

# 演習テーマ：放射線診療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。本演習では、仮想現実(Virtual Reality : VR)を用いて散乱線の広がりを可視化し、検査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(距離・時間・遮へい)および有効な被ばくの低減方法を理解することを目的とします。

## 使用する道具

- ✓ 各自のPC(タブレット端末も可)、本演習テキスト資料、解答用紙(配布します)

## 注意事項

- ✓ データの読み込みの為に、システムの起動までに1分程度かかります。(機種のパフォーマンスやネット環境で時間は多少変化します。)
- ✓ システムが正常に動作しない場合は、担当の者に伝えてください。代替りの端末をお貸しします。

## 演習の進め方の説明

- ✓ 本資料は、モンテカルロ計算に基づいた胸部、骨盤の臥位正面方向撮影での検査室内の散乱線の広がりをウェブブラウザ上のVRで可視化しています。
- ✓ 資料に従い演習1-4について観察項目に沿って確認して下さい。

記載ページ	記載内容	記載ページ	記載内容
2-4	システムの使い方、機能の説明	5	演習1: 散乱線の広がり
6	演習2: 線源からの距離による線量の違い	7	演習3: 防護具による線量の違い
8	演習4: 照射条件、照射部位による線量の違い	9	まとめ

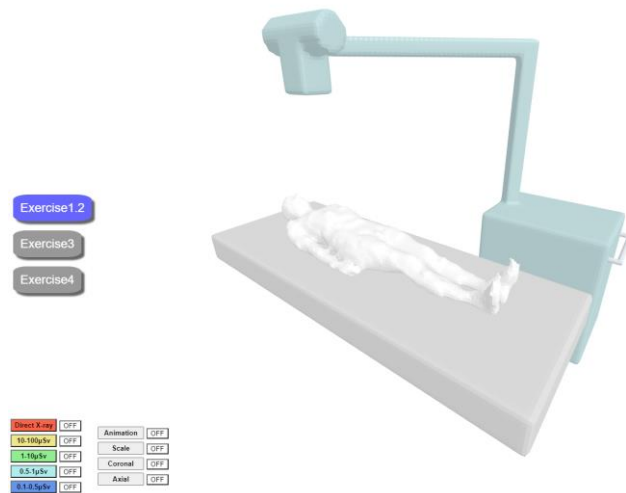
# まずは動作確認をお願いします！（WebVRシステムの起動までの手順）

**Step 1:** 演習用URLをクリックして開いて下さい。

（ウェブページが開きます。メッセージがでたらOKまたはCloseを押して下さい。）

<https://contsrv.icer.kyushu-u.ac.jp/Medu/XraySim/Exercise1.2/>

**Step 2:** 画面にオブジェクトが表示されたら動作確認は終了です。



起動して数十秒後に左図のよう  
に患者、寝台、X線撮影装置が  
表示されたらOK

うまく表示されない場合、他に開いているページやプログラムは閉じてブラウザを再起動して下さい。

# 表示物について

# 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

3D  
線量表示  
ボタン

記してある線量の散乱線が3D表示されます。  
(Direct X-rayは、X線からの直接線が主です。)

