

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：32404

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K19319

研究課題名（和文）携帯型口内法X線装置等における放射線防護体系構築に資する研究

研究課題名（英文）Research contributing to the construction of a radiation protection system for portable intraoral x-ray devices

研究代表者

大高 祐聖 (Otaka, Yusei)

明海大学・歯学部・講師

研究者番号：60711067

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,500,000円

研究成果の概要（和文）：防護関連用品の減弱率はほぼ鉛の減弱曲線上に存在していた。これは、ほとんどの防護関連用品は公称の鉛当量に近似した減弱率を有するためと考えられた。矩形絞り単独による後方散乱線減弱効果は約1/3であり、矩形絞りに受像機保持部を併用した場合の後方散乱線減弱効果は約1/5～1/8であった。シールドと矩形絞りを併用した場合の後方散乱線減弱効果は約1/13であった。木材、PMMAでは高い散乱線量を示し、土、コンクリート板、ゴム板では中程度、ステンレス板では非常に低い値を示すことが解った。臥位用装置では、ファントム直下から±30°に位置する計測点において最も高い散乱線量となったと考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

放射線から身体を守る鉛エプロンや鉛手袋等の防護関連用品の放射線を減弱する効果は、ほぼ公称値通りの結果であり、品質は保証されていた。歯科的身元確認業務や歯科訪問診療に使用される携帯型X線装置において、照射するX線を絞る装置を装着することにより使用者の被曝線量は約1/5～1/8に減弱され、効果的であることがわかった。さらに、装置前方に円形の放射線を減弱するシールドを併用した場合は、被曝線量を約1/13に減弱することがわかった。御遺体を安置する材質によってX線装置の使用者の被曝線量は変化し、木材では高い線量を示し、金属では非常に低い値を示すことが解った。

研究成果の概要（英文）：The attenuation rate of protection-related products was almost on the attenuation curve of lead. This result was considered to be due to the fact that most protection-related products have an attenuation rate close to the nominal lead equivalent. The effect of reducing the radiation dose to the operator by the rectangular diaphragm alone was about 1/3, and the effect of reducing the radiation dose to the operator when the receiver holder was used in combination with the rectangular diaphragm was about 1/5 to 1/8. The backscatter X-ray attenuation effect when the radiation protection shield and the holding device were used together was about 1/13. It was found that wood and PMMA showed high scattering doses, soil, concrete and rubber plates showed moderate values, and stainless steel plates showed very low values. In the recumbent X-ray device, it was considered that the highest scattering dose was obtained at the measurement point located ± 30 ° from directly below the phantom.

研究分野：歯科放射線学

キーワード：携帯型口内法X線撮影装置 放射線防護 放射線防護用品 歯科的個人識別 訪問診療 臥位用パノラマ撮影装置

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

携帯型口内法 X 線装置の取扱いに対しては近年ガイドラインがとりまとめられており、本ガイドラインには安全利用の為の放射線防護に係る項目が挙げられている。ガイドラインに掲げられている放射線防護に係る項目としては、術者等の 0.25mmPb 当量鉛エプロンの装着及び鉛手袋装着の推奨、矩形絞りの使用、後方散乱 X 線防護シールド（以下シールドという）の使用である。しかし、これらの項目を遵守することによりどの程度放射線量が低減されるのかが不明であるため、各医療機関等が本ガイドラインに沿ったそれぞれの使用状況に応じた適切な放射線防護体系を構築しにくい現状となっている。各項目における放射線減弱効果を解明し各医療機関が携帯型口内法 X 線装置に対する放射線防護体系を簡便に構築し、当該装置をガイドラインに沿って安全に利用できるようにする必要がある。

また、大規模災害発生時においては、御遺体（被写体）の設置場所は様々である。御遺体等を安置する床材により散乱線は発生するが、床材により散乱線はどの程度発生するかは不明である。

さらに、個人識別業務には携帯型口内法 X 線装置だけでなく臥位用パノラマ X 線装置（以下臥位用装置という）の使用も考えられるが、当該装置の散乱線量は不明であり、当該装置を使用する際の放射線防護体系は不明確である。

2. 研究の目的

ガイドラインには放射線防護に係る上記 ~ の項目が挙げられている。各項目に係る研究の目的としては、【1】『各鉛エプロン及び鉛手袋に対する放射線減弱効果を明らかにする』、【2】『矩形絞りを装置のコーン先端に装着することによりどの程度後方散乱 X 線発生の低減に効果的であるかを明らかにする』、【3】『シールドを設定していない機種に応用した場合、どの程度後方散乱 X 線を減弱できるのかを明らかにする』、【4】『被写体の適切な安置場所の選定：御遺体等を安置しうる床材による後方散乱 X 線の発生状況を明らかにする』である。

