

# IVRに関わる医師の水晶体被ばく線量および被ばく管理に関する調査研究

*Research on the eye lens exposure doses and exposure management of doctors involved in Interventional Radiology*

荒井 一正<sup>1)</sup>, 渡邊 浩<sup>2)</sup>, 目黒 靖浩<sup>3)</sup>, 北山 早苗<sup>4)</sup>, 矢部 智<sup>5)</sup>, 佐々木 健<sup>6)</sup>, 長谷川 健<sup>7)</sup>, 福住 徹<sup>8)</sup>, 川崎 英生<sup>9)</sup>, 佐藤 洋一<sup>10)</sup>

1) 武蔵野赤十字病院 放射線科 2) 群馬バス大学 医療技術学部放射線学科 教授 3) 北海道労働保健管理協会 放射線部  
4) さいたま赤十字病院 放射線科部 5) 越谷市立病院 中央診療部門放射線科 6) 上尾中央総合病院 放射線技術科  
7) 総合病院土浦協同病院 放射線部 8) 獨協医科大学病院 放射線部  
9) 順天堂大学医学部附属順天堂医院 放射線部 10) 甲府共立病院 放射線室

**Key words:** Medical exposure, Medical Law Enforcement Regulations, Radiation protection, Exposure management, Lens exposure dose

## [Abstract]

The Ministry of Health, Labour and Welfare revised the “Regulation on Prevention of Ionizing Radiation Hazards,” which was established based on the Industrial Safety and Health Act, and enforced it from April 1, 2021. Of particular emphasis is the reduction of the equivalent dose limit for eye lens exposure. A study group was formed to review the exposure limit for the eye lens in Japan; their report stated that many medical workers experience radiation exposure to the eye lens, and that appropriate individual exposure doses have not been measured. We conducted a fact-finding survey to investigate radiation exposure by medical doctors involved in the interventional radiology department at each medical institution. Our results clearly show that by introducing the standard for lowering the dose limit, some doctors will be exposed to radiation exceeding the recommended dose limit, and that even currently, the exposure dose for doctors is not being measured correctly at medical institutions.

## 【要旨】

労働安全衛生法の電離放射線障害防止規則の一部が改正され、2021年4月1日から施行・適用された。ここで特に強調されているのは、眼の水晶体被ばくの等価線量限度の引き下げに関することである。厚生労働省の眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会では、水晶体被ばくは医療従事者に多いにもかかわらず、適切な個人被ばくの線量測定が行われていないと報告している。これに伴いわれわれは、各医療機関におけるIVRに関わる医師の被ばく実態調査を行った。その結果、線量限度の引き下げにより線量限度を超えてしまう医師が少なからず存在し、さらに医師の被ばく線量が正しく測定されていない実態が明らかとなった。

## 緒言および目的

労働安全衛生法の電離放射線障害防止規則の一部が改正され、2021年4月1日から施行された。ここで特に強調されているのは、眼の水晶体被ばくの等価線量限度の引き下げに関することである。改正省令の要点は①外部被ばくによる線量の測定について今までの1センチメートル線量当量、70マイクロメートル

線量当量の測定に加え、水晶体等価線量に鑑み3ミリメートル線量当量が追加されたこと②放射線業務従事者等に係る眼の水晶体における等価線量限度について、1年間の線量限度が150mSvから50mSvに引き下げられたことと、2021年4月1日を始期とし5年ごとに区分した各期間につき100mSvという限度が追加されたこと——である。

厚生労働省の第2回「眼の水晶体の被ばく限度の見

ARAI Kazumasa<sup>1)</sup>, WATANABE Hiroshi<sup>2)</sup>, MEGURO Yasuhiro<sup>3)</sup>, KITAYAMA Sanae<sup>4)</sup>, YABE Satoshi<sup>5)</sup>, SASAKI Takeshi<sup>6)</sup>, HASEGAWA Takeshi<sup>7)</sup>, FUKUZUMI Toru<sup>8)</sup>, KAWASAKI Hideo<sup>9)</sup>, SATO Yoichi<sup>10)</sup>

- 1) Department of Radiological Technology, Japanese Red Cross Musashino Hospital
- 2) School of Radiological Science, Faculty of Health Sciences, Gunma Paz University, Professor
- 3) Department of Radiological Technology, Hokkaido Industrial Health Management Fund
- 4) Department of Radiological Technology, Japanese Red Cross Saitama Hospital

- 5) Department of Radiology, Central Medical Division, Koshigaya Municipal Hospital
- 6) Department of Radiological Technology, Ageo Central General Hospital
- 7) Department of Radiological Technology, Tsuchiura Kyodo General Hospital
- 8) Department of Radiology, Dokkyo Medical University Hospital
- 9) Department of Radiology, Juntendo University Hospital
- 10) Department of Radiological Technology, Kofu-Kyoritsu hospital

