

# 個人線量計（ガラスバッジ）による放射線被ばく管理

日本赤十字社和歌山医療センター 放射線診断科<sup>1)</sup>，放射線治療科<sup>2)</sup>

岩井 計成<sup>1)</sup>，河端 京介<sup>1)</sup>，嵯峨根 満<sup>2)</sup>，口井 信孝<sup>1)2)</sup>

索引用語：ガラスバッジ，モニタ，放射線障害防止法，電離放射線障害防止規則

## 要 旨

放射線を取り扱う作業に従事する者に対して，放射線障害の発生を防止するため個々人の被ばくを測定することが法令で義務付けられている（放射線障害防止法第20条等）。従って，医師，診療放射線技師等，放射線管理区域内に立ち入り作業する者（以下放射線診療従事者）は放射線測定器を着用し，その立ち入り期間中の外部被ばく線量を測定し，事業主はその記録を永年保管しなければならない（電離放射線障害防止規則第59条等）。本センターでは，放射線被ばく個人モニタとして一般に用いられているガラスバッジ線量計（千代田テクノル社製ガラスバッジ，以下ガラスバッジ）を用いて個人被ばく線量を測定・報告・管理している。この測定報告からガラスバッジが正しく着用されていないと思われる事例が多数見受けられたため，平成27年12月電子カルテ上放射線科のページにおいて「ガラスバッジの適正な装着」の資料掲載し注意喚起するとともに，誤った装着方法や取り扱いをおこなっている職員に対して口頭説明を実施した。これらの活動により，個人被ばく線量がどのように変化したかについて報告する。

## はじめに

管理区域に随時立ち入る者，すなわち放射線診療従事者の被ばく（職業被ばく）を防ぐことは，放射線の障害を防止するうえで必要不可欠なものである。また，放射線障害防止法・医療法施行規則等により被ばく線量限度が定められている。

しかし，ガラスバッジが正しく装着されていないと被ばく線量は不確かなものとなり，適切な線量管理ができないばかりか，重篤な放射線障害を引き起こす可能性もある。

今回，ガラスバッジを装着している全診療科の平成26年度被ばく線量の集計の過程で，いくつかの疑問が生じた。

- 明らかに放射線被ばくが予想される職種（例えば，IVRに携わるスタッフなど）で，被ばく線量がまったく検出されない者が存在しているということ。
- 1年間の集計でまったく被ばく線量が検出されない診療科があるということ。
- 同じ職種であっても女性の方が男性よりも被ばく線量が大きい傾向があるということ。これは女性の方が放射線防護に対する認識が高いともいえるのかもしれないが，作業形態が同様と仮定すると差が大きすぎることに。

この測定報告からガラスバッジが正しく着用されていない可能性を感じ，正しい装着方法の指導が必要なのではないかと考えた。まず，第一段階として平成27年12月電子カルテ上放射

（平成28年10月14日受付）（平成28年10月27日受理）  
連絡先：（〒640-8558）

和歌山市小松原通四丁目20番地  
日本赤十字社和歌山医療センター  
放射線診断科

岩井 計成

線科のページにおいて「ガラスバッジの適正な装着」<sup>1)</sup>を資料掲載し注意喚起するとともに、特に誤った装着方法や取り扱いを行っている職員に対して直接説明した。それと同時に平成28年4月に株式会社千代田テクノルより講師を招き勉強会も開催した。これにより、ガラスバッジ装着者の被ばく線量がどのように変化したかについて調査した。

## 個人被ばく線量管理

被ばく線量の管理に関する主な法令としては、放射線障害防止法（環境省）・医療法施行規則（厚生労働省）・電離放射線障害防止規則（厚生労働省：別名・労働安全衛生法）・人事院規則（人事院規則）がある。