上記【1】～【4】を明らかにすることにより、個人識別業務又は歯科訪問診療等において最適な防護体系の構築が可能となる。

また、臥位用装置の散乱線量を測定（【5】）し、かつ上記 ~ の結果を用いることによって、安全な作業環境の構築が可能となる。

3. 研究の方法

（研究の方法や結果の詳細に関しては、現在執筆中の論文を参考にされたい。）

【1】X 線発生装置は一般撮影装置 0.6/1.2P18DE-85(島津製作所)を用いた。鉛エプロンは 0.13、0.175、0.25、0.35、0.50mmPb 当量、鉛手袋は 0.03、0.10、0.25、0.35、0.50、1.0mmPb 当量を用いる。線量測定器は X2 R/F センサを用いる。実験方法はコーン先端にセンサの測定窓の中心を設置し、コーン先端とセンサとの間に各鉛エプロン及び鉛手袋をそれぞれ設置し、各電圧(60、70 又は 80kV)、電流(4 又は 7mA)及び照射時間(60kV では 0.4s、70kV では 0.2s、80kV では 0.1s)にて照射し、減弱曲線を描画し、各条件における放射線減弱係数を求める。

【2】及び【3】携帯型口内法 X 線装置としてシールドの設定のない機種として REXTAR S (近畿レントゲン工業社)被写体として CT 線量測定用頭部ファントム(直径 16cm x 高さ 15cm)線量測定器は X2 サーベイセンサを用いる。測定方法はファントム中心及び携帯型装置の管球部を地上 1m に設置し、ファントム表面にコーン先端を接触させ、1s 照射(管電圧は 70kV、管電流は 2mA)を行った。ファントム中心を中心点として半径 0.5m 及び 1.0m の円を想定し、床面と平行な面及び垂直な面において X 線主線方向を 0° とし、15° 刻みに計 360° における測定点の線量を測定する。また、各装置にシールドを装着した状態で同様の測定を行い、結果を比較することでシールド装着による各装置における後方散乱 X 線減弱効果を明らかにする。

【4】携帯型口内法 X 線装置は携帯型の REXTAR S を、線量測定には X2 サーベイセンサを用いた。被写体頭部が設置される場所の背面材料として、木、土、コンクリート、プラスチック(PMMA)、ゴム、金属(ステンレス鋼)を想定し、いろいろな厚さ t のこれらの平板を用い、平板表面から撮影装置本体の照射スイッチ相当位置までの距離 d を変えて散乱線を測定した。散乱線の 1 センチメートル周辺線量当量 S は、管電圧 70 kV、管電流 2 mA、照射時間 1 s の撮影条件で測定し、結果を標準コーン先端(焦点から 20 cm)での一次 X 線の自由空中空気カーマ P に対する比 S/P で表した。

【5】臥位用装置は Lapix 7007、被写体は【2】のファントム、線量計は X2 サーベイセンサを用いる。計測点は【2】の床面と平行な面と同様とし、マニュアルモード(管電圧 60 または 70kV、管電圧 7mA、照射時間 12s)にて照射し、空間線量を測定する。

4. 研究成果

【1】鉛箔による鉛減弱曲線(実線)と各防護関連用品(鉛エプロンと鉛グローブ)の減弱率(減弱効果)を図 1 に示す。図 1 の横軸は鉛当量、縦軸は減弱率であり、各防護関連用品の数値を曲

