

放射線診療従事者の職業被ばくと防護対策

藤淵, 俊王
九州大学大学院医学研究院保健学部門医用量子線科学分野

<https://doi.org/10.15017/2558875>

出版情報：福岡醫學雑誌. 110 (4), pp.185-194, 2019-12-25. 福岡医学会
バージョン：
権利関係：



総 説

放射線診療従事者の職業被ばくと防護対策

九州大学大学院医学研究院保健学部門 医用量子線科学分野

藤 淵 俊 王

はじめに

放射線は医療現場において X 線撮影, 透視検査, 血管造影検査, Interventional Radiology (IVR), X 線 CT 検査, 核医学検査, 放射線治療など様々な診療で利用され, 装置の普及とともに検査数は国際的にも増加している. 特に日本では放射線診療機器が多く設置されていることもあり, 医療被ばくが高いことが知られている¹⁾. また放射線を取り扱うことは, 医療従事者も業務の結果被ばくする可能性がある. 医療法施行規則において, X 線装置等の取扱い, 管理業務をする者で, 放射線管理区域に立ち入る医師, 歯科医師, 診療放射線技師, 看護師, 歯科衛生士, 臨床検査技師, 薬剤師等は放射線診療従事者 (以下, 従事者) として定められ, これらの者が業務で受ける被ばくを「職業被ばく」とし, 線量限度を超えないよう被ばく管理することとなっている.

近年の放射線診療装置, 特に手術などで使用する外科用イメージング装置の普及に伴い, 画像診断部門以外での放射線利用が増加し, 患者と従事者の放射線管理が問題として国際放射線防護委員会 (ICRP : International Commission on Radiation Protection) では Publication 117 で取り上げられている²⁾. また医療現場においては ICRP Publ. 85³⁾ で散乱線により被ばくした IVR 医療スタッフが後嚢下白内障を発症した事例も紹介されていたが, 2011 年 4 月には, 新たな知見に基づき, 眼の水晶体の白内障のしきい線量を 0.5 Gy, 水晶体の等価線量限度を 5 年間の平均で年 20 mSv に引き下げる声明を発表し, その科学的根拠を ICRP Publ. 118 として公開した⁴⁾. 今回の声明を受け国内でも法令改正の準備が進められている. 本稿では, 医療現場における水晶体を含めた従事者の被ばくとその防護方法の現状および医療現場での課題について報告する.

1. 水晶体の白内障しきい線量と線量限度に関する国際動向と国内の状況

1-1 放射線誘発白内障のしきい線量と線量限度

ICRP Publ. 118 では, これまで 8 Gy 以上としてきた放射線誘発白内障のしきい線量を, 近年の組織影響に関する原爆被爆者やチェルノブイリ原発事故の関係者の疫学調査研究結果等を踏まえ, 0.5 Gy に変更した. この大幅なしきい線量の引き下げに伴い, 計画被ばく状況における従事者の水晶体の等価線量限度について, これまでの年間 150 mSv から 5 年間の年間平均線量を 20 mSv (かつ単年度 50 mSv) にすべき, とした. ICRP による水晶体のしきい線量と等価線量限度の変更点を表 1 に示す. 2014 年には国際的な放射線安全基準を定めている国際原子力機関 (IAEA : International Atomic Energy Agency) も, 国際基本安全基準の改訂版において ICRP の新しい水晶体の等価線量限度を取り入れ, 技術報告書 Technical Documents (IAEA-TECDOC) 1731 では, 水晶体の被ばく線量モニタリングにおいて, 高レベル被ばくを伴う作業者の分類と, 低エネルギー X 線による被ばくや不均等被ばくを伴う作業者に対して線量限度を超えることのないよう線量測定や評価方法について十分な検討を求めている⁵⁾. この要件に当てはまる作

表1 水晶体の混濁および白内障のしきい線量, および ICRP が勧告する眼の水晶体等価線量限度

影 響	しきい線量 急性被ばく	多分割・遷延被ばく	慢性被ばく（数年以上 の長期被ばく）	水晶体の等価線量限度
ICRP 勧告	41 (1984)			
検出可能な混濁	0.5-2 Gy	5 Gy	> 0.1 Gy/年	150 mSv/年
視覚障害性白内障	5 Gy (2-10 Gy)	> 8 Gy	> 0.15 Gy/年	
ICRP 勧告	118 (2012)			
検出可能な混濁	N.A.	N.A.	N.A.	5年平均 20 mSv, かついかなる1 年間も 50 mSv を超えないこと
視覚障害性白内障	0.5 Gy	0.5 Gy	0.5 Gy	