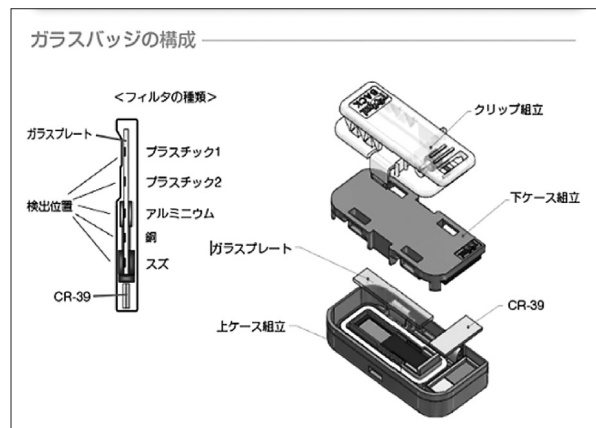
その中の医療法施行規則第30条の18、第2項に「前項の実効線量及び等価線量は、外部放射線に被ばくすること（以下、外部被ばく）に（中略）よる線量について次に定めるところにより測定した結果に基づき厚生労働大臣の定めるところにより算定しなければならない」<sup>2)</sup>とある。同施行規則に「外部被ばくによる線量の測定は、1センチメートル線量当量及び70マイクログラム線量当量（中性子については、1センチメートル線量当量）を放射線測定器を用いて測定することにより行うこと」<sup>2)</sup>とされている。そのため、被ばく線量モニタとしてガラスバッジを装着し、個人被ばく線量の測定・報告・管理をおこなっている。

### 1. モニタ

モニタは、ケースと検出子の組み合わせで構成されている。<sup>3)</sup>

検出子とは、放射線に感度がある物質のことで、ガラスプレート、WNP（ワイドレンジニューピットプレート）などをいい、ここで放射線の測定が行われる。

モニタには、放射線減弱効果が異なる数種のフィルタが組み込まれており、放射線が当



（個人モニタとして本センターで用いられているガラスバッジ線量計：千代田テクノル社製ガラスバッジの構成）

たると検出子の各部分はフィルタの減弱効果に応じた感度を示す。この各位置での検出子が示す感度の差や比率から入射した放射線の種類やエネルギーが判別され線量などを測定する。

このモニタには、ガラス線量計や熱ルミネッセンス線量計、OSL線量計等の様々な種類があるが、個人モニタとしては一般にガラスバッジ線量計が用いられ、個人被ばく線量の測定が行われている。

### 2. 吸収線量<sup>4)</sup>

放射線には、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、X線、中性子線など様々な種類があるが、共通しているのは、微小なエネルギーの塊が飛んでいることである。人体に放射線が当たると、そのエネルギーの一部または全部が体に与えられる。これが被ばくで、仮に非常に透過力の強い放射線が人体に全くエネルギーを与えることなく、すべて通り抜けていったとすれば、被ばくはゼロである。つまり、放射線を被ばくするとは、体が放射線のエネルギーを受け取ることによって決められたのが、吸収線量である。ある臓器・組織を均一な構造物とみなした場合、その臓器・組織が1Kgあたり1J（ジュール）のエネルギーを放射線から受けとったときに、吸収線量は1Gyであるという。

### 3. 等価線量<sup>3) 4)</sup>

同じ吸収線量 1 Gy でも生物が受けるダメージは放射線の種類によって異なる。放射線の種類に関係なく、同じ指標で被ばくの大きさを表すことができるように考案された等価線量は、人体の各組織・臓器の吸収線量に放射線加重係数（表 1）を乗じて求めた値で、個人線量管理では、各組織の受ける影響の度合いを示すために使用する。

表 1：主な放射線に対する放射線加重係数<sup>5)</sup>

放射線の種類	放射線加重係数
ガンマ線, X線	1
ベータ線	1
陽子線	2
アルファ線, 重粒子線	20
中性子線	2.5~21 <sup>a)</sup>

a：エネルギー（中性子が飛ぶスピード）に応じて異なる値をとる。

単位はシーベルト (Sv) を使用する。放射線防護上、着目しなければならない組織は、皮膚と目の水晶体および女性の腹部がある。実際にこの値を求めることは非常に困難であるため、実用的な手法として考え採用されたのが 70 マイクロメートル線量当量（皮膚表面から 70 マイクロメートルの深さの線量）で次のように法令で定義付けされている。

