

令和3年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費  
(放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型  
統合プラットフォームの形成) 事業

線量測定機関認定制度検討グループ成果報告書

個人線量測定機関認定基準に関する

基礎データ収集作業の結果

令和4年2月

職業被ばくの最適化推進ネットワーク

線量測定機関認定制度検討グループ

本報告書は、原子力規制委員会の令和3年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費（放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成）事業による委託業務として、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門原子力科学研究所放射線管理部が実施した課題解決型ネットワーク「職業被ばくの最適化推進に関する検討」の成果をとりまとめたものである。

事前の承認なしに、この報告書の一部分のみを複製することはお断りします。

## 目次

1. はじめに.....	- 1 -
2. 線量測定機関認定制度検討グループの検討の背景と目的 .....	- 1 -
3. 検討グループの構成.....	- 2 -
4. 基礎データ収集作業.....	- 2 -
4.1 個人線量測定機関の認定基準（JAB RL380）の概要.....	- 2 -
4.1.1 適用範囲 .....	- 3 -
4.1.2 技能試験 .....	- 3 -
4.2 基礎データ収集作業.....	- 5 -
4.2.1 目的.....	- 5 -
4.2.2 試験条件 .....	- 5 -
4.2.3 方法.....	- 6 -
4.2.4 結果.....	- 6 -
4.2.5 考察.....	- 9 -
5. まとめ .....	- 10 -

## 1. はじめに

線量測定機関認定制度検討グループの検討は、平成 29 年度から令和 3 年度にかけて実施された「放射線安全規制研究戦略的推進事業費（放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成）事業」（以下、アンブレラ事業）の一部である「職業被ばくの最適化推進に関する検討」の一つとして実施された。

アンブレラ事業は、原子力規制委員会、放射線審議会等が明らかにした技術的課題の解決に繋がるような研究を推進するとともに、研究活動を通じた放射線防護分野の研究基盤の強化を図り、得られた成果を最新の知見の国内制度への取入れや規制行政の改善につなげることで研究と行政施策が両輪となって、継続的かつ効率的・効果的に放射線源規制・放射線防護による安全確保を最新・最善のものにすることを目指すものである。

アンブレラ事業は、学会を中心としたアカデミアのネットワークと特定の課題解決を目指した課題解決型ネットワークの 2 種類のネットワークで構成された。この課題解決型ネットワークの一つとして、職業被ばくの最適化推進を目的としたネットワークを立ち上げた。このネットワークは、我が国の全ての職業分野を対象として、

- ① 基礎データとなる放射線業務従事者の被ばく状況を把握するために必要な国家線量登録制度の確立、
- ② 登録する個人線量の測定の信頼性確保のための認定制度（線量測定機関認定制度）の確立、及び、
- ③ 職業被ばくの最適化を効果的に推進するための体制の構築

に係る調査・議論を行い、具体的な制度設計案を提案することが目的である。

この目的を達成するため、本職業被ばくの最適化推進ネットワークでは、日本原子力研究開発機構を事務局とした

- ① 国家線量登録制度の検討、及び
- ② 線量測定機関認定制度の検討

の二つのサブネットワークで構成し活動した。

本報告書は、このサブネットワークのうち、②線量測定機関認定制度の検討についてのものである。

## 2. 線量測定機関認定制度検討グループの検討の背景と目的

アンブレラ事業が開始された当時、登録する個人線量データの信頼性確保について、国際原子力機関(IAEA)の規制レビュー(IRRS)の勧告を受けて、個人線量測定サービス機関の認定についての検討は進められていたが、自組織の従事者の個人線量測定を行う機関（以下、「インハウス事業者」と言う。）を含めた我が国全体の制度設計はこれからの課題であった。このため、個人線量測定サービス機関の他、大規模なインハウス事業者、標準校正機関、品質保証認定機関等が協力して制度確立に向けた活動を行う必要があったことから活動を行った。

個人線量測定サービス機関の認定制度については、日本適合性認定協会（J A B）が認定制度の設計・運用を行っており、具体的な認定基準を JAB RL380 「認定の基準」についての指針一

