

# 医療機関における放射線業務従事者への 個人線量計および放射線防護機材の配布 ならびに着用状況等に関する調査報告

*Report on a survey of deployment and wearing status of personal dosimeters and radiation protection materials for radiation workers in medical institutions*

渡邊 浩<sup>1)</sup>, 山本 和幸<sup>2)</sup>, 坂本 肇<sup>3)</sup>, 今尾 仁<sup>4)</sup>, 瀬下 幸彦<sup>5)</sup>, 加藤 英幸<sup>6)</sup>, 竹中 完<sup>7)</sup>, 赤羽 恵一<sup>8)</sup>, 神田 玲子<sup>9)</sup>, 鳥巢 健二<sup>10)</sup>, 三上 容司<sup>11)</sup>, 細野 眞<sup>12)</sup>

- 1) 博士 (医療科学), 群馬パース大学 保健科学部 放射線学科 (現 群馬パース大学 医療技術学部 放射線学科) / 群馬パース大学大学院 保健科学研究科  
2) 東海大学医学部付属病院 診療技術部 放射線技術科 3) 博士 (医学), 順天堂大学 保健医療学部 診療放射線学科  
4) 修士 (医療科学), 群馬パース大学 保健科学部 放射線学科 (現 群馬パース大学 医療技術学部 放射線学科)  
5) 医学修士, 株式会社千代田テクノロ アイソトープメディカル営業部 アイソトープメディカル営業課  
6) 千葉大学医学部附属病院 放射線部 7) 医学博士, 近畿大学 医学部 消化器内科  
8) 医学博士, 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 9) 理学博士, 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門  
10) 独立行政法人労働者健康安全機構 九州労災病院 中央放射線部  
11) 医学博士, 独立行政法人労働者健康安全機構 横浜労災病院 運動器センター  
12) 医学博士, 近畿大学 医学部 放射線医学教室

**Key words:** Eye lens, Occupational exposure, Personal dosimeter, Eye lens dosimeter, Radiation protection material

## 【Abstract】

The equivalent dose limit for the eye lens for occupational exposure in Japan was significantly lowered in April 2020. During the law revision process, it became apparent that many radiation workers were not wearing personal dosimeters. The purpose of this survey is to clarify the deployment and wearing of personal dosimeters and protective equipment for radiation workers. We conducted fact-finding and detailed surveys in medical institutions throughout Japan. The survey period was between September and November 2020. Response rates for the fact-finding and detailed surveys were 58% (45/78) and 60% (9/15), respectively. It was found that inappropriate instructions had been given regarding how to wear personal dosimeters in 71% of all medical institutions, and that no distribution standards for lens-specific dosimeters have yet been established in 89% of all medical institutions. It was also found that there are problems in deploying radiation protection material in many X-ray room that use fluoroscopy.

## 【要旨】

2020年4月, わが国における職業被ばくの水晶体の等価線量限度が大幅に引き下げられた。法改正の過程で, 多くの放射線業務従事者が個人線量計を着用していないことが明らかになった。本調査の目的は, 放射線業務従事者の個人線量計ならびに防護機材の配備および着用状況を明らかにすることである。全国の医療機関に対してアンケート調査を実施した。調査期間は2020年9月から同年11月までである。実態調査と詳細調査の回答率は, それぞれ58% (45/78), 60% (9/15) であった。医療機関の71%で個人線量計を着用しない放射線業務従事者に対する指導ができていないこと, および医療機関の89%で水晶体専用個人線量計の配布基準がないことが分かった。X線透視を使用する多くのX線診療室において防護機材の配備にも課題があることが分かった。

WATANABE Hiroshi, Ph.D.<sup>1)</sup>, YAMAMOTO Kazuyuki<sup>2)</sup>, SAKAMOTO Hajime, Ph.D.<sup>3)</sup>, IMAO Masashi, M.S.<sup>4)</sup>, SEJIMO Yukihiko, M.S.<sup>5)</sup>, KATO Hideyuki<sup>6)</sup>, TAKENAKA Mamoru, M.D., Ph.D.<sup>7)</sup>, AKAHANE Keiichi, Ph.D.<sup>8)</sup>, KANDA Reiko, Ph.D.<sup>9)</sup>, TORISU Kenji<sup>10)</sup>, MIKAMI Yoji, M.D., Ph.D.<sup>11)</sup>, HOSONO Makoto, M.D., Ph.D.<sup>12)</sup>

- 1) School of Radiological Sciences, Faculty of Health Science, Gunma Paz University (Current address: Department of Radiological Sciences, Faculty of Medical Technology, Gunma Paz University) and Graduate School of Health Sciences, Gunma Paz University  
2) Department of Radiological Technology, Tokai University Hospital  
3) Department of Radiological Technology, Faculty of Health Science, Juntendo University  
4) School of Radiological Sciences, Faculty of Health Science, Gunma Paz University (Current address: Department of Radiological Sciences, Faculty of Medical Technology, Gunma Paz University)

- 5) Sales Section Radioisotope Business, Chiyoda Technol Corporation  
6) Department of Radiological Technology, Chiba University Hospital  
7) Department of Gastroenterology and Hepatology, Faculty of Medicine, Kindai University  
8) National Institutes for Quantum and Science and Technology  
9) Quantum Life and Medical Science Directorate, National Institutes for Quantum and Science and Technology  
10) Central Radiation Department, Kyushuh Rosai Hospital, Japan Organization of Occupational Health and Safety  
11) Department of Orthopaedic Surgery, Yokohama Rosai Hospital, Japan Organization of Occupational Health and Safety  
12) Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kindai University

Received April 15, 2021; accepted February 15, 2022

## 緒言

近年、医療機器の発達に伴って、低侵襲で患者への負担が少ないInterventional radiology (IVR) が新たな治療分野として広く利用されている<sup>1-3)</sup>。冠動脈狭窄または閉塞疾患における経皮的冠動脈形成術 (Percutaneous coronary intervention, PCI) や、内視鏡的逆行性胆管膵管造影 (Endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP) 検査および治療はその一つである。前者は血管性IVR (Vascular-IVR)、後者は非血管性IVR (Non Vascular-IVR) と呼ばれる。これらに共通して、X線診療室内の散乱X線は検査室内で医療行為を行う医療従事者の最も大きな被ばく要因であり、術者である医師や患者の介助を行う看護師 (放射線業務従事者、以下、従事者) の被ばく線量が多い<sup>4-6)</sup>。職業被ばくの低減には放射線防護機材 (以下、防護機材) を適切に配備し、的確に使用することが重要である<sup>5,7)</sup>。

