

令和5年度厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）  
「放射線診療の発展に対応する放射線防護の基準策定のための研究」  
（研究代表者：細野 眞）

分担研究報告書  
「放射線診断・IVRにおける放射線防護の基準策定」

研究分担者	赤羽 正章	国際医療福祉大学医学部 放射線医学
研究協力者	小林 育夫	福井大学附属国際原子力工学研究所
	塚本 篤子	NTT 東日本関東病院放射線部
	五十嵐 隆元	国際医療福祉大学成田病院放射線技術部

## 1. 研究目的

2011年4月に国際放射線防護委員会（ICRP）が発表したソウル声明では、水晶体のしきい線量が従来考えられていたよりも低いこと、それに伴い職業被ばくについて水晶体の等価線量限度を5年間の平均で20mSv/年かつ年間最大50mSvまで引き下げること、が述べられ、2012年にはICRP Publication 118が発行された<sup>1,2)</sup>。我が国においても2021年4月から水晶体等価線量限度が引き下げられた。これを受けて、X線透視を用いた治療手技の術者については天吊り防護板や防護メガネなど防護デバイスの活用が推奨され、特に高い水晶体被ばくが懸念される術者の水晶体等価線量算定に眼近傍の線量計を用いる機会が増えている。

天吊り防護板の物理的な遮蔽性能は高く、術者の水晶体被ばく線量の大幅な低減が期待される一方で、実質的な遮蔽効果、すなわち実際に天吊り防護板が使用される状況における水晶体被ばく線量の低減率については実験環境でも臨床でもバラツキが大きく、使用方法によって効果が変動するものと考えられている。しかし適切な使用方法に関する検討は十分とはいえず、このため各種ガイドラインにおける具体的な記述やその根拠となるエビデンスの記載は乏しい<sup>3,4)</sup>。こうした状況を勘案し、本研究ではファントムを用いて散乱線を発生させる実験系にて天吊り防護板の配置による遮蔽効果の違いを、ジャングルジウム法<sup>5)</sup>を用いた空間線量分布測定によって検討し、今後のガイドライン改訂に資するエビデンスの蓄積を目的とする。

## 2. 研究方法

### 2.1. 天吊り防護板の配置位置の影響

右大腿動脈経由の腹部透視手技を想定し、散乱線発生源となる患者ファントムとして単純X線撮影用トレーニングモデルの全身ファントム（京都科学製 PBU-50）の体幹部～下肢を血管撮影装置の寝台に配置した。ジャングルジムは昭和丸筒製の 30cm 紙筒+プラスチックジョイントを用いて作成し、血管撮影装置の寝台を跨いで患者下肢の上方へ配置した（図 1）。術者から見て前方向かつ左右方向の平面の空間線量分布を測定するものとし、術者の水晶体の高さを想定して地上 110～176cm の高さで前方向 200cm、左右方向 100cm を測定範囲とした。

天吊り防護板の配置は、(1)なし、(2) 検出器（FPD）直近、高さ（寝台から天吊り防護板下縁まで）25cm、(3)FPD 直近、高さ 15cm、(4)FPD 直近、高さ 5cm、下縁の防護シートを患者足側へ沿わせる、(5)FPD から 33cm 足側、高さ 25cm、(6)FPD から 33cm 足側、高さ 15cm、(7)FPD から 66cm 足側かつ術者から見て 33cm 手前、高さ 25cm、の 7 条件で測定した（図 2）。(7)は術者頭部のすぐ左に配置した状態を想定している。

使用した血管撮影装置は フィリップス社製、照射条件は 80 kV, 12mAs, SID 120cm, フィルタ 0.1mmCu+1mmAl, 撮影 8 フレーム/秒 × 30 秒とした。