Received May 23, 2021; accepted December 2, 2021

直し等に関する検討会」の樺田資料3によれば、放射線業務従事者で改正後の線量限度値を用いて線量限度を超える職種で多いのは医療職と報告している。また2017年度の放射線業務従事者（原子力、除染、廃炉作業者を除く）511,499人のうち、大半の放射線業務従事者は水晶体の等価線量が年間20mSv以下であったが、2,236人が年間20mSvを超えていた。2017年度の一般医療における放射線業務従事者364,740人のうち、水晶体の等価線量20mSvを超えていた人数は2,221人で全体の0.6%であると報告している<sup>1)</sup>（50mSvを超えた一般医療における放射線業務従事者は369人で全体の0.1%）。従って20mSvを超える放射線業務従事者は、全体の99%以上が医療関係者であり、法改正に伴う水晶体の等価線量限度の引き下げで最も関係するのは医療分野ということになる。また同検討会の樺田資料5では、年間20mSv以上水晶体に被ばくした医師は、循環器内科医、消化器内科医・消化器外科医、放射線科医、整形外科医の順で多く、50mSv以上被ばくした医師は消化器内科医、整形外科医、脳神経外科医、循環器内科医の順に多いことが示されている<sup>2)</sup>。さらに第6回水晶体に関する検討会の樺田資料4では、適切な線量測定が行われていない事例が散見される<sup>3)</sup>との報告があった。先行文献で目黒らは、2020年施行の医療法施行規則改正省令ガイドの必要性調査の中で、Interventional Radiology（以下、IVR）のX線透視線量は医師の判断と裁量に委ねられ、過剰被ばくを判断することが容易ではないことを指摘している<sup>4)</sup>。このことから、改正省令施行後では線量限度を順守した医師の被ばく管理が今まで以上に難しくなることが予想される。そこでわれわれは、各医療機関において被ばく線量が多いとされる、IVRに携わる医師の適切な被ばく管理が施行されているかアンケート調査を行い、全国病院施設の被ばく管理の実態から、改正省令に伴い水晶体被ばくの線量限度を超えてしまう医師数、医師の個人線量計の正確な被ばく測定状況、水晶体被ばく低減に関する医師のX線防護具の使用状況、X線防護眼鏡の保有状況と使用状況、職業被ばくと患者被ばくを管理する管理体制の調査で、医療機関の現状の問題点を明らかにすることを研究目的とした。

## 1. 方法

### 1-1 調査方法

日本放射線公衆安全学会の会員が所属する医療機関

217病院（日本放射線公衆安全学会の会員が所属する赤十字病院の12施設を除く）と全国赤十字病院91病院の合計308の医療機関を対象に、IVRに携わる医師の水晶体被ばく線量および被ばく管理に関する調査依頼を電子メールで送信し、Googleフォームで回答を得る方法でアンケート調査を施行した。調査期間は、2020年10月1日から2021年1月31日までとした。

調査内容は、施設名、記載者氏名、記載者メールアドレス、各医療機関で記録されている医師の2019年度1年間と2015年度から2019年度までの5年間の合計値の水晶体被ばく線量、個人線量計の測定状況、水晶体専用線量計の導入状況、X線防護具の使用状況、X線防護眼鏡の保有個数と使用状況、職業被ばくと患者被ばくを管理する病院の管理体制について設問した。

### 1-2 倫理的手続き

本調査研究は、2020年9月に武蔵野赤十字病院の臨床研究倫理審査委員会による臨床研究倫理審査の承認（承認番号：武蔵総第698号）を得た。

## 2. 結果

### 2-1 【基本情報】

#### 2-1-1 回答率および回答者

回答施設は74施設で回答率は24%（74/308）であった。日本放射線公衆安全学会の会員が所属する施設の回答率は17%（37/217）、赤十字病院施設の回答率は41%（37/91）であった。

回答者数は74人で全て診療放射線技師による回答であった。職位は部長・技師長級が26%（19/74）、課長級が24%（18/74）、係長級が27%（20/74）、職位なしの方が23%（17/74）であった。

#### 2-1-2 回答施設の病床数

回答施設の病床数は、600床以上24%（18/74）、300～599床47%（35/74）、100～299床16%（12/74）、100床未満12%（9/74）であった（Fig.1）。

#### 2-1-3 医療機関の診療科別医師数の調査

診療科別医師を、先行文献<sup>2)</sup>で水晶体被ばく線量が多い以下の6診療科に分類して調査した。IVRを施行している循環器内科医師（以下、循環器内科医）、IVRを施行している放射線科診断医師（以下、放射線科診断医）、IVRを施行している脳神経外科医師（以下、脳神経外科医）、主にX線TV室でIVRを施行し