表2 医療機関における職種別の実効線量の分布 (2017年度)⁶⁾

職 種	年実効線量 [mSv/年]										平均
	< 0.10	0.10-1.00	1.01-5.00	5.01-10.00	10.01-15.00	15.01-20.00	20.01-25.00	25.01-50.00	50 <		
医師 (n=158,892)	127,106	21,997	7,616	1,503	394	155	56	63	2	0.29	
診療放射線技師 (n=55,922)	23,204	18,020	13,165	1,193	211	77	18	32	2	0.88	
看護師 (n=105,293)	83,492	17,547	3,990	224	25	8	2	4	1	0.15	
その他 (n=63,945)	52,745	8,215	2,590	285	67	25	7	10	1	0.18	

業者として、医療分野では IVR に携わる従事者が挙げられている。しかし他の放射線検査においても高い被ばくを伴う可能性はあり、現場の状況を踏まえて等価線量限度を超えないよう、従事者の被ばくに対する認識と積極的な放射線防護、管理が一層求められる。

1-2 国内の医療現場における従事者の被ばくの状況

個人線量測定サービス機関の統計データによると、2017年度の医療分野における職種別の年間実効線量は、医師で0.29 mSv/年、診療放射線技師で0.88 mSv/年、看護師で0.15 mSv/年、となっている(表2)⁶⁾。平均値としては診療放射線技師が高いが、20 mSv/年以上被ばくしている実数としては医師が多い。各施設で被ばく量の高い業務内容を把握し、効果的な防護対策をすることが求められる。

水晶体被ばくの状況について、2016年度の業種別水晶体の年等価線量では、医療関係者が最も高く、年間20 mSv以上の被ばく者が0.12% (356,117名中426名)と報告されている⁷⁾。他の工業関係者や研究教育関係者では数名程度で、医療関係者に突出していることがわかる。現行法令上の等価線量限度を上回することはほとんどなく、この結果は放射線防護眼鏡を装着した際の遮蔽効果は考慮していないと思われるが、将来等価線量限度が引き下げられた場合、適切な防護と評価がされていないと線量限度を超過する医療従事者が多く出てくる可能性があるため、適切な対応が求められる。

1-3 放射線防護眼鏡による水晶体の放射線防護対策

水晶体被ばくの有効な放射線防護方法の一つとして、放射線防護眼鏡の使用が挙げられる。ただ、防護眼鏡のデザインやレンズの材質(鉛の含有率)によっても遮蔽能力は異なることから、検査の被ばくの状況に適した防護眼鏡の選択が求められる⁸⁾。デザインおよび鉛当量の異なる防護眼鏡のX線入射方向別の遮蔽能力の評価例を図1に示す。

頭部ファントムの右眼の水晶体の位置に小型線量計を配置し、上下左右様々な方向からX線を照射して、防護眼鏡の有無による水晶体位置での線量比を評価した。使用した防護眼鏡は、A;鉛当量0.15 mmPbで鼻あてに鉛シートによる遮蔽あり、B鉛当量0.07 mmPbで鼻あての遮蔽無しである。遮蔽率は正面においてAが70%、Bが50%であった。左右方向の遮蔽率に関して、Aは±90°でほぼ一定の遮蔽率を示したのに対し、Bでは左右方向において30°から50°において鼻あて部分のX線の透過による遮蔽