**70  $\mu$ m 線量当量 = 皮膚の等価線量**

となり、70 マイクロメートル線量当量を測定することにより皮膚の等価線量を知ることができる。

また、目の水晶体については、1 センチメートル線量当量と 70 マイクロメートル線量当量を比較して、より大きい線量を等価線量としている。

### 4. 実効線量<sup>3)</sup>

実効線量とは、人体の各組織・臓器の吸収線量に放射線加重係数・組織加重係数（表 2）を乗じた値の総和をいう。個人線量管理では、放射線による人体の総合的な影響の度合いを示すために使用する。

単位はシーベルト (Sv) を使用する。等価線量同様この値を求めることは非常に困難であるため、実用的な手法として採用されたのが 1 センチメートル線量当量（ガラスバッジ線量計を装着した体幹部 1 センチメートルの深さの線量から、どのような放射線がどのように人体に入射した場合でも、放射線による人体の総合的な影響の度合いを評価できる線量）で次のように法令で定義付けされている。

（均等被ばくの場合）

**1 cm 線量当量 = 実効線量**

となり、1 センチメートル線量当量を測定することにより実効線量を知ることができる。<sup>1)</sup>

臓器の多くは人体の表面から 1 cm より深い場所にあるので、結果的により高い値に見積もられることになり、安全側に立った被ばく管理ができるようになっている。

表 2：組織加重係数<sup>5)</sup>

臓器・組織	組織加重係数
赤色骨髄	0.12
結腸	0.12
肺	0.12
胃	0.12
乳房	0.12
生殖腺	0.08
膀胱	0.04
食道	0.04
肝臓	0.04
甲状腺	0.04
骨表面	0.01
脳	0.01
唾液腺	0.01
皮膚	0.01
残りの組織	0.12
合 計	1.00

### 5. 線量限度<sup>3)</sup>

放射線診療従事者の被ばく線量限度は、放射線障害防止法・医療法施行規則等により次のように定められている。

### 等価線量限度

目の水晶体	150mSv／1年
皮膚	500mSv／1年
妊娠中の女子	2mSv（腹部表面）

（妊娠中女子の外部被ばくの期間は法令により異なる。医療法施行規則、放射線障害防止法では、管理者等が本人の申し出等により妊娠の事実を知った時から、出産までの期間であり、電離放射線障害防止規則では、妊娠と診断されたときから出産までの期間となっている。）

### 実効線量限度

100mSv／5年
50mSv／1年
5mSv／3月（女子）
1mSv（妊娠中女子の内部被ばく）

（妊娠中女子の内部被ばくの期間は法令により異なる。医療法施行規則、放射線障害防止法では、管理者等が本人の申し出等により妊娠の事実を知った時から、出産までの期間であり、電離放射線障害防止規則では、妊娠と診断されたときから出産までの期間となっている。）

## ガラスバッジの装着方法<sup>3)</sup>

被ばくによる線量測定は、作業形態により不均等被ばくの測定を目的とした頭部用、高エネルギー放射線を扱う者については中性子測定用、放射性同位元素を取り扱う者には指輪型など数種類のガラスバッジがあるが、通常一般的に用いられるガラスバッジは、男性は胸部、女性は腹部に装着することとなっている。

また、基本的なガラスバッジについては、頭頸部用は黄色、胸部用は緑、腹部用はピンクに色分けされている<sup>1)</sup>。（図1）

体幹部不均等被ばく測定用の頭頸部ガラスバッジは、体幹部を覆う鉛プロテクター（X線防護衣）から露出した部分の線量を評価するため、プロテクターの内側に装着してはいけない。

均等被ばく測定用ガラスバッジは、男性なら胸部、女性なら腹部に装着する。また、鉛プロテクターを着用した場合は、胸部または腹部の線量評価のためには必ずその内側に装着しなければならない。（図2）誤ってプロテクターの外側に装着すると実際より多くの被ばくが記録されてしまうので注意を要する。すなわち、正し

