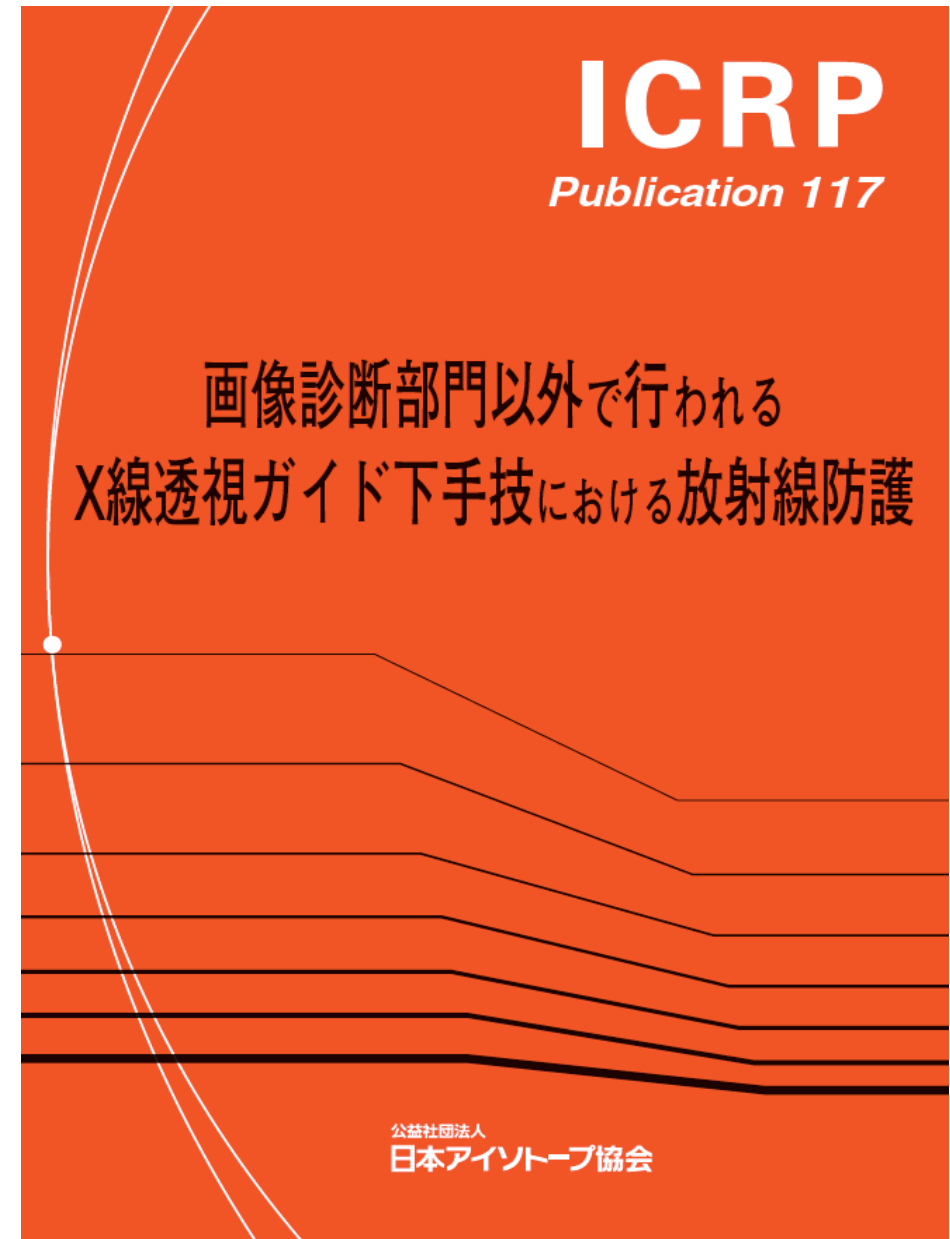


医療分野における職業被ばくと 放射線防護

九州大学大学院 医学研究院
保健学部門 医用量子線科学分野
藤淵俊王

医療従事者への放射線防護の重要性

- 放射線を使用した診療は着実に増加しており、患者と医療従事者の被ばくを伴う処置も頻繁に実施されている。
- 放射線科および循環器内科に加えて、脳神経外科、整形外科、泌尿器科、消化器外科および他の医師はX線透視を使用し、放射線障害の可能性
- 水晶体の混濁が最近報告され、眼の放射線防護を強化する必要性への関心が高まっている。
- 手術室でX線装置を使用する医療従事者の防護に、可能な限り放射線防護板を使用することを推奨
- 放射線防護の原則に関する医療従事者および学生への教育と訓練が、これまで以上に求められる。



日本国内における医療従事者の水晶体被ばくの実態調査

- 国立病院機構の医療従事者の職種別・業務別水晶体等価線量を調査(延べ4493名)
- 不均等被ばく管理をしている医療従事者のうち、2.9%が20mSv/年を超えている
- 医師、看護師が比較的多い

水晶体等価線量/年 [mSv]	医師	看護師	診療放射線技師	その他の職種	総数
0	1151	505	94	115	1865
<2.5	711	257	446	104	1518
<5	191	67	152	5	415
<10	173	57	86	1	317
<20	159	46	41		246
<30	67	7	1		75
<50	37	2	1		40
<75	10	1			11
<100	5	1			6
総数	2504	943	821	225	4493

実態調査結果のまとめ

- 水晶体等価線量が20 mSv/年を超える可能性の比較的高い職種は、透視業務に携わる医師と看護師
- 水晶体被ばくの高い部署や業務として、
 - 医師：循環器内科、消化器内科、消化器外科、放射線科、整形外科、
業務として血管造影室、TV透視室、内視鏡室、手術室
 - 看護師：TV透視室、内視鏡室での検査に携わる者
 - 診療放射線技師：CTと一般撮影であり、TV透視室、血管造影を担当して20 mSv/年を超える可能性は低い
- 今回のデータは放射線防護眼鏡による遮蔽は考慮していない
- 水晶体被ばくの可能性の高い部署での適切な不均等被ばく管理と防護対策が求められる⇒防護の最適化

医療現場における放射線防護の原則

時間： 放射線照射時間は、**最小限**にとどめる。

距離： 放射線源、散乱線源を意識し、可能な限り**距離をとる**

遮蔽： 業務上の防護の手段として最も効果的であり、有効に使用する

その他、医療での放射線防護

適切な条件の設定や装置の品質管理を実施する

(照射条件の最適化)

- 診療可能な最低限の画質となるよう、出力、パルスレートや撮影枚数、照射野を調整する、画像検出器と患者を可能な限り近づける

(照射野に手を入れない)

- 照射野内外で100倍以上線量が異なる。手指の皮膚障害、皮膚がんの可能性

放射線防護具

遮蔽効果は鉛当量と、入射するX線のエネルギーに依存

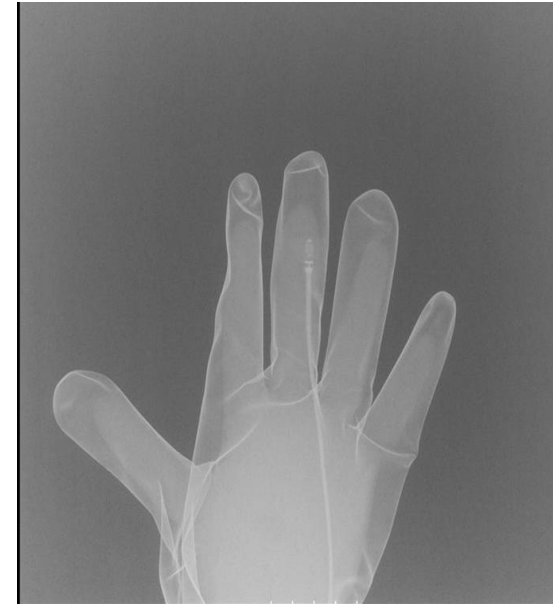
放射線防護手袋(0.03mmPb)の低減効果

放射線防護衣

- 診断領域のX線場で使用(透視検査等)
- 0.35 mmPbで、120 kVのX線だと90%遮蔽できるが、500 keVの消滅放射線だとほとんど遮蔽できない。



