

看護職のための  
眼の水晶体の放射線防護ガイドライン

2020年12月17日

一般社団法人  
日本放射線看護学会

## 目次

1. 背景 .....	1
2. 放射線診療における看護職者の放射線被ばく .....	2
1) 看護職者全体の年間被ばく線量 .....	2
(1) 年間の実効線量の分布 .....	2
(2) 年間の水晶体等価線量 .....	3
2) 特定の放射線診療に従事する看護職者の放射線被ばく線量 .....	4
Q1. どのような放射線診療に関わる時に被ばく線量に注意すべきか? .....	4
Q2. どのような放射線診療の場合、水晶体の被ばく線量について注意すべきか? .....	5
3. 看護職者の放射線防護の考え方 .....	6
4. 水晶体の放射線防護 .....	7
1) 水晶体の被ばく線量を低減させる方策 .....	7
(1) 水晶体の防護がとくに必要な状況 .....	7
Q3. どのような放射線診療に関わる時に水晶体の防護が必要になるのか? .....	7
(2) 放射線診療時の検査室内の線量分布に基づく対策 .....	7
Q4. どこから発生している放射線に注意する必要があるのか? .....	7
Q5. 散乱線による被ばくを低減させるためにどうすれば良いか? .....	8
(3) 防護用具を用いた対策 .....	8
Q6. 水晶体の被ばく線量を低減させるためにどんな防護具・装置を使用すれば良いか? ...	8
2) 被ばく線量を測定・管理する方法 .....	10
Q7. 不均等被ばく管理を必要とする状況にも拘わらず、 体幹部に1つしか個人モニタを装着していないがこのままで問題ないか? .....	10
Q8. 水晶体の被ばく線量を測定するために眼の近くに 個人モニタを装着しなくて良いのか? .....	11
Q9. 水晶体の被ばく線量のモニタリングについて定めている法令はあるか? .....	13
Q10. 核医学診療(シンチグラフィやPET)に従事する場合の水晶体の 被ばく線量はどのように考えれば良いか? .....	13
Q11. 水晶体の被ばく線量を測定した場合その結果はどのように知ることができるのか? .	15
Q12. 勤務施設が変わった場合、前職場での水晶体の被ばく線量は どのように管理したら良いか? .....	16
5. 放射線被ばくについて心配する看護師への対応について .....	16
Q13. 白内障のリスクはどのぐらい被ばくとすると上がるのか? .....	16

Q14. 水晶体被ばく・防護について不安や疑問点が生じた場合、誰に相談したら良いか？	17
Q15. 水晶体被ばく線量を測定するために必要な Hp(3)は どのモニタでも測定できるのか？	17
Q16. 眼の健康状態について電離放射線健康診断で聞かれたことはないが 健診内容に含まれないか？	18
Q17. 普段個人モニタを1つしか装着していないが、緊急でCTなどの 介助(患者の固定など)に入る場合モニタリングはどのようにすれば良いか？	18
6. まとめ	19

## 1. 背景

これまで、眼の水晶体（以下、水晶体）について検出可能な混濁が生じるしきい値は、急性被ばくで0.5～2Sv、慢性被ばくで5Svである(ICRP, 2007)とされてきました(注釈1)。しかし、近年の原爆被爆者やチェルノブイリ事故復旧作業員などに関する疫学調査の結果から、従来考えられてきたよりも低い線量の被ばくでも水晶体への健康影響(視力障害を伴う白内障)が生じる可能性が示されました。放射線防護の国際機関である国際放射線防護委員会(以下 ICRP)は、これに伴い水晶体の被ばくに対する線量限度の引き下げと最適な防護の必要性を勧告しています(ICRP, 2012)。これを受け、国内においても業務中の被ばく線量の上限値(線量限度)を定める法律が改正され、2021年4月から施行されることになりました。改正前の水晶体の被ばく線量限度(等価線量限度)は年間150mSvでしたが、法令改正に伴い「5年間で100mSvかつ1年間で最大50mSv」と変更され、被ばく線量のより適切な測定、管理および防護が求められます。

放射線業務に従事する職種は医療領域以外にも、原子力、工業、農業など様々な領域にありますが、医療従事者の被ばく線量は他の職種と比べて高いのが実情です。その中で、看護職者の被ばく線量は、医師や診療放射線技師などと比べれば看護師全体の平均値は低いですが、一部の放射線診療の介助に当たる看護職者の中に、積極的な放射線防護が必要だと考えられる者が含まれています。これは、全身の被ばく線量だけではなく水晶体の被ばく線量についても当てはまります。

本ガイドラインは、2021年4月に施行される医療法ならびに電離放射線障害防止規則等の改正で求められている放射線診療従事者等に対する水晶体の等価線量の限度の引き下げに的確に対処するために、医療従事者の中の看護職者のみに焦点を当て、看護職者の放射線診療への関わりと業務内容に応じた、より適切かつ合理的な放射線防護のための考え方と具体的方策を示すものです。なお、ガイドラインをまとめるに当たっては、一般社団法人日本保健物理学会「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」および「医療領域の放射線安全ガイドライン」(大野研究班)の内容との整合性にも配慮しました。

ガイドラインは、看護職者の放射線被ばくの現状について全身の被ばくと水晶体の被ばくに分けて概説し、具体的な放射線防護の方策や被ばく線量の測定法などの詳細は想定質問に答える形式(Q&A方式)と補足説明で解説しています。

ガイドライン内では、提示した防護方策等について推奨レベルの高い順に「する(すること)」、「した方が良い」、「しても良い」と表現を使い分けて、より合理的な対応策の選択の判断につなげていただけるように示しております。

### 注釈1

ICRPでは、眼の水晶体のしきい値(しきい線量)を吸収線量の単位であるGy(グレイ)で示していますが、本ガイドラインではSv(シーベルト)という組織等価線量および実効線

量の単位に変換して示しています。医療の領域で一般的に用いられるエックス線やガンマ線については、吸収線量 1 Gy = 等価線量 1 Sv であり、示してある数値は同じです。

なお、しきい値（しきい線量）とは、被ばくした集団の中の 1% の人々に観察可能な特定の影響が生じると考えられる線量のことです。しきい値は白内障、皮膚障害（紅斑や脱毛など）、その他、着目する影響によって異なります（ICRP Publ.118 日本語版, p33 をもとに改変）。

## 【資料】

International Commission on Radiological Protection.; 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).

