

(一社) 日本画像医療システム工業会規格

J E S R A   T R - 0 0 4 6 \* A <sup>-2025</sup>

制定    2019年    4月    1日

改正    2025年    11月    14日

X線診療室遮へい計算マニュアル

Instruction manual of X-ray shielding calculation for X-ray rooms

(一社) 日本画像医療システム工業会

# 目次

序文 .....	3
1. 目的と適用範囲 .....	4
1.1. 目的 .....	4
1.2. 適用範囲 .....	4
2. 用語及び定義 .....	4
2.1. 診断用 X 線装置 .....	4
2.2. 対向遮へい物 .....	4
2.3. 多方向 X 線透視撮影装置 .....	4
2.4. 計算方向 .....	4
3. X 線診療室の遮へい計算 .....	5
3.1. X 線診療室に対する実効線量限度 .....	5
3.2. (参考)被ばくに対する線量限度 .....	5
3.3. 遮へい計算 .....	6
3.4. 遮へい計算の根拠となる厚生労働省通知 .....	6
3.5. 遮へい計算による漏えい実効線量の算定 .....	6
3.6. 遮へい計算を行う際に取得すべき情報 .....	7
3.7. 遮へい計算式 .....	11
3.8. 遮へい計算書類に記載すべき内容 .....	15
4. 遮へい計算例 .....	16
4.1. 一般 X 線撮影装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算例 .....	16
4.2. X 線透視撮影装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算例① .....	36
4.3. X 線透視撮影装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算例② .....	46
4.4. 複数の X 線装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算例 .....	61
4.5. 画壁に複数の遮へい体がい用いられている場合の遮へい計算例 .....	82
5. X 線装置種ごとの X 線診療室の遮へい計算図面例と遮へい計算の留意点 .....	86
5.1. 一般 X 線撮影装置が据え置かれた X 線診療室 .....	86
5.2. X 線透視撮影装置が据え置かれた X 線診療室 .....	86
5.3. 多方向 X 透視撮影装置及び移動形透視用 X 線装置が据え置かれた X 線診療室 .....	87
5.4. 循環器用 X 線診断装置が据え置かれた X 線診療室 .....	87
5.5. X 線骨密度測定装置が据え置かれた X 線診療室 .....	88

5.6.乳房用 X 線診断装置が据え置かれた X 線診療室.....	89
5.7.歯科用 X 線装置が据え置かれた X 線診療室.....	89
5.8.X 線 CT 装置が据え置かれた X 線診療室.....	91
(参考) 遮へい計算例.....	109
遮へい計算書例① 一般撮影室.....	110
遮へい計算書例② X 線テレビ室 立位臥位 一括.....	123
遮へい計算書例③ X 線テレビ室 立位臥位 分割.....	132
遮へい計算書例④ 歯科 X 線診療室.....	145
遮へい計算書例⑤ ハイブリッド手術室.....	163
解説.....	172
1.制定の趣旨.....	172
2.規定項目の内容.....	172
2.1.撮影天板を有しない X 線装置の d2、d3 の設定.....	172
2.2.病室、居住区域境界及び敷地境界までの距離.....	173
2.3.計算方向に複数の遮へい体がある場合の遮へい計算.....	173
2.4.遮へい計算の条件設定.....	174
2.5.対向遮へい物を有する X 線装置の一次 X 線による漏えい実効線量の合算.....	175
2.6.X 線診療室の特定箇所での遮へい計算を行う際の留意点.....	175
2.7.特殊な形状の X 線診療室の遮へい計算を行う際の留意点.....	176
2.8.遮へい材について.....	176
2.9.X 線 CT 装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算について.....	176
3.改正の要点.....	182
3.1.主な改正点(2025 年改正).....	182
4.原案作成.....	183
4.1.原案作成:標準化部会 標準化委員会 サイト設備設計 G(WG-7122).....	183
5.規格審査.....	184
5.1. 標準化部会本委員会.....	184
5.2. 企画・審査委員会.....	184

(一社) 日本画像医療システム工業会規格

X線診療室遮へい計算マニュアル

Instruction manual of X-ray shielding calculation for X-ray rooms

## 序文

X線診療室は、医療法施行規則、電離放射線障害防止規則、獣医療法施行規則により、管理区域境界、居住区域境界および敷地境界における放射線量限度が定められており、その基準を満たす遮へいが必要となる。

X線診療室が線量限度の基準を満たしているかを確認する方法のひとつに遮へい計算がある。遮へい計算の考え方および方法は「病院又は診療所における診療用放射線の取扱いについて」（平成31年3月15日付け医政発0315第4号厚生労働省医政局長通知、最終改正：令和5年3月23日付け医政発0323第21号）（以下、医政発0315第4号という）に提示されているが、X線CT室については2019年1月に日本放射線技術学会より「X線CT室の漏えい線量計算マニュアル 第1版」が発行され、Japanese-DLP法が提示された。