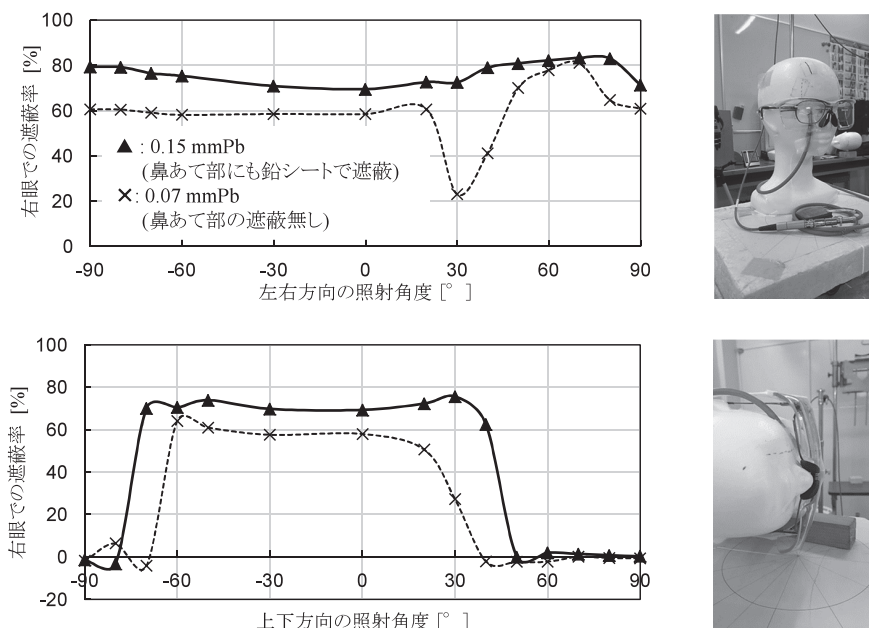


図1 左右方向および上下方向からの右眼の位置での遮蔽率。
 上段：左右方向からの照射で、マイナス方向は作業者の右側から、プラス方向は作業者の左側からの照射を示す。右の写真は斜め（マイナス方向）からの照射時の例。
 下段：上下方向からの右眼の位置での遮蔽率。マイナス方向は作業者の足側から、プラス方向は作業者の頭側からの照射を示す。右の写真は足側（マイナス方向）からの照射時の例。

率の低下がみられた。上下方向では、Aにおいて通常の眼鏡の上から使用した状態で足側70°頭側40°近くまで一定の遮蔽率を示した。通常の眼鏡の上に掛けることにより眼とレンズの間隙が大きくなり、上下方向からの遮蔽能力が低下する。なお本評価では発泡スチロール製頭部ファントムを使うことで、ファントムによる吸収や散乱の影響は含まれておらず、防護眼鏡による遮蔽効果のみを示している。ファントムは通常成人に比べ多少小さく、頭の形状の個体差や防護眼鏡の掛け方、通常の眼鏡の大きさにより眼鏡と頬の間隙が異なり、これらが遮蔽効果に影響を及ぼすと考えられる。また実際には頬や皮膚による吸収もあり、特に下方向から水晶体へ到達する線量は、より低いと考えられる。

2. 医療現場における検査別の職業被ばくと防護対策

X線検査時、介助や処置のため、照射中に従事者が検査室内に立ち入り作業する際に被ばくする可能性がある。X線のエネルギーは比較的低いため、遮蔽による防護が効果的であり、防護衣や防護眼鏡等が用いられているが、長時間の作業では重く疲れるという声も聞く。その他血管造影検査室では天井からの吊り下げアームによる衝突等も用いられている。効果的に遮蔽するには、被ばくのもととなる放射線（散乱線）の発生源を特定することが重要となる。以下、各放射線診療現場における被ばく状況の特徴を示す。

2-1 一般撮影・病室撮影

一般撮影において検査室外で照射をすれば被ばくすることはないが、小児やお年寄り、体の不自由な方、救急撮影で意識が朦朧としているなど静止することの困難な患者には、介助のため室内に入った状態で撮影することがある。従事者への被ばくのもととなる散乱線は主に患者から発生するが、介助時は患者を直接抑える必要があり、近づかざるを得ない。

患者を模擬した体幹部のファントムおよび医療従事者の頭部を模擬したファントムを用い、医療従事者が胸部および腹部X線撮影の介助をする際の水晶体線量を同じ線量計を用いて評価した⁹⁾。国内での一

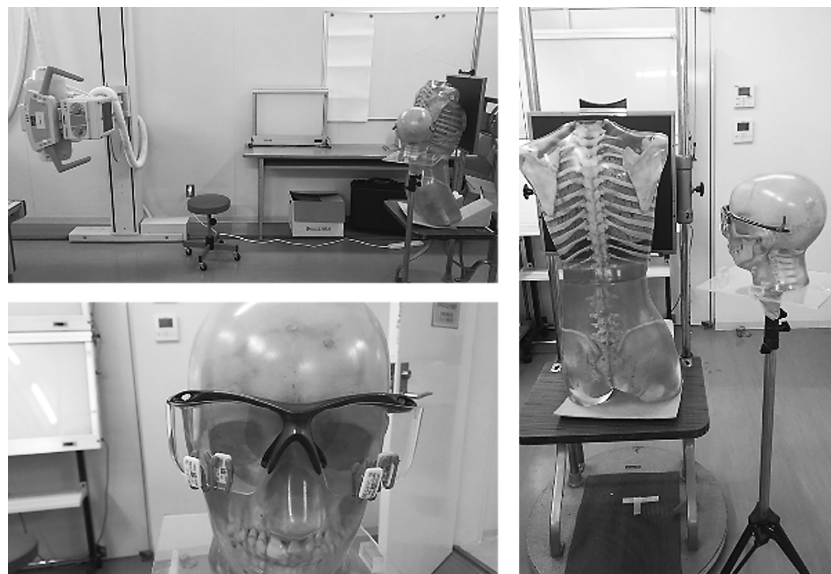


図2 胸部撮影介助時の医療従事者の水晶体線量評価の配置図
 左上：X線管と患者ファントム，介助者頭部ファントムの位置関係，右：照射方向からの写真，左下：防護眼鏡の両側内外に水晶体等価線量評価用線量計を装着した写真。