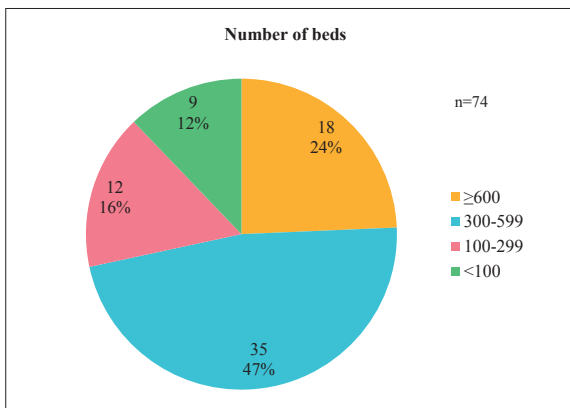


Fig.1 Number of beds in medical institutions

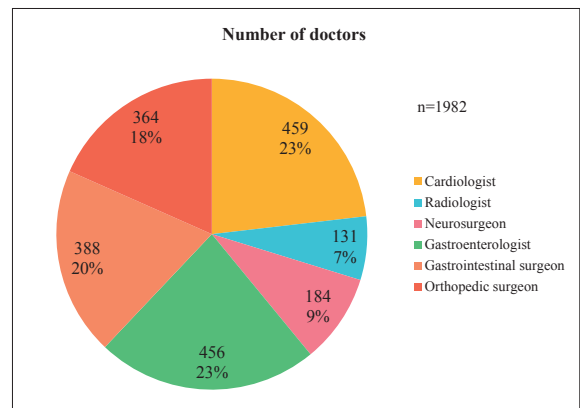


Fig.2 Number of doctors by specialty at medical institutions

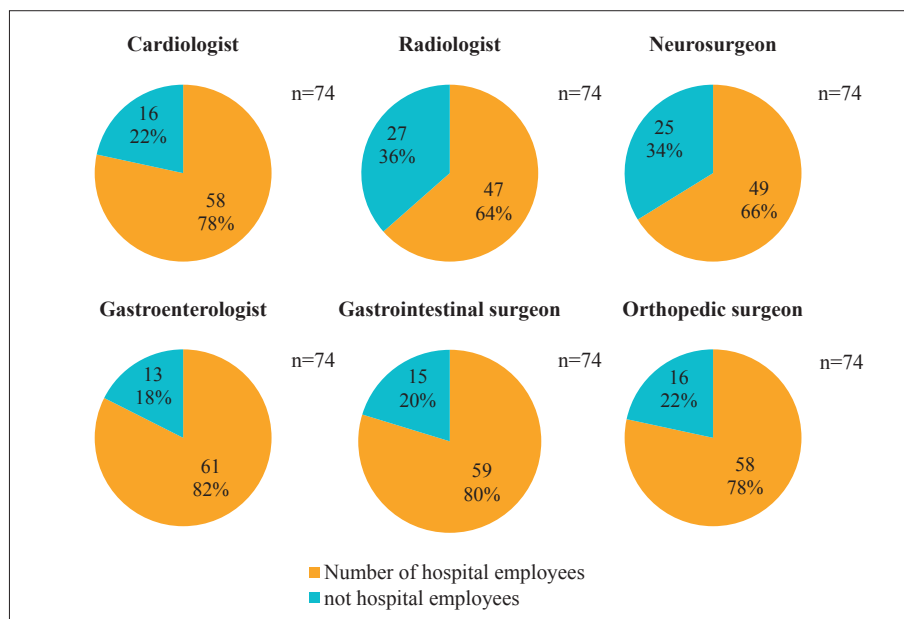


Fig.3 Percentage of medical institution specialists

ている消化器内科医師（以下、消化器内科医）、主にX線TV室でIVRを施行している消化器外科医師（以下、消化器外科医）、主にX線TV室でIVRを施行している整形外科医師（以下、整形外科医）の6分類とした。

調査結果は、循環器内科医が従事する医療機関数と医師数は58施設459人、放射線科診断医は47施設131人、脳神経外科医は49施設184人、消化器内科医は61施設456人、消化器外科医は59施設388人、整形外科医は58施設364人であった（Fig.2）。

診療科別医師ごとの区分の調査については、それぞれ上記医療機関数と上記医師数を分母として割合（%）を示す。その他の診療科別医師ごとの区分に関係のない設問に関しては、施設の有効回答数74を分母として割合（%）を示す。

#### 2-1-4 施設に常勤する診療科別医師の割合

回答施設に各診療科別医師が在籍する割合を Fig.3 に示す。

#### 2-2 【水晶体被ばく状況】

眼の水晶体の等価線量限度の引き下げを適用した場合に、線量限度を超えてしまう医師数の実態調査の結果を Table 1 に示す。

2-2-1 2019年度の1年間の水晶体の等価線量が20mSv以上被ばくした診療科別医師数と、2015年から2019年度までの5年間の合計値の水晶体被ばくが100mSv以上になった診療科別医師数を Table 1 に示す。

結果より、1年間の水晶体の等価線量が20mSv以

Table 1 Situation of doctor's lens exposure

	Total number of doctors (n=1982)	Cardiologist (n=459)	Radiologist (n=131)	Neurosurgeon (n=184)	Gastroenterologist (n=456)	Gastrointestinal surgeon (n=388)	Orthopedic surgeon (n=364)
≥ 20 mSv within one year	69 (3.5)	43 (9.4)	3 (2.3)	0 (0.0)	14 (3.1)	5 (1.3)	4 (1.1)
≥ 100 mSv in a 5-year period	57 (2.9)	37 (8.1)	3 (2.3)	1 (0.5)	14 (3.1)	2 (0.5)	0 (0.0)

Unit : Number of doctors (%)

Table 2 Management status of personal exposure dosimeters

	Cardiologist (n=459)	Radiologist (n=131)	Neurosurgeon (n=184)	Gastroenterologist (n=456)	Gastrointestinal surgeon (n=388)	Orthopedic surgeon (n=364)
Number of doctors	(n=459)	(n=131)	(n=184)	(n=456)	(n=388)	(n=364)
Number of medical institutions	(n=58)	(n=47)	(n=49)	(n=61)	(n=59)	(n=58)
Dosimetry status of uneven exposure in medical institutions						
Personal dosimeter measure in 2 places	53 (91)	42 (89)	44 (90)	55 (90)	37 (63)	41 (71)
Personal dosimeter measure in 1 place	4 (7)	5 (11)	4 (8)	5 (8)	14 (24)	14 (24)
No personal dosimeter	1 (2)	0 (0)	1 (2)	1 (2)	8 (14)	3 (5)

Unit : Number of medical institution (%)

Percentage of dosimetries performed by specialist doctors using their personal dosimeters						
≥ 80% used	311 (68)	118 (90)	113 (61)	241 (53)	141 (36)	163 (45)
≥ 50 - < 80% used	35 (7)	2 (2)	15 (8)	68 (15)	30 (8)	48 (13)
< 50% used	63 (14)	3 (2)	47 (26)	110 (24)	146 (38)	100 (27)
unknown	50 (11)	8 (6)	9 (5)	37 (8)	71 (18)	53 (15)
Percentage of accurate dosimetries by specialist doctors						
accurate measurements	374 (82)	121 (92)	128 (70)	283 (62)	180 (46)	201 (55)
wrong measurements	11 (2)	0 (0)	4 (2)	25 (6)	37 (10)	26 (7)
unknown	74 (16)	10 (8)	52 (28)	148 (32)	171 (44)	137 (38)

Unit : Number of doctors (%)