International Commission on Radiological Protection. 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Ann. ICRP Publication 103, Ann. ICRP, 37 (2007).

一般社団法人日本保健物理学会(2020), 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>

大野和子 他. 「医療領域の放射線安全ガイドライン」, 令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費「円滑な規制運用のための水晶体の放射線防護に係るガイドラインの作成」(2020)

## 2. 放射線診療における看護職者の放射線被ばく

### 1) 看護職者全体の年間被ばく線量

#### (1) 年間の実効線量の分布

放射線診療に携わる医師、診療放射線技師、看護師の年間の平均被ばく線量(実効線量)は、それぞれ 0.27mSv/年、0.73mSv/年、0.12mSv/年であり、看護師全体としての放射線被ばく線量は 2 つの職種と比べて低くなっています(千代田テクノル, 2019)。個人モニタを用いて被ばく線量を測定している看護師のうち、毎年約 8 割の看護師の被ばく線量は検出限界未満(0.1mSv 未満)です(表 1)(個人線量測定機関協議会, 2016-2019)。これを表(参考)に示した法令に基づく線量限度と比べると、ほとんどの看護師の被ばく線量(実効線量)がそれを大きく下回っていることがわかります。

しかし、線量分布を詳しく見ると、年間に 5mSv 以上被ばくする看護師も 200~400 名ほどいることがわかります。看護師の被ばく線量が従事する放射線診療の種類や件数と時間、さらには行っている防護方策等によって大きく異なることが窺われます。どのような放射線診療で被ばく線量が大きくなる可能性があるのでしょうか? 詳しくは、Q1 をご覧ください。

表1 看護師の年間被ばく線量(実効線量)分布 (人)

線量(mSv/年)	2018	2017	2016	2015
検出限界未満	86,755	83,492	81,179	78,507
0.10-1.00	17,643	17,547	17,785	17,408
1.01-5.00	3,735	3,990	4,134	4,257
5.01-10.00	194	224	256	276
10.01-15.00	20	25	34	34
15.01-20.00	9	8	14	12
20.01-25.00	1	2	1	5
25.01-50.00	2	4	6	3
50.00<	0	1	1	0

個人線量測定機関協議会ホームページより引用

参考：法令で定められている放射線業務従事者の線量限度(実効線量)

対象	線量限度
生殖可能年齢の女性	5mSv/3ヶ月
妊娠と診断された女性 (妊娠と診断された日から出産までの期間)	2mSv/妊娠期間*
作業員(男性および上記以外の女性)	50mSv/年および100mSv/5年

\* 妊婦の腹部表面の線量

## (2) 年間の水晶体等価線量

放射線業務に従事するさまざまな業種の中で、医療従事者は年平均の水晶体の被ばく線量が0.63mSv/年であり、他の業種に比べて最も高い線量になっています。看護師の水晶体の被ばく線量は0.49mSv/年と報告されています(千代田テクノル, 2019)。これは、医師らと比べて決して少ない線量という訳ではありません。

なお、ここに示された水晶体の被ばく線量は、2つの個人モニタを装着した場合に防護衣の内側の腹部(女性の場合)以外の身体部位(多くの場合白衣の襟など)に装着した個人モニタの値から求められたものです。医療従事者は、防護衣を着用して放射線診療に従事することが多く、その際に体幹部に防護エプロン等の防護衣を着用します。その際に、個人モニタは防護衣の内側に装着するため、防護衣で覆われていない身体の部位

に生じる被ばく線量が正しく測定されていない可能性があります。防護衣を装着した場合には、全身の被ばく線量は均等ではなく、このような被ばくを不均等被ばく(注釈2)といます。防護衣を装着した場合の水晶体の被ばくは不均等被ばくの代表的なものであり、今回の法令改正では、前述のように水晶体の被ばくに対する線量限度が引き下げられたため、水晶体の防護が注目され、従来の被ばく線量の測定と管理について見直す必要が生じました。

もちろん、すべての放射線診療業務でこのような不均等被ばくが生じるわけではなく、すべての看護師の水晶体の被ばく線量が問題になる訳ではありません。しかし、一部の放射線診療に従事する看護師について、水晶体の被ばく線量を正しく測定し、線量限度を超えないように管理する必要があります。体幹部の他に頸部(多くは襟の部分)に個人モニタを装着しなければならないのは、どのような場合かを確認し対応する必要があります。詳しくは、Q2をご覧ください。

## 注釈2

不均等被ばくとは、身体の被ばく線量が均等でないことを言います。放射線診療の際の被ばく低減のための防護衣の装着により、防護衣で覆われた部位と覆われていない部分とでは被ばく線量が異なる不均等被ばくが生じることになります。

### 【資料】

千代田テクノル, 平成30年度個人線量の実態, FBNews,2019, 513, 6-11.

個人線量測定協議会 個線協医療機関における職種別の実効線量の分布表 平成27-30年度分. <http://www.kosenkyo.jp/siryoudatalink.htm>

## 2) 特定の放射線診療に従事する看護職者の放射線被ばく線量

### Q1. どのような放射線診療に関わる時に被ばく線量に注意すべきか？

- A. CTや透視を伴う内視鏡検査、血管系IVRの際に、患者の近くで業務を行う看護職者は被ばく線量に注意すること。

### 〈補足説明〉

放射線診療に関わる看護師の被ばく線量(実効線量)については、CTや内視鏡(ERCP)に関わる看護師の被ばく線量が高くなることが報告されています(Mori,2014; Morishima, 2018)。また、血管系IVRは施設間での差はありますが、業務内容や看護師の立ち位置によって被ばく線量が高くなる(森, 2007)ことが報告されています。

### 【資料】

Mori Hiroshige, Koshida Kichiro, Ishigamori Osamu, et al. Investigation of qualitative and quantitative factors related to radiological exposure to nursing staff during computed tomography examinations. Health Physics. 2014, 107, S202-210.

