

# フィルムバッジ，線量の単位 及び規制値について

犬 飼 好 政，神 尾 総一郎

## I はじめに

本院においてフィルムバッジ装着者は160余名にのぼるが、放射科の医師、看護婦及び放射線技師を除いては、日常放射線業務に関わる者が被ばく線量測定のため身に着けているフィルムバッジについて装置部位、用いられている線量の単位及び法的規制値等について馴染みが薄いと思われる。毎月配布される報告書に基づき上記の事柄等について概要を述べる。

## II 個人モニタ

個人の被ばく線量を測定する用具を個人モニタ

と言いつつ通称フィルムバッジとして一般的に用いられているが、現在はフィルムに代わり熱蛍光線量計素子、通称 TLD が測定に用いられている。(フィルムは現在でも中性子測定用等に用いられているが。)放射線のある蛍光物質に照射してからそれを加熱すると蛍光を発する。その発光量(熱蛍光量)を測定することによって放射線の量を測定するのが TLD である<sup>1)</sup>。(以下フィルムバッジを TLD バッジとする。)

## III 用語及び単位

### 1. 線量当量

線量当量とは放射線による人体への影響がどれ

### 個人用報告書 個人用報告書 個人用報告書

ご使用者名		殿	殿	殿
職員コード	No	No	No	No
集計開始年月日	自 年 月 日	自 年 月 日	自 年 月 日	自 年 月 日
集計終了年月日	至 年 月 日	至 年 月 日	至 年 月 日	至 年 月 日
項目	(mSv) X 件数	(mSv) X 件数	(mSv) X 件数	(mSv) X 件数
実効線量当量				
組織線量当量	水晶体			
	皮膚心 <small>水晶体・皮膚以外の組織</small>			
	女子腹部			
測定方法	放射線測定用具使用	放射線測定用具使用	放射線測定用具使用	放射線測定用具使用
モニタ名				
	11cm			
	13mm			
	17mm			
モニタ名				
	11cm			

図 1. 個人用報告書

ほどあるかを表した量で、放射線防護の目的に用いられる。

線量当量 = 吸収線量 X 線質係数 X 修正係数

吸収線量とは放射線のエネルギーがどれほど物質に吸収されたかを表す量である。単位はグレイ (Gy) が用いられる。1 Gy は 1 kg の物質に 1 ジュール (J) のエネルギー吸収がある場合を言う。従来用いられていたラド (rad) とは

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad} (=1 \text{ J/kg})$$

という関係がある。

線質係数とはラジウム 226 などから出る  $\alpha$  線、ストロンチウム 90 などから出る  $\beta$  線 (電子線)、コバルト 60 などから出る  $\gamma$  線および胸部撮影などで用いる X 線などのように放射線の種類やエネルギーで異なる値を取る。本院では普通 X 線や  $\gamma$  線を対象にしているので 1。

修正係数は現在 1 の値が採用されている<sup>2)</sup>。

線量当量の単位は従来は rem (レム) であったが SI 単位 (国際単位) 系では Sv (シーベルト) であり

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy} (=100 \text{ rem})$$

となる。(線量当量の単位は吸収線量と同じ単位 J kg<sup>-1</sup> だが、Gy との混乱を避けるために特別名称

表1 単位のまとめ

吸収線量	Gy SI 単位 (rad ラド 1 Gy=100 rad)	グレイ
線量当量	Sv SI 単位 (吸収線量 rad にとると rem という単位になる。1 Sv=100 rem)	シーベルト
照射線量	C/kg SI 単位 (R レントゲン 1 C/kg=3876 R 空気にたいして用いる。1R=0.0087 Gy)	クローン/キログラム

\* rad, rem, R は旧単位  
 \* 外部から x 線や r 線が人体に当たった場合 1 R の照射で 1 rad の吸収線量になり 1 rem の線量当量になると考える。  
 (現在では 10 mSv の線量当量。)  
 \* 1 mSv=0.001 Sv=10<sup>-3</sup> Sv  
 1  $\mu$ Sv=10<sup>-6</sup> Sv  
 \* m: ミリ  $\mu$ : マイクロ