上被ばくする割合が高い医師は、循環器内科医の9%、消化器内科医の3%、放射線科診断医の2%であることが示された。また5年合計の水晶体被ばくが100mSv以上被ばくする割合が高い医師は、循環器内科医の8%、消化器内科医の3%、放射線科診断医の2%であった。

### 2-3 【個人線量計の管理状況】

個人線量計を正しく使用することで正確な被ばく評価が可能となる。このため不均等被ばくの測定状況や個人線量計の使用実態、個人線量計の測定位置の調査結果をTable 2に示す。

#### 2-3-1 各医療機関の診療科別医師ごとの個人線量計配布状況の調査（不均等被ばくへの対応）

診療科別の医師に対する個人線量計配布状況の結果をTable 2に示す。診療科別医師ごとに個人線量計の配布状況を以下の3分類に分けて調査を行った。分類は、不均等被ばくが測定可能な頭頸部用と胸腹部用の

2個の線量計を配布している施設、不均等被ばくの測定が不能な線量計を1個のみ配布している施設、線量計を配布していない施設に分類した。

不均等被ばくの測定ができていない場合、正確な水晶体被ばく線量の測定は不可能となる。このことを踏まえて診療科別医師ごとに結果をまとめてみると、循環器内科医、放射線科診断医、脳神経外科医、消化器内科医に関しては、約10%の施設が不均等被ばくを測定できていない。さらに消化器外科医や整形外科医に関しては、線量計が1個のみの配布の施設と配布されていない施設を合計すると約30%の施設が不均等被ばくを測定できていない。X線TV室で手技を施行する医師の方が、不均等被ばくの測定ができていない施設割合が多いことが示された。

#### 2-3-2 診療科別医師ごとの個人用線量計の装着実態の調査（個人線量計の使用実態）

診療科別医師ごとの個人線量計の装着状況の調査結果をTable 2に示す。分類は以下の3分類に分けて調

査を行った。80%以上 IVR治療・検査時に個人線量計を装着している医師数 (IVR治療・検査数に対して80%以上の装着率の医師数)、50%以上80%未満IVR治療・検査時に個人線量計を装着している医師数 (IVR治療・検査数に対して50%以上80%未満の装着率の医師数)、50%未満IVR治療・検査時に個人線量計を装着している医師数 (担当治療・検査数に対して50%未満の装着率の医師数)。

本来、装着すべき労働環境において個人線量計の装着ができていない実態が示唆された。90%以上の割合で個人線量計を装着できている医師は、放射線科診断医である。消化器外科医36%、整形外科医45%、消化器内科医53%、脳神経外科医61%、循環器内科医68%にとどまり、診療科医師によっては個人線量計の被ばく計測値が不正確で過小評価していることが示された。

2-3-3 診療科別医師ごとの頭頸部用の個人用線量計の装着位置の調査

診療科別医師ごとに頭頸部用個人線量計の装着位置の調査を行った結果を Table 2 に示す。分類は以下の3分類に分けた。正しい位置に頭頸部用線量計を装着している医師、誤った位置に装着している医師、装着状況が不明であった医師。

頭頸部用の線量計を誤った位置に装着していた診療科別医師は、消化器外科医の10%、整形外科医の7%、消化器内科医の6%、脳神経外科医の2%、循環器内科医の2%、放射線科診断医の0%であった。主にX線TV室で手技を施行している医師に装着位置の間違いが多いことが示された。

2-3-4 頭頸部用の個人用線量計の測定位置間違いの部位についての調査 (個人線量計の測定位置)

頭頸部用の個人用線量計の測定位置間違いの部位についての調査を行った。全回答数は19件であった。多かった回答順は、X線防護衣の内側の胸ポケットが47% (9/19)。X線防護衣の外側胸部が21% (4/19)。X線防護衣の外側の背中側が16% (3/19)。帽子の後頭部が5% (1/19)。頭頸部用と胸腹部用を逆に装着が5% (1/19)。胸腹部用は着けるが頭頸部用を着けないが5% (1/19)であった。

2-3-5 眼の水晶体専用線量計の導入状況についての調査

眼の水晶体専用線量計の導入状況について調査を行った。水晶体専用線量計を使用している施設は9% (7/74) で、使用していない施設は91% (67/74)であった (Fig.4)。現状、多くの施設で水晶体専用線量計は使用されていない状況であった。

2-4 【X線防護】

X線の遮蔽板や防護クロス・X線防護眼鏡の使用は、眼の水晶体被ばく線量を低減する重要な器具である。このため各施設のX線防護器具の使用実態の調査結果を Fig.5 に示す。

2-4-1 血管撮影室で使用している天吊り遮蔽板の手技ごとの使用状況についての調査

医師の被ばく低減のため、血管撮影室で使用している天吊り遮蔽板の使用状況について以下の5種類

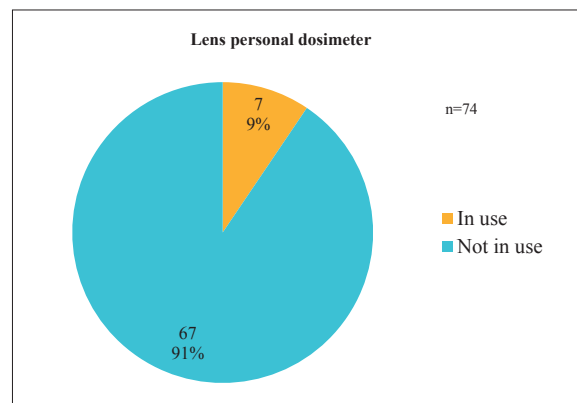


Fig.4 Usage of dosimeters for the crystalline lens of the eye at medical institutions