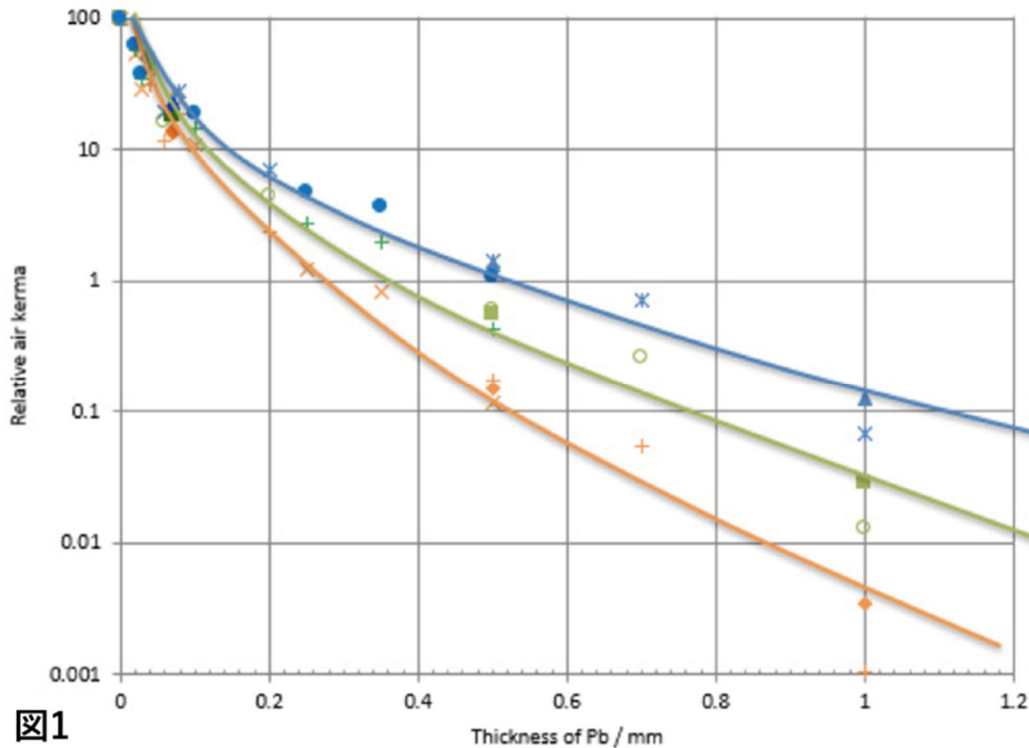


図1

線上にプロットした（青：80kV、緑：70kV、橙：60kV）。各防護関連用品の減弱率はほぼ鉛の減弱曲線上に存在していた。これは、ほとんどの防護関連用品は公称の鉛当量に近似した減弱率を有するためと考えられた。ただ、鉛減弱曲線の上または下にプロットされている防護関連用品が認められた。鉛減弱曲線より下方にプロットされている場合は、公称鉛当量よりも減弱率が大きい防護関連用品であるため、放射線防護の観点上問題はない。しかし、鉛減弱曲線よりも上方にプロットされており、防護関連用品には一部公称鉛当量よりも減弱率が小さい商品も存在していた。当該結果により製品によっては減弱率の低い製品も含まれ得ることからも、自施設における防護関連用品の管理と定期的な確認が重要と考えられた。

【2】及び【3】結果として、矩形絞り単独による術者被曝線量低減効果は約 1/3 であり、矩形絞りに受像機保持部を併用した場合の術者被曝線量低減効果は約 1/5 ~ 1/8（受像機保持部の厚みにより変動する）であることを解明した（下記表を参照）。

測定方向	H*(10)/K _{air} [μSv/mGy]± 120° ~ 240° の平均値				円形照射に対する各種矩形照射 +補助具による低減効果の比較				平均	全平均
	水平面		垂直面		水平面		垂直面			
半径	100 cm	50 cm	100 cm	50 cm	100 cm	50 cm	100 cm	50 cm		
円形照射野	0.0581	0.2825	0.0669	0.2930	1	1	1	1		
矩形照射野	0.0196	0.0886	0.0172	0.0783	0.337	0.313	0.256	0.267	0.294	
深さ D=2cm										
厚さ T=0.5 mm	0.00966	0.0445	0.00992	0.0423	0.166	0.157	0.148	0.144	0.154	
厚さ T=1 mm	0.00810	0.0387	0.00756	0.0336	0.139	0.137	0.113	0.115	0.126	
厚さ T=2 mm	0.00631	0.0356	0.00635	0.0295	0.109	0.126	0.095	0.101	0.108	
厚さ T=3 mm	0.00631	0.0298	0.00609	0.0290	0.109	0.105	0.091	0.099	0.101	0.122
深さ D=5cm										
厚さ T=0.5 mm	0.0147	0.0635	0.0149	0.0634	0.254	0.225	0.223	0.216	0.229	
厚さ T=1 mm	0.0141	0.0612	0.0137	0.0587	0.242	0.217	0.204	0.200	0.216	
厚さ T=2 mm	0.0132	0.0580	0.0130	0.0606	0.227	0.205	0.195	0.207	0.208	
厚さ T=3 mm	0.0129	0.0594	0.0129	0.0511	0.222	0.210	0.193	0.174	0.200	0.213