	Pb(+)	Pb(-)	低減効果
透視 (mGy/min)	9.09	14.63	0.62
撮影 (mGy)	0.28	0.43	0.65



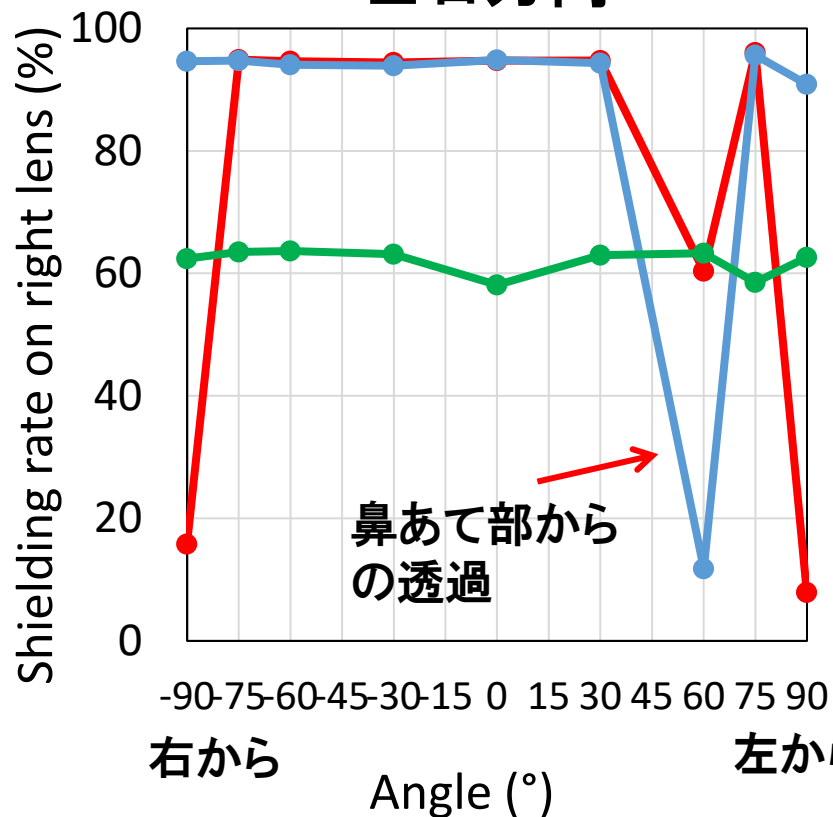
放射線防護眼鏡

- 種類により遮蔽できる範囲が異なる(サイドも遮蔽しているか)
- 遮蔽部分と顔(頬)との隙間から入射する散乱線に注意する

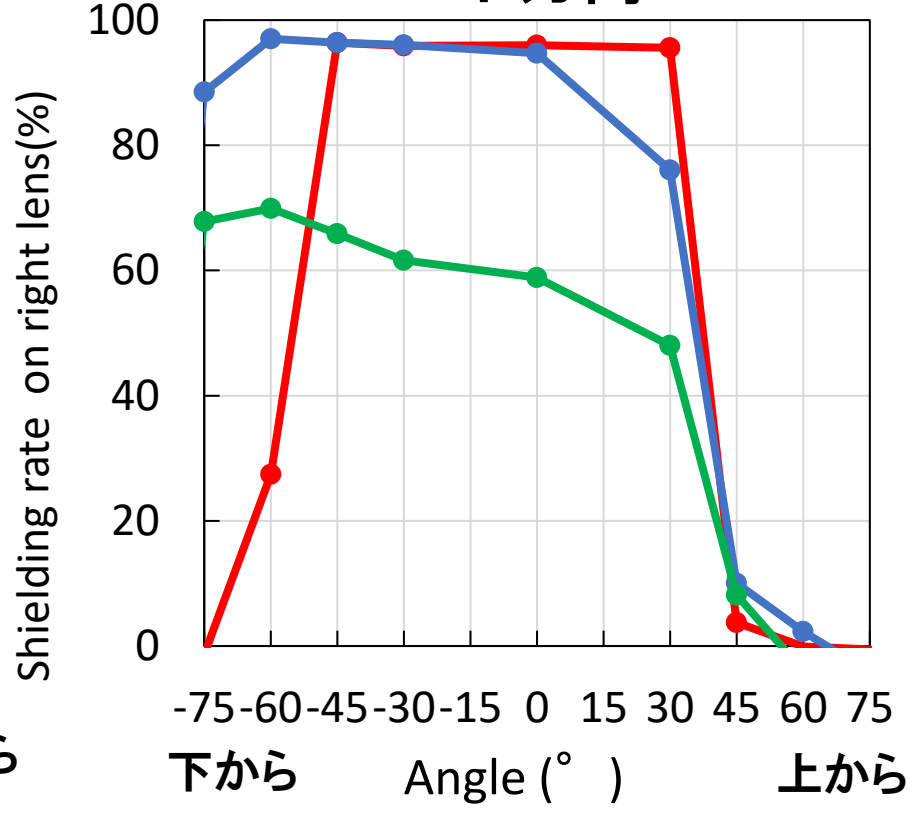


入射方向別の水晶体線量遮蔽率

左右方向

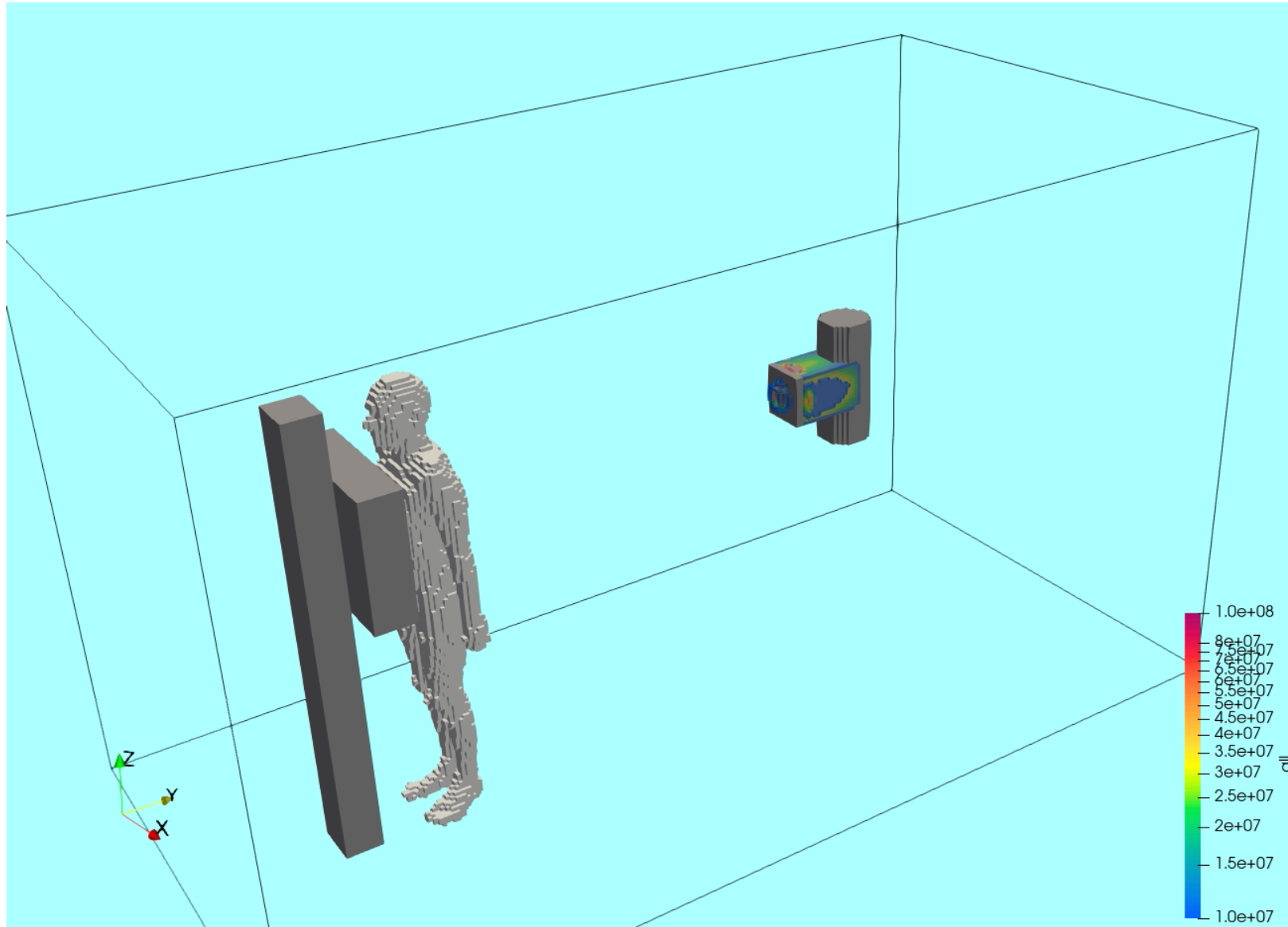


上下方向



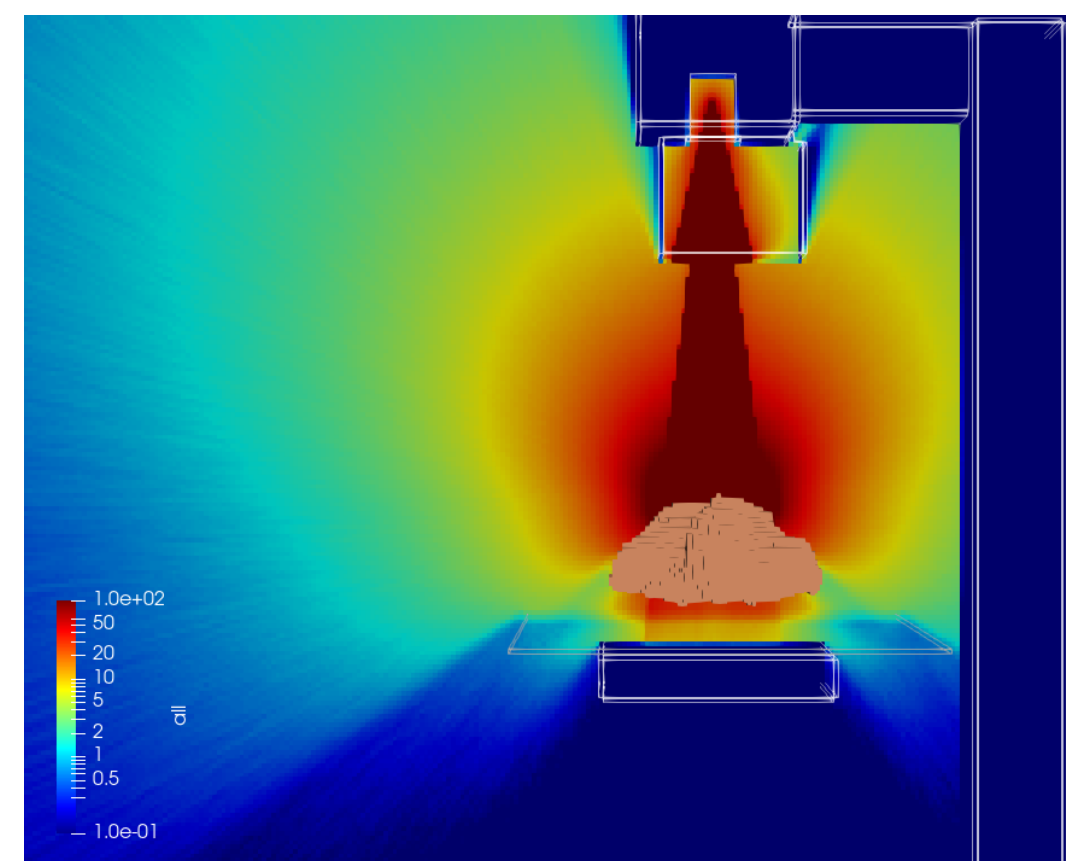
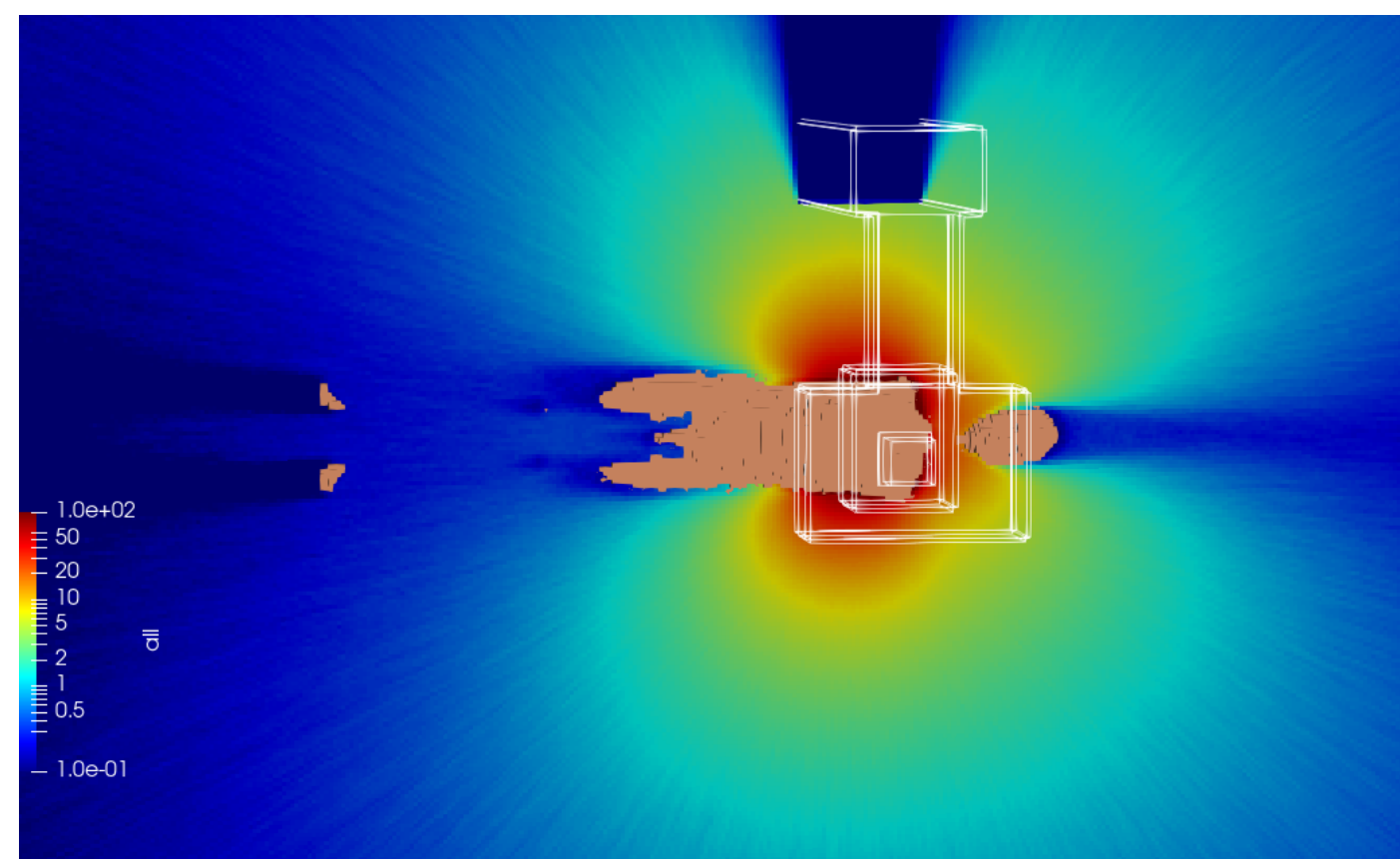
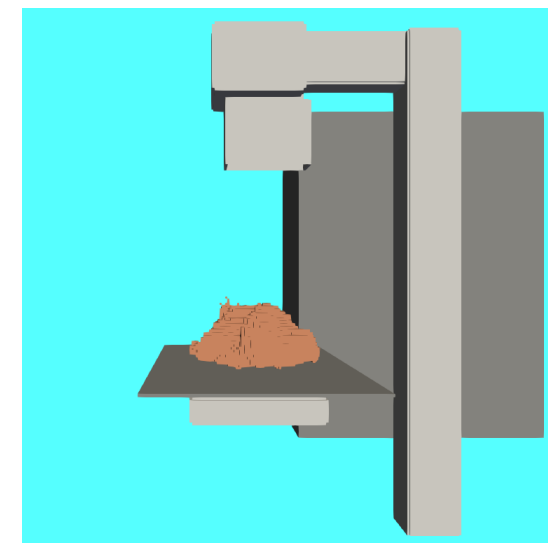
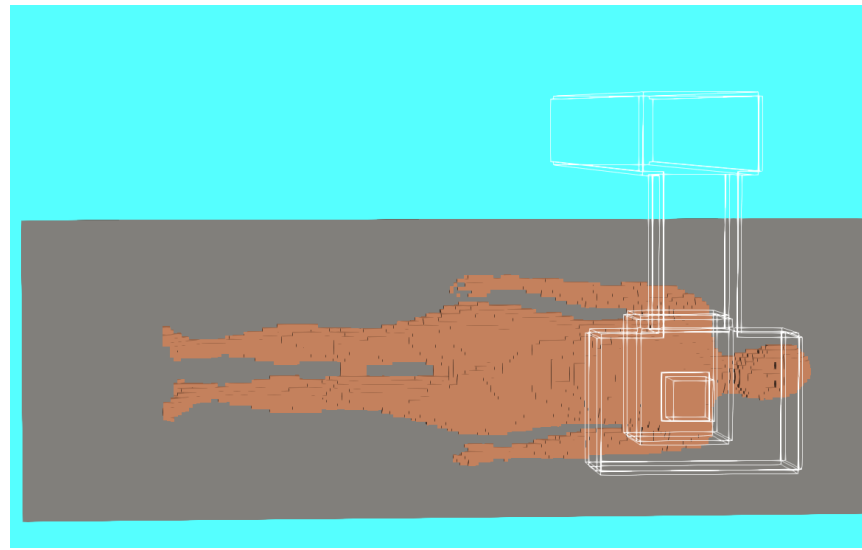
● Front ● Front and side (Pasted lead seal) ● Panorama