Morishima Yoshiaki, Chida Koichi, Meguro Takayoshi. Effectiveness of additional lead shielding to protect staff from scattering radiation during endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures. Journal of Radiation Research. 2018, 59 (2), 225-232.

森 泰成, 越田 吉郎, 藤井 友則, 他. IVR に従事する看護師の被ばく形態の把握と管理手法の検討, 日本放射線技術学会雑誌. 2007, 63(4). 401-411.

## Q2. どのような放射線診療の場合、水晶体の被ばく線量について注意すべきか？

- A. 実効線量と同様に、CT や透視を伴う内視鏡検査、血管系 IVR で患者の近くで業務を行う看護職者は水晶体の被ばく線量にも注意すること。

### 〈補足説明〉

各放射線診療における看護師または介助者の水晶体の被ばく線量について、CT についての調査報告はまだありませんが、頭部撮影の条件下において、ガントリ中心から 50cm の距離における水晶体の位置と同じ高さでの電子ポケット線量計による値が約 600  $\mu$ Sv/件になるという報告があります(宮島, 2018)。IVR においては平均 1.6mSv/6 ヶ月(Hp(3))(注 2)であったことが報告されています(Haga, 2017)。また ERCP(内視鏡的逆行性胆管膵管造影)については、6 名の看護師の測定例があり、平均が 1.6mSv/月(最小 0.1~最大 4.8mSv)であったことが報告されています(奥山, 2016)。このように、一部の放射線診療において看護師の水晶体の被ばく線量が比較的高くなることに注意が必要です。

### 注釈 2

Hp(3)とは、表面から 3mm 位置の組織等価線量を表し、水晶体の被ばく線量(等価線量)の代表値として用いられています。

### 【資料】

Haga Yoshihiro, Koichi Chida, Kaga, Yuji. et al. Occupational eye dose in interventional cardiology procedures. Scientific Reports , 7, 569 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00556-3>

宮島隆一, 藤淵俊王, 宮地優介 他. (2018). 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 (4). 326-334.

奥山祐右, 奥山智緒, 川上巧 他. (2016). ERCP 施行時の被曝線量評価と放射線防護教育. Gastroenterological Endoscopy. 58 (4). 991-998.

### 3. 看護職者の放射線防護の考え方

医療において、放射線診療は重要な役割を担っており、多くの医療施設で様々な放射線診療機器が利用されています。放射線診療の現場で働く看護職者は、次の2つの視点で自らの放射線防護を考える必要があります。

① 被ばく線量を低減させる方策をとる

② 被ばく線量を測定・管理する

①については、防護衣をはじめとするさまざまな防護具を使用したり、放射線の発生源となるものや人から適切な距離を確保すること、放射性物質を取り扱う時間を短くすることなど有効な対策があります。

②については、所属施設から放射線業務に従事する看護職者に配布された個人モニタを用いて被ばく線量の測定・記録・管理することが挙げられます(注3)。

上記の放射線防護の2つの視点は水晶体の防護においても同じです。しかし、前述した不均等被ばくの問題や、看護師は水晶体の被ばく線量が高くなりうる検査室への出入りが医師の次に多くなっており(若松ら, 2001)、その中で看護師は患者の観察やケア、記録、医師の介助など多彩な業務を行うため、看護職者に焦点を当てた水晶体の防護方策を見直し徹底することが必要だと考えます。

次章では、水晶体の防護方策について、被ばく線量を低減させる方策と被ばく線量を測定・管理する方法に分けてQ & A方式で整理します。

#### 注釈3

放射線業務に従事する看護職者とするか否かの判断は施設によって異なっているのが現状です。そのため、本学会は放射線科(部門)など主として放射線診療に従事する看護職者以外に、管理区域への立ち入りの程度、すなわち予測被ばく線量を考慮して看護職者をA区分：放射線診療(業務)従事者と指定すべき者、B区分：一時的な放射線管理区域立ち入り者、C区分：一般の看護職者の3つに区分し、その内のA区分に該当する看護職者を「放射線診療従事者」として法令に基づく放射線管理の対象者とすることを提案しました(放射線診療(業務)従事者の指定に関するガイドライン-看護職者-)。ガイドラインの詳細は本学会ホームページ([http://www.rnsj.jp/wp-content/uploads/RNS\\_guidelines.pdf](http://www.rnsj.jp/wp-content/uploads/RNS_guidelines.pdf))を参照ください。

#### 【資料】

若松 修, 福地 達夫, 関口 博之 他. 血管造影撮影系の実態調査. 日本放射線技術学会雑誌. 2001, 57(8). 953-962.

#### 4. 水晶体の放射線防護

##### 1) 水晶体の被ばく線量を低減させる方策

##### (1) 水晶体の防護がとくに必要な状況

#### Q3. どのような放射線診療に関わる時に水晶体の防護が必要になるのか？

- A. 水晶体の被ばく線量が高くなり得ることが報告されている CT や透視を伴う内視鏡検査、血管系 IVR で放射線照射中に検査室内で作業する看護職者は、被ばく線量の測定(個人モニタの装着)および距離・時間・遮蔽による防護を行うこと。

##### 〈補足説明〉

上記の放射線診療では放射線診療が終了した後に検査室内に放射線が残存することはありません。したがって、各検査室への患者の移送や検査台への移動の介助のみを行う看護職者は、それに伴う被ばくの恐れはありません。注意すべきは、放射線機器から放射線を患者に照射している時に生じる放射線(直接線と散乱線)です。放射線照射中に検査室内で作業する例としては、診療中の患者の身体の固定や観察、アンビューバッグでのバギング、造影剤の投与介助、医師の直接介助などが挙げられます。これらの業務を行うために検査室に入る場合は、必要時以外は放射線の発生源(X線管)から距離を取り、発生源へ近づく時間を短くし、適切な防護具・装置を使用することが必要です。距離・時間・遮蔽の防護の具体例はQ4~6をご覧ください。