各 nanoDot について 3 回の読み出しの平均を測定値とし、Python を用いて線量分布図を作成した。



図 1

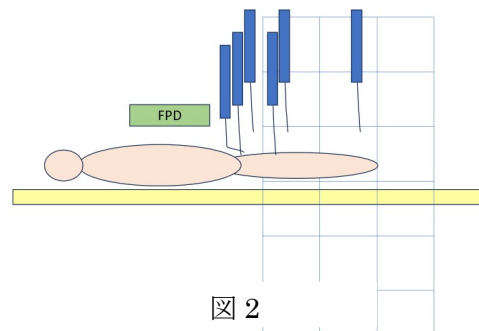
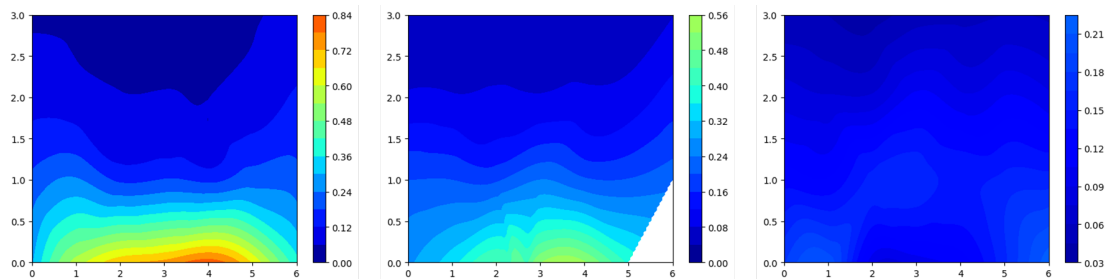


図 2

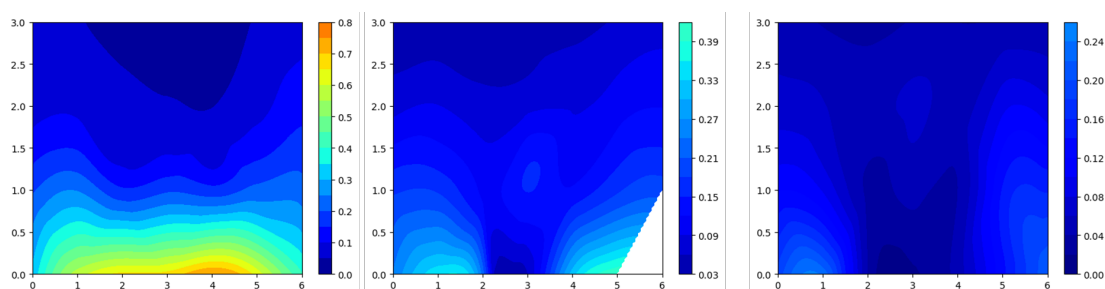
### 3. 結果

各条件における線量分布図が得られた。

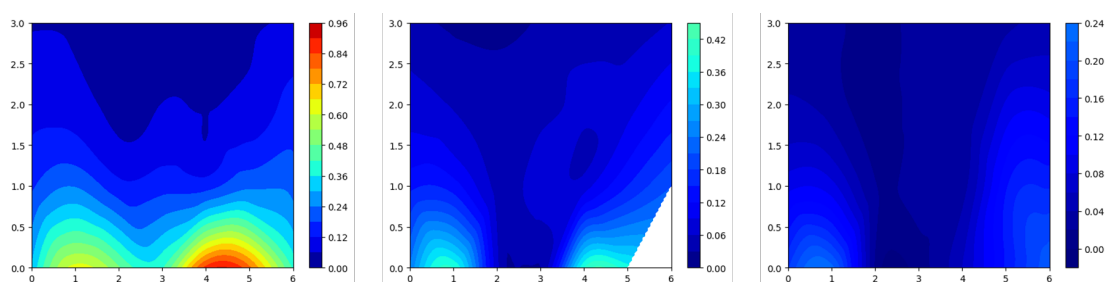
(1) 防護板なし（左から順に高さ 110cm、143cm、176cm。以下同様。）



