

電子版:ISSN 1881-7299

日本保健物理学会専門研究会報告書シリーズ

Vol.15 No.1

受動形個人線量計の空港保安検査時の線量調査
に関する検討委員会専門研究会

活動報告書

2025 年 9 月

一般社団法人 日本保健物理学会

受動形個人線量計の空港保安検査時の線量調査に関する検討委員会

専門研究会 報告書

目次

| | |
|---|-----------|
| 1 緒言 | 1 |
| 1.1 専門研究会設立の背景と目的..... | 1 |
| 1.2 専門研究会メンバーと検討の履歴..... | 1 |
| 1.3 報告書の構成 | 3 |
| 参考文献..... | 3 |
| 2 文献等調査 | 4 |
| 2.1 文献等調査の目的 | 4 |
| 2.2 受動形個人線量計の航空機持込時の問題点..... | 4 |
| 2.3 空港の手荷物検査装置の調査..... | 5 |
| 2.4 国内外の対応事例 | 8 |
| 2.4.1 国内の対応事例..... | 8 |
| 2.4.2 海外の対応事例..... | 14 |
| 参考文献..... | 18 |
| 3 アンケート調査 | 22 |
| 3.1 アンケートの目的及び方針 | 22 |
| 3.2 アンケート内容及び結果 | 23 |
| 3.2.1 第1 カテゴリー「基礎情報」について | 23 |
| 3.2.2 第2 カテゴリー「個人被ばく管理の一般的なこと」について | 26 |
| 3.2.3 第3 カテゴリー「受動形個人線量計の持ち出し」について | 31 |
| 3.2.4 第4 カテゴリー「空港の保安検査で受動形個人線量計が誤計測してしまった 場合の対応」について | 42 |
| 3.2.5 第5 カテゴリー「自由記述」について | 47 |

| | | |
|----------|-------------------------------------|------------|
| 3.3 | アンケート結果のまとめ | 53 |
| | 参考文献..... | 54 |
| | 付録 3-1 アンケートの案内文 | 55 |
| 4 | 保安検査装置を用いた受動形個人線量計照射試験 | 57 |
| 4.1 | 実際の空港保安検査装置を用いた照射試験..... | 57 |
| 4.1.1 | 試験の目的..... | 57 |
| 4.1.2 | 試験の方法..... | 57 |
| 4.1.3 | 試験結果..... | 68 |
| 4.2 | 手荷物・預入荷物検査時の調査..... | 71 |
| 4.2.1 | 調査の目的..... | 71 |
| 4.2.2 | 調査の方法..... | 71 |
| 4.2.3 | 調査結果..... | 73 |
| 4.3 | 照射試験のまとめ | 80 |
| | 参考文献..... | 82 |
| | 付録 4-1 箱ひげ図とは | 84 |
| | 付録 4-2 実際の空港保安検査装置を用いた照射試験結果..... | 85 |
| | 付録 4-3 手荷物・預入荷物検査の調査結果..... | 89 |
| 5 | 対応策 | 93 |
| 5.1 | 受動形個人線量計持ち出し時の対応策..... | 93 |
| 5.1.1 | 受動形個人線量計の持ち出しについて | 93 |
| 5.1.2 | 航空機を利用して移動する場合 | 93 |
| 5.1.3 | 保安検査用手荷物検査装置への推奨策 | 94 |
| 5.1.4 | 保安検査用手荷物検査装置への非推奨策 | 96 |
| 5.1.5 | 受動形個人線量計の郵送 | 97 |
| 5.2 | その他 | 98 |
| 5.2.1 | 放射線業務従事者への周知 | 98 |
| 5.2.2 | 手荷物検査装置に通してしまった場合の措置 | 98 |
| | 参考文献..... | 100 |
| 6 | 結言 | 101 |
| | 謝辞..... | 102 |

1 緒言

1.1 専門研究会設立の背景と目的

昨今、空港の保安検査装置の高度化（特に国内線における CT 型 X 線検査装置の導入）に伴い、受動形個人線量計を手荷物に入れたまま保安検査を通過させ、有意な線量が検出される事案が急増している。個人線量計による異常な測定値は放射線業務従事とは無関係であるため、受動形個人線量計で測定された結果ではなく、推定による線量を被ばく線量として登録せざるを得ない事例が既に発生していると考えられる。また、保安検査時に記録された測定値が、そのまま本人の被ばく線量として集計されているおそれもある。このことは、被ばく統計データにおいて、被ばくの実態を正しく表すことができないことにつながる。測定サービス機関は、ISO/IEC 17025 に基づく放射線個人線量測定分野の認定に基づいた放射線個人線量測定サービスを提供しているが、ユーザーの受動形個人線量計の運用方法によっては、測定の信頼性が損なわれる可能性にもつながる。

2023 年秋に改正 RI 規制法施行規則¹⁾が施行され、放射線業務従事者の外部被ばく線量について信頼性の高い測定が要求されるに至ったことを鑑み、日本保健物理学会放射線防護標準化委員会（以下、標準化委員会）では、空港の保安検査を念頭に置いた受動形個人線量計持ち出しに係る運用方法に関するガイドラインの策定を計画している。本専門研究会は、標準化委員会が作成するガイドラインの技術的根拠になりうるものを提供することを目的とし、受動形個人線量計の自施設からの持ち出しに関する実態調査及び空港の保安検査装置通過時の線量データの収集を広く行い、必要な検討を行った。

1.2 専門研究会メンバーと検討の履歴

本専門研究会のメンバーは表 1.2.1 の通りである。メンバーは便宜上、委員とコアオブザーバーに分けているが、運用上の違いはない。メンバーは調査班（文献等調査を実施）、アンケート班（アンケート調査を実施）及び照射試験班（空港の保安検査装置を使った照射実験を実施）に分かれて作業を行った。本専門研究会の会合は WEB 及びハイブリッド方式（WEB と対面）で実施した。表 1.2.2 に主だった会合開催日及び検討内容を示した。掲載した会合以外にも必要に応じて適宜会合を開催した。

本専門研究会の活動は学会等で広く公表した。表 1.2.3 に活動内容をまとめた。

表 1.2.1 本専門研究会のメンバー

| 担当 | 氏名・所属 | 所属班 |
|--------|--------------------|---------|
| 委員（主査） | 伊知地 猛（電力中央研究所） | 調査 |
| 委員（幹事） | 牧 大介（千代田テクノル） | アンケート |
| 委員 | 犬飼 裕司（個人線量測定機関協議会） | 調査・照射試験 |
| 委員 | 関口 寛（長瀬ランダウア） | 調査・照射試験 |
| 委員 | 竹村 貴志（ポニー工業） | 調査・照射試験 |

| | | |
|----------|----------------------|---------|
| 委員 | 篠崎 和佳子 (千代田テクノ) | 調査・照射試験 |
| 委員 | 桧垣 正吾 (東京大学) | アンケート |
| 委員 | 吉富 寛 (日本原子力研究開発機構) | アンケート |
| 委員 | 清水 秀雄 (つくば国際大学) | 調査 |
| コアオブザーバー | 萩原 雅之 (量子科学技術研究開発機構) | アンケート |
| コアオブザーバー | 鈴木 智和 (大阪大学) | アンケート |

表 1.2.2 本専門研究会の主だった会合開催日及び検討内容

| 開催日 | 検討内容 |
|-------------------|---|
| 2024年6月5日 | 第1回会合 <u>WEB</u> で実施した。専門研究会の活動方針の了承と業務分担を決めた。 |
| 2024年9月17日 | 第2回会合 <u>ハイブリッド方式</u> で実施した(千代田テクノ 千代田御茶の水ビル、東京都文京区)。各班の進捗を確認した。 |
| 2024年12月15日 | 第3回会合 <u>第5回放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会</u> にあわせて、 <u>大阪大学核物理研究センター (大阪府茨木市) においてハイブリッド方式で実施した</u> 。空港の保安検査装置を使った照射試験の結果報告及びアンケートの中間報告がされた。専門研究会報告書の構成について議論を始めた。 |
| 2025年3月5日 | 第4回会合 <u>WEB</u> で実施した。各班の進捗を確認した。専門研究会報告書の構成が決まり、章ごとの執筆担当者を決めた。次回会合で専門研究会報告書のドラフトを上梓することとした。 |
| 2025年5月16日 | 第5回会合 <u>ハイブリッド方式</u> で実施した(千代田テクノ 千代田御茶の水ビル、東京都文京区)。本会合で専門研究会報告書のドラフトを承認した。 |
| 2025年7月～9月 予定* | 第6回会合 <u>WEB</u> で実施する予定。 |

※本報告書の作成時点 (2025年5月16日現在) において未定である。

表 1.2.3 学会等での発表

| 日付 | 学会 | タイトル及び発表者 |
|----------------|--|---|
| 2024年 6月27日 | 日本保健物理学会 2024年度 シンポジウム 会場：オンライン | 受動形個人線量計の空港保安検査時の線量調査に関する検討委員会新規設置のお知らせ 講演者：牧 大介 |
| 2024年 8月22日 | 日本アイソトープ協会 第2回放射線の安全管理技術を共有するシンポジウム | 日本保健物理学会受動形個人線量計の空港保安検査時の線量調査に関する検討委員会専門研究会の活動について |

| | | |
|---------------------------|---|--|
| | ム 会場：オンライン | 講演者：牧 大介 |
| 2024 年 10 月 17、18 日 | 日本アイソトープ協会 令和6年度放射線安全取扱 部会年次大会 会場：あがたの森文化会館 (長野県松本市) | 日本保健物理学会 空港保安検査時の線量調査 に係る専門研究会活動 ポスター発表：伊知地 猛、牧 大介 |
| 2025 年 6 月 13、 14 日 | 日本保健物理学会 2025 年度 シンポジウム 会場：東京大学本郷キャン パス山上会館 (東京都文京 区) | 受動形個人線量計の空港保安検査時の線量調査 に関する検討委員会専門研究会活動報告 講演者：伊知地 猛、牧 大介、犬飼 裕司、 関口 寛 |

1.3 報告書の構成

本専門研究会報告書は 6 章で構成されている。1 章では専門研究会設立の背景及び目的、メンバー構成と専門研究会における検討の概要、学会等での発表及び本報告書の構成について記載した。2 章では文献や公開されているウェブページなどの情報より調査を実施し、受動形個人線量計の航空機持込の問題点、空港の手荷物検査装置の調査結果、国内外の対応事例についての調査結果を記載した。3 章では各施設の放射線管理担当者に、航空機を利用する際の受動形個人線量計の取り扱いなどについてアンケート調査を実施し、アンケート結果及び分析結果を記載した。4 章では保安検査装置を用いて各種受動形個人線量計の照射試験を実施し、また航空機を利用した出張時に、受動形個人線量計を手荷物検査装置にかけた場合及び預入荷物に入れた場合の線量調査を実施し、これらの試験結果をまとめた。5 章では 2 章から 4 章までの結果を踏まえ対応策を検討し、その結果をまとめた。6 章では本報告書を総括し、結言としてまとめた。

【参考文献】

- 1-1) e-Gov 法令検索，放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則， Available at: <https://laws.e-gov.go.jp/law/335M50000002056/>, Accessed 22 April 2025

2 文献等調査

2.1 文献等調査の目的

受動形個人線量計の航空機持込の際に、手荷物に入れて保安検査を実施してしまった結果等、意図せずに X 線照射される事例に関して現状を把握するため、文献や公開されている URL などを調査した。調査は、(1)受動形個人線量計の航空機持込の問題点、(2)空港の手荷物検査装置の調査、(3)国内外の対応事例、の 3 つの項目に絞って実施した。

2.2 受動形個人線量計の航空機持込時の問題点

近年、世界各国にある空港内の保安検査場では、テロ行為防止対策等のために X 線検査装置が使用されている。そこで使用される装置には、様々な形態が存在し、X 線手荷物検査装置²⁻¹⁾、コンテナ貨物大型 X 線検査装置²⁻²⁾などがある。特に最近では、CT 型 X 線検査装置 (2.3 で CT 型手荷物検査装置と定義されているもの) が普及し始めており、これは従来型の X 線検査装置よりも高解像度であることや、COVID-19 の流行に伴い荷物への直接の接触を最小限に止める、といったメリットがある。

一方、保安検査時に X 線検査装置が使用されることで、航空機に持ち込む際に誤って受動形個人線量計が照射されてしまうことがある。松田²⁻¹⁾は、2013 年当時の手荷物 X 線検査装置について概要を紹介しており、その中で検査時にばくろされる線量が数 μSv に抑えられるように管理している手荷物検査装置の製造者もある、としている。また、萬代²⁻²⁾は 2005 年当時の、港湾型のコンテナ貨物大型 X 線検査装置について概要紹介をしているが、装置の概要説明にとどまり、検査時にばくろされる線量についての具体的な記述はない。さらに X 線の後方散乱線を利用した検査装置²⁻¹⁾もあり、米国保健物理学会²⁻³⁾は、あるメーカーの装置ではボディスキャン時の実効線量は $0.05 \mu\text{Sv}$ であったと回答していた。米国 CDC は 2003～2004 年に空港の手荷物検査に携わる従業員の被ばく線量測定を実施しており、6 カ月の積算線量の 90%ほどは $10 \mu\text{Sv}$ 以下であったが、ロスアンゼルス空港では 1 年間の積算線量として約 0.15 mSv となった例もあった²⁻⁴⁾。2024 年 8 月 22 日に公益社団法人日本アイソトープ協会主催のシンポジウム「第 2 回放射線の安全管理技術を共有するシンポジウム 個人被ばく線量の管理^{2-5～7)}」が開催され、受動形個人線量計の管理に係る課題についての議論がなされ、航空機で移動する際の空港の保安検査での X 線による検査で個人線量計が高線量照射される問題も取り上げられた。本専門研究会からも牧幹事が登壇し、本専門研究会の活動内容を紹介した。

これらの他に、宇宙線が受動形個人線量計で検出されることによる線量増加も考えられる。通常、受動形個人線量計は職業被ばくによる線量管理に用いられるため、自然放射線による線量が有意に増加する場合は、線量計の運用上の問題となる。米国保健物理学会²⁻⁸⁾は、以下のように航空機による渡航中の線量をまとめている。

(1) 1997 年から 1999 年にかけて、中国の新疆航空の全フライトにおける平均実効線量率は

2.38 $\mu\text{Sv/h}$ であり、乗務員の年間平均宇宙放射線量は 2.19 mSv であった²⁻⁹⁾。

(2) パリ-ブエノスアイレス間で観測された最低線量率は 3 $\mu\text{Sv/h}$ であった。最も線量率が高かったのは、1996-1997 年のパリ-東京便で 6.6 $\mu\text{Sv/h}$ 、コンコルドで 9.7 $\mu\text{Sv/h}$ であった。亜音速機の飛行時間 700 時間、コンコルドの飛行時間 300 時間に基づき、対応する年間実効線量は、線量の少ない路線で 2 mSv、線量の多い路線で 5 mSv と推定された²⁻¹⁰⁾。

(3) その他、航空経路別の 100 block hours^{※1} 当たりの線量は以下の通りである²⁻¹¹⁾。

- ・シアトルからポートランド: 0.03 mSv
- ・ニューヨークからシカゴまで: 0.03 mSv
- ・ロスアンゼルスからホノルルまで: 0.26 mSv
- ・ロンドンからニューヨークまで: 0.51 mSv
- ・アテネからニューヨークまで: 0.63 mSv
- ・東京からニューヨークまで: 0.55 mSv

※1 航空機が飛行のため最初に動き出した瞬間から、次の着陸地点で目的のブロックに停止するまで、又は離陸せずに出発地点に戻るまでに要した時間数

また、米国連邦航空局 (Federal Aviation Administration : FAA) は、宇宙線による被ばく線量を計算するオンライン計算機²⁻¹²⁾を提供しており、いくつかのパラメータを入力することにより試算が可能となっている。我が国でも宇宙線被ばく線量を計算するシステムが提供されており、量子科学技術研究開発機構航路線量計算システムでは、出発空港と到着空港を入力することで航路の被ばく線量の計算ができ²⁻¹³⁾、日本原子力研究開発機構は、宇宙線被ばく線量率の分布を可視化するシステムを公開している²⁻¹⁴⁾。

2.3 空港の手荷物検査装置の調査

2018 年 4 月の国土交通省航空局のプレスリリースによると、東京オリンピック・パラリンピックに向け、テロに強い空港を目指した航空保安検査の高度化のため、羽田空港国際線ターミナルに CT 型 (Computed Tomography) 機内持込手荷物検査用 X 線検査装置 (以下、CT 型手荷物検査装置という。) の運用を同年 4 月 18 日から開始するとあった²⁻¹⁵⁾。

以来、CT 型手荷物検査装置が国内でも運用が開始され、従来型と比べて、手荷物に入れた受動形個人線量計の報告結果が高線量を示すことが、例えば、本専門研究会報告書第 4 章の保安検査装置を用いた受動形個人線量計照射試験結果からも明らかとなっている。そこで、本文献調査では、空港で使用されている手荷物検査装置の調査を実施した。

文献調査によると、CT型手荷物検査装置は、少なくとも国内では、羽田空港の他、成田国際空港、中部国際空港、福岡空港（国際線）、那覇空港に設置されていることがわかった。また海外では、シンガポール（チャンギ空港）、フランス（パリ・シャルル・ドゴール空港）、イギリス（ヒースロー空港）、韓国（仁川空港）、アメリカ（プラッツバーグ空港）、オランダ（スキポール空港）などに導入されていることがわかった。これにより、かばんからパソコンやペットボトルなどの液体物を取り出さずに、より安全でより速やかな検査が可能となったとされている²⁻¹⁶⁾。

X線CT技術を利用した手荷物検査装置にHI-SCAN 6040 CTiX（Smiths Detection社製）がある（**図 2.3.1**）。ガントリーは手荷物がコンベヤベルト上を運ばれる間、一定の速度で回転しながら、角度を変えて数百のビューを撮影し、リアルタイムでイメージスキャンデータを三次元画像に再構築することで、手荷物内の被検体をより精密に測定し、非常に正確な判定を行うことができる²⁻¹⁷⁾。福岡空港国内線は、羽田空港国内線や那覇空港国内線に続き、本機の導入を見込んでいる²⁻¹⁸⁾。なお、CTスキャンの画像例（**図 2.3.2**）として、国交省の画像データが紹介されている²⁻¹⁹⁾。



図 2.3.1 HI-SCAN 6040 CTiX²⁻¹⁷⁾

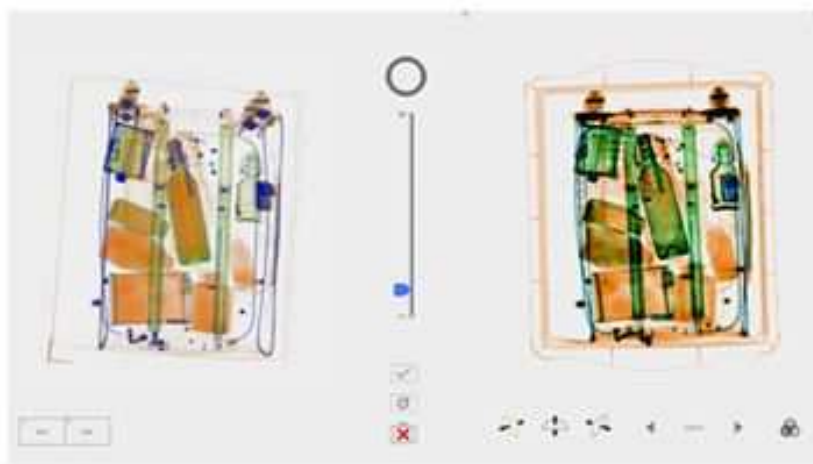


図 2.3.2 CT型手荷物検査画像²⁻¹⁹⁾

また、CT型手荷物検査装置には、直感的で使いやすいタッチスクリーンと360度の画像ビューの組み合わせにより、検査をより簡単かつ迅速に行うことが可能な920CT (Rapiscan Systems社製)もある(図2.3.3)。920CTは、現代的なデザインでありながら、厳しい規制に対応した最先端のテクノロジーを提供する²⁻²⁰⁾とされている。



図 2.3.3 920CT²⁻²⁰⁾

この他、ConneCT (Analogic社製)は米国運輸保安局(TSA)より約2億ドルで300台以上の受注²⁻²¹⁾を得ている全米で最も採用されている機器であって、26か国でも採用されている²⁻²²⁾。

以上、本文献調査により、少なくとも3種類のCT型手荷物検査装置が実用化されていることがわかった。しかし、被検体が受けるX線の線量や装置からの漏洩線量率に関する情報を得ることは出来なかった。

次に、従来型の手荷物検査装置は、国内メーカー製を中心に調査した。

X線手荷物検査装置 BIS シリーズ (日立パワーソリューションズ)は、標準で材質識別機能を搭載しており、無機物、有機物の識別に加え、自動警報機能を搭載している。被検体の材質に応じたカラーリングがなされた透視画像により、視認性を高めている²⁻²³⁾。

手荷物検査用X線検査装置・IXI160シリーズ (IHI検査計測製)は、2方向照射装置により構成され、被検体に対して垂直・水平の2方向から得た画像(図2.3.4)により、異物の識別をより容易にする。設置スペースや検査用途に応じて、様々な間口サイズの機種がリリースされている²⁻²⁴⁾。

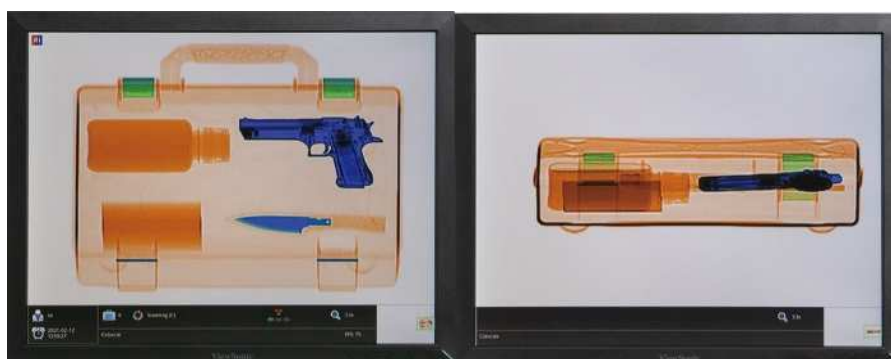


図 2.3.4 IXI160シリーズ画像²⁻²⁴⁾

日本信号社製の X 線手荷物検査装置 (図 2.3.5) は、AI による自動判定を実現している。小型の上、短時間で設置・撤去が可能なことから、イベント会場などのセキュリティに適している²⁻²⁵⁾。

海外製としては、オートクリア社製の X 線検査装置は、様々なトンネルサイズ、コンベヤスピード、容量、設置面積が揃っており、あらゆる用途に対応した検査装置を提供している。画像の検査をより容易に、正確にする画像補正ツール機能が搭載されている²⁻²⁶⁾。

このように、最近の従来型手荷物検査装置は、被検体の材質識別機能、カラーリング、自動警報機能、複数方向、AI、画像補正機能などを備え、より正確な検査を実現している。これにより、被検体に照射される X 線量が高くなっている可能性もあるが、メーカーの WEB サイトには X 線の線量に関する情報を見つけることは出来なかった。



図 2.3.5 日本信号社製 X 線手荷物自動検査装置²⁻²⁵⁾

2.4 国内外の対応事例

2.4.1 国内の対応事例

国内においては、自施設の者が他施設で放射線作業をする場合又は他施設の者が自施設で放射線作業をする場合の受動形個人線量計の持ち出し・持ち込みに関するルールを定め、ホームページ上や情報誌、文書、教育時の資料等で対応を周知している例があることが、本専門研究会報告書第 3 章のアンケート結果等からわかった。多くの場合で、移動に航空機を利用する場合は、受動形個人線量計を空港保安検査の X 線検査に通さないようアナウンスされている。また、空港保安検査員に対し、X 線検査は行わず目視検査をお願いするための文書を作成している例もある²⁻²⁷⁾。

公益社団法人日本アイソトープ協会 (JRIA) が運営する J-RAM (放射性試薬の総合情報サイト)²⁻²⁸⁾の研究者向けお役立ちコンテンツに、全国の RI 施設情報 (65 施設。(2024.8.27 確認時点)) が掲載されており、この中から各施設の個人被ばく線量管理についての情報が確認できる施設をピックアップした。また、大学等放射線施設協議会が「共同利用施設利用手続きの概要²⁻²⁹⁾」をまとめており、こちらの情報も併せて表 2.4.1 にまとめた。なお、両者の情報で重複する施設は、情報が新しい大学等放射線施設協議会の情報を採用した。「所属元の個人線量計を持参し所属元から結果の提供を受ける」が 15 施設、「受入先で個人線量計を用意し管理する」が 34 施設、「所属元の個人線量計を持参し所属元から結果の提供を受ける、かつ、受入先でも個人線量計を用意し管理する」が 8 施設、「その他」が 1 施設であった。表 2.4.1 の情報は RI 規制法の測定の信頼性確保に関する法令改正 (2023 年 10 月 1 日施行) 以前に収集された情報もあると思われる、更新されていない情報が含まれている可能性がある。

表 2.4.1 各施設における個人線量計の管理

(サイト²⁻²⁸)よりダウンロードしたエクセルデータから「大学名」「施設名称」「個人被ばく線量計の管理」の項目を抜粋したもの、及び大学等放射線施設協議会が取りまとめた“共同利用施設利用手続きの概要²⁻²⁹”から抜粋した。)

| 大学名 | 施設名称 | 個人被ばく線量計の管理 |
|--------------------------------|------------------------------|---|
| 北海道大学 | アイソトープ総合センター | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける |
| 東北大学 | 金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター | 施設の個人被ばく線量計で測定し、所属元へ結果を提供する |
| 東北大学 | 先端量子ビーム科学研究センター（三神峯事業所） | 派遣元の個人線量計及びセンターが貸与する校正済電子式線量計を着用する |
| 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 | NanoTerasu | NanoTerasu（受け入れ先）が用意した個人線量計を着用する |
| 秋田大学 | バイオサイエンス教育・研究サポートセンター | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 筑波大学 | アイソトープ環境動態研究センター | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける |
| 株式会社ボゾリサーチセンター | つくば研究所 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 高エネルギー加速器研究機構（KEK） | | KEK（受け入れ先）が発行する線量計を着用する |
| J-PARC | | J-PARC（受け入れ先）が用意した個人線量計を着用する |
| 宇都宮大学 | バイオサイエンス教育研究センター | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける |
| 自治医科大学 | RIセンター | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 高崎量子応用研究所 | イオン照射研究施設（TIARA） | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 | 量子医学・医療部門量子医科学研究所 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ポケット線量計などの直読式）を持参し管理する;利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける |
| 千葉大学 | 千葉大学アイソトープ実験施設 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |

| 大学名 | 施設名称 | 個人被ばく線量計の管理 |
|-----------------------|---|--|
| (国) 精神・神経医療 研究センター | 神経研究所 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 東京大学 | アイソトープ総合セン ター | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する;所属先から持 参するように指示があれば、それに従 うこと。 |
| 東京大学 | 医学部 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 東京海洋大学 | 放射性同位元素管理セ ンター | 利用者の所属元の個人被ばく線量計 (ガラスバッチなどの受動式)を持参 し、所属元から結果の提供を受ける |
| 東京薬科大学 | RI 共同実験室 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 東邦大学 | 東邦大学理学部 RI 実験 室 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 日本大学 | 生物資源科学部 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 学校法人 北里研究所 北里大学医学部 | バイオイメージング研 究センターRI 部門 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計 (ガラスバッチなどの受動式)を持参 し、所属元から結果の提供を受ける |
| 東京医科歯科大学(現 東京科学大学) | 統合研究機構リサーチ コアセンター | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 順天堂大学 | 大学院医学研究科 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 杏林大学 | 医学部共同研究施設放 射性同位元素部門 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 湘南ヘルスイノベーション パーク | 湘南ヘルスイノベーション パーク RI 施設 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 新潟大学 | 研究統括機構共用設備 基盤センター放射性同 位元素部門旭町 RI 施設 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計 (ガラスバッチなどの受動式)を持参 し、所属元から結果の提供を受ける |
| 長岡技術科学大学 | 長岡技術科学大学(ラ ジオアイソトープセン ター、極限エネルギー 密度工学研究センタ ー、原子力安全・シス テム安全棟) | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |
| 金沢大学 | 疾患モデル総合研究セ ンター・アイソトープ 総合研究施設 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく 線量計を用意し管理する |

| 大学名 | 施設名称 | 個人被ばく線量計の管理 |
|------------|----------------------------------|--|
| 浜松医科大学 | 産学連携・知財活用推進センター サイクロトロン棟 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ポケット線量計などの直読式）を持参し管理する;利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける;受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 名古屋大学 | アイソトープ総合センター | 区分（長期従事、短期従事、見学）によって管理方法が異なる |
| あいちシンクロトロン | | あいちシンクロトロン（受け入れ先）が用意した個人線量計を着用する |
| 京都大学 | 放射性同位元素総合センター | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ポケット線量計などの直読式）を持参し管理する;受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 京都大学 | 放射性同位元素総合センター分館 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ポケット線量計などの直読式）を持参し管理する;受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 京都大学 | 工学研究科附属量子理工学教育研究センター | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける |
| 京都大学 | 複合原子力科学研究所 | 京大（受け入れ先）が用意した個人線量計を着用する。所属機関の線量計の持参は求めない。 |
| 京都府立医科大学 | 京都府立医科大学中央研究室放射性同位元素室 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ポケット線量計などの直読式）を持参し管理する |
| 奈良県立医科大学 | ラジオアイソトープ実験施設 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける;受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 大阪大学 | 放射線科学基盤機構附属ラジオアイソトープ総合センター（吹田本館） | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける;受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 大阪大学 | 放射線科学基盤機構附属ラジオアイソトープ総合センター（豊中分館） | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける |
| 大阪大学 | 核物理研究センター | 大阪大学（受け入れ先）が発行した線量計を使用する |

| 大学名 | 施設名称 | 個人被ばく線量計の管理 |
|----------------|---------------------------------------|---|
| 大阪公立大学 | 大阪公立大学 杉本地区事業所 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける |
| 神戸大学 | 研究基盤センター | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する;利用者の所属元で個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を配布されている場合は、所属元から結果の提供を受ける |
| SPring-8 | | SPring-8（受け入れ先）が用意した線量計を着用する |
| 岡山大学 | 自然生命科学研究支援センター 光・放射線情報解析部門 鹿田施設 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 鳥取大学 | 鳥取地区放射線施設 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 香川大学 | 香川大学研究基盤センター放射性同位元素実験施設（医学部地区） | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 愛媛大学 | 愛媛大学学術支援センター(重信地区)RI 施設 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ポケット線量計などの直読式）を持参し管理する |
| 高知大学 | 遺伝子実験施設 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ポケット線量計などの直読式）を持参し管理する |
| 高知大学 | RI 実験施設 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 徳島大学 | 放射線総合センター | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける |
| 産業医科大学 | アイソトープ研究センター | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 九州シンクロトロン光センター | | 九州シンクロトロン光センター（受け入れ先）が準備した個人線量計を着用する |
| 長崎大学 | 放射線総合センター | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 長崎国際大学 | RI 実験室 | 利用者の所属元の個人被ばく線量計（ガラスバッチなどの受動式）を持参し、所属元から結果の提供を受ける |
| 熊本大学 | 生命資源研究・支援センター アイソトープ総合施設 黒髪地区アイソトープ施設 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |
| 熊本大学 | 生命資源研究・支援センター アイソトープ総合施設 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |

| 大学名 | 施設名称 | 個人被ばく線量計の管理 |
|-------|--------------------------|------------------------------|
| 鹿児島大学 | 研究推進機構研究支援センターアイソトープ実験施設 | 受け入れ先の施設で新たに個人被ばく線量計を用意し管理する |

