 | 定期校正事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------------|---|------------------------------|----------------------|--------|------------------------------|-------------------|--------------|
| 1 | 核医学 1,2,3,4 治療 1 | 0.1~ 10000 μ | ガンマ線エリア モニタ | 管理区域 内、管理区 域境界 | 15 | 外注 (3~4年 毎) 日立アロカ | ^{36}Cl | 基準線源 を用いる |
| 2 | 治療 2 | 1 μ 100 m | エリアモニタ | 管理区域境 界 | 1 | - | - | - |
| 3 | 核医学 5 | 10 μ ~ 100 m | 高線量用ガンマ 線エリアモニタ | 管理区域内 | 1 | 外注 (3~4年毎) 日立アロカ | ^{36}Cl | 基準線源 を用いる |
| 4 | 核医学 5 | 0.01~ 10 μ | モニタリングポ スト (ガンマ線) | 管理区域内 | 2 | 外注 (3~4年毎) 日立アロカ | ^{137}Cs | 基準線源 を用いる |
| 5 | 核医学 1,2,3,4,5 | 0.01~ 30 μ | NaI サーベイ | 全てのエリ ア | 4 | 外注 (2年毎) (日立アロカ、学 内) | ^{137}Cs | 基準線源 を用いる |
| 6 | 診断 1,2 その他 | 3台: 1 μ ~1 1台: 1 μ ~300 m | 電離箱式 サーベイ | 管理区域 内、管理区 域境界 | 4 | 外注 (2年毎) (日立アロカ、学 内) | ^{137}Cs | 基準線源 を用いる |
| 7 | 治療 3,4 | 0.1 μ ~1 m | 電離箱式 サーベイ | 管理区域境 界 | 1 | 外注 (2年毎) (千代田テクノ ル、学内) | ^{137}Cs | 基準線源 を用いる |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。

注)「現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー欄」における対象核種又は管理対象エネルギーの対応は別表を参照してください。(以下同様)

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所 有 台数 | 定期校正事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--------------------------------|--------------|------------------------------|-------|--------|--------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所 有台数 | 定期校正事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|-------------------|------------------------------|--------|-------|--------------------------|------------------------------------|-----------|
| 1 | 核医学 5 | 0.01 μ ~ 50m | 中性子線用エリアモニタ | 管理区域内 | 2 | 外注 (3~4年毎) 日立アロカ | — | (電気的試験のみ) |
| 2 | 核医学 5 | 0.01 μ ~ 50 m | モニタリングポスト(中性子線) | 管理区域内 | 2 | 外注 (3~4年毎) 日立アロカ | — | (電気的試験のみ) |
| 3 | 核医学 5 治療 3 | 0.01 μ ~ 10 m | ^3He サーベイ | 管理区域境界 | 1 | 外注 (1年毎) 日立アロカ | ^{241}Am - Be | 基準線源を用いる |

3. 電子線 (β 線の測定)

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所 有台数 | 定期校正事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|-------|--------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 場の測定に用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

空間線量測定マニュアル(日本保健物理学会(編)(2002))

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

定期校正時に、製造業者による点検を併せて実施している。

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源(^{137}Cs など)以外のときの線量評価方法を教えてください。

過大評価となっても安全側であるため指示値で評価している。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

放射線発生装置からの高エネルギー放射線は、変更許可申請時の遮へい計算で基準値以内であると確認している。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

一連の測定で同一放射線場であっても線量計の種類により測定値が異なる場合の対応

(例：NaI サーベイメータで計測時に最大レンジの測定範囲を超え、電離箱で再測定する場合等)

Q6: 施設に特有な放射線発生源や、被ばくが比較的多い作業における放射線発生源があれば、その発生源について、線源、線源から作業員が受けるエネルギーの範囲、線量管理に用いている測定器について記載してください。

線源のみ記載します

1. 放射性医薬品を投与した患者様から受ける放射線診療従事者の被ばく

(特に PET 検査中及び甲状腺 ¹³¹I 内用療法中に患者様の容態が急変した時の医療処置時)

2. IVR (画像下治療) 等 X 線透視下で患者様からの散乱線を受ける専門医の被ばく

B 個人モニタリングについて

1. 光子(γ線または X 線)の測定

表 B-p-1 個人線量当量 Hp(10) (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内 (頻度) 外注 (頻度) (委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|-------------------|------------------------------|------|--|------|--------|
| 1 | 核医学 2 治療 1 | 1 μ ~ 10 m | 電子式個人線量計 | 4 | - | - | - |
| 2 | 核医学 2 治療 1 | 0.1 μ ~ 10 | 電子式個人線量計 | 2 | - | - | - |
| 3 | 核医学 2 治療 1 | 1 μ ~1 | 電子式個人線量計 | 2 | - | - | - |
| 4 | 核医学 1,2,3,4 | 0.01 μ ~ 100 μ | 電子式個人線量計 | 3 | - | - | - |
| 5 | 核医学 1,2,3,4 | 1 μ ~ 10 m | 電子式個人線量計 | 6 | - | - | - |
| 6 | 核医学 3,5 | 1 μ ~ 10 m | 電子式個人線量計 | 10 | - | - | - |
| 7 | 核医学 1,2,3 | 1 μ ~1 | 電子式個人線量計 | 5 | - | - | - |
| 8 | 診断 1,2 | 1 μ ~1 | 電子式個人線量計 | 15 | - | - | - |
| 9 | 核医学 1,2,3,4,5 治療 1,2,3,4 診断 1,2 その | 0.1 m ~ 10 | ガラスバッジ | 1411 | 個人線量測定機関 (千代田テクノル) から線量計を借用 バッジ種類: 広範囲 (FS) | | |

| | | | | | |
|----|---------------------|--------------|--------|----|--|
| | 他 | | | | |
| 10 | 核医学 3,4,5 治療 3,4 | 0.1 m～ 10 | ガラスバッジ | 63 | 個人線量測定機関（千代田テクノル）から線量計を借用 バッジ種類：中性子（NS） |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