2

Animation  
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。

3

Scale  
ボタン

患者表面の高さで照射野中心からの距離と、  
A(50 cm)、B(100 cm)、C(150 cm)点における  
胸の高さの線量値が表示されます。

4

Coronal  
Axial  
ボタン

2D散乱線分布が表示されます。  
※演習1のみ介助者が表示されます。

5

演習切替  
ボタン

記載されている演習番号で用いる  
システムに切り替わります。

◆ 表示物はマウスの左クリックで回転、右クリックで移動。  
拡大、縮小することができます。

※ボタンは連続で押すと反応が悪いため1, 2秒おいてボタンを押して下さい。

X線管

患者

ポータブル  
X線装置

寝台

5

Exercise1.2

Exercise3

Exercise4

2

Animation OFF

3

Scale OFF

4

Coronal OFF

Axial OFF

1

Direct X-ray OFF

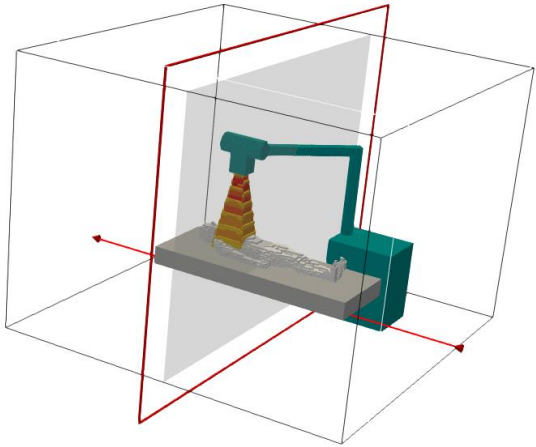
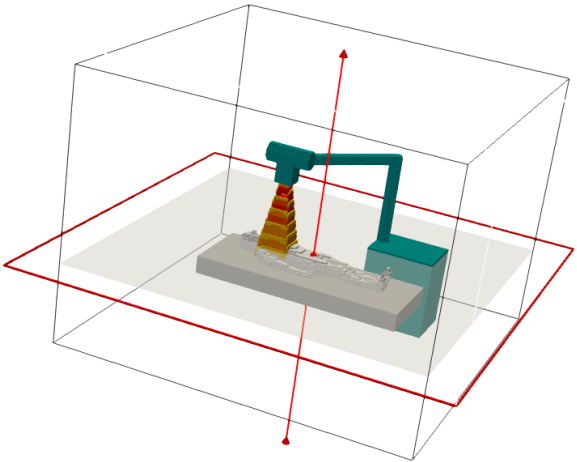
10-100 $\mu$ Sv OFF

1-10 OFF

0.5-1 $\mu$ Sv OFF

0.1-0.5 $\mu$ Sv OFF

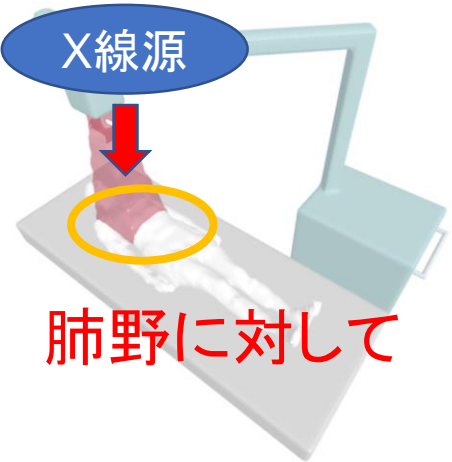
# 断面、照射野、表示線量について



- 資料で示す冠状断面、水平断面は左に示す赤色の枠で定義しています。
- 胸部撮影時は肺野、骨盤撮影時は骨盤を照射野中心に照射しています。
- 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。