立位胸部単純撮影における放射線の挙動

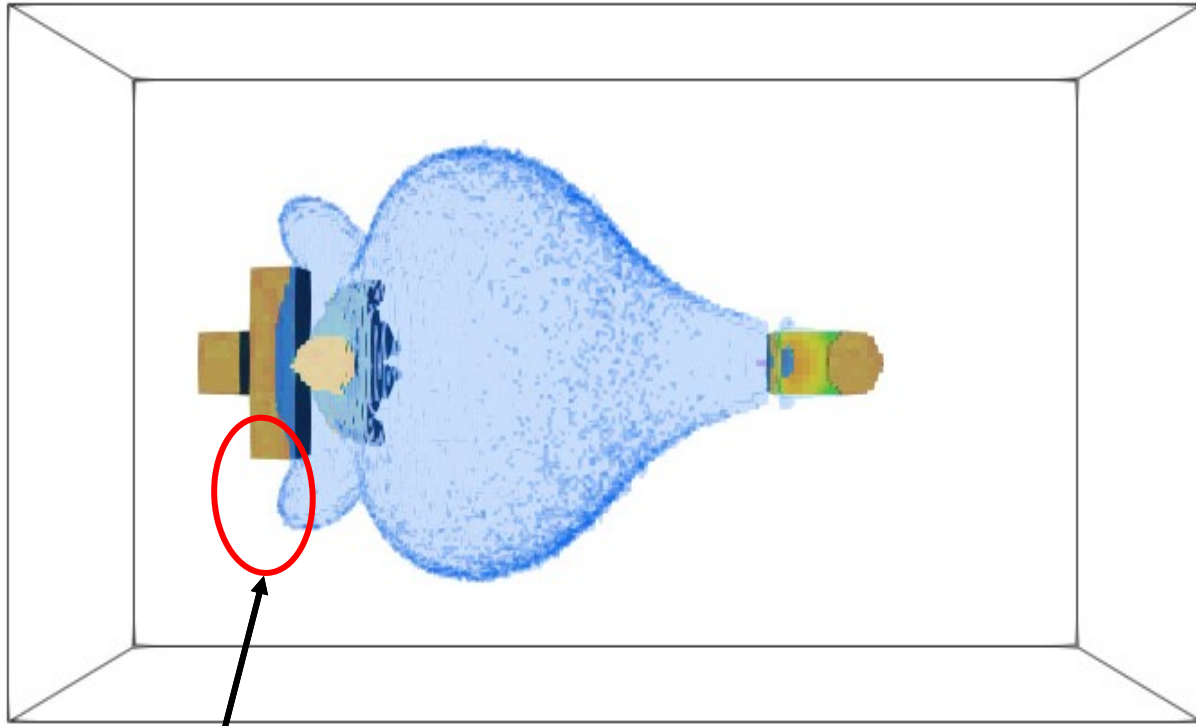


散乱線の特徴

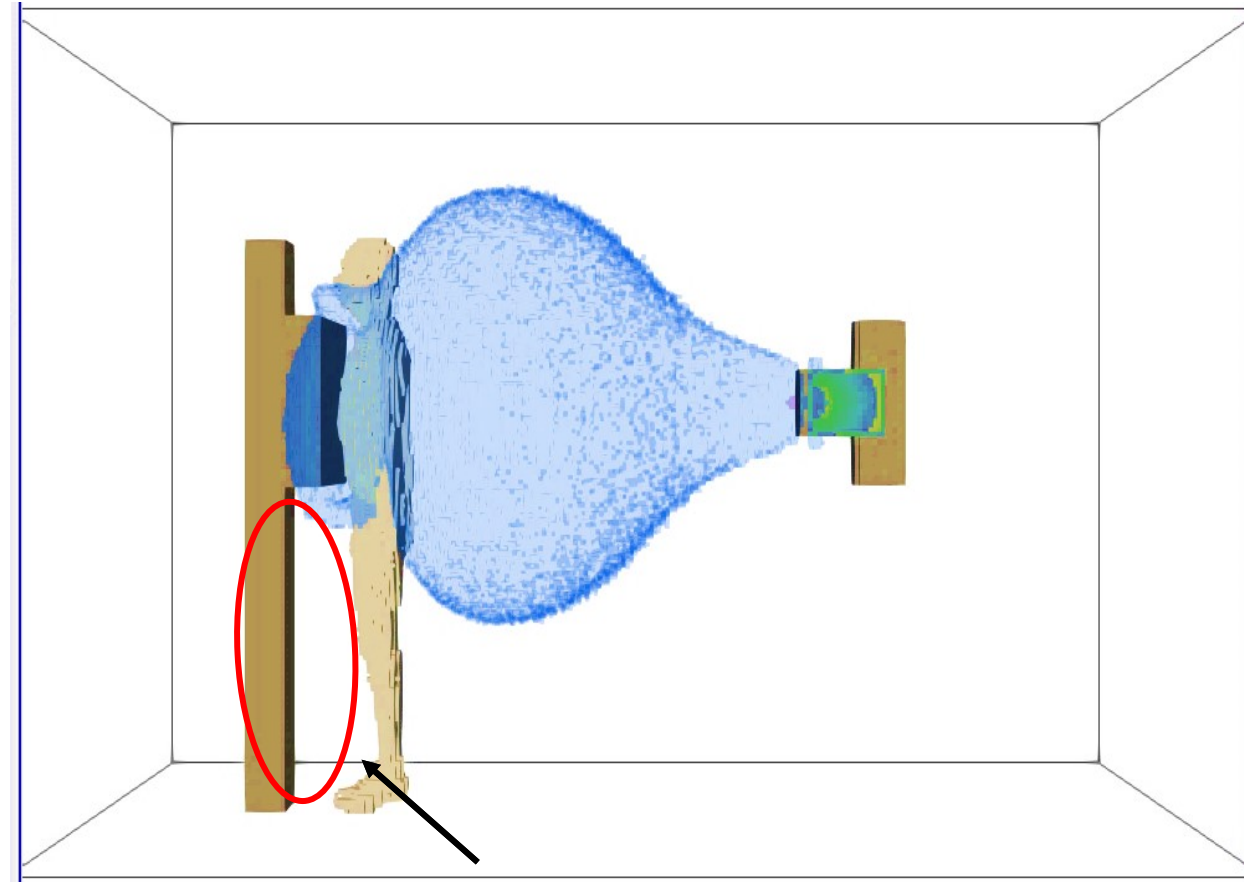
- 患者を中心に広がる
- **患者からの後方散乱成分が多い**
- 患者による吸収もある



立位胸部単純撮影時の散乱線分布



介助者の被ばくの少ない位置

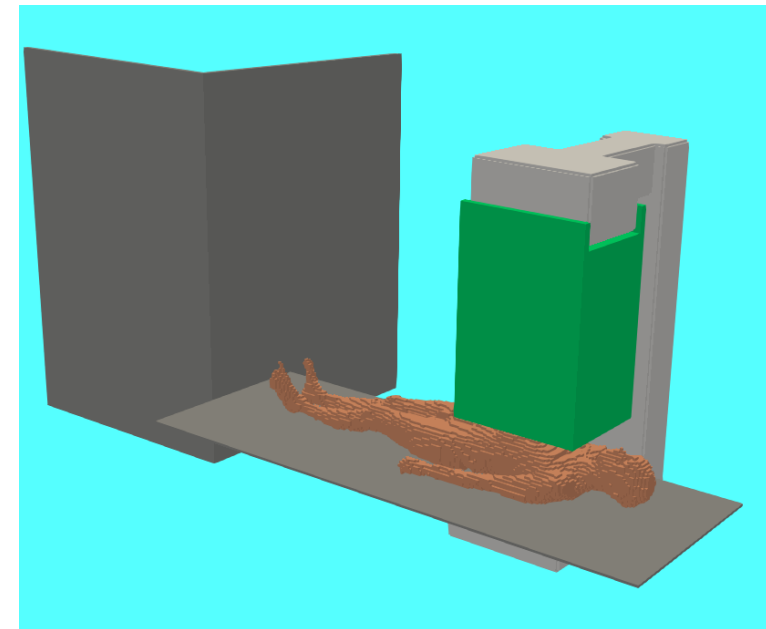
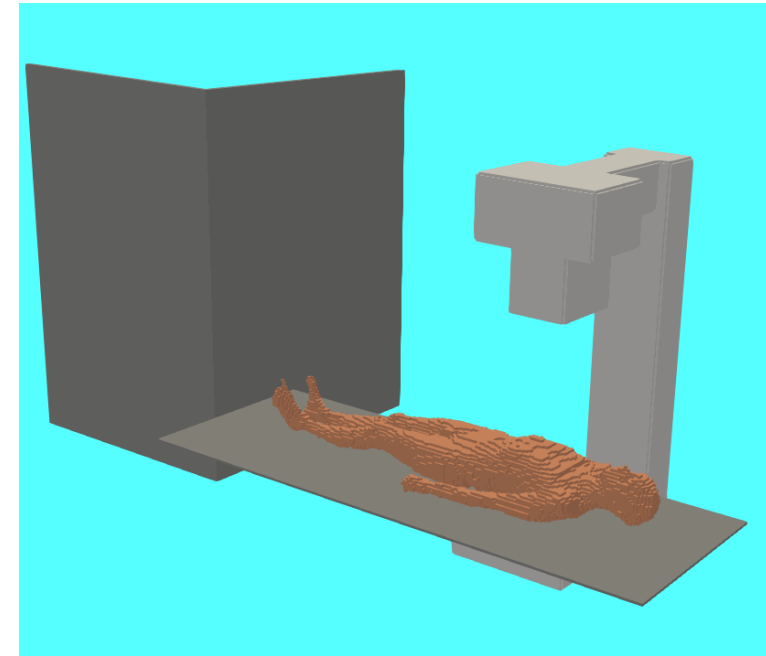