表 B-p-2 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70\mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|--------------|------------------------------|------|--|------|--------|
| 1 | 核医学 1,2,3,4,5 治療 1,2,3,4 診断 1,2 その他 | 0.1 m ～10 | ガラスバッジ | 1411 | 個人線量測定機関（千代田テクノル）から線量計を借用 バッジ種類：広範囲（FS） | | |
| 2 | 核医学 3,4,5 治療 3,4 | 0.1 m ～10 | ガラスバッジ | 63 | 個人線量測定機関（千代田テクノル）から線量計を借用 バッジ種類：中性子（NS） | | |
| 3 | 核医学 1,2,3,4 治療 1 | 0.1 m～1 | リングバッジ | 53 | 個人線量測定機関（千代田テクノル）から線量計を借用 バッジ種類：X・ γ リング（JQ） | | |

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|------|--|------|--------|
| 1 | 治療 3 | 0.01 μ ～ 100 m | 電子式個人線量計 | 1 | — | — | — |
| 2 | 核医学 3,4,5 治療 3,4 | 0.1 m～ 60 m | ガラスバッジ | 63 | 個人線量測定機関（千代田テクノル）から線量計を借用 バッジ種類：中性子（NS） | | |

3. 電子線（ β 線）の測定

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70\mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | — | — | 該当なし | — | — | — | — |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。
被ばく線量の測定・評価マニュアル（(財)原子力安全技術センター(編)(2000)）

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。
個人線量測定機関からの測定値をそのまま利用している。

Q3: 実用測定器 (放射線測定器等) でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、
 どのように対応していますか。
高エネルギー放射線発生装置使用室には、照射中の立入及び接近をさせない。

Q4: 現状の課題
 現在、実用測定器 (放射線測定器等) を用い実用量 (1cm 線量当量や $70\mu\text{m}$ 線量当量) の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

放射線管理上の課題

1. 体幹部用の実用測定器で算出される $70\mu\text{m}$ 線量当量の解釈
2. 法令改正後の、眼の水晶体被ばく (3mm 線量当量) 測定への対応

Q5: 校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。
個人線量測定機関からの測定値をそのまま利用している。

C その他のモニタリング

表 C その他の外部被ばくモニタリング

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 (放射線測定器(サーベイメータ等))の種 類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法 等 |
|---|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|------|---------------------------------|------|------------|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

D 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題について

標記課題について以下にご意見をいただきますようお願いいたします。
 実用量の定義変更に伴い具体的には添付 (ご参考) に示すように
 光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。
 同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

- ・ 医療で用いられる放射線のエネルギー領域では、実用量の定義変更の影響が大きいと考える。
- ▶ 既存の放射線モニタリングシステム（測定器を含む）及びその校正体系
- ▶ 個人被ばく線量の評価方法
- ▶ 施設の許可使用条件の強化（?）

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

- ・ 実用量の定義変更取入れを協議する過程では、情報公開と放射線施設（特に医療現場）に丁寧な説明が必要であると考え。
- ・ 線量を評価するプロセスでは、放射線の種類及びエネルギーに応じた換算係数の選択とそのための合意が、業種ごとに重要となるのではないか。
- ・ 法令改正が行われる場合は、適切な移行期間と移行措置が必要であり、さらに関係学協会ガイドラインの制定が望まれる。

以上

別表 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー

| 略称 | 対象核種又は管理対象エネルギー | 線源名称等 |
|-------|---|------------------------|
| 核医学 1 | ^{67}Ga 、 $^{81}\text{Rb}/^{81\text{m}}\text{Kr}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{111}In 、 ^{123}I 、 ^{133}Xe 、 ^{201}Tl 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Y 、 ^{223}Ra | 診療用放射性同位元素 |
| 核医学 2 | ^{131}I | 診療用放射性同位元素 |
| 核医学 3 | ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{18}F 、 ^{64}Cu 、 ^{89}Zr | 陽電子断層撮影診療用放射性同位元素(PET) |
| 核医学 4 | ^{22}Na 、 ^{137}Cs | 密封線源 (校正用線源) |
| 核医学 5 | 陽子 18MeV、重陽子 10MeV (ガンマ線、中性子線：不明～18MeV) | サイクロトロン |
| 治療 1 | ^{198}Au 、 ^{125}I | 密封線源 (小線源治療) |
| 治療 2 | ^{192}Ir | 密封線源 (RALS) |
| 治療 3 | エックス線：4,6,10MV 電子線：6,9,12,15MeV (中性子線：不明～10MeV) | リニアック |
| 治療 4 | エックス線：6MV | サイバーナイフ |
| 診断 1 | エックス線：40 kV～150 kV | 診療用 X 線装置 |
| 診断 2 | エックス線：120 kV | 診療用 X 線 CT 装置 |
| その他 | ^{137}Cs | 密封線源 (血液照射装置) |