2.4.2 海外の対応事例

表 2.4.2 は海外の対応事例をまとめたものである。線量計の持ち出し、空港手荷物検査の影響、空港 X 線検査の回避方法又は対応策及び線量の修正、の 4 項目でまとめた。政府機関、国際機関や線量測定サービス機関が、ガイドライン、通知、ホームページの Q&A 等で詳しく空港 X 線検査による受動形個人線量計への影響の説明と注意喚起、そして対応策を示していることがわかった。

対応策として、輸送確認用線量計^{※2}を用意している例が多い。この場合、両者の結果の差をとることで（作業者が作業時に着用した線量計の結果から輸送確認用線量計の線量結果を差し引く）、空港 X 線検査で受けた線量を差し引くことができる（補正できる）としている。

※2 出張者のために特別に用意したコントロール線量計や手荷物検査による影響を差し引くための線量計

また、空港の保安検査場において X 線検査装置を通すことなく目視検査等別の方法でチェックしてもらうことができる空港もある。コペンハーゲン・カストラップ空港の保安検査場では、受動形個人線量計は電離放射線を使用せずに検査されるべきと通知されている²⁻³¹。英国の運輸省 (DfT) は、英国の空港に対し TLD (熱蛍光ルミネセンス線量計) の X 線ばくろに対する影響及び保安検査員が TLD を識別する方法を周知しており、英国では TLD を X 線検査装置に通すことなく保安検査員に手渡しチェックしてもらうことに問題はないとしている²⁻³⁰。一方で、英国の安全衛生庁 (HSE) 公認の放射線防護アドバイザー (RPA) 機関である L2 business Consulting Limited のページには、空港保安検査員に受動形個人線量計をスキャンすべきではない理由を説明することはできるが、結局のところスキャンするかどうかは保安検査員が決めることであり、輸送確認用線量計の発行や代替品として電子式線量計などを提案することがある、と記載がある²⁻³¹。

表 2.4.2 海外の対応事例

| 国 | スイス | オーストラリア | イギリス | カナダ | デンマーク | フィンランド | アメリカ | 韓国 | ACI World | IAEA |
|------------|---|--|--|--|---|---|---|---|--|-------|
| 機関名称 | CERN (欧州原子核研究機構) | Arpansa (オーストラリア放射線防護・原子力安全庁) | UK Health Security Agency (英国保健安全保障局) | Canadian Nuclear Safety Commission (カナダ原子力安全委員会) | Danish Health Authority (デンマーク国家保健委員会) | Radiation and Nuclear Safety Authority of Finland (STUK) (フィンランド放射線・原子力安全局) | Mirion Technologies (線量測定サービス機関) | Korean Association for Radiation Application | Airports Council International (ACI) World | IAEA |
| 出典 | 2-33) | 2-34) | 2-32) | 2-35) | 2-30) | 2-36) | 2-37), 2-38) | 2-39) | 2-40) | 2-41) |
| 線量計の持ち出し | CERNの職員として雇用されている場合は、一定の条件下で CERN の外に持ち出すことができる | 線量測定サービス機関のガイドラインでは、モニタは社外に持ち出すべきではないとしている。しかし、仕事で出張する場合は、輸送確認用線量計を持って行くことを強く推奨。 | | | | | 従業員が既に個人用の線量計を持っている場合、「放射線防護の基本安全基準に関する法令」の第 7.19 条 (Article 7.19 of the 'Decree on Basic Safety Standards for Radiation Protection') に従い、海外でもこの線量計を使用しなければならないと定めている (2-38) | 線量計を外の施設へ持ち出す場合は、各機関の内部規定に従っている | | |
| 空港手荷物検査の影響 | | 旧式の場合、1 回あたり最大 0.01 mSv。CT タイプの場合、設定にもよるが 1 回あたり 0.5 mSv という高い線量を出すことがある。 | これまでは 1 回のスキャンで最大 0.01 mSv。新型スキャナーは 1 回あたり最大 2 mSv の被ばくを受ける可能性がある。 | | 1 回のスキャンで 1 mSv までの線量を受ける可能性がある。線量計を受託手荷物に入れる場合は、さらに高い線量を受ける危険性がある。 | CT スキャナーは、1 回あたり TL 線量計で約 2～3 mSv、DIS 線量計で 1～2 mSv | | 空港手荷物検査の影響について、韓国で公式な調査例はない。一般的に受動形個人線量計を空港スタッフに見せて X 線装置にかけないようにして | | |

| 国 | スイス | オーストラリア | イギリス | カナダ | デンマーク | フィンランド | アメリカ | 韓国 | ACI World | IAEA |
|----------------------|---|--|---|--|---|--|--|--|--|---|
| 空港 X 線検査の回避方法又は対応策 | | 保安検査場でモニタの所持を申告した後、モニタを携行し、別の検査プロセスで検査を受けることを許可されるべき | 保安検査員に線量計をスキャンすべきでない理由を説明することはできるが、スキャンの実施は検査員が決めることである。通常、受動形個人線量計と一緒に持ち運ぶ予備の航空トランジット線量計を提供することができる。 | REGDOC-2.7.2.線量測定、第 I 巻：職業線量の測定の中で、航空機での移動中は、線量計を受託手荷物や機内持ち込み手荷物に入れない。線量計を持ち運ぶか装着して保安検査場を通過する。 | 保安検査員に線量計の目視検査を依頼することを推奨。コペンハーゲン・カストラップ空港の保安検査場では、受動形個人線量計は電離放射線を使用せずに検査されるべきであると通知されている。 | 線量計の使用者は保安検査員に CT スキャナーを使用して線量計をスキャンしないよう要請しなければならない | 手荷物に入れない ²⁻³⁷⁾ 受動形個人線量計とトランジット線量計の 2 つの線量計を持ち込むことが推奨されている ²⁻³⁸⁾ | 韓国では BG 用の輸送確認用線量計と一緒に持って行っており、こちらの結果で BG を差し引いている。この方法が空港の X 線検査の照射の影響を避ける一番良い方法と考えている。 | International Civil Aviation Organization(ICAO) が IAEA からの働き掛けもあり、手荷物検査の X 線装置で影響がある受動形個人線量計などの検査方法についてガイダンスを作成した。ガイダンスの具体的な内容は、線量計は X 線又は CT 型検査装置以外の方法で検査する必要がある、ということ。例えば目視と手作業による確認がある。さらに、専門家の説明文章 (documentary evidence such as professional identification) があればよい。 | International Civil Aviation Organization (ICAO) と Airports Council International (ACI World) と協力して the Aviation Security Manual の改訂を進めた。受動形個人線量計は医療機器と同等に扱われるべきである。ただし the Aviation Security Manual はメンバー国に強制されるものではないことに注意が必要である。しかしながら各国の規制の参考にされているものである。 |
| 線量計を持ち出した場合の対応、線量の修正 | 線量測定サービスまで、搭乗したフライトとその日時を連絡する。CERN のリーダーステーションで線量計をできるだけ早 | 個人被ばく線量計から輸送確認用線量計に記録された適切なバックグラウンド線量を差し引く | 多くの雇用主は線量調査レベルを年間 1mSv (実効線量) に設定しているため、線量計を新型の X 線装置を通すと間違いなく線量調査が行われること | | | | バッジ管理者又は放射線安全管理者に連絡して、法定記録線量を訂正する。放射線安全管理者は記録の更新のために線量測定サービス提供者に連 | | | |

| 国 | スイス | オーストラリア | イギリス | カナダ | デンマーク | フィンランド | アメリカ | 韓国 | ACI World | IAEA |
|---|--------|---------|--|-----|-------|--------|---|----|-----------|------|
| | く読み取る。 | | になる。 航空トランジット線量計を一緒に持ち運んでいる場合は、報告前に、受動形個人線量計から移動中に受けた線量を差し引くことができる。 | | | | 絡し、その線量が航空トラベルによるものであることを証明する必要がある ²⁻⁴³⁾ 。 受動形個人線量計とトランジット線量計の線量結果は、通常の方法で別々に報告される。事業者の希望によりトランジット線量の補正を行うことができる ²⁻³⁸⁾ 。 | | | |

【参考文献】

- 2-1) 松田淳；主任者コーナー “今こそ復習！” 主任者の基礎知識 第 10 回 手荷物エックス線検査装置, *Isotope News*, No.707, 49-53 (2013)
- 2-2) 萬代新一；港湾・空港セキュリティと X 線検査, *加速器*, Vol.2, No.2, 257-262 (2005)
- 2-3) Health Physics Society; “Answer to Question #9421 Submitted to "Ask the Experts"”, Available at: <https://hps.org/publicinformation/ate/q9421.html>, Accessed 19 August 2024.
- 2-4) Chandran Achutan, Charles Muller; Evaluation of Radiation Exposure to TSA Baggage Screeners, Health Hazard Evaluation Report, HETA #2003-0206-3067 (2008)
- 2-5) 公益社団法人日本アイソトープ協会 放射線安全取扱部会企画専門委員会・放射線取扱施設における安全管理技術の継承分科会；第 2 回放射線の安全管理技術を共有するシンポジウム「個人被ばく線量計の管理」概要集 (2024)
- 2-6) 企画専門委員会；主任者コーナー 第 2 回放射線の安全管理技術を共有するシンポジウム「個人被ばく線量計の管理」(前編), *Isotope News*, No.797, 68-72 (2025)
- 2-7) 企画専門委員会；主任者コーナー 第 2 回放射線の安全管理技術を共有するシンポジウム「個人被ばく線量計の管理」(後編), *Isotope News*, No.799, 104-107 (2025)
- 2-8) Health Physics Society; “Radiation Exposure During Commercial Airline Flights”, Available at: <https://hps.org/publicinformation/ate/faqs/commercialflights.html>, Accessed 19 August 2024
- 2-9) Feng YJ, Chen WR, Sun TP, Duan SY, Jia BS, Zhang HL; Estimated cosmic radiation doses for flight personnel, *Space Med. Med. Eng.*, 15(4), 265–269 (2002)
- 2-10) Bottollier-Depois JF, Chau Q, Bouisset P, Kerlau G, Plawinski L, Lebaron-Jacobs L; Assessing exposure to cosmic radiation during long-haul flights, *Radiat. Res*, 153(5 Pt. 1), 526–532 (2000)
- 2-11) Friedberg W, Copeland K, Duke FE, O'Brien K 3rd, Darden EB Jr.; Radiation exposure during air travel: Guidance provided by the FAA for air carrier. Crews, *Health Phys.*, 79(5), 591–595 (2000)
- 2-12) Federal Aviation Administration; “Galactic Radiation Received In Flight”, Available at: <https://jag.cami.jccbi.gov/cariprofile.asp>, Accessed 19 August 2024
- 2-13) 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構航路線量計算システム； JISCARD 航空機での宇宙線被ばく線量を計算表示するシステム, Available at: <http://www.jiscard.jp/index.shtml>, Accessed 7 February 2025.
- 2-14) 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基礎工学研究センター放射線挙動解析研究グループ； EXPACS Excel-based Program for calculating Atmospheric Cosmic-ray Spectrum, Available at: <https://phits.jaea.go.jp/expacs/jpn.html>, Accessed 7 February 2025.
- 2-15) 国土交通省航空局安全企画課；平成 30 年 4 月 18 日 プレスリリース, Available at: https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku09_hh_000105.html, Accessed 22 August 2024.

- 2-16) 観光産業ニュース トラベルボイス; 2023年5月19日 ネットニュース, Available at: <https://www.travelvoice.jp/20230519-153517>, Accessed 22 August 2024.
- 2-17) 株式会社エス・ティ・ジャパン; HI-SCAN 6040 CTiX 製品紹介サイト, Available at: <https://www.stjapan.co.jp/products/2880>, Accessed 22 August 2024.
- 2-18) Smiths Detection: プレスリリースサイト, Available at: <https://www.smithsdetection.com/media/u24khuea/%E7%A6%8F%E5%B2%A1%E5%9B%BD%E9%9A%9B%E7%A9%BA%E6%B8%AF-%E6%97%85%E5%AE%A2%E4%BF%9D%E5%AE%89%E6%A4%9C%E6%9F%BB%E5%A0%B4%E3%81%AB.pdf>, Accessed 22 August 2024.
- 2-19) リスク対策.com; 2018年4月20日 解説記事 手荷物検査 CT スキャン、羽田で初運用, Available at: <https://www.risktaisaku.com/articles/-/5858>, Accessed 22 August 2024.
- 2-20) Rapiscan Systems; 920CT 製品紹介サイト, Available at: <https://www.rapiscansystems.com/en/products/920ct>, Accessed 22 August 2024.
- 2-21) AIRPORTTRAVELER; アナロジック社が米国運輸保安局とチェックポイント CT システムを提携する契約を 1 億 9,800 ドルで提携, Available at: <https://airporttraveler.com/news/%E3%82%A2%E3%83%8A%E3%83%AD%E3%82%B8%E3%83%83%E3%82%AF%E7%A4%BE%E3%81%8C%E7%B1%B3%E5%9B%BD%E9%81%8B%E8%BC%B8%E4%BF%9D%E5%AE%89%E5%B1%80%E3%81%A8%E3%83%81%E3%82%A7%E3%83%83%E3%82%AF%E3%83%9D%E3%82%A4/>, Accessed 23 August 2024.
- 2-22) Analogic; ConneCT, Available at: <https://www.analogic.com/imaging-and-detection/checkpoint/>, Accessed 23 August 2024.
- 2-23) 株式会社日立パワーソリューションズ; X 線手荷物検査装置 BIS シリーズ 製品紹介サイト, Available at: <https://www.hitachi-power-solutions.com/product/measurement/x-ray/products/bis/index.html>, Accessed 22 August 2024.
- 2-24) 株式会社 IHI 検査計測; X 線検査装置・IXI160 シリーズ (手荷物検査用) 製品紹介サイト, Available at: <https://www.iic-hq.co.jp/products/P-01-02/>, Accessed 22 August 2024.
- 2-25) 日本信号株式会社; X 線手荷物自動検査装置製品紹介サイト, Available at: <https://www.signal.co.jp/products/smartsecurity/x-ray/>, Accessed 22 August 2024.
- 2-26) オートクリア社; X線検査装置 製品紹介サイト, Available at: <https://autoclear.com/ja/x-ray-machines/>, Accessed 22 August 2024.
- 2-27) 鈴木智和、桧垣正吾、高橋賢臣: 「ヒヤリハット事例に基づく教育訓練資料の暫定公開について」, 日本放射線安全管理学会誌, 24(1), 38-39 (2025).
- 2-28) J-RAM (放射線試薬の総合情報サイト), 全国の RI 施設一覧 ~実験希望者と RI 施設がつながるきっかけとして~, Available at: <https://j-ram.org/ri-center/>, Accessed 6 September 2024.

- 2-29) 大学等放射線施設協議会，共同利用施設利用手続きの概要， Available at: <https://shisetsu.ric.u-tokyo.ac.jp/cooperative.html>, Accessed 15 April 2025.
- 2-30) Danish Health Authority, “Frequently asked questions about personal dosimetry”, Available at: <https://www.sst.dk/en/english/Healthcare-professionals/Radiation-protection/Radiation-and-radon/Personal-dosimetry/Questions-on-personal-dosimetry#:~:text=Is%20it%20OK%20to%20carry,No%2C%20it%20is%20not>, Accessed 6 September 2024.
- 2-31) L2 Business Consulting, Available at: <https://www.l2businessconsulting.com/changes-in-uk-airport-x-ray-screening-equipment/>, Accessed 6 September 2024.
- 2-32) UK Health Security Agency, Newsletter of the Personal Dosimetry Service Spring 2022 Issue 61, “New Types of X-ray Scanners: Airport Security – Don’t Get Caught (Out!)”, Available at: https://www.ukhsa-protectionservices.org.uk/cms/assets/gfx/content/resource_5093cs197838c579.pdf, Accessed 6 September 2024.
- 2-33) CERN, ”Frequently Asked Questions”, Available at: <https://dosimetry.web.cern.ch/faqs>, Accessed 6 September 2024.
- 2-34) arpana, ”Travelling with monitors”, Available at: <https://www.arpana.gov.au/our-services/monitoring/personal-radiation-monitoring-service/travelling-monitors#:~:text=PRMS%20guidelines%20state%20that%20monitors,as%20a%20travel%20control%20monitor>, Accessed 6 September 2024.
- 2-35) Canadian Nuclear Safety Commission, “REGDOC-2.7.2, Dosimetry, Volume I: Ascertaining Occupational Dose”, Available at: <https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/acts-and-regulations/regulatory-documents/published/html/regdoc2-7-2-vol-i/>, Accessed 6 September 2024.
- 2-36) Radiation and Nuclear Safety Authority of Finland (STUK), “STUK investigated radiation exposure caused to luggage by the new fluoroscopic equipment”, Available at: <https://stuk.fi/en/stuk-investigated-radiation-exposure-caused-to-luggage-by-the-new-fluoroscopic-equipment>, Accessed 6 September 2024.
- 2-37) Mirion Technologies, INC, instadose, “BADGE BEWARE: 3-D CT Scanners at an Airport Near You”, Available at: <https://www.instadose.com/blog/badge-beware-3-d-ct-scanners-at-an-airport-near-you>, Accessed 6 September 2024.
- 2-38) Mirion Technologies, INC, DOSIMETRY SERVICES, “Frequently Asked Questions about Dosimetry”, Available at: <https://www.mirion.com/dosimetrie-netherlands/frequently-asked-questions-about-dosimetry>, Accessed 6 September 2024.
- 2-39) KI TAEK, HAN (Korean Association for Radiation Application); 私信 (2024)
- 2-40) Nicholas Ratledge (Airports Council International (ACI) World); 私信 (2024)

2-41) Michael Hajek (IAEA Individual Monitoring Service Group Leader, Radiation Safety and Monitoring Section, Division of Radiation, Transport and Waste Safety, Department of Nuclear Safety and Security); 私信 (2025)

3 アンケート調査

3.1 アンケートの目的及び方針

全国の放射線取扱事業所に対し自施設から受動形個人線量計を持ち出すことに関して、空港の保安検査への対応に関する現状把握を目的としてアンケートを実施した。ここでいう受動形個人線量計は、国内で個人線量モニタリングサービスに供されている積算型の個人線量計のことを指す（図 4.1.2.1 を参照のこと）。アンケートの回答は可能な限り選択肢としたが、一部の回答は自由記述とした。本専門研究会のアンケート班メンバーが 2024 年夏にアンケートの設問・選択肢案を検討したのちに全メンバーに展開及び議論して、Google form 上でアンケートを募集することにした。

日本保健物理学会からアンケートの内容及び実施の承認を得たうえで、アンケートを開始した。

アンケートは、2024 年 10 月 1 日から 2025 年 1 月末まで回答を募集した。回答募集期間中は、日本保健物理学会、日本放射線安全管理学会、日本アイソトープ協会、日本放射線技術学会、日本診療放射線技師会及び大学等放射線施設協議会の各学協会へ、本専門研究会のメンバーを通じて非破壊検査事業者及び加速器メンテナンス事業者へ、それぞれの構成員に対してアンケートへの協力依頼をお願いした。

結果として、3 か月の間に 119 法人（事業所）から回答を得ることができた。

付録 3-1 にアンケートの案内文を載せた。アンケートは 4 つのカテゴリーから構成される。第 1 カテゴリーは「基礎情報」に関連した設問をまとめたもので、例えば法人の業態や放射線業務従事者数についての設問を設けた。第 2 カテゴリーは「個人被ばく管理の一般的なこと」に関連した設問をまとめたもので、例えば外部の施設で放射線業務に従事している人の被ばく管理について設問を設けた他、空港の保安検査で受動形個人線量計が誤計測する可能性に関する設問を設けた。第 3 カテゴリーは「受動形個人線量計の持ち出し」に関連した設問をまとめたもので、例えば外部へ個人線量計を持ち出す方法や放射線取扱事業者が行っている空港の保安検査への対応に関する設問を設けた。第 4 カテゴリーは「空港の保安検査で受動形個人線量計が誤計測してしまった場合の対応」に関連した設問をまとめたもので、例えば線量の修正に関する設問を設けた。第 5 カテゴリーは自由記述として、広く意見を募集した。

3.2 アンケート内容及び結果

この節の以下の項では、設問と回答を表で、集計結果は棒グラフで示した。

3.2.1 第1 カテゴリー「基礎情報」について

Q1-1、Q1-2 及び Q1-3 は個人情報等に係る設問であったので、掲載を省略した。

Q1-4(表 3.2.1.1 及び図 3.2.1.1)は回答者の所属を問う設問であった。アンケートの回答者の 60 %近くが大学、研究機関の所属であり、共同利用機関以外の所属の方からより多くの回答をいただいた。さらに、回答者の 20 %が医療機関の所属であり、12 %が非破壊検査関連の所属であった。

Q1-5-1(表 3.2.1.2 及び図 3.2.1.2)は放射線業務従事者数を問う設問であった。100 人以上の管理をしている事業所からの回答が約 50 %で最も多く、それ以外は同程度の割合であった。

Q1-5-2(表 3.2.1.3 及び図 3.2.1.3)は **Q1-5-1** に関連し、所属の外で放射線作業に従事する人の有無を問う設問であった。さらに **Q1-5-3(表 3.2.1.4 及び図 3.2.1.4)**は **Q1-5-2** に関連し、海外に出かけて放射線作業をする人がいるかを問うた。回答者の 75 %が所属の外で放射線作業をしている方がいると答え、さらにそのうち 30 %が海外で放射線作業していることがわかった。国内外を問わず、放射線作業の場所が流動化していることがわかった。

Q1-6(表 3.2.1.5 及び図 3.2.1.5)は、所属の外で放射線作業に従事する人がどのような業態(場所)で作業に従事しているのかを問う設問であった。この設問は複数回答可としたので、延べ回答数となる。最も多いのが加速器を有する研究機関での作業従事(42%)、次点は加速器を有しない研究施設及び医療機関での作業従事(22%)であった。

表 3.2.1.1 Q1-4 の質問と選択肢

| Q1-4 (集計対象回答数 119) | 選択肢 |
|--------------------|---|
| 質問 | |
| 法人の業態を選択してください。 | 1. 大学、研究機関（共同利用研究機関以外※） 2. 大学、研究機関（共同利用研究機関※） 3. 工業（放射線管理区域測定委託） 4. 工業（非破壊検査） 5. 工業（加速器と放射線装置の製造・点検・修理） 6. 工業（これら以外） 7. 医療機関 ※放射線の使用に関して、自施設の放射線業務従事者数に比べ、外から受入れる放射線業務従事者数が多い場合は、共同利用研究機関を選んでください。 |

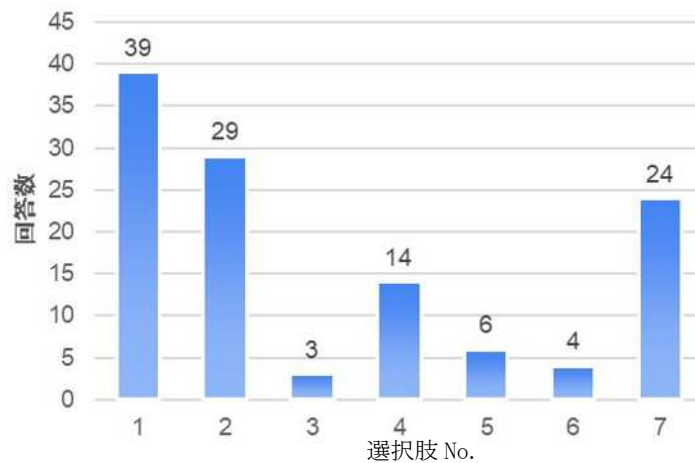


図 3.2.1.1 Q1-4 の集計結果

表 3.2.1.2 Q1-5-1 の質問と選択肢

| Q1-5-1 (集計対象回答数 119) | 質問 | 選択肢 |
|----------------------|--|---|
| | あなたが管理されている年間の放射線業務従事者数（個人被ばく管理の対象人数）を選んでください。 | 1. 100人以上 2. 50人以上100人未満 3. 30人以上50人未満 4. 10人以上30人未満 5. 1人以上10人未満 6. いない |

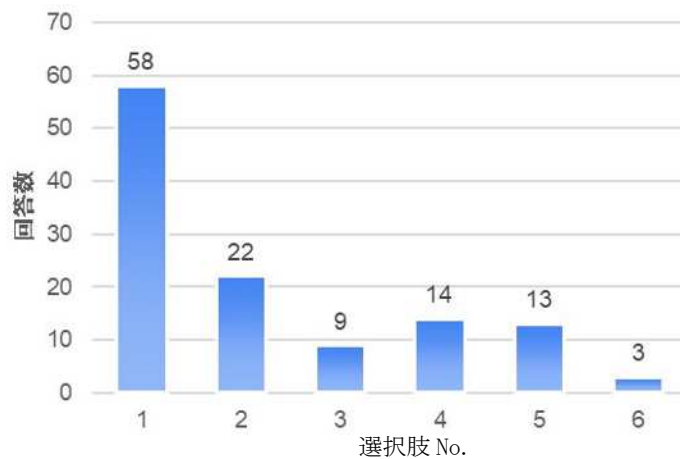


図 3.2.1.2 Q1-5-1 の集計結果

表 3.2.1.3 Q1-5-2 の質問と選択肢

| | |
|---------------------------|--------|
| Q1-5-2 (集計対象回答数 116) | 選択肢 |
| 質問 | |
| このうち、法人の外で放射線作業される方はいますか？ | いる いない |

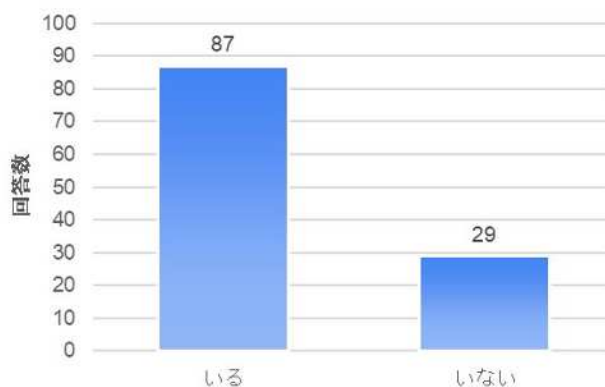


図 3.2.1.3 Q1-5-2 の集計結果

表 3.2.1.4 Q1-5-3 の質問と選択肢

| | |
|-------------------------|--------|
| Q1-5-3 (集計対象回答数 87) | 選択肢 |
| 質問 | |
| このうち、海外で放射線作業される方はいますか？ | いる いない |

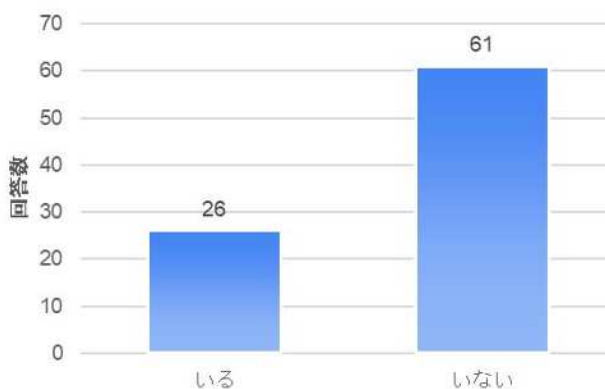


図 3.2.1.4 Q1-5-3 の集計結果

表 3.2.1.5 Q1-6 の質問と選択肢

| | |
|--|--|
| Q1-6 (集計対象回答数 141) | 選択肢 |
| 質問 | |
| 法人の外で放射線作業される方の作業場所の業態を選んでください。(複数選択可) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 大学、研究機関 (加速器を有する施設) 2. 大学、研究機関 (加速器を有しない施設) 3. 工業 (非破壊検査にかかる作業) 4. 工業 (製薬) 5. 工業 (これら以外) 6. 医療機関 |