放射線個人線量測定試験分野一』として公開している。このため、アンブレラ事業では、その検討において課題とされた、技能試験の評価基準に関する基礎データ収集作業を行った。

個人線量測定機関の認定基準である JAB RL380 は、主に米国 NVLAP(National Voluntary Laboratory Accreditation Program)の指針をベースとし、我が国の現状を踏まえて策定されたものであり、技能試験についても NVLAP が採用した技能試験を参考にしている。しかし、NVLAP が長年にわたる国内相互比較試験等の実績を踏まえて技能試験の方法や評価基準が策定されてきたことに対して、我が国ではほとんど試験の実績がなく、判定基準については NVLAP の基準をそのまま導入している。このことから、本事業では、放射線の種類・エネルギーを替えた試験を JAB RL380 が指定した方法で行うことで、判定基準の妥当性を検討するための基礎データ収集作業を行った。

### 3. 検討グループの構成

本検討グループは、測定の信頼性確保の観点から、測定の実務、校正技術の開発等を行っている専門家で構成した。メンバーは表 1 のとおりである。

表 1 線量測定機関認定制度検討グループ

	氏名	所属
主査	吉澤 道夫	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
委員	辻村 憲雄	日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所
委員	黒澤 忠弘	産業技術総合研究所 計量標準センター
委員	柚木 彰	産業技術総合研究所 計量標準センター
委員	本多 哲太郎	放射線計測協会（令和元年度まで）
	當波 弘一	同上（令和 2 年度から）
委員	中村 吉秀	日本アイソトープ協会（令和元年度まで） 株式会社千代田テクノル（令和 2 年度から）
委員	寿藤 紀道	個人線量測定機関協議会
オブザーバ	小口 靖弘	個人線量測定機関協議会

### 4. 基礎データ収集作業

#### 4.1 個人線量測定機関の認定基準（JAB RL380）の概要

個人線量測定機関の認定においては、基本的に国際的な認定基準と同等の JIS Q 17025 「試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項」が適用されるが、これは一般要求事項であるため、個人線量測定分野の特殊性に合わせて、より詳細に記述した指針が JAB RL380 『「認定の基準」についての指針—放射線個人線量測定試験分野一』である。最新は第 3 版（2020 年）である。RL380 の初版（2018 年）の作成にあたっては、米国 NVLAP(National Voluntary Laboratory Accreditation Program)の個人線量測定機関の認定に関する指針文書（NIST HANDBOOK 150-4 (2005 Edition) Ionizing Radiation Dosimetry）を参照しているが、RL380 においては、独自の

技能試験を定義し、参加を要求している。その主要な要求事項は、以下のとおりである。

#### 4.1.1 適用範囲

顧客へ提供した個人線量計において X 線、 $\gamma$  線、 $\beta$  線及び/又は中性子の以下に示す個人線量当量の測定を行う機関（個人線量当量の測定結果に基づいて実効線量及び/又は等価線量の算定を行う機関を含む）を認定する場合に適用される。

- 個人線量当量  $H_p(10)$  （体幹部の線量計測）
- 個人線量当量  $H_p(0.07)$  （体幹部の皮膚又は末端部の線量計測）
- 個人線量当量  $H_p(3)$  （眼の水晶体の線量計測）

注記として、顧客は内部顧客であってもよい、中性子は  $H_p(10)$ に限る、が記載されている。前者がインハウス事業者へも適用することを意味している。

#### 4.1.2 技能試験

技能試験については、JAB RL380 附属書 2 に記載がある。その主要事項を以下にまとめる。

##### (1) 技能試験の実施水準と照射カテゴリ

技能試験に供される線量計の種類は、技術的に同等な性能を示す線量計群の中の代表的な種類の線量計で実施すればよいとしており、その照射カテゴリは以下の表 2 のとおりである。