遮へい計算はX線診療室の設計、計画段階でも漏えい実効線量の算定が可能であり、X線診療室の安全評価に有効であると考えられたことから、一般社団法人 日本画像医療システム工業会（Japan Medical Imaging and Radiological Systems Industries Association/以下、JIRAという）では2019年4月1日に一般社団法人 日本画像医療システム工業会規格（Japanese Engineering Standards of Radiological Apparatus/以下、JESRA規格という）として「X線診療室遮へい計算マニュアル」を制定した。

2021年11月にはこのJESRA規格に基づく計算技術や関連知識のもと、遮へい計算を行う専門技術者の認定を目的として、医用放射線機器安全管理センター（Medical Radiation Facilities Safety Administration Center/以下、MRCという）により「X線しゃへい計算技術者」資格が創設され、本マニュアルの重要度も増している。

今回、規格制定から6年が経過し、改正された通知等の反映に加え、より広く関係各方面（行政、アカデミア、X線装置メーカー、X線量測定事業者）の方々から検討事項を募り議論した内容を基に改正を行った。

## 1.目的と適用範囲

### 1.1.目的

X線診療室の遮へい計算について、その考え方及び方法は、医政発 0315 第 4 号通知で提示がなされている。本マニュアルは、その通知を基にした X 線診療室における遮へい計算について、標準的方法の提示を行い、X 線診療室の安全性確認に寄与することを目的とする。

### 1.2.適用範囲

診断用 X 線装置が据え置かれた X 線診療室についての遮へい計算を適用範囲とする。

## 2.用語及び定義

本マニュアルに用いる用語及び定義は、次による。

### 2.1.診断用 X 線装置

この規格では、平成 13 年 3 月 22 日 厚生労働省告示第 75 号「医療用エックス線装置基準」を満たし、使用管電圧が 150kV 以下の X 線装置

### 2.2.対向遮へい物

X 線装置自体が有する受像器等の一次 X 線を減弱させるもの。通常は、物体の X 線を減弱させる能力を、等価の鉛厚に換算した値(鉛当量)で与えられる。

### 2.3.多方向 X 線透視撮影装置

患者に対して、患者の前面からのみではなく、側面及び背面方向からも X 線照射が可能な X 線透視撮影装置

### 2.4.計算方向

画壁外側における漏えい実効線量の計算を行う画壁の方向

### 3.X 線診療室の遮へい計算

#### 3.1.X 線診療室に対する実効線量限度

法令では、X線診療室の画壁外側、管理区域境界、居住区域、敷地境界等について実効線量限度が定められている。医療法施行規則で規定された線量限度は下記の通りである。

(医療法施行規則第30条の4、第30条の26第3項、第30条の17、第30条の26第4項)

- (1)X線診療室の画壁外側 : 1mSv/週
- (2)管理区域境界 : 1.3mSv/3月間
- (3)病院又は診療所内の居住区域 : 250 $\mu$ Sv/3月間
- (4)病院又は診療所の敷地境界 : 250 $\mu$ Sv/3月間

#### 3.2.(参考)被ばくに対する線量限度

法令では、放射線診療従事者等及び入院患者について、実効線量限度及び等価線量限度が定められている。(医療法施行規則 第30条の27、第30条の19)

##### 3.2.1.放射線診療従事者等の実効線量限度

放射線診療従事者等の実効線量限度は以下の通り。

- (1)100mSv/ブロック5年(平成13年(2001年)4月1日以後5年ごとに区分した各期間)
- (2)50mSv/年(緊急作業期間中は100mSv)
- (3)5mSv/3月間(妊娠する可能性があり妊娠を希望する女子)

##### 3.2.2.放射線診療従事者等の等価線量限度

放射線診療従事者等の等価線量限度は以下の通り。

- (1)眼の水晶体
  - (a)100mSv/ブロック5年(令和3年(2021年)4月1日以後5年ごとに区分した各期間)
  - (b)50mSv/年(緊急作業期間中は300mSv)
- (2)皮膚 500mSv/年(緊急作業期間中は1Sv)
- (3)腹部表面 2mSv(妊娠の事実を知った時から出産までの間)

##### 3.2.3.入院患者の実効線量限度(診療による被ばくを除く)

入院患者の実効線量限度(診療による被ばくを除く)は、1.3mSv/3月間である為、保健所等行政機関より病室における実効線量限度を計算や測定にて確認を求められることがある。