⑩研究施設(重粒子治療設備等)

A. 場のモニタリングについて

1. 光子 (γ 線またはX線) の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------|--|-------------------|--------|
| 1 | 別紙のとおり | 0.1 μ ~ 3700 μ | γ 線用エリアモニタ(検出器:電離箱又はSi半導体) | ・管理区域内 ・管理区域外 | 62 | *点検のみ(¹⁵⁴ Eu) | | |
| 2 | 別紙のとおり | 0.0 μ ~ 0.6 μ | γ 線用ゲートエリアモニタ(検出器:Si半導体) | ・管理区域内 | 4 | *点検のみ(¹⁵⁴ Eu) | | |
| 3 | 別紙のとおり | 0.1 μ ~ 53.0 μ | 電離箱式サーベイメータ | ・管理区域内 ・管理区域境界 | 36 | 【事業所内】32台 (1年毎) 【外注】(年4台) (千代田テクノル) | ¹³⁷ Cs | 比較校正 |
| 4 | 別紙のとおり | | NaI サーベイメータ | ・管理区域内 ・管理区域境界 ・事業所境界 | 54 | 【事業所内】51台 (1年毎) 【外注】(年3台) (千代田テクノル) | ¹³⁷ Cs | 比較校正 |
| 5 | 別紙のとおり | 0.0 μ ~ 0.2 μ | ガラスバッジ(NS型) | ・管理区域内 ・管理区域境界 ・事業所境界 | 0 | 個人線量測定機関(千代田テクノル)から線量計を借用(97台) | | |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------|--|--------------------------|--------|
| 1 | 別紙のとおり | 0.0 μ ~ 15000 μ | 中性子線用エリアモニタ | ・管理区域内 | 21 | *点検のみ | | |
| 2 | 別紙のとおり | 0.0 μ ~ 7.6 μ | 中性子線サーベイメータ | ・管理区域内 ・管理区域境界 ・事業所境界 | 12 | 【事業所内】10台 (1年毎) 【外注】(年2台) (千代田テクノル) | ²⁴¹ Am- Be | 比較校正 |
| 3 | 別紙のとおり | 0.0 μ ~ 0.2 μ | ガラスバッジ(NS型) | ・管理区域内 ・管理区域境界 ・事業所境界 | 0 | 個人線量測定機関(千代田テクノル)から線量計を借用(97台) | | |

3. 電子線 (β 線の測定)

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 場の測定に用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

放射線障害予防規程の下部要領「放射線管理要領」

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

四半期毎の点検、動作確認

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (¹³⁷Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

想定していない。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

想定していない。

Q6: 施設に特有な放射線発生源や、被ばくが比較的多い作業における放射線発生源があれば、その発生源について、線源、線源から作業員が受けるエネルギーの範囲、線量管理に用いている測定器について記載してください。

該当なし

B 個人モニタリングについて

1. 光子(γ線またはX線)の測定

表 B-p-1 個人線量当量 Hp(10) (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量範囲 (Sv) | 主な実用測定器 (放射線測定器等) の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内 (頻度) 外注 (頻度) (委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|-----------|-----------------------|------|------------------------------------|-------------------|--------------|
| 1 | 別紙のとおり | X~6.5 mSv | ガラスバッチ NS 型、FS 型 | 0 | 個人線量測定機関 (千代田テクノル) から線量計を借用 | | |
| 2 | 別紙のとおり | — | 半導体式電子ポケット線量計 | 144 | 事業所内 (1 年毎) 外注 (1 年毎) (メーカー) | ¹³⁷ Cs | 標準線源を用いた比較校正 |

※管理対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。

表 B-p-2 個人線量当量 Hp(0.07) (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内 (頻度) 外注 (頻度) (委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|------------------------------------|------|--------|
| 1 | 別紙のとおり | | ガラスバッチ NS 型、FS 型 | 0 | 個人線量測定機関 (千代田テクノル) から線量計を借用 | | |

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|-----------------------------|------|---------------------------------|----------------------|--------------|
| 1 | 別紙のとおり | X~6.5 mSv | ガラスバッ チ NS型 | 0 | 個人線量測定機関(千代田テクノル)から線量計を借用 | | |
| 2 | 別紙のとおり | — | 半導体式電 子ポケット 線量計 | 58 | 事業所内(1年毎) 外注(1年毎) (メーカー) | $^{241}\text{Am-Be}$ | 標準線源を用いた比較校正 |

3. 電子線(β 線)の測定

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70\mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|-----------------------------|------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | 別紙のとおり | X~6.5 mSv | ガラスバッ チ NS型、FS型 | 0 | 個人線量測定機関(千代田テクノル)から線量計を借用 | | |
| 2 | 別紙のとおり | 10.2 mSv | リングバッ チJS型 | 0 | 個人線量測定機関(千代田テクノル)から線量計を借用 | | |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

放射線障害予防規程第32条

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源(^{137}Cs など)以外のときの線量評価方法を教えてください。