表 2 技能試験の照射カテゴリ

<体幹部用線量計： $H_p(10)$ 及び $H_p(0.07)$ >

線種		X 線	$\gamma$ 線	$\beta$ 線	中性子	
エネルギー、核種		15 keV~ 200 keV	$^{137}\text{Cs}$ 、 $^{60}\text{Co}$	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 、 $^{85}\text{Kr}$	$^{241}\text{Am}\text{-Be}$ 、 $^{252}\text{Cf}$ 、 熱中性子	
線量範囲		1 mSv~ 50 mSv	1 mSv~ 50 mSv	1 mSv~ 250 mSv	0.2 mSv~ 50 mSv	
単独照射	照射カテゴリ					
	I	1a	○			
		1b	○( $\alpha_1$ )			
		2a		○		
		2b		○( $\alpha_1$ )		
	II	a			○	
		b			○( $\alpha_2$ )	
	III				○	
	混合照射	IV	○	○		
		V		○	○	
VI			○		○	

$\alpha_1$ は  $60^\circ$  以内の入射角度の照射を示す。

$\alpha_2$ は  $40^\circ$  以内の入射角度の照射を示す。

<末端部用線量計： $H_p(0.07)$ >

線種	X・ $\gamma$ 線	$\beta$ 線
エネルギー、核種	15 keV~200 keV、 $^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 、 $^{85}\text{Kr}$
線量範囲	1 mSv~100 mSv	1 mSv~100 mSv
単独照射	照射カテゴリ	
	VII	○
	VIII	○
混合照射	IX	○

<水晶体用線量計： $H_p(3)$ >

線種	X・ $\gamma$ 線	$\beta$ 線
エネルギー、核種	15 keV~200 keV、 $^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$
線量範囲	1 mSv~50 mSv	1 mSv~50 mSv
単独照射	照射カテゴリ	
	X	○
	XI	○
混合照射	XII	○

## (2) 技能試験結果の評価基準

技能試験の評価基準は以下のように定められている。

### 4. 技能試験結果の評価基準

技能試験の線量測定結果は、(5.1)式の条件が満たされた場合「満足な結果」とし、それ以外を「不満足な結果」として評価する。これらの評価は、技能試験が実施された形式の線量計及びI~XIIの照射カテゴリごとに行われる。

$$B^2 + S^2 \leq L^2 \quad (5.1)$$

ここで、 $B$ 及び $S$ は、それぞれ(5.2)式で計算される $P_i$  ( $i$ 個目の線量計の指示値の偏りの相対値)の $n$ 個の平均値と標準偏差を表し、(5.3)式及び(5.4)式で計算される。また、 $L$ は許容幅を表し、(5.5)式及び(5.6)式のとおりとする。

$$P_i = \frac{H_p(d)_i - H_r(d)_i}{H_r(d)_i} \quad (5.2)$$

$H_p(d)_i$  :  $i$  個目の線量計の試験機関の個人線量当量の測定値

$H_r(d)_i$  :  $i$  個目の線量計の照射ラボの個人線量当量の付与値

$d$  : 10、3 又は 0.07

$$B = \bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \quad (5.3)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2} \quad (5.4)$$

ここで、 $n=5$ である。

$L$ は、カテゴリI~VIについては、

$$L = 0.3 \quad (5.5)$$

とし、カテゴリVII~XIIについては、

$$L = 0.4 \quad (5.6)$$

とする。

## 4.2 基礎データ収集作業

### 4.2.1 目的

4.1.2 (2) に示した技能試験の評価基準 L については、我が国にこれを定める基礎データがなかったことから、NVLAP の値がそのまま導入されている。このため、4.1.1 表 2 のカテゴリに合致した複数の照射条件で、実際に技能試験に近い状態での照射試験を行い、4.1.2 (2) に従った評価を行うことで、L 値について検討する基礎データを提供することが、この作業の目的である。

### 4.2.2 試験条件

照射試験は、公益財団法人放射線計測協会に外注し、国家標準とトレーサビリティが確保されている標準校正場で実施した。

基礎データ収集のための照射試験を表 2 の全ての照射カテゴリについて実施することはできない。このため、種々の試験・校正等でデータが多く取得され、性能が確保されていることが確実と考えられる  $\gamma$  線については対象外とした。また、中性子の照射及び混合照射については、今回の事業範囲で有効なデータが得られる照射を行う事が困難であったため対象外とした。さらに、水晶体用線量計も新しく導入されており種々の試験が行われていると考えられることから対象外とした