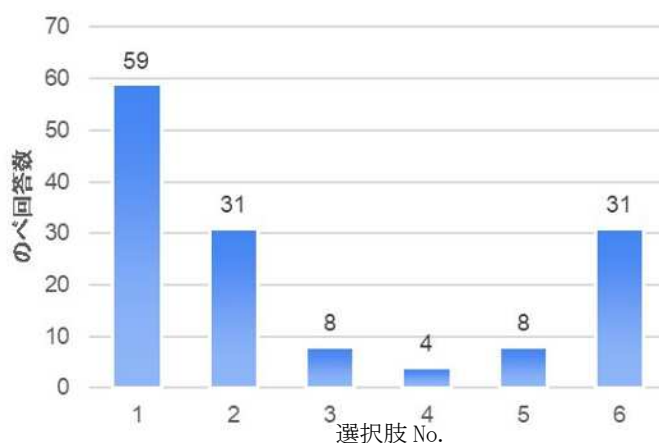


図 3.2.1.5 Q1-6 の集計結果

3.2.2 第2カテゴリー「個人被ばく管理の一般的なこと」について

Q2-1 (表 3.2.2.1 及び図 3.2.2.1) は、放射線作業の内容に照らし合わせながら測定サービス機関から受け取った個人線量報告書の内容の妥当性を確認しているか否か、を問う設問であった。回答者のほとんどが、個人線量報告書の内容を放射線業務従事者の放射線作業内容を照らし合わせて、内容の妥当性を確認していることがわかった。一方で、**Q2-3**(表 3.2.2.3 及び図 3.2.2.3)は、他施設における放射線作業の内容について、回答者が把握しているか否かを問う設問であった。回答者の3割強が把握できていない状態であった。また、類似の質問であったが、**Q2-4**(表 3.2.2.4 及び図 3.2.2.4)は、他施設における被ばく管理を実施しているか否かを問う設問であり、実施していない回答者が3割弱いることがわかった。なお、**Q2-2**(表 3.2.2.2 及び図 3.2.2.2)は、回答者の施設の放射線業務従事者の利用状況を問う設問であった。自施設、他施設における放射線業務従事者の利用の増減状況については、「No.5 大きな増減なし」の回答が最も多くなったが、No.1~4の選択肢の回答のばらつきを加味しても、自施設利用よりも他施設へ出向く傾向にある、といった偏重傾向は見られなかった。

Q2-5 (表 3.2.2.5 及び表 3.2.2.5)は、回答者が空港の保安検査においてX線が照射されることにより誤計測する可能性があることを認知しているか否かを問う設問であって、回答者の8割以上が認知していた。**Q2-6** (表 3.2.2.6 及び図 3.2.2.6)は **Q2-5** に関連して、回答者に

誤計測の経験の有無の経験を聞く設問であったが、実際に経験した者は半数程度であった。

表 3.2.2.1 Q2-1 の質問と選択肢

| | |
|---|--------|
| Q2-1 (集計対象回答数 117) | 選択肢 |
| 質問 | |
| 測定サービス機関が提供する個人線量に係る報告書(外部被ばく測定の記録)について、放射線業務従事者の放射線作業内容と照らし合わせて、報告書の内容の妥当性を確認していますか？ | はい いいえ |

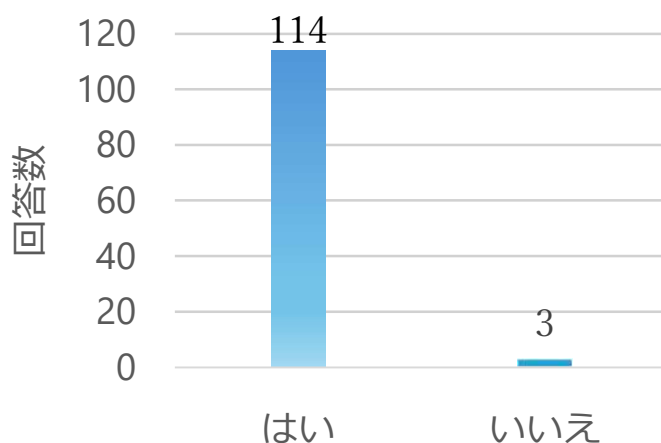


図 3.2.2.1 Q2-1 の集計結果

表 3.2.2.2 Q2-2 の質問と選択肢

| | |
|-----------------------------------|---|
| Q2-2(集計対象回答数 117) | 選択肢 |
| 質問 | |
| あなたが管理されている施設の従事者の利用状況はどのようなのですか？ | <ol style="list-style-type: none"> 1. 自施設利用者は減少しており、他施設利用者は増加している 2. 自施設利用者は増加しており、他施設利用者は減少している 3. 自施設利用者、他施設利用者ともに増加している 4. 自施設利用者、他施設利用者ともに減少している 5. その他 (自施設利用者、他施設利用者いずれかが大きな増減なし) <p>※増減なしなどの場合には「その他」を選択いただき記述してください。</p> |

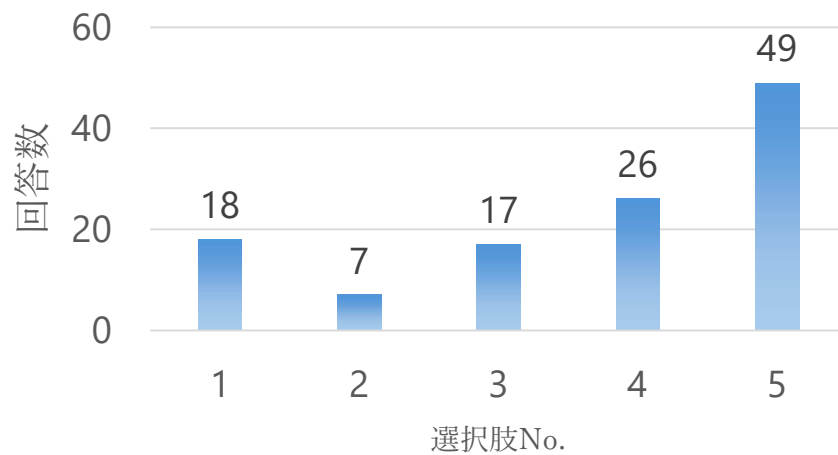


図 3.2.2.2 Q2-2 の集計結果

表 3.2.2.3 Q2-3 の質問と選択肢

| | |
|--|--------|
| Q2-3 (集計対象回答数 116) | 選択肢 |
| 質問 | |
| あなたが管理されている施設以外で放射線業務又は放射線利用を行う方の、作業内容(放射線の利用の有無に関わらず)を把握していますか? | はい いいえ |

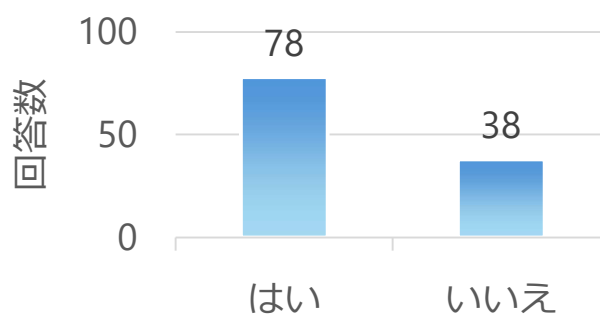


図 3.2.2.3 Q2-3 の集計結果

表 3.2.2.4 Q2-4 の質問と選択肢

| | |
|---|--------|
| Q2-4 (集計対象回答数 117) | 選択肢 |
| 質問 | はい いいえ |
| あなたが管理されている施設以外で放射線業務又は放射線利用を行う方の、被ばく管理をしていますか？ | |

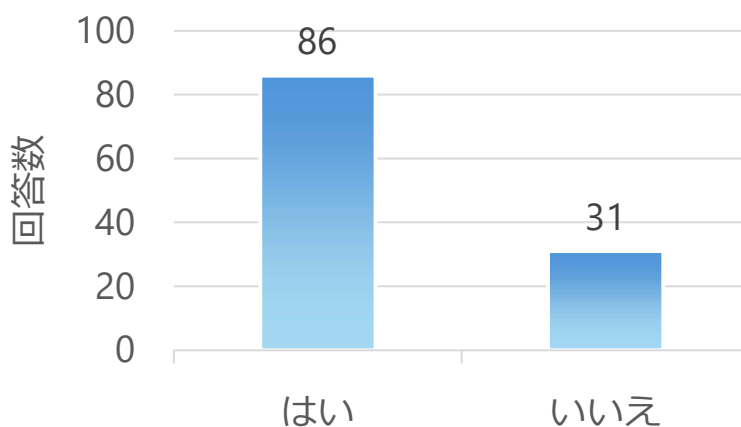


図 3.2.2.4 Q2-4 の集計結果

表 3.2.2.5 Q2-5 の質問と選択肢

| | |
|---|--------|
| Q2-5 (集計対象回答数 117) | 選択肢 |
| 質問 | はい いいえ |
| 受動形個人線量計が空港の保安検査において、X線の照射により誤計測する可能性があることを知っていますか？ | |



図 3.2.2.5 Q2-5 の集計結果

表 3.2.2.6 Q2-6 の質問と選択肢

| | |
|--|--------|
| Q2-6 (集計対象回答数 117) | 選択肢 |
| 質問 | はい いいえ |
| これまで、自施設から持ち出した受動形個人線量計が空港の保安検査において、X線の照射により誤計測してしまったりその可能性があったことはありますか？ | |

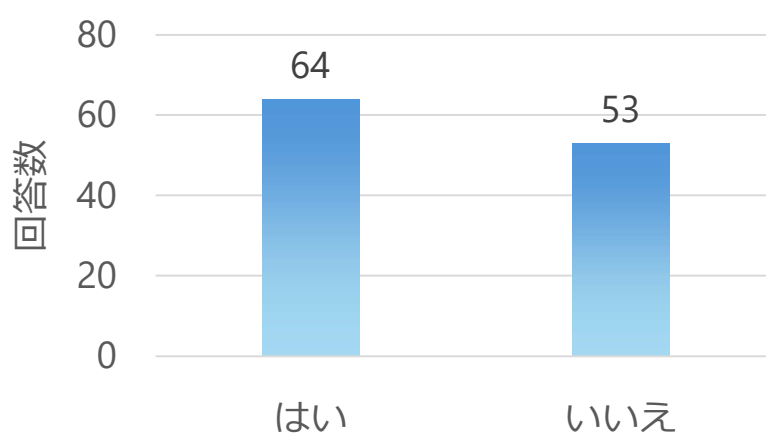


図 3.2.2.6 Q2-6 の集計結果

3.2.3 第3 カテゴリー「受動形個人線量計の持ち出し」について

Q3-1-1(表 3.2.3.1 及び図 3.2.3.1)は、自施設の外へ受動形個人線量計を持ち出すルールを問う設問であった。4割が放射線作業先での個人線量計の貸与の有無に関わらず受動形個人線量計を持ち出させる（強制）、と回答した。これに、放射線作業先の施設で貸与されない場合に持ち出させる（強制）ケース、貸与される場合の持ち出しを自由としているケースやその他の回答の中でも持ち出す可能性があるケースなどを含めると、約7割が自施設の外へ受動形個人線量計を持ち出す可能性があることがわかった。また、自施設用と外部用の線量計を準備して対応している事業所もあった。**Q3-1-2(表 3.2.3.2 及び図 3.2.3.2)**では持ち出すルールの制定理由を伺ったが、放射線作業先の施設の決まり、自施設の決まり、管理者の判断、が同程度であった。**Q3-1-3(表 3.2.3.3 及び図 3.2.3.3)**は、線量算定に用いる個人線量計を問う設問であった。自施設から持ち出す個人線量計で線量算定していると回答した事業所は36%あり、また放射線作業先で貸与される線量計と組み合わせて算定している事業所も3割程度あった。以上より、受動形個人線量計を持ち出すルールについては、事業所によってばらつきがあるものの7割が持ち出す可能性があるとしており、その線量計で線量算定しているケースも3割以上あることがわかった。

Q3-2は受動形個人線量計の持ち出しに関する教育の取り組みについての設問であった。**Q3-2-1(表 3.2.3.4 及び図 3.2.3.4)**では、教育訓練等で空港保安検査を受ける際の注意事項の説明をしていると回答した事業所が4割程度あった。さらに、**Q3-2-2(表 3.2.3.5 及び図 3.2.3.5)**では、4割程度の事業所で預入荷物に個人線量計を入れないようなルール付けもしくは教育をしている、と回答した。**Q3-2-3(表 3.2.3.6)**では、その他特別な取り組みについて自由記述をしていただいた。X線照射を避けるための保安検査場での申告などの対応、個人線量計を2式持たせるなどの影響を考慮した対応、注意喚起や教育訓練での周知徹底、持ち出す場合に放射線取扱主任者への事前連絡の義務付け、ポケット線量計を持たせる、などの取り組みがなされているとの回答があった。以上より、4割程度の事業所では既に受動形個人線量計持ち出しに関する教育を実施しており、また保安検査場での申告などの対応がなされていることがわかった。

Q3-3(表 3.2.3.7 及び図 3.2.3.6)は、現時点における空港保安検査を受ける際の具体的な対策についての設問であった。半数以上が空港の保安検査を受ける際に、受動形個人線量計を身に着ける、と回答した。輸送確認用線量計と一緒に持たせる、遮へい袋に入れる、ポケット線量計を持たせる、などは少数であった。ただし、有効回答数の8割弱が何らかの対策を講じている、と回答していることは留意すべきである。

Q3-4-1(表 3.2.3.8 及び図 3.2.3.7)では、受動形個人線量計の持ち出しルールに関する要望について問うた。持ち出し方法に関する統一ルールや教材についての要望は多い。また、受動形個人線量計のX線検査を回避できるような枠組み作りや保安検査員への理解促進への要望もあった。このように、事業所それぞれの個別対応だけでなく、持ち出しルールや教材、X線検査回避方法に関する統一的な対策が求められていることがわかった。**Q3-4-2(表**

3.2.3.9 及び図 3.2.3.8)は、放射線作業先の施設で個人線量計を貸与してほしい理由の設問であった。約 8 割が、各施設での被ばく線量を正確に管理するため、と回答しており、回答者の線量管理に関する意識は高いことがわかった。

Q3-5 は、大学や研究機関（共同利用研究機関）への設問であった。共同利用研究機関以外からの回答もあったが、これらは集計結果に加えなかった。Q3-5-1(表 3.2.3.10 及び図 3.2.3.9)は、外部から放射線業務従事者を受け入れる際の受動形個人線量計の貸与についての設問であり、7 割の事業所で線量計を準備している、という回答があった。さらに、Q3-5-1(表 3.2.3.11)で「いいえ」と回答した事業所を対象に、今後線量計を準備する予定があるか伺ったところ、1 件が準備する予定がある、と回答した。共同利用研究機関では外部被ばく線量測定の信頼性確保が導入されて以来、ユーザーに対して線量計を貸与する事業所が増加しており、大規模な事業所を中心に、線量計が貸与されるようになっていることを反映しているものと考えられる。

表 3.2.3.1 Q3-1-1 の質問と選択肢

| Q3-1-1 (集計対象回答数 122) | 選択肢 |
|--|--|
| 質問 | |
| 現時点における、貴施設の外へ受動形個人線量計を持ち出すルールについて教えてください。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 放射線作業をする先の施設で個人線量計が貸与される場合は、自施設の受動形個人線量計は持ち出させない（強制） 2. 放射線作業をする先の施設で個人線量計が貸与されない場合は、自施設の受動形個人線量計を持ち出させる（強制） 3. 放射線作業をする先の施設において、個人線量計の貸与の有無に関わらず、自施設の受動形個人線量計を持ち出させる（強制） 4. 放射線作業をする先の施設で個人線量計を貸与される場合は、自施設の受動形個人線量計の持ち出しは自由としている（任意） 5. その他 |

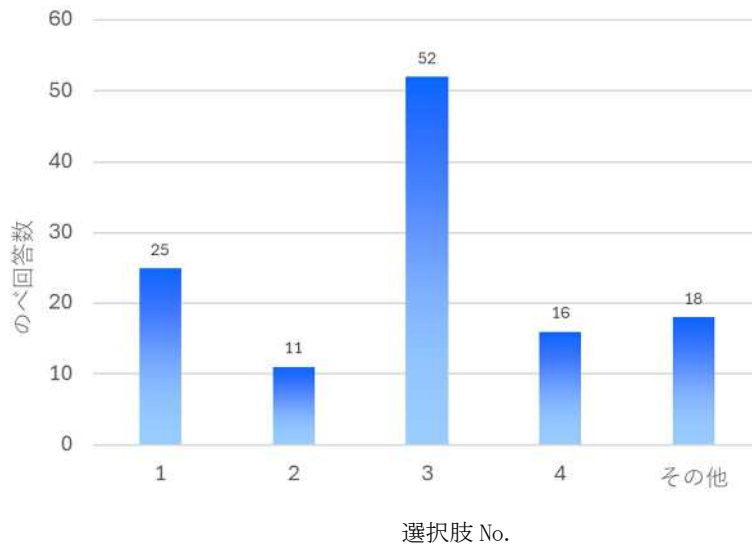


図 3.2.3.1 Q3-1-1 の集計結果

書き込まれたコメントは文意を損ねない範囲で修正した

その他に記載された主な事項

- ・ルールが未整備又はケースバイケース対応としている
- ・作業先の施設に応じた対応としている
- ・自施設専用と外部用で線量計を分けて対応している
- ・基本的には作業先の線量計を使用している
- ・ポケット線量計を持参するなどの対応をしている

表 3.2.3.2 Q3-1-2 の質問と選択肢

| Q3-1-2 (集計対象回答数 161) | 選択肢 |
|--------------------------------|--|
| 質問 | |
| ルールの制定理由について詳しく教えてください。(複数選択可) | 1. 放射線作業をする先の施設の決まりに従うため 2. 自施設の決まりで定めているため 3. 管理者の判断による 4. その他 |

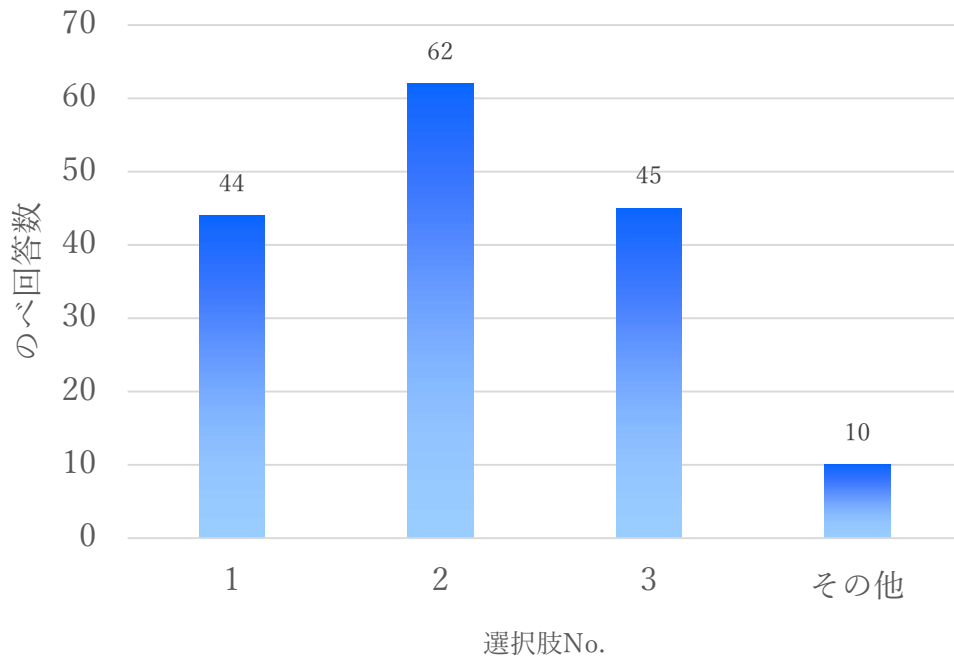


図 3.2.3.2 Q3-1-2 の集計結果

書き込まれたコメントは文意を損ねない範囲で修正した

その他に記載された主な事項

- ・ルールが未整備又は事例なし
- ・被ばく線量の管理を適切に行うため
- ・法令・規制や指導に基づく対応としている
- ・従事者が多く、相手先の施設への派遣状況が把握できない。自施設で作業する時間帯が休日・深夜になることがあるため、個人線量計の個人管理をお願いしている
- ・主として紛失防止のため

表 3.2.3.3 Q3-1-3 の質問と選択肢

| Q3-1-3 (集計対象回答数 136) | 選択肢 |
|---|--|
| 質問 | |
| 「放射線作業をする先の施設で受ける被ばくに起因する線量」の算定に使用する個人線量計について詳しく教えてください。(複数選択可) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 放射線作業をする先の施設で貸与される個人線量計 2. 自施設から持ち出す受動形個人線量計 3. これらの組み合わせ |

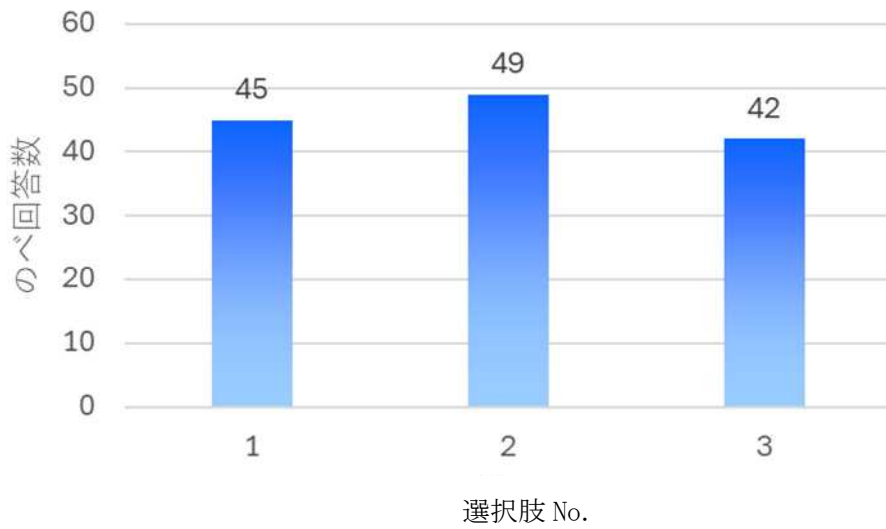


図 3.2.3.3 Q3-1-3 の集計結果

表 3.2.3.4 Q3-2-1 の質問と選択肢

| | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Q3-2-1 (集計対象回答数 119) | 選択肢 |
| 質問 | |
| 教育訓練等で、空港の保安検査を受ける際の注意事項の説明を行っていますか？ | 1. はい 2. いいえ |

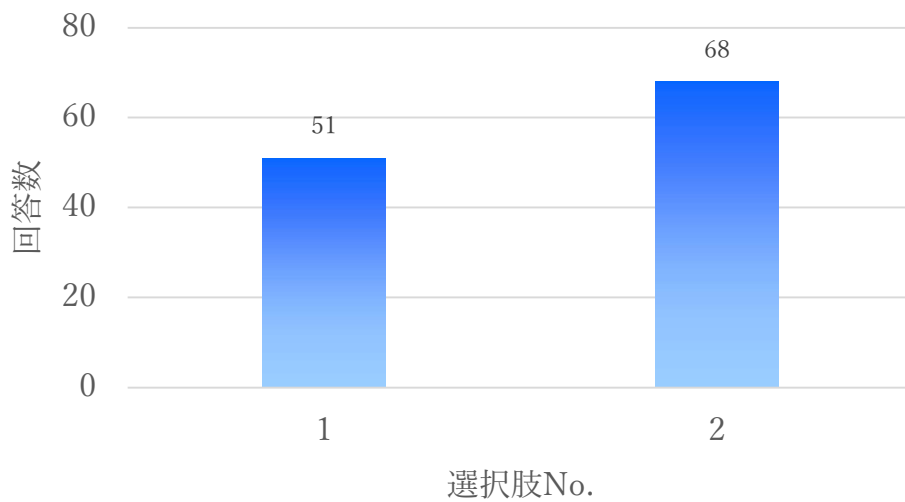


図 3.2.3.4 Q3-2-1 の集計結果

表 3.2.3.5 Q3-2-2 の質問と選択肢

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| Q3-2-2 (集計対象回答数 119) | 選択肢 |
| 質問 | |
| 預入荷物に入れないようなルール付 けもしくは教育していますか？ | 1. はい 2. いいえ |

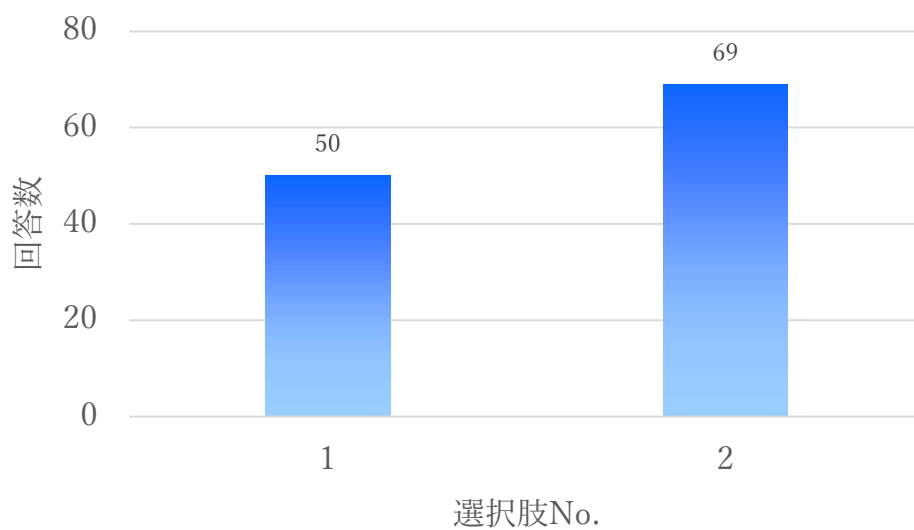


図 3.2.3.5 Q3-2-2 の集計結果

表 3.2.3.6 Q3-2-3 の質問と回答

書き込まれたコメントは文意を損ねない範囲で修正した

| | |
|---|--|
| Q3-2-3 (集計対象回答数 21) | |
| 質問 | |
| その他特別な取り組みがあれば教えてください。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ バッジなどを機内に持ち込む場合は、保安検査場で申告して X 線検査装置を通さない ・ 線量計持ち出しの際に、利用先施設や使用の有無を記入する用紙を配布しているが、その用紙に空港保安検査の際の荷物へのエックス線照射に対する注意事項を記載している ・ 作業員各人に個人線量計を 2 式持たせることで、空港での手荷物検査による X 線被ばくをできるだけ差し引いて算出できるように配慮している。個人線量計を提供して頂いている各社にも、その算定に関して協力を要請している ・ 航空会社のお客様センターに保安検査場でのバッジの取扱いについて問合せをし、その内容（着用しての保安検査の通過について）について、従事者に教育訓練等で周知している ・ 教育訓練にて、「自施設の個人被ばく線量計は持ち出さない」旨を毎回伝えている。また、他施設の被ばく結果は、電離放射線健康診断の問診の際に申し出るように伝えている ・ 注意事項と言うほどではないが、空港保安検査に X 線を使用していることに触れている ・ 原則、自施設からの個人線量計の持ち出しは不可としており、他施設の都合で利用者が持ち出す際には、放射線取扱主任者にあらかじめ連絡をとることになっている。これは教育・訓練にて周知しているこの連絡の際、どこの施設を訪問するかを確認し、移動に飛行機を使用する場合はその都度、手荷物検査等での注意事項を説明している ・ 毎年の再教育訓練時に説明している ・ 個人線量計の宅配・郵送方法について、教育の際に、航空便使用不可などの説明をしている ・ 予め空港を利用するような実験先に行くとき申し出があった場合に、個別で注意喚起をしている <p>さらに、毎年のように注意喚起をしている</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 航空機利用の可能性がある場合には、個人線量計を放射線業務従事者へ配布する際に、個人線量計を預入荷物に入れないよう、口頭でお願いしているが、そのようなケースは極めて稀である ・ 今後の定期教育に取り入れる ・ (外部施設の) 線量率分布を測定や計算から提示している ・ 個人線量計の測定結果が保安検査によるものが明らかな場合は、線量を再評価している ・ 航空機での移動がある場合は、ポケット線量計を持って行かせる | |

表 3.2.3.7 Q3-3 の質問と選択肢

| | |
|---|--|
| Q3-3 (集計対象回答数 104) | 選択肢 |
| 質問 | |
| 現時点における、空港保安検査を受ける際の具体的な対策について教えてください。(複数選択可) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 空港の保安検査を受ける際は、受動形個人線量計を身に着ける 2. 受動形個人線量計とそのコントロール線量計※を一緒に持たせて、手荷物に入れる 3. 受動形個人線量計を鉛袋などの遮へい物に入れて、手荷物に入れる 4. その他 <p>※2 章で定義した輸送確認用線量計のこと</p> |