このような状況の中、2011年に国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection, ICRP) は、「5年間の平均が20 mSv/年を超えず、いかなる1年間においても50 mSvを超えない」とする眼の水晶体等価線量限度を勧告し (ソウル声明)<sup>8)</sup>、2012年にPublication118を刊行した<sup>9)</sup>。わが国では放射線審議会<sup>10)</sup> や「眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会」 (以下、水晶体に関する検討会) における検討を経て、2020年4月1日、ICRPのソウル声明を基軸とした改正電離放射線障害防止規則が公布された<sup>11)</sup>。わが国における従前の水晶体の等価線量限度は150 mSv/年であり、1年平均と比較しても7分の1にまで引き下げられたことになる。

水晶体に関する検討会の報告書<sup>12)</sup> によれば、2016年度の約50.3万人の従事者のうち、水晶体の等価線量はほとんどが年間20 mSv以下である一方、約2,400人が年間20 mSvを超えており、そのほとんどが医療分野である。従って法改正に伴う水晶体の等価線量限度の引き下げで最も課題となるのは、医療分野ということになる。また水晶体に関する検討会において、医師の個人線量計の着用率に課題があることが明らかになった<sup>12)</sup>。IVRに従事する医師の個人線量計の着用率が高まれば、実際に水晶体が受けた線量自体は変わらないものの、測定・記録された水晶体の等価線量は上昇することになる。従って新等価線量限度を超える可能性のある従事者の割合は高くなる可能性がある。

従ってまずは個人線量計を100%着用させる方策を講じることとなる。個人線量計を着用しない状況で新等価線量限度が順守できていても、本当に順守できているかは分からない。その上で、必要な防護機材を配備するとともに従事者に対する啓発を行い、被ばく低減方策を的確に実施させることが必要である。特に水晶体の等価線量についてはより精度の高い線量測定が求められており、水晶体専用の個人線量計の適切な配布が重要となる。また国際的機関の刊行物<sup>13)</sup>、関係学会のガイドライン<sup>5)</sup> ならびに研究成果<sup>14)</sup> を活用して、被ばく低減に努めることが求められている。

本論文では、主に従事者の水晶体の等価線量専用の個人線量計を中心に、個人線量計ならびに防護機材の配備および着用状況などを明らかにするとともに、医師を中心とした医療従事者の水晶体の新等価線量限度を順守するための方策を導出することを目的とする。

## 1. 方法

### 1-1 調査方法

本研究では、全国の従事者に対する放射線管理状況に関する実態調査 (以下、実態調査) と、より具体的あるいは詳細な調査 (以下、詳細調査) の2つの調査を実施した。詳細調査を実施した医療機関については、実態調査と詳細調査の両方を実施した。ただし、一部の医療機関については実態調査のみを実施した。詳細調査は実態調査の結果を踏まえて現地調査などを実施する予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大状況に配慮してアンケート調査のみとした。

調査票の配布および回収方法については、実態調査と詳細調査のいずれも医療機関に調査票を電子メールに添付し配信した。実態調査については、この調査のために作成した専用の回収サイトに送信する方式で回答を得た。一方、詳細調査は回答をメール添付で回収した。

調査期間は2020年9月10日から同年11月末までである。

設問内容をFig.1に示す。なお、提示した選択肢は回答がない場合でも選択肢として示されたことが分かるように、全て「」書きで示した。記述式の回答は選択肢を設けていないため、「」書きせずに回答趣旨を整理して記した。詳細調査結果は結果の後に“(詳細調査)”を記した。また実態調査は全国から地域性ならびに病院規模に偏りがないように、全国の労災病院あるいはIVRに関心の高い診療放射線技師が在籍す

医療機関における放射線業務従事者に対する放射線管理に関する調査（実態調査）	
設問	医療機関のタイプ
設問	病床数
設問	救急指定のタイプ
設問	放射線測定器の着用ならびに着用指導状況
設問	水晶体専用の放射線測定器の着用率
設問	放射線防護衣（プロテクター）の着用率
設問	放射線防護眼鏡の着用率
設問	Vascular-IVRを実施するX線診療室における天井吊り型の防護板の設置状況
設問	Vascular-IVRを実施するX線診療室における防護眼鏡の配備状況
設問	X線装置が設置されている内視鏡室における防護クロスの配備状況
設問	X線装置が設置されている内視鏡室における防護眼鏡の配備状況
設問	一般X線透視室における防護眼鏡の配備状況
設問	手術室における防護眼鏡の配備状況
設問	Vascular-IVRに診療放射線技師が従事する割合
設問	内視鏡室で内視鏡とX線装置を使った検査における診療放射線技師の従事状況
設問	一般X線透視室の放射線診療における診療放射線技師の従事状況
設問	X線透視を伴う手術における診療放射線技師の従事状況
設問	IVRを中心に職業被ばくの安全管理（防護を）リードあるいは指導する者の有無
放射線業務従事者に対する放射線管理に関する詳細調査	
設問	放射線測定器の着用を促している具体的な状況
設問	放射線測定器の着用率を向上させるために実施している方策

Fig.1 Questionnaire survey contents

る医療機関を中心に選定した。さらに詳細調査は、全国実態調査施設の中から、個人線量計の着用率が高いと考えられた千葉市内の医療機関を中心に選定した。

## 1-2 倫理的配慮

本研究は群馬パース大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号PAZ20-13）。

## 2. 結果

### 2-1 回収率および基本事項

調査票配布施設数および回答施設数はそれぞれ78と45で、回答率は58%であった。また詳細調査の調査票配布施設数・回答施設数はそれぞれ15と9で、回答率は60%であった。

回答施設のタイプ、病床数ならびに救急指定のタイプの回答結果をFig.2に示す。回答施設のタイプは、「大学病院」が16%、「総合病院」が60%、「循環器センターなどの専門病院」が13%、「その他」が11%であった。病床数は、「600床以上」33%、「400～<600」24%、「200～<400」31%、「50～<200」9%、「<50」2%であった。救急指定のタイプは、「一次救急」0%、「二次救急」53%、「三次救急」42%、

回答なし4%であった。

### 2-2 従事者の個人線量計の着用

#### 2-2-1 個人線量計の着用率

「個人線量計を着用していない従事者に対して個人線量計の着用を促していますか？」の回答結果をFig.3に示す。「100%着用しているのが該当事例なし」は7%で、最も多かったのは「時々促している」(40%)であった。

この設問で「頻繁に促している」と「時々促している」を回答した施設に、促す方法を尋ねた結果（複数回答可）は、「研修」6%、「院内掲示」4%、「文書回覧（デジタル文書を含む）」0%、「院内会議」0%、「上司や院長からの指導」0%、「放射線安全委員会などからの指導」0%、「従事者個々に指導」27%、「技師長からの指導」6%、「部署担当技師からの指摘」27%、「その他」0%、回答なし31%であった。