い位置に正しい方法で装着されていないければ、正しい被ばく線量を知ることはできないということを理解することが重要である。

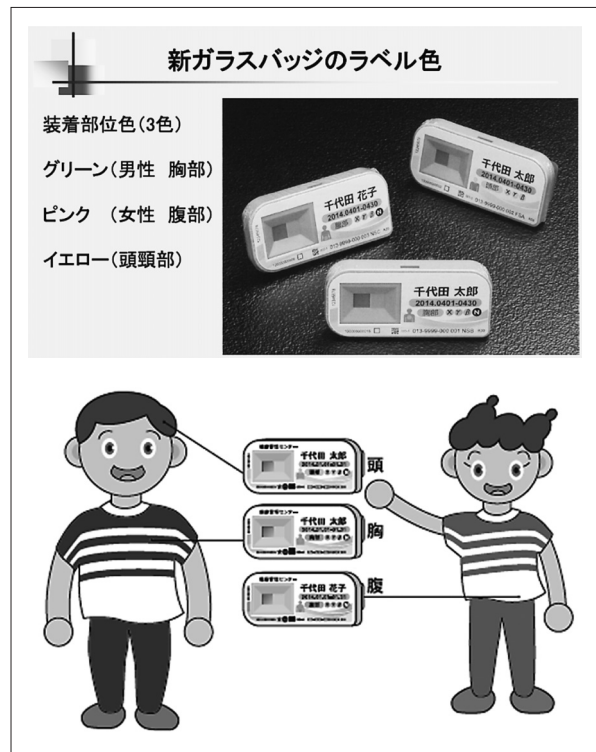


図1

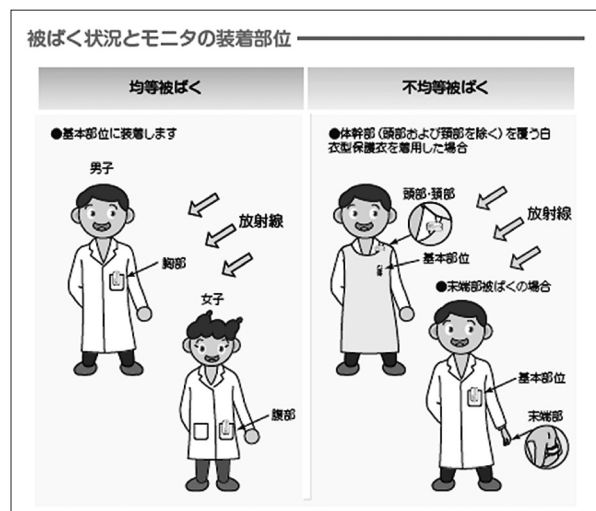
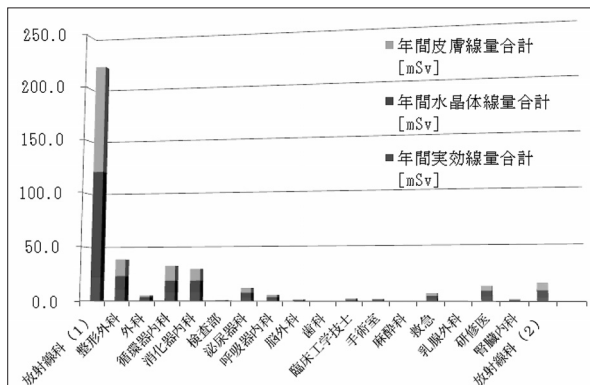