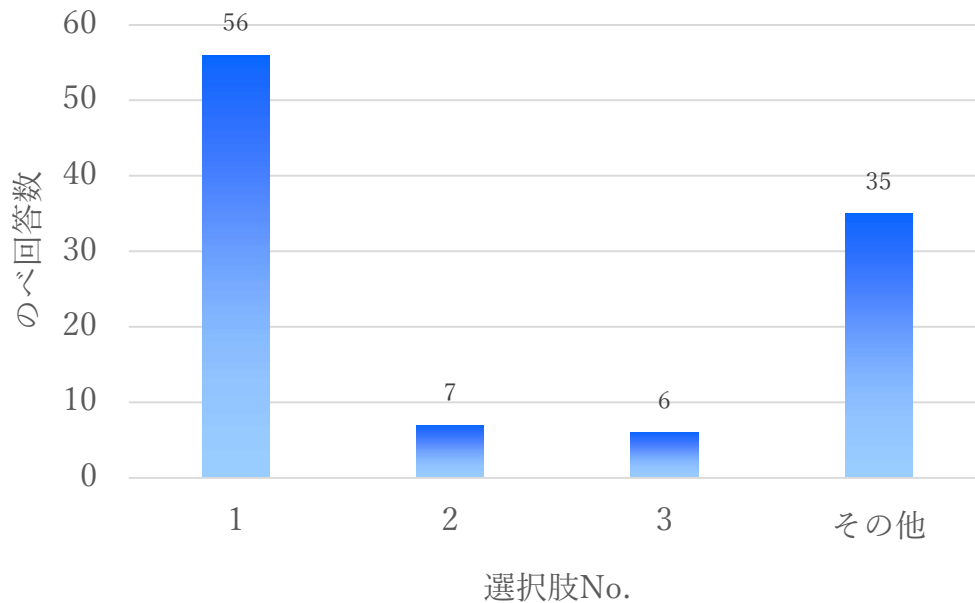


図 3.2.3.6 Q3-3 の集計結果

書き込まれたコメントは文意を損ねない範囲で修正した

| |
|--|
| <p>その他に記載された主な事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 保安検査員への説明・申請による X 線検査回避 ・ 線量計を手荷物に入れる ・ 外部業者に委託する ・ ポケット線量計を持たせる ・ ルールや仕組みの整備・検討中（証明書などの仕組みがあればよい） ・ X 線の出力を推定して影響を評価する ・ 空港利用の予定がない・該当事例がない ・ 特に対策していない（これまで異常な高線量を検出したことがない） ・ 具体的な指示は出していない（認識がなかった） |
|--|

表 3.2.3.8 Q3-4-1 の質問と選択肢

| Q3-4-1（集計対象回答数 197） | 選択肢 |
|---|--|
| 質問 | |
| 受動形個人線量計の持ち出しルールに関する要望について教えてください。（複数選択可） | <ol style="list-style-type: none"> 1. 受動形個人線量計の持ち出し方法に関する統一ルールが欲しい 2. 統一的な教育教材があればよい 3. 放射線作業をする先の施設で受動形個人線量計を貸与する仕組みがあればよい 4. その他 |

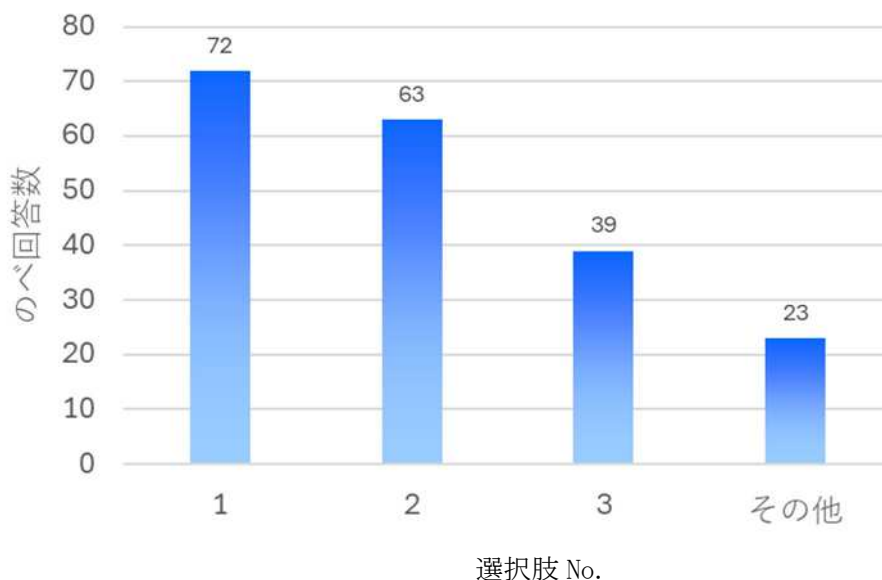


図 3.2.3.7 Q3-4-1 の集計結果

書き込まれたコメントは文意を損ねない範囲で修正した

その他に記載された主な事項

- ・ 個人線量計について広く認識してもらい、検査を免除できるような枠組みを作る
- ・ 空港の保安検査場で X 線検査をせずに搭乗できるようにしてほしい
- ・ 保安検査官に容易に説明が伝わるよう、検査官向け説明を実施してほしい
- ・ 学会などから各航空会社に、保安検査場での個人線量計の取扱いについて問合わせし、航空会社に保安検査場での個人線量計の取扱いについて理解を求めてほしい。また、問合せへの回答について取りまとめた内容を、学会等から流して情報の共有を図ってほしい
- ・ 各航空会社が専用の預け用封筒を用意してくれるとありがたい
- ・ 宅配・郵送時の個人線量計の検査方法を明確にしてほしい
- ・ 医師等の多施設勤務者の個人線量計使用や合算に関するルールを整備、被ばく線量を名寄せできる仕組みが必要です
- ・ 海外は法体系が異なると難しいかもしれないが、基本的には持ち出さずに管理できるようにしてほしい
- ・ 空港の保安検査の X 線装置の詳細（構造、管電圧、管電流、線量等）、教育に用いるため
- ・ 見解が各施設、測定サービス機関担当者により違うので、統一ルールで動きたい
- ・ 各事業所で対応できているはずなので、特に検討の必要性は乏しいのではないか。統一の必要はない

表 3.2.3.9 Q3-4-2 の質問と選択肢

| | |
|--|--|
| Q3-4-2 (集計対象回答数 110) | 選択肢 |
| 質問 | |
| あなたが個人線量計の貸与を希望する場合、あなたが考える、放射線作業をする先の施設で個人線量計を貸与してほしい理由を教えてください。 (複数選択可) | <ol style="list-style-type: none"> 1. (各施設での) 被ばく量を正確に管理するため 2. 自施設での受動形個人線量計を確保するための財源不足 3. 自施設での放射線管理者の不足 4. その他 |

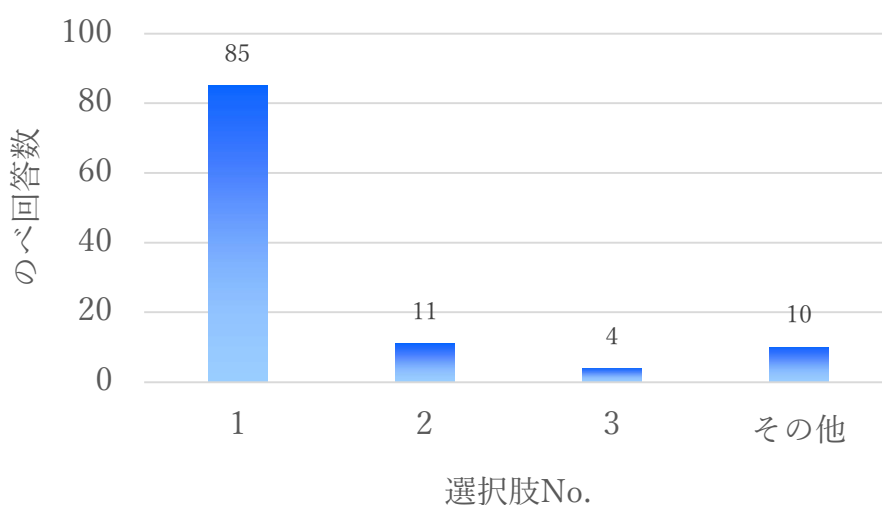


図 3.2.3.8 Q3-4-2 の集計結果

書き込まれたコメントは文意を損ねない範囲で修正した

| |
|---|
| <p>その他に記載された主な事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ (個人線量計の) 紛失のリスク低減、X線検査の誤計測の回避、放射線施設全体でのコスト削減 ・ 個人線量計を持ち出したくないから ・ 放射性同位元素等の規制に関する法律で、その施設での放射線業務従事者の被ばく線量の測定が規定されているため ・ 本来、被ばく管理は施設ごとで行われるものだから ・ 訪問先の施設で取り扱う放射線種に従った測定を行うため、訪問先の施設が個人線量計を用意すべきではないか ・ 品質保証の対応が求められて以降、共同利用施設において個人線量計を配布するので、所属機関から持参する必要がない施設が増え、持参して欲しいという施設が少なくなった。ユーザー自身が混乱し、外部に行くときは個人線量計を持参しなくてもよくなったと思いついでいる者がいるので運用を統一して欲しい |
|---|

表 3.2.3.10 Q3-5-1 の質問と選択肢

| | |
|---|-----------------|
| Q3-5-1 (集計対象回答数 29) | 選択肢 |
| 質問 | |
| 外部の放射線事業所から放射線業務従事者を受け入れる際、彼らの受動形個人線量計を準備されていますか？ | 1. はい 2. いいえ |

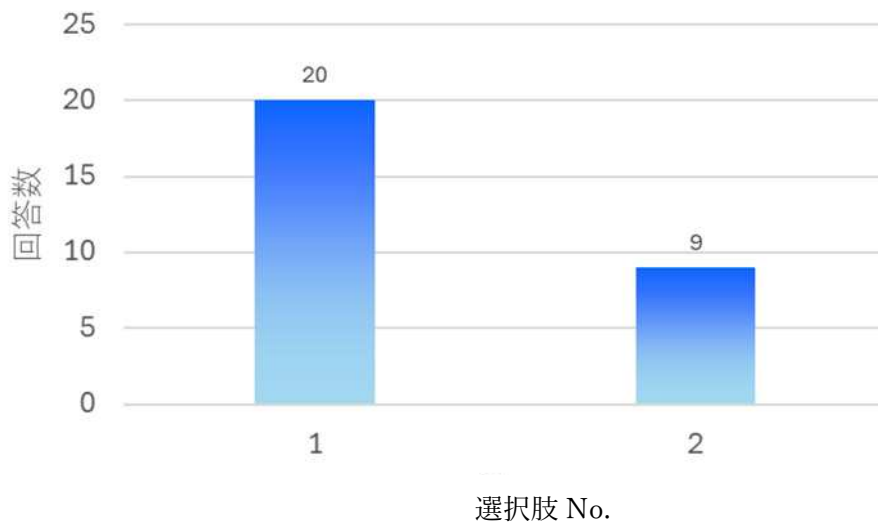


図 3.2.3.9 Q3-5-1 の集計結果

表 3.2.3.11 Q3-5-2 の質問と選択肢及び回答

| | |
|---|-----------------|
| Q3-5-2 (集計対象回答数 9) | 選択肢 |
| 質問 | |
| Q3-5-1 で「いいえ」と答えた場合にお聞きします。今後、受動形個人線量計を準備される予定はありますか？ | 1. はい 2. いいえ |
| 回答 | |
| 1. はい : 1 件 2. いいえ : 8 件 | |

3.2.4 第4 カテゴリー「空港の保安検査で受動形個人線量計が誤計測してしまった場合の対応」について

このカテゴリーでは、空港の保安検査で X 線照射により受動形個人線量計が誤計測した場合の対応について調査した。対象者は、これまでに自施設から持ち出した受動形個人線量計が空港の保安検査において X 線の照射により誤計測してしまったこと又はその可能性があった経験がある（Q2-6で「はい」と回答した）者に限られる。

Q4-1（表 3.2.4.1 及び図 3.2.4.1）では、管理者が空港の保安検査で X 線の照射により誤計測したことをどうして気づくことができたかを調査した。半数以上は測定サービス機関から線量通知を受けた後に管理者が使用者にヒアリング等を行って判明している。その他の回答もこれに近いタイミングであった。一方で、使用者が申告したケースも 3 割程度あった。

Q4-2（表 3.2.4.2 及び図 3.2.4.2）では、空港の保安検査で X 線の照射により誤計測が発生したときに当該月内の被ばく線量をどのように評価したかを調査した。選択肢には具体的なものを 5 つ用意したが、その他を含めて回答がばらついた。その他で多かった回答は、併用している電子式線量計の値を採用するというものであった。確実な推定方法がないこともあり、また複数回答も多かったことから管理者が苦勞している様子がうかがえる。

Q4-3（表 3.2.4.3 及び図 3.2.4.3）では、空港の保安検査で X 線の照射により誤計測したことが確定したときに、測定サービス機関へ線量修正を依頼したか否かを調査した。「していない」場合の選択肢に、「できる事を知らなかった」の選択肢を加え、意味合いを区別しておいた。修正していない、と答えた場合の半数は、修正できることを知らなかった、と回答しており、こういったサービスの周知が必要であることがわかった。なお、その他の回答では、条件付きで修正している、というものが多かった。

Q4-4（表 3.2.4.4 及び図 3.2.4.4）は、**Q4-3**で修正した値が**Q4-2**で推定した値であるかを確認する質問とした。ほぼ、「同じ」という回答になることを予測した質問であり、結果もその通りとなった。「異なる」という回答がわずかにあったが、そのコメントからは明確にどう異なっているかがはっきりとわからなかった。

表 3.2.4.1 Q4-1 の質問と選択肢

| Q4-1（集計対象回答数 105） | 選択肢 |
|--|--|
| 質問 | |
| あなたは自施設から持ち出した受動形個人線量計が空港の保安検査で X 線の照射により誤計測したことを、どのように気づきましたか？（複数選択可） | 1. 自施設における受動形個人線量計の回収（使用最終）日までに、使用者が申告してくれた 2. 自施設における受動形個人線量計の回収後、あなたが線量測定サービス機関から線量通知を受けるまでに、使用者が申告してくれた 3. あなたが線量測定サービス機関から線量通知を受けた |

| | |
|--|-----------------------------|
| | 後、あなたが状況を調査して判明した 4. その他 |
|--|-----------------------------|

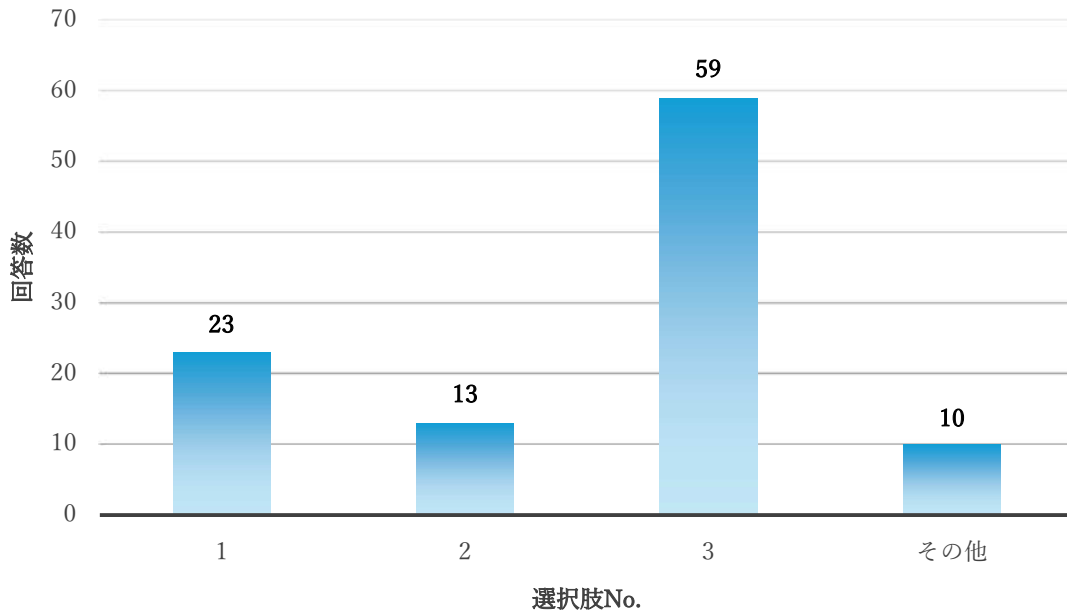


図 3.2.4.1 Q4-1 の集計結果

表 3.2.4.2 Q4-2 の質問と選択肢

| Q4-2 (集計対象回答数) 137 | 選択肢 |
|---|---|
| 質問 | |
| あなたは、自施設から持ち出した受動形個人線量計が空港の保安検査で X 線の照射により誤計測したとき、あなたの事業所の内外における当該月内の被ばく線量をどのように評価しましたか？（複数選択可） | <ol style="list-style-type: none"> 1. 空港の保安検査が原因とわかっていたが、自施設から持ち出した受動形個人線量計のみで管理していたので、その線量計で測定した値をそのまま線量とした 2. 放射線作業先の施設で貸与された個人線量計の測定値を参考にした 3. 出張の同行者または同じ放射線作業に従事した者の被ばく量（個人線量計の測定値等から得た）を推定値として採用した 4. 直近の作業環境測定※などで得た空間線量率から推定した 5. 過去の同一場所※及び同一作業時※の個人線量測定値から推定した 6. その他 <p>※あなたの事業所及びよその放射線事業所、の両方です。</p> |

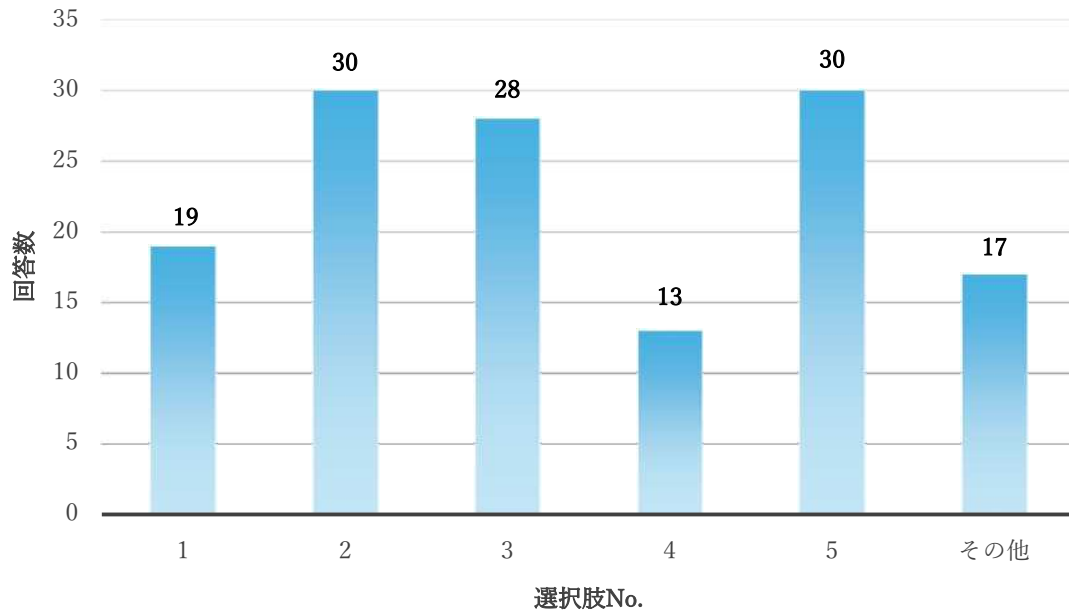


図 3.2.4.2 Q4-2 の集計結果

書き込まれたコメントは文意を損ねない範囲で修正した

その他に記載された主な事項

- ・ 直近の被ばく線量値から推定した
- ・ その期間の放射線従事者の従事の仕方、及び過去の同様の従事による被ばく線量を参考にした
- ・ 所内の作業を再現することで、当該期間の被ばく線量を推定した
- ・ 作業時に携帯していたポケット線量計の値から推定した

表 3.2.4.3 Q4-3 の質問と選択肢

| Q4-3 (集計対象回答数) 89 | 選択肢 |
|---|--|
| 質問 | |
| 自施設から持ち出した受動形個人線量計が空港の保安検査で X 線の照射により誤計測したことが確定したとき、線量測定サービス機関へ線量修正を依頼しましたか？ (複数選択可) | 1. した 2. しない 3. できることを知らなかった 4. その他 |

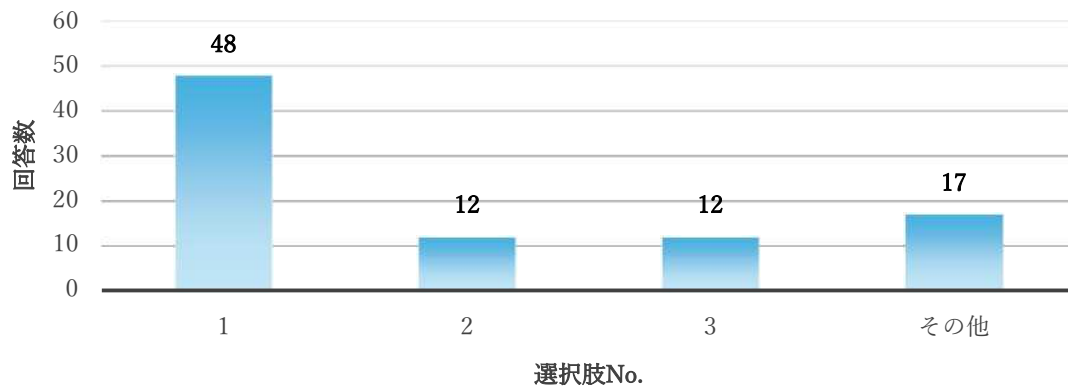


図 3.2.4.3 Q4-3 の集計結果

書き込まれたコメントは文意を損ねない範囲で修正した

その他に記載された「線量修正をかける条件」など

- ・ 当月の放射線業務が皆無（管理区域に立ち入っていない）で空港の保安検査のみの場合のみ、線量修正を依頼している
- ・ 修正したことも、修正しなかったこともある
- ・ 本人が提出した行動記録等により、評価が行えたときのみ修正した
- ・ 実効線量が 0.5 mSv を超えているときには、線量修正を依頼する内部ルールを設けている

表 3.2.4.4 Q4-4 の質問と選択肢

| Q4-4（集計対象回答数） 56 | 選択肢 |
|--|---------------------------|
| 質問 | |
| Q4-3 で修正した線量値は Q4-2 で評価した線量値と同じですか？（複数選択可） | 1. 同じ 2. 異なる 3. その他 |

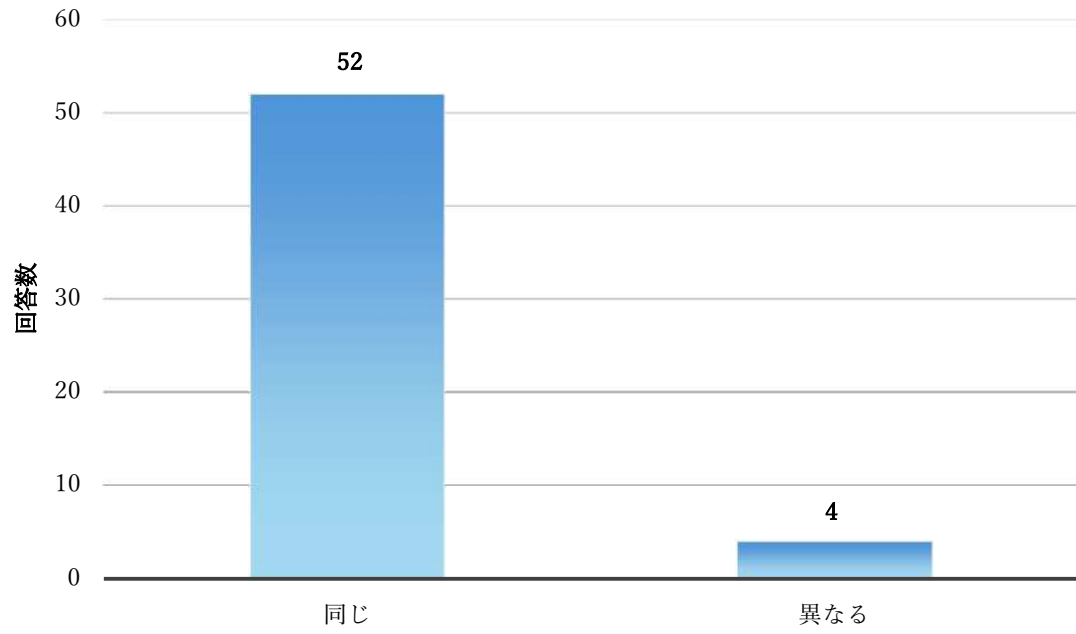


図 3.2.4.4 Q4-4 の集計結果

3.2.5 第5 カテゴリー「自由記述」について

有意な記入があったものは24件であった。表3.2.5.1に業種別にまとめた一覧を示す。

以下に業種ごとの意見を要約し、全体的な傾向をまとめた。要約にあたって、原文に加筆・修正を加えた。

医療機関：空港の保安検査場で使用する装置のX線のばくろ量は空港ごとで異なる可能性があるため、その情報があればよい。異動の多い医療現場では個人被ばく歴の管理が困難であり、医師が他施設でIVR手術を行う場合など、法人外での放射線業務の把握が難しい。ひとつの施設だけで個人線量情報の一元管理が難しく、事業所間の個人線量に係る情報提供の際のルール策定が必要ではないか。

工業：保安検査時に受動形個人線量計を持ち込む際、必要な説明や資料を見せればX線照射を避けられることもあるが、対応が検査官によって異なる。国内外問わず、実際には許可が下りずX線検査を受けた事例が多い。また、使用者が個人線量計を検査装置に通してしまうことがあるため、保安検査場に「持ち込めない物」と合わせて「個人線量計」に関する注意事項を表示してほしい。

大学、研究機関（共同利用研究機関）：国内出張時には個人線量計を身に付けて保安検査場のゲートを通過すること、国外出張時には個人線量計を持ち出さないようにすることの周知を再教育訓練で行っているが、問題が解消されない。一方で、線量として2-3 mSv程度の数値が出ることもあり、事象の発見は容易である。このような事象が起きたときに、事業所内での被ばく量を推定する際は「本人への作業の聴き取り→被ばく量の算定」で行っている。被ばく量の恐れがない時は簡単だが、難しい場合は骨が折れる作業となる。他施設が貸与する線量計だけでなく、大学で貸与している個人線量計を相手先へ持ち出して使用するよう指導しているところもある。なお、被ばく線量を名寄せして一元管理すべきとの意見もあったが、本専門研究会で議論すべき範疇を超える。

大学、研究機関（共同利用研究機関以外）：自施設の個人線量計に数値が出た場合に詳しく作業内容を確認する事業所もあれば、登録時の簡単な申請内容や証明書の記載内容で把握する程度で、詳細な内容は求めている事業所もある。国内外の保安検査場における被ばく線量の情報があると、誤計測なのか実際に被ばくしたのかの判断材料になる。手荷物検査で個人線量計をばくろしてしまった場合の修正には、手間がかかる。例えば、学外の実験施設からの結果を確認してからヒアリングを行うため、放射線業務従事者の記憶が曖昧になり、手間がかかることがある。

要約すると以下の通りである。

- ・ 空港の保安検査装置で個人線量計を照射してしまった場合の個人線量計の測定値の情報があればよい。
- ・ 空港の保安検査場では、適切な説明を行えば個人線量計のセキュリティチェックにX線

装置を使わない場合もあるが、保安検査員の判断によるところが大きい。このため、保安検査場に個人線量計に関する注意を掲示するなどできたらよい。

- ・ 空港の保安検査において誤照射を受けた個人線量計の測定値については、放射線管理者が当該放射線業務従事者に対して聞き取り調査等を行い、妥当な被ばく線量を確定している。しかしながら、その対応には相当の労力を要する。

表 3.2.5.1 自由記述欄の回答の業種別まとめ

書き込まれたコメントは文意を損ねない範囲で修正した

医療機関

| |
|---|
| <p>今回モニタリングサービスの導入を考えていたが、丁度当院でも同様の事象があり確認作業を行っていた。施設により見解が様々であり、測定サービス機関担当者に問い合わせたが、見解が分かれる。地方病院であり、出張医が多数存在することから、ルール策定に当たりたいと考えている。コスト面、利便性を考えてルール策定のために動いていただきたい。</p> |
| <p>ポケット線量計による被ばく管理は間違いでしょうか？</p> |
| <p>線量測定結果と仕事内容、出張の有無から、いろいろと判断し、保安検査場での X 線による線量増加ではないかと考えました。実際に空港の保安検査場で使用している装置の会社に問い合わせをしました。大体これくらいの線量になりますとのお答えをいただいておりますが、装置に通した時の実際の個人線量計の線量値がわかると有り難いです。数年前と比較して、ここ最近はやはり高度化(CT 型装置)に移行してきており明らかな線量値の違いが出てきています。主要空港では装置が高度化していますが、離島空港ではまだ以前からの装置を使用している所も多く、出張先によっても個人線量計の線量値の違いが出てきている為、注意が必要と考えています。</p> |
| <p>それぞれの病院で個人線量計を支給して測定するのか、1 つの個人線量計で（複数の医療機関を）通すのかは、一長一短がある。しかし、測定サービス機関へ、ある従事者の被ばく線量を聞いても、個人情報なので教えられない、との返事でした。結果として、病院での個人線量の合算は結構な労力を要しています。異動の多い医療現場の管理者は、過去の被ばく歴を集めるのは相当苦勞しております。被ばく線量の情報が、そこまでして守るべき内容を含む情報なのかどうかは、疑問が残るところです。（個人被ばくの）一元管理が今後も出来ないであろう状況の中、当該者が現在勤務している事業所の責任者名等で、情報請求があった場合に限って線量情報を提供することは、その当人も 5 年管理が成立するなど、利益のみしか見当たらないものと思います。個人の被ばく線量の何が問題となるのか、個人の利益を捨ててまで守るべき個人情報なのか、理解できないところです。</p> <p>本件は、2024 年 10 月 31 日（木）～11 月 3 日（日）に開催された第 1 回日本放射線医療技術大</p> |

| |
|---|
| <p>会及びその事後において〇〇先生や△△先生等とも議論したところです。</p> |
| <p>被ばくのおそれのある場合は、線量計を装着してみても良いのではないかと。</p> |
| <p>医療機関では診療業務を行いながら管理もしており、負担が大きいので、そこに考慮したルールを作成していただきたい。</p> |
| <p>病院職員でおこりえるシチュエーションとしては、主に医師が IVR の手術手技を行うために自施設以外に出向くことがある。ただ航空機を用いての遠方への出張は極まれである。個人線量管理上は、統一的な対策が必要だと認識しました。</p> |
| <p>基本的に、法人外での放射線業務は無いはずですが、医師に関しては把握できているとは言い難いです。</p> |