の Sv が与えられている。放射線治療では Gy を使用する。)

なお従来の照射線量は R (レントゲン) だったが、空気について

$$100 \text{ R} = 0.87 \text{ Gy} \text{ となる。}$$

## 2. 組織線量当量と実行線量当量

人体のある特定の組織が受けた線量当量を組織線量当量という<sup>3)</sup>。組織によって放射線を受けたときに現われる影響が異なるので、それらを合計して評価するために実行線量当量が用いられる。各臓器または組織について荷重係数が与えられており、各臓器または組織が受けた線量当量に各荷重係数を乗じたものの合計を実行線量当量という<sup>4)</sup>。表 2 に各荷重係数を示す<sup>5)</sup>。[実際の計算は各組織や臓器の各部位に占める割合などから次の式によって計算される。

表2. 実行線量当量計算のために ICRP が勧告した荷重係数

臓器または組織	荷重係数
生殖腺	0.25
乳房	0.15
赤色骨髄	0.12
肺	0.12
甲状腺	0.03
骨表面	0.03
残りの臓器組織	0.30
合計	1.00

手と前腕、足とくるぶし、皮膚及び目の水晶体は残りの組織には含まない。

実行線量当量 = 0.05 × 頭頸部の H<sub>1cm</sub> + 0.33 × 胸部上腕部の H<sub>1cm</sub> + 0.32 × 腹部大腿部の H<sub>1cm</sub> + 0.3 × 外部被ばく線量が最大となる恐れのある部分の H<sub>1cm</sub> (頭頸部の値を使用する。)]

## 3. H<sub>1cm</sub>, H<sub>3mm</sub>, H<sub>70um</sub>

外部被ばくの実行線量当量を評価するもので、それぞれ 1 センチメートル線量当量, 3 ミリメートル線量当量, 70 マイクロメートル線量当量と言う。

つまり身体表面からそれぞれ 1 センチメートル, 3 ミリメートル, 70 マイクロメートルの位置

における線量当量を言う。

目の水晶体にたいしては  $H_{3\text{mm}}$

皮膚に対しては  $H_{70\mu\text{m}}$

それ以外に対して  $H_{1\text{cm}}$

を用いて測定評価をしている。

#### IV 被ばくの状態と個人モニタの装着部位

##### 1. 被ばくの状態

体幹部（人体を頭頸部、胸部上腕部、腹部大腿部に分けたときの総称。）に放射線を受ける状況によって次の3つに分けられる。

均等被ばく 体幹部がほぼ均等に放射線を受ける場合

不均等被ばく プロテクターを着用したときのような体幹部が不均等に放射線を受ける場合。

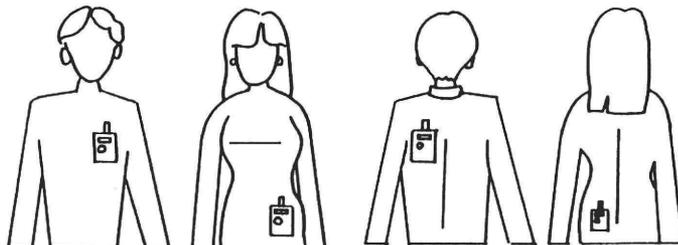
末端被ばく 体幹部以外の部位が放射線を受ける場合。

##### 2. 個人モニタの装着部位

図2に装着部位を示す<sup>9)</sup>。

不均等被ばくや末端被ばくの場合、胸部（女子は腹部）以外に最も放射線を受ける恐れのある部位にも個人モニタを装着するのが実行線量当量や組織線量当量を正しく算定するには良い。ただ不均等被ばくでも胸部及び上腕部が最も多く放射線を受けるばあいには個人モニタは胸部に1個でよい。本院では一部を除いてほとんどが均等被ばくに対応している。