##### (2) 放射線診療時の検査室内の線量分布に基づく対策

#### Q4. どこから発生している放射線に注意する必要があるのか？

- A. 放射線を照射しているときに放射線機器のX線管と患者の間には入ってはいけません。また、患者の身体に当たり進行方向を変えた散乱線にも注意すること。

##### 〈補足説明〉

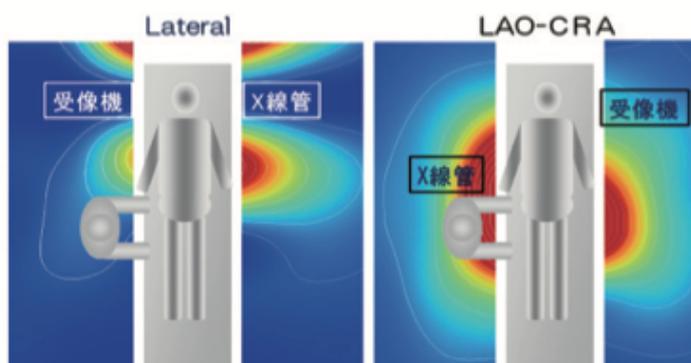
放射線機器から患者に照射している放射線(直接線)の線量は高いため、X線管と患者の間に入ると高い線量に被ばくします。また、患者に照射された放射線は、患者の身体・組織を構成する原子・分子と衝突して患者の体の周囲に散乱します(散乱線)。医療従事者ととくに看護職者の被ばくの主な原因はこの散乱線によるものです。直接線に比べて散乱線による被ばく線量は少ないですが、被ばくする時間や回数が多くなれば結果的に高い線量に被ばくすることがあります。Q5に示すように、介助中の看護師自身の立ち位置や介助のために術者(医師ら)や患者に近づくタイミングなどを考慮することが必要です。

## Q5. 散乱線による被ばくを低減させるためにどうすれば良いか？

- A. 放射線機器や診療の手技ごとに、散乱線の分布が異なります。検査室内での空間線量分布をもとに、立ち位置・姿勢(介助を行う位置、介助の準備のために待機する位置など)を診療放射線技師、担当医師と相談、確認してください。

### 〈補足説明〉

散乱線の分布は放射線機器の種類や放射線が照射される向きによっても変わります。例えば、血管系 IVR については、C アームの X 線管(放射線の発生装置)から受像機に向けて放射線が照射されますが、下図に示すように X 線管側の散乱線が多くなります。



Lateral:側面 LAO-CRA:左前斜上方

図：医療領域の放射線安全ガイドラインより引用

### (3) 防護用具を用いた対策

## Q6. 水晶体の被ばく線量を低減させるためにどんな防護具・装置を使用すれば良いか？

- A. どうしても水晶体の線量が高くなる状況で放射線診療の介助を行う必要がある場合は、以下の防護具・装置を用いること。

### 【防護メガネ】

写真のような防護メガネなどの防護具を装着するとよいです。防護メガネは軽量タイプから重量タイプのものがあり、鉛当量が異なります。より重量タイプのものの方が遮蔽効果は高くなりますが、装着に伴う不快感も強くなると考えられます。そのため、放射線診療への従事時間などに応じて適切



写真：[https://www.hoshina.co.jp/xray\\_protection/supply/glasses.html](https://www.hoshina.co.jp/xray_protection/supply/glasses.html) より引用

な防護メガネを選択することが大切です。先行研究では、0.07mm 鉛当量のものでおよそ 60～74%の遮蔽効果があります(Haga, et al. ,2017)。

例示したパノラマシールド®と同様の防護効果を持つ防護メガネが、数社から販売されていますが、様々な形状があり、形状によって防護できる範囲が異なります(Hirata, et al. 2019)。眼の前面のみでなく、側面まで覆うタイプの防護メガネの方が被ばく線量をより低減させることができます。

#### 【防護板・防護衝立】

防護板を患者と自身の間に設置することで遮蔽することができます。天井や放射線機器へ取り付けるタイプのものや衝立タイプのもなどがあります。ただし、防護板適切な位置で使用していないと十分な遮蔽効果は得られません(榊田, 2019)。使用の際は、看護職者と防護板の距離をできるだけ短くすることで、被ばく線量をより低減させることができます。



写真：[https://hoshina.co.jp/xray\\_protective\\_option/barriers.html](https://hoshina.co.jp/xray_protective_option/barriers.html) より引用

#### 【防護クロス・カーテン】

主に内視鏡の際に患者からの散乱線による被ばくを低減させるために用います。防護クロス・カーテンを用いることで、検査室内の線量を 70%以上低減させることができます(廣瀬ら, 2020)。また、介助に着く看護職者の被ばく線量を 41%-76.5%まで低減できたという報告もあります(Morishima, et al. 2018)。



写真：[https://hoshina.co.jp/xray\\_protective\\_option/barriers.html](https://hoshina.co.jp/xray_protective_option/barriers.html) より引用

#### 【資料】

Haga Yoshihiro, Koichi Chida, Kaga, Yuji. et al. Occupational eye dose in interventional cardiology procedures. Scientific Reports , 7, 569 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00556-3>

Hirata Yuma, Fujibuchi Toshioh, Fujita Katsuya, et al. Angular dependence of shielding effect of radiation protective eyewear for radiation protection of crystalline lens. Radiological physics and technology. 2019, 12, 401–408.