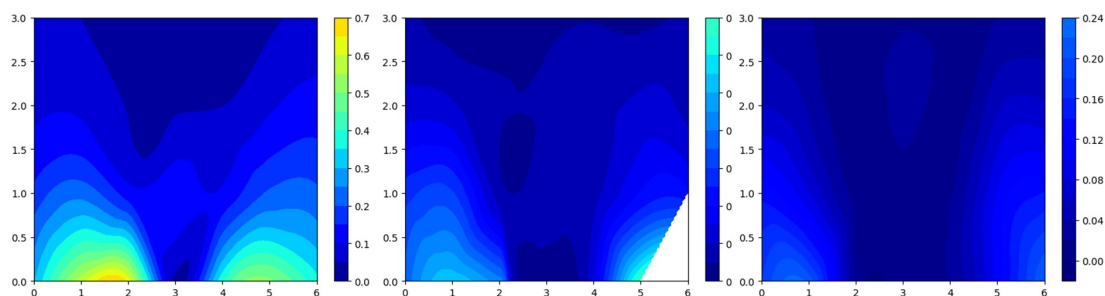
(2) FPD 直近、高さ 25 cm



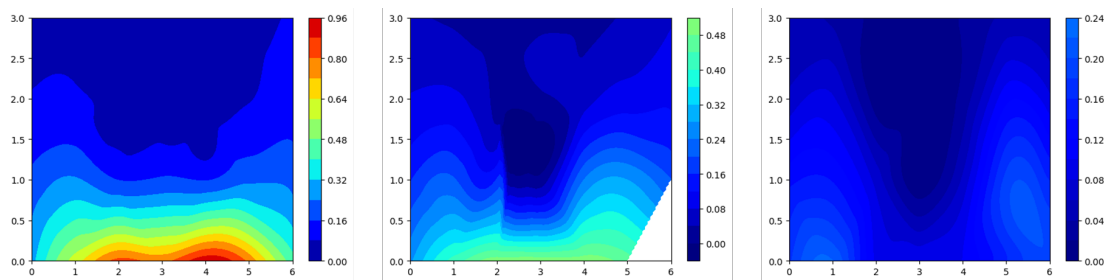
(3) FPD 直近、高さ 15 cm



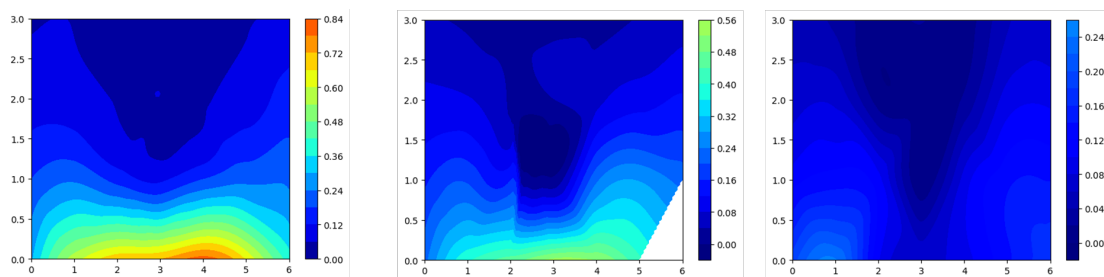
(4) FPD 直近、高さ 5 cm、患者足側へ向けて下縁の防護シート設置



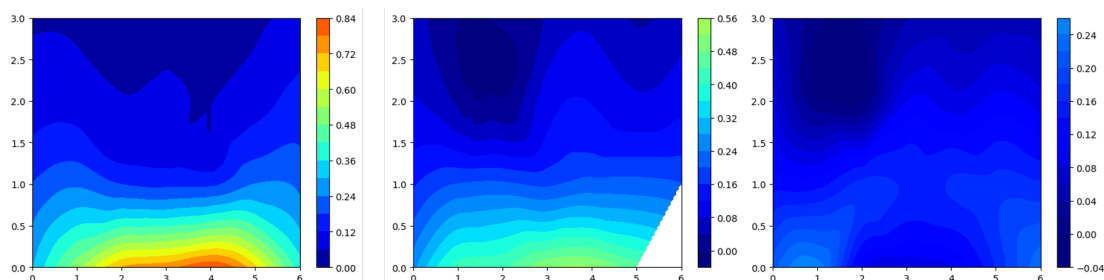
(5) FPD から 33 cm、高さ 25 cm



(6) FPD から 33 cm、高さ 15 cm



(7) FPD から 66 cm、右側 33cm、高さ 25cm



#### 4. 考察

ジャングルジム法を用いて、腹部透視手技における散乱線の線量分布が、防護板の使用状況に応じて変化する様子を観察できた。防護板と照射野の距離、防護板の高さ、のいずれも、線量分布に変化を与えることが確かめられた。術者の身長や立ち位置に応じた適切な防護板の使用法の検討に資するデータが得られた。照射条件や防護板の位置を変更し、更なるデータの蓄積が望まれる。

#### 5. 参考文献

1. ICRP Statement on Tissue Reactions. <http://www.icrp.org/page.asp?id=123>
2. ICRP, 2012. 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).
3. 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  
[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)

4. 医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン～水晶体の被ばく管理を中心に～  
<https://www.kyoto-msc.jp/news/suishoutai2020/>
5. Nakamura T, Suzuki S, Takei Y, et al. Simultaneous measurement of patient dose and distribution of indoor scattered radiation during digital breast tomosynthesis. Radiography (Lond). 2019 Feb;25(1):72-76.