また同様に「時々促している」「まれに促している」「促していない」を回答した施設に、頻繁に促せない理由（複数回答可）を尋ねた結果をFig.4に示す。最も多かったのは「医師には言いづらい」(56%)で、次に多かったのは「他部署の方には言いづらい」28%であった。

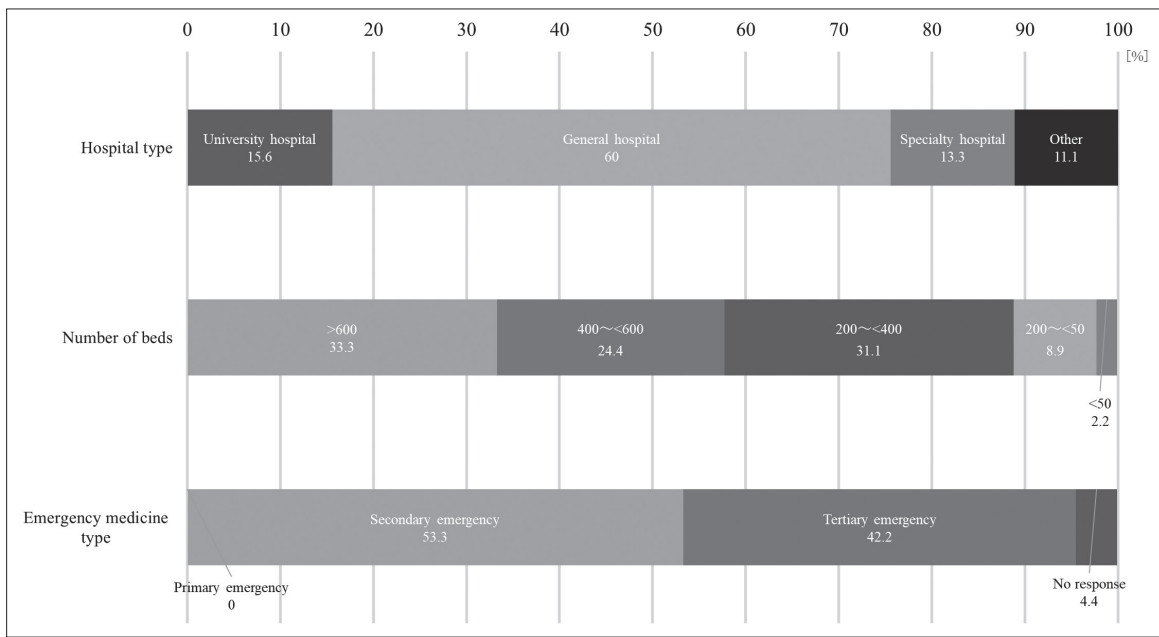


Fig.2 Basic information of medical institutions that responded to the survey

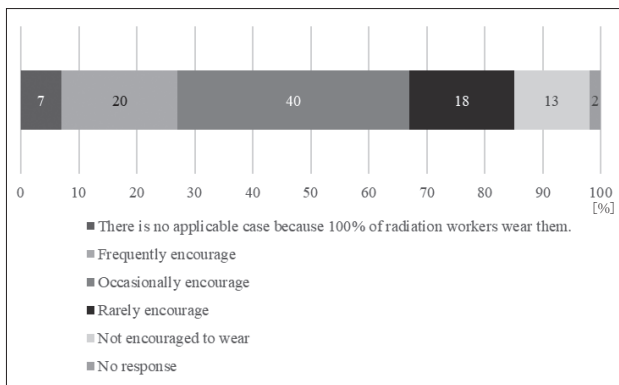


Fig.3 Do you urge radiation workers who do not wear personal dosimeters to wear personal dosimeters?

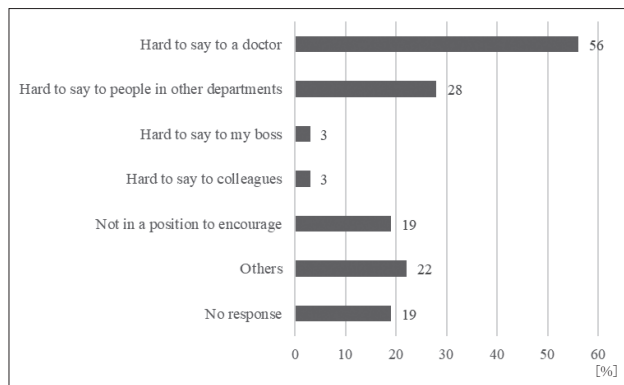


Fig.4 Reasons why it is not possible to frequently encourage radiation workers who do not wear personal dosimeters (multiple answers allowed)

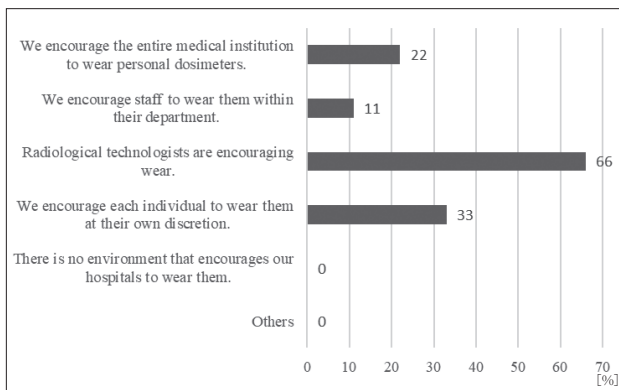


Fig.5 Please answer about the situation that encourages you to wear a personal dosimeter (Multiple answers allowed).

「個人線量計の着用を促している状況について回答ください」(複数回答可)の回答結果をFig.5に示す。「医療機関全体で個人線量計の着用を促している」は22%で、最も多かったのは「診療放射線技師が着用を促している」(66%)であった(詳細調査)。

上記の「個人線量計の着用を促している状況について回答ください」の結果で、「医療機関全体で個人線量計の着用を促している」「所属する部署単位で着用を促している」「放射線部門を中心に着用を促している」および「各個人の判断で着用を促している」を回答した施設に、どのように促しているかを尋ねた結果は、口頭78%、メール11%、ポスター掲示11%であった(詳細調査)。