さらに、シールドと保持装置を併用した場合の後方散乱線減弱効果は約 1/13 であった。

【4】床材としては様々な厚みの木材、土、コンクリート板、ゴム板、ステンレス板を用い、PMMA製スラブファントム（プラスチック板）と比較した。測定値等の詳細は論文に譲るが、いろいろな厚さ t のこれらの平板を用い、平板表面から撮影装置本体の照射スイッチ相当位置までの距離 d を変えて散乱線を測定した。散乱線の 1cm 周辺線量当量 S は、結果を標準コーン先端での一次 X 線の自由空空気カーマ P に対する比 S/P で表した。一定の距離 d では、S/P(d)の値は平板の厚さ t の増加とともに増加し、ある平板厚さ t_{max} で飽和値 S/P(d)_{max} に達した。飽和値は d の増加とともに急激に低下する傾向を示した。木材、PMMA では高い散乱線量を示し、土、コンクリート板、ゴム板では中程度、ステンレス板では非常に低い値を示すことが解った。

【5】結果としては、床と水平な面（以下 XZ 平面という）では 60kV で 0～1.7 μ Sv、70kV で 0～2.6 μ Sv であり、床と垂直な面（以下 XY 平面という）では 60kV で 0.64～1.5 μ Sv、70kV で 1.0～2.4 μ Sv であった。測定値の最低値は XZ 平面と XY 平面ともにファントム上方（頭頸部であれば頭蓋冠方向）に位置する計測点であった。これは Lapix 7007D の構造上、ファントム上方に X 線発生装置及び受像装置を保持及び回転させるための機構（以下回転機構という）が存在するため、ファントムから発生した散乱線が回転機構にて減弱されるためと考えられた。また、最高値においても XZ 平面と XY 平面ともにファントム直下から $\pm 30^\circ$ に位置する計測点であった。これは X 線発生装置と X2 サーベイセンサとの位置関係が関係していると考えられた。Lapix 7007D は臥位用であるため、画像取得時（X 線照射時）に X 線発生装置はファントム下方（頭頸部であれば後頭部に相当）に、受像装置はファントム上方（頭頸部であれば顔面）に存在する。したがって、散乱線が発生する X 線照射時にファントムと X2 サーベイセンサの距離が最も近接するファントム直下から $\pm 30^\circ$ に位置する計測点において最も高い散乱線量となったと考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yusei Otaka, Yasuo Harata, Maki Izawa, Atsushi Iwawaki, Takeru Ishii, Hideki Saka & Shinji Kito	4. 巻 13
2. 論文標題 Reduction of operator exposure by rectangular collimation in portable intraoral radiography	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radiological Physics and Technology	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12194-020-00573-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大高祐聖、井澤真希、岩脇淳志、浅見瑠璃、石井 猛、坂 英樹、鬼頭慎司	4. 巻 13
2. 論文標題 撮影補助具による歯科的個人識別時の術者被曝低減について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本法歯科医学会誌	6. 最初と最後の頁 14-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大高祐聖、原田康雄、井澤真希、芝 規良、高橋信生、小松 真、岩脇淳志、石井 猛、二反田淳春、高橋伸年、網干博文、坂 英樹、鬼頭慎司	4. 巻 49
2. 論文標題 携帯型口内法X線撮影装置使用時の歯科放射線防護の取り組み：口内法撮影における手指被曝線量測定に関して	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 明海歯科医学	6. 最初と最後の頁 66-77
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大高祐聖、井澤真希、芝 規良、岩脇淳志、石井 猛、二反田淳春、高橋伸年、坂 英樹、鬼頭慎司
2. 発表標題 携帯型口内法X線撮影における簡便な手指被曝線量の把握方法について
3. 学会等名 日本法歯科医学会第14回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大高祐聖、井澤真希、岩脇淳志、浅見瑠璃、石井 猛、坂 英樹、鬼頭慎司
2. 発表標題 撮影補助具による歯科的個人識別時の術者被曝低減について
3. 学会等名 日本法歯科医学会第13回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大高祐聖、原田康雄、井澤真希、岩脇淳志、浅見瑠璃、石井 猛、坂 英樹、奥村泰彦、鬼頭慎司
2. 発表標題 携帯型口内法X線撮影における撮影補助具による術者被ばくの低減
3. 学会等名 日本歯科放射線学会第60回学術大会・第16回定例総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大高祐聖、原田康雄、井澤真希、岩脇淳志、浅見瑠璃、石井 猛、坂 英樹、奥村泰彦、鬼頭慎司
2. 発表標題 携帯型口内法エックス線発生装置における後方散乱線減弱シールドの効果について
3. 学会等名 第2回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------