特にない

Q3: 実用測定器(放射線測定器等)でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

特にない

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器(放射線測定器等)を用い実用量(1cm線量当量や $70\mu\text{m}$ 線量当量)の測定を行い外

部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

特にない

Q5：校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

特にない

C その他のモニタリング

表 C その他の外部被ばくモニタリング

| 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器(放射線測定器等)の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 備考 |
|---------------------------|--------------|---------------------|------|---------------------------------|------|----|
| | | 該当なし | | | | |

D 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題について

標記課題について以下にご意見をいただきますようお願いいたします。

実用量の定義変更に伴い具体的には添付(ご参考)に示すように光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

今後も現状の放射線測定器を使用したい。

放射線測定器が変更になると、過去の測定値と比較した評価ができなくなる。

そこで、事故時等の線量の測定では、評価値＝測定値×換算係数で対応したい。

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

特になし。

別紙

現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※

【密封線源】「 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 等」

【非密封線源】「PET 核種、 ^{241}Am 、 ^{137}Cs 等」

【放射性発生装置】

- ・サイクロトロン 陽子線最大エネルギー(100.0M eV)
重イオン最大エネルギー(145.0M eV)
- ・サイクロトロン 陽子線最大エネルギー (18.0M eV) × 2 台
- ・直線加速装置 陽子線最大エネルギー (6.0M eV)
- ・直線加速装置 陽子線最大エネルギー (800.0 k eV)
- ・直線加速装置 陽子線最大エネルギー (600.0 k eV)
- ・直線加速装置 陽子線最大エネルギー (4.0M eV)
- ・シンクロトロン 陽子線最大エネルギー (800.0 MeV)
- ・コッククロフト・ワルトン型加速装置
ヘリウム粒子線最大エネルギー (5.1M eV)
- ・直線加速装置 電子線最大エネルギー (20.0M eV)
- ・コッククロフト・ワルトン型加速装置
陽子線最大エネルギー、重陽子線最大エネルギー (4.0M eV)

エリアモニタの設置場所

【 γ 線用エリアモニタ】

- ・サイクロトロン棟
- ・画像診断棟
- ・重粒子線棟（新治療研究棟を含む）
- ・廃棄処理施設
- ・病院
- ・低線量影響実験棟
- ・緊急被ばく医療施設（この施設のみ管理区域外に設置）

【 γ 線用ゲートエリアモニタ】

- ・重粒子線棟

【中性子線用エリアモニタ】

- ・画像診断棟
- ・重粒子線棟（新治療研究棟を含む）
- ・低線量影響実験棟

ガラスバッジの設置場所

- ・重粒子線棟（新治療研究棟を含む）
- ・病院
- ・静電加速器棟
- ・画像診断棟
- ・サイクロトロン棟
- ・低線量影響実験棟

⑪RI 施設(RI 製造用、加速器等)

A. 場のモニタリングについて

1. 光子 (γ 線または X 線) の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H'(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所 有 台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校 正 の 方法等 |
|---|---|-------------------------------|------------------------------|--------------|--------|-----------------------------|-------------------|-----------|
| 1 | 60 keV~2 MeV (RI: ^{241}Am ~ ^{88}Y) | BG~ 3 mSv/h | 電離箱式サーベイメータ | 全てのエリア | 21 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | 非コリメート照射 |
| 2 | 60 keV~2 MeV (RI: ^{241}Am ~ ^{88}Y) | BG~ 30 $\mu\text{Sv/h}$ | NaI サーベイメータ | 全てのエリア | 11 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | 非コリメート照射 |
| 3 | 60 keV~2 MeV (RI: ^{241}Am ~ ^{60}Co) | BG~ 1 mSv/h | GM サーベイメータ | 管理区域内 | 3 | 事業所内(1年毎) | ^{137}Cs | 非コリメート照射 |
| 5 | 約 50 keV~6 MeV | 0.1~ 1000 $\mu\text{Sv/h}$ | エリアモニタ | 事業所内 | 1 | メーカー 定期点検(年1回) | なし | なし |
| 6 | 5 keV~10 MeV | 10 μSv ~10 Sv | ルミネスバッチ (長瀬ランダウア社) | 管理区域境界、事業所境界 | 23 個 | 長瀬ランダウア社(放射線モニタリング認定機関)が実施。 | | |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

- ・実際の現場の最大線量は Co-60 で 2mSv/h 程度。
- ・No.3 の GM サーベイメータ(商品名:インスペクター)は、出張先で B 型輸送容器の表面線量を測定するために使用している。
- ・No.5 のエリアモニタは、事業所入り口で RI 搬入搬出時のトラックゲートモニタとして使用している。
- ・線量管理は基本的にバッジで実施している。場の線量は初めからほぼわかっているため、サーベイメータ類を線量のモニタリングとして使用することはほとんどない。
- ・サーベイメータは、年一度の定期校正以外では、使用前に指示値を読み異常のないことを確認してする。

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所 有 台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校 正 の 方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|--------|-------------------------|------|-----------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 (1 cm線量当量) $H^*(10)$