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資料2 櫻田委員提出資料「十分な放射線防護を行っても、なお高い被ばく線量を眼の水晶体に受ける可能性のある労働者に関する実態調査について(フィージビリティ検証及び質的評価に係る結果)」<https://www.mhlw.go.jp/content/11201000/000519683.pdf>

廣澤 文香, 松原 孝祐, 竹井 泰孝 他 オーバーテーブル式 X 線管形 TV 装置を用いた ERCP 検査における放射線防護具使用時の術者被ばく低減効果, 日本放射線技術学会雑誌, 2020, 76(1), p. 54-63

Morishima Yoshiaki, Chida Koichi, Meguro Takayoshi. Effectiveness of additional lead shielding to protect staff from scattering radiation during endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures. Journal of Radiation Research. 2018, 59 (2), 225-232.

## 2) 被ばく線量を測定・管理する方法

Q7. 不均等被ばく管理を必要とする状況にも拘わらず、体幹部に1つしか個人モニタを装着していないがこのままで問題ないか？

A. 体幹部とは別に頸部に個人モニタを装着すること。

### 〈補足説明〉

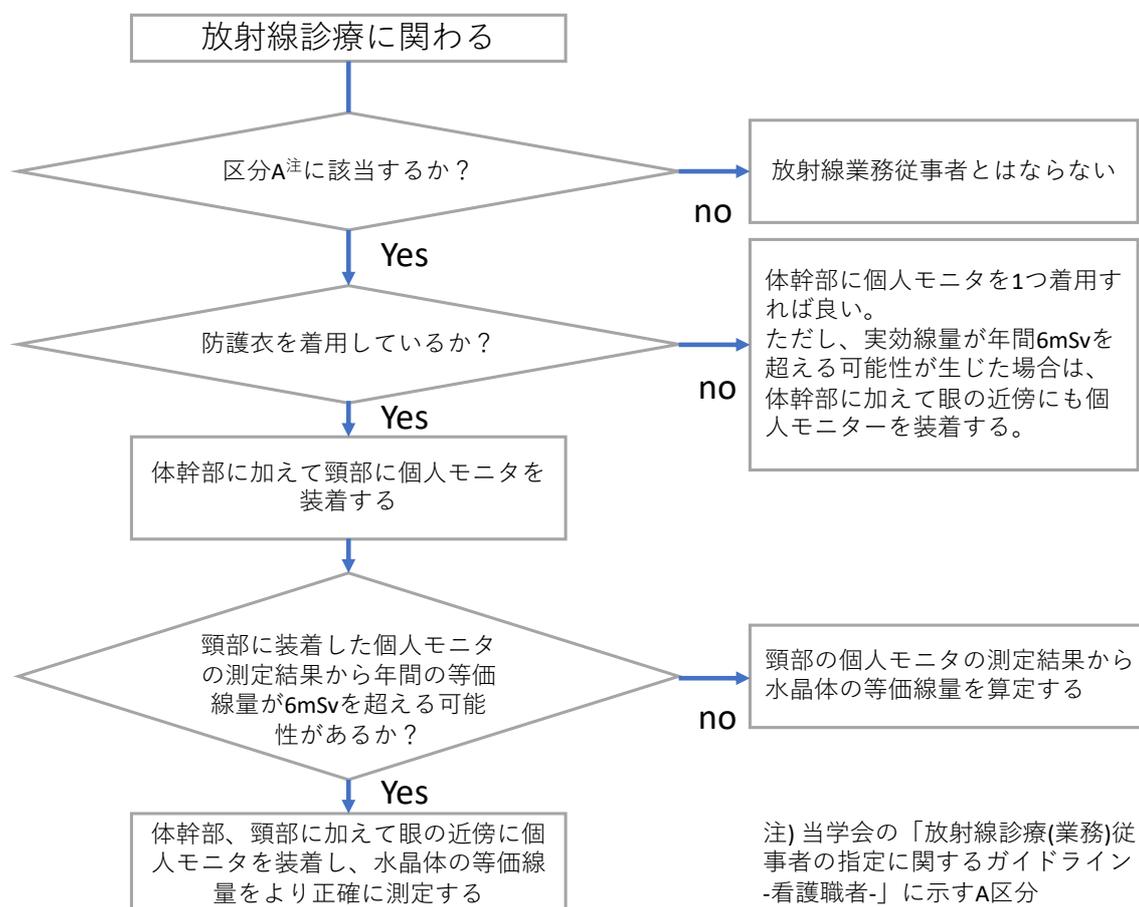
多くの医療施設では放射線診療の介助の際に看護師は防護衣を使用しています。その際に、防護衣の内側に個人モニタを1個しか装着しない場合は、防護衣に覆われていない部位の被ばく線量を正しく測定できていない可能性があります。基本的に、身体の被ばく線量が均一ではない場合(不均等被ばくが生じている場合)は、体幹部(女性の場合は腹部)とそれ以外の被ばく線量が最も高くなる部位も個人モニタを装着して測定しなければなりません。体幹部の他に頸部に装着した個人モニタによって評価された看護師の1年間の水晶体等価線量の平均値が1.11 mSv/年であるのに対し、体幹部に1箇所だけ装着した個人モニタをもとに評価された水晶体の被ばく線量は0.10mSv/年であったという報告があります(長瀬ランダウア, 2019)。つまり、水晶体の被ばく線量をより適切に測定できる部位にも個人モニタを装着して測定が行われない場合には、水晶体の被ばく線量が過小評価される可能性が示されています。

### 【資料】

長瀬ランダウア, 2018年度/眼の水晶体の等価線量の集計・頭頸部用ルミネスバッジ着用者数推移, NL だより, 2019, 503, 2-3.