以上を踏まえ、基礎データ収集は、体幹部用線量計及び末端部用線量計を対象として、主に角度を変えた試験で実施することとし、以下の表 3～表 5 に示す照射条件で実施した。

これらは、表 2 に当てはめると、体幹部用線量計はカテゴリ I (1a 及び 1b) 及びカテゴリ II に該当するが、末端部用線量計ではカテゴリ VII (X 線) 及びカテゴリ VIII ( $\beta$  線) に更に角度を変える条件を付加したものとなる。

表 3 基礎データ収集を行った試験条件 (体幹部用線量計：X 線)

N-100 (実効エネルギー：84.7keV)			N-80 (実効エネルギー：64.7keV)				
照射区分	照射角度	基準線量	照射区分	照射角度	基準線量		
$H_p(10)$	正面	0°	$H_p(10)$	正面	0°		
		2.00mSv			水平	30°	1.50mSv
	水平	30°		2.00mSv		水平	60°
		60°		2.00mSv	垂直		30°
	垂直	30°		2.00mSv		垂直	60°
		60°		2.00mSv			
$H_p(0.07)$	正面	0°	$H_p(0.07)$	正面	0°		
		1.84mSv			水平	30°	1.37mSv
	水平	30°		1.87mSv		水平	60°
		60°		2.09mSv	垂直		30°
	垂直	30°		1.87mSv		垂直	60°
		60°		2.09mSv			

表4 基礎データ収集を行った試験条件（体幹部用線量計：β線）

<sup>90</sup> Sr- <sup>90</sup> Y（平均エネルギー：0.8MeV）			
照射区分	照射角度		基準線量
<i>H<sub>p</sub></i> (0.07)	正面	0°	2.00mSv
	水平	30°	2.00mSv
		45°	2.00mSv
	垂直	30°	2.00mSv
		45°	2.00mSv

表5 基礎データ収集を行った試験条件（末端部用線量計：X線及びβ線）

N-60（実効エネルギー：44.8keV）			<sup>90</sup> Sr- <sup>90</sup> Y（平均エネルギー：0.8MeV）				
照射区分	照射角度		基準線量	照射区分	照射角度		基準線量
<i>H<sub>p</sub></i> (0.07)	正面	0°	2.00mSv	<i>H<sub>p</sub></i> (0.07)	正面	0°	2.00mSv
	水平	30°	2.00mSv		水平	30°	2.00mSv
		60°	2.00mSv			45°	2.00mSv
	垂直	30°	2.00mSv		垂直	30°	2.00mSv
		60°	2.00mSv			45°	2.00mSv

#### 4.2.3 方法

基礎データ収集は、国内で個人線量測定サービスに供されている体幹部用線量計4形式及び末端部用線量計3形式（β線については2形式）を対象に以下の手順で行った。

- ① 線量測定サービス申込（1形式5個）を行い、必要な数の線量計を入手する。
- ② 各形式の線量計5個について、1個ずつ異なる条件で照射を行う。

照射はオンファントム照射（体幹部用線量計はアクリルスラブファントム、末端部用線量計については、19mmφアクリルロッドファントム）で行う。

- ③ 照射を終えた線量計を個人線量測定サービス会社に返却し、照射条件を知らせずに、一般的手順で線量を測定評価してもらい、線量測定結果（1cm線量当量*H<sub>p</sub>*(10)及び/又は70μm線量当量*H<sub>p</sub>*(0.07))を報告してもらう。
- ④ 入手した線量測定結果を4.1.2（2）に示す技能試験の手順に従って評価し、L値を得る。