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 〔放射線測定器 (サーベイメータ 等)]の種類 | 測定エリア | 所 有 台 数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正 線源 | 校正の 方法等 |
|---|--|---------------------|--|------------|------------------|---------------------------------|---|------------|
| 1 | ^{252}Cf , $^{241}\text{Am-Be}$ | BG~ 10 mSv/h | 中性子サーベイメ ータ | 全てのエリ ア | 2 | 外注(2年毎) | ^{252}Cf , $^{241}\text{Am-Be}$ | |

- ・ 輸送容器の表面線量率や線源貯蔵室の線量率測定に使用している。
- ・ 測定器の日常点検として例えば「貯蔵室に**Bqの線源がある場合、線量率は** $\mu\text{Sv/h}$ 程度になる」ので、その推定値との比較で異常の有無を判断している。
- ・ 定期校正は放計協に依頼している。線源は $^{241}\text{Am-Be}$ である。 ^{252}Cf は以前使用していたことがあったので記載した。

3. 電子線 (β 線の測定)

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ 70 μm 線量当量

| | 現場で利用されている対象核種 又は管理対象エネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器 〔放射線測定器 (サーベイメータ 等)]の種類 | 測定エリア | 所 有 台 数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正 線源 | 校正の 方法等 |
|---|-------------------------------------|---------------------|--|-------|------------------|---------------------------------|----------|------------|
| 1 | ^{147}Pm ~ ^{90}Y | | 電離箱式サーベ イメータ | 管理区域内 | 2 | 防護目的ではない ため実施せず | | |

- ・ モニタリングには使用していない。
- ・ 線源があるときは線量率が高く、無いときは低いことを確認している程度。

Q1: 放射線エリアモニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

被ばく線量の測定・評価マニュアル、ICRP レポート、JIS 規格

- ・ 予防規程の下部規程に「被ばく線量の測定・評価マニュアル」を参考にして作成した放射線管理要領がある。
- ・ その要領でわからないことは、ICRP レポートを参照する。
- ・ 測定器の仕様を確認したいときには JIS を参照する。

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

特になし。1年毎に校正し、複数の測定器を使用できる環境にある。

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

測定器はエネルギー特性がフラットな電離箱またはエネルギー補償形サーベイメータを使用しているため、指示値で評価している。(Q5に記載)

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

極低エネルギーの領域での測定は必ずしもカバーできていないが、取り扱う数量が微量であり、被ばくによる影響が軽微であることから特段措置は行っていない。その他の事例について特に発生していない。

・低エネルギー放射線は主な測定対象は表面汚染である(線量管理の対象外)。

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

測定器の特性(エネルギー特定、方向依存性、線量率依存性など)や測定器がもつズレの認識が浅く、測定値=真の値と勘違いしている事例がみられる。また一方で、日常業務全てに対して特性による差を補正する等を行うことは作業が煩雑になり、困難である(今後、換算定数を変更された場合、その差を全ての業務で反映させるのも難しい)。

・校正はするが、日常的な測定では校正定数=1として扱っている。日常測定で校正定数を反映させることは作業が煩雑になるので困難である。

・B型輸送物の表面線量測定時には校正定数を使用している。

・定期校正時には校正定数を求めるが、その数値が一定の数値(例えば1.3)を超えた場合にメーカーに点検・修理を依頼するという運用を行っている。超えない場合はそのまま使用。

・エネ特のずれについては、製品仕様の範囲内で許容している。

・施設には放射線発生装置はない。

・サーベイメータの表示がアナログメータではないタイプ(=デジタル表示)は指示が読みにくいので使わない。

B. 個人モニタリングについて

1. 光子(γ線またはX線)の測定

表 B-p-1 個人線量当量 Hp(10) (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|------------------|------------------------------|----------------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | 5 keV~10 MeV | 10 μSv ~10 Sv | ルミネスバッチ(長瀬ランダウア社) | 約40個 (従事者数) | 長瀬ランダウア社(放射線モニタリング認定機関)が実施。 | | |

| | | | | | | | |
|---|---|----------------------|-----------------------------|--------|--|---------------------|---|
| 2 | 50 keV～ 1.5 MeV (一部 50 keV～ 3 MeV) | 1 μ Sv～ 10 Sv | 電子式個人線 量計(主に日立 製作所社製) | 約 50 台 | 定期的に実施はし ていない。 ただし、不定期に 簡易校正等を実 施。 | ¹³⁷ Cs 等 | 校正された サーベイメ ータとの比 較測定等 作業ごとの 被ばく線量 確認(概算) 目的で使用、 長瀬バッジ と併用 |
|---|---|----------------------|-----------------------------|--------|--|---------------------|---|

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。以下同様

- ・電子式線量計はバッジと併用して使用する。その目的は作業毎の線量確認。
- ・簡易校正は、校正済みの電離箱サーベイの横において指示値確認をしている。

表 B-p-2 個人線量当量 Hp(0.07) (70 μ m線量当量)

| | 現場で利用され ている対象核種 又は管理対象エ ネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定 器〔放射線測定 器(サーベイメ ータ等)〕の種 類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法 等 |
|---|---|-----------------------|--|----------------------|---------------------------------|------|------------|
| 1 | 5 keV～10 MeV | 10 μ Sv ～10 Sv | ルミネスバッ チ(長瀬ランダ ウア社) | 約 40 個 (従事者 数) | 長瀬ランダウア社(放射線モニタリング認定機 関)が実施。 | | |
| 2 | 15 keV～6 MeV | 0.2 mSv ～1 Sv | リングバッジ (長瀬ランダ ウア社) | 約 20 個 | 長瀬ランダウア社(放射線モニタリング認定機 関)が実施 | | |