表3 立位胸部および腹部 X 線撮影の介助時の従事者の水晶体等価線量

線量計位置	胸 部 撮 影		腹 部 撮 影	
	1 介助当りの 3 mm 線量当量 [mSv/5mAs]	20 mSv に到達する回数	1 介助当りの 3 mm 線量当量 [mSv/30mAs]	20 mSv に到達する回数
右眼内側	0.003	6,154	0.030	667
右眼外側	0.008	2,667	0.113	178
左眼内側	0.004	5,333	0.033	606
左眼外側	0.013	1,600	0.180	111

一般的な立位胸部 X 線撮影条件 (120 kV, 5 mAs), および立位腹部撮影条件 (80 kV, 30 mAs) で照射した際の介助位置での水晶体等価線量を評価した。患者入射表面から従事者の水晶体までの距離は 30 cm, 患者入射表面と従事者の水晶体の角度は 20° とした。実験時の写真を図 2 に示す。防護眼鏡として鉛当量 0.07 mmPb の HF-400S (東レ・メディカル) を使用した。防護眼鏡の左右のレンズの内外に水晶体等価線量測定用の線量計である Vision (長瀬ランダウア) を配置した。測定結果を表 3 に示す。1 介助当たりの水晶体等価線量は照射する放射線量に応じ、腹部撮影で防護眼鏡をしない場合は、1 日 1 介助以上を 1 年間繰り返すと 5 年間 100 mSv の平均値である 20 mSv/年を超えることとなる。医療安全の観点から撮影時の患者の転倒等を防ぐことは医療従事者として遵守することが求められる一方で、小児やお年寄り、救急患者が多い施設は介助する可能性もより高く、水晶体等価線量が数 mSv なることが考えられる。X 線撮影専用の患者固定具などで固定出来ればよいが、室内に入る必要がある際は防護衣の装着はもちろん、照射野内に従事者の手などが入らないこと、また可能であればリスクの理解を得て家族等の介助を受けることで職業被ばくを低減できる。ICU や救急診療で X 線撮影室に移動の困難な患者に対してはポータブル X 線装置による撮影が実施されるが、装置本体などの陰に隠れるなど被ばく低減に心がける必要がある¹⁰⁾。

2-2 X 線 CT 検査

X 線 CT 検査において、意識レベルや状態の悪い患者の抑制や呼吸管理、また施設によっては造影剤投

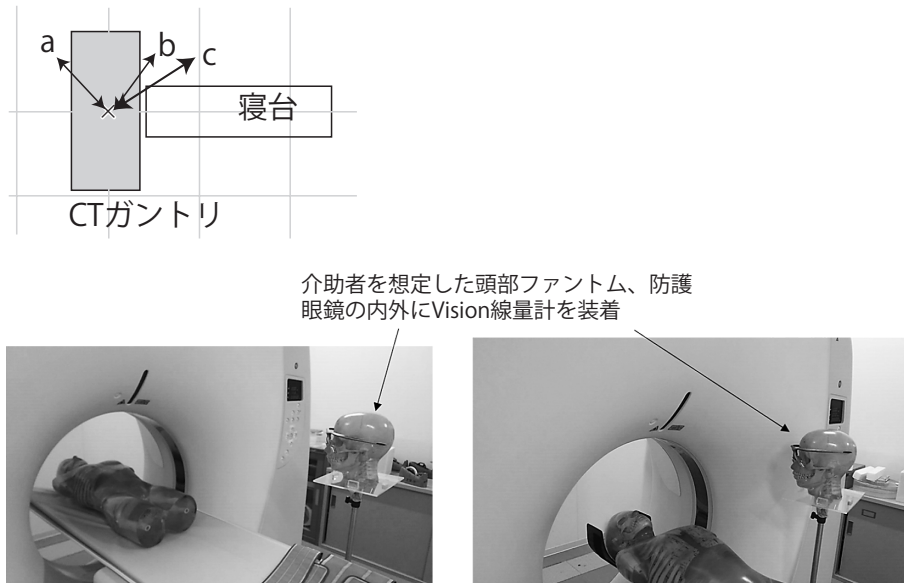


図3 ファントムによるCT検査時の水晶体線量評価
 上：CT検査での介助者（ファントム）の線量測定位置（天井から眺めた図）。aおよびbはCTガントリの中心から70 cmの位置，cは100 cmの位置。
 下左：腹部CT，患者から100 cm離れた位置での介助者の水晶体線量評価，下右：頭部CT，患者から70 cm離れた位置での介助者の水晶体線量評価。

与時の血管外漏出の確認の際，照射中に検査室に立ち入り被ばくする可能性がある。頭部固定介助時は，CTガントリ中心に介助者の頭が最接近し，水晶体はガントリ中心から約50 cm（腕を伸ばした距離）に近づく。またCTガイド下生検でもX線を照射しながら室内で処置をする必要があり，適切な防護対策が求められる。