図2：妊娠の可能性がないと診断された者及び妊娠する意志がないことを書面で申し出た女子については、胸部に装着することとする。）



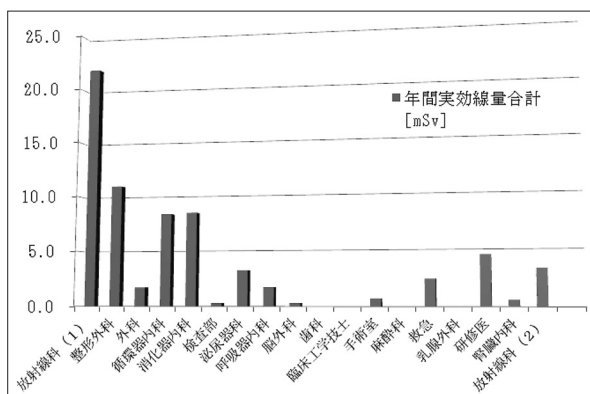
## 平成 26 年度被ばく線量測定結果



グラフ 1：平成 26 年度 診療科別被ばく線量合計

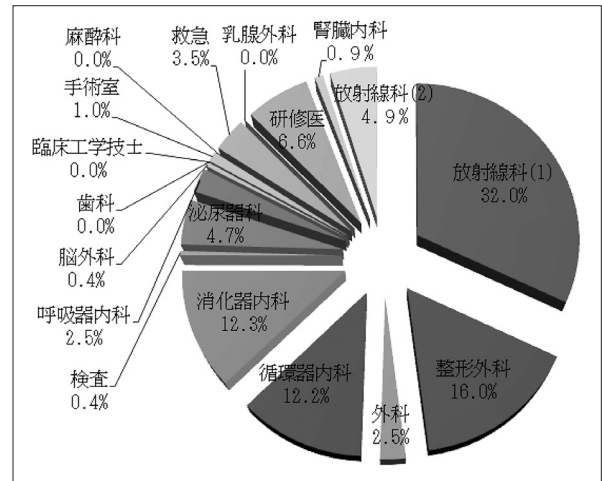
\* 放射線科(1)は、放射線診断科及び看護部第二外来、放射線科(2)は放射線治療科を示す。

グラフ 1 は、診療科別に被ばく線量の総計を示したグラフであるが、放射線科(1)で高い値を示している。



グラフ 2：平成 26 年度 診療科別実効線量合計

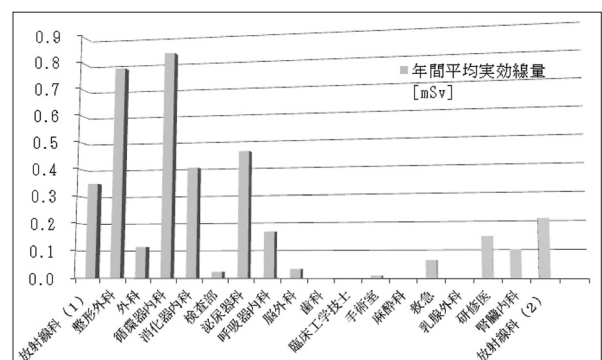
グラフ 2 は、グラフ 1 から実効線量のみを表したグラフである。Interventional Radiology (介入的放射線治療・放射線を用いて検査と同時に治療をおこなう方法：以下 IVR) を行う診療科の被ばく線量が相対的に大きくなっている。



グラフ 3：平成 26 年度 診療科別実効線量の割合

グラフ 3 は、診療科別実効線量の割合を示したものである。

放射線科 1 (放射線診断科の医師、診療放射線技師、助手及び看護部第二外来のスタッフ) の被ばくは全体の約 3 分の 1 で最も多く、次いで整形外科、消化器内科、循環器内科など IVR の多い診療科で割合が高くなっていることが分かる。



グラフ 4：平成 26 年度 診療科別実効線量平均 (1 名あたりの実効線量)

一人当たりの実効線量のデータをグラフ 4 に示す。グラフ 3 と 4 から、診療科単位では放射線科で最も多くの被ばくが発生し、一人当たりの線量では IVR を行う診療科で高くなる傾向があることが分かった。

他にもこの集計の過程と結果から明らかになってきたことを以下に示す。

1. 明らかに放射線被ばくがあると思われる職種で (例えば、IVR に携わる者など)、線量が全く検出されない者がいる。

- 2. 1年間の集計で全く線量が検出されない診療科がある。
- 3. 同じ職種であっても女性の方が男性よりも高い線量が検出されている傾向がある。

表3では同じ診療科に所属しIVRをおこなう医師の中でも、A男性医師は全て検出限界以下（×印）に対しB女性医師は41.5mSvの測定値を示している。これらのことからガラスバッジが適切に装着されていないのではと推測した。