#### 4.2.4 結果

##### （1）体幹部用線量計

X線に対する結果を表6及び表7に、β線に対する結果を表8に示す。なお、線量計4形式を線量計A、B、C及びDと記す。

##### （2）末端部用線量計

X線に対する結果を表9に、β線に対する結果を表10に示す。線量計の記載は（1）と同様。

表6 体幹部用線量計に対する結果（その1） X線（N-100 実効エネルギー：84.7 keV）

照射条件 <線質：N-100> (実効エネルギー：84.7keV)		バッジの種類		線量計 A					線量計 B					線量計 C					線量計 D								
照射区分	照射角度	基準値 (mSv)	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	B	S	L	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	B	S	L	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	B	S	L	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	B	S	L	
Hp(10)	正面	0°	2.00	A-1	2.0	0.00	-0.01	0.02	0.02	B-1	2.1	0.05	0.02	0.10	0.10	C-1	2.1	0.05	0.03	0.08	0.08	D-1	2.1	0.05	0.07	0.10	0.13
	水平	30°	2.00	A-2	2.0	0.00				B-2	2.1	0.05				C-2	2.1	0.05				D-2	2.2	0.10			
		60°	2.00	A-3	2.0	0.00				B-3	1.7	-0.15				C-3	1.8	-0.10				D-3	1.8	-0.10			
	垂直	30°	2.00	A-4	2.0	0.00				B-4	2.1	0.05				C-4	2.1	0.05				D-4	2.3	0.15			
		60°	2.00	A-5	1.9	-0.05				B-5	2.2	0.10				C-5	2.2	0.10				D-5	2.3	0.15			
Hp(0.07)	正面	0°	1.84	A-1	1.8	-0.02	-0.10	0.07	0.12	B-1	1.9	0.03	-0.05	0.13	0.14	C-1	1.9	0.03	-0.03	0.09	0.10	D-1	1.9	0.03	0.01	0.08	0.08
	水平	30°	1.87	A-2	1.7	-0.09				B-2	1.9	0.02				C-2	1.9	0.02				D-2	1.9	0.02			
		60°	2.09	A-3	1.8	-0.14				B-3	1.5	-0.28				C-3	1.7	-0.19				D-3	1.8	-0.14			
	垂直	30°	1.87	A-4	1.8	-0.04				B-4	1.9	0.02				C-4	1.9	0.02				D-4	2.0	0.07			
		60°	2.09	A-5	1.7	-0.19				B-5	2.0	-0.04				C-5	2.0	-0.04				D-5	2.2	0.05			

表7 体幹部用線量計に対する結果（その2） X線（N-80 実効エネルギー：64.7 keV）

照射条件 <線質：N-80> (実効エネルギー：64.7keV)		バッジの種類		線量計 A					線量計 B					線量計 C					線量計 D								
照射区分	照射角度	基準値 (mSv)	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	B	S	L	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	B	S	L	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	B	S	L	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	B	S	L	
Hp(10)	正面	0°	1.50	A-1	1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	B-1	1.5	0.00	0.12	0.23	0.26	C-1	1.6	0.07	0.12	0.24	0.27	D-1	1.7	0.13	0.21	0.07	0.23
	水平	30°	1.50	A-2	1.5	0.00				B-2	1.5	0.00				C-2	1.4	-0.07				D-2	1.9	0.27			
		60°	1.50	A-3	1.5	0.00				B-3	1.6	0.07				C-3	1.6	0.07				D-3	1.9	0.27			
	垂直	30°	1.50	A-4	1.5	0.00				B-4	1.5	0.00				C-4	1.5	0.00				D-4	1.7	0.13			
		60°	1.50	A-5	1.5	0.00				B-5	2.3	0.53				C-5	2.3	0.53				D-5	1.9	0.27			
Hp(0.07)	正面	0°	1.37	A-1	1.4	0.02	-0.04	0.07	0.08	B-1	1.4	0.02	0.07	0.25	0.26	C-1	1.5	0.09	0.10	0.24	0.26	D-1	1.5	0.09	0.08	0.05	0.10
	水平	30°	1.39	A-2	1.4	0.01				B-2	1.3	-0.06				C-2	1.3	-0.06				D-2	1.6	0.15			
		60°	1.58	A-3	1.4	-0.11				B-3	1.5	-0.05				C-3	1.6	0.01				D-3	1.6	0.01			
	垂直	30°	1.39	A-4	1.4	0.01				B-4	1.3	-0.06				C-4	1.3	-0.06				D-4	1.5	0.08			
		60°	1.58	A-5	1.4	-0.11				B-5	2.4	0.52				C-5	2.4	0.52				D-5	1.7	0.08			