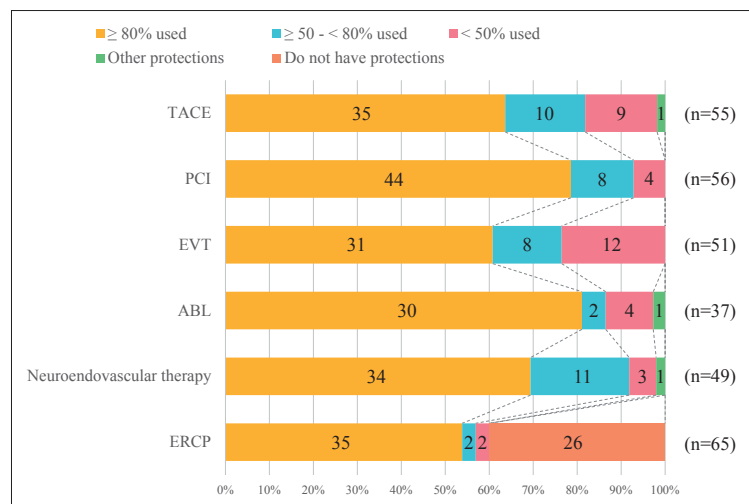


Fig.5 Usage of X-ray protective equipment

の手技について調査を行った。調査手技は、肝動脈化学塞栓術（以下、transcatheter arterial chemoembolization：TACE）、経皮的冠動脈インターベンション（以下、percutaneous coronary intervention：PCI）、末梢血管形成術（以下、endovascular treatment：EVT）、カテーテル心筋焼灼術（以下、radiofrequency catheter ablation：RFCAをABLに略）、脳血管内治療（脳動脈瘤コイル塞栓、動静脈奇形塞栓を含む全ての治療が対象）とした。調査結果をFig.5に示す。天吊り遮蔽板の使用状況の分類は以下の4分類に分けて調査した。分類は、80%以上の手技で使用している（治療件数に対して80%以上で使用）、50%以上80%未満の手技で使用している（治療件数に対して50%以上80%未満で使用）、50%未満で使用している（治療件数に対して50%未満で使用）、遮蔽BOXなど別の遮蔽方法で遮蔽している——の4分類とした。

天吊り遮蔽板の使用状況が【50%未満の使用】と少ない順位は、EVT 23%、TACE 16%、PCI 7%の結果であった。PCI・EVT・ABLにおいて天吊り遮蔽板の使用状況が【50%以上80%未満で使用する】【50%未満で使用】と答えた施設と、100mSv以上被ばくした循環器内科医の施設を重ね合わせてみると、33%（4/12施設）が同一施設であった。同様に、TACEにおいて天吊り遮蔽板の使用状況が【50%以上80%未満で使用する】【50%未満で使用】と答えた施設と、100mSv以上被ばくした放射線科診断医の施設を重ね合わせてみると、33%（1/3施設）が同一施設であった。

#### 2-4-2 内視鏡的逆行性胆道膵管造影（以下、endoscopic retrograde cholangiopancreatography：ERCP）【内視鏡的胆石採石・碎石術を含む】を施行する際のX線防護クロスの使用状況の調査

医師の被ばく低減のため、ERCP（治療・造影検査）を施行する際のX線防護クロスの使用状況についての調査を行った。調査結果をFig.5に示す。X線防護クロスの使用状況の分類は以下の4分類に分けて調査した。分類は、80%以上の手技で使用している（治療・造影検査件数に対して80%以上の使用）、50%以上80%未満の手技で使用している（治療・造影検査件数に対して50%以上80%未満の使用）、50%未満の使用状況である（治療・造影検査件数に対して50%未満の使用）、X線防護クロスを保有していない——の4分類とした。

ERCPを施行している施設の約半数（47%）の施設は医師のX線防護を行っているが、40%の施設でX線防護クロスを保有していない理由で医師のX線防護が施行されていないことが示された。ERCPにおいてX線防護クロスを【保有していない】と回答した施設に、100mSv以上被ばくした消化器内科医施設を重ね合わせると、43%（3/7施設）の施設が一致する。

#### 2-4-3 施設の撮影室ごとのX線防護眼鏡保有状況の調査

医師の水晶体被ばく低減のため、施設の撮影室ごとのX線防護眼鏡保有状況についての調査を行った。病院で管理している医師用のX線防護眼鏡保有本数は、他職種と共用している眼鏡や個人購入の眼鏡も含めた本数とした。

血管撮影室のX線防護眼鏡の保有状況の調査結果と、X線TV室のX線防護眼鏡の保有状況の調査結果をTable 3に示す。

1室当たりのX線防護眼鏡の平均保有本数は、血管撮影室が5本でX線TV室が2本であった。血管撮影室の方がX線防護眼鏡の平均保有本数が多いことが示された。

#### 2-4-4 診療科別医師のX線防護眼鏡の着用状況についての調査

X線防護眼鏡は医師の水晶体被ばくを低減する。このことから、診療科別医師ごとのX線防護眼鏡の施設着用状況が回答可能であった施設の調査結果をTable 4に示す。調査分類は以下の3分類に分けた。X線防護眼鏡を手技の80%以上で使用している（治療・検査の80%以上で眼鏡を使用している場合）、手技の50%以上80%未満でX線防護眼鏡を使用している（治療・検査の50%以上80%未満で眼鏡を使用している場合）、手技の50%未満で使用している（治療・検査の50%未満で眼鏡を使用している場合）。

X線防護眼鏡の施設使用状況は、循環器内科医の70%、放射線診断医の64%、脳神経外科医の55%、消化器内科医の29%、消化器外科医の4%、整形外科医の7%であった。血管撮影室を使用する医師と比べてX線TVを使用する医師は、X線防護眼鏡の使用率が低いことが示された。

