

# WebVR 透視業務における 外部放射線による放射線防護の理解

## 演習テキスト

# 演習テーマ：透視業務における外部放射線による放射線防護の理解

## 本演習の目的：

放射線診療における医療従事者や介助者の被ばくの主な原因に散乱線があります。特に透視業務に携わる医療従事者の放射線障害が問題となっており、放射線防護の重要性が高まっています。

本演習では、透視業務に携わる医療従事者および学生を対象に、仮想現実(Virtual Reality : VR)を用いて散乱線の広がりを可視化し、透視時の散乱線の広がりを理解することで、放射線防護の三原則および有効な被ばくの低減方法を考察することを目的とします。

# 表示物について

**1**

PCI PCI防護具有り  
透視 透視カーテン有り  
CT CT防護具有り

**2**

3D objects  
患者照射基準点線量1mGy当たりの1cm線量当量  
 Irradiation field [23×23cm] [10×10cm]
 

10μSv/mGy	OFF	10μSv/mGy	OFF
5μSv/mGy	OFF	5μSv/mGy	OFF
1μSv/mGy	OFF	1μSv/mGy	OFF
0.5μSv/mGy	OFF	0.5μSv/mGy	OFF
術者	OFF		

**3**

2D cross-section  
Axial OFF  
Colonal OFF  
Sagital OFF

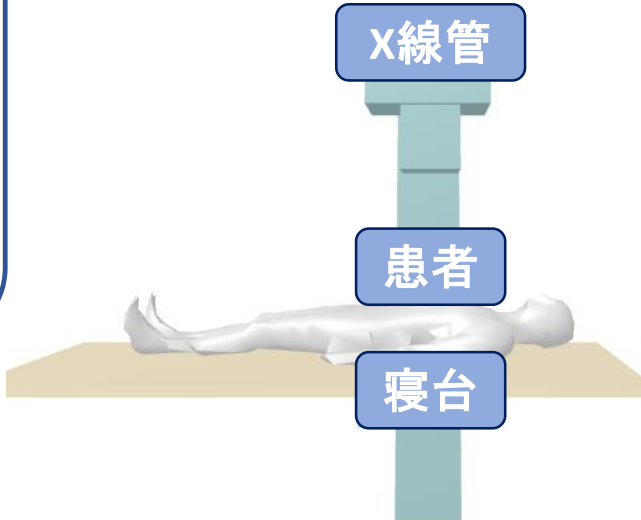
others  
exposure dose OFF  
distance OFF

**4**

2D animations  
Axial OFF  
Sagital OFF

3D objects

↑ チェックを付けることで各ボタンが表示されます。  
 チェックを外すとボタンは非表示になります。(画面を広く見たい時に有用です。)



X線管  
患者  
寝台

# ボタンの機能について

(ON, OFFを押すことで切り替えられます。)

- 1**  
モダリティ  
変更ボタン

モダリティを切り替えることができます。  
 この演習では“透視”と“透視カーテン有り”のボタンを使用します。
- 2**  
3D線量  
表示ボタン

ボタンに表示されている線量の散乱線が3D表示されます。
- 3**  
2D断面分布図  
表示ボタン

各断面における散乱線分布図が表示されます。
- 4**  
2D断面分布  
アニメーション  
表示ボタン

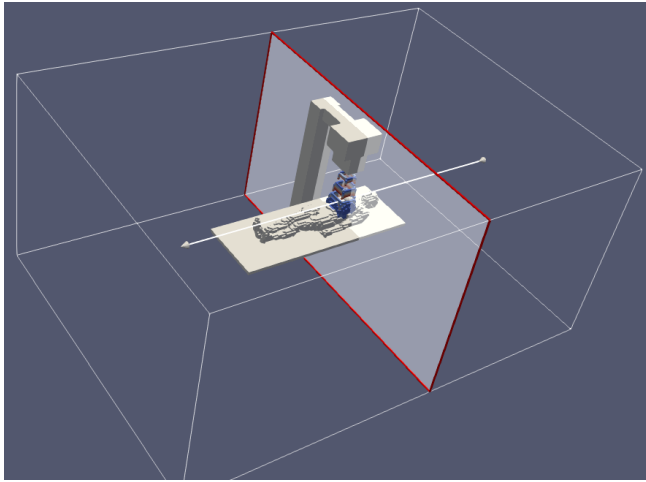
照射して散乱線が広がる二次元断面の様子が動画表示されます。
- exposure dose**  
表示ボタン