介助者の被ばくの少ない位置

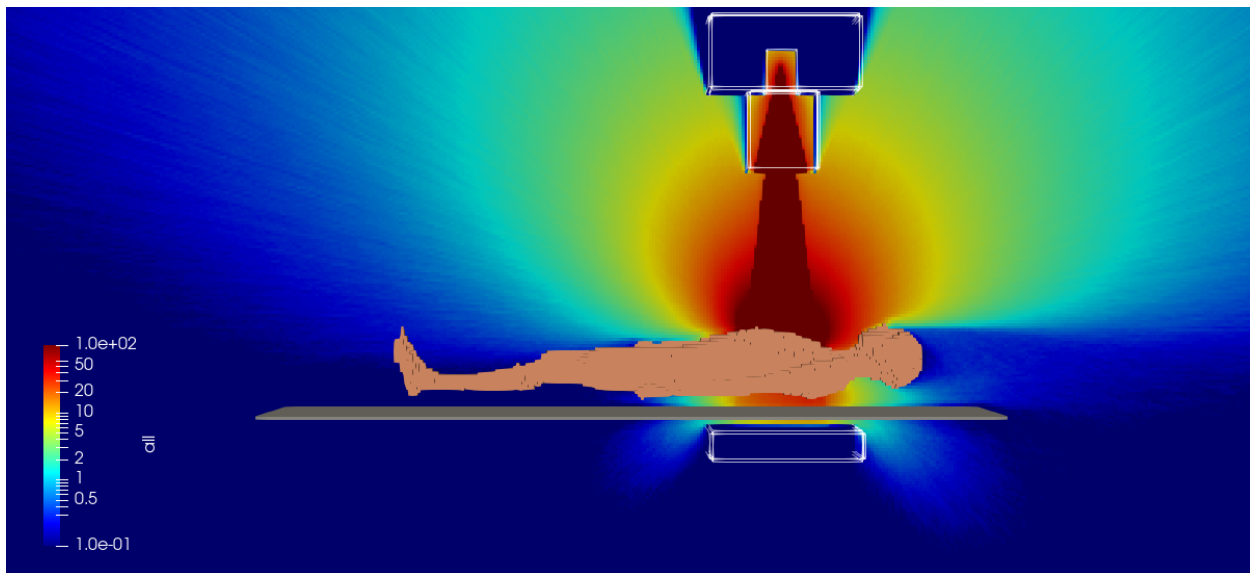
- 散乱線の広がりを意識する
- 被ばく量はX線の照射条件(管電圧、管電流、照射時間)に依存する

X線透視での放射線防護

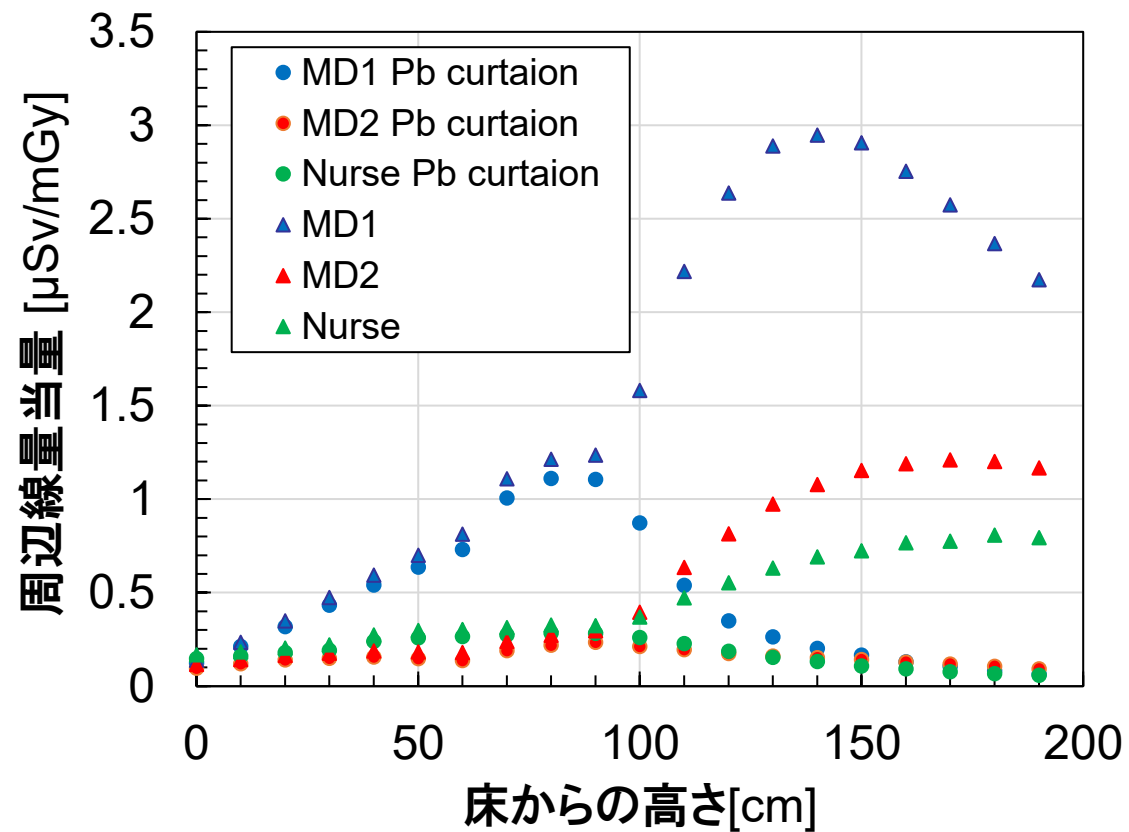
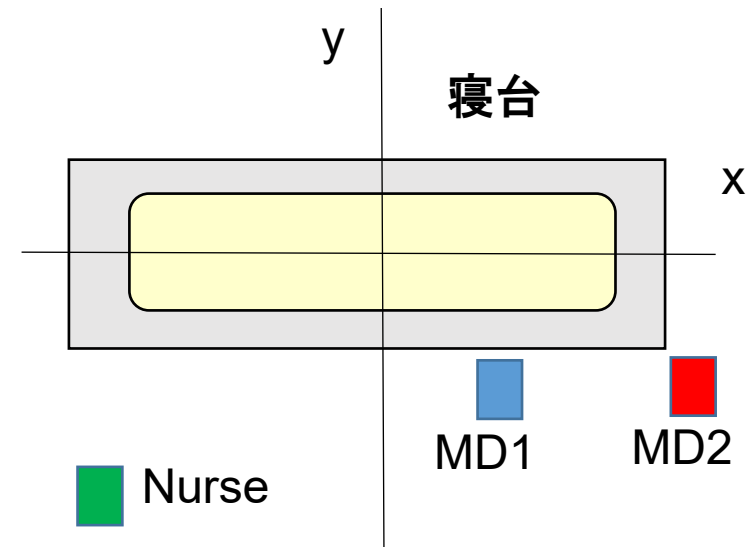
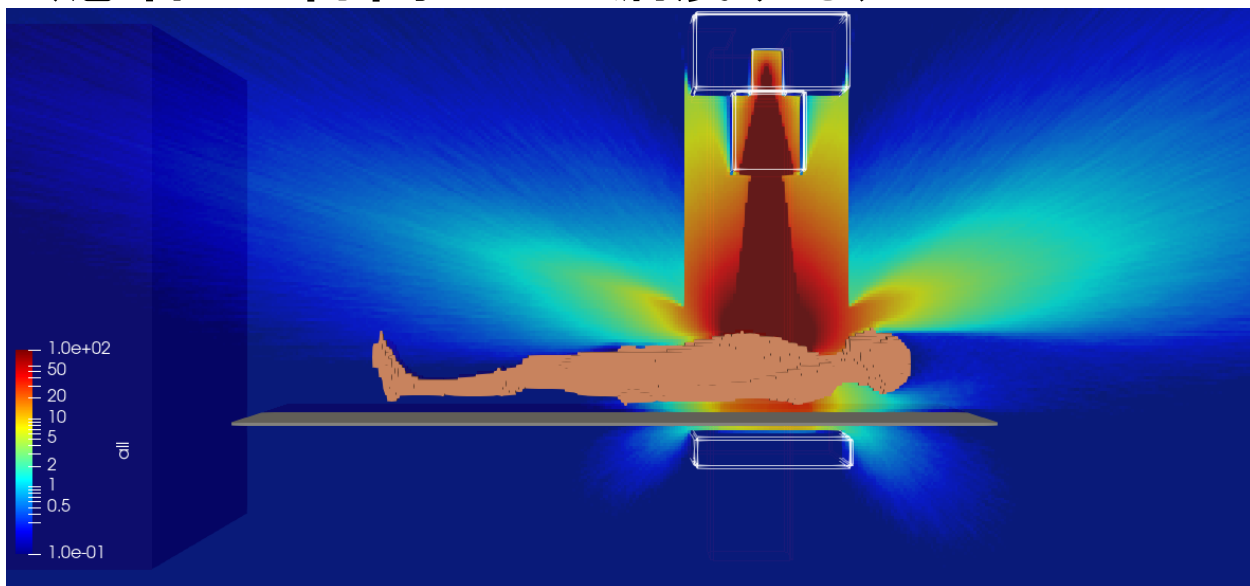
- ERCPでは患者介助など散乱線源に近づくこともあり被ばくが多い
- 放射線防護カーテンは散乱線からのスタッフの被ばくを大きく低減する



防護カーテンのない場合



防護カーテンのある場合 (患者との隙間からは漏洩する)