工業（加速器と放射線装置の製造・点検・修理）

| |
|---|
| <p>国内の保安検査場では、（個人線量計が）X 線の影響を受ける測定器であることを伝えると、別の方法で検査してくれると測定サービス機関から言われていたが、実際は（検査員の）許可が下りず、X 線検査を受けたという事例が何件もあった。この件については（検査員への周知を）徹底して欲しい。また、海外出張をする必要のある者がおり、国際線の X 線検査は避けることが出来ない。海外出張の被ばく管理をどのように行うか、実用可能な内容の指針を出して頂きたい。</p> |
| <p>国内空港については、保安検査時に受動形個人線量計を持ち込むことについて、必要な説明をしたり、持参した資料等を見せれば、X 線照射を受けずに済むこともあるが、必ずしもそのことが（保安検査員へ）周知されている訳ではない。担当した検査官によって対応が異なる。また、海外空港については、例外を認めない場合がほとんどで、受動形個人線量計が保安検査の X 線照射を受けてしまう。特に、海外での放射線管理区域内での作業が増加している昨今、正確な個人線量を管理するための統一ルールや測定方法の整備が待たれる。</p> |

工業（非破壊検査）

| |
|---|
| <p>教育をしても空港に着くと放射線業務従事者が忘れてしまい、保安検査場の検査装置に通してしまうことがあるので、保安検査場に「持ち込めない物」と合わせて「個人線量計」に関する注意事項も表示して頂ければ、（放射線業務従事者が）気付く機会にもなりますのでありがたいなと思います。</p> |
| <p>出先でガラスバッジを使うと X ばかり増加するのは？ガラスバッジ、ルミネスバッジは 0.01</p> |

単位で計測できるのだから、0.1 単位ではなく 0.01 単位にすれば、複数施設で新しい個人線量計を使っても線量管理が簡単。

ただし、0.01 以下を 0.00 で記録させることはやめて欲しい。又、できれば X の集計もやめてほしいものです。

大学、研究機関（共同利用研究機関）

月に（個人線量計を誤って空港の保安検査装置へ通すことが）数件程度発生している。再教育訓練で、国内出張時には（個人線量計を）身に着けてゲート通過、国外出張時には持ち出さないように周知しているが、なかなか無くならない。線量としては 2-3 mSv が出るので、事象の発見はしやすい。事業所内での被ばくの推定は、「本人への作業の聴き取り→被ばくの算定」で行っている。特に被ばくの恐れがない時は簡単で良いが、難しく骨が折れる作業となる。

線量計の記録について、全国共通のデジタルのフォーマットがあると、異なる測定サービス機関の線量計であっても、複数の事業所を利用するユーザーでも、測定データのみをやり取りできるようになるのではないのでしょうか。そうすれば、自施設と出先の 2 個持ちは無くなり、持ち出しによる飛行機移動での線量計の問題も避けられるのではないのでしょうか。

（放射線取扱）主任者としては困るが対策のとりようがないと思う。

大学としては、本学を主たる所属機関にしている放射線業務従事者の積算線量を算定する必要がありますが、個々人の各施設での被ばく線量を積算していくのは事務的負担がかなり大きい。ため、他施設が貸与する線量計だけでなく、大学で貸与している個人線量計を持ち出して他施設でも使用するよう指導しています。これについては、全国の施設での被ばく線量を名寄せする仕組みがあれば、個人線量計の持ち出しは無くなるため、その仕組みの構築を国が進めるよう要望していくことが重要です。大学等放射線施設協議会では原子力規制庁放射線規制部門と定期的に意見交換していますが、その際に、各放射線施設での被ばく線量の名寄せの仕組みを構築してほしい旨、要望しています。この手の要望は、様々な団体から行っていくことが重要と思いますので、ぜひ貴会（日本保健物理学会）からもご要望いただくことを希望します。

大学、研究機関（共同利用研究機関以外）

以下に、一部の回答内容について補足を記載させていただきます。

Q1-5-3 の海外で放射線作業される方は、過去にはいたが今年度はいない。ただ、施設側が把握できるのが証明書や作業同意書の発行願がある場合となり、また各国で放射線に関する規制が異なることから、厳密な把握は出来ていない。

Q2-1 の報告書の妥当性については、当施設の発行する個人線量計に数値が出た際に詳しい作業内容について確認を行っている。通常は健康診断問診票への作業内容の記載を確認する程度であり、全従事者の全（放射線）作業について把握することは行っていない。

Q2-3 の従事者の作業内容の把握については、(放射線業務従事者の) 登録時の簡単な申請内容や説明書の記載内容で把握する程度であり、詳細な内容までは当部から求めることはしていない。
Q3-2-3 の特別な取り組みでの記載内容について詳細を記載しておきます。

2021 年より当センターの学外放射線施設を利用する従事者の個人線量計に、数値の報告が複数出るようになり、該当者に原因を確認すると、空港の保安検査場での手荷物検査が原因と思われる結果となった。ただ、それ以前では預入手荷物への X 線検査に伴う線量報告はあったが、持込手荷物への X 線検査での線量報告はなかったため、移動経路等も確認したところ、報告があったものの全てが、羽田空港で手荷物検査を受けていることが確認された。また、持込手荷物で線量報告が出始めた時期と、羽田空港での X 線 CT による手荷物検査の導入時期が近いことから、持込手荷物でも線量報告がされる可能性が否定できなくなった(実際、X 線 CT の導入についての新聞記事では、3 次元での画像構築が可能となる機器と紹介されており、照射線量が増えることが類推された)。そのため、個人線量計を預入手荷物、持込手荷物に入れずに保安検査場を通過するように周知を行ったが、手荷물에 (個人線量計を) 入れたことを忘れる、保安検査場でポケットの中身を出すよう言われた際に (個人線量計を) 出してしまう X 線検査を行われる、などの報告があり、現在も続いている。これまでの対応として、2023 年 4 月に当部管理室より JAL、ANA のお客様センターに個人線量計 (の運用) について問合せを行ったところ、(個人線量計を) 着用してゲートを通しても問題ない、との回答をもらえたため、それ以降は、従事者には個人線量計を着用して保安検査場を通過するように周知している。

個人線量計を普通のカバンに入れて保安検査を通した場合、国内ではどれほどの被ばく線量が出るのか、また海外ではどの程度の被ばく線量になるのか、そのような情報があると誤計測なのか、又は本当に被ばくしたのかの判断材料にもなるので、ありがたい。

本来、被ばく管理は当該施設ごとで行われるべきと考えている。よって、受け入れ側で被ばく線量計を準備することを求めるものである。複数施設における被ばく線量の合算は、あくまでも放射線業務従事者に対する追加サービスであり、本来は従事者自身が合算を自主的に行うものとする。なお、各施設が被ばく管理を実施すれば、線量計を携帯する際の線量の誤認は発生しない。

良い取り組みだと思います。

管理する上で、統一のルールがあると大変助かります。

本件の防止策としては、各事業所の教育訓練等で注意喚起するしかないと思います。

1)個人の外部被ばくの累積線量を正確に算定するためと、2)どこでどう作業をやっていた際に本当に放射線によって(これも核種を含め細かく、また作業内容も)被ばくしたかの履歴、をきちんと把握することが重要だと思います。確かに(原子力)規制委員会がおっしゃるように、事業所ごとに信頼性の確保された個人線量計だけを装着して管理するのがベストとは思いました。そして厚労省(厚生労働省)が気にしている個人の被ばくの累積線量は面倒ですが、足し算するのが理想的だと思います。そうすると、事業所ごとに個人線量計を管理するべきでしょう。個人線量

計は一切外へは持ちださず、被ばくから避けられる安全な場所に保管をして従事する時だけ身につける、という全国ルールが理想的と考えます。結果的には測定サービス機関に儲けさせて、管理が大変にはなるかとは思いますが・・・。

手荷物検査での（個人線量計の）誤被ばくの修正には、本人へのヒアリングと押印が必要で、手間がかかります。

本学のバッジの被ばく結果は毎月出ますが、学外の実験施設からの結果は四半期に1回送付されます。学外の結果を確認してからヒアリングを行うため、数か月前の被ばくについて確認することになり、ユーザーの記憶が曖昧なことがあります。また、学外の実験施設によっては被ばく線量計の貸与を行っておらず、修正の根拠となる被ばく結果がない場合もあります。実験で受けた被ばくを誤って修正する恐れがあり、（放射線管理者の）業務がひっ迫する原因にもなっているため、線量の修正はできるだけ避けたいと考えています。以前、ガラスバッジの誤被ばくを避けるために空港の手荷物検査で申告したところ、宅配便で配送することになる、という事例がありました。行きの空港では保安検査の方がガラスバッジを知っていたため配慮してくれましたが、帰りの空港では知らない方が対応し、ガラスバッジをこの場で捨てるか宅配便で送るか、の選択を（放射線業務従事者が）迫られたそうです。人や空港によって対応が異なることがないよう、ガイドラインは必要と考えています。

3.3 アンケート結果のまとめ

アンケートに回答した放射線管理者の所属で最も多かったところは大学、研究機関であって、60%程度となった(表 3.2.1.1 及び図 3.2.1.1)。さらに非破壊検査分野の放射線管理者からも少なからず回答があり、2つを合わせて70%程度であった。この2つの業態に所属する放射線業務従事者が移動を伴う放射線業務(前者は共同利用研究業務、後者は構造物等の非破壊検査業務)に従事することは容易に想像できるので、本専門研究会が行った今回のアンケートが示す結果は実態に近いのではないか、と思われる。実際、自施設以外で放射線業務に従事している者がいると回答した放射線管理者は75%であって(表 3.2.1.3 及び図 3.2.1.3)、さらに海外で放射線作業に従事しているケースもあった(表 3.2.1.4 及び図 3.2.1.4)。放射線作業場所で最も多かったのは加速器施設を有する大学、研究機関であって、全国に点在する加速器を有する施設へ放射線業務従事者が出かけている様子が見える(表 3.2.1.5 及び図 3.2.1.5)。

このように放射線作業場所が多様化する中で、放射線管理者の多くが放射線業務従事者の被ばく管理をしている様子が見える(表 3.2.2.1、表 3.2.2.3、表 3.2.2.4、図 3.2.2.1、図 3.2.2.3 及び図 3.2.2.4)が、放射線業務従事者の行動を全て把握するのは難しいようだ。その行動管理の難しさの1つが空港保安検査における受動形個人線量計の誤照射であって、80%以上の放射線管理者がそのトラブルを認知しており(表 3.2.2.5 及び図 3.2.2.5)、半数が実際にそれを経験していた(表 3.2.2.6 及び図 3.2.2.6)。

放射線作業場所が多様化する中で、放射線管理者の70%程度が自施設の受動形個人線量計を他施設へ持ち出す可能性があるかと答えており(表 3.2.3.1 及び図 3.2.3.1)、その線量計を使って他施設における被ばく管理をしているケースも多いことがわかった(表 3.2.3.3 及び図 3.2.3.3)。このような状況下で、空港保安検査における誤照射を減らすために、40%程度の放射線管理者がその管理下の放射線業務従事者に対して線量計の持ち出しに関する教育を行っている(表 3.2.3.4 及び図 3.2.3.4)他、保安検査時の具体的な対策を指示(受動形個人線量計を身に着ける)していることがわかった(表 3.2.3.7 及び図 3.2.3.6)。だが、このような現場の努力だけでは十分ではなく、X線検査回避の枠組み作りや保安検査員の理解促進を図る、といった社会的な制度の枠組み作りが要望されている。現状で最も実現可能な措置は共同利用研究機関がその利用者に個人線量計を準備する、ということであるが、このアンケート結果(表 3.2.3.10 及び図 3.2.3.9)及び大学等放射線施設協議会が公表した資料³⁻¹⁾から、その環境は整いつつあることがわかった。

受動形個人線量計が保安検査で誤照射を受けてしまった場合に、放射線管理者は測定サービス機関の線量通知を確認したタイミングで気づき(表 3.2.4.1 及び図 3.2.4.1)、必要な対応を行っていることがわかった。この必要な対応として、まずは線量推定を挙げるができる。本専門研究会はあらかじめ複数の選択肢を想定しておいたが、放射線管理者の回答は均等にばらついており、放射線管理者が線量推定に苦勞している様子が見える(表 3.2.4.2 及び図 3.2.4.2)。線量推定後は線量修正を行う。測定サービス機関は線量修正の依頼

を受け付ける体制を整えているが、このようなサービスを知らない放射線管理者が一定数いることがわかったので、測定サービス機関はその周知が必要である（表 3.2.4.3 及び図 3.2.4.3）。

放射線施設を取り巻く社会状況が大きく変化する中で、放射線業務従事者の国内（及び海外）移動が多くなってきている。放射線管理者はこのような状況下において、空港保安検査における受動形個人線量計の誤照射が起り得ることを認識し、できるだけ自衛策をとっていることが、今回のアンケート調査からわかった。しかし、アンケートの自由記述欄において、「誤照射した後の個人被ばく線量の推定作業は労力を要する」という趣旨の意見があり、そのことへの対応は、放射線管理技術とともに「保安検査場に個人線量計に関する注意を掲示するなどできたらよい」という行政的なものも必要とされていることがわかった。

【参考文献】

3-1) 大学等放射線施設協議会；共同利用施設利用手続きの概要 2025.3 現在. Available at: <https://shisetsu.ric.u-tokyo.ac.jp/cooperative.html>, Accessed 15 April 2025.

JHPS 受動形個人線量計専門研究会アンケート

日本保健物理学会「受動形個人線量計の空港保安検査時の線量調査に関する検討委員会 専門研究会」

昨今、空港の保安検査装置の高度化（CT型装置の導入）により、受動形個人線量計を手荷物または預け荷物に入れて保安検査を通過すると個人線量の記録レベルに対して無視できない線量が照射され、放射線業務従事時の本人の被ばくと関係ない線量が報告される事例が多数発生しています。その結果、個人の被ばく管理目的に個人線量計で測定した値ではなく、推定による線量を登録せざるを得ないケースが増加しており、保安検査時の線量そのまま本人の被ばくとして集計されている可能性も否めません。このことは、被ばく統計データにおいて被ばくの実態が正しく表されないことにつながります。個人線量測定機関協議会各社※は、ISO/IEC 17025に基づく放射線個人線量測定分野の認定に基づいた放射線個人線量測定サービスを提供していますが、ユーザーの個人線量計の運用方法によっては、測定の信頼性が損なわれることを危惧しています。

この状況を打開すべく、日本保健物理学会放射線防護標準化委員会では、個人線量計持ち出し時の運用方法に関するガイドラインの策定を計画しています。当専門研究会は、放射線防護標準化委員会が作成するガイドラインの技術的根拠になりうるものを提供すべく設置され、活動しています。当専門研究会の活動状況は、<http://www.jhps.or.jp/cgi-bin/info/page.cgi?id=113>をご参照ください。

この活動の一環として、受動形個人線量計の空港保安検査時の運用について、現状を把握することを目的として、アンケートを実施することといたしました。

※産業テック株式会社、株式会社千代田テクノル、長瀬ランダウア株式会社、ポニー工業株式会社の4社に加えて、公益財団法人放射線計測協会が協力機関として参加しています。

<http://www.kosenkyo.jp>をご参照ください。

<ご回答の際の留意点>

- ・このアンケートで想定している個人線量計は、個人線量測定機関協議会各社がサービスしている、TLDバッジ、ガラスバッジ、ルミネスバッジ、の「受動形個人線量計」です。
- ・アンケートはGoogle form形式です。
- ・このアンケートは、回答途中での保存ができません。

- ・集約前の回答は当専門研究会員及び主査が許可したオブザーバのみが確認します。公開資料には統計処理した結果のみが掲載され、個別の法人及び個人の情報とは公開されません。
- ・アンケートフォームの最後に自由意見欄を設けています。このアンケートや当専門研究会の取組等について、ご意見を賜れば幸いです。

4 保安検査装置を用いた受動形個人線量計照射試験

4.1 実際の空港保安検査装置を用いた照射試験

4.1.1 試験の目的

受動形個人線量計の航空機持ち込み時に、受動形個人線量計を手荷物に入れたままで保安検査を受けてしまった際の、受動形個人線量計の測定値への X 線照射の影響を調査することを目的に、実際の手荷物を想定して照射試験を実施した。

4.1.2 試験の方法

日本航空株式会社及び全日空商事株式会社より手荷物検査装置の実機を借用し、3 タイプの受動形個人線量計（図 4.1.2.1）を図 4.1.2.2 に示すように複数個配置して、手荷物検査装置に通す試験を実施した。

試験は、(1)CT 型手荷物検査装置（図 4.1.2.3）、(2)2 方向照射型 X 線手荷物検査装置（図 4.1.2.4 を参照。以下、従来型手荷物検査装置という。）の 2 種類の装置を使って、表 4.1.2.1 及び表 4.1.2.2 に示す条件で実施した。なお、CT 型手荷物検査装置のカタログは存在するが⁴¹⁾、管電圧や管電流のような X 線透視能力を推定できる情報は公開されていない。従来型手荷物検査装置のカタログから、その管電圧は 160 kV であることが判明した⁴²⁾。照射試験の任意の場所・タイミングにおける装置外部に漏洩する線量（率）の参考データを取得する目的で、電子式線量計（図 4.1.2.5）、電離箱（図 4.1.2.6）及び NaI サーベイメータ（図 4.1.2.7）も使用した。

2 種類の装置における X 線遮へい袋（図 4.1.2.8 及び図 4.1.2.9）を利用した試験条件では、袋の大きさ・形状の都合上、6 個又は 2 個の受動形個人線量計を表 4.1.2.1 の Gr.3/3' 又は表 4.1.2.2 の Gr.2/2' に示すように配置した。

また、従来型手荷物検査装置（表 4.1.2.2）の Gr.4、Gr.5 は、測定サービス機関と受動形個人線量計ユーザー間の受動形個人線量計輸送時に使用するトレイ等の荷姿を想定した条件としたため、測定サービス機関各社の輸送時のトレイ等を使用した配置とした。試験実施時の受動形個人線量計の荷姿は図 4.1.2.10 から図 4.1.2.17 の通りである。

なお、従来型手荷物検査装置における試験では、検査（X 線照射）1 回とした場合は、測定値が受動形個人線量計の検出限界（50 μ Sv）を下回ることが想定されるため、Gr.5 を除き検査を連続 10 回実施し、測定値を検査 1 回あたりの値にしたうえで、評価に使った。

一連の評価では各受動形個人線量計の 1cm 線量当量（ $H_p(10)$ ）の測定値を用い、受動形個人線量計の検出限界未満の場合は 0.0 mSv として、分析を行った。

- 試験実施場所・日時

- (1) CT型手荷物検査装置における試験

日時：2024年9月30日（月） 11時00分～11時50分

場所：羽田空港第1ターミナルビル2階 A検査場（日本航空株式会社）

- (2) 従来型手荷物検査装置における試験

日時：2024年9月30日（月） 13時30分～14時30分

場所：全日空商事株式会社 倉庫

- 使用した機器等

- ・ 受動形個人線量計




| | | |
|--|--|---|
|  <p>産業 新太郎 99999 0001 2021/05/01 XGB</p> <p>広範囲用 TLD バッジ WH 4-3)</p> |  <p>X Y Z 千代田 太郎 胸 2099 07/01-07/31</p> <p>広範囲用ガラスバッジ FS 4-4)</p> |  <p>長瀬 太郎 長瀬総合病院 放射線科 17/04/01-04/30 99999-AB-54321-12345678 SG</p> <p>ルミネスバッジ SG タイプ 4-5)</p> |
| 産業テック株式会社 | 株式会社千代田テクノ | 長瀬ランダウア株式会社 |

図 4.1.2.1 試験に使用した受動形個人線量計 4-3), 4-4), 4-5)



図 4.1.2.2 ノートパソコン等に受動形個人線量計を貼り付けた様子

- ・ CT型手荷物検査装置：HI-SCAN 6040 CTiX（Smiths Detection）⁴⁻⁶⁾



図 4.1.2.3 CT型手荷物検査装置⁴⁻⁶⁾

- ・ 従来型手荷物検査装置：ORION 920DX（Rapiscan systems）⁴⁻⁷⁾



図 4.1.2.4 従来型手荷物検査装置⁴⁻⁷⁾

- ・ 電子式線量計：PDM-127B-SZ（アロカ株式会社）⁴⁻⁸⁾



図 4.1.2.5 試験に使用した電子式線量計（X線用）⁴⁻⁸⁾

- ・ 電離箱：LUCREST ICS-1323（アロカ株式会社）⁴⁻⁹⁾ ※蓋を付けた状態で試験に使用した



図 4.1.2.6 試験に使用した電離箱⁴⁻⁹⁾

- ・ NaI サーベイメータ：NHC5（富士電機システムズ株式会社、現：富士電機株式会社）
4-10) ※X線モードで測定した



図 4.1.2.7 試験に使用した NaI サーベイメータ 4-10)

- ・ X線遮へい袋①（DOMKE® 711-12B） 4-11)

サイズ：高さ 20 cm、幅 13.1 cm、マチなし

推定鉛当量：0.1 mmPb

鉛当量については、商品の仕様に記載が無く、榊千代田テクノ大洗研究所において、ガラスバッジを X線遮へい袋①に入れた状態で中硬 X線領域の線質である N-30⁴⁻¹²⁾（実効エネルギー23.3 keV）を照射した結果から推定した値である。



図 4.1.2.8 試験に使用した X線遮へい袋①⁴⁻¹¹⁾

- ・ X線遮へい袋②（ノーブランド品） 4-13)

サイズ：高さ 8.5 cm、幅 12 cm、マチ 4 cm

推定鉛当量：0.1 mmPb 以上

鉛当量については、商品の仕様に記載が無く、榊千代田テクノ大洗研究所において、ガラスバッジを X線遮へい袋②に入れた状態で中硬 X線領域の線質である N-20⁴⁻¹²⁾（実効エネルギー15.0 keV）、N-30⁴⁻¹²⁾（実効エネルギー23.3 keV）を照射した結果、どちらも X線が透過しなかったため、X線遮へい袋①の鉛当量以上であると推定した値である。



図 4.1.2.9 試験に使用した X 線遮へい袋②⁴⁻¹³⁾

表 4.1.2.1 CT 型手荷物検査装置における試験内容

| グループ | 試験条件 | 受動形個人線量計の数量・向き | | | |
|-------------------------------|---|---|---------|--------|---------|
| Gr.1 受動形個人線量計 単体 | 図 4.1.2.2 の緩衝材に貼り付けた受動形個人線量計をトレイ ^{※1} に置き、CT 型手荷物検査装置に 1 回通す。 | 合計数量：60 個 試験実施回数：2 回 試験 1 回あたりの数量：30 個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | | 下向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | | 側面外向き | 4 個 | 4 個 | 4 個 |
| Gr.2 受動形個人線量計 +危険物 | 図 4.1.2.2 の緩衝材に貼り付けた受動形個人線量計及びカッター ^{※2} をトレイ ^{※1} に置き、CT 型手荷物検査装置に 1 回通す。 | 合計数量：60 個 試験実施回数：2 回 試験 1 回あたりの数量：30 個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | | 下向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | | 側面外向き | 4 個 | 4 個 | 4 個 |
| Gr.3 受動形個人線量計 +X 線遮へい袋① | 受動形個人線量計を X 線遮へい袋①に入れてトレイ ^{※1} に置き、CT 型手荷物検査装置に 1 回通す。 | 合計数量：12 個 試験実施回数：2 回 試験 1 回あたりの数量：6 個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 1 個 | 1 個 | 1 個 |
| | | 下向き | 1 個 | 1 個 | 1 個 |

| グループ | 試験条件 | 受動形個人線量計の数量・向き | | | |
|--|--|---|---------|--------|---------|
| Gr.3' | 受動形個人線量計を X 線遮へい袋②に入れてトレイ※ ¹ に置き、CT 型手荷物検査装置に 1 回通す。 | 合計数量：12 個 試験実施回数：6 回 試験 1 回あたりの数量：2 個 (向きは、TLD バッジ、ガラスバッジ、ルミネスバッジのいずれか 1 種類を上向き、下向きの各 1 個ずつ) | | | |
| Gr.4 受動形個人線量計 +ビジネスバック+ ノートパソコン | 図 4.1.2.2 のノートパソコンに貼り付けた受動形個人線量計をビジネスバックに入れてトレイ※ ¹ に置き、CT 型手荷物検査装置に 1 回通す。 | 合計数量：60 個 試験実施回数：2 回 試験 1 回あたりの数量：30 個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | | 下向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | 側面外向き | 4 個 | 4 個 | 4 個 | |
| Gr.5 受動形個人線量計 +ビジネスバック+ 本 | 図 4.1.2.2 の本※ ³ に貼り付けた受動形個人線量計をビジネスバックに入れてトレイ※ ¹ に置き、CT 型手荷物検査装置に 1 回通す。 | 合計数量：60 個 試験実施回数：2 回 試験 1 回あたりの数量：30 個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | | 下向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | 側面外向き | 4 個 | 4 個 | 4 個 | |
| Gr.6 受動形個人線量計 +スーツケース+衣 類 | 図 4.1.2.2 の緩衝材に貼り付けた受動形個人線量計を衣類が入った小型スーツケースに入れてトレイ※ ¹ に置き、CT 型手荷物検査装置に 1 回通す。 | 合計数量：60 個 試験実施回数：2 回 試験 1 回あたりの数量：30 個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | | 下向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | 側面外向き | 4 個 | 4 個 | 4 個 | |

※¹ 保安検査場のトレイ、※² 保安検査場にて借用した。※³ 約 2 cm の厚み



図 4.1.2.10 CT型手荷物検査装置における試験時の荷姿（左：Gr.1、右：Gr.2）



図 4.1.2.11 CT型手荷物検査装置における試験時の荷姿（左：Gr.3、右：Gr.3'）



図 4.1.2.12 CT型手荷物検査装置における試験時の荷姿（左：Gr.4, Gr.5、右：Gr.5）



図 4.1.2.13 CT型手荷物検査装置における試験時の荷姿（Gr.6）

表 4.1.2.2 従来型手荷物検査装置における試験内容

| グループ | 試験条件 | 受動形個人線量計の数量・向き | | | |
|--------------------------------|---|---|---------|--------|---------|
| Gr.1 受動形個人線量計 単体 | 図 4.1.2.2 の緩衝材に貼り付けた受動形個人線量計をトレイ※ ¹ に置き、従来型手荷物検査装置に連続で 10 回通す。 | 合計数量：60 個 試験実施回数：2 回 試験 1 回あたりの数量：30 個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | | 下向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | 側面外向き | 4 個 | 4 個 | 4 個 | |
| Gr.2 受動形個人線量計 +X 線遮へい袋① | 受動形個人線量計を X 線遮へい袋①に入れてトレイ※ ¹ に置き、従来型手荷物検査装置に連続で 10 回通す。 | 合計数量：12 個 試験実施回数：2 回 試験 1 回あたりの数量：6 個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 1 個 | 1 個 | 1 個 |
| | | 下向き | 1 個 | 1 個 | 1 個 |
| Gr.2' 受動形個人線量計 +X 線遮へい袋② | 受動形個人線量計を X 線遮へい袋②に入れてトレイ※ ¹ に置き、従来型手荷物検査装置に連続で 10 回通す。 | 合計数量：12 個 試験実施回数：6 回 試験 1 回あたりの数量：2 個 (向きは、TLD バッジ、ガラスバッジ、ルミネスバッジのいずれか 1 種類を上向き、下向きの各 1 個ずつ) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 1 個 | 1 個 | 1 個 |
| | | 下向き | 1 個 | 1 個 | 1 個 |
| Gr.3 受動形個人線量計 +ビジネスバック | 図 4.1.2.2 の本※ ² に貼り付けた受動形個人線量計をビジネスバックに入れてトレイ※ ¹ に置き、従来型手荷物検査装置に連続で 10 回通す。 | 合計数量：60 個 試験実施回数：2 回 試験 1 回あたりの数量：30 個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | | 下向き | 3 個 | 3 個 | 3 個 |
| | 側面外向き | 4 個 | 4 個 | 4 個 | |

| グループ | 試験条件 | 受動形個人線量計の数量・向き | | | |
|---|--|--|---------|--------|---------|
| Gr.4 受動形個人線量計 +受動形個人線量 計の輸送トレイ | 測定サービス機関と受動形個人線量計ユーザー間の受動形個人線量計輸送時に使用するトレイ等の荷姿でトレイ※1に置き、従来型手荷物検査装置に連続で10回通す。 | 合計数量：12個 試験実施回数：1回 試験1回あたりの数量：12個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | TLD バッジ | ガラスバッジ | ルミネスバッジ |
| | | 上向き | 4個 | 4個 | 4個 |
| Gr.5 受動形個人線量計 +受動形個人線量 計の輸送トレイ | 測定サービス機関と受動形個人線量計ユーザー間の受動形個人線量計輸送時に使用するトレイ等の荷姿でトレイ※1に置き、従来型手荷物検査装置に1回通す。 | 合計数量：30個 試験実施回数：1回 試験1回あたりの数量：30個 (向きの内訳は下記の通り) | | | |
| | | | ガラスバッジ | | |
| | | 上向き | 30個 | | |