術者の被ばく線量が部位ごとに表示されます。
- 5**  
distance  
表示ボタン

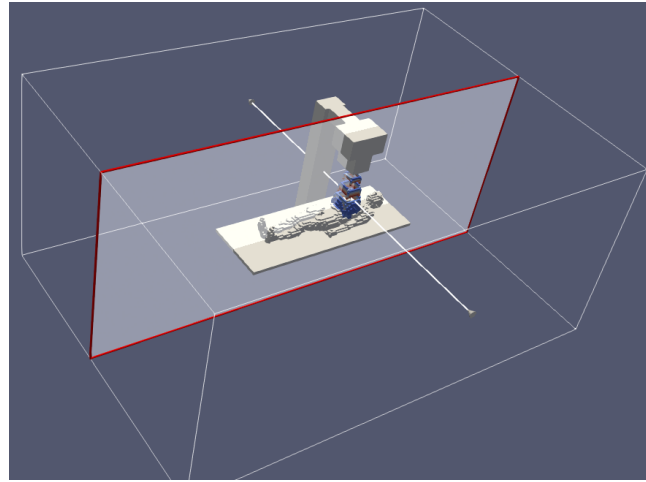
床から100cm、150cmの高さそれぞれにおける照射野中心から50cm、100cm、150cmの点での線量が表示されます。

◆ 表示物はマウスの左クリックで回転、右クリックで移動。  
 マウスホイール(もしくはピンチイン、ピンチアウト)で拡大、縮小することができます。

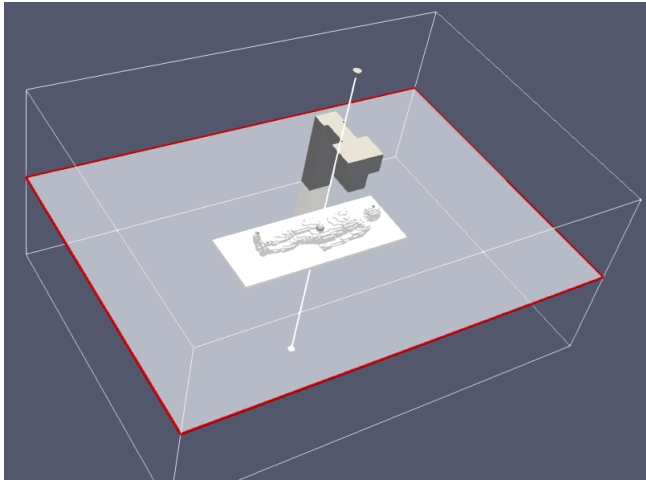
3



Axial(水平断面)  
→X線管中心での断面



Sagittal(矢状断面)  
→X線管中心での断面



Coronal(冠状断面)  
→患者表面での断面

## 断面、照射野、表示線量について

- 資料で示す水平断面、矢状断面、冠状断面は左に示す赤色の枠で定義しています。
- 透視(防護カーテン無し)の3Dオブジェクトのみ、照射野が23 cm×23 cmと10 cm×10 cmの場合があります。
- その他の線量分布図や被ばく線量は照射野が23 cm×23 cmの場合を示しています。
- 比較する場合は23 cm×23 cmを使用してください。
- 表示している散乱線の単位は周辺線量当量( $H^*(10)$  [ $\mu\text{Sv}$ ])を、1検査当たりの入射表面線量 [ $\text{mGy}$ ]で除したものです。

## 散乱線の広がり方を理解する

演習目的:

散乱線がどこから発生してどのように広がるのか、照射野の大きさが散乱線の広がり方にどのような影響を与えるかを理解する。

左上のモダリティ変更ボタンから“透視”を選択してください。

観察項目:

- 3D線量表示を変えると、散乱線の広がり方はどう変わるかを確認する。
- 2D断面分布のアニメーションで散乱線の時間変化を確認する。
- 照射野の大きさにより散乱線の広がり方はどう変わるかを確認する。

問1: 散乱線の広がり方に関して正しいものを選べ。

- 1: 散乱線は患者の入射点(面)を中心に球状に広がっている。
- 2: 散乱線は患者の入射点(面)を中心に四角錐状に広がっている。
- 3: 散乱線はX線管を中心に球状に広がっている。
- 4: 散乱線はX線管を中心に四角錐上に広がっている。

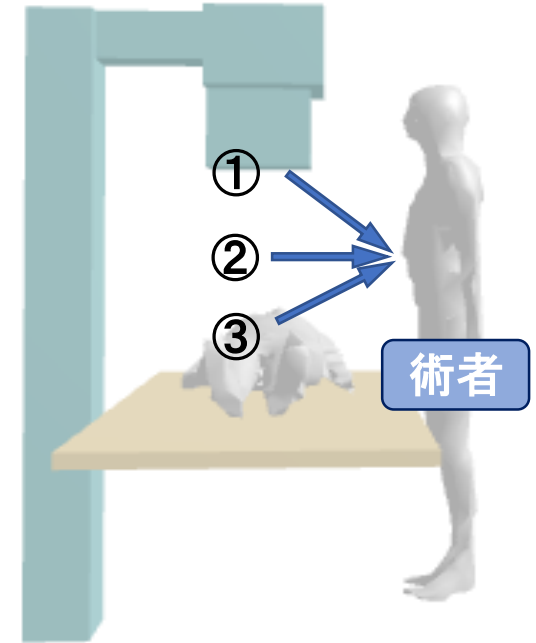
問2: 術者の腹部に対してどの方向から散乱線が入射すると考えられるか選べ。

(3D objectsから術者をONにしてください。)