- ・特記事項無し。

2. 中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 Hp(10) (1cm線量当量)

| | 現場で利用され ている対象核種 又は管理対象エ ネルギー ※ | 線量率 範囲 (Sv/h) | 主な実用測定 器〔放射線測定 器(サーベイメ ータ等)〕の種 類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法 等 |
|---|---|-------------------------|--|--------|---------------------------------|------|--|
| 1 | 100 keV～ 10 MeV | 0.2 mSv～ 50 mSv | ルミネスバッ チ(長瀬ランダ ウア社) | 約 15 個 | 長瀬ランダウア社(放射線モニタリング認定機 関)が実施。 | | |
| 2 | 0.025 eV～ 15 MeV | 10 μ Sv～ 100 mSv | 電子式個人線 量計(主に日立 製作所社製) | 約 10 台 | 実施せず | — | 中性子作業の 際の作業ご との被ばく線 量確認(概算) 目的で使用、 長瀬バッジと 併用 |

3. 電子線（β線）の測定

表 B-e-1 個人線量当量 Hp(0.07) (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|-------------------|------------------------------|----------------|---------------------------------|------|--------|
| 1 | 150 keV ~ 10 MeV | 0.1 mSv~ 10 Sv | ルミネスバッチ(長瀬ランダウア社) | 約40個 (従事者数) | 長瀬ランダウア社(放射線モニタリング認定機関)が実施 | | |
| 2 | 700 keV ~ 3 MeV | 0.4 mSv~1 Sv | リングバッチ(長瀬ランダウア社) | 約20個 | 長瀬ランダウア社(放射線モニタリング認定機関)が実施 | | |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

被ばく線量の測定・評価マニュアル、ICRP レポート、JIS 規格

・予防規程の下部規程に「被ばく線量の測定・評価マニュアル」を参考にして作成した放射線管理要領がある。

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源(¹³⁷Cs など)以外のときの線量評価方法を教えてください。

ルミネスバッチ、リングバッチについては長瀬ランダウア社にご確認願います。

その他の測定器については、エネルギー特性が良好な領域でのみ使用しており、また通常は防護量が過大評価されているため、指示値そのままに評価を行っている。

※法令で要求されている測定はルミネスバッチ、リングバッチで対応し、その他の測定器は補助測定の位置づけ。

Q3: 実用測定器(放射線測定器等)でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

極低エネルギーの領域での測定は必ずしもカバーできていないが、取り扱う数量が微量であり、被ばくによる影響が軽微であることから特段措置は行っていない。その他の事例について特に発生していない。

・施設には問題になるレベルのX線を出すものはない。放射能が大きくなると金属カプセル構造となるのでX線はほとんど出てこない。

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器(放射線測定器等)を用い実用量(1cm 線量当量や70 μm 線量当量)の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

ルミネスバッチ、リングバッチは外部機関(放射線モニタリング認定機関)の測定器であるため、

計画外被ばく等の緊急事象が発生した場合、線量を測定するまでに時間を要する。また、累積型の線量計のため、日常管理ができない。

・日常管理は電子式線量計で対応しているが精度が良くないのが欠点。計画外被ばくがあったときに困る。

・中性子用電子式線量計は特に精度が良くない。

Q5：校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

特に必要となる事象は発生していない。

・特記事項無し

C. その他のモニタリング

該当なし

D. 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題について

実用量の定義変更に伴い具体的には添付（ご参考）に示すように光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。

同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

周辺線量当量については、実用的には校正定数を利用せずにサーベイメータの指示値を参照している場合が多いのではないかとと思われる。また、一般のユーザーはこのような変更が行われても完全に理解して対応することは困難であり、校正定数や換算定数での対応は難しいと思われる。そのような状況で換算定数に変更されるとサーベイメータの再調整が必要になるが、コストがかかることが懸念される。校正されずに使用されている測定器も多く、エリアモニタなど校正自体が困難な場合もあるため、新しい実用量に対応していない測定器や測定値が混在することが懸念される。NaI シンチレーション式サーベイメータのようにエネルギー補償回路を内蔵した測定器は、測定器自体が調整不能になる可能性もあるかもしれない。

個人線量は特定の業者が測定器と測定値を交付する形式であるため、各事業者においては大きな問題とはならないと思われる。線量計として方向特性などをどこまで対応させるか等の議論は生じると思われる。電子式ポケット線量計はその性質上そのまま使用で問題ないが、線量計の交換等が発生するとコスト面が懸念される。

・(サーベイメータの中には校正定数を入力設定し、校正定数反映後の数値を表示できるものもあるが、)校正定数を反映できるタイプとできないタイプが混在すると管理ができなくなる。

- ・校正定数を用いて指示値を読み替える対応は、使いこなせない人、慣れていない人の問題が大きい。
- ・旧測定器はメーカーで下取りをするなど、コスト面の考慮をしてほしい。