表8 体幹部用線量計に対する結果 (その3)  $\beta$ 線 ( $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ )

照射条件 <線質: $\beta$ 線> (平均エネルギー: 0.8 MeV)			バッジの種類		線量計 A				線量計 B				線量計 C				線量計 D											
照射区分	照射角度		基準値 (mSv)	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	$B$	$S$	$L$	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	$B$	$S$	$L$	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	$B$	$S$	$L$	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	$B$	$S$	$L$	
Hp(0.07)	正面	0°	2.00	A-1	1.9	-0.05	-0.11	0.04	<b>0.12</b>	B-1	2.1	0.05	0.12	0.12	<b>0.17</b>	C-1	2.1	0.05	0.06	0.07	<b>0.09</b>	D-1	2.2	0.10	-0.18	0.22	<b>0.29</b>	
		水平	30°	2.00	A-2	1.8				-0.10	B-2	2.5				0.25	C-2	2.2				0.10	D-2	1.9				-0.05
			45°	2.00	A-3	1.7				-0.15	B-3	2.1				0.05	C-3	2.0				0.00	D-3	1.3				-0.35
	垂直	30°	2.00	A-4	1.8	-0.10				B-4	2.5	0.25				C-4	2.3	0.15				D-4	1.7	-0.15				
		45°	2.00	A-5	1.7	-0.15				B-5	2.0	0.00				C-5	2.0	0.00				D-5	1.1	-0.45				

表9 末端部用線量計に対する結果 (その1) X線 (N-60 実効エネルギー: 44.8 keV)

照射条件 <線質: N-60> (実効エネルギー: 44.8 keV)			バッジの種類		線量計 A				線量計 B				線量計 C									
照射区分	照射角度		基準値 (mSv)	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	$B$	$S$	$L$	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	$B$	$S$	$L$	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	$B$	$S$	$L$	
Hp(0.07)	正面	0°	2.00	A-1	2.3	0.15	-0.04	0.26	<b>0.26</b>	B-1	2.5	0.25	0.20	0.05	<b>0.21</b>	C-1	2.3	0.15	0.13	0.04	<b>0.14</b>	
		水平	30°	2.00	A-2	2.1				0.05	B-2	2.4				0.20	C-2	2.3				0.15
			60°	2.00	A-3	2.1				0.05	B-3	2.3				0.15	C-3	2.1				0.05
	垂直	30°	2.00	A-4	2.1	0.05				B-4	2.5	0.25				C-4	2.3	0.15				
		60°	2.00	A-5	1.0	-0.50				B-5	2.3	0.15				C-5	2.3	0.15				

表 10 末端部用線量計に対する結果 (その 2)  $\beta$  線 ( $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ )

照射条件 <線質: $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ > (平均エネルギー: 0.8 MeV)		バッジの 種類	線量計 A						線量計 B						
照射区分	照射角度	基準値 (mSv)	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	$B$	$S$	$L$	バッジ 番号	報告値 (mSv)	$P_i$	$B$	$S$	$L$	
<b>H<sub>p</sub>(0.07)</b>	正面	0°	2.00	A-6	1.7	-0.15	-0.30	0.12	<b>0.32</b>	B-6	1.9	-0.05	-0.20	0.12	<b>0.23</b>
	水平	30°	2.00	A-7	1.5	-0.25				B-7	1.7	-0.15			
		45°	2.00	A-8	1.1	-0.45				B-8	1.4	-0.30			
		垂直	30°	2.00	A-9	1.5				-0.25	B-9	1.7			
	垂直	45°	2.00	A-10	1.2	-0.40				B-10	1.3	-0.35			

#### 4.2.5 考察

##### (1) 体幹部用線量計

4 形式の体幹部用線量計について、X 線(N-100 実効エネルギー84.7 keV)で正面照射 (0°) と水平及び垂直に各々角度 30° 及び 60° の 5 個照射した場合の L は、 $H_p(10)$ で 0.02~0.13、 $H_p(0.07)$ で 0.08~0.14 であり、いずれも判断基準  $L=0.3$  を十分に満足している。このエネルギーでは、角度が大きくなっても基準線量からのずれが大きくなるためである。なお、線量計 A と線量計 D は、 $H_p(10)$ と  $H_p(0.07)$ の L 値の差が大きい。