宮島らによると頭部CT検査時に患者を抑えるためガントリ中心から50 cmの距離で介助をすると，1回の検査で水晶体位置の被ばくが $600 \mu\text{Sv}$ と報告している¹¹⁾。これを単純計算すると，適切な防護をしない状態で34回介助をすると20 mSv（100 mSv/5年の線量限度を年平均にした値）を上回ることになる。

CT検査時の介助者位置での水晶体線量をファントム実験により評価例を図3に示す¹²⁾。水晶体被ばく評価用のVision線量計を放射線防護眼鏡（HF-400S）の前後に張り付けた頭部ファントムを，CTガントリ付近の3点（図3a，bおよびc点）に配置した。CT装置のアイソセンタからa，b点までの距離は70 cm，c点までの距離は100 cmである。管電圧120 kV，管電流200 mA，1回転当たりの照射時間1秒，pitch factor：1で人体ファントムに頭部，胸部，腹部CT撮影した際の従事者位置の水晶体線量を測定した。スキャン長は，頭部：120 mm，胸部：305 mm，腹部：305 mmであった。X線CT装置は，Alexion Access（キヤノンメディカルシステムズ）を使用した。Vision線量計によるCT検査介助時の水晶体線量を表4に示す。防護眼鏡の外側で患者ファントムに接近した状態では，1介助で0.5 mSv近くになることが確認された。防護眼鏡による遮蔽効果は約50%だった。

検査中の被ばくを低減するには，照射時の室内散乱線分布を把握し，可能な限り低線量の場所に回りこむことが有効である¹³⁾¹⁴⁾。モンテカルロシミュレーションによる胸部X線CT検査での散乱線分布を図4に示す。患者が散乱線源となっており，ガントリ開口部付近で従事者頭部の高さで線量の高いことがわかる。またCT透視時患者から離れられない際は防護シートを装置側にかけることにより従事者の負担も少なく患者からの散乱線による被ばくを低減できる。

核医学検査においても，近年SPECT-CT，PET-CT装置が普及している。この検査時に介助等で室内に立ち入らざるを得ない場合は，防護眼鏡の着用などの対策が求められる。

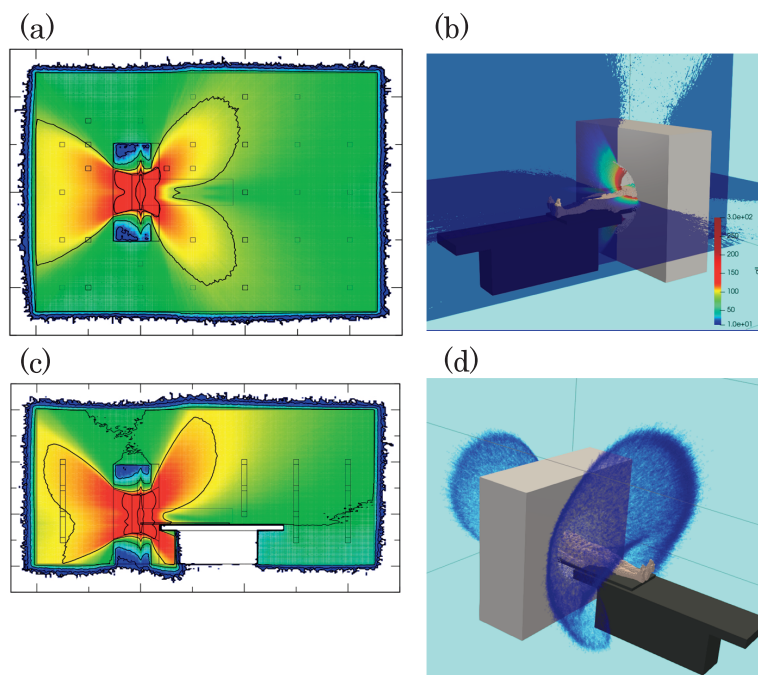


図4 胸部X線CT検査におけるCT検査室内の散乱線の広がり。
 a) 天井からの視点, b) 横からの視点, c) 2断面を3D画像に表示,
 d) 等線量分布を3D画像に表示。

表4 各種CT検査時における水晶体位置の線量 [mSv]

CT検査部位 線量計の位置 (眼鏡内外)	頭 部		胸 部		腹 部	
	内	外	内	外	内	外
介助者の位置 a	0.13	0.26	0.13	0.36	0.06	0.15
介助者の位置 b	0.13	0.30	0.27	0.58	0.18	0.44
c	-	-	0.13	0.20	0.09	0.18

*120 kV, 200 mA, 1 sec/rot の場合. スキャン長は, 頭部:120 mm, 胸部:305 mm, 腹部:305 mm.