表3：ある診療科のA男性医師とB女性医師のガラスバッジ測定値

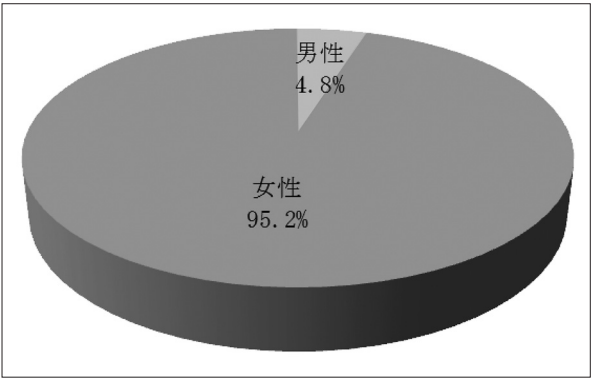
平成27年度		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
A 男性医師	(mSv)													
	実効線量		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	等価線量	水晶体	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
		皮膚	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
		計	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
B 女性医師	実効線量		×	0.2	0.3	×	0.4	0.1	0.3	0.3	0.2	0.5	0.1	2.4
	等価線量	水晶体	0.3	1.4	2.7	0.3	3.8	0.1	2.5	2.5	1.5	3.5	1.3	19.9
		皮膚	0.3	1.3	2.6	0.3	3.6	0.1	2.5	2.4	1.5	3.4	1.2	18.2
		計	0.6	2.7	5.3	0.6	7.4	0.2	5.0	4.9	3.0	6.9	2.5	38.1

また上記診療科の男女別被ばく線量値を表3に示す。

表4：ある診療科のガラスバッジ測定値（性別による比較）

平成27年度 上半期		4月	5月	6月	7月	8月	9月	計	1名当たり
男性 (7名)	(mSv)								
	実効線量		×	×	×	×	0.2	0.2	0.4
	等価線量	水晶体	×	×	×	0.1	0.9	0.9	1.9
		皮膚	×	×	×	0.1	0.9	0.7	1.7
		計	×	×	×	0.2	1.8	1.5	3.5
女性 (3名)	実効線量		0.5	0.4	0.6	0.7	0.6	0.4	3.4
	等価線量	水晶体	9.2	9.7	4.9	1.7	5.9	1.9	20.0
		皮膚	9.2	9.6	4.7	1.7	5.1	1.2	19.5
		計	6.4	7.3	9.5	9.4	10.4	2.5	39.5

この診療科では、放射線被ばくの実に95%は、女性医師が受けているという結果となった。（グラフ5）



グラフ5：ある診療科の実効線量測定値（性別による比較）

これは女性医師の方が放射線防護に対する認識が高いために、適正にガラスバッジを装着した結果といえるかもしれないが、同様の作業形態であるにも関わらず、被ばくがまったく検出されていない男性医師が多数いることは、これらに該当する者は、術衣等に替えた後にガラスバッジを装着していないか、鉛プロテクターの着用時に正しく装着されていないなどの可能性が考えられた。そのため電子カルテ上放射線科のページにおいて「ガラスバッジの適正な装着例」を資料掲載し注意喚起するとともに（図3）、誤った装着方法や取り扱いを行っている職員に対して直接説明した。