Q8. 水晶体の被ばく線量を測定するために眼の近くに個人モニタを装着しなくて良いのか？

A. 以下のフロー図に準じて眼の近傍に個人モニタを装着すべきかを検討すること。



#### 〈補足説明〉

放射線診療に従事する看護師の内、本学会の「放射線診療(業務)従事者の指定に関するガイドライン~看護職者~」に示すA区分に該当するものは、放射線診療従事者として被ばく線量の測定・評価の対象となります。また、Q7にも記した通り、防護衣を装着する場合は体幹部に加え頸部にも個人モニタを装着して、不均等被ばくの被ばく線量(実効線量)と水晶体の被ばく線量(等価線量)を測定・評価します。線量計測業者がQ15にあるように眼の近傍に装着して水晶体の被ばく線量をより詳細に測定するサービスを行っています。防護メガネによる遮蔽効果などを含めて水晶体の被ばく線量を正確に測定したい場合などに有用です。

しかし、管理の煩雑さなどから、なるべく少ない数の個人モニタで被ばく線量を適切に管理することも大切です。この点に関連して頸部の個人モニタと眼の近傍に装着した

モニタの線量を比較した調査では、一貫した調査結果は得られておらず(Haga, 2017; Haga, 2020)、眼の近傍に装着したモニタで測定した水晶体の等価線量と頸部に装着したモニタで測定した水晶体の等価線量結果はほぼ変わらないという結果もあれば、両者で値が異なることを示唆するデータも報告されています。この要因として放射線診療の種類や手技、放射線診療中の看護職者の立ち位置などの違いが考えられます。

眼の近傍に線量計を装着すべき者の基準は各国でも異なっています。日本保健物理学会が作成した「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」(2020)では各国の管理基準について下記の表のようにまとめられています。

**表 A3.1 眼の近傍で直接測定を実施することが望ましいと考えられる管理基準**

提言文書	眼の水晶体の等価線量の管理基準
IAEA TECDOC No. 1731 <sup>A3.3)</sup>	5 mSv/年
EU 指令 (Council Directive 2013/59/EURATOM) <sup>A3.4)</sup>	15 mSv/年
ISO 15382:2015 <sup>A3.1)</sup>	6 mSv/年 (被ばくが連続する複数年の場合) 15 mSv/年 (被ばくが単年の場合)
IRPA guideline protocol <sup>A3.2)</sup> (注)	1~6 mSv/年 (0.2~0.5 mSv/月) : 推奨勧告 6 mSv/年 (>0.5 mSv/月) : 必要
規制庁安全規制研究報告書 <sup>A3.7)</sup>	10~15 mSv/年

(注) IRPA guideline protocol では、最も精度の良い眼の水晶体の等価線量のモニタリングは実際に眼の近傍に装着した個人線量計で個人線量当量  $H_p(3)$  を測定することであると記載しているが、襟部または頭部でも十分な測定値を得ることができると考えられるとも記載している。

国内の眼の水晶体の線量限度は「5年間で100mSvかつ1年間で最大50mSv」であり、年間20mSvの被ばくを5年間継続すると線量限度に達します。これらを踏まえ、本学会では、区分Aに該当する放射線診療に従事する看護職者のうち、①不均等被ばく(防護衣を着用し手作業する場合)の場合は頸部に装着した個人モニタによる測定結果が年間6mSv、②全身均等被ばく(防護衣を装着していない)場合は年間の実効線量が6mSvを超える可能性がある場合は、眼の近傍でより詳細なモニタリングをすべきであると考えます(注4)。年間6mSvとした理由として、ICRPの1977年勧告を参考にしました。ICRP1977年勧告で、年間の被ばく線量が線量限度の3/10を超えるおそれのある作業者は、線量をモニタリングすべきであるとされていることを参考に年間6mSvの値を決めました。水晶体の線量限度は5年間で100mSvとされており、これを1年に分割すると20mSvです。年間20mSvの3/10はおよそ6mSvであり、管理上の基準となると考えました。

眼の近傍での詳細なモニタリングの要否は、日頃(月ごと)の水晶体の等価線量の値と業務内容、業務に伴う被ばく線量などの実績に基づいて適宜見直し合理的な放射線管理に努めて下さい。放射線診療の際に、水晶体の被ばく線量を低減するための、「距離」「時間」「遮蔽」に留意し、年間6mSvを超えないように努力し、それでもなお、年間

6mSv を超える恐れがある場合は、眼の近傍で詳細なモニタリングを行う必要があると考えます。

【資料】

Haga Yoshihiro, Koichi Chida, Kaga, Yuji. *et al.* Occupational eye dose in interventional cardiology procedures. *Scientific Reports*, 7, 569 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00556-3>

Haga Yoshihiro, Koichi Chida, Yuichiro Kimura. *et al.* Radiation eye dose to medical staff during respiratory endoscopy under X-ray fluoroscopy, *Journal of Radiation Research*. 2020, 61(5), 691–696. <https://doi.org/10.1093/jrr/rraa034>

ICRP. (1977). 国際放射線防護委員会勧告. (日本アイソトープ協会, 編) 日本 東京.  
一般社団法人日本保健物理学会(2020), 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>

Q9. 水晶体の被ばく線量のモニタリングについて定めている法令はあるか？

- A. 医療領域が関連する代表的な法令として労働安全衛生法 電離放射線障害防止規則や、放射性同位元素等規制法、医療法施行規則があります。

〈補足説明〉

放射線に関連する法令は多く存在しますが、看護職者が関連する法令では上述した法令に眼の水晶体の被ばく線量限度について記載されています。また、2019年には厚生労働省労働基準局安全衛生部長より「放射線業務従事者等に対する線量測定等の徹底及び眼の水晶体の被ばくに係る放射線障害防止対策の再周知について」(<https://www.mhlw.go.jp/content/000563255.pdf>)という通知が都道府県労働局長と関係団体の長宛に出されています。この通知の中では必要に応じて2つ以上の個人モニタの装着などをこれまで以上に徹底するように求められています。また、この通知と関連して、2020年9月現在厚生労働省が「電離健診対象事業場に対する自主点検等事業」を実施しており、防護衣の装着や、個人モニタの装着個数等について調査を行なっています。

Q10. 核医学診療(シンチグラフィやPET)に従事する場合の水晶体の被ばく線量はどのように考えれば良いか？

- A. 個人モニタの装着についてはQ8のフロー図に準じて実施する。

〈補足説明〉

2020年8月現在、国内で核医学検査に従事する医療者の水晶体の被ばく線量を調査した文献は見当たりませんが、ヨーロッパで行われた調査(Dabin et al., 2016)では、核医学