2-3 透視検査

透視装置を使った検査は, 血管を対象とした血管造影検査と, 血管以外を対象とした造影検査に大別される. 消化器を対象としたバリウム造影剤による消化管撮影検査, 内視鏡的逆行性胆管膵管造影 (ERCP: endoscopic retrograde cholangiopancreatography) の他, 泌尿器科系での排泄性腎盂造影検査や膀胱造影検査, 整形外科系での関節腔造影検査や脊椎腔造影検査, 婦人科系での子宮卵管造影検査等様々な診療科が検査を実施している. この中でも ERCP は患者介助のために透視中に近接し, 適切な防護対策をしないと医師および看護師の被ばくが高いことが指摘されている¹⁵⁾. 透視装置の特徴として X 線管が患者寝台の上方に配置されているオーバーチューブ型と下方に設置されているアンダーチューブ型があり, それぞれの装置で手技のし易さや画像の解像度が異なる. オーバーチューブ型は術者の水晶体被ばくに寄与する患者からの散乱線がアンダーテーブルに比べて多いこと, また X 線管が術者の頭部の高さと同程度であり, 放射線安全のために面積線量計を備えるとそこからの散乱線が増し, 特に水晶体の被ばくにつながる可能性がある.

X 線透視ガイド下の整形外科手術や透視下神経根ブロック処置では, 整形外科医が特に手において高い被ばくをする可能性がある. 繰り返し長期間にわたり被ばくを受けた整形外科医 (特に脊椎外科医) の多くが放射線皮膚炎に罹患しており, 重症者では皮膚癌を発症することがある¹⁶⁾. 1 病院施設の 25 年間にわたる医療従事者の癌発生率研究では, 総被ばく量について整形外科医は他の医師と比較し 15 倍の高値

表5 医療従事者の癌発生率コホート研究（1病院25年間，被ばく環境158名，非被ばく環境158名）¹⁷⁾

	癌発生率	オッズ比	Confidence interval	Probability of error
医療従事者（非医師）	6%（6/107）	1.07	0.37-3.13	0.901
整形外科医以外の医師	11%（2/ 18）	2.18	0.43-11.1	0.349
整形外科医	29%（9/ 31）	5.37	1.87-15.4	0.002
非被ばく環境の医療従事者	4%（7/158）	-	-	-

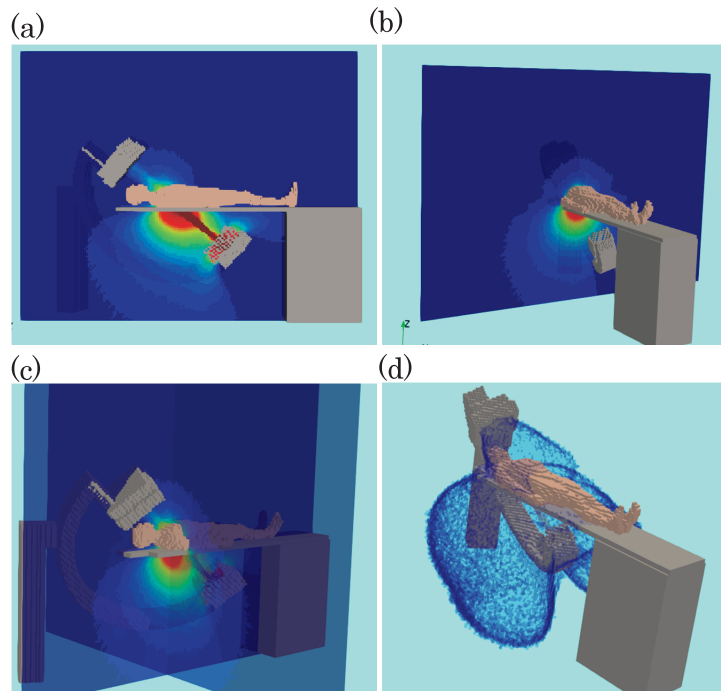


図5 心臓カテーテル検査における血管造影検査室内の散乱線の広がり。
 a) 患者横方向からの矢状断面の線量分布， b) 患者足側からの横断面の線量分布， c) 患者頭側からの3D画像に表示， d) 等線量分布を3D画像に表示。