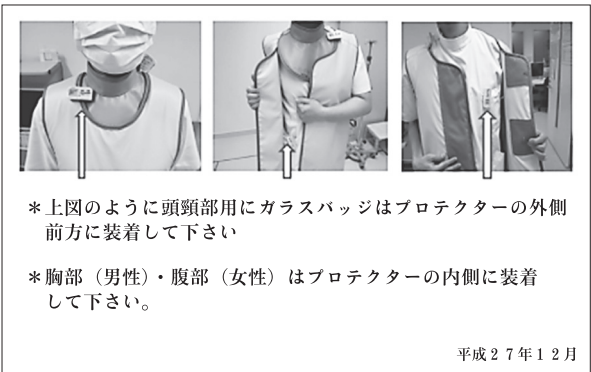
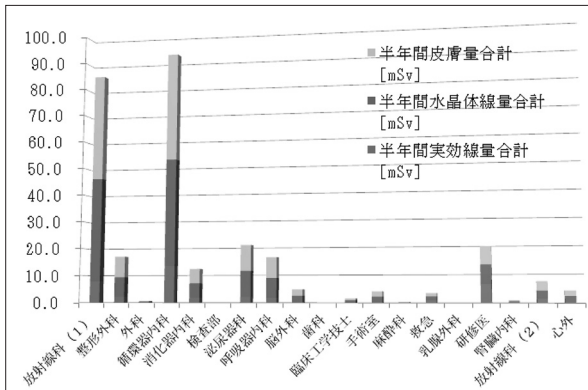


図3：プロテクター着用時のガラスバッジ装着例

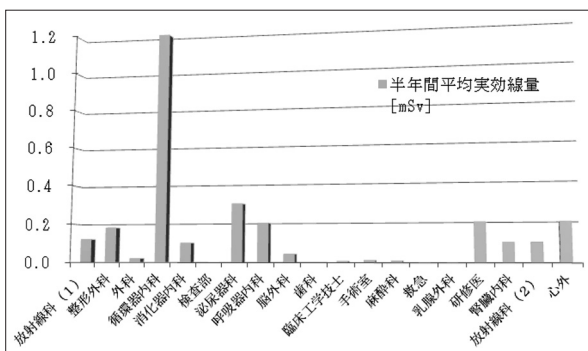
## 注意喚起後



グラフ6：平成28年 1月～6月 注意喚起後半年間の診療科別被ばく線量合計

注意喚起後6ヵ月間の被ばく線量の総計をグラフ6で診療科別にみると、以前と同様に放射線科は高い被ばく線量を検出している。しかし、IVRなどの透視作業が多い診療科、特に循環器内科の被ばく線量が多くなっていることが分かる。これは、ガラスバッジを正しく装着する者が増加したことを反映していると考えられた。

一人当たりの被ばくでは、更にその傾向が強くなっていることがわかる。（グラフ7）



グラフ7：平成28年 1月～6月 注意喚起後半年間の診療科別実効線量平均（1名あたりの実効線量）

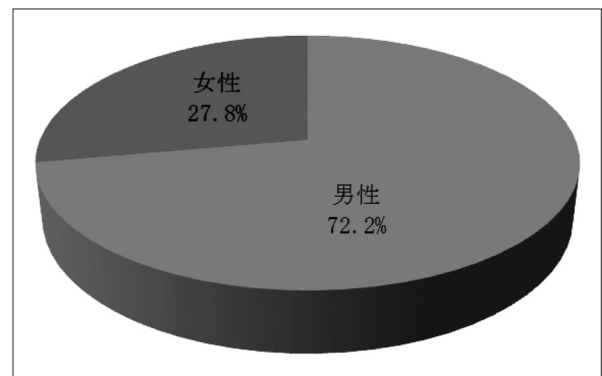
また前述の診療科の男女別の被ばく線量値を表4に示す。男性医師の被ばく線量が増加していることが分かる。

表5：ある診療科のガラスバッジ測定値（性別による比較）～注意喚起後～

平成28年度（1～6月）		1月	2月	3月	4月	5月	6月	計	1名当たり
男性 (7名)	実効線量	0.1	0.5	1.5	2.1	2.0	5.9	11.5	1.8
	水晶体	1.2	1.7	5.0	6.9	4.2	6.7	25.7	3.7
	皮膚	1.1	1.6	4.8	6.8	4.0	8.2	26.8	3.8
	計	2.3	3.3	9.8	13.7	9.2	14.9	52.3	7.5
	実効線量	0.8	0.2	0.1	0.3	0.2	0.5	1.9	0.8
女性 (3名)	水晶体	4.2	1.8	0.6	1.9	1.7	3.5	13.7	4.8
	皮膚	4.0	1.6	0.6	1.9	1.7	3.5	13.3	4.4
	計	8.2	3.4	1.2	3.8	3.4	7.0	27.0	9.0
	実効線量	0.8	0.2	0.1	0.3	0.2	0.5	1.9	0.8