### 3.3.遮へい計算

遮へい計算は、遮へい厚及びX線装置(撮影台も含む)の設置位置、X線装置の稼働状況(稼働予測も含む)を基に、X線診療室からの3月間あたりの漏えい実効線量を求める計算である。遮へい計算を用いることにより、X線診療室の設計・計画段階やX線装置の導入検討段階で、X線診療室が3.1に示す放射線量限度を担保しうるかを確認でき、また、X線診療室に必要な遮へい厚を確認することも可能である。

遮へい計算は、実際には概ね以下のような目的で用いられる。

- (1)X線診療室の設計・計画段階、新しくX線装置を設置する際、又は、X線装置入れ替え時におけるX線診療室の漏えい実効線量の確認及び必要遮へい厚の確認
- (2)X線診療室の構造、撮影台位置、照射方向、X線装置の稼働状況、撮影条件等が変更された際のX線診療室の漏えい実効線量の確認。

### 3.4.遮へい計算の根拠となる厚生労働省通知

遮へい計算の考え方及び方法について、以下の通知が厚生労働省から発出されている。

- (1)「病院又は診療所における診療用放射線の取扱いについて」(平成31年3月15日付け医政発0315第4号厚生労働省医政局長通知、最終改正：令和5年3月23日付け医政発0323第21号)

### 3.5.遮へい計算による漏えい実効線量の算定

遮へい計算の漏えい実効線量の算定については以下のとおり。

- (1)X線診療室の計算方向について、X線診療室の構造、遮へい厚、X線装置の位置及びX線装置の稼働状況から、計算により3月間あたりの漏えい実効線量を求める。
- (2)計算方向につき、①一次X線による漏えい実効線量(計算方向に一次X線が照射される場合)、②散乱X線による漏えい実効線量及び③管容器からの漏えいX線による漏えい実効線量を遮へい計算により算出し、計算方向について上記①、②、③を合算し、計算方向の漏えい実効線量とする。  
図1(a)参照。
- (3)当該X線診療室で、複数の照射方向がある場合には、照射方向ごとに(2)に示す漏えい実効線量を求め、それらを合算し、計算方向の漏えい実効線量とする。図1(b)参照。
- (4)当該X線診療室で、複数のX線装置が設置される場合には、X線装置ごと、かつ照射方向ごとに(2)に示す計算方向の漏えい実効線量を求め、それらを合算し、計算方向の漏えい実効線量とする。  
図1(c)参照。
- (5)遮へい計算の結果については、遮へい計算を行う時点でのX線診療室の形状、X線装置位置、X線装置の稼働状況(予測も含む)に基づいているため、それらに変更が生じた場合には、その都度遮へい計算の見直しを行う必要がある。

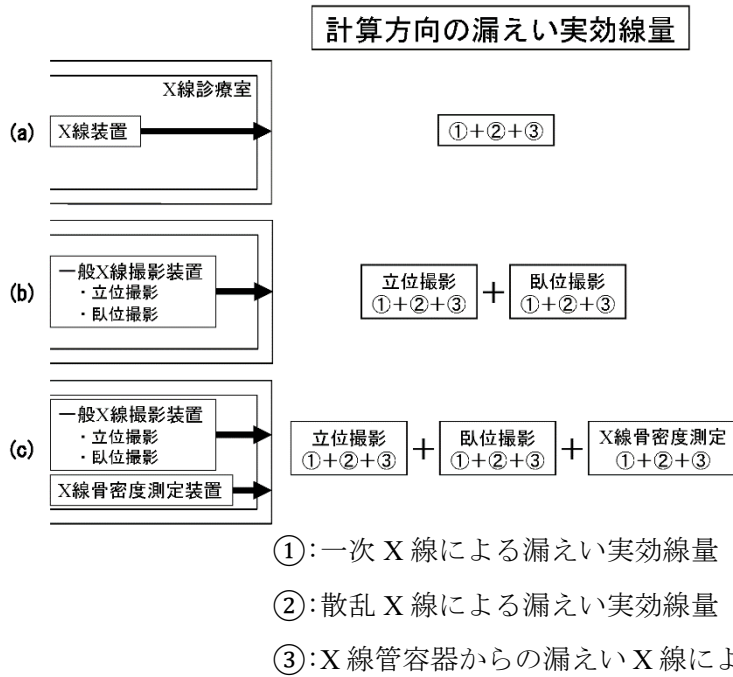


図 1 遮へい計算による漏えい実効線量の算定

(a)X 線装置の X 線照射による①、②、③を合算して計算方向の漏えい実効線量とする。

(b)一般 X 線撮影装置(立位撮影及び臥位撮影がある場合)が設置された X 線診療室では、ひとつの計算方向に対して、立位撮影及び臥位撮影でのそれぞれの①(計算方向に X 線が照射される場合)、②及び③の漏えい実効線量を求め、それらすべてを合算し、計算方向