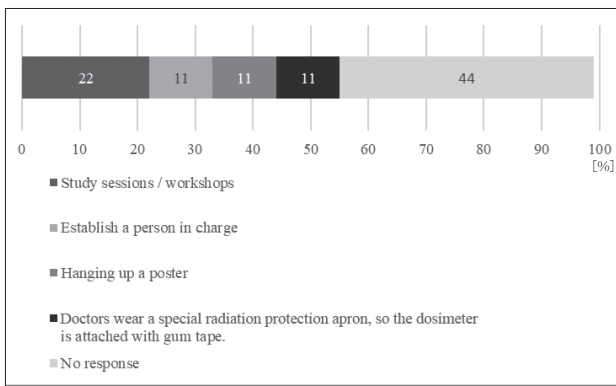


Fig.6 Measures taken to improve the wearing rate of personal dosimeters

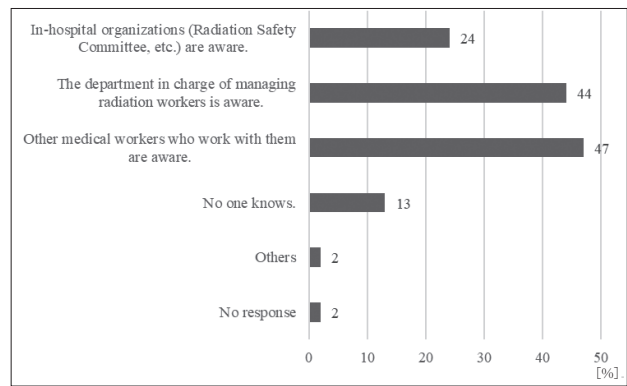


Fig.7 Do you know how your hospital radiation workers are wearing personal dosimeters? (Multiple answers allowed)

Table 1 Wearing status of personal dosimeter for the eye lens

Wearing rate	Medical doctor													Nurse	Mean
	Cardio-vascular medicine	Cardio-vascular surgery	Radiology (mainly IVR)	Radiology (mainly radiation therapy)	Radiology (mainly nuclear medicine)	Radiology (mainly diagnosis)	Gastroenterology	Gastroenterological surgery	Orthopedic surgery	Neurosurgery	Anesthesiology	Emergency medical	Endoscopy		
100%	a 4	2	2	4	4	4	4	0	0	4	2	0	4	3	
	b 14	9	9	22	20	18	17	0	0	17	9	0	17	12	
≥ 80%	a 0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	1	
	b 0	0	9	0	0	9	0	8	0	0	0	0	8	3	
≥ 60%	a 4	4	2	0	2	2	2	2	4	2	2	4	2	3	
	b 14	18	9	0	10	9	8	8	18	8	9	20	8	11	
≥ 40%	a 7	2	2	0	0	0	4	4	2	2	0	0	0	2	
	b 21	9	9	0	0	0	17	17	9	8	0	0	0	7	
≥ 20%	a 2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	2	0	2	1	
	b 7	0	9	0	0	0	8	0	9	0	9	0	8	4	
< 20%	a 2	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	2	2	1	
	b 7	9	0	0	0	0	8	8	0	8	9	10	8	5	
Do not wear	a 11	13	13	16	16	16	11	16	16	16	16	16	13	14	
	b 36	55	55	78	70	64	42	58	64	58	64	70	50	59	
Not distributed	a 67	64	60	62	62	64	64	64	67	69	67	62	64	64	
	b -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
I do not know	a 0	2	2	4	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	
	b -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
No response	a 2	9	13	13	13	9	7	7	7	4	7	13	7	9	
	b -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

a: Percentage of all responses

b: Percentage of all responses except for "Not distributed", "I do not know", and "No response"

(%)

2-2-2 個人線量計の着用率向上対策

「個人線量計の着用率を向上させるために実施している方策」の回答結果を Fig.6 に示す。勉強会・研修会が22%、担当者を設けるが11%、ポスター掲示が11%、医師については専用放射線防護衣があるためガムテープで張り付けているが11%、無回答44%であった（詳細調査）。

「従事者の個人線量計の着用状況を把握していますか？」（複数回答可）の回答結果を Fig.7 に示す。「院内組織（放射線安全委員会など）は把握している」は24%で、「従事者の管理担当部署は把握している」は44%であった。また「誰も把握していない」は13%であった。

2-2-3 個人線量計、防護眼鏡および放射線防護衣の着用率

「従事者について、職業被ばくにおける防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の個人線量計のおおよその着用率を教えてください」の回答結果を Table 1 に示す。水晶体専用の個人線量計のおおよその着用率は、「配布していない」「分からない」および「回答なし」を除いた回答において、着用率を80%以上100%と回答した平均回答率は15%であった。また除外しない結果での「配布していない」の平均回答率は64%であった。

「従事者について職業被ばくを低減するための放射線防護衣（プロテクター）のおおよその着用率を教え

Table 2 Wearing status of radiation protection apron

Wearing rate		Cardio-vascular medicine	Cardio-vascular surgery	Medical doctor										Nurse	Mean
				Radiology (mainly IVR)	Radiology (mainly radiation therapy)	Radiology (mainly nuclear medicine)	Radiology (mainly diagnosis)	Gastroenterology	Gastroenterological surgery	Orthopedic surgery	Neurosurgery	Anesthesiology	Emergency medical		
100%	a	91	71	76	38	42	64	87	82	87	84	78	53	89	72
	b	98	94	100	74	70	88	98	97	95	100	97	92	100	93
≥ 80%	a	2	2	0	0	0	2	2	2	2	0	2	2	0	1
	b	2	3	0	0	0	3	3	3	2	0	3	4	0	2
≥ 60%	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
≥ 40%	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
≥ 20%	a	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	b	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
< 20%	a	0	2	0	13	18	4	0	0	0	0	2	0	3	
	b	0	3	0	26	30	6	0	0	0	0	4	0	5	
I do not know	a	0	4	4	13	9	7	0	2	2	9	18	2	6	
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
No response	a	7	20	20	36	31	20	11	13	7	13	11	24	9	
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

a: Percentage of all responses (%)  
 b: Percentage of all responses except for "Not distributed", "I do not know", and "No response"

Table 3 Wearing status of radiation protective goggles

Wearing rate		Cardio-vascular medicine	Cardio-vascular surgery	Medical doctor										Nurse	Mean
				Radiology (mainly IVR)	Radiology (mainly radiation therapy)	Radiology (mainly nuclear medicine)	Radiology (mainly diagnosis)	Gastroenterology	Gastroenterological surgery	Orthopedic surgery	Neurosurgery	Anesthesiology	Emergency medical		
100%	a	20	11	40	7	9	16	13	2	2	22	0	2	18	12
	b	23	23	56	19	22	30	21	4	4	30	0	6	28	21
≥ 80%	a	29	7	13	0	0	2	9	4	4	4	0	2	9	6
	b	33	14	19	0	0	4	14	9	8	6	0	6	14	10
≥ 60%	a	18	9	4	2	0	4	11	2	9	20	4	0	7	7
	b	20	18	6	6	0	9	18	4	16	27	10	0	10	11
≥ 40%	a	9	4	2	0	0	0	7	2	7	7	2	0	0	3
	b	10	9	3	0	0	0	11	4	12	9	5	0	0	5
≥ 20%	a	2	2	4	0	0	2	2	2	0	7	4	4	7	3
	b	3	5	6	0	0	4	4	4	0	9	10	13	10	5
< 20%	a	11	16	7	27	31	27	20	38	33	13	36	27	24	24
	b	13	32	9	75	78	52	32	74	60	18	76	75	38	49
I do not know	a	4	31	9	27	24	27	24	36	36	16	42	38	27	26
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No response	a	7	20	20	38	36	22	13	13	9	11	11	27	9	
	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

a: Percentage of all responses (%)  
 b: Percentage of all responses except for "Not distributed", "I do not know", and "No response"