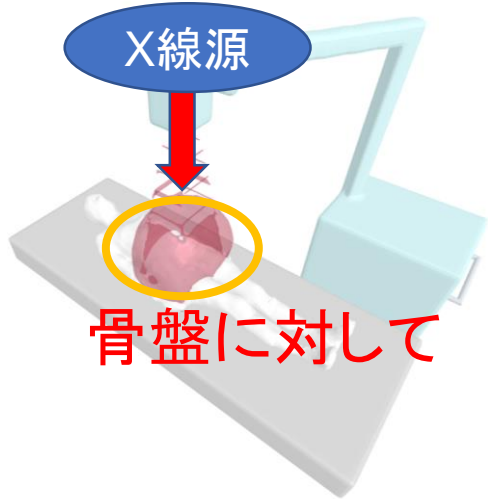
Coronal (冠状断面)  
→患者表面の位置の断面

Axial (水平断面)  
→X線管の位置の断面



肺野に対して

胸部撮影

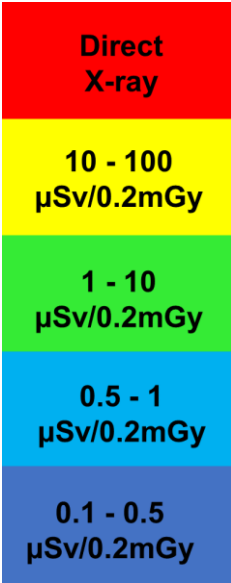


骨盤に対して

骨盤撮影

主にX線管からの直接線

散乱線



画面に表示される線量と色の関係

# 演習1: 散乱線の広がりの理解

演習目的: 散乱線がどこから発生しどのように広がるのか、検査時の介助者の立ち位置や高さが被ばくにどのように影響するのかを理解する。

演習方法: 演習切替ボタンの「Exercise 1, 2」を押して下さい。 →

以下の項目を観察して、演習問題①を解いて下さい。

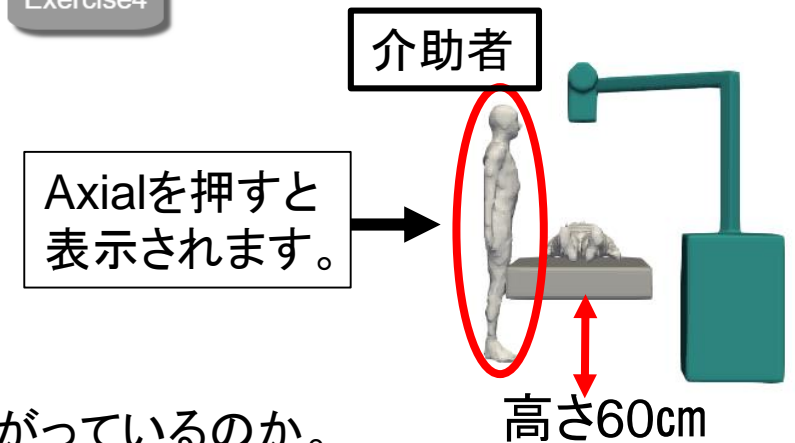
Exercise1.2

Exercise3

Exercise4

## ◆ 観察項目

- 3D線量表示を変えると、散乱線の広がりはどう変わるか。  
( \* 赤色で表示される散乱線の3Dモデルは主に直接成分です。 )
- Animationボタンで散乱線の広がり方の動画を表示して散乱線がどのように広がっているのか。  
( どこを中心に広がるのか、どのような形で広がっていくのか。 )
- 散乱線の冠状断面(Coronal)を表示させて患者に対してどの位置に立つと散乱線量が少なくなるか。
- 散乱線の水平断面(Axial)を表示させて患者側面に立つ介助者の被ばく線量が体の高さが異なる部位で均一かどうか。
- オブジェクトを回転させて散乱線を様々な角度から観察して、散乱線がどのように広がっているのか。



# 演習2: 線源からの距離による線量の違い

演習目的: 照射野中心からの距離と被ばく線量の間係を理解する。

Exercise1.2

演習方法: 演習切替ボタンの「Exercise 1,2」を押して下さい。 →

Exercise3

以下の項目を観察して、演習問題②を解いて下さい。

Exercise4

## ◆ 観察項目

- Scaleボタンを押して照射野中心からの距離と点A(50 cm),B(100 cm),C(150 cm)の線量を確認する。
- 距離と線量値の増減がどのような関係か推定する。
- 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。
- 200 cm地点で線量がどのくらいになるか推定する。

点A: (                    ) $\mu\text{Sv}$	200 cmは 100 cmの2倍の距離。 →	200 cm地点:
点B: (                    ) $\mu\text{Sv}$		(                    ) $\mu\text{Sv}$
点C: (                    ) $\mu\text{Sv}$		

## 演習3: 防護具の有無による線量の違い

演習目的: 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。

演習方法: 演習切替ボタンの「Exercise 3」を押して下さい。 → 防護具を用いた際の胸部臥位撮影時の様子が表示されます。以下の項目を観察して、演習問題③を解いて下さい。

Exercise 1.2

Exercise 3

Exercise 4



防護エプロンを模した  
仮想上の防護具

### ◆ 観察項目

- 散乱線の冠状断面(Coronal)を表示させて防護具によって散乱線の広がりがどのように変化しているかを確認する。
- 散乱線を表示させて、表示物を回転させて防護具の後方で散乱線がどのように広がっているかを確認する。
- Scaleボタンを用いて照射野中心から50 cm地点(A点)での線量を確認する。(回転させると見やすいです。)

点A: (                      ) $\mu$ Sv

- 防護具の有無でA点の線量がどのように変化したかを確認する。
- 防護具の後方のB, C地点でも同様に線量が遮蔽具の有無でどのように変化したか冠状断面(Coronal)を基に確認する。



## 演習4:照射条件、照射部位による線量の違い

演習目的:検査部位や撮影条件により散乱線の広がり方や被ばく線量がどのように変化するかを理解する。

演習方法:演習切替ボタンの「Exercise 4」を押してください。→  
骨盤正面撮影時の様子が表示されます。  
以下の項目を観察して、演習問題④を解いて下さい。

Exercise 1.2

Exercise 3

Exercise 4

撮影条件	胸部	骨盤
管電圧 [ kV ]	80	80
管電流時間積 [ mAs ]	2.0	22
焦点-検出器間距離 [ cm ]	120	120

※胸部撮影時のシステムと比べて、起動までに時間がかかります。

### ◆ 観察項目

- 散乱線を表示させて胸部撮影と比べて同じ線量値で広がり方がどう違うかを確認する。
- 散乱線の冠状断面(Coronal)を表示させて胸部撮影時の散乱線の広がり方との違いを確認する。
- 撮影条件の表から胸部と骨盤では何が違うかを確認する。
- 散乱線の広がりとの違いと撮影条件の違いの関係を確認する。
- Scaleボタンを用いて照射野中心からの距離と点A(50 cm), B(100 cm), C(150 cm)の線量を確認する。  
点A: ( )  $\mu\text{Sv}$  点B: ( )  $\mu\text{Sv}$  点C: ( )  $\mu\text{Sv}$
- 胸部撮影時の線量値との違いがどのくらいか計算する。



# まとめ

演習1から4までに以下の事を学びました。

- ✓ 演習1. 散乱線の広がり方、位置や高さによる線量値の変化。
- ✓ 演習2. 距離と散乱線量の関係。
- ✓ 演習3. 防護具による散乱線量の変化。
- ✓ 演習4. 撮影条件や照射部位の違いによる散乱線の広がり方の変化。