※1 保安検査場のトレイ、※2 約2cmの厚み



図 4.1.2.14 従来型手荷物検査装置における試験時の荷姿 (左：Gr.1、右：Gr.2)



図 4.1.2.15 従来型手荷物検査装置における試験時の荷姿 (Gr.2')



図 4.1.2.16 従来型手荷物検査装置における試験時の荷姿 (左 : Gr.3、右 : Gr.4)



図 4.1.2.17 従来型手荷物検査装置における試験時の荷姿 (Gr.5)

4.1.3 試験結果

通常の放射線照射試験では線源と受動形個人線量計の間のジオメトリを一定に保つことができるのに対して、本試験ではジオメトリを一定に保つことが困難である（線量計の運搬に関して、特に推奨される手荷物内の収納方法などの規定がないため、ジオメトリが一定でないことは想像できる）こと、及び 3 種類の受動形個人線量計の放射線特性の違いが想定されたため、測定値がばらつくことを予想した。このため、データのばらつきを把握し易いように、箱ひげ図による分析を行った。付録 4-1 に箱ひげ図の説明を載せた。箱ひげ図中の「○」は外れ値を示しており、ジオメトリを一定に保つことができなかったことによるものと考えられる。ただし、実際に受動形個人線量計の使用者が航空機に受動形個人線量計を手荷物に入れた場合、ジオメトリが一定に保たれることはないため、外れ値も重要なデータである。

測定エラーを起こした受動形個人線量計の測定値は集計から除外し、CT 型手荷物検査装置にかかる試験結果を図 4.1.3.1 に示した。また、従来型手荷物検査装置による測定値については、検査 1 回あたりの値を評価し、箱ひげ図による分析を行った。その結果を図 4.1.3.2 に示す。従来型手荷物検査装置を 10 回通して、各受動形個人線量計の検出限界未満の場合、測定値を 0.0 mSv として集計した。

なお、図 4.1.3.1 及び図 4.1.3.2 の元のデータは、付録 4-2 に掲載している。図中の数値と付録 4-2 のデータ中の数値は、その丸め方が異なる場合がある。これは、図の作成に使用

した表計算ソフト（マイクロソフト Excel）の機能上の制限による。

(ア) CT 型手荷物検査装置にかかる試験結果

本文中〔大括弧〕内は、受動形個人線量計の各向きにおける $H_p(10)$ の平均値である。

CT 型手荷物検査では X 線遮へい袋に入れた場合を除き、受動形個人線量計の検出限界を大きく超える測定値が検出された。CT 型手荷物検査装置の Gr.1[上：0.77 mSv、下：0.77 mSv、側：0.74 mSv]及び Gr.2[上：0.71 mSv、下：0.75 mSv、側：0.78 mSv]の比較から、危険物（カッター）の有無による測定値の差は確認されなかった。Gr.3[上：0.20 mSv、下：0.18 mSv]及び Gr.3'[上：0.00 mSv、下：0.00 mSv]の測定値が Gr.1 の測定値より小さいことから、X 線遮へい袋の効果が確認された。Gr.1 と Gr.4[上：0.48 mSv、下：0.49 mSv、側：0.70 mSv]の比較から、ノートパソコンに使用されている金属等による遮へい効果が確認された。ただし、側面に設置した受動形個人線量計については、CT 型手荷物検査装置のガントリ部分と受動形個人線量計の距離が短くなること、及びノートパソコンの厚さが薄いことによる受動形個人線量計の全体に対する遮へい効果が低くなることが予想され、ノートパソコンの上面に設置した受動形個人線量計に比べて測定値が高くなった、と考えられる。Gr.5[上：0.61 mSv、下：0.63 mSv、側：0.68 mSv]及び Gr.6[上：0.63 mSv、下：0.69 mSv、側：0.66 mSv]は、遮へい体になるような金属がほとんど無い状況であったが、遮へい物の無い Gr.1 と比べてわずかに測定値が低かった。

電子式線量計はそのエネルギー・方向特性を踏まえると、線量の定量的な評価にその値を用いることはできず、参考データ扱いとなる。電子式線量計を各グループのトレイ上に置いて測定を行った結果、検査 1 回あたりの指示値は約 150 μ Sv であった。また、電離箱による CT 型手荷物検査装置表面の線量率の測定では有意な漏洩線量率は記録されなかった。一方で、NaI サーベイメータによる線量率の測定では $\sim 0.1 \mu$ Sv/h であった。ただし、CT 型手荷物検査装置では X 線の照射が短時間であることから、パルス状に X 線照射されているものとみなすことができる。このため、サーベイメータの時定数の 3 倍の時間が経過した後の値を正確に読み取ることができない、あるいはそもそもパイルアップした測定値である可能性があるため、サーベイメータの指示値は参考値に過ぎない。

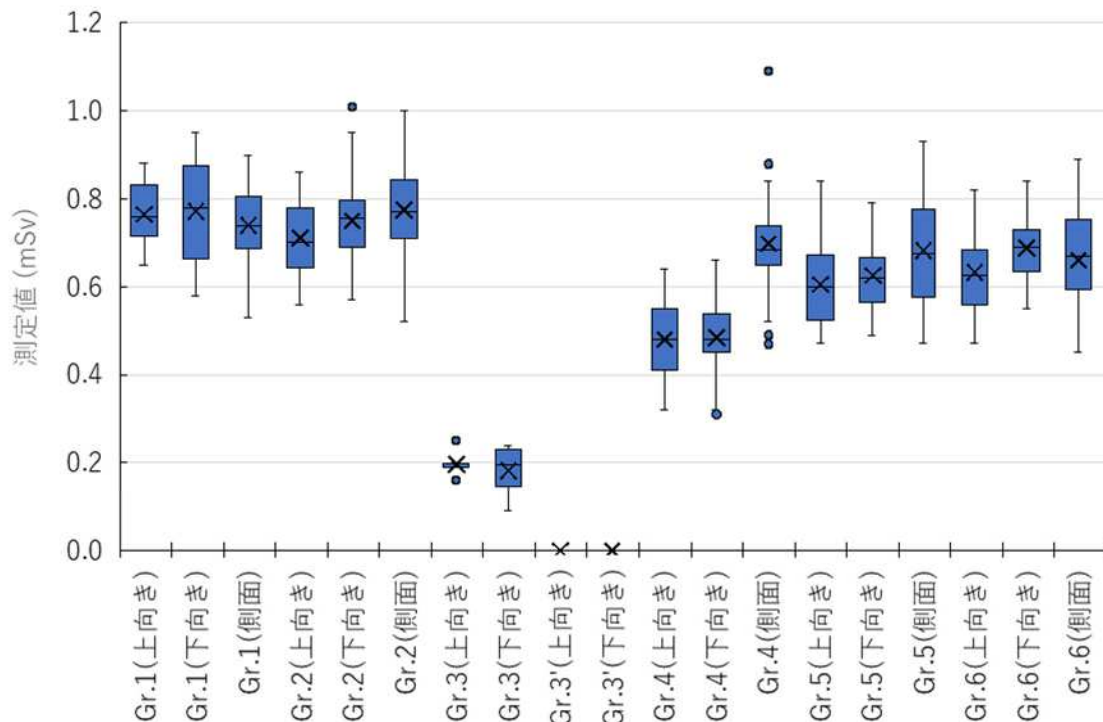


図 4.1.3.1 CT 型手荷物検査装置にかかる試験結果

(イ) 従来型手荷物検査装置における試験結果

従来型手荷物検査 1 回あたりの測定値は、いずれのグループにおいても受動形個人線量計の検出限界を下回ることが分かった。従来型手荷物検査装置を 1 回のみ通した Gr.5 については、すべての受動形個人線量計で検出限界を下回った。つまり、航空機の 1 往復利用程度であれば、従来型手荷物検査装置に受動形個人線量計を通してしまっても、その測定値は何ら影響を受けない可能性があることを確認した。

電子式線量計はそのエネルギー・方向特性を踏まえると、線量の定量的な評価にその値を用いることはできず、参考データ扱いとなる。電子式線量計を各グループのトレイ上に置いて測定を行った結果、検査 1 回あたりの指示値は約 4 μSv であった。また、電離箱による従来型手荷物検査装置表面の線量率の測定では有意な漏洩線量率は記録されなかった。一方で、NaI サーベイメータによる線量率の測定では 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ ~0.4 $\mu\text{Sv/h}$ であった。ただし、従来型手荷物検査装置では X 線の照射が短時間であることから、パルス状に X 線照射されているものとみなすことができる。このため、サーベイメータの時定数の 3 倍の時間が経過した後の値を正確に読み取ることができない、あるいはそもそもパイルアップした測定値である可能性があるため、サーベイメータの指示値は参考値に過ぎない。

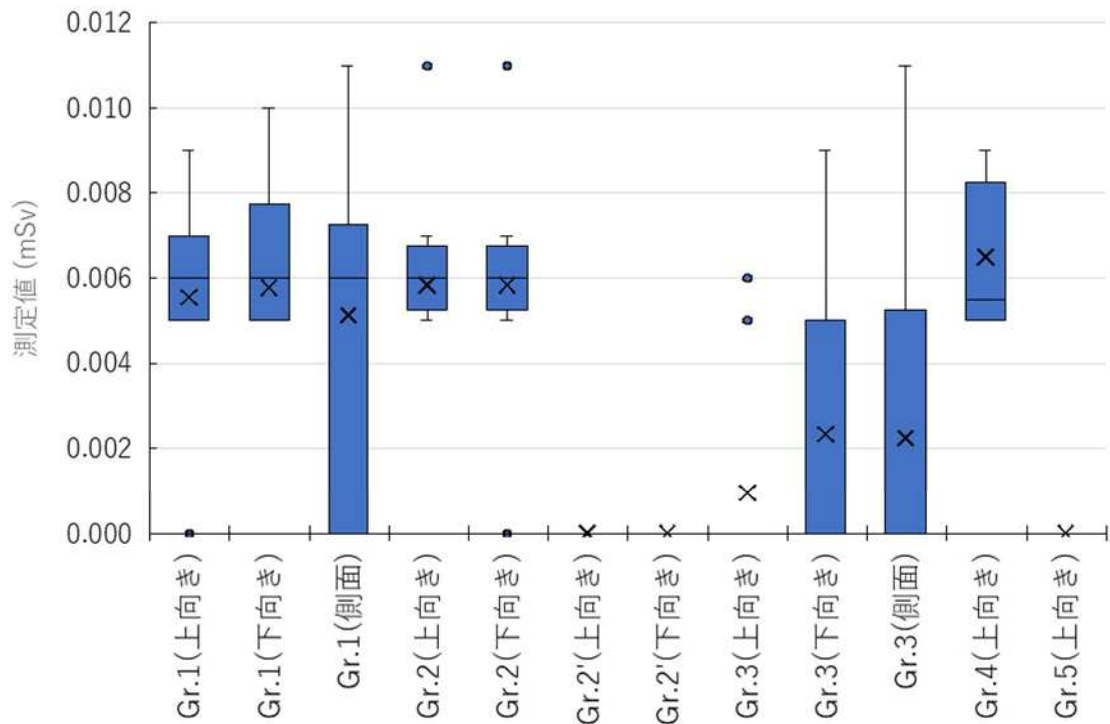


図 4.1.3.2 従来型手荷物検査装置にかかる試験結果（1回照射あたりの測定値）

4.2 手荷物・預入荷物検査時の調査

4.2.1 調査の目的

保安検査時の X 線照射が受動形個人線量計の測定値へ与える影響を調査することを目的として、航空機利用者の手荷物又は預入荷物に受動形個人線量計を入れた状態で保安検査を受けた。放射線業務用の受動形個人線量計と合わせて輸送確認用線量計を併用することを想定し、受動形個人線量計を複数個使用した。

4.2.2 調査の方法

個人線量測定機関協議会各社の社員が航空機を利用して出張する際に受動形個人線量計（図 4.2.2.1）及び電子式線量計（図 4.2.2.2）を手荷物又は預入荷物に入れ、保安検査に伴う受動形個人線量計の測定値を調査した。調査期間は 2023 年 9 月 7 日～2024 年 9 月 13 日であり、取得したデータには本専門研究会の活動開始以前に得たものも含まれている。受動形個人線量計は図 4.2.2.3 のような荷姿として、受けた保安検査が手荷物、預入荷物のいずれであったか、保安検査装置は CT 型、従来型のいずれであったか、を記入するラベルを貼り付けた。なお、社員の出張スケジュールに合わせて調達できた受動形個人線量計を利用したため、常に図 4.2.2.3 の荷姿を使って調査できたわけではない。

電子式線量計については、持ち運び中に保安検査装置及び自然由来以外の放射線にさらされることが無かったことを確認するためのみに用いており、データの分析はしなかった。

● 使用した機器等

- ・ 受動形個人線量計

| | | |
|---|--|---|
|  <p>産業 新太郎 99999 0001 2021/05/01 X G B</p> <p>広範囲用 TLD バッジ WH 4-3)</p> |  <p>X γ β 千代田 太郎 胸 2099 07/01-07/31</p> <p>広範囲用ガラスバッジ FS 4-4)</p> |  <p>長瀬 太郎 長瀬総合病院 放射線科 17/04/01-04/30 89999-AB-54321-12345678 SG</p> <p>ルミネスバッジ SG タイプ 4-5)</p> |
| <p>—</p> |  <p>広範囲用 DOSIRIS LA 4-14)</p> |  <p>ビジョンバッジ VL タイプ 4-16)</p> |
| <p>—</p> |  <p>X・γ線用ガラスリング JQ β線用ガラスリング JS (JQ と JS の外観は同じ) 4-15)</p> |  <p>リングバッジ R タイプ 4-17)</p> |
| <p>産業テック株式会社</p> | <p>株式会社千代田テクノ</p> | <p>長瀬ランダウア株式会社</p> |

図 4.2.2.1 調査に使用した受動形個人線量計 4-3), 4-4), 4-5), 4-14), 4-15), 4-16), 4-17)

- ・ 電子式線量計：D-シャトル (株式会社千代田テクノ) 4-18)



図 4.2.2.2 調査に使用した電子式線量計 (γ線用) 4-18)



図 4.2.2.3 試験時の受動形個人線量計の荷姿の一例（左：オモテ面、右：ウラ面）

4.2.3 調査結果

ラベルの記載内容を基にグループ分けを行い、受動形個人線量計の測定値を集計した。なお、測定値の評価については、体幹部用の受動形個人線量計は 1cm 線量当量 ($H_p(10)$)、末端部用の受動形個人線量計は 70 μ m 線量当量 ($H_p(0.07)$)、眼の水晶体用の受動形個人線量計は 3mm 線量当量 ($H_p(3)$) の値を用い、受動形個人線量計の検出限界未満の場合は 0.0 mSv として集計した。また、測定エラーを起こした受動形個人線量計の測定値は集計から除外した。

表 4.2.3.1 に示すグループに分けて、測定値の分析を行った。その結果を図 4.2.3.1 から図 4.2.3.8 に示す。

なお、図 4.2.3.1 から図 4.2.3.8 の元のデータは、付録 4-3 に掲載している。図中の数値と付録 4-3 のデータ中の数値は、その丸め方が異なる場合がある。これは、図の作成に使用した表計算ソフト（マイクロソフト Excel）の機能上の制限による。

表 4.2.3.1 手荷物・預入荷物検査時の調査グループ分け

| グループ | 国内線/国際線 | 保安検査など通過回数 |
|------|---------|---|
| Gr.1 | 国内線 | 国内線 (Gr.2~Gr.11) の集計 |
| Gr.2 | 国内線 | 手荷物検査 : 2回 (CT型 : 2回、従来型 : 0回) 預入荷物検査 : 0回 |
| Gr.3 | 国内線 | 手荷物検査 : 2回 (CT型 : 0回、従来型 : 2回) 預入荷物検査 : 0回 |
| Gr.4 | 国内線 | 手荷物検査 : 2回 (CT型 : 1回、従来型 : 1回) 預入荷物検査 : 0回 |

| グループ | 国内線/国際線 | 保安検査など通過回数 |
|-------|---------|--|
| Gr.5 | 国内線 | 手荷物検査 : 1回 (CT型 : 1回、従来型 : 0回) 預入荷物検査 : 0回 |
| Gr.6 | 国内線 | 手荷物検査 : 1回 (CT型 : 0回、従来型 : 1回) 預入荷物検査 : 0回 |
| Gr.7 | 国内線 | 手荷物検査 : 1回 (CT型 : 1回、従来型 : 0回) 預入荷物検査 : 1回 |
| Gr.8 | 国内線 | 手荷物検査 : 2回 (CT型 : 1回、従来型 : 1回) 預入荷物検査 : 2回 |
| Gr.9 | 国内線 | 手荷物検査 : 0回 預入荷物検査 : 2回 |
| Gr.10 | 国内線 | 手荷物検査 : 0回 預入荷物検査 : 1回 |
| Gr.11 | 国内線 | 手荷物検査 : 0回 預入荷物検査 : 3回 |
| Gr.12 | 国際線 | ※国際線については、乗り継ぎ回数、保安検査回数等の条件が多岐にわたり、国内線に比べて取得できたデータの数が少なかったため、グループ分けを行わないことにした。 |

図 4.2.3.1 について述べる。Gr.2 [最大値 : 2.05 mSv、平均値 : 0.89 mSv] の結果から、往路及び復路ともに空港の保安検査で受動形個人線量計を CT 型手荷物検査装置に通した場合、航空機を利用した 1 往復の出張で 2 mSv を超える測定値を検出する事例が確認された。4.1 の従来型手荷物検査装置の試験結果から、従来型手荷物検査装置 2 回 (1 往復分) では、受動形個人線量計の検出限界未満となることが示唆されたが、Gr.3 [最大値 : 0.64 mSv、平均値 : 0.22 mSv] では、有意な測定値が検出された。従来型手荷物検査装置であっても、照射される X 線の量について、空港や保安検査装置の型式の違いがあるようだ。Gr.2 と Gr.3 の中間となる条件 (CT 型 : 1 回、従来型 : 1 回) である Gr.4 [最大値 : 1.94 mSv、平均値 : 0.71 mSv] の結果は Gr.2 と Gr.3 の間に入ったので、CT 型手荷物検査装置による影響が支配的であった可能性がある。

図 4.2.3.2 について述べる。同一荷物に入れた 2 個の体幹部用の受動形個人線量計の X・ γ 線の $H_p(10)$ の差は最大で Gr.2 : 0.48 mSv、Gr.3 : 0.08 mSv、Gr.4 : 0.41 mSv となり、受動形個人線量計の最小報告値 (0.1 mSv) と比べて大きい又は同程度である。このことは、輸送確認用線量計を用意したとしても、常に最小報告値を保証できるわけではないことを示唆している。測定値に差異が生じた原因は、受動形個人線量計を手荷物又は預入荷物に入れている間に生じる線量計の移動 (荷物内の受動形個人線量計の位置が荷物の持ち運び時

の衝撃等で移動する)、X線照射の不均一(荷物内のノートパソコン等による遮へい影響の違いで生じる)の結果、であると考えられる。

図 4.2.3.1 の国際線 Gr.12 [最大値 : 4.73 mSv、平均値 : 1.45 mSv] は、手荷物検査・預入荷物は経路で詳細にグループ分けを行うと、グループごとのデータ数が少なくなるため、1つのグループとして分析を行った。分析の結果、航空機を利用した国際出張 1回で 4.7 mSv を超える測定値を検出する事例が確認された。国内線より測定値が高くなった主要因は保安検査の回数が 2回から 6回であったため、と考えられる。図 4.2.3.2 の国際線 Gr.12 (同一荷物に入れた 2個の体幹部用の受動形個人線量計の X・ γ 線の $H_p(10)$ の差) は最大で Gr.12 : 0.50 mSv となり、受動形個人線量計の最小報告値に比べて大きい。従って、国内線の場合と同様に、輸送確認用線量計の利用は難しい。

図 4.2.3.3 から図 4.2.3.8 (末端部用受動形個人線量計 (X・ γ 線用及び β 線用) 及び眼の水晶体用の受動形個人線量計の結果) について、体幹部用の受動形個人線量計の場合と同様に、Gr.2、Gr.3、Gr.4 及び Gr.12 について述べる。末端部用受動形個人線量計の $H_p(0.07)$ 又は $H_p(3)$ の最大値は 7.0 mSv (図 4.2.3.5 の Gr.12) であり、有意な測定値となった。同一荷物に入れた 2個の受動形個人線量計の $H_p(0.07)$ 又は $H_p(3)$ の差の最大値は 0.5 mSv (図 4.2.3.6 の Gr.4) であり、受動形個人線量計の最小報告値に比べて大きい。従って、体幹部用の受動形個人線量計の場合と同様に、輸送確認用線量計の利用は難しい。

体幹部用の受動形個人線量計

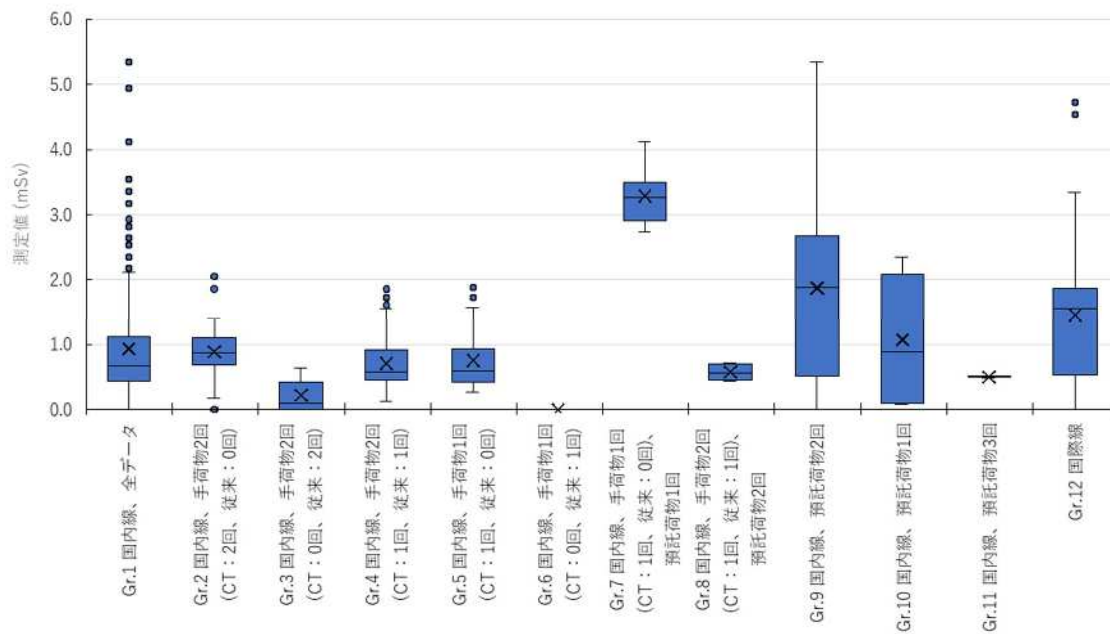


図 4.2.3.1 手荷物・預入荷物検査の分析結果
【個々の体幹部用の受動形個人線量計】

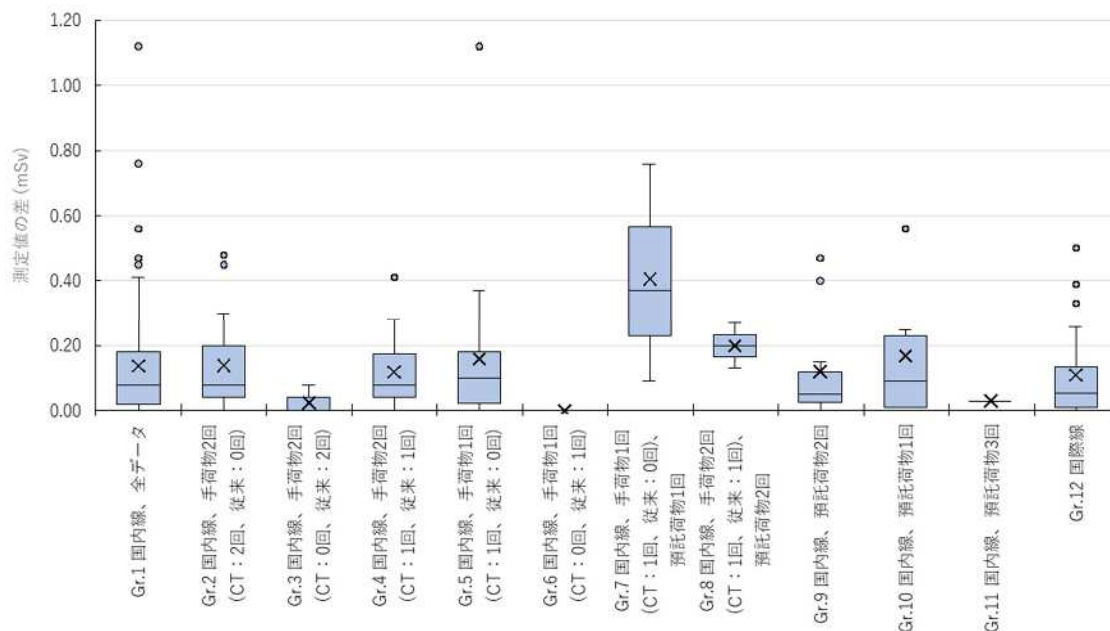


図 4.2.3.2 手荷物・預入荷物検査の分析結果
【同一荷物に入れた同じ型式の体幹部用の受動形個人線量計 2 個の差】

末端部用の受動形個人線量計 (X・γ線用)