「ください」の回答結果を Table 2 に示す。「分からない」と「無回答」を除いた医療機関における、放射線防護衣の着用率が100%である平均回答率は93%であった。

「従事者について職業被ばくを低減するための放射線防護眼鏡（メガネ）のおおよその着用率を教えてください」の回答結果を Table 3 に示す。「分からない」と「無回答」を除き具体的な着用率で回答した医療機関において、80%以上と100%の回答の合計の平均回答率は31%であった。

### 2-2-4 個人線量計の配布・着用基準

「水晶体専用の個人線量計の配布・着用基準はどのように設定されていますか？」の回答結果は、「昨年度の水晶体の等価線量が（ ）mGyを超えていた場合」0%、「当該年度の水晶体の等価線量が（ ）mGyを超えた場合」0%、「上記以外で当該年度の水晶体の等価線量が（ ）mGyを超えるおそれがあると判断した場合」0%、「線量に関係なく部署、担当業務で選定」11%、「水晶体専用の個人線量計の配布・着用基準はない」89%、「その他」0%であった。

### 2-3 防護機材の配備状況

「Vascular-IVRを実施するX線診療室には天井吊り型の防護板が設置されていますか？」の回答結果をFig.8に示す。「全て設置」は64%であった。

Vascular-IVRを行う全てのX線診療室、X線装置が設置されている内視鏡室、一般X線透視室ならびに手術室への防護眼鏡の配備状況を尋ねた回答結果をFig.9に示す。Vascular-IVRを行う全てのX線診療室に術者とIVR行為の介助者が着用できるだけの防護眼鏡の配備状況は、「十分ある」と「おおよそある」の合計は73%であったが、「かなり足りない」と「まったくない」の合計は24%であった。

「X線装置が設置されている内視鏡室には、X線装置に装着する放射線防護用の防護クロスが配備され

ていますか？」の回答結果は、「ある」49%、「ない」47%、回答なし4%であった。

### 2-4 診療放射線技師の関与

Vascular-IVR、内視鏡室内視鏡とX線装置を使った検査（ERCPなど）と治療、Vascular-IVRや内視鏡を除く一般X線透視室での放射線診療ならびにX線透視を伴う手術に、診療放射線技師がついている割合をFig.10に示す。Vascular-IVR、内視鏡におけるERCP検査、一般X線透視室における放射線診療ならびにX線透視を伴う手術に、診療放射線技師が80%以上従事している割合は、それぞれ86%、35%、65%、29%であった。

### 2-5 安全管理指導とIVR専門技師

「IVRを中心に職業被ばくの安全管理（防護）をリードあるいは指導する方がいますか？」の回答結果をFig.11に示す。職業被ばくの安全管理（防護）をリードあるいは指導する者が「いる」との回答は51%であった。

「IVR専門技師（略称）はいますか？ いる場合は人数をご回答ください」の回答結果は、全施設が「いる」と回答し、人数は1人が56%、2人が22%、3人が11%、4人が11%であった（詳細調査）。

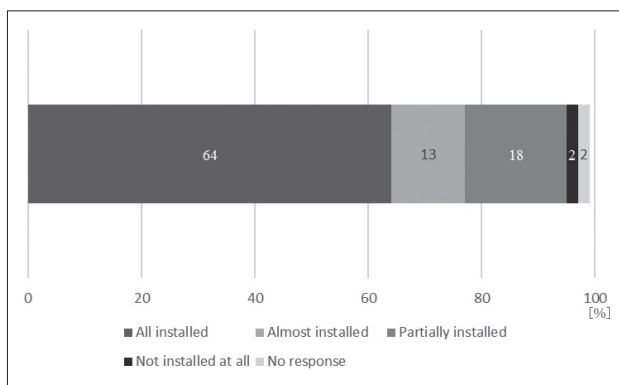


Fig.8 Is a Ceiling hanging type protective plate installed in the X-ray room where Vascular-IVR is performed?