X 線(N-80 実効エネルギー64.7 keV)になると、線量計 A を除き、垂直 60° で基準線量からのずれが大きくなるため、X 線 (N-100) に比べて、L の値が大きくなっている。それでも、 $H_p(10)$ で 0.00~0.27、 $H_p(0.07)$ で 0.08~0.26 であり、いずれも判断基準  $L=0.3$  を満足している。

$\beta$  線 ( $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ ) については、正面及び水平・垂直 30° は X 線と同じだが、最大角度は 45° で表 2 の照射カテゴリの最大値 40° を超えた照射をした。その結果、L の値は  $H_p(0.07)$ で線量計 A から線量計 C は 0.09~0.17 と判断基準 0.3 を十分満足した。線量計 D は角度 45° のずれが大きかったが、それでも  $L=0.29$  と判断基準 0.3 を満足する値であった。線量計 B と線量計 C は、角度 30° の方が角度 45° よりも基準線量からのずれが大きいのが特徴的である。

##### (2) 末端部用線量計

X 線(N-60 実効エネルギー: 44.8 keV)での 3 形式の末端部用線量計について、正面照射(0°) と水平及び垂直に各々角度 30° 及び 60° の 5 個照射した場合の L は 0.14~0.26 であり、判断基準  $L=0.4$  を満足した。各形式とも正面照射を含めた全ての角度で基準線量よりも大きな値が報告されているため、バラツキは少ないが全体に L 値が大きくなった。また、線量計 A では垂直 60° のずれが極端に大きいため、標準偏差 S の値が大きくなっていることが影響している。

$\beta$  線 ( $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ ) については、線量計 A と線量計 B の 2 形式のみのデータである。どちらも角度が大きくなると基準値からのずれが大きくなるため、L は 0.32 及び 0.23 であったが、それでも判定基準 0.4 を満足している。JAB RL380 の照射カテゴリでは角度を変える照射が含まれていないが、今回の結果では、少なくとも  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  の  $\beta$  線については、角度を変えても L の判定基準を満たすことがわかった。

## 5. まとめ

個人線量測定機関の認定基準（JAB RL380）に定める技能試験において、米国 NVLAP の基準を適用していることの妥当性を検証するための基礎データ収集を行った。体幹部用線量計及び末端部用線量計に対して、単独照射の照射カテゴリを対象として、今までデータが少ないと考えられる X 線及び  $\beta$  線の角度を変えた照射を対象にデータを収集した。

その結果、今回の照射試験の範囲（X 線：体幹部用線量計 N-100 及び N-80、末端部用線量計 N-60、 $\beta$  線： $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  で、すべて角度を変えた照射）では、体幹部用線量計の L 値は 0.00～0.29、末端部用線量計の L 値は 0.14～0.32 であり、各々の判断基準（体幹部用線量計 L=0.3 及び末端部用線量計 L=0.4）を満足した。また、正面又は角度が少ない場合は十分な余裕があるが、角度を振った場合には、エネルギーによっては判断基準ギリギリになることから、今回の照射試験の範囲について、現在の判定基準が緩いということはないと言える。特に、 $\beta$  線については、エネルギーが低い  $^{85}\text{Kr}$   $\beta$  線で角度を振った場合は厳しい結果になることが予想される。

今回は、事業規模及び校正場の条件から、単独照射でも  $^{85}\text{Kr}$   $\beta$  線及び中性子線について、並びに、混合照射について、基礎データ収集を行うことはできなかった。本事業は本年度（令和 3 年度）で終了するが、今後もこのような試験を行い、データを蓄積する必要があると考えられる。

最後に、本報告書の内容は、個人線量計の信頼性確保において重要な技能試験の判断基準の検討のために実施した試験結果であり、線量計の特性の比較を目的としていない。このため、本報告書の一部のデータを特定目的のために使用することのないようお願いする。

以上

