

## Cardiac-IVR に携わる術者の水晶体被ばく線量の推定方法

秋田県立脳血管研究センター 放射線科診療部 ○加藤 守(Kato Mamoru)  
石田 嵩人 松本 和則 佐々木 文昭 大阪 肇 豊嶋 英仁  
東北大学大学院 医学系研究科 放射線検査学 千田 浩一  
長瀬ランダウア(株) 小林 育夫 小森 宏信

### 【はじめに】

2011年のICRPによる放射線業務従事者の水晶体等価線量限度の引き下げ勧告を受け、厚生労働省は今年  
の4月18日付で水晶体の被ばく低減策の強化を通達した。

当施設の循環器科A医師の昨年度の年間被ばく線量は実効線量7.1 mSv, 水晶体49.9 mSv, 皮膚44.8 mSv  
であった。2011年のICRP勧告では、水晶体等価線量限度は5年間の年間平均で20 mSv, ただし、年間50 mSvを  
超えないとなっている。この値が国内規制値にそのまま取り入れられた場合、A医師に関しては更なる被ばく低  
減対策が必須となる。しかし、現実的には、術中は防護メガネを着用しているため水晶体被ばくに関しては過大  
評価していると思われる。

体幹部不均等被ばく(男性)の個人線量計着用部位は、「胸部に1個と体幹部の最も多くの放射線を受けるお  
そののある部位にもう1個」となっており、通常は、防護衣の内側の胸部に1個、さらに防護衣の外側になる頭部  
または頸部にもう1個を着用することとなっている。しかし、現実的には

1. 頭部(手術帽)への個人線量計着用は、不安定で術野の清潔度が保てない恐れがある。
2. 頸部への個人線量計着用は、首への違和感が生じ、手技に集中できない。
3. 肩部への個人線量計着用は、方向依存性が大きくなり、正確な線量測定ができない恐れがある。

などの理由から、当院では防護衣についている左胸部ポケット(無鉛当量)に装着している。

防護衣外側胸部に着用する問題点は、頭頸部に比べ被写体への距離が短く、散乱線の影響を多く受ける事  
が予測される。また、左胸部ポケットに固定する事は、X線管を左手側にして行う手技には問題ないが、例えば、  
ペースメーカー植込み術のように、X線管を右手側にして行う手技の場合は、方向依存性により被ばく線量を過  
小評価する恐れがある。

### 【目的】

このような状況で、A医師の水晶体被ばく線量を正しく評価するために、複数の小型OSL線量計(nanoDot)を  
用いて被ばく線量を実測し評価することを目的とした。

### 【方法】

1. nanoDot(a)とルミネスバッジ(b)を防護衣左胸部外側同部位に貼付し両線量計の感度差を比較(a/b)した。
2. 防護眼鏡左外側にnanoDot(c)を貼付し、防護衣胸部と防護眼鏡位置での散乱線の影響(c/a)を比較した。
3. 防護眼鏡左内側にnanoDot(d)を貼付し、防護眼鏡による散乱線の防護効果を検証し、透過率(d/c)を算出  
した。

測定は平成29年4月の1ヶ月間行った。nanoDotを貼付した位置をFig.1およびFig.2に示す。



Fig.1 防護衣胸部に貼付した線量計の位置

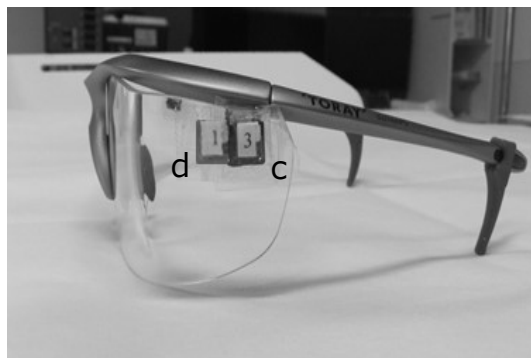


Fig.2 防護眼鏡左側内外に貼付したnanoDot

Table 1 A医師の2016年4月および2017年4月の検査件数と被ばく線量

	2017.04	2016.04
ABL	20 (17)	15
PMI	8	8
CAG	5	29
総線量	5803 mGy	
総透視時間	484.2min	
実効線量	0.3 mSv	0.6 mSv
水晶体等価線量	2.4 mSv	3.5 mSv

### 【結果・考察】

平成29年4月の1ヶ月間のA医師の検査件数は表1に示す通りである。昨年の4月と比べ、カテーテルアブレーション(ABL)とペースメーカー植込み術(PMI)の件数にはほぼ変化なく、診断カテーテル検査(CAG)が1/6へと激減していた。

ルミネスバッジの線量報告書では、実効線量が半減し、水晶体等価線量が約30%低減しているが、本年4月の1ヶ月で2.4 mSvは、単純計算では年間で28.8 mSvと推定される。

ルミネスバッジは「Sv」単位で報告書が来るため、nanoDot (Gy)と比較するために、メーカーに空気カーマに換算を依頼した。結果、bの位置での空気カーマは1.9 mGyと回答であった。同部位に設置したaの位置でのnanoDotの値は1.4 mGyで、ルミネスバッジが高感度であった。

測定する高さに対する影響を評価した結果、防護衣胸部と防護眼鏡位置でのnanoDot測定値 (c/a)は1.1/1.4 mGyであった。胸部での測定が21%過大評価となっていた。

防護眼鏡の透過率(d/c)は0.50/1.1 mGyから0.45となった。0.07 mmPbの防護眼鏡の散乱線防護効果は55%と考えられた。

以上の結果から、昨年度のA医師の水晶体等価線量は、

$$49.9 \text{ mSv} \times (c/a) \times (d/c) = 49.9 \text{ mSv} \times 0.79 \times 0.45 = 17.7 \text{ mSv}$$

と推定できる。年間20 mSvを辛うじてクリアする値である。

aとbの同部位に設置したルミネスバッジとnanoDotの測定値から、ルミネスバッジの感度差(過大評価)は35%程度と確認できた。ルミネスバッジの過大評価は、散乱線の強度傾斜とバッジ内の4種類のフィルタの相互作用による影響と言われる。この感度差を評価に加えると、

$$49.9 \text{ mSv} \times (a/b) \times (c/a) \times (d/c) = 49.9 \text{ mSv} \times 0.74 \times 0.79 \times 0.45 = 13.1 \text{ mSv}$$

と推定された。ICRP2011年勧告をクリアする値となったが、個人線量計からの高精度な水晶体校正定数が必要と考えた。臨床で水晶体線量を実測できる施設は少なく、2011年のICRP勧告の水晶体等価線量限度を受け入れるには、専用の水晶体測定器具が必要と思われた。

現在臨床で使用している0.07 mmPbの防護眼鏡は、遮蔽効果は55%と先行研究と同程度であったが、下方からの散乱線に対し十分に対応できない場合も考えられた。更なる形状の工夫など、更なる被ばく低減策が必要と思われた。また、グリッドレスを考慮した低線量プロトコルなども十分に検討の余地があると思われる。

### 【結論】

小型OSL線量計(nanoDot)を用いた実測を基に、昨年度のA医師の水晶体等価線量を評価した。不均等被ばくの個人線量計から推定する水晶体等価線量は非常に過大評価しており、nanoDotの実測から得られた値は、2011年のICRP勧告20 mSv/年を下回る結果であった。