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

レポートが報告されると定義も変更となるため、国際整合性の観点からも測定器メーカーや校正事業者は対応すべきと考える。その上で、実用的には安全側であれば旧実用量での測定も問題ないと思われるため、法令への取入れに関しては、例えば 1cm 線量のような新しい用語を作り測定対象としつつ、従来の 1cm 線量当量で評価しても良い等の措置を取ることが望ましいのではないかとと思われる（安全側の旧実用量の混在を認める）。周辺線量当量については、2MeV を超える高エネルギーに対して過小評価である点が問題であるが、このような領域を測定対象とするケースは限られている。加速器施設等では従来からこの点について対応している場合が多いと伺っており、比較的問題なく対応できるのではないかとと思われる。

個人線量についても定義としては取り入れつつ、実務的にはほぼ従来通りという対応が望ましいと考える。

- ・過渡的混乱が過ぎた後に生ずる問題が心配。

⇒医療機関は低エネルギー光子の被ばくが大きい。線量限度が下がることもあり、定義の改定によって線量限度を超える事例が出そう。

⇒医療機関では患者の X 線被ばくを積算しているが、換算係数見直しにより新旧の値が生じると、その集計に一貫性がなくなる。

⇒ブロック五年の区切りでの切り替えが望ましいのでは？

⇒定義が変更されても実効線量限度が変わらないとすると、マージンが小さくなるケースが生じる。

⇒¹³⁷Cs で 2 割指示が減る方向であり、実質的には被ばく増大を招くことにならないか？

⇒個人線量に Gy 単位が導入されるなど、ユーザーフレンドリーではない。

- ・方向性線量について、現場管理で角度を反映するのは難しいので正面入射前提で良いのでは？
- ・施設では線源の置いてある場所が明確であり、背面入射は気にしない。

以上

⑫RI 施設(非破壊検査、X線発生装置)

原子力・放射線利用施設における線量管理のための実用測定器（放射線測定器：サーベイメータ等）の利用に関する現状調査

- ・現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー
 ^{192}Ir 、 ^{60}Co 、 ^{169}Yb 、100 keV～450 keV
- ・線量率範囲 (Sv/h) BG～10 mSv/h
- ・主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類
 電離箱×2、GM×2、NaI シンチ、半導体
- ・測定エリア RI 使用許可施設、10 条 6 項届出先
- ・所有台数 PSD-6021A (GM) ×68、RDS-30 (GM) ×142
 ICS (電離箱) ×21、TCS (シンチ NaI) ×10
 TGS (GM) ×7、サーモ B20-ER (GM) ×2 (大口径)
 ミリオン PDS-100GN×2 (シンチ CsI)
 個人線量用 (ミリオン DMC2000X (半導体) ×221
 ミリオン DMC3000 (半導体) ×215)
- ・校正の頻度 1 回/年
- ・校正線源 ^{137}Cs
- ・校正の方法等 ポニー工業 (株) に依頼

A. 場のモニタリングについて

1. 光子 (γ線または X線) の測定

表 A-p-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正 事業所内 (頻度) 外注 (頻度) (委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|--|--------------|------------------------------|-----------------|------|------------------------------------|-------------------|-----------|
| 1 | 50 keV～ 1.2 MeV (^{169}Yb ・ ^{192}Ir ・ ^{60}Co) | 1 μ～ 10 m | 全てのサーベイメータ等 | 管理区域境界ほか、全てのエリア | 上記 | 外注・1年毎 | ^{137}Cs | 基準照射場を用いる |
| 2 | 20 keV～ 450 keV (X線装置) | 1 μ～ 10 m | 全てのサーベイメータ等 | 管理区域境界ほか、全てのエリア | 上記 | 外注・1年毎 | ^{137}Cs | 基準照射場を用いる |

※対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。

表 A-p-2 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|-------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

2. 中性子の測定

表 A-n-1 周辺線量当量 $H^*(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|-------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし 注) | | | | | |

注) アロカのレムカウンタを所有しているが、線源がないため使用実績なし。

3. 電子線 (β 線の測定) 該当なし

表 A-e-1 方向性線量当量 $H'(0.07, \alpha)$ (70 μ m 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]の種類 | 測定エリア | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|-------|------|-------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | | |

Q1: 場の測定に用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

特になし

Q2: 定期校正以外で、測定器の性能保守のための取組みをされているようでしたらご記入ください。

特になし

Q3: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。
エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。

Q4: 実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)]でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

核種固定のため該当なし

Q5: 現状の課題

現在実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕を用い、実用量の測定を行い、外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

- ①パルス状の엑クス線を測定する場合、電離箱で積算するぐらいしか測定方法がない。
- ②後方散乱を利用する測定では、低エネルギーX線なので測定困難なところがある。

Q6: 施設に特有な放射線発生源や、被ばくが比較的多い作業における放射線発生源があれば、その発生源について、線源、線源から作業員が受けるエネルギーの範囲、線量管理に用いている測定器について記載してください。

特になし

B 個人モニタリングについて

1. 光子(γ線またはX線)の測定

表 B-p-1 個人線量当量 Hp(10) (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|----|-----------------------------|---------------|------------------------------|------|---------------------------------|-------------------|------------|
| 1* | 20 keV~ 1.173 MeV | 10 μ~ 10 m | ルクセルバッジ | 250* | ポニー工業(ナガセランダウア) | | |
| 2* | 20 keV~ 1.173 MeV | 1 μ~ 10 m | 電子式個人線量計 | 436 | ポニー工業(年1回) | ¹³⁷ Cs | 基準線源を用いている |