で，癌発生率が非被ばく環境の医療従事者と比べて5.4倍，他の医師と比べても2.6倍であったとの報告もある（表5）¹⁷⁾。

2-4 血管造影検査・IVR

血管造影では，画質向上のため患者に出来る限り検出器を近づける方が良いことからアンダーチューブ型が利用される。患者付近では透視で約14 mSv/h，撮影時に47 mSv/hの高線量率になるとの報告があり¹⁸⁾，適切な防護方法が必要となる。IVRでは長時間を要する複雑な手技が施行されるようになり，IVR術者の水晶体障害の報告もみられる¹⁹⁾。シミュレーションによる血管造影装置での散乱線分布例を図5に示す²⁰⁾。患者からの散乱線が周囲に広がっていることが確認出来る。被ばく低減には術者が装着する防護衣，防護眼鏡の他，寝台下の防護カーテン，患者の横への遮蔽体，天吊りの遮蔽板が有効で，特に被ばくの多い術者はこれらを組み合わせることが必要である。さらに被ばく低減のためには，検査時間の短縮はもちろん，透視条件をうまくコントロールすることにより過剰な散乱を抑えることになる。近年では，個人線量計を無線通信によりタブレット端末等に通信し，業務に支障なく被ばく状況をリアルタイムに把握できるシステムが開発されている^{21)~23)}。被ばく状況をリアルタイムに把握することで透視を意識的に減らすことができ，術者の線量低減が患者の線量低減にもつながる。

3. 医療現場での課題

水晶体等価線量限度が引き下げられると、通常の医療行為でしきい線量、線量限度に達する可能性がある。まずは従事者に最新の放射線影響の知見を理解してもらうことが大事で、科学的根拠に基づいた被ばく管理や対策が求められる。IVRだけでなく、一般撮影やCT検査においても防護眼鏡は有効かつ必要なものであり、介助時、照射中の入室時の積極的な活用が望まれる。

水晶体線量を含め、自身の被ばくを把握するには正しく個人線量計を装着しておく必要がある。放射線防護衣を着用して放射線業務を実施する不均等被ばく状況下で、もし均等被ばく管理（個人線量計を1個のみ装着）した場合、個人線量計を防護衣の内部に装着すると水晶体等価線量の過小評価に、また防護衣の外部に装着すると実効線量が過大評価となり正確な評価が出来ないという問題が起こる。どの位の過大評価、過小評価となるかの検証が必要であるが、不均等被ばく管理が行われていない施設では水晶体等価線量の把握が出来ていない可能性がある。また患者の介助等で入室する可能性のある看護師も放射線診療従事者としての登録基準が施設により不明確であり統一した基準を定める必要がある。

おわりに

放射線の医学利用に伴い高度な医療が提供できるようになった一方、適切に使用、管理をしなければ放射線診療従事者の被ばくが増加し、放射線傷害や発癌の可能性もある。検査の種類や使用する装置により被ばくの状況も異なることから、装置毎の特徴を理解するための研修や教育を受け、適切な被ばく管理や防護対策を実施することが求められる。また白内障のしきい線量の引き下げのように放射線影響に関する新たな知見も出てくることから、放射線防護に対する最新の情報を常に手に入れるようにする必要がある。

参 考 文 献

- 1) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly, with scientific annexes : Volume I : Scientific Annex A.
- 2) ICRP ; Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures Performed Outside the Imaging Department, ICRP Publication 117, Ann. ICRP, 40 : 2012.
- 3) ICRP Publication 85 Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures, 2000.
- 4) ICRP Statement on tissue reactions/early and late effects of radiation in normal tissues and organs—threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context, ICRP Publication ±118, Ann. ICRP, 41(1/2), 2012.
- 5) International Atomic Energy Agency, Implications for Occupational Radiation Protection of the New Dose Limit for the Lens of the Eye, IAEA TECDOC 1731, 2013.
- 6) 平成 29 年度の個線協医療機関における職種別の実効線量の分布表, 個人線量測定機関協議会ホームページ <http://www.kosenkyo.jp/siryoudatalink.htm>
- 7) 原子力規制庁：第3回放射線審議会 眼の水晶体の放射線防護検討部会 資料 2017.
- 8) Hirata Y, Fujibuchi T, Fujita K, Igarashi T, Nishimaru E, Horita S, Sakurai R and Ono K : Angular dependence of shielding effect of radiation protective eyewear for radiation protection of crystalline lens, Radiological Physics and Technology, Published Online, <https://doi.org/10.1007/s12194-019-00538-2>, 2019.
- 9) 平成 29 年度放射線対策委託費原子力・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.
- 10) 加藤英幸：移動型 X 線装置の放射線管理と防護, 日本放射線技術学会雑誌 57 : 1191-1198, 2001.
- 11) 宮島隆一, 藤淵俊王, 宮地優介, 立石哲士, 宇野善徳, 天川一利, 大浦弘樹, 折田信一 : X 線 CT 撮影の介助時における医療従事者被ばくの効果的な防護方法について, 日本放射線技術学会雑誌 74 : 326-334, 2018.
- 12) 平成 30 年度放射線対策委託費原子力・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.
- 13) 鈴木昇一, 浅田恭生, 南一幸 : CT 装置の室内散乱線分布と術者の線量. 医器学 71 : 227-230, 2001.
- 14) 藤淵俊王, 上田昂樹, 門柳紗姫, 上野大輝, 中村千裕 : 仮想現実を利用した放射線検査における散乱線分布の四次元可視化による放射線防護教育への活用法の検討. 日本放射線技術学会雑誌. 75 : 1297-1307, 2019.
- 15) 奥山祐右, 奥山智緒, 川上巧, 中津川善和, 山田真也, 鈴木隆裕, 戸祭直也, 佐藤秀樹, 吉田憲正 : ERCP 施