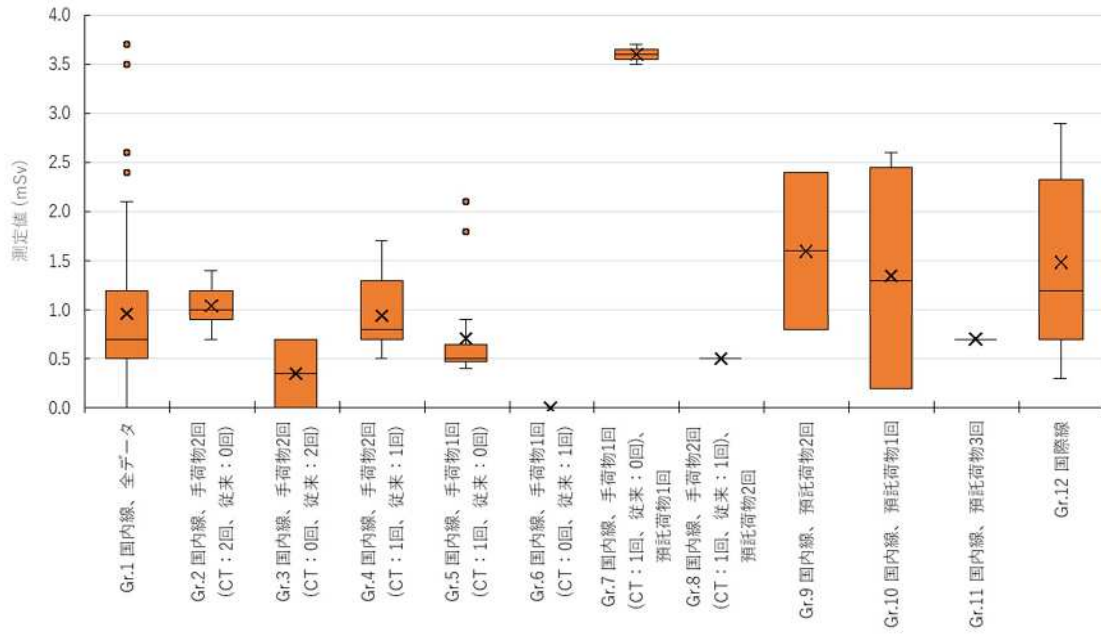


図 4.2.3.3 手荷物・預入荷物検査の分析結果
【個々の末端部用の受動形個人線量計 (X・γ線用)】

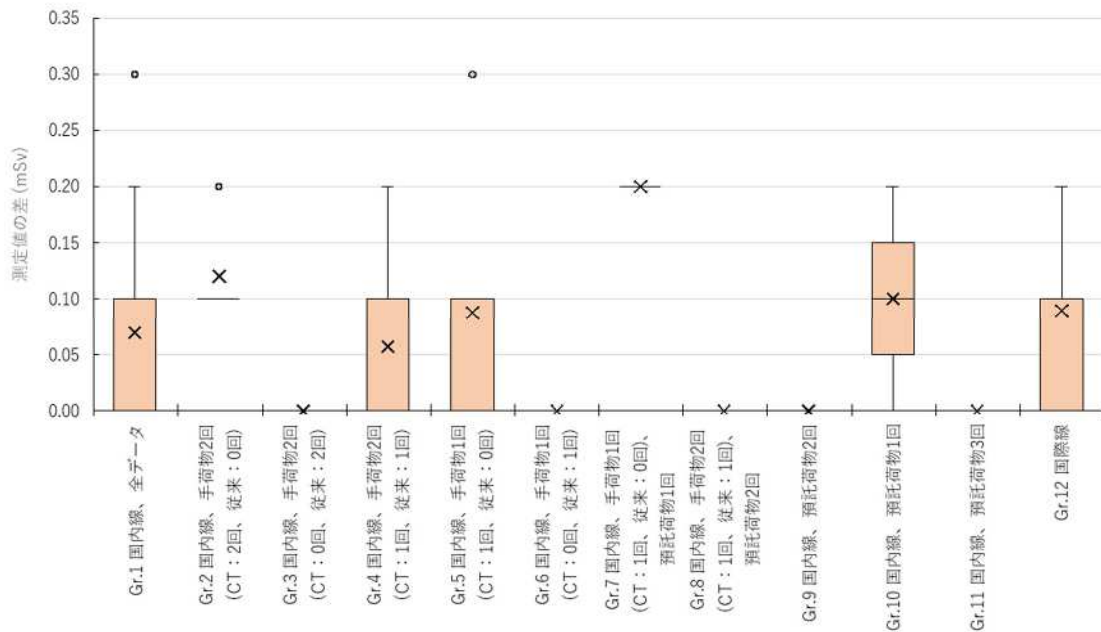


図 4.2.3.4 手荷物・預入荷物検査の分析結果
【同一荷物に入れた同じ型式の末端部用の受動形個人線量計 (X・γ線用) 2 個の差】

末端部用の受動形個人線量計（β線用）

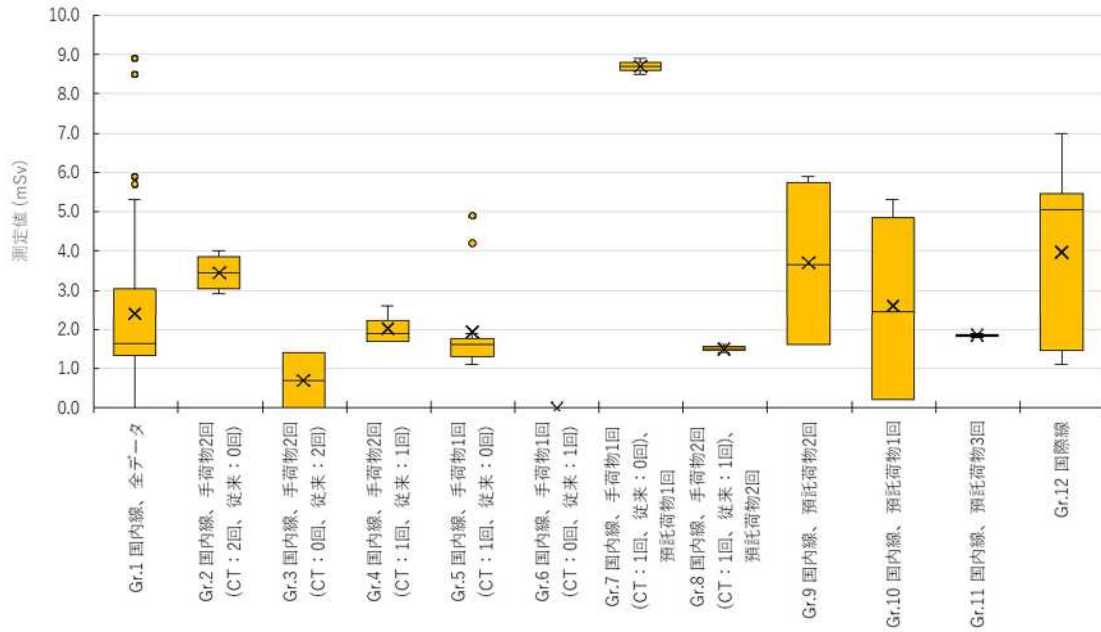


図 4.2.3.5 手荷物・預入荷物検査の分析結果
【個々の末端部用の受動形個人線量計（β線用）】

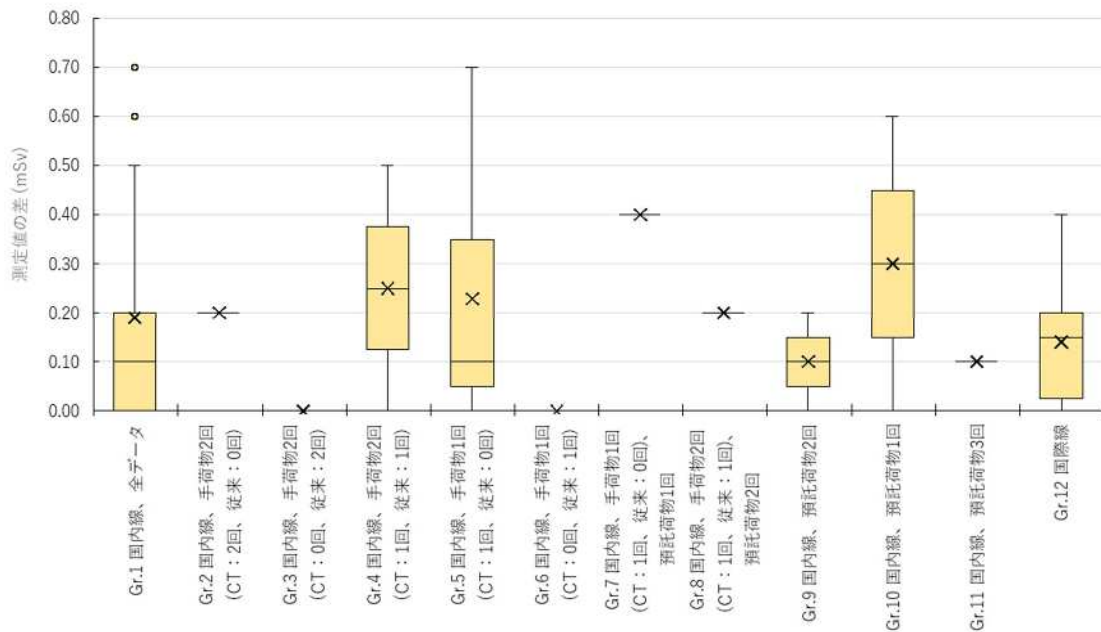


図 4.2.3.6 手荷物・預入荷物検査の分析結果
【同一荷物に入れた同じ型式の末端部用の受動形個人線量計（β線用）2個の差】

眼の水晶体用の受動形個人線量計

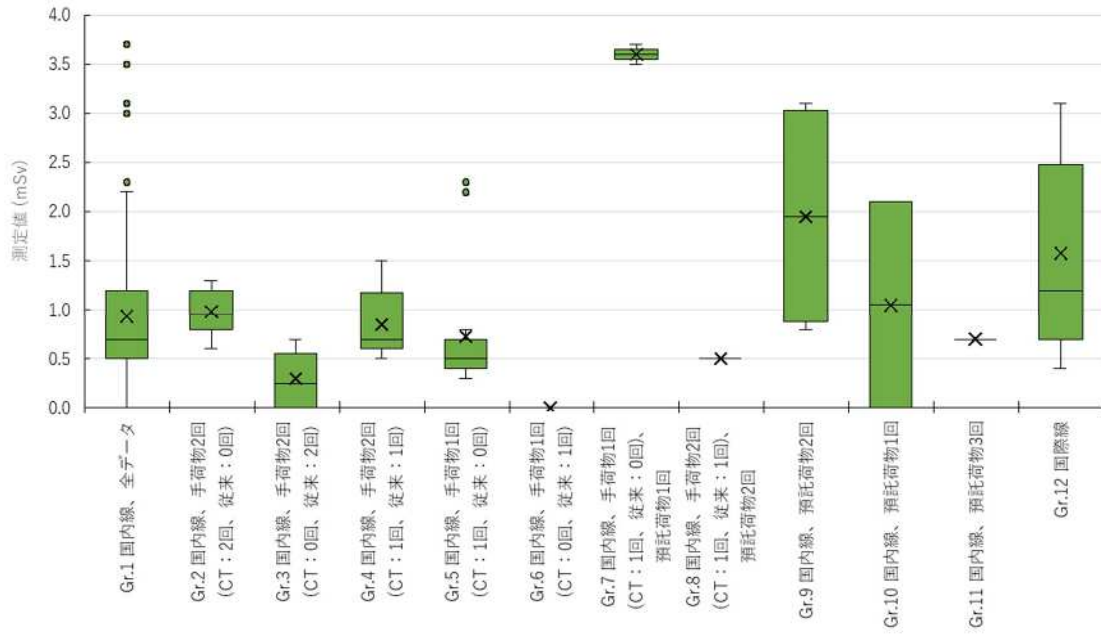


図 4.2.3.7 手荷物・預入荷物検査の分析結果
【個々の眼の水晶体用の受動形個人線量計】

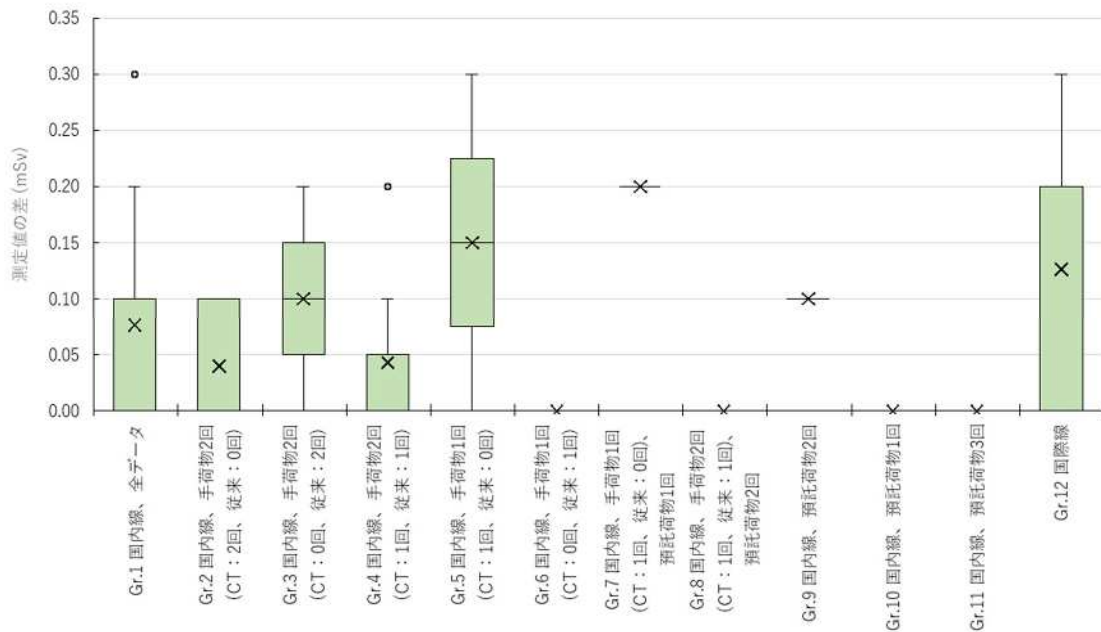


図 4.2.3.8 手荷物・預入荷物検査の分析結果
【同一荷物に入れた同じ型式の眼の水晶体用の受動形個人線量計 2 個の差】

4.3 照射試験のまとめ

本節は、4.1.3 実際の空港保安検査装置を用いた照射試験結果（以下、照射試験結果）及び 4.2.3 手荷物・預入荷物検査時の調査結果（以下、出張者荷物における調査結果）について、1)～3)にまとめた。

要約すると以下の通りである。

- CT 型手荷物検査装置に受動形線量計がばくろされた場合、基本的に受動形個人線量計の測定値は有意な値を示す。
- 従来型手荷物検査装置に受動形線量計がばくろされた場合は、受動形個人線量計の測定値は有意な値を示さない可能性が高い。
- いずれの装置の場合であっても、輸送確認用線量計の運用は困難である。
- 受動形個人線量計を X 線遮へい袋に収納して手荷物検査装置を通しても、X 線遮へい袋による遮へい効果は必ずしも保証されない。
- 手荷物検査装置により受動形個人線量計がばくろされたか否かを判断するツールとして、電子式線量計を利用できる。

1) 照射試験結果

図 4.1.3.1 及び付表 4.2.1 より、CT 型手荷物検査では X 線遮へい袋に入れた場合を除き、検査 1 回あたりの測定値が 0.31 mSv（最小値）～1.09 mSv（最大値）となり、受動形個人線量計の検出限界を大きく超える測定値が検出されることがわかった。一方で、CT 型手荷物検査においては、X 線遮へい袋を使用することによる遮へい効果を確認できたが、遮へい袋の種類によっては 50 μ Sv を大きく超える測定値が検出されることもわかった（図 4.1.3.1 及び付表 4.2.1 の Gr.3）。

従来型手荷物検査では X 線遮へい袋の使用の有無に関わらず、検査 1 回あたりの測定値は受動形個人線量計の検出限界を下回ることがわかった。

2) 出張者荷物における調査結果

図 4.2.3.1 及び付表 4.3.1 の Gr.2（国内線において体幹部用受動形線量計を手荷物として CT 型手荷物検査へ 2 回通した場合）の測定値の最大値は 2.05 mSv（約 1 mSv/スキャン）であり、1)の CT 型手荷物検査の結果にほぼ一致した。CT 型手荷物検査の場合、受動形個人線量計の検出限界を大きく超える測定値が検出されることがわかった。図 4.2.3.2 及び付表 4.3.1 は、同一荷物に入れた同じ型式の体幹部用受動形個人線量計 2 個の測定値の差を示したものであった。図及び付表中の Gr.2（国内線において体幹部用受動形線量計を手荷物として CT 型手荷物検査へ 2 回通した場合）では、測定値の差の最大値は 0.48 mSv であった。この値は受動形個人線量計の最小報告値を大きく超えていることから、CT 型手荷物検査の場合は輸送確認用線量計の運用が困難であることがわかった。

一方で、**図 4.2.3.1** 及び **付表 4.3.1** の Gr.3（国内線において体幹部用受動形線量計を手荷物として従来型手荷物検査へ 2 回通した場合）の測定値の最大値は 0.64 mSv であった。1)の CT 型手荷物検査の結果と異なるが、その理由は各空港で採用されている保安検査装置の運用条件（X 線の量、X 線のエネルギー等）が異なるからであると思われる。同一荷物に入れた同じ型式の体幹部用受動形個人線量計 2 個の測定値の差は最大 0.08 mSv であり、受動形個人線量計の最小報告値とほぼ同じであった。照射条件の不確かさを考慮すれば、従来型手荷物検査装置であっても輸送確認用線量計の運用は困難であると思われる。

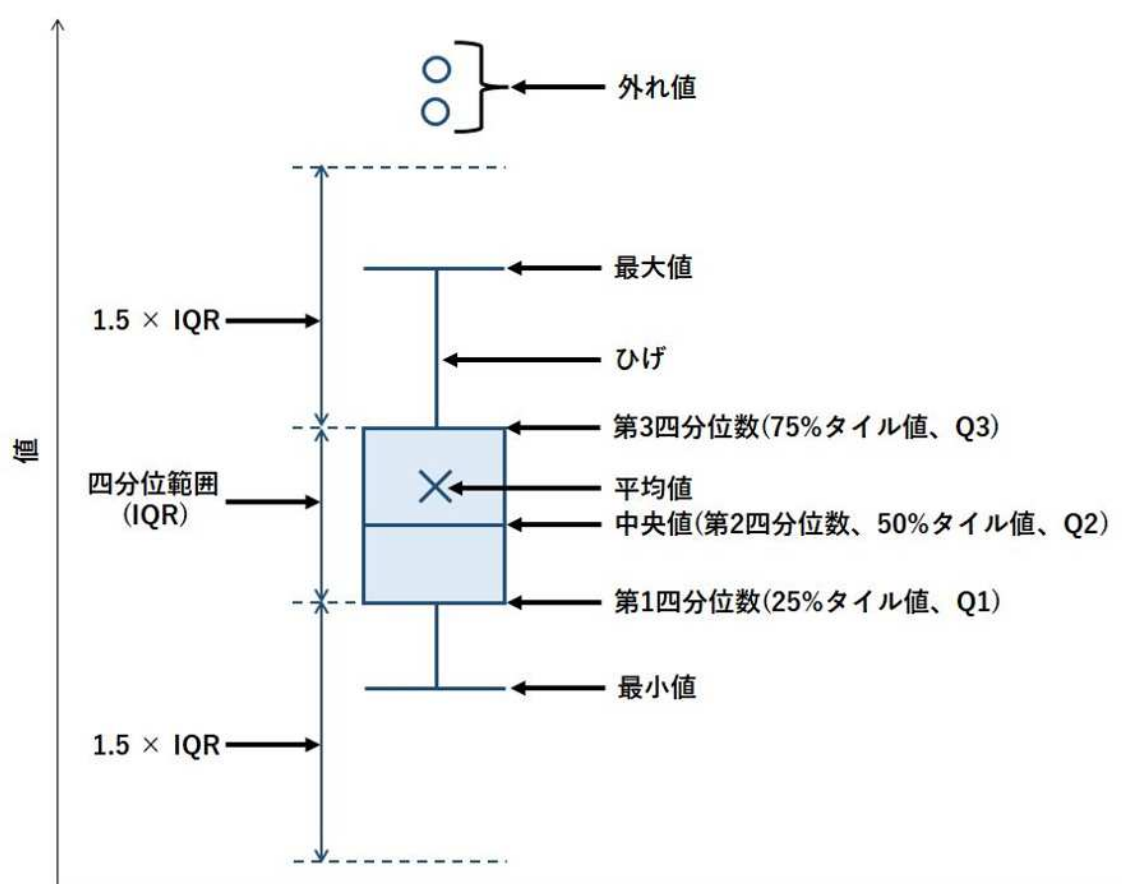
3) 電子式線量計の活用

4.1.3 によれば、照射試験で同時に照射した電子線量計の測定値は約 150 μ Sv/スキャン（CT 型手荷物検査装置）、約 4 μ Sv/スキャン（従来型手荷物検査装置）であった。電子式線量計⁴⁾⁶⁾の測定値は、線量計のエネルギー・方向特性を踏まえれば、線量の定量的な評価に用いることはできない。しかし、この試験結果を踏まえれば、保安検査において X 線が照射されたか否かを確認することは可能である。従って、かばんに電源を入れた電子式線量計を入れて同時に保安検査を通すことで、受動形個人線量計への X 線のばくろの有無を確認するツールとして使用できる。

- 紹介サイト, Available at: <https://www.c-technol.co.jp/glassbadgesite/glassring/>, Accessed 7 March 2025.
- 4-16) 長瀬ランダウア株式会社; ビジョンバッジ VL タイプ 製品紹介サイト, Available at: <https://www.nagase-landauer.co.jp/luminess/vision-badge.html>, Accessed 7 March 2025.
- 4-17) 長瀬ランダウア株式会社; リングバッジ R タイプ 製品紹介サイト, Available at: <https://www.nagase-landauer.co.jp/luminess/ring-badge.html>, Accessed 7 March 2025.
- 4-18) 株式会社千代田テクノル; D-シャトル 製品紹介サイト, Available at: <https://www.c-technol.co.jp/product/d-shuttle/>, Accessed 7 March 2025.
- 4-19) 佐藤泰憲, 五所正彦; “ゼロから学ぶ医薬統計教室”, 52-53 (2014 年), 株式会社メジカルビュー社, 東京

付録 4-1 箱ひげ図とは ⁴⁻¹⁹⁾

付図 4.1.1 の「箱ひげ図」の「箱」は、データを四分位に分割した時の真ん中 50%の範囲を意味しており、四分位範囲 (interquartile range: IQR) と呼ぶ。箱の下辺は、第 1 四分位数 (25%タイル値、Q1)、箱の上辺は第 3 四分位数 (75%タイル値、Q3)、箱内の線は中央値 (第 2 四分位数、50%タイル値、Q2) である。「ひげ」は、箱の上下の最大値及び最小値まで伸びた線である。ただし、ひげは箱の長さ (IQR) の 1.5 倍を超えて伸びることはなく、IQR の 1.5 倍を超える最大値及び最小値を除外して「ひげ」を表示する。この時除外したデータを「外れ値」と呼ぶ。



付図 4.1.1 箱ひげ図の見方 ⁴⁻¹⁹⁾

中央値が箱の真ん中に位置する場合、データの分布に歪みがないことを表しており、一方で中央値の位置が Q1 側又は Q3 側どちらかに偏る場合、データの分布に歪みがあることが分かる。このように、「箱ひげ図」を使用することで、データの中心や広がり、外れ値の有無を視覚的に簡単にとらえることができる。

付録 4-2 実際の空港保安検査装置を用いた照射試験結果

付表 4.2.1 実際の空港保安検査装置を用いた照射試験結果

| 検査装置 種別 | グループ | | 検査装置 通過回数 | 受動形 個人線 量計の 向き | サ ン プ ル 数 | 平均 (mSv) | 最大値 (mSv) | 中央値 (mSv) | 最小値 (mSv) | 考察・備考 |
|------------|------|---------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---|
| CT 型 | Gr.1 | トレイ | 1 | 上向き | 18 | 0.77 | 0.88 | 0.76 | 0.65 | 基準グループ |
| CT 型 | Gr.1 | トレイ | 1 | 下向き | 18 | 0.77 | 0.95 | 0.78 | 0.58 | |
| CT 型 | Gr.1 | トレイ | 1 | 側面 | 24 | 0.74 | 0.90 | 0.74 | 0.53 | |
| CT 型 | Gr.2 | トレイ カッター | 1 | 上向き | 18 | 0.71 | 0.86 | 0.70 | 0.56 | CT 型 Gr.1 と同等の結果であった。 |
| CT 型 | Gr.2 | トレイ カッター | 1 | 下向き | 18 | 0.75 | 1.01 | 0.76 | 0.57 | |
| CT 型 | Gr.2 | トレイ カッター | 1 | 側面 | 24 | 0.78 | 1.00 | 0.77 | 0.52 | |
| CT 型 | Gr.3 | トレイ X 線遮へい袋 ① | 1 | 上向き | 6 | 0.20 | 0.25 | 0.19 | 0.16 | CT 型 Gr.1 と比べて測定値が小さいことか ら、X 線遮へい袋①による遮へい効果が確 認された。 |
| CT 型 | Gr.3 | トレイ X 線遮へい袋 ① | 1 | 下向き | 6 | 0.18 | 0.24 | 0.20 | 0.09 | |

| 検査装置 種別 | グループ | | 検査装置 通過回数 | 受動形 個人線 量計の 向き | サ ン プ ル 数 | 平均 (mSv) | 最大値 (mSv) | 中央値 (mSv) | 最小値 (mSv) | 考察・備考 |
|------------|-------|---------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--|
| CT 型 | Gr.3' | トレイ X 線遮へい袋 ② | 1 | 上向き | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | CT 型 Gr.3 と比べて測定値が小さい（受動形個人線量計の検出限界未満）ことから、X 線遮へい袋①より X 線遮へい袋の方が、強い遮へい効果が確認された。 |
| CT 型 | Gr.3' | トレイ X 線遮へい袋 ② | 1 | 下向き | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| CT 型 | Gr.4 | トレイ ノートパソコン | 1 | 上向き | 17 | 0.48 | 0.64 | 0.48 | 0.32 | ノートパソコンに上向き及び下向きに貼り付けた受動形個人線量計において、CT 型 Gr.1 と比べて測定値が小さいことから、ノートパソコン内の金属等による遮へい効果が確認された。ノートパソコンの側面に貼り付けた受動形個人線量計では、手荷物検査装置のガントリ部分との距離が短いこと、及びノートパソコンの厚さが薄く、受動形個人線量計の全体に対する遮へい効果が低いと予想されることから、ノートパソコンの上面に設置した受動形個人線量計に比べて、測定値が高くなった、と考えられる。 |
| CT 型 | Gr.4 | トレイ ノートパソコン | 1 | 下向き | 18 | 0.49 | 0.66 | 0.48 | 0.31 | |
| CT 型 | Gr.4 | トレイ ノートパソコン | 1 | 側面 | 24 | 0.70 | 1.09 | 0.69 | 0.47 | |

| 検査装置 種別 | グループ | | 検査装置 通過回数 | 受動形 個人線 量計の 向き | サ ン プ ル 数 | 平均 (mSv) | 最大値 (mSv) | 中央値 (mSv) | 最小値 (mSv) | 考察・備考 |
|------------|------|---------------|--------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
| CT 型 | Gr.5 | トレイ 本 | 1 | 上向き | 18 | 0.61 | 0.84 | 0.60 | 0.47 | 遮へい体になるような金属がほとんど無い 状況であり、遮へい物の無い CT 型 Gr.1 と 比べて、わずかに値が低くなった。 |
| CT 型 | Gr.5 | トレイ 本 | 1 | 下向き | 18 | 0.63 | 0.79 | 0.62 | 0.49 | |
| CT 型 | Gr.5 | トレイ 本 | 1 | 側面 | 24 | 0.68 | 0.93 | 0.68 | 0.47 | |
| CT 型 | Gr.6 | トレイ スーツケース | 1 | 上向き | 18 | 0.63 | 0.82 | 0.63 | 0.47 | 遮へい体になるような金属がほとんど無い 状況であり、遮へい物の無い CT 型 Gr.1 と 比べて、わずかに値が低くなった。 |
| CT 型 | Gr.6 | トレイ スーツケース | 1 | 下向き | 18 | 0.69 | 0.84 | 0.69 | 0.55 | |
| CT 型 | Gr.6 | トレイ スーツケース | 1 | 側面 | 24 | 0.66 | 0.89 | 0.67 | 0.45 | |
| 従来型 | Gr.1 | トレイ | 10 | 上向き | 18 | 検出限界 (50 μSv) 未 満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.009】 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.000】 | 基準グループ |
| 従来型 | Gr.1 | トレイ | 10 | 下向き | 18 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.010】 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.000】 | |
| 従来型 | Gr.1 | トレイ | 10 | 側面 | 24 | 検出限界未満 【0.005】 | 検出限界未満 【0.011】 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.000】 | |

| 検査装置 種別 | グループ | | 検査装置 通過回数 | 受動形 個人線 量計の 向き | サ ン プ ル 数 | 平均 (mSv) | 最大値 (mSv) | 中央値 (mSv) | 最小値 (mSv) | 考察・備考 |
|------------|-------|--------------------|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
| 従来型 | Gr.2 | トレイ X線遮へい袋 ① | 10 | 上向き | 6 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.011】 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.000】 | 従来型 Gr.1 と同等の結果であった。 |
| 従来型 | Gr.2 | トレイ X線遮へい袋 ① | 10 | 下向き | 6 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.011】 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.000】 | |
| 従来型 | Gr.2' | トレイ X線遮へい袋 ② | 10 | 上向き | 6 | 検出限界未満 【0.000】 | 検出限界未満 【0.000】 | 検出限界未満 【0.000】 | 検出限界未満 【0.000】 | 従来型 Gr.2 と比べて測定値が小さい（受動形個人線量計の検出限界未満）ことから、X線遮へい袋①より X線遮へい袋②の方が強い遮へい効果が確認された。 |
| 従来型 | Gr.2' | トレイ X線遮へい袋 | 10 | 下向き | 6 | 検出限界未満 【0.000】 | 検出限界未満 【0.000】 | 検出限界未満 【0.000】 | 検出限界未満 【0.000】 | |
| 従来型 | Gr.3 | トレイ 本 | 10 | 上向き | 18 | 検出限界未満 【0.001】 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.000】 | 検出限界未満 【0.000】 | 遮へい体になるような金属がほとんど無い状況であり、遮へい物の無い従来型 Gr.1 と比べて、わずかに値が低くなった。 |
| 従来型 | Gr.3 | トレイ 本 | 10 | 下向き | 18 | 検出限界未満 【0.002】 | 検出限界未満 【0.009】 | 検出限界未満 【0.000】 | 検出限界未満 【0.000】 | |
| 従来型 | Gr.3 | トレイ 本 | 10 | 側面 | 24 | 検出限界未満 【0.002】 | 検出限界未満 【0.011】 | 検出限界未満 【0.000】 | 検出限界未満 【0.000】 | |
| 従来型 | Gr.4 | トレイ 線量計トレイ | 10 | 上向き | 12 | 検出限界未満 【0.007】 | 検出限界未満 【0.009】 | 検出限界未満 【0.006】 | 検出限界未満 【0.005】 | 従来型 Gr.1 と同等の結果であった。 |
| 従来型 | Gr.5 | トレイ 線量計トレイ | 1 | 上向き | 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 従来型手荷物検査 1 回では、すべての受動形個人線量計で検出限界未満となった。 |

注記) 従来型手荷物検査装置における Gr.1~Gr.4 の【 】の値は、手荷物検査を連続 10 回通して得られた測定値から得た検査 1 回当たりの平均値である。検査 1 回あたりの平均値は受動形個人線量計の検出限界未満であった。

付表 4.3.1 手荷物・預入荷物検査の測定結果【体幹部用の受動形個人線量計】

| | | Gr.1 | Gr.2 | Gr.3 | Gr.4 | Gr.5 | Gr.6 | Gr.7 | Gr.8 | Gr.9 | Gr.10 | Gr.11 | Gr.12 |
|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 個々の受動形個人線量計 | サンプル数 | 207 | 52 | 10 | 48 | 44 | 6 | 6 | 5 | 22 | 12 | 2 | 61 |
| | 平均値 (mSv) | 0.94 | 0.89 | 0.22 | 0.71 | 0.76 | 0.00 | 3.29 | 0.58 | 1.88 | 1.07 | 0.51 | 1.45 |
| | 最大値 (mSv) | 5.34 | 2.05 | 0.64 | 1.94 | 1.88 | 0.00 | 4.12 | 0.72 | 5.34 | 2.35 | 0.52 | 4.73 |
| | 中央値 (mSv) | 0.68 | 0.87 | 0.10 | 0.59 | 0.60 | 0.00 | 3.27 | 0.57 | 1.89 | 0.89 | 0.51 | 1.56 |
| | 最小値 (mSv) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.27 | 0.00 | 2.73 | 0.44 | 0.00 | 0.09 | 0.49 | 0.00 |
| 同一荷物に入れた 同じ型式の受動形個人線量計2個の差 | サンプル数 | 93 | 21 | 5 | 19 | 22 | 3 | 3 | 2 | 11 | 6 | 1 | 26 |
| | 平均値 (mSv) | 0.14 | 0.14 | 0.02 | 0.12 | 0.16 | 0.00 | 0.41 | 0.20 | 0.12 | 0.17 | 0.03 | 0.11 |
| | 最大値 (mSv) | 1.12 | 0.48 | 0.08 | 0.41 | 1.12 | 0.00 | 0.76 | 0.27 | 0.47 | 0.56 | 0.03 | 0.50 |
| | 中央値 (mSv) | 0.08 | 0.08 | 0.00 | 0.08 | 0.10 | 0.00 | 0.37 | 0.20 | 0.05 | 0.09 | 0.03 | 0.06 |
| | 最小値 (mSv) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.13 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00 |