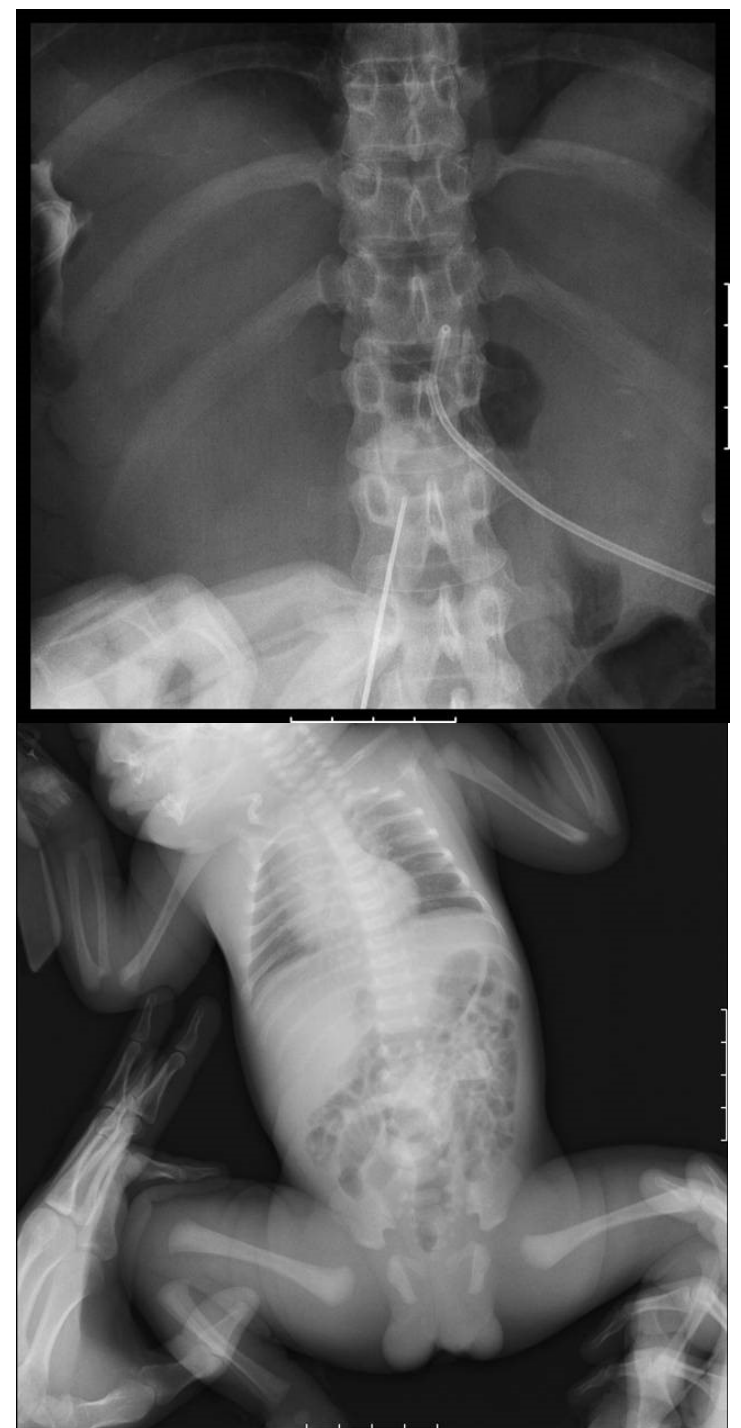


手術室や非血管系IVRでの手指被ばく

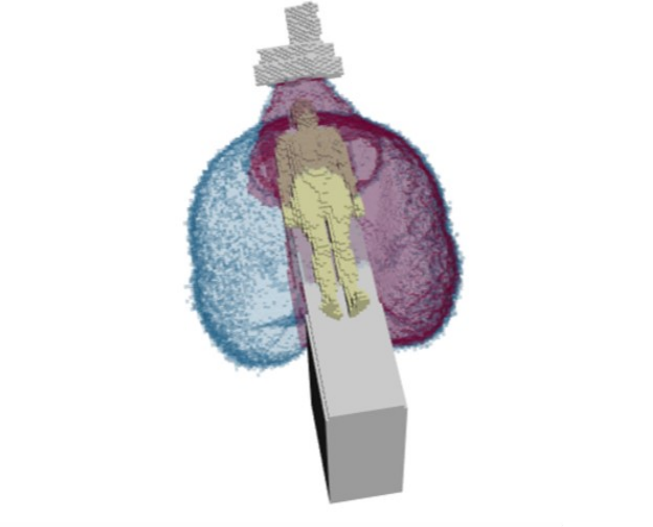
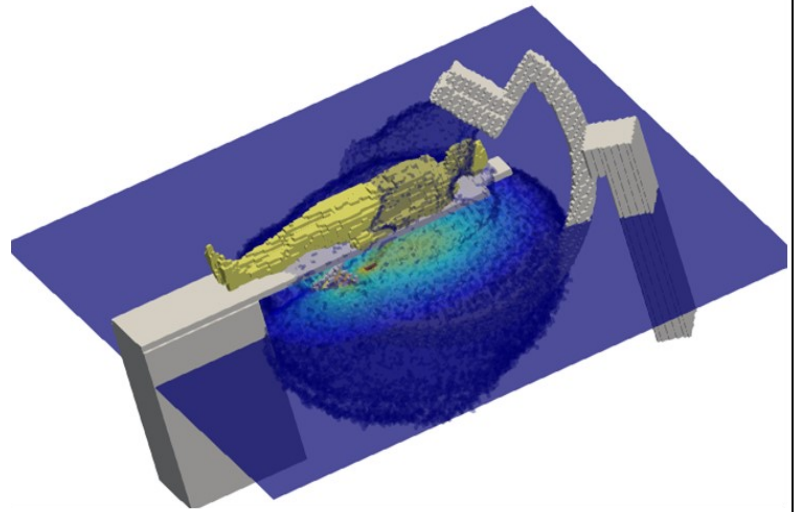
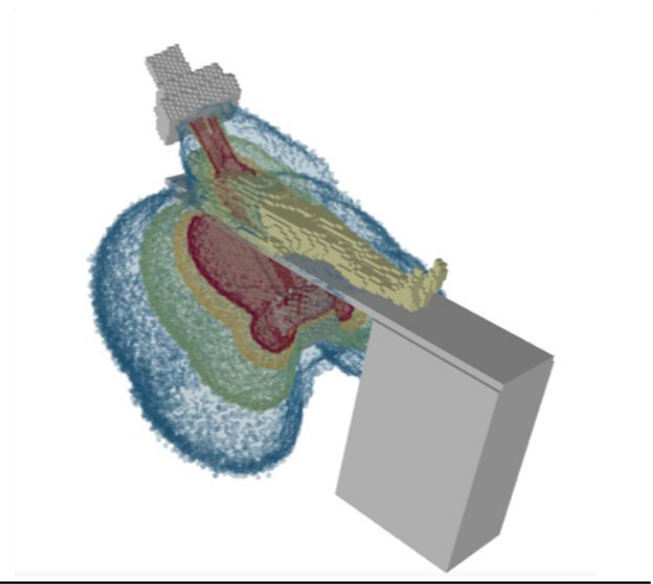
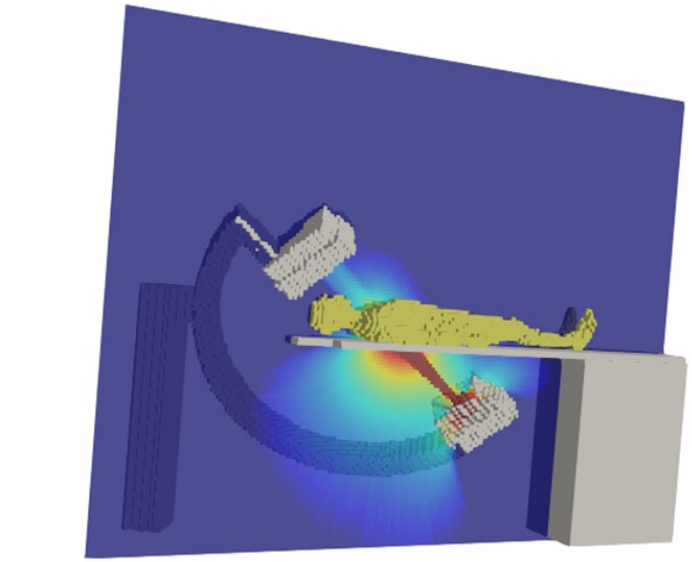
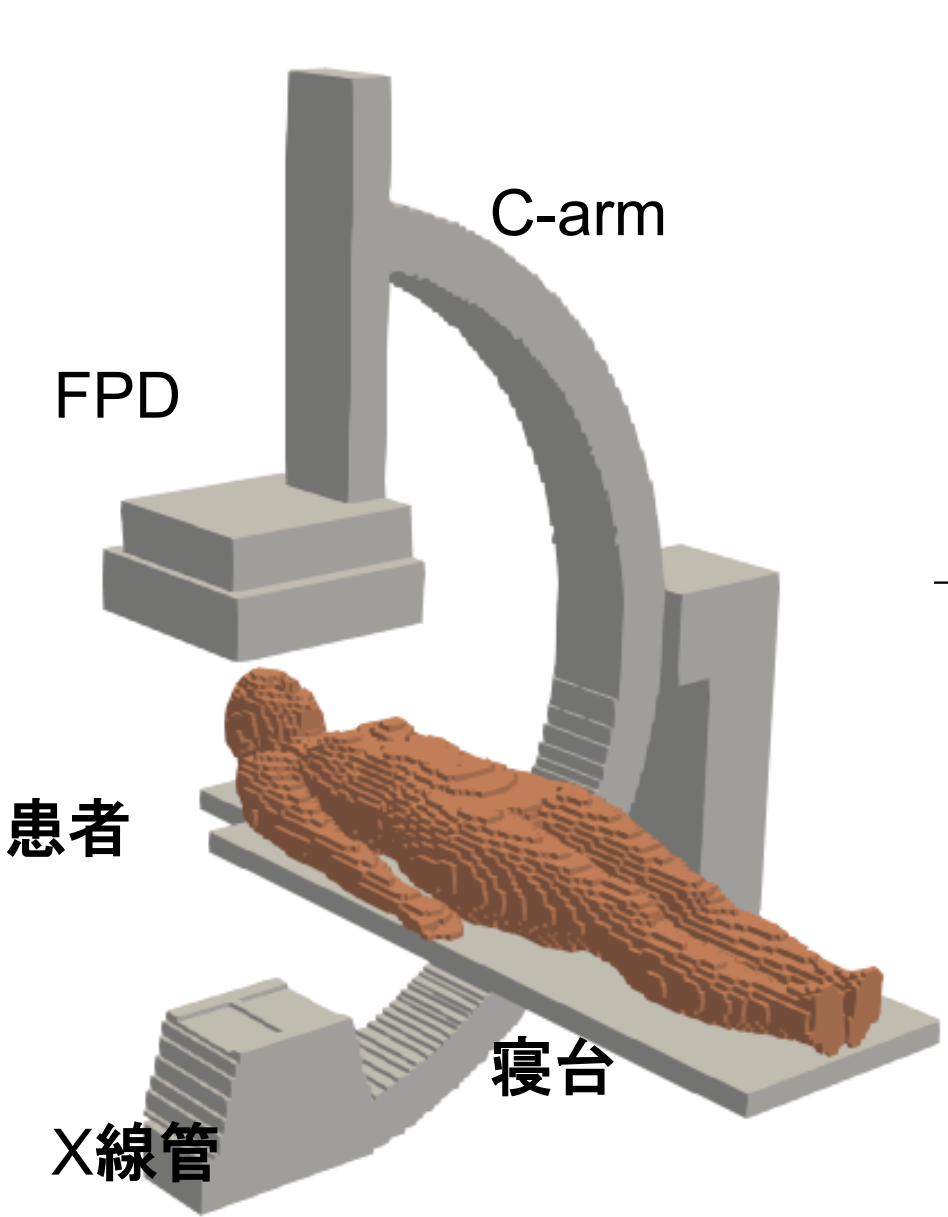
- 術者の手指は手技上、直接照射野内に入ってしまうことがある
- 照射野内に術者の手指が映ると、高線量の被ばくになる
- CTガイド下生検も同様

(対策)