#### 2-4-5 診療科別医師のX線防護眼鏡の未着用の要因についての調査

X線防護眼鏡の未着用の要因は、手技中画面が見づ

**Table 3 Possession status of X-ray protective glasses**

	Number of X-ray protective glasses	Number of rooms	Number of glasses per room
Angiography room	288	62	5
X-ray fluoroscopy room	120	72	2

**Table 4 Wear rate of X-ray protective glasses by specialty**

	Cardiologist	Radiologist	Neurosurgeon	Gastroenterologist	Gastrointestinal surgeon	Orthopedic surgeon
≥ 80	40 (70)	29 (64)	26 (55)	18 (29)	2 (4)	4 (7)
≥ 50 - < 80	14 (25)	9 (20)	12 (26)	23 (38)	13 (24)	14 (26)
< 50	3 (5)	7 (16)	9 (19)	20 (33)	38 (72)	36 (67)

Unit : Number of medical institutions (%)

らくなる 53% (39/74施設), オーバークラスになるため煩わしい 35% (26/74施設), X線防護眼鏡が曇る 26% (19/74施設), X線防護眼鏡の必要性を感じない 26% (19/74施設), X線防護眼鏡が重い 23% (17/74施設), X線防護眼鏡の着用で視界がゆがむ 15% (11/74施設), 水晶体被ばく線量が年20mSv以下のため 11% (8/74施設), X線防護眼鏡の着用で頭痛を生じる 5% (4/74施設), X線防護眼鏡が足りない 4% (3/74施設), 防護クロス・遮蔽板を使用しているため 3% (2/74施設) の回答であった。

**2-5 【医療機関の被ばく管理体制】**

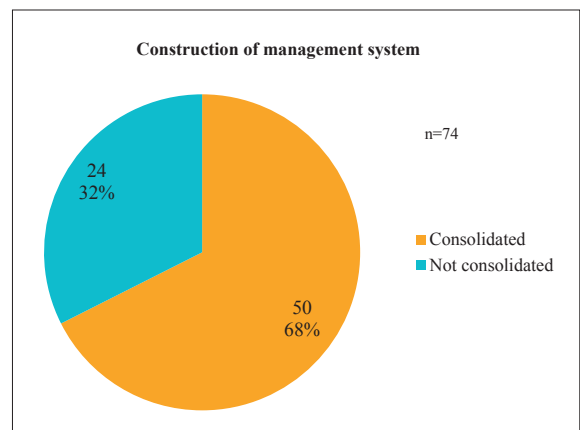
各医療機関において患者被ばくや職業被ばくをコントロールするには, 病院施設の管理体制の役割が重要と考えられる。このため院内に患者被ばくや職業被ばくをコントロールする委員会などの構築状況を調査した。

**2-5-1 職業被ばくと患者被ばくを管理する管理体制の調査**

水晶体被ばく管理を含めて病院内の職業被ばくと患者被ばくを管理する委員会など, 院内組織(線量管理・マニュアル作成・防護教育などを管理する組織)の管理体制が構築できているのかについて調査をした。調査結果は, 管理体制が構築できている施設が68% (50/74) であり, 構築できていない施設が32% (24/74) であった (Fig.6)。

**3. 考 察**

本調査結果を基に, 労働安全衛生法の電離放射線障害防止規則の一部の改正である, 放射線業務従事者の眼の水晶体に受ける等価線量の限度の引き下げに対して, 水晶体被ばくの線量限度を超えてしまう医師の課題, 医師の個人線量計の正確な被ばく測定状況, 水晶



**Fig.6 Status of consolidation of committees to manage exposure at medical institutions**

体被ばく低減に關与する医師のX線防護具の使用状況, X線防護眼鏡の保有状況と使用状況, 職業被ばくと患者被ばくを管理する管理体制の調査で医療機関の現状について考察する。

**3-1 【水晶体被ばく状況】**

本調査結果は, 先行文献<sup>2)</sup>より線量限度を超える医師の割合が多い結果を示した。医師の水晶体被ばくが線量限度を超えてしまう課題について診療科別医師ごとに考察する。水晶体被ばく線量が1年で20mSv, 5年合計で100mSv以上被ばくする医師の割合が最も高いのは循環器内科医である。また5年で100mSv以上被ばくしている医師を年間20mSv以上被ばくしている医師の施設と重ねてみると, 循環器内科医は100% (12/12施設) 同一施設, 消化器内科医は4/7施設が同一, 放射線科診断医は1/3施設が同一, 消化器外科医は1/2の施設が同一施設であった。このことから, 同一施設で恒常的に被ばくをしていることが示唆された。

今回の調査では, 年間20mSv以上被ばくする医師

数は17施設43人であった。調査結果から、80%以上の施設がPCI・EVT・ABL施行時に天吊り遮蔽板を使用して放射線防護がなされていた。それにもかかわらず、医師の水晶体被ばく線量が高くなる要因として考えられることは、透視時間や撮影回数が多いとされる慢性閉塞病変に対するPCIやEVTの施行件数が増加していることが考えられる。この課題に対して有効な医師の被ばく低減方法は、血管撮影装置の透視線量と撮影線量の低減が大切な項目であると考えられる。日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構の【資料2020年度装置基準線量の報告】(2021年4月11日現在)にもあるが、全国の病院施設で線量のバラツキがあることが示されている<sup>5)</sup>。今後、本邦の血管撮影装置の透視線量・撮影線量の標準化が期待される。次に水晶体被ばくが多い医師は、消化器内科医である。今回の調査では、年間20mSv以上被ばくする医師数は10施設14人であった。調査結果から80%以上の施設でERCP施行時にX線防護クロスを適切に使用して放射線防護がなされていた。それにもかかわらず、医師の水晶体被ばく線量が多くなる要因として考えられることは、X線防護クロスを利用しづらいPTCDなどの穿刺手技による水晶体被ばくが考えられる。この課題に対しても先に述べた被ばく低減方法と同様な考えとなるが、X線TV装置の透視線量と撮影線量の低減が医師の水晶体被ばく低減と結び付くと考えられる。