※管理対象エネルギーにつきまして、X施設等で不明な場合は、管電圧・管電流 フィルター等の情報を提供ください。

1* : 法令対応

2* : 日ごとアラーム、作業管理用

250* : サービスであり、所有ではない

表 B-p-2 個人線量当量 Hp(0.07, α) (70 μm 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内(頻度) 外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|---------------|------------------------------|------|---------------------------------|-------------------|------------|
| 1 | 20 keV~ 1.173 MeV | 10 μ~ 10 m | ルクセルバッジ | 250* | ポニー工業(ナガセランダウア) | | |
| 2 | 20 keV~ 1.173 MeV | 1 μ~ 10 m | 電子式個人線量計 | 436 | ポニー工業(年1回) | ¹³⁷ Cs | 基準線源を用いている |

2.中性子の測定

表 B-n-1 個人線量当量 $H_p(10)$ (1 cm線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|-------------------------|------|--------|
| 1 | 該当なし | | | | | | |

3. 電子線 (β 線) の測定 該当なし

表 B-e-1 個人線量当量 $H_p(0.07)$ ($70\mu\text{m}$ 線量当量)

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー ※ | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器〔放射線測定器(サーベイメータ等)〕の種類 | 所有台数 | 定期校正事業所内(頻度)外注(頻度)(委託先) | 校正線源 | 校正の方法等 |
|---|-----------------------------|--------------|------------------------------|------|-------------------------|------|--------|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

Q1: 個人モニタリングに用いる主な管理規定またはガイドをご利用でしたら教えてください。

線量の測定評価基準 (社標準 F-2-02) ; 内容は法令、規則の要点をまとめて制定したもの。

Q2: 管理対象とするエネルギーが校正線源 (^{137}Cs など) 以外のときの線量評価方法を教えてください。

エネルギー特性がフラットな実用測定器を用いているため、指示値でそのまま特性評価している。

Q3: 実用測定器 (放射線測定器等) でカバーできないエネルギー領域での被ばく管理が必要な場合、どのように対応していますか。

特に必要としていない。

Q4: 現状の課題

現在、実用測定器 (放射線測定器等) を用い実用量 (1cm 線量当量や $70\mu\text{m}$ 線量当量) の測定を行い外部被ばく管理を行っている中で、課題がありましたら記載ください。

① パルス状の엑스線を発生する装置があり、使用時、場の線量当量率を測定する場合、電離箱積算線量を測定するしか方法がない。

② X線装置の使用で、後方から散乱*する場合、ルクセルバッジと DMC (ミリオンの電子線量計) との価が異なることがある。

* : 配管など X線の透過写真を撮影する場合、管電圧が 200~400kV となり散乱線は 50kV 以下

となる（フィルターとしてA0 2mm厚をかけている）。

Q5：校正の線源でカバーできないエネルギー領域での校正が必要な場合があれば、どのように対応していますか。

該当なし

C その他のモニタリング

表 C その他の外部被ばくモニタリング

| | 現場で利用されている対象核種又は管理対象エネルギー | 線量率範囲 (Sv/h) | 主な実用測定器（放射線測定器等）の種類 | 所有台数 | 定期校正 事業所内（頻度） 外注（頻度）（委託先） | 校正線源 | 備考 |
|---|---------------------------|-----------------|---------------------|------|---------------------------------|------|----|
| 1 | | | 該当なし | | | | |

D 原子力・放射線利用施設における実用定義変更に係る課題について

実用量の定義変更に伴い具体的には添付（ご参考）に示すように光子においては空気カーマに対する周辺線量及び個人線量等に対する換算定数が異なります。同様に中性子においてもフラックスに対する換算定数が異なります。

測定対象エネルギーによっては、いままでと同じ空気カーマ率またはフラックスでも、定義変更に伴い線量評価値が大きく異なることもあります。

原子力・放射線利用施設において、このような変化があった場合、放射線管理面での課題がありましたらご教授ください。

また、課題に対して考えられる対応策がありましたらご教授ください。

〈ご意見〉

非破壊検査業界は、歴史的に見ると、初期の頃、従事者の被ばく線量が大きかった業種である（検査業務そのものではなく、SG（原子炉の蒸気発生器）修繕など被ばく線量の大きな作業を行っていたことも関係しているが）。

その後、DMC（アラーム付の電子式個人線量計）を導入した後、警報や作業経過時のフリック音などの効果のため、作業管理が精密に行えるようになり、ずいぶん線量低減が図れるようになってきた。

しかしながら、潜在的に被ばく線量が大きくなる作業であることには変わりがなく、検査の現場の状況は常に一定ではなく、散乱線の状況などは検査ごとに変化する。このため、低エネルギー領域の評価が変わることで影響を受けるかも知れない。ただ、線量計のメーカーさんがそれに対応したものを供給するものとして、ユーザーとしてあまり心配はない。

水晶体についても、3mm 線量当量の測定義務が出てくるものと考えるが、非破壊検査では眼だけが
多く被ばくする状況はなく、今後も前進での測定、評価をして行くものと考えている。