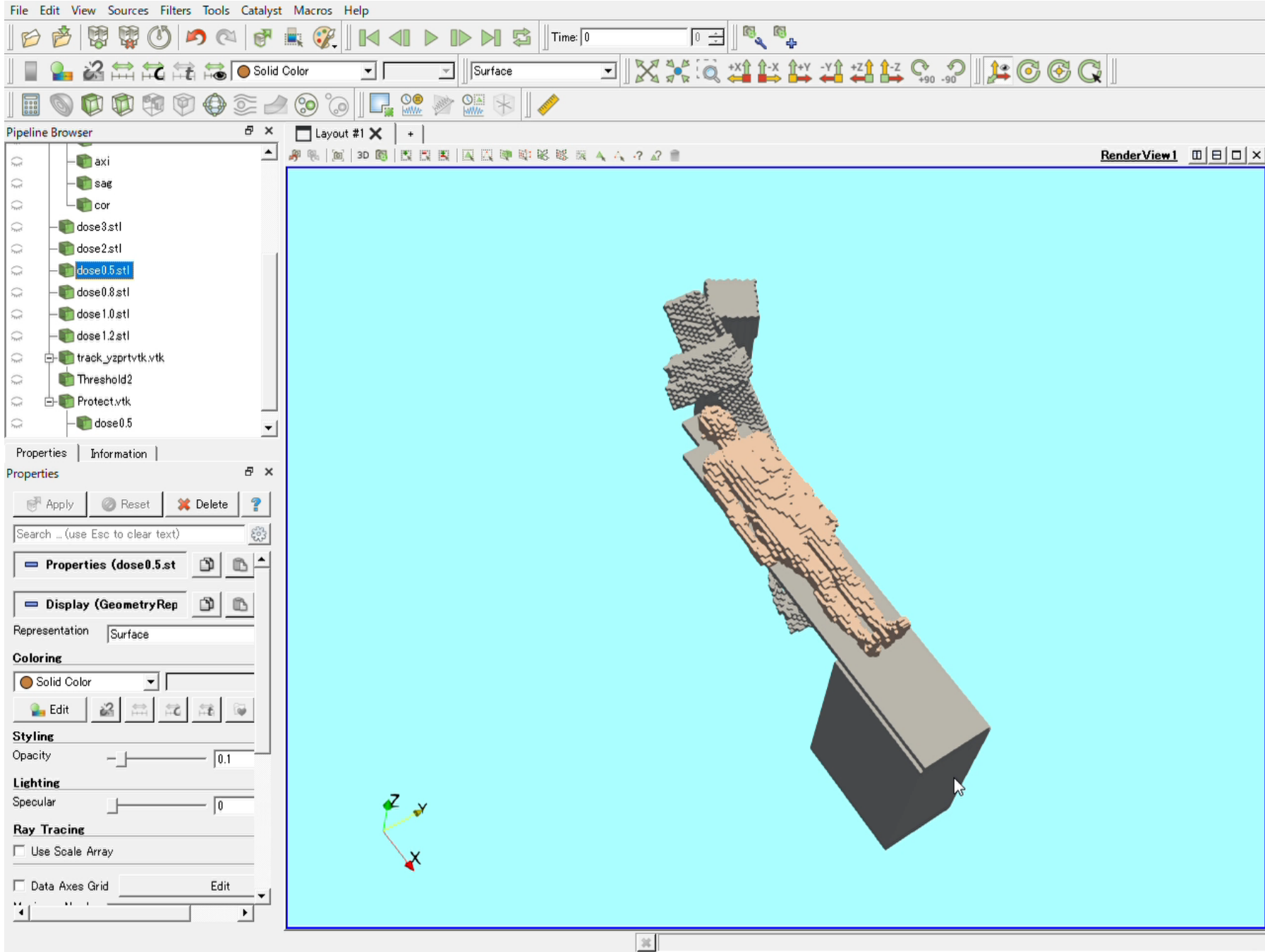
- 放射線防護手袋の着用
- 患者を抑える場合は、補助具を使用する
- 可能な範囲で照射野を絞る



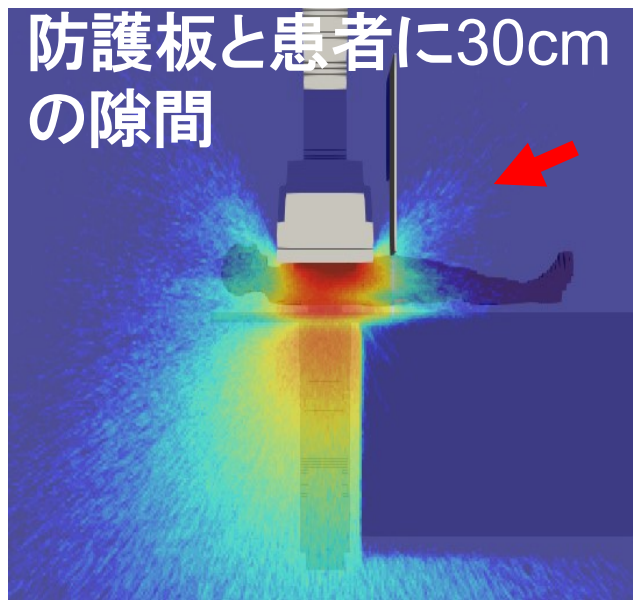
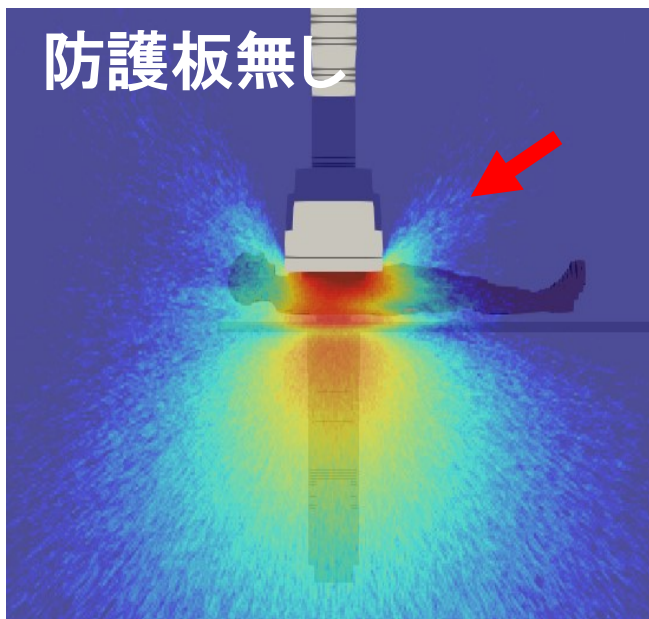
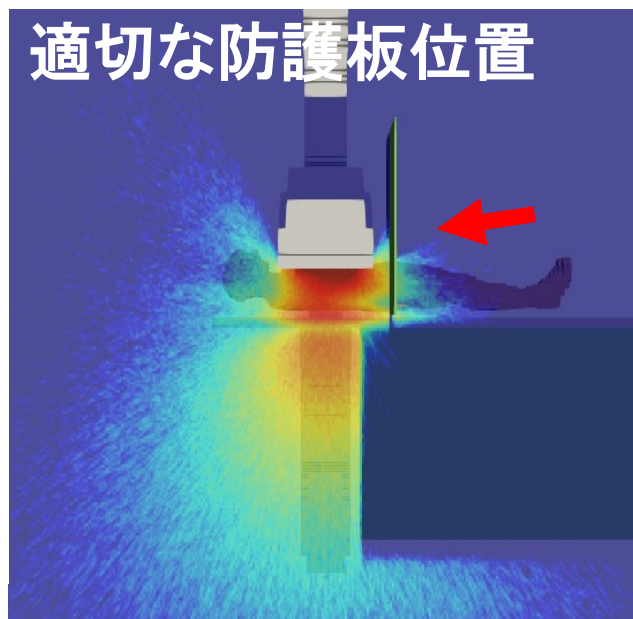
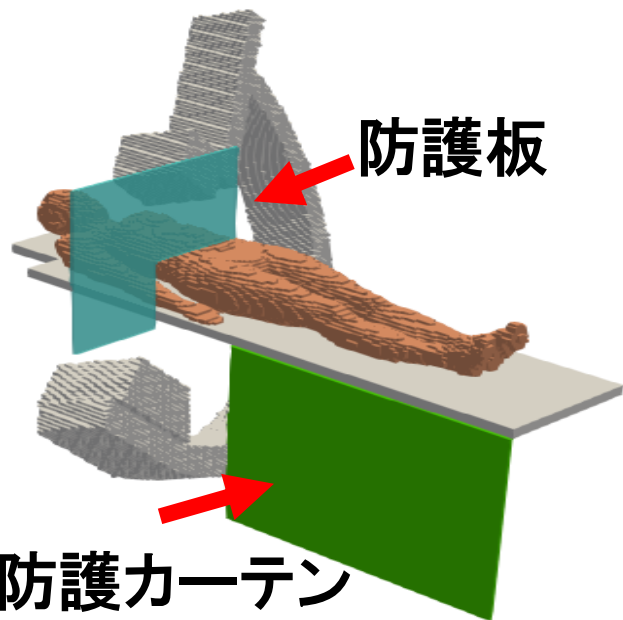
血管造影における散乱線の広がり