- 行時の被曝線量評価と放射線防護教育, 日本消化器内視鏡学会雑誌 58 : 991-998, 2016.
- 16) 平泉裕 : 整形外科分野における従事者防護の状況, 医療放射線防護 81 : 19-21, 2019.
- 17) Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scozzato Land Saia B : Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital Occupational Med 55 : 498-500, 2005.
- 18) Vano E, Gonzalez L, Fernandez JM, Prieto C and Guibelalde E : Influence of patient thickness and operation modes on occupational and patient radiation doses in interventional cardiology. Radiat Prot Dosim. 111 : 297-304, 2006.
- 19) Vano, E, Gonzalez, L, Beneytez F. and Moreno F : Lens injuries induced by occupational exposures in non-optimized interventional radiology laboratories. Br. J. Radiol. 71 : 728-733, 1998.
- 20) Sato N, Fujibuchi T, Toyoda T, Ishida T, Ohura H, Miyajima R, Orita and Sueyoshi T : Consideration of the Protection Curtain Shielding Ability after Identifying the Source of Scattered Radiation in the Angiography, Radiation Protection Dosimetry, 2016. 10.
- 21) 藤淵俊王, 村崎裕生, 倉本卓, 梅津芳幸, 石垣陽 : 医療従事者被ばく管理のためのエネルギー補償型ワイヤレス線量モニタリングシステムの試作と評価. 日放技学誌 71, 691-696, 2015.
- 22) Terasaki K, Fujibuchi T, Murazaki H, Kuramoto T, Umezu Y, Ishigaki Y and Matsumoto Y : Evaluation of basic characteristics of a semiconductor detector for personal radiation dose monitoring, Radiological Physics and Technology, 2016.
- 23) Fujibuchi T, Inoue A, Ishigaki Y and Matsumoto Y : Development of a wireless multisensor active personal dosimeter-tablet system. Progress in Nuclear Science and Technology 6 : 73-76. 2019.

(特に重要な文献については, 番号をゴシック体で表記している.)

著者プロフィール

藤淵 俊王 (ふじぶち としおう)

九州大学大学院 医学研究院 保健学部門 医用量子線科学分野 教授

◆**略歴** 1977年広島県に生まれる。2000年茨城県立医療大学保健医療学部放射線技術科学科卒業。2012年筑波大学大学院人間総合科学研究科疾患制御医学専攻修了。博士(医学)。株式会社千代田テクノル、筑波大学附属病院放射線部、千葉大学医学部附属病院放射線部、茨城県立医療大学保健医療学部放射線技術科学科を経て、2013年9月より九州大学大学院医学研究院保健学部門医用量子線科学分野講師。2019年4月より現職。

◆**研究テーマと抱負** 放射線診療に伴う患者や放射線診療従事者の被ばく、放射線防護に関する研究テーマ。いかに放射線を有効にかつ放射線を利用できるか、教育、伝達手法を含めた放射線防護の理解の促進について考えている。

◆**趣味** 映画鑑賞, ウーパールーパーの飼育

Occupational Exposure and Radiation Protection for Radiological Workers

Toshioh FUJIBUCHI

*Division of Medical Quantum Science, Department of Health Sciences,
Faculty of Medical Science, Kyushu University*

In the medical field, radiation is used for various examinations and treatments. The number of radiological examinations is increasing internationally. Radiation is regulated by national legislation to ensure the safety of workers and the public who use radiation effectively. In recent years, surgical imaging machines used in surgery have become widespread. The use of radiation except of the diagnostic imaging department is increasing, and radiation management of patients and radiation workers is addressed as a problem in International Commission on Radiological Protection (ICRP) Publication 117. Furthermore, ICRP has issued a statement to reduce the equivalent dose limit of the eye lens to an average of 20 mSv annually over five years. They presented the scientific evidence at ICRP Publication 118. This statement has raised interest in lens exposure in the medical field, its assessment, and protection methods. This paper reports on the current status of radiation exposure in the medical field and how to manage them.

Key words : Occupational exposure, radiation protection, radiological workers, eye lens