血管内治療を循環器内科医と同様に施行している放射線科診断医、脳神経外科医が、循環器内科医師と比較して水晶体被ばく線量限度を超える医師の人数割合が少ない理由として2点が挙げられる。一つは治療件数の差によるものと考えられる。もう一つは手技の違いにより術者とX線管の距離が変わることが考えられる。例えば脳血管内治療では、PCIと比較して術者の立ち位置がX線管から距離が取れるため、術者の被ばくは低減する。消化器内科医と消化器外科医、整形外科医の線量限度を超える人数割合の違いは、同様に治療件数や手技の違いが影響していることが考えられる。

### 3-2 【個人線量計の管理状況】

正確に被ばくの測定ができていないと線量限度の評価が不正確となり、放射線業務従事者の被ばくに対する影響の評価ができない。医師の健康状態を守る上でも重要な項目となる。このため不均等被ばくの測定状況と個人線量計使用状況を診療科別医師ごとに考察する。

#### 3-2-1 不均等被ばくの測定について

医師の不均等被ばくの測定については、日本循環器学会から【2021年改訂版 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4月11日現在)<sup>6)</sup>に、不均等被ばく管理については推奨クラスI、エビデンスレベルAで明記されている。結果より、循環器内科医、放射線科診断医、脳神経外科医、消化器内科医については約10%の施設が不均等被ばくを正確に測定できていないため、医師の水晶体被ばく線量を過小評価している。また消化器外科医に関しては37%、整形外科医に関しては29%の施設が水晶体被ばく線量を過小評価している。施設ごとの個人線量計の配布状況の違いに関しては、測定に関する費用が病院負担になっているため、医療機関ごとに配布状況の違いがあると考えられる。このような施設間のバラツキを減らすには、本邦の行政機関による不均等被ばく測定に関する医療機関への監査指導や、被ばく線量測定に関する費用補助の推進が必要と考えられる。

#### 3-2-2 個人線量計の使用状況について

医師の眼の水晶体被ばくに関して一番大切なことは、水晶体被ばく線量が線量限度を超えないように被ばく低減の対応を推進することである。被ばく低減の対応を推進するに当たって、眼の水晶体被ばくが多いのか少ないのか正確に測定できていないと、場合によっては大きく被ばくを過小評価することがある。今回の結果より、個人線量計の使用状況に関して診療科別医師間で使用状況が大きく異なる。血管内治療を主に施行している放射線科診断医は、90%の医師が個人線量計による正確な被ばく測定ができていない。これに対して循環器内科医は68%、脳神経外科医は61%と正確な測定割合が下がっている。さらにX線TV室で手技を施行する消化器内科医の正確な測定は53%、整形外科医は45%、消化器外科医は36%にとどまっている。この結果は、放射線科診断医を除いた医師の水晶体被ばく線量評価を大きく過小評価していると言わざるを得ない。これを改善するには、各専門学会から被ばく線量測定の必要性の情報発信と各医療機関における個人線量測定に関する教育や指導、さらに必要に応じて行政機関によるシークレットサーベイによる行政指導も必要と考えられる。また第2回水晶体に関する検討会の櫻田資料7の報告では、診療放射線技師が「声掛け」を実施したところ、個人線量計は全員が装着したとの報告がある<sup>7)</sup>。このことから、診療放射線技師の声掛けによる現場対応も線量測定の改善に



つなげられると考えられる。

### 3-2-3 頭頸部線量計の装着位置間違えについて

頭頸部用の線量計の装着位置間違いは、消化器外科医、整形外科医、消化器内科医の主にX線TV室で手技を施行している医師の装着位置間違いが多い結果であったが、これに関しても個人線量測定に関する教育や指導が重要になると考えられる。

### 3-2-4 水晶体専用線量計の導入状況について

水晶体専用線量計の使用状況は、9% (7/74) の施設の利用にとどまっている。現状、多くの施設で測定している水晶体の被ばく線量は、線量計を2個装着して不均等被ばくを測定している。この線量値は、X線防護眼鏡の使用が考慮されない線量値である。仮にこの線量値が年間20mSvを超えてもX線防護眼鏡を使用していれば過大評価した線量値となる。そのため水晶体専用線量計を利用する場合は、現状、測定している不均等ばくで1年間の水晶体等価線量値が20mSv以上になる医師に限定して使用の方が経済的である。管理費用を最小限に抑えることが現実的ではないかと考えられる。

## 3-3 【X線の防護】

X線の防護器具の有効利用は、医師の水晶体被ばくの低減に有効なことは多く知られているが、実際の使用状況は十分に使用できていない現状であった。X線防護器具に分類して考察する。

### 3-3-1 天吊り遮蔽板やX線防護クロスの使用状況について

結果より、血管内治療時に使用する天吊り遮蔽板の使用状況が少ない施設においては、少数の施設であるが水晶体の被ばく線量限度を超えてしまう医師が含まれている。天吊り遮蔽板やX線防護クロス使用率の低い施設の要因に関しては、医師の中に術者被ばくに関する防護意識の低い医師が少数存在していることが考えられる。これを改善するには、放射線防護意識の高い医師を増やす職場風土に改善する必要がある。防護意識の高い職場風土をつくるには、放射線防護教育や現場指導が大切であり、関連学会からの教育支援も必要である。また別の要因としては、天吊り遮蔽板と血管撮影装置のCアームや血管穿刺ルートに干渉し、手技の妨げの原因になり遮蔽板を使用しない場合が考えられる。今後の課題としては、医師の防護意識向