藤淵 他, 仮想現実を利用した放射線検査における散乱線分布の四次元可視化による放射線防護教育への活用法の検討 日本放射線技術学会雑誌, 2019

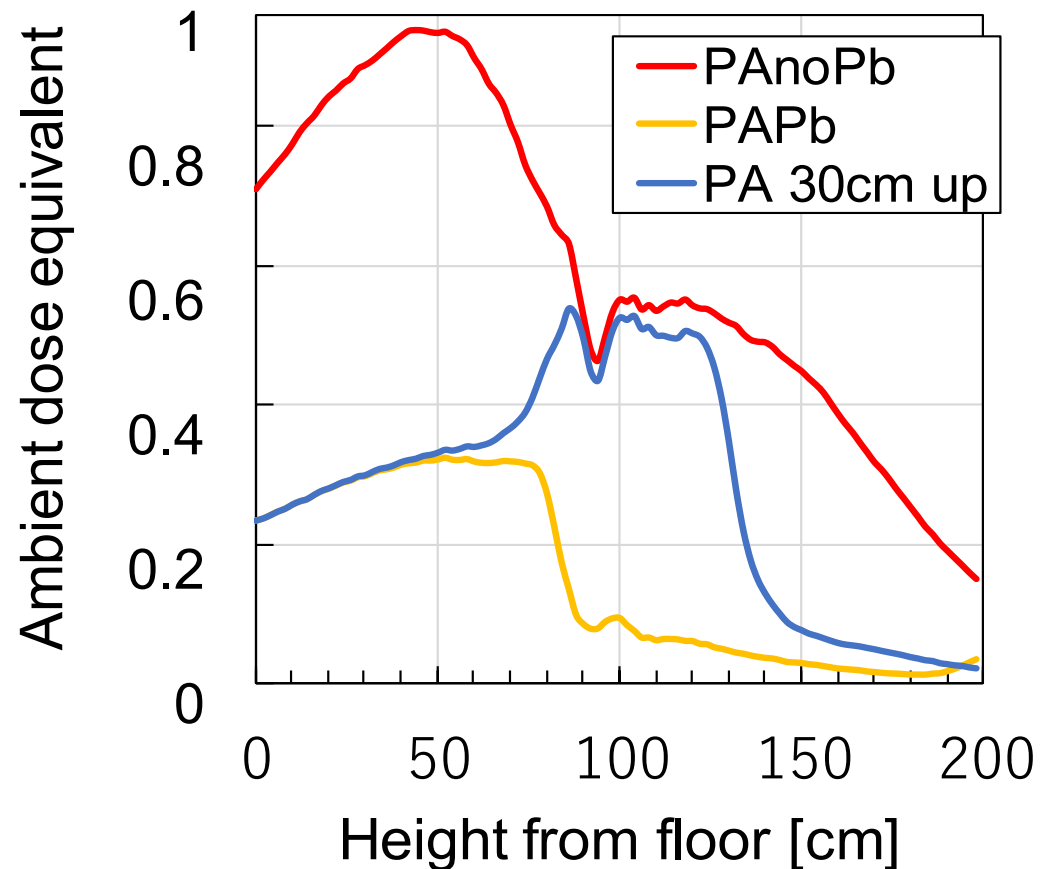


血管造影:防護板の位置による遮蔽効果の違い



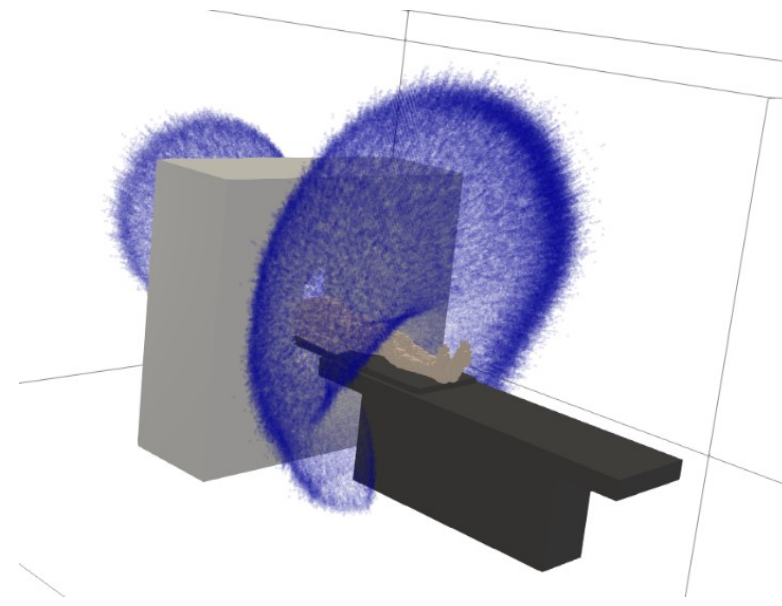
(A)防護板が患者に接近し、有効に散乱線が遮蔽されている

(B)防護板と操作者の間の距離が大きいため、散乱線が様々な方向から到達し、防護効果が低くなる



CT検査時の放射線防護

- CTではX線の出力が高く、数秒の介助でも介助者の被ばくは高くなる
- 散乱線源は患者で、防護具の使用と少しでも距離を取ることが被ばく低減につながる



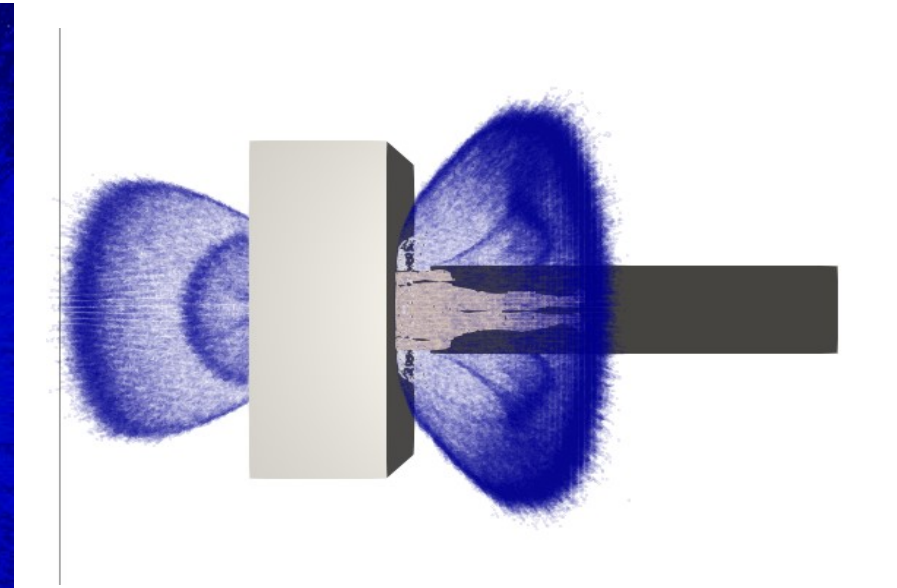
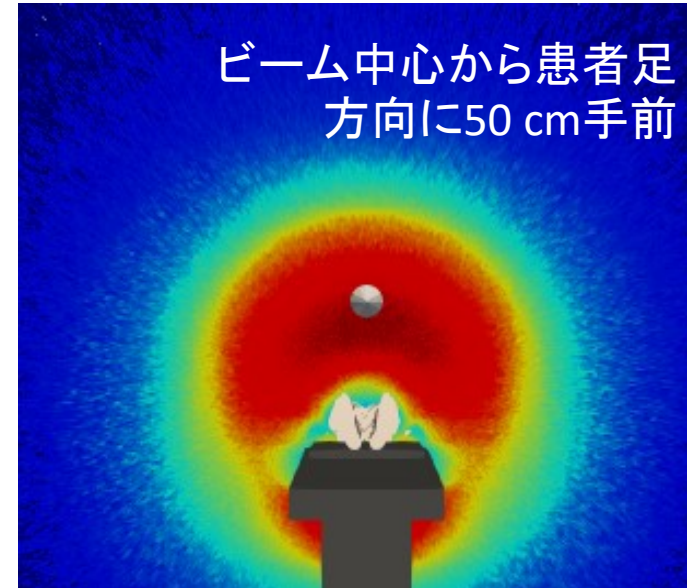
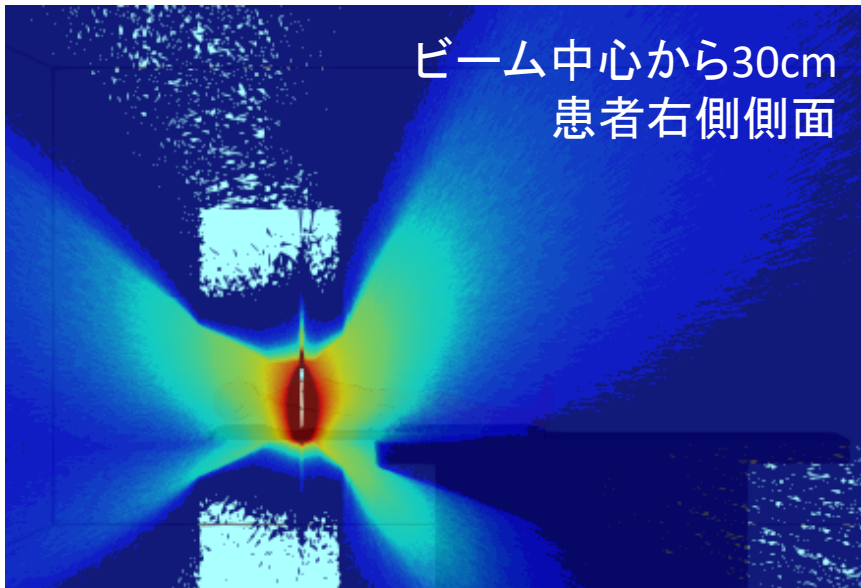
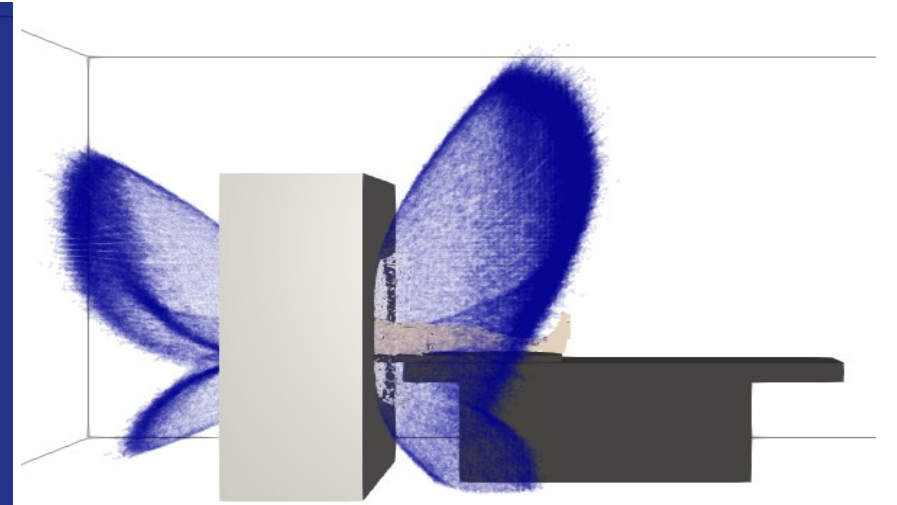
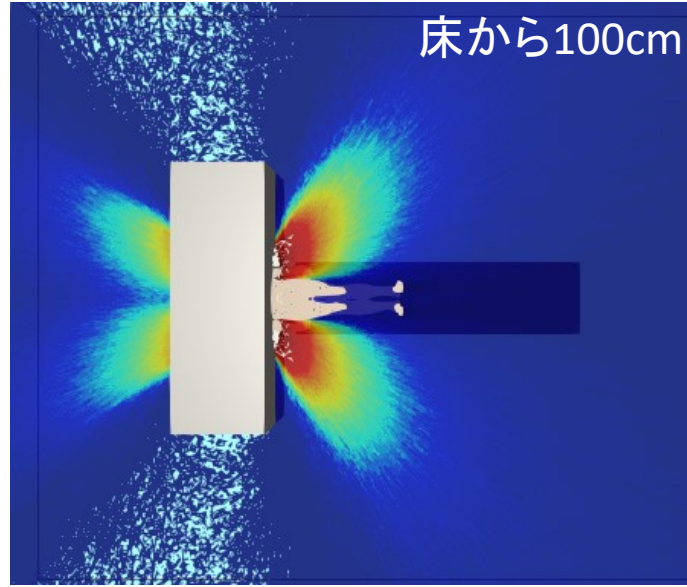
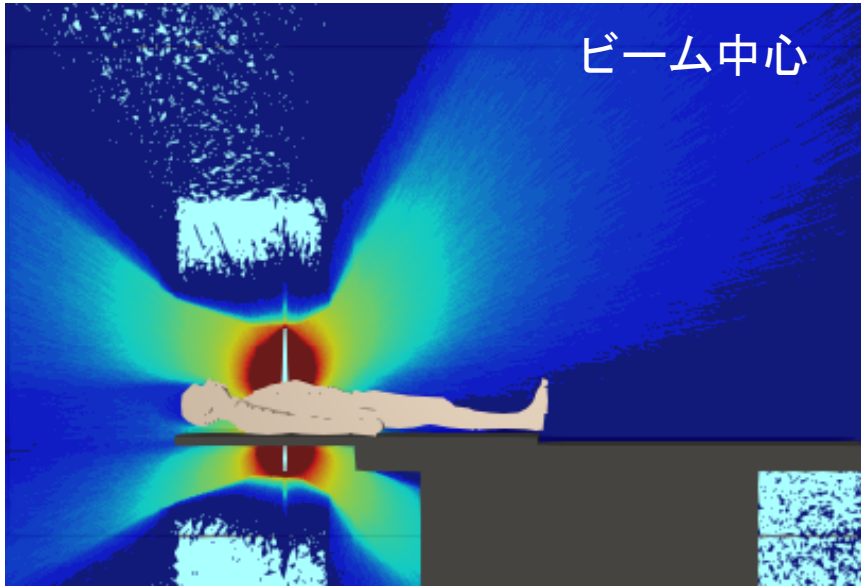
頭部CT検査介助時の低減例