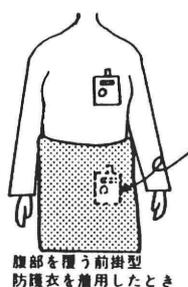
\*体幹部均等被ばくの場合



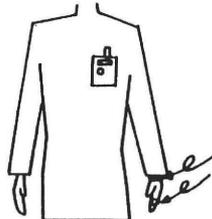
\*体幹部不均等被ばくの場合



恒常的に背面が前面より  
明らかに多く照射されるとき



\*末端部被ばくの場合



千代田保安用品 k k  
「個人線量の測定方法が変わります」  
より抜粋

図2. フィルムバッジの装着部位

V 線量当量限度

これは全ての線源から個人の受ける線量の上限値をいう。実行線量当量限度と組織線量当量限度があり一般公衆と職業人に分けられている。表3に作業従事者の線量当量限度を示す<sup>7~9)</sup>。

表3. 線量当量限度

実行線量限度	1年につき 50 mSv (ミリシーベルト)
組織線量当量限度	
目の水晶体	1年につき 150 mSv
皮膚	// 500 mSv
上記以外の組織	// 500 mSv
女子腹部	3ヶ月で 13 mSv
緊急作業に係る実行線量当量限度	100 mSv/回

\* 1年とは4月1日を開始日とし、1年間毎。

VI その他

1. 放射線被ばくの影響

放射線被ばくによる影響について分類すると表4のようになる<sup>2,10)</sup>。

放射線誘発致死ガンの発生確率を表わした表5において、例えば白血病についてみると赤色骨髄に10 mSvの被ばくが1回あった場合、2年後から40年の間に白血病になる可能性は一般人については

表5. 主な放射線誘発致死ガンの発生確率

組織あるいは臓器	致死ガンの確率 (10 <sup>-2</sup> /Sv)	
	一般人	作業者
胃	1.10	0.88
肺	0.85	0.68
赤色骨髄	0.50	0.40
乳房	0.20	0.16
卵巣	0.10	0.08
甲状腺	0.08	0.06
:		
:		
	5.00	4.00

$$0.5 \times 10^{-2} (\text{Sv}^{-1}) \times 10^{-2} (\text{Sv}) = 5 \times 10^{-5} (\text{Sv}^{-1} = 1/\text{Sv})$$

となり、自然発生の白血病の可能性を0.005%増加させることを意味する<sup>10)</sup>。

甲状腺について作業者で見ると、同じく10 mSvの被ばくが1回あった場合に10年後から生涯の間に甲状腺ガンになる可能性は $0.06 \times 10^{-2} \times 10^{-2} = 6 \times 10^{-6}$ で、0.0006%であることを示す。

個々の臓器についてガンの可能性を考える場合は組織線量当量と個々の臓器のガンの発生確率を用いる。

被ばくによる全ガンについては実行線量当量と、例えば作業者の場合ガンの発生確率の値 $4 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$  (一般人は $5 \times 10^{-2}$ )を用いる<sup>11)</sup>。

表4. 放射線被ばくによる影響についての分類

		急性被ばく	慢性被ばく	非確率的影響
身体的影響	急性影響	皮膚紅斑	6~8 Gy	非確率的影響 (しきい値のある影響) しきい値を越えた線量を受けた場合線量に伴い重症度も重くなり発生確率も高くなる。
		脱毛	3~7 //	
		白血球減少	0.5 // 0.4 Gy/y~	
	晩発影響	不妊など	2.5~6 // 0.2 Gy/y~	
		白内障	5 Gy 0.15 Gy/y~	
		胎児の影響など	0.1~0.2 //	
遺伝的影響	白血病	確率的影響 (しきい値のない影響) 被ばく線量が大きくなるほど影響の発生確率も比例して高くなり現われた重症度は被ばく線量に関係ない。		
	がん			
		代謝異常		
		軟骨異常など		