付表 4.3.2 手荷物・預入荷物検査の測定結果【末端部用の受動形個人線量計（X・γ線用）】

| | | Gr.1 | Gr.2 | Gr.3 | Gr.4 | Gr.5 | Gr.6 | Gr.7 | Gr.8 | Gr.9 | Gr.10 | Gr.11 | Gr.12 |
|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 個々の受動形個人線量計 | サンプル数 | 60 | 10 | 4 | 14 | 16 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 38 |
| | 平均値 (mSv) | 1.0 | 1.0 | 0.4 | 0.9 | 0.7 | 0.0 | 3.6 | 0.5 | 1.6 | 1.4 | 0.7 | 1.5 |
| | 最大値 (mSv) | 3.7 | 1.4 | 0.7 | 1.7 | 2.1 | 0.0 | 3.7 | 0.5 | 2.4 | 2.6 | 0.7 | 2.9 |
| | 中央値 (mSv) | 0.7 | 1.0 | 0.4 | 0.8 | 0.5 | 0.0 | 3.6 | 0.5 | 1.6 | 1.3 | 0.7 | 1.2 |
| | 最小値 (mSv) | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.5 | 0.4 | 0.0 | 3.5 | 0.5 | 0.8 | 0.2 | 0.7 | 0.3 |
| 同一荷物に入れた 同じ型式の受動形個人線量計2個の差 | サンプル数 | 30 | 5 | 2 | 7 | 8 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 19 |
| | 平均値 (mSv) | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| | 最大値 (mSv) | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.3 |
| | 中央値 (mSv) | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 |
| | 最小値 (mSv) | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

付表 4.3.3 手荷物・預入荷物検査の測定結果【末端部用の受動形個人線量計 (β線用)】

| | | Gr.1 | Gr.2 | Gr.3 | Gr.4 | Gr.5 | Gr.6 | Gr.7 | Gr.8 | Gr.9 | Gr.10 | Gr.11 | Gr.12 |
|-------------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 個々の受動形個人線量計 | サンプル数 | 42 | 4 | 4 | 4 | 14 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 20 |
| | 平均値 (mSv) | 2.4 | 3.5 | 0.7 | 2.0 | 1.9 | 0.0 | 8.7 | 1.5 | 3.7 | 2.6 | 1.9 | 4.0 |
| | 最大値 (mSv) | 8.9 | 4.0 | 1.4 | 2.6 | 4.9 | 0.0 | 8.9 | 1.6 | 5.9 | 5.3 | 1.9 | 7.0 |
| | 中央値 (mSv) | 1.7 | 3.5 | 0.7 | 1.9 | 1.6 | 0.0 | 8.7 | 1.5 | 3.7 | 2.5 | 1.9 | 5.1 |
| | 最小値 (mSv) | 0.0 | 2.9 | 0.0 | 1.7 | 1.1 | 0.0 | 8.5 | 1.4 | 1.6 | 0.2 | 1.8 | 1.1 |
| 同一荷物に入れた 同じ型式の受動形個人線量計2個の差 | サンプル数 | 21 | 2 | 2 | 2 | 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 10 |
| | 平均値 (mSv) | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| | 最大値 (mSv) | 0.7 | 0.2 | 0.0 | 0.5 | 0.7 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.1 | 0.4 |
| | 中央値 (mSv) | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| | 最小値 (mSv) | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |

付表 4.3.4 手荷物・預入荷物検査の測定結果【眼の水晶体用の受動形個人線量計】

| | | Gr.1 | Gr.2 | Gr.3 | Gr.4 | Gr.5 | Gr.6 | Gr.7 | Gr.8 | Gr.9 | Gr.10 | Gr.11 | Gr.12 |
|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 個々の受動形個人線量計 | サンプル数 | 60 | 10 | 4 | 14 | 16 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 38 |
| | 平均値 (mSv) | 0.9 | 1.0 | 0.3 | 0.9 | 0.7 | 0.0 | 3.6 | 0.5 | 2.0 | 1.1 | 0.7 | 1.6 |
| | 最大値 (mSv) | 3.7 | 1.3 | 0.7 | 1.5 | 2.3 | 0.0 | 3.7 | 0.5 | 3.1 | 2.1 | 0.7 | 3.1 |
| | 中央値 (mSv) | 0.7 | 1.0 | 0.3 | 0.7 | 0.5 | 0.0 | 3.6 | 0.5 | 2.0 | 1.1 | 0.7 | 1.2 |
| | 最小値 (mSv) | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | 3.5 | 0.5 | 0.8 | 0.0 | 0.7 | 0.4 |
| 同一荷物に入れた 同じ型式の受動形個人線量計2個の差 | サンプル数 | 30 | 5 | 2 | 7 | 8 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 19 |
| | 平均値 (mSv) | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| | 最大値 (mSv) | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.3 |
| | 中央値 (mSv) | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| | 最小値 (mSv) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

5 対応策

5.1 受動形個人線量計持ち出し時の対応策

5.1.1 受動形個人線量計の持ち出しについて

複数の施設で放射線作業を行う際は、施設ごとの線量を把握するために、それぞれの施設で受動形個人線量計を用意することを基本とする^{※1}が、1つの受動形個人線量計を複数の施設で利用する場合で、施設間の移動に航空機を利用する場合は、5.1.2に記載した状況であることを踏まえ、5.1.3に記載した対策が必要である。

※1 放射性同位元素等の規制に関する法律第20条第2項⁵⁻¹⁾では、許可届出使用者及び許可廃棄業者が、自施設に立ち入った者に対し、測定をすることを求めているので、法の趣旨に照らすと受動形線量計を使用して立入者の被ばく線量の測定を行う場合は、施設ごとに線量計を準備することが基本となる。一方、電離放射線障害防止規則第8条⁵⁻²⁾は、放射線業務従事者を雇用する事業者に測定することを求めているので、従事者の各施設における測定結果を把握し、集計する必要がある。

5.1.2 航空機を利用して移動する場合

受動形個人線量計を携帯して航空機を利用する場合、搭乗前の保安検査時に受動形個人線量計を手荷物検査装置に通してしまうとX線のばくろを受ける。国内空港において、従来型手荷物検査装置ではX線の線量は低く、受動形個人線量計の検出限界(50 μSv)を超えることはほとんどなかったが、近年CT型手荷物検査装置の普及により検出限界と比べて、無視できない線量をばくろされるケースが目立ってきている。従って、保安検査時にはCT型手荷物検査装置によるX線のばくろに注意を払う必要がある(4.1参照)。

次に、フライト中の宇宙線の影響で問題になるのが γ 線と中性子である。航空機搭乗中の γ 線の線量を半導体式電子ポケット線量計で測定した研究では、国内線で積算線量が最大になったのが羽田-那覇(フライト時間140分)で1.63 μSv ⁵⁻³⁾、国際線でニューヨーク-東京(同821分)で15.98 μSv であった⁵⁻⁴⁾。往復でも受動形個人線量計の検出限界50 μSv に届かず^{※2}、フライト中の γ 線の線量の影響は無視できる。

また、受動形個人線量計の中には、中性子を測定するための機能を持たせたものがある。これには固体飛跡線量計やアルベド線量計^{※3}の利用が一般的である。固体飛跡線量計に用いられるADC(アリル・ジグリコール・カーボネート)はX・ γ 線に感度がないが、アルベド線量計に用いられるTLDやOSL素子はこれに感度を有する。どちらも中性子による被ばくとX・ γ 線による被ばくを分離測定できるが、アルベド線量計は保安検査でX線をばくろされたことにより、中性子線量測定のノイズになる可能性がある。

なお、航空機搭乗中の中性子によるフライト線量の影響について、飛行中の中性子線量を計測した研究⁵⁻³⁾では、羽田-稚内往復の中性子レムカウンタの合計値は1.28 μSv (羽田-稚内0.49 μSv 、稚内-羽田0.79 μSv)であった。羽田-稚内往復のフライト時間を200分とすれば、往復24時間(1440分)のフライトでも9.22 μSv に過ぎない。このことから、航空機

搭乗中の中性子線量は、往復でも中性子用受動形個人線量計の検出限界 50 μ Sv に届かず^{※2}、フライト線量による中性子線量測定への影響は小さい。

※2 多くの受動形個人線量計の最小報告値は 0.1 mSv (100 μ Sv) であるが、通常 0.01 mSv 単位を四捨五入して求めるため、0.05 mSv (50 μ Sv) が 0.1 mSv として報告される事実上の検出限界となる。

※3 人体に高速中性子線が入射すると、身体組織中の水素原子などと衝突し、一部は減速されて体外に飛び出す現象（アルベド効果）がある。この減速された熱中性子線を TLD 素子を用いて測定するのが、TLD アルベド線量計である⁵⁻⁵⁾。

5.1.3 保安検査用手荷物検査装置への推奨策

1) X 線検査の回避

保安検査時の X 線検査を回避する方法として、受動形個人線量計をカバンから出し、保安検査員へ受動形個人線量計について説明し、X 線による保安検査の回避を交渉する。この場合、目視による保安検査を依頼する必要があるため、チェックインカウンターで預けた荷物に受動形個人線量計を入れないことが必須となる。

保安検査員向けの説明文の一例

個人線量計は、法令に基づき放射線作業中の被ばく線量を測定するためのものであり、X線検査を受けると放射線作業中とX線検査時の線量の区別がつかなくなるため、X線検査ではなく目視で保安検査を実施して頂きたい。

「ヒヤリハット事例をベースにした教育訓練用教材」ページ⁵⁻⁶⁾では、**図 5.1.3.1** のような出張者向けの保安検査員への説明資料を例示している。また、**図 5.1.3.2** のように IAEA では、説明資料をカードにして携帯を容易にしている⁵⁻⁷⁾。

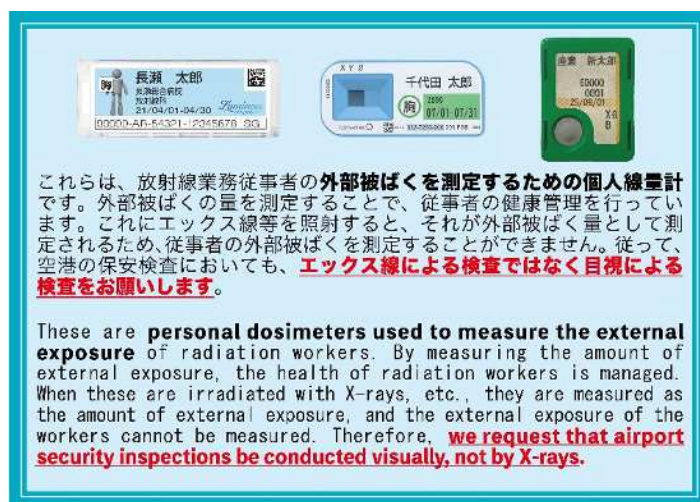


図 5.1.3.1 保安検査員向け説明用資料の例①⁵⁻⁶⁾

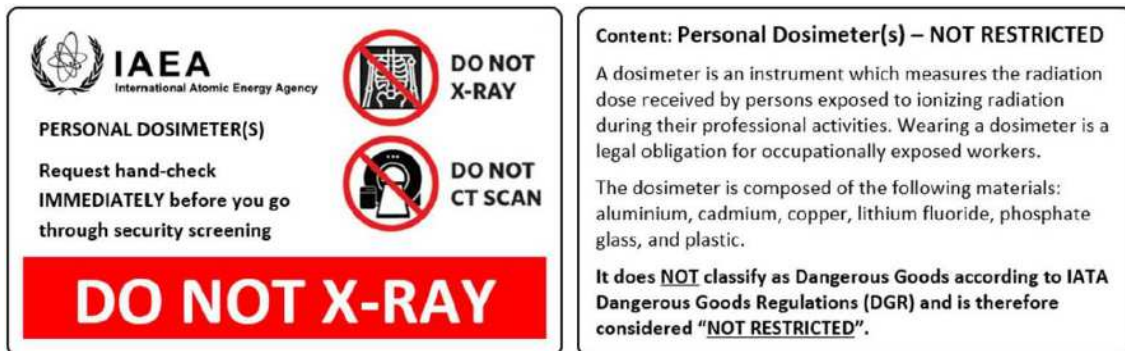


図 5.1.3.2 保安検査員向け説明用資料の例② IAEA の例（カードの表裏面）⁵⁻⁷⁾

2) 従来型レーンの利用

前述の通り、保安検査時の X 線が問題となるのは、CT 型手荷物検査装置であり、従来型手荷物検査装置の線量は受動形個人線量計では、検出されないケースが多いと期待される（4.3 参照）。保安検査官によっては目視検査不可の場合があるため、従来型手荷物検査装置があればそちらのレーンを利用する方法もある。

手荷物検査装置が従来型であるか CT 型であるかについては、保安検査場で保安検査員に直接尋ねるか、ノートパソコンを手荷物から取り出すよう注意があれば、従来型と判断できる。もし、従来型のレーンを使用できるのであれば、手荷物に受動形個人線量計を入れたままで手荷物検査装置による検査を 1~2 度受けても、国内空港であれば、検出されないことが期待できる。最終的に受動形個人線量計の線量が検出限界未満であれば、作業中に伴う被ばく線量も同様であったと確定できる。

ただし、4.2.3 の試験結果によると、従来型手荷物検査装置 2 回（1 往復分）では、受動形個人線量計の検出限界未満となることが示唆されたが、Gr.3 [最大値：0.64 mSv、平均値：0.22 mSv] では有意な線量が検出された。この場合、放射線作業中の被ばくがなかったとしても、この結果からだけでは確定できない。このように、従来型手荷物検査装置であっても、空港や保安検査装置の型式によっては例外があるので、従来型レーンであっても目視検査で代替することが望ましい。

3) 電子式線量計の活用

放射性同位元素等の規制に関する法律⁵⁻¹⁾では、個人線量は測定の信頼性確保の観点から ISO/IEC17025 認定事業者の線量計を使用することを求めているため、認定事業者が提供する電子式線量計以外の電子式線量計のみを装着し、作業中の合計値を積算線量として、記録することは同法の規制対象事業者はできない。

しかし、手荷物検査装置により有意な線量を受けているかの判断には電子式線量計の使用が有効的である。かばんに電源を入れた電子式線量計を入れて、保安検査を通ることで、X 線の線量の確認に使うことができる（4.3 参照）。

電子式線量計は電源を切ることによって線量情報をリセットできるので、保安検査で使った電子式線量計を受動形個人線量計の補助線量計として訪問先での放射線作業中、一緒に装着することで、その作業に係るおよその被ばく線量を知ることができる。あるいは、自施設から電子式線量計を持参できなくとも電子式線量計を訪問先で借り受けできれば、訪問先での被ばくの状況が把握できることから、受動形個人線量計が保安検査において X 線のばくろをどの程度受けたかどうかを判断できる。いずれにせよ、電子式線量計の指示値は、受動形個人線量計が X 線検査を受けて、計算により線量を求める場合の参考データとなる。なお、国内で流通する電子式線量計で上述のような用途に向くものとしては γ 線タイプと X 線タイプがあるので、放射線管理者は、放射線業務従事者の作業環境を考慮したうえで適切なタイプの選択が必要である。前者と後者の違いは $\gamma(X)$ 線の検出エネルギーの下限の違いにある⁵⁻⁸⁾。

5.1.4 保安検査用手荷物検査装置への非推奨策

1) X 線遮へい用鉛袋の使用

X 線遮へい用鉛袋（以下、鉛袋）に受動形個人線量計を入れて X 線検査を受けると、**図 4.1.3.1** 及び **2** や **付表 4.2.1** より鉛袋の遮へい効果で、線量は低くなった。しかし、次の理由により、必ずしも効果的とは限らず、推奨しない。

- ・ **付表 4.2.1** より鉛袋によっては、CT 型で 0.2 mSv を超える線量が検出されている。
- ・ 手荷物検査装置は製造メーカーによって X 線エネルギーが異なる可能性があるので、**付表 4.2.1** で示した結果が全てに適用できるとは言えない。
- ・ 鉛は画像上濃い黒で表現されるため、危険物と見なされてしまう可能性があり、複数回 X 線検査を受ける可能性がある。

2) コントロール線量計や輸送確認用線量計の使用

コントロール線量計^{*4}や輸送確認用線量計を手荷物検査装置へ一緒に通過させ、その線量を自然放射線や検査時の線量として差し引く方法もある。しかし、この方法では、作業中の被ばく線量が検出限界未満となる場合があり、適切に評価できない可能性があるため、推奨しない。

4.2.3 の調査結果は、同一荷物に入れた 2 つの受動形個人線量計の線量差は、国内線で最大 0.48 mSv、国際線で最大 0.50 mSv に達し、片方の受動形個人線量計からもう片方の受動形個人線量計の線量を差し引いても、最小報告値として 0.1 mSv を保証することはできない。したがって、コントロール線量計を X 線検査と一緒に通すことは測定精度の観点から推奨しない。また、測定サービス機関によっては、放射線が照射されたと判断されたコントロール線量計を線量評価に使用しない場合がある。

※4 業務上の被ばく線量を求めるために、着用期間の自然放射線量を測定し、差し引くための線量計

5.1.5 受動形個人線量計の郵送

受動形個人線量計の移動先施設への送付・返送に、郵便又は宅配便を利用する方法もある。このとき、X線検査をされないように、次のような表示を付ける。

国内：「航空輸送禁止」と記載



国内：「X線検査不可」と記載



海外：「DO NOT X-RAY」と記載



図 5.1.5.1 X線検査を回避するため荷物への記載例

なおこの場合、注意が必要なのは、コントロール線量計や輸送確認用線量計も同封する必要があり、移動する作業者専用のコントロール線量計等を測定サービス機関に発行してもらうことが必要となる。従って、国内での移動の場合、測定サービス機関から直接、移動先へコントロール線量計等とともに装着バッジを送付してもらい、移動先での作業終了後、そこから測定サービス機関へ直接返送することも選択肢になり得る^{※5}。この場合、1人の放射線業務従事者が2つの受動形個人線量計を使用することになるので、後日2つの線量の合算が必要である。

※5 実施の可否や条件については、利用している測定サービス機関による。

5.2 その他

5.2.1 放射線業務従事者への周知

1) 教育訓練等を利用した周知

受動形個人線量計を持参し、施設間の移動に航空機を利用する場合は、注意すべきことを放射線業務従事者へ周知することが必要である。

例えば、本報告書4章及び5章を参考に、年1回の教育訓練等で下記の内容を説明する。

- ・ 空港手荷物検査装置による受動形個人線量計への影響
- ・ 受動形個人線量計を持ち出す場合のX線検査回避方法
- ・ 電子式線量計の活用

また、「ヒヤリハット事例をベースにした教育訓練用教材」⁵⁻⁶⁾では、被ばく測定に関する事例の1つとして、受動形個人線量計の手荷物検査に関わる教育資料が公開されている。

2) 注意書きのポスター掲示

事業所内の受動形個人線量計の置き場や管理区域の出入口等、放射線業務従事者の目に着く場所に、「受動形個人線量計を持参し、施設間の移動に航空機を利用する場合は、注意が必要である」ことを周知する注意書きやポスターを掲示する方法もある。

5.2.2 手荷物検査装置に通してしまった場合の措置

放射線業務従事者が受動形個人線量計を手荷物検査装置に通してしまった場合は、検出限界未満であった場合を除き、受動形個人線量計の結果を使って放射線作業中の被ばく線量を確定することができない。そのためこのケースは、法令のいう「放射線測定器を用いて測定することが著しく困難な場合」に該当し得ると、本専門研究会は考える。よって、放射線管理者は計算により被ばく線量を算出することができる。

放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則第20条第2項第1号ホ⁵⁻¹⁾

一 外部被ばくによる線量の測定は、次に定めるところにより行うこと。

～省略～

ホ 放射線測定器を用いて測定すること。ただし、放射線測定器を用いて測定することが著しく困難である場合にあつては、計算によつてこれらの値を算出することとする。

電離放射線障害防止規則第8条第3項⁵⁻²⁾

第1項の規定による外部被ばくによる線量の測定は、次の各号に掲げる部位に放射線測定器を装着させて行わなければならない。ただし、放射線測定器を用いてこれを測定することが著しく困難な場合には、放射線測定器によつて測定した線量当量率を用いて算出し、これが著しく困難な場合には、計算によつてその値を求めることができる。

一 省略、二 省略、三 省略

被ばく線量の測定・評価マニュアル⁵⁻⁹⁾によると計算による方法としては、以下の方法もある。

- イ) 情報が得られない期間中に複数個の線量計を使用していたならば、一方のデータを参考にして線量当量を評価する。
- ロ) 情報が得られなかった者の作業内容がほぼ定常的に行われているのであれば、同様の作業を行った期間の線量当量を参考として不明期間中の線量当量を推定する。
- ハ) 情報が得られなかった者と同一期間中において同様な作業を行った者の線量当量がかかっている場合は、その作業内容を比較し線量当量を推定する。
- ニ) 情報不明者の作業環境の測定値があれば、作業記録を参考にして線量当量を推定する。
- ホ) 必要に応じて、作業内容と同じ模擬試験を行い、線量当量を推定する。

なお、予期しなかった線量が X 線検査によるものか判断がつかない場合は、作業内容、作業環境の線量(率)を確認し、作業手順の誤り、線源の保管異常や漏洩等に起因する過剰な被ばくの可能性があることをよく確認したうえで、線量評価することが必要である。

放射線管理者は計算で算出した線量を当該放射線業務従事者の当該月の記録とする。測定サービス機関を利用している場合は、事業所の責任において、理由を添えて、線量の記録の訂正を依頼する^{※6}。

※6 訂正方法・訂正箇所は、利用している測定サービス機関による。

【参考文献】

- 5-1) e-Gov 法令検索, 放射性同位元素等の規制に関する法律, Available at:
<https://laws.e-gov.go.jp/law/332AC0000000167>, Accessed 22 April 2025.
- 5-2) e-Gov 法令検索, 電離放射線障害防止規則, Available at:
<https://laws.e-gov.go.jp/law/347M50002000041>, Accessed 22 April 2025.
- 5-3) M.Furukawa ; Measurements of Cosmic Radiation Doses in Civil Aircraft by Pocket Dosimeter : Results for Domestic Aviation Routes in Japan, *RADIOISOTOPES*, **49**, 152-158 (2000) (in Japanese)
- 5-4) M.Furukawa ; Measurements of Cosmic Radiation Doses in Civil Aircraft by Pocket Dosimeter(II) : Results for International Air Lines, *RADIOISOTOPES*, **50**, 282-288 (2001) (in Japanese)
- 5-5) M.Nakamura, N.Tsujimura, N.Nakao, T.Momose, N.Ban, et al. ; PNC TY8601 94-001, p.11 (1994) (in Japanese)
- 5-6) 鈴木智和、桧垣正吾、高橋賢臣: 「ヒヤリハット事例に基づく教育訓練資料の暫定公開について」, *日本放射線安全管理学会誌*, 24(1), 38-39 (2025).
- 5-7) Michael Hajek (IAEA Individual Monitoring Service Group Leader, Radiation Safety and Monitoring Section, Division of Radiation, Transport and Waste Safety, Department of Nuclear Safety and Security); 私信 (2025)
- 5-8) アロカ株式会社 製品ページ「個人線量計」, Available at:
<https://www.aloka.co.jp/radiation/dosemeter/>, Accessed 2 April 2025.
- 5-9) 財団法人原子力安全技術センター編, 被ばく線量の測定・評価マニュアル, 「付録4 個人線量計から情報が得られない場合の評価方法」 p.163-164 (2000)

6 結言

空港の保安検査装置の高度化（特に国内線における CT 型 X 線検査装置の導入）に伴い、受動形個人線量計を手荷物に入れたまま保安検査を通過させ有意な線量が検出されることが懸念される。受動形個人線量計の異常な測定値は、放射線業務従事と関係ないものであるから、個人の被ばく管理に受動形個人線量計で測定した結果ではなく、推定による線量を登録せざるを得ないケースが既に発生している可能性もある。2023 年秋に改正 RI 規制法施行規則が施行され、放射線業務従事者の外部被ばく線量について信頼性の高い測定が要求されるようになったことを鑑み、標準化委員会は、空港の保安検査を念頭に置いた受動形個人線量計持ち出しに係る運用方法に関するガイドラインの策定を計画している。そこで、本専門研究会は、標準化委員会が作成するガイドラインの技術的根拠になりうるものを提供することを目的とし、受動形個人線量計の自施設からの持ち出しに関する実態調査及び空港の保安検査装置通過時の線量データの収集を広く行い、必要な検討を行った。

第 2 章において、文献や公開されている URL などを調査して、現状を把握した。調査は、(1)受動形個人線量計の航空機持込の問題点、(2)空港の手荷物検査装置の調査、(3)国内外の対応事例、の 3 つの項目に絞って実施した。国内外の主な対応事例として、以下の対応が見られた。

- 受け入れ先施設から受動形個人線量計もしくは電子式線量計の提供を受ける。
- X 線検査を回避するための保安検査員への説明用カードを準備して、目視検査で代替する。
- 輸送確認用線量計を用意する。

第 3 章において、全国の放射線取扱事業所に対し自施設から受動形個人線量計を持ち出すことに関して、空港の保安検査への対応に関する現状把握を目的として行ったアンケートの結果を説明した。アンケート結果を集計し分析した結果、主に以下の点が明らかとなった。

- 自施設以外で放射線作業に従事している者がいると回答した放射線管理者は 75% であり、放射線業務従事者の移動が通常になっている。
- 80%以上の放射線管理者が空港保安検査における受動形個人線量計の誤照射というトラブルを認知しており、その半数が実際に経験している。
- 放射線管理者は自施設の個人線量計の持ち出しを念頭に動いており、線量計の持ち出し教育を行っている。
- 受動形個人線量計に対する誤照射について、放射線管理者がその事実を認知するのは、個人線量測定サービス機関からの線量通知を確認した時点であることが多く、その後の原因究明及び対応に苦慮することが少なくない。

第 4 章において、手荷物検査装置実機を使用した受動形個人線量計の照射試験結果及び、出張等で航空機を利用する際に手荷物又は預入荷物に受動形個人線量計を入れた状態で保安検査を受けることによる線量の調査結果の紹介を行った。主な試験結果は以下の通りで

あった。

- 従来型手荷物検査装置では概ね 0.01 mSv/スキャン以下であったが、CT 型手荷物検査装置では 0.31 mSv（最小値）～1.09 mSv（最大値）/スキャンほどの線量を計測し、CT 型手荷物検査装置にかけてしまうと有意な線量を記録することがわかった。
- 輸送確認用線量計を想定した試験では、同一荷物に入れた 2 つの受動形個人線量計の測定差が 0.5 mSv となる場合もあり、必ずしも輸送確認用線量計が有効であるわけではないことが判明した。

上記の結果を踏まえて、第 5 章では受動形個人線量計持出時の対応策を検討した。航空機を利用して移動する場合は、保安検査員向けの説明文等を用意して受動形個人線量計の X 線検査を回避し目視確認を依頼する方法、X 線検査が回避できない場合には比較的線量が低いと思われる従来型レーンを利用する方法、電子式線量計の活用などが挙げられた。また、教育訓練や注意書きのポスター掲示などによる放射線業務従事者への注意喚起及び周知についても言及した。

最後に、標準化委員会が作成しようとしている「受動形個人線量計持ち出しに係る運用方法に関するガイドライン」の中で、本報告書の成果が有効に活用されることを願ってやまない。

謝辞

本専門研究会を遂行するにあたり、アンケート調査に際しては各施設の放射線管理関係者の皆様及び、学協会からの呼びかけとして、一般社団法人日本保健物理学会、一般社団法人日本放射線安全管理学会、公益社団法人日本アイソトープ協会、公益社団法人日本放射線技術学会、公益社団法人日本診療放射線技師会及び大学等放射線施設協議会の各学協会、本専門研究会のメンバーを通じて非破壊検査事業者及び加速器メンテナンス事業者の方々のご協力を頂きました。

受動形個人線量計の照射試験においては、日本航空株式会社及び全日空商事株式会社より手荷物検査装置の実機を借用させていただきました。個人線量測定機関協議会各社（産業テック株式会社、株式会社千代田テクノル、長瀬ランダウア株式会社及びポニー工業株式会社）には、照射試験や実際の保安検査時の個人線量計携帯調査において、受動形個人線量計の提供や社員のご協力をいただきました。

また、海外事情の調査に関し、Airports Council International(ACI) World の Nicholas Ratledge 氏、IAEA の Michael Hajek 氏、Korean Association for Radiation Application の KI TAEK, HAN 氏、Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA) の Cameron Lawrence 氏及び Jeanette Mckenzie 氏、千代田テクノルの小口靖弘氏から有益な情報を提供いただきました。

紙面上ではありますが、本専門研究会の活動遂行にあたってご協力いただいた皆様に感

謝を申し上げます。

日本保健物理学会専門研究会報告書シリーズ ISSN 1881-7299 Vol.15, No.1,
受動形個人線量計の空港保安検査時の線量調査に関する検討委員会専門研究会
活動報告書

2025 年 9 月

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