- スキャン方法を工夫することで低減可能(ただし画質とのトレードオフ)
- 解除位置の工夫により大幅な低減が可能

スキャン方式	helical		volume				ガントリー密着	
	ガントリー中心から50 cm		ガントリー中心から50 cm		ガントリー中心から62 cm			
測定位置	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼	左眼	右眼
1cm線量当量(μSv)	598	612	245	256	137	178	97	42
低減効果(%)	—	—	59.0	58.2	77.1	70.9	83.8	93.1

宮島 他, 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, 2018

CT検査時の散乱線分布



核医学・PET検査介助時の放射線防護



1) 線源から30 cm



2) 線源から100 cm

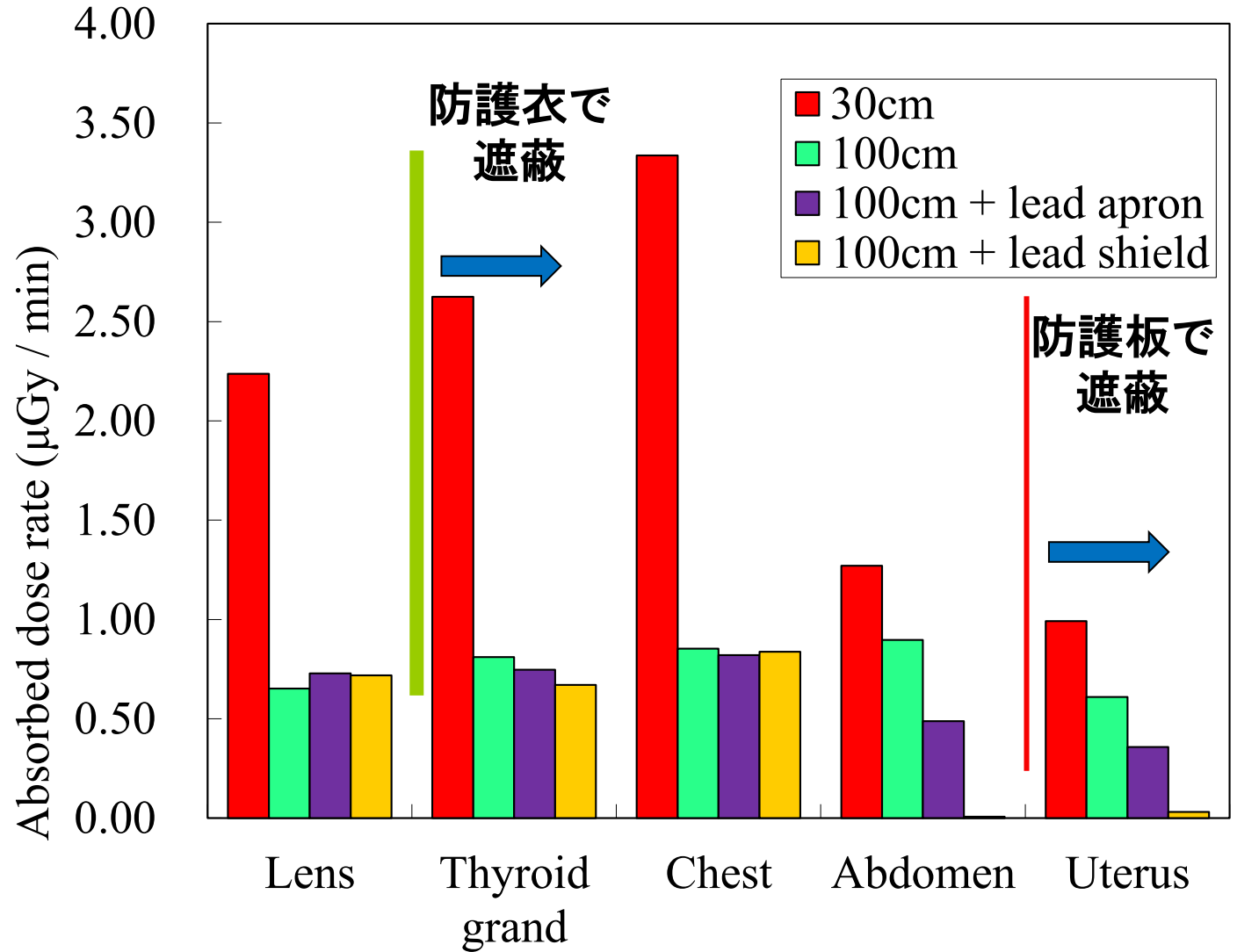


3) 線源から100 cm
+プロテクタ着用



4) 線源から100 cm
+3 cm鉛防護板

- 距離による防護は有効
- 防護衣による遮蔽効果は確認できない

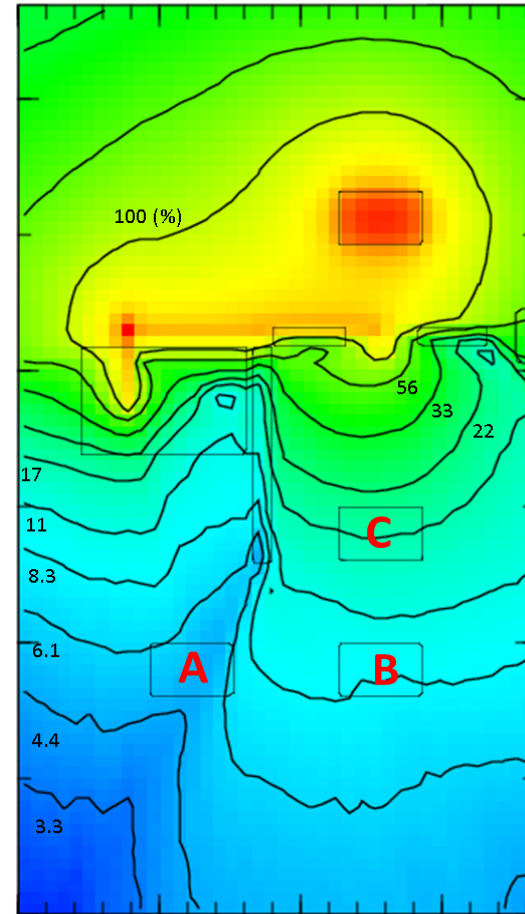
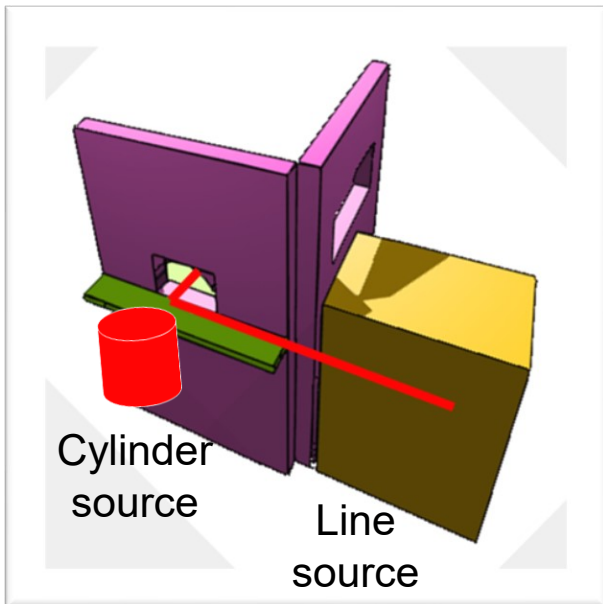
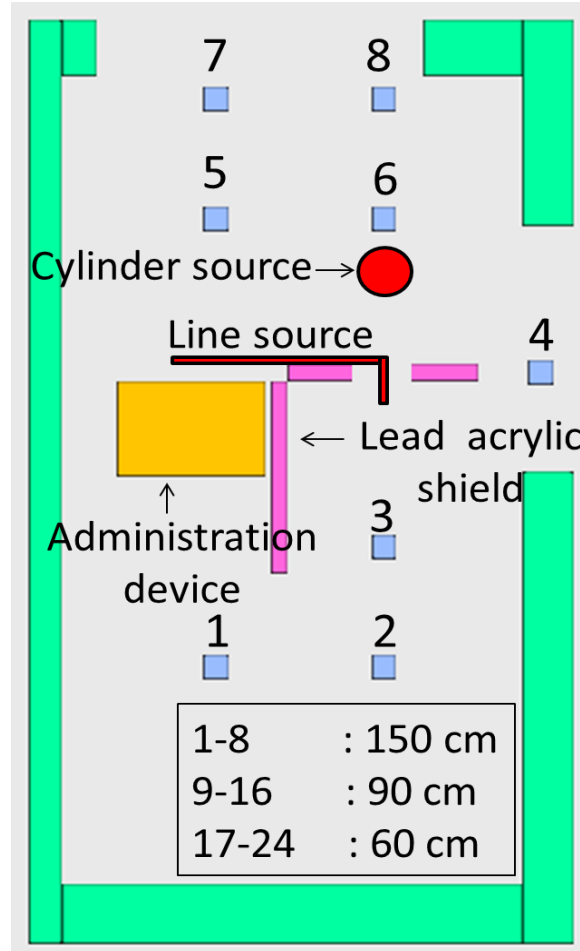


Fujibuchi, Measurement of absorbed doses in organs of medical staff at 18F-FDG pet examination, RPT, 2010

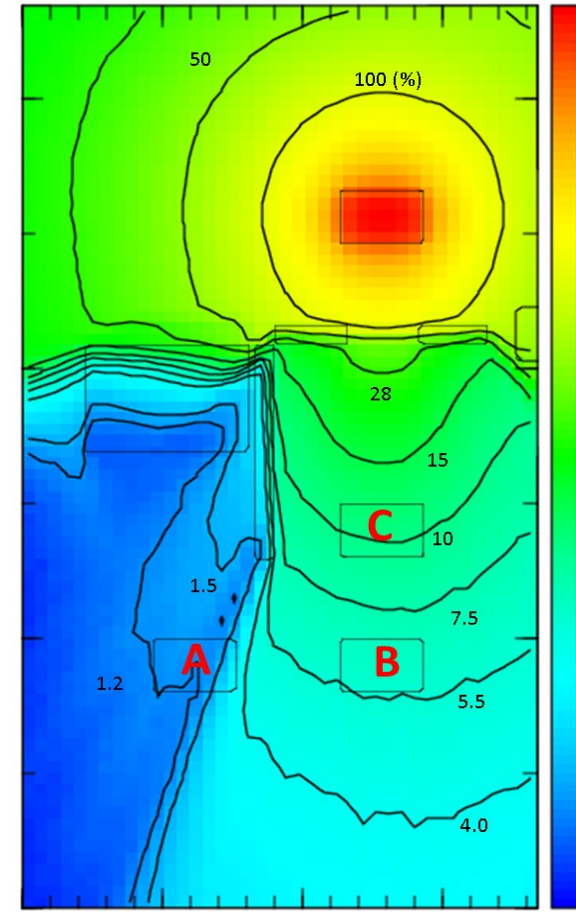
^{18}F -FDG 投与室内の周辺線量当量分布



- 防護板があっても、患者の腕を出す穴から消滅放射線が漏洩するため、可能な範囲で距離をとり観察する



A / C: 31%、B / C: 52%

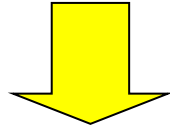


A / C: 13%、B / C: 58%

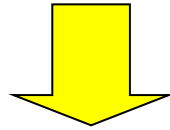
Nagamine, Estimation of ambient dose equivalent distribution in the ^{18}F -FDG administration room using Monte Carlo simulation RPT, 2016

個人モニタリング結果の活用

被ばく線量の超過・増加が認められた



原因を調査



業務内容・作業手順の見直し

防護の最適化

自分が受けている値がどの程度のものか把握し、
正しく恐がることが大切