これを割合にしてみると（グラフ8）、注意喚起後は男性医師が全被ばく線量の7割を占めるという逆転現象が生じた。

これは、電子カルテ上放射線科ページにおける注意喚起、誤った装着方法や取り扱い方法を行う職員に対しての直接説明した結果と考えられた。



グラフ8：ある診療科の実効線量測定値（性別による比較）～注意喚起後～

## まとめ

平成27年12月から注意喚起をおこない、半年という短期間にある程度の成果は出せたと感じている。

フィルムバッジを着けていたがその装着方法を誤っていた者が多く存在していたことは以前から確認されていたが、そもそも我々診療放射線技師が適切な管理・啓蒙活動を十分に行ってこなかったことは大きな問題であると考えられる。今回の活動をとおして放射線被ばくを適切に管理する重要性をまず診療放射線技師が認識

するきっかけにはなかったのではないかと考える。

また、平成 28 度からは、新採用者および研修医のオリエンテーション、新採用医師・修練医研修会等の教育プログラムに適正な放射線被ばく管理を組み込み、放射線診療従事者のみならず、日頃放射線業務に携わらない職員に対しても放射線被ばくと防護、モニタリングの重要性についての理解を深める場を設けている。

放射線診療従事者の被ばくを適切に管理することは、放射線障害を防止するうえで必要不可欠なものであると再認識し、啓蒙活動が続けることが私達診療放射線技師の責務と考えられる。

#### 参考文献

- 1) 株式会社千代田テクノル：“新型ガラスバッジのご紹介および個人線量管理にかかわる法令等について”
- 2) 放射線医学総合研究所放射線防護研究センター HP より：“フィルムバッジ装着について”
- 3) 株式会社千代田テクノル：“モニタリングサービス取り扱い説明書”
- 4) 専門家が答える暮らしの放射線 Q&A 日本保健物理学会
- 5) ICRC Publication 60 国際放射線防護委員会の 1990 年勧告



---

Key words ; glass badge, monitor, Radiation Hazards Prevention Act,  
Ionizing radiation damage prevention rules

---

## Radiation exposure management by personal dosimeter (glass badge)

Kazunari Iwai, R.T.<sup>1)</sup>, Keisuke Kawabata, R.T.<sup>1)</sup>, Mitsuru Sagane, R.T.<sup>2)</sup>,  
Nobutaka Kuchii, R.T.<sup>1)2)</sup>

1) Department of Diagnostic Radiology, Japanese Red Cross Wakayama Medical Center

2) Department of Radiation therapy, Japanese Red Cross Wakayama Medical Center

### Abstract

For persons engaged in work dealing with radiation, there are obligations by law to measure the individual's radiation exposure in order to prevent the occurrence of radiation hazards (Article 20 of Laws Concerning the Prevention from Radiation Hazards due to Radioisotopes and Others, etc.). Therefore, doctors, radiological technologists or those who work in radiation controlled areas (hereinafter referred to as radiation medical workers) must wear a radiation measuring instrument to measure the external exposure dose while working in such locations. The records of accumulation of radiation must be kept forever (Article 59 of Regulations Concerning the Prevention from Radiation Hazards, etc.). In the Wakayama Medical Center, measuring, reporting, and management of personal exposure dosages are carried out with glass badge dosimeters, which are generally used as radiation exposure personal monitors (Chiyoda Tekunoru manufactured glass badge, hereinafter glass badge). It has become evident from the measurement reports that a large number of radiation medical workers do not seem to wear their glass badge as required. Therefore, an oral explanation was given to the staff who had not worn the glass badges properly and/or who had handled them improperly. Moreover, a posting of the proper attachment of the glass badge was provided on a page of the Radiation Department's electronic clinical chart for December, 2015. The changes in individual exposure dosages are reported here.