診療に従事する医療従事者(看護師を含む)の水晶体の被ばく線量は年間 0.6~9.3mSv と推計されています。

核医学診療で用いる放射性医薬品からは放射線の種類として $\gamma$ 線などが出ており、IVR や CT などを使用する X 線とは透過力などが異なります。そのため X 線を使用する放射線診療の際には装着する防護衣(鉛の含有量が少ないもの)では十分な遮蔽効果は得られません。このことから、核医学診療の領域では、防護衣を装着するよりもむしろ放射性医薬品を扱う時間を少なくすることなどが防護の上で重視されてきました。防護衣を装着しない場合は全身が均等に被ばくすると考えられるため、個人モニタは体幹部に1つ装着することになり、水晶体の被ばく線量は、体幹部に装着した個人モニタで測定された値と同等と考えられています。国内で PET 検査に従事する看護師の全身の被ばく線量は平均で1ヶ月あたり 0.11mSv であったと報告されています(渡辺ら, 2009)。この場合、もし1年間 PET 検査に従事して被ばくしたとしても被ばく線量は約 1.3mSv であり、Q8 で示した年間 6mSv には達しません。また、海外のデータですが、SPECT に従事する医療者の年間被ばく線量は 4.9mSv であったと報告があります(Duvall et al., 2013)。これらの結果から、核医学診療に関わる看護職者では水晶体の被ばく線量はとくに高くなく、また体幹部で測定された被ばく線量と大きな差がないと考えられます。

ただし、SPECT や PET-CT は CT 検査を伴うことがあり、CT の介助につく際は放射線医薬品による被ばくだけでなく CT 検査による水晶体の被ばくに留意する必要があります。

また、防護方法について、近年鉛の含有量が多い防護衝立などがあり、核医学診療で防護に有用なものもあります(福田ら, 2004; 木下ら, 2015)。

#### 【資料】

Duvall Lane Wlka, Guma A. Krista, Kamen Jacob, et al. Reduction in occupational and patient radiation exposure from myocardial perfusion imaging: impact of stress-only imaging and high-efficiency SPECT camera technology. *The Journal of Nuclear Medicine*. 2013, 54 (8), 1251-7.

福田篤志, 越田吉郎, 山口一郎 他. 511keV 消滅放射線および 99mTc ガンマ線に対する診断用 X 線防護衣および防護用鉛ガラス衝立の遮蔽能力評価, *日本放射線技術学会雑誌*, 2004, 60(12). 1723-1729.

Jérémie Dabin, Renata Kopeć, Lara Struelens, et al. EYE LENS DOSES IN NUCLEAR MEDICINE: A MULTICENTRIC STUDY IN BELGIUM AND POLAND. *Radiation Protection Dosimetry*. 2016, 170(1-4), 297-301.

木下絵美, 小宮勲, 梅津芳幸 他. 放射性医薬品投与後の超音波検査における従事者の被ばくについて. *日本診療放射線技師会誌*. 2015, 62(2), 137-142, 2015-02

渡辺浩, 佐藤努, 泉對則男 他. *日本放射線技術学会雑誌*. 2009, 65(3), 285-294.

Q11. 水晶体の被ばく線量を測定した場合その結果はどのように知ることができるのか？

- A. モニタリングバッジの場合、装着していた個人モニタを線量計測業者に渡した翌月に被ばく線量が記載された報告書が所属施設あてに送付されます。この報告書に水晶体の等価線量として記載されています。報告書は、必ず自ら確認し、保管すること。

〈補足説明〉

各個人の被ばく線量の通知方法(個人用報告書の配布法など)は、施設によって異なります。所属部署長や診療放射線技師などに確認し、自身の被ばく線量を必ず確認する必要があります。特に、水晶体の被ばく線量は、業務内容によって変動するため報告書ごとに前回と比較してみてくださいことが重要です。複数期間を比べた時、継続的な増加傾向があったり、以前と比べて大きな変動があったりした場合などは診療放射線技師などに相談し、Q1, Q2, およびQ5に示すように、放射線診療の介助の際の立ち位置や介助の方法について再確認する必要があります。

氏名 看護花子  
 着用期間 2020年7月1日～2020年7月31日  
 算定日 2020年8月20日

		使用期間 (mSv)	四半期累計 (mSv)	年度累計 (mSv)
<b>実効線量</b>		0.3		
<b>等価線量</b>	水晶体	0.7		
	皮膚			
	腹部表面			
<b>測定方法</b>				
<b>腹部</b>	バッジタイプ	〇〇型		
	H1cm	0.1		
	H70μm			
<b>頭頸部</b>	バッジタイプ	〇〇型		
	H1cm	0.7		
	H70μm	0.7		
<b>の 累積 5 年間</b>	2016			
	2017			
	2018			
	2019			
	2020			

報告書の例

Q12. 勤務施設が変わった場合、前職場での水晶体の被ばく線量はどのように管理したら良いか？

- A. 現状は所属施設が変わった際には被ばく線量は個人で管理すること。また、新しい勤務施設の放射線部門の管理者や産業医にはこれまでの被ばく線量を申告すること。なお、線量計測業者に問い合わせることで、新しい所属施設にこれまでの被ばく線量を報告することができますのでその活用も検討して下さい。なお、本来はそれぞれの施設における被ばく線量は施設を超えて一元的に管理すべきです。日本放射線看護学会は、そのための現状調査と関係省庁への働きかけを行っています。

〈補足説明〉

現在、線量計測業者は国内に数社ありますが、医療施設によってどの業者に測定業務を依頼しているかは異なります。また、個人情報保護の観点から業者間で被ばく線量のデータを共有するサービスは行われておりません。そのため、所属する医療施設の変更などがあった場合には各病院の診療放射線技師に相談し、これまでの被ばく線量のデータを活かせるようにすることになります。

## 5. 放射線被ばくについて心配する看護師への対応について

Q13. 白内障のリスクはどのくらい被ばくすると上がるのか？

- A. 500mSv 被ばくした人が 100 人いた場合、そのうち 1 人に発症する可能性があると考えられています。

〈補足説明〉

放射線による白内障発生の機序はまだ完全に解明されたわけではありません。しかし、疫学調査の結果を見ると 500mSv 程度被ばくした人は、被ばくしていない人に比べて白内障の発生頻度が少し多くなることが示されています。白内障の発生の防止のために、今回の眼の水晶体の線量限度の引き下げが行われました。

【資料】

Worgul, B.V., Kundiyev, Y.I., Sergiyenko, N.M., et al. Cataracts among Chernobyl clean – up workers : implications regarding permissible eye exposures. Radiation Research. 2007, 167(2), 233 – 243.