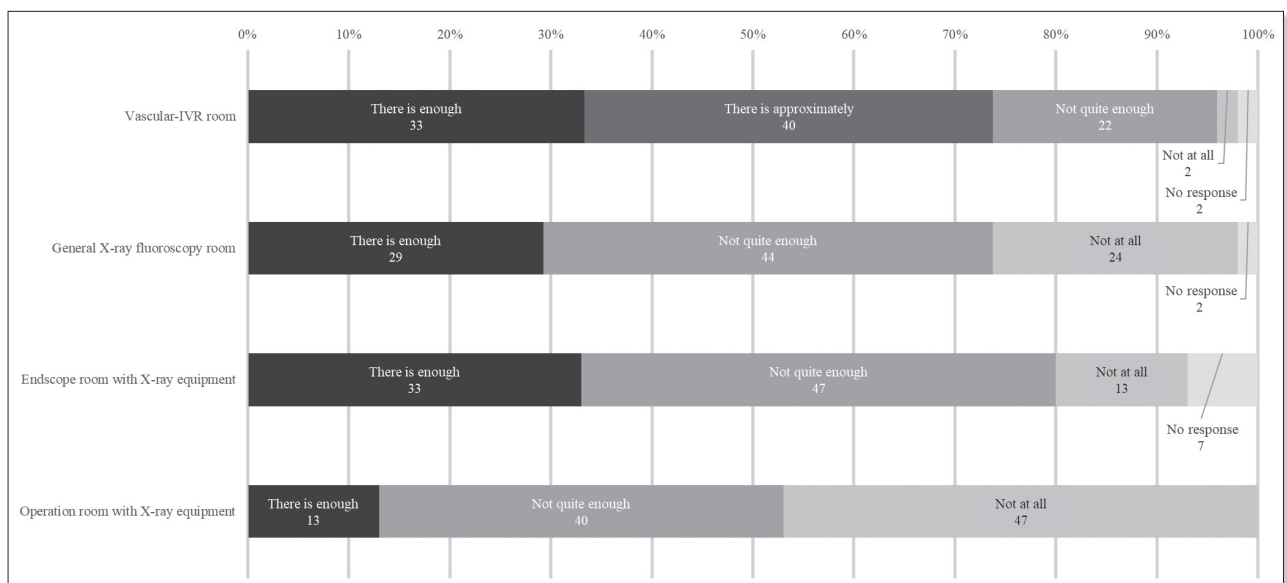


Fig.9 Deployment status of radiation protection goggles

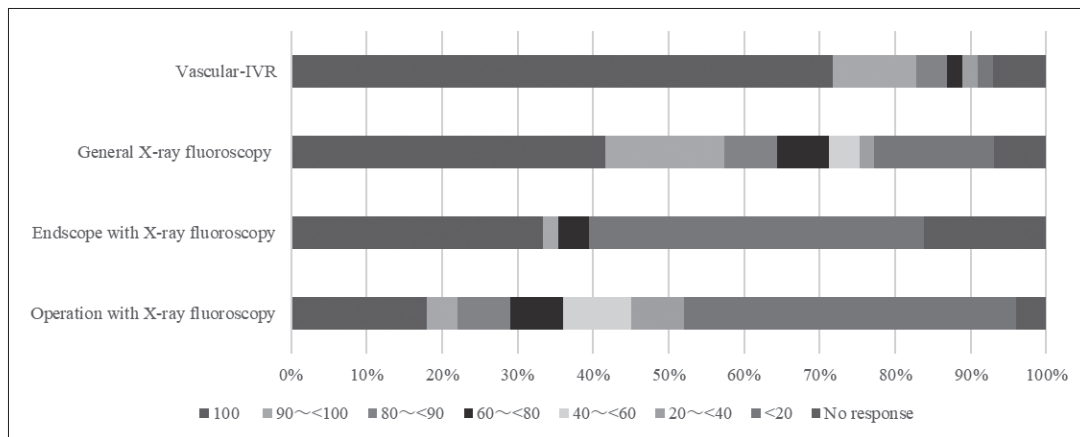


Fig.10 Percentage of radiological technologists engaged in the procedure

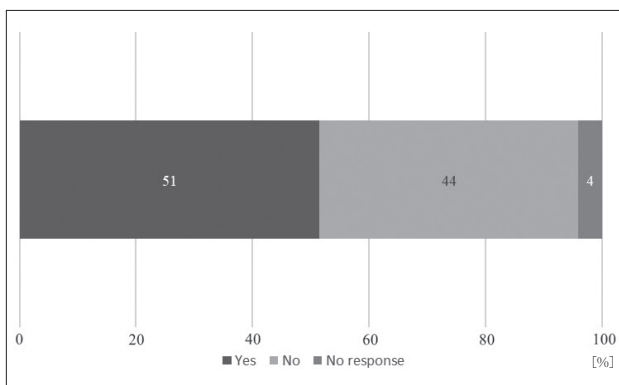


Fig.11 Is there a person who leads or guides the safety management (radiation protection) of occupational exposure centering on IVR?

### 3. 考 察

#### 3-1 個人線量計の配布と着用

個人線量計を着用していない従事者に対して、個人線量計の着用を促しているかを尋ねた結果、「100%着用しているので該当事例なし」が7%しかなかった。個人線量計を着用していない従事者に対して個人線量計の着用を促す割合は、「頻繁に促している」施設は20%しかなく、「促していない施設」は13%あった。目黒ら<sup>15)</sup>によれば、調査対象医療機関のほとんどがX線透視装置を保有する中で、個人線量計を全員に1個だけ配布している医療機関が26%ある。医療法施行規則第30条の18第2項第2号において「体幹部を頭部及びけい部、胸部及び上腕部並びに腹部及び大たい部に三区区分した場合において、被ばくする線量が最大となるおそれのある区分が胸部及び上腕部（女子にあっては腹部及び大たい部）以外であるとき」、いわ

ゆる不均等被ばくの場合には、胸部および上腕部（女子の場合は腹部および大たい部）以外の部位についても被ばく線量を測定することが義務付けられている。しかし、不均等被ばくとなっている従事者に個人線量計を1個しか配布していない医療機関があり、これらの医療機関は法令違反の可能性がある。以前より、不均等被ばく測定にもこのような課題があることが報告されている<sup>16)</sup>。最近の厚生労働省による調査においても、33.3%の医療機関で不均等被ばくとなっている従事者に対して、個人線量計を1個しか配布していないことが明らかになった<sup>17)</sup>。従って従事者の個人線量計の着用において、不均等被ばくを正しく測定するための配布方法にも課題がある。

個人線量計の着用を促せない理由（複数回答可）では、「医師には言いづらい」が56%と最も多く、次に「他部署の方には言いづらい」が28%であった。個人線量計の着用率を100%にするためには、部署や職種の壁を取り外して着用を促すシステムを構築する必要があると考えられた。ただし、「従事者の個人線量計の着用状況を把握していますか？」（複数回答可）の回答結果において、「院内組織（放射線安全委員会など）は把握している」と「従事者の管理担当部署は把握している」の合計は、低くないものの68%にとどまっていて、「誰も把握していない」医療機関が13%あった。従って医療機関内の担当する部署が、着用状況を把握できるシステムも構築する必要がある。

防護眼鏡の内側に着用する水晶体専用の個人線量計のおおよその着用率において、「配布していない」「分からない」および「回答なし」を除いた回答において、着用率を80%以上100%と回答した平均回答率は15%であった。また除外しない結果での「配布し



ていない」の平均回答率は64%であり、「分からない」と「無回答」を合わせると75%に上る。全ての医療機関で必ずしも必要とは限らないが、そもそも水晶体専用の個人線量計が配布されていない部署などが多いと推察された。水晶体に関する検討会において、医師の頭頸部と体幹部の個人線量計の着用率が循環器内科医で56%、整形外科医で17%と低いことが示されていたが、水晶体専用の個人線量計はさらに低い可能性があることが示唆された。職業被ばくは線量限度を順守すればいいのではなく、合理的に低減することも求められている。従って線量限度に近い場合だけ放射線防護眼鏡と水晶体専用の個人線量計を着用するのは最低限の管理である。その上で、保健物理学会が示した放射線防護眼鏡の着用基準例の13 mSv<sup>18)</sup>あるいはその他の提案線量<sup>19,20)</sup>や、それよりも低い線量でも放射線防護眼鏡を着用して水晶体の線量をできるだけ低減し、実際の線量を水晶体専用の個人線量計で測定することが推奨される。そのため今後、水晶体専用の個人線量計の着用については、当該従事者の線量の状況に応じて医療機関が水晶体専用の個人線量計を配布しなければならぬと考えられている。しかし、水晶体専用の個人線量計が配布されている施設が少ないという課題と、配布された個人線量計を着用していないという2つの課題があることが分かった。「水晶体専用の個人線量計の配布・着用基準はどのように設定されていますか？」の回答結果において、「水晶体専用の個人線量計の配布・着用基準はない」が89%と非常に高かった。このように、水晶体専用の個人線量計の配布基準もいまだ整備されておらず、医療機関の状況に応じた水晶体専用測定器の配布基準の設定を促す必要があると考えられた。