## 2. 日常生活の放射線

日常生活においては我々は自然放射線を受けており内訳はそれぞれ年間平均で

宇宙線から	0.3 mSv
大地から	0.35 mSv
食物などから	0.35 mSv
空気中のラドンなどから	1 mSv
合計	2 mSv

であると言われている<sup>2)</sup>。(地域によっても若干異なるが。)

また海外旅行も盛んになっているが、高高度を飛ぶジェット機程受ける放射線も多い。ヨーロッパへのフライトで50  $\mu$ Sv ぐらいである<sup>12)</sup>。宇宙飛行で例えばアポロ14号(月軌道)宇宙船の飛行では9日間で11.4 mGyであったという<sup>13)</sup>。

そのほか身近なところでは、微弱なものではあるがアイソトープ(放射性同位元素)を利用したものが多し。煙感知器、グローランプ、夜行時計、ラドン温泉器、ミネラルウォーターを造る装置やキャンプ、登山や釣りなどで用いる白熱灯のマントル等々がある<sup>14)</sup>。

## 3. 医療被ばく

医療被ばくでは健康診断でおなじみの胸部間接撮影で1 mSv、胸部直接撮影で0.2 mSv、胃の透視で10 mSv 前後、CT スキャンで数 mSv ぐらいである。(実行線量当量ではそれぞれ0.3, 0.05, 4, 1 mSv ぐらい<sup>2,15)</sup>。)なお、医療被ばくは職業被ばくに加算しない。

## VII 結 語

TLD バッジ着用者に配布されている個人報告書の読み方に必要と思われる事からの概要を説明した。現在 TLD バッジを着用していない方でも将来着用する機会があると思われるので参考になれば幸いである。

現在の放射線関係の国内法は ICRP (国際放射線防護委員会) 1977 年勧告を取り入れて 1989 年に改正されたものであり、上記の用語等はそれに

従った。例えば線量当量や非確率的影響など。新たに 1990 年勧告が ICRP から出されその取り入れの検討が行われており近く規制値、用語や概念が少し変更されるだろう。(等価線量とか確定的影響など。規制値も若干厳しくなった。荷重係数も 6 個増えて 12 個になった。)

## 文 献

- 1) 中島敏行: TLD を使いこなそう その1. 日本放射線技師会雑誌 **30**, 19-22, 1983.
- 2) 日本アイソトープ協会: やさしい放射線とアイソトープ改訂版. p. 29, p. 83, 日本アイソトープ協会. 東京, 1988.
- 3) 日本放射線技師会: 放射線保健学. p. 32-33, 1990.
- 4) 吉澤康雄訳: 放射線その線量, 影響, リスク 国連環境計画(UNEP)編, p. 10-11, 同文書院 1988.
- 5) 日本アイソトープ協会: ICRP が使用しているおもしろ概念と量の用語解説 ICRP Publication **42**. p. 7, 1986.
- 6) 千代田保安用品株式会社: 個人線量の測定方法が変わります. p. 10-11, 1988.
- 7) 化成オプトニクス株式会社: TLD の単位, 評価方法について. p. 7, 1989.
- 8) 日本アイソトープ協会: アイソトープ法令集 I. p. 202-203, 1993.
- 9) 草間朋子: 医療法施行規則改正と放射線管理の視点からの現場の対応. 日本放射線技師会雑誌 **44**, 1537, 1988.
- 10) 草間朋子他: 医療のための放射線防護(改訂版). p. 44, 真興交易医書出版部, 東京, 1992.
- 11) 原子力安全技術センター: 医療従事者のための ICRP 勧告. p. 36, 1988.
- 12) 自治医科大学病院アイソトープ室: 放射線技師研修資料, 1987.
- 13) 岩崎民子: 宇宙開発と放射線防護. RADIO-ISOTOPES **41**, 411-419, 1992.
- 14) 佐藤乙丸: 微弱アイソトープ利用技術の現状と安全性. RADIOISOTOPES **44**, 645-653, 1992.
- 15) 日本放射線技師会: 各種画像検査の放射線被曝量の目安について. 日本放射線技師会雑誌 **40**, 319-321, 1993.