1: ①

2: ②

3: ③



問3: 照射野を $23 \times 23 \text{cm}^2$ から $10 \times 10 \text{cm}^2$ に変更したときの散乱線の広がり方について正しいものを選べ。

1: 変更前と散乱線の広がり方は同じである。

2: 変更前より散乱線の広がりが小さくなっている。

3: 変更前より散乱線の広がりが大きくなっている。

## 線源からの距離による線量の違いを理解する

### 観察目的:

照射野中心からの距離による被ばく線量の違いを理解する。

床から160cmは水晶体の高さ、床から100cmは体幹部の高さを想定しています。

### 観察項目:

□distanceボタンを押して各点での線量値を確認する。

(othersからdistanceをONにしてください。)

□照射野中心から距離が離れるにつれて線量はどのように変化しているかを確認する。

防護カーテン無し		照射野中心からの距離		
		50 cm	100 cm	150 cm
床からの高さ	160 cm	D:( ) $\mu\text{Sv}$	E:( ) $\mu\text{Sv}$	F:( ) $\mu\text{Sv}$
	100 cm	A:( ) $\mu\text{Sv}$	B:( ) $\mu\text{Sv}$	C:( ) $\mu\text{Sv}$

問4:照射野中心からの距離とその地点での線量値の関係として正しいものを選び。

- 1: 距離におおよそ比例して線量が大きくなる。
- 2: 距離の2乗におおよそ比例して線量が大きくなる。
- 3: 距離におおよそ反比例して線量が小さくなる。
- 4: 距離の2乗におおよそ反比例して線量が小さくなる。

問5:床から100 cmの高さ、照射野中心から200 cmの地点での線量値に最も近いと考えられるものを選び。

- 1: 0  $\mu\text{Sv}$
- 2: 0.2  $\mu\text{Sv}$
- 3: 0.4  $\mu\text{Sv}$
- 4: 0.6  $\mu\text{Sv}$



## 防護具の有無による線量の違いを理解する

### 観察目的:

防護具の有無による散乱線分布や被ばく線量の違いから、放射線防護具の重要性を理解する。  
有効な防護具の使用方法について検討する。

この演習では、防護具として鉛当量0.35 mmPbの防護カーテンを用いた場合を示しています。

左上のモダリティ変更ボタンから“透視 防護具”を選択してください。

(最初は防護カーテンが非表示になっています。表示する場合は3D objectsからcurtainをONにしてください。)

### 観察項目:

- distanceボタンを押して各点での線量値を確認する。
- 3Dオブジェクトやdistanceの線量値から、散乱線の広がり方はどのように変化したかを確認する。
- exposure doseを押して術者の被ばく線量を比較し、どのように変化したかを確認する。

(othersからexposure doseをONにしてください。)

防護カーテン有り		照射野中心からの距離		
		50 cm	100 cm	150 cm
床からの高さ	160 cm	D:( ) $\mu\text{Sv}$	E:( ) $\mu\text{Sv}$	F:( ) $\mu\text{Sv}$
	100 cm	A:( ) $\mu\text{Sv}$	B:( ) $\mu\text{Sv}$	C:( ) $\mu\text{Sv}$

問6:放射線防護カーテンを用いた際の散乱線の広がりに関して正しいものを選び。

- 1: 使用した防護カーテンでは遮蔽効果は見られない。
- 2: 防護カーテンの後方の線量は減少しているが、散乱線の広がり是不変。
- 3: 散乱線の広がり是不変だが、線量値に变化はない。
- 4: 防護カーテンの後方の線量が減少し、散乱線の広がりも变化している。

		被ばく線量		減少率
		防護カーテン無し	防護カーテン有り	
被ばく部位	水晶体	( ) μSv	( ) μSv	( )%
	甲状腺	( ) μSv	( ) μSv	( )%
	胸部	( ) μSv	( ) μSv	( )%

$$\begin{aligned}
 (\text{減少率}) = & \\
 & \frac{(\text{防護具無しの線量}) - (\text{防護具有りの線量})}{(\text{防護具無しの線量})}
 \end{aligned}$$

問7:防護カーテンを付けた際、減少率が最も低かった部位は( 水晶体 ・ 甲状腺 ・ 胸部 )である。

その部位での被ばくをより低減する方法として、最も効果的なものを選べ。

- 1:鉛当量0.15 mmPbの防護カーテンに変更する。
- 2:患者表面と防護カーテン下端の距離を近づける。
- 3:患者表面と防護カーテン下端の距離を遠ざける。
- 4:患者に近づく。