### 3-2 防護機材の着用率

「分からない」と「無回答」の回答も含めた上での着用率は、過小評価している可能性がある。そこで本論文では、「分からない」と「無回答」を除いて着用率を具体的に回答した施設数を分母にした着用率も示した。「分からない」と「無回答」を除いた医療機関における、放射線防護衣の着用率が100%である平均回答率は93%であった。また一部の医療機関では、放射線防護衣を日常的に使用しない「放射線科（主に治療）」と「放射線科（主に核医学）」を除くと、平均着用率はさらに高い着用率となる。放射線防護衣は放射線から自分自身を防護するために必須であることが、医師らに定着していることの表れであると考えら

れる。従って必要な放射線診療や診療科などにおいては、防護眼鏡、天井吊り防護板ならびに水晶体専用の放射線測定器も必須であるとの理解の向上を図る必要があると考えられた。

防護眼鏡の着用の設問において、「分からない」と「無回答」を除き、具体的な着用率で回答した医療機関だけの80%以上と100%の回答の合計の平均回答率は31%で、おおむね低いことが分かった。特に、「消化器外科医」と「整形外科医」は、それぞれ13%と12%とかなり低い。一般的に防護眼鏡の着用が必要と思われる「循環器内科医」と「放射線科（主にIVR）」であっても、それぞれ56%と75%にとどまった。また除外なしの回答での「分からない」と「無回答」の平均回答率の合計は44%であり、実際の水晶体の等価線量の状況は不明だが、防護眼鏡があまり配布されていない現状を示すものと考えられた。「結果2-3 防護機材の配備状況」で示したように、防護眼鏡の配備率が低いことも要因となっていると考えられる。つまり防護眼鏡が配布されている施設が少ないということと、配布された防護眼鏡を着用していないという2つの課題があることが分かった。この構図は水晶体専用の個人線量計と同様である。

### 3-3 防護機材の配備率

Vascular-IVRを実施するX線診療室における天井吊りタイプの防護板の設置率は、「一部設置」と「全て設置していない」の回答の合計は20%であった。同様に、Vascular-IVRを行う全てのX線診療室に、術者とIVR行為の介助者が着用できるだけの防護眼鏡の配備状況では、「かなり足りない」と「全くない」の合計は24%であった。つまり水晶体の等価線量限度が高くなる傾向があるVascular-IVRを実施するX線診療室において、防護機材の配備に課題があることが分かった。

X線装置が設置されている内視鏡室に、X線装置に装着する放射線防護用の防護クロスが配備されていることが確認できた割合は49%にとどまった。Cアーム方式のX線装置において、アンダーテーブル方式で使用した場合であれば、患者からの散乱線は寝台よりも下側に分布するため防護クロスは原則必要としない。今回のアンケートでは、アンダーテーブル方式やCアーム方式時の使用方法は確認できていないが、防護クロスの配備が十分ではないことは確かである。また防護眼鏡が一つもない医療機関が13%確認された。内視鏡については、「結果2-4 診療放射線技師の関

与」で明らかになったように診療放射線技師が従事していない医療機関が多く、内視鏡室においても職業被ばくを低減するための防護機材の配備に課題があることが分かった。竹中ら<sup>6)</sup>は、防護クロスや防護眼鏡を使用しても水晶体の新等価線量限度を順守できない可能性があることを報告しており、防護機材の配備は喫緊の課題である。

一般X線透視室と手術室における防護眼鏡の配備状況については、「一つもない」がそれぞれ24%、47%であり、多くのX線透視を使用するX線診療室における防護眼鏡の配備にも課題があることが分かった。今後は、線量に応じて防護眼鏡の配備を促していく必要があると考えられた。

近年、高度かつ複雑な手技が行える血管撮影装置を配備したハイブリッド手術室が普及している。しかし、本研究では、Vascular-IVRを実施するX線診療室とただで、画像機器と多機能手術台を組み合わせたハイブリッド手術室の状況を明確に確認できていない。近年では血管外科において、腹部大動脈ステントグラフト内挿術 (EndoVascular Aneurysm Repair, EVAR) / 胸部大動脈ステントグラフト内挿術 (Thoracic EndoVascular Aortic Repair, TEVAR) が施行され、消化器・循環器および整形外科の医師だけではなく、血管外科医の被ばくが増えている可能性がある。またEVAR/TEVARでは、防護眼鏡を着けられない状況になる手術も頻回に行われている。そのため従事者の線量把握、天吊りの防護板の配備状況並びに防護眼鏡の必要度の確認が急務である。

### 3-4 診療放射線技師の従事割合

Vascular-IVR、内視鏡におけるERCP検査、一般X線透視室における放射線診療ならびにX線透視を伴う手術に診療放射線技師が80%以上従事している割合は、それぞれ86%、35%、65%、29%であった (Fig.10)。渡邊ら<sup>21)</sup>によれば、IVRに診療放射線技師が従事している割合において、回答の最頻度は“10割”で71%を占めるものの最小は10%であった。水晶体に関する検討会ならびに櫻田らの報告<sup>22)</sup>において、診療放射線技師による声掛けが術者らの被ばく低減に貢献していることが示されている。しかしながら、Vascular-IVRでは86%と比較的高いものの、内視鏡では35%、手術室では29%と低く、診療放射線技師を活用しにくい状況にあることが分かった。今後、何らかの方策を講じる必要があると考えられた。

### 3-5 職業被ばくの安全管理の指導

「IVRを中心に職業被ばくの安全管理 (防護) をリードあるいは指導する方がいますか?」の結果は、「いる」51%、「いいえ」44%であった。医療機関において安全管理を徹底ならびに向上させるために、十分な知識と技術を持つ指導者が必要である。医療では医療安全、感染対策ならびに医療被ばくにおいてそれぞれ責任者を選任することが義務付けられているのはその表れである。本調査では約半分の医療機関で指導者が不在であり、今後、職業被ばくの放射線防護においても指導者の重要性を明確にしていくことが必要と考えられた。

### 3-6 水晶体の新等価線量限度を順守するための方策

本研究結果により、以下の4つの医師を中心とした医療従事者の水晶体の新等価線量限度を順守するための方策を導出することができた。

- 1) 部署や職種の壁を取り外して着用を促すシステムを構築する。
- 2) 医療機関内の担当する部署が着用状況を把握できるシステムを構築する。
- 3) 必要な放射線診療や診療科などにおいては、防護眼鏡や天井吊り防護板ならびに水晶体専用の放射線測定器についても、放射線から自分自身を防護するために必須であるとの理解の向上を図る。
- 4) 医療機関に対して、水晶体専用測定器の配布基準の設定と線量に応じた防護機材の配備を促す。