Nakashima, E., Neriishi, K., Minamoto, A. A reanalysis of atomic – bomb cataract data, 2000 – 2002 : a threshold analysis. Health Physics. 2006, 90, 154 – 160.

Neriishi, K., Nakashima, E., Minamoto, A., et al. Postoperative cataract cases among atomic bomb survivors : radiation dose response and threshold. Radiation Research. 2007, 168, 404 – 408.

Q14. 水晶体被ばく・防護について不安や疑問点が生じた場合、誰に相談したら良いか？

- A. まずは所属施設の診療放射線技師へ相談することを勧めます。部署配置や個人モニタなど管理に関することは所属部署の上司に相談して下さい。

〈補足説明〉

診療放射線技師は放射線防護について専門的な知識を持つ医療領域における放射線のスペシャリストです。そのため、防護における技術面や被ばく線量等についての相談相手として適任であると考えられます。また、個人モニタや防護具・装置の設置などは組織として取り組む必要があります。必要があれば所属部署の上司や、放射線の安全利用について施設内に設置されている放射線安全委員会等、医療安全管理室等への相談して下さい。

Q15. 水晶体被ばく線量を測定するために必要な Hp(3)はどのモニタでも測定できるのか？

- A. Hp(3)は目の近傍で直接測定できる専用の線量計でのみ測定できます。例として下記のもの線量計測業者で取り扱われています。



写真：[https://www.c-technol.co.jp/radiation\\_monitoring/monitoring07](https://www.c-technol.co.jp/radiation_monitoring/monitoring07) より引用

〈補足説明〉

水晶体の被ばく線量を厳密に測定する目的では、Hp(3)を測定する個人モニタが適切です。しかし、管理の煩雑さなどから、なるべく少ない数の個人モニタで被ばく線量を適切に管理することも大切です。眼の近傍に装着して Hp(3)を測定する個人モニタの要否は Q8 を参照してください。

Q16. 眼の健康状態について電離放射線健康診断で聞かれたことはないが健診内容に含まれないか？

- A. 現行の法令(電離放射線障害防止規則)では、放射線の種類などによって医師の判断で白内障に関する眼の検査を省略できます。

〈補足説明〉

2020年現在、電離放射線障害防止規則の第56条の1には事業者(病院等)に対して「放射線業務に常時従事する労働者で管理区域に立ち入るものに対し、雇入れ又は当該業務に配置替えの際及びその後六月以内ごとに一回、定期的に、次の項目について医師による健康診断を行わなければならない。」とあり、この中に「白内障に関する眼の検査」という項目が含まれます。しかし、同条の2~4には白内障に関する眼の検査について、事業所(病院等)で使用する線源の種類や、健診を実施する前年の実効線量が年間5mSvを超えず、かつ当該年の実効線量が年間5mSvを超える恐れがないとき、医師が検査の必要なしと判断した場合は行う必要はないとされています。

がんを除いて放射線による健康影響(白内障を含む)は、線量限度を大きく超えなければ発生することがありません。そのことも理解しておきましょう。

Q17. 普段個人モニタを1つしか装着していないが、緊急でCTなどの介助(患者の固定など)に入る場合モニタリングはどのようにすれば良いか？

- A. Q8のフローに従って、体幹部に加えて頸部に電子ポケット線量計を装着したほうがよいでしょう。

〈補足説明〉

救急外来などに所属する看護職者は急遽放射線診断の介助に入るケースがあると思います。その際、防護衣などを装着する場合は、電子ポケット線量計を頸部に装着することで、水晶体のおおよその被ばく線量を知ることができます。多くの電子ポケット線量計が測定できるのは Hp(10) ですが、Q15 に示した通り、Hp(3) と大きな乖離はないと考えられるため、代用として使用することは有用であると考えます。

ただし、電子ポケット線量計で測定した結果は線量計測業者から配布される個人モニタの報告書には反映されませんので、個人で記録しておくとともに事業者(病院)の放射線管理者等とその扱いについて相談しておくが良いです。

また、緊急時の介助について、可能であれば個人モニタを2つ装着している診療放射線技師などの医療者や、患者の家族に介助を実施してもらうなどの工夫も必要です。

## 6. まとめ

看護職者における水晶体の被ばく線量は一部の業務に従事する方々を除いて、とくに高いものではありません。本ガイドラインでは、その一部の業務にはどのようなものがあり、その時、看護職者は水晶体の被ばくをどのように測定、評価すればよいのかを示しました。また、眼の近傍に個人モニタを装着すべき特別な状況についても示しました。本ガイドラインをもとに看護職者が自身も水晶体の被ばく線量について、今までと異なる対応が必要かどうかを理解し、また、被ばく線量の低減のためにどのようなことに留意すべきかを理解されることを期待します。

看護職者の放射線管理を適切に行うためには、各事業所(医療施設等)としての放射線管理体制の強化が必要です。今回の眼の水晶体の線量限度の引き下げは、各事業所の放射線管理を見直すよい機会になるでしょう。診療放射線技師および放射線に関する専門知識を持った看護管理者が、病院経営者・管理者と一丸となって、眼の水晶体の個人モニタリングと放射線防護に取り組んで行かれることを期待します。

(担当：学術推進委員会)