上と手技の妨げにならない天吊り遮蔽板の開発が望まれる。

### 3-3-2 X線防護眼鏡について

X線防護眼鏡は、医師の眼の水晶体被ばくを低減するツールであることは広く周知されている。本調査結果から問題に感じた点は、血管撮影室とX線TV室で、X線防護眼鏡の保有状況や医師の着用状況が大きく違う点である。

血管撮影室の方が防護眼鏡の保有個数も多く、医師のX線防護眼鏡着用率も高い。明らかに血管撮影室で手技をする医師の方が防護意識が高いといえる。この点に関しては、血管内治療時の放射線防護に関して学会の情報発信が多いことが大きいと考えられる。日本循環器学会、日本心血管インターベンション治療学会、日本医学放射線学会、日本インターベンショナルラジオロジー学会、日本脳神経血管内治療学会などの関連学会では、医師の放射線防護に関する教育講演が多く開催されている。また診療放射線技師の放射線防護に関する演題も多く見られ、放射線防護に関して医師と情報共有ができています。今後、X線TV室を利用した診療に係る関連学会からも被ばくに関するガイドラインの発行が望まれる。またX線防護眼鏡未着用の理由は、手技中画面が見づらくなる、オーバーグラスになることが煩わしい、X線防護眼鏡が曇る、X線防護眼鏡の必要性を感じない、X線防護眼鏡が重い、X線防護眼鏡の着用で視界がゆがむなどの、X線防護眼鏡の性能に関する理由が多く、第5回水晶体に関する検討会の櫻田資料2の報告にある医師意見<sup>8)</sup>と一致しており、軽くて視界が良く曇らないX線防護眼鏡の開発が望まれる。

### 3-4 【医療機関の被ばく管理体制】

第3回水晶体に関する検討会の櫻田資料4の報告では、労働衛生対策を進めるには、経営トップの指揮の下、衛生管理者、産業医などを中核とした労働衛生管理体制を確立するとともに、労働衛生教育の徹底による労働衛生活動に対する正しい認識の下で、作業環境管理・作業管理・健康管理を総合的に実施することが必要であると報告されている<sup>9)</sup>。さらに放射線防護は、目的達成のための管理方法が明確であり、労働安全衛生マネジメントシステムによる管理が有効と報告されている。労働安全衛生マネジメントシステムを実施するには、各医療機関において被ばくを管理する委員会などが必要である。本調査では、68%の医療機関が

被ばくを管理する委員会が構築できているにとどまった。今後、各医療機関で労働安全衛生マネジメントシステムを活用して、放射線業務従事者の被ばく管理を施行することが推奨される。2020年から厚生労働省の委託支援業務として、放射線被ばくに関する労働安全衛生マネジメントシステム導入支援事業が開始されている。今後も行政機関からの継続した支援は必要と考えられる。

## 4. 結 語

今回の調査で示された問題点としては、水晶体被ばく線量測定値が不正確な医師の割合が多いこと、医師の被ばく防護が不十分な施設の割合が多いことである。放射線業務従事者の被ばく管理体制を充実させるには、労働安全衛生マネジメントシステムを導入し病院全体として放射線業務従事者の被ばく管理をしていくことが推奨されていることから、病院管理者、医療放射線安全管理責任者、産業医、現場医師、看護師、診療放射線技師がチームとなって、放射線業務従事者の健康を守る必要がある。医師の個人線量計の正確な着用やX線遮蔽板の使用においては施設で苦慮していると思われるが、診療放射線技師の声掛けを少しでも多くの施設で実施して職場環境を変化させていくことが大切である。

## 5. 利益相反

本研究に関して開示すべき利益相反事項はない。

## 謝 辞

大変お忙しい中、本調査研究のアンケート調査にご協力いただいた日本放射線公衆安全学会員の皆さま、各赤十字病院の診療放射線技師の皆さまに、心より感謝申し上げます。

## 表の説明

Table 1	医師の水晶体被ばく状況
Table 2	個人被ばく線量計の管理状況
Table 3	X線防護眼鏡の保有状況
Table 4	診療科別医師のX線防護眼鏡の装着状況

## 図の説明

Fig.1	医療機関の病床数
Fig.2	医療機関の診療科別医師数
Fig.3	医療機関の診療科別医師の割合
Fig.4	医療機関の眼の水晶体専用線量計の使用状況
Fig.5	X線防護具の使用状況
Fig.6	医療機関の被ばくを管理する委員会の構築状況

## 参考文献

- 1) 第2回眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会提出資料3. (Accessed 2020.8.1).  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11201000/000477102.pdf>
- 2) 第2回眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会提出資料5. (Accessed 2020.8.1).  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11201000/000477104.pdf>
- 3) 第6回眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会提出資料4. (Accessed 2020.8.1).  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11201000/000534350.pdf>
- 4) 日黒靖浩, 渡邊 浩, 他: 医療機関ならびに地方行政機関に対する改正省令ガイドの必要性. 日放技誌, vol.67, no.817, 2020.  
[http://www.jart.jp/activity/ib0rgt0000006kex-att/2020-11\\_paper2.pdf](http://www.jart.jp/activity/ib0rgt0000006kex-att/2020-11_paper2.pdf)
- 5) 日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構: 【資料】2020年度装置基準線量の報告. (Accessed 2021.4.11)  
<http://ivr-rt.kenkyuukai.jp/special/?id=18190>
- 6) 日本循環器学会: 2021年改訂版 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. (Accessed 2021.4.11)  
[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)
- 7) 第2回眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会提出資料7. (Accessed 2020.8.1)  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11201000/000477751.pdf>
- 8) 第5回眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会提出資料2. (Accessed 2020.8.1)  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11201000/000519683.pdf>
- 9) 第3回眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会提出資料4. (Accessed 2020.8.1)  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11201000/000490657.pdf>