## 4. 結語

全国の従事者の個人線量計ならびに防護機材の配備および着用状況について調査・報告した。

医療機関における個人線量計の着用状況の把握が不十分であった。また個人線量計を着用しない従事者に対する指導が不十分であった。さらに水晶体専用測定器の配布が不十分で、配布基準もいまだ整備できていなかった。

またVascular-IVRを行うX線診療室の防護眼鏡の配備ならびに天井吊り型の防護板の設置が不十分であった。またX線装置が設置されている内視鏡室には、X線装置に装着する放射線防護用の防護クロスの配備が不十分であった。

本研究結果は、水晶体の等価線量専用の個人線量計を中心に個人線量計ならびに防護機材の配備および着

用状況を明らかにした。また個人線量計ならびに防護機材の配備および着用における課題を明らかにした。さらに医師を中心とした医療従事者の水晶体の新等価線量限度を順守するための方策を導出することができた。

## 謝 辞

本研究にご協力いただきました医療機関の皆さまに心より感謝申し上げます。

本研究は、令和2年度労災疾病臨床研究事業費補助金研究「医療分野の放射線業務における被ばくの実態と被ばく低減に関する調査研究」(研究代表者 細野 眞(近畿大学 教授))の研究活動の一環として行った。

## 利益相反

筆頭著者および共著者全員に開示すべき利益相反はない。

## 表の説明

Table 1 水晶体専用測定器着用状況

Table 2 放射線防護衣着用状況

Table 3 防護眼鏡着用状況

## 図の説明

Fig.1 設問内容

Fig.2 回答施設の基本情報

Fig.3 個人線量計を着用していない従事者に対して個人線量計の着用を促していますか？

Fig.4 個人線量計を着用していない従事者に対して頻繁に促せない理由(複数回答可)

Fig.5 個人線量計の着用を促している状況について回答ください(複数回答可)

Fig.6 個人線量計の着用率を向上させるために実施している方策

Fig.7 従事者の個人線量計の着用状況を把握していますか？(複数回答可)

Fig.8 Vascular-IVRを実施するX線診療室には天井吊り型の防護板が設置されていますか？

Fig.9 防護眼鏡の配備状況

Fig.10 診療放射線技師がついている割合

Fig.11 IVRを中心に職業被ばくの安全管理(防護)をリードあるいは指導する方がいますか？

## 参考文献

- 1) 中村仁信, 富樫厚彦, 諸達邦彦: IVRの臨床と被曝防護. 医療科学社, 東京, 2004.
- 2) 医療放射線防護連絡協議会: IVRに伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン—Q&Aと解説—, ブックレット・シリーズ3, 2004.

- 3) ICRP Pub.117, 日本アイソトープ協会 訳: 画像診断部門以外で行われるX線透視ガイド下手法における放射線防護. 日本アイソトープ協会, 東京, 2017.
- 4) 黒田正子, 原 知里, 後藤理恵: 放射線科看護師が行うリスクマネージメントA to Z. ラナリス, 4, 2-5, 2006.
- 5) 循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン(2021年改訂版). [https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021\\_Kozuma.pdf](https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2021/03/JCS2021_Kozuma.pdf) Accessed 2022.01.14
- 6) 竹中 完, 細野 眞, 中井敦史, 他. ERCP(内視鏡的逆行性胆管膵管造影)における水晶体被ばくの現状. 日消誌 116, 1053-1055, 2019.
- 7) 医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン. [http://jns.umin.ac.jp/jns\\_wp/wp-content/uploads/2020/10/suisyoutai\\_pnf\\_0807final.pdf](http://jns.umin.ac.jp/jns_wp/wp-content/uploads/2020/10/suisyoutai_pnf_0807final.pdf) Accessed 2021.01.22
- 8) 日本保健物理学会: 水晶体の線量限度に関する専門研究会報告書, 2018. <http://www.jhps.or.jp/cgi-bin/news/page.cgi?id=97> Accessed 2021.01.18
- 9) ICRP Pub.118, 日本アイソトープ協会 訳. 組織反応に関するICRP声明/正常な組織・臓器における放射線の早期影響と晩発影響—放射線防護の視点から見た組織反応のしきい線量—. <https://www.jrias.or.jp/books/cat/sub1-01/101-14.html> Accessed 2020.03.09
- 10) 放射線審議会 眼の水晶体の放射線防護検討部会: 眼の水晶体に係る放射線防護の在り方について(意見具申). 平成30年3月2日付け原規放発第18030211号, 2018.
- 11) 電離放射線障害防止規則の一部を改正する省令. 令和2年4月1日厚生労働省令第八十二号.
- 12) 眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会: 眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会報告書. [https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_06824.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_06824.html) Accessed 2020.03.09
- 13) ICRP Pub.113, 日本アイソトープ協会 訳: 放射線診断およびIVRにおける放射線防護教育と訓練. 日本アイソトープ協会, 東京, 2014.
- 14) 藤淵俊王, 藤田克也, 五十嵐隆元, 他: 放射線診療従事者の不均等被ばく管理の実態に基づく水晶体被ばく低減対策の提案. 日放技学誌, 77(2), 160-171, 2021.
- 15) 目黒靖浩, 渡邊 浩, 北山早苗, 他: 医療機関ならびに地方医療行政機関に対する改正省令ガイドの必要性. 日放技誌, 67(817), 20-26, 2020.
- 16) 渡邊 浩: 医療における医療被ばくと職業被ばくの課題について. 保健物理, 54(1), 74-76, 2019.
- 17) 厚生労働省: 自主点検結果の概要 <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000788913.pdf> Accessed 2021.07.29
- 18) 日本保健物理学会: 眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン <http://www.jhps.or.jp/upimg/files/suishotai-guideline.pdf> Accessed 2021.07.29
- 19) 平成29年度放射線対策委託費(放射線安全規制研究戦略的推進事業)原子力・医療従事者等の標準的な水晶体の等価線量モニタリング, 適切な管理・防護はどうあるべきか?~水晶体被ばくの実態から探る~成果報告書, 2018.
- 20) 平成30年度放射線対策委託費(放射線安全規制研究戦略的推進事業)原子力・医療従事者等の標準的な水晶体の等価線量モニタリング, 適切な管理・防護はどうあるべきか?~水晶体被ばくの実態から探る~成果報告書, 2019.
- 21) 渡邊 浩, 目黒靖浩, 北山早苗, 他: 医療被ばくの適正管理に関する医療法施行規則改正の理解度と施行日までの達成可能性. 日放技誌 68(819), 30-37, 2021.
- 22) 不均等被ばくを伴う放射線業務における被ばく線量の実態調査と線量低減に向けた課題評価に関する研究. 労災疾病臨床研究事業補助金平成30年度総括・分担報告書(研究代表者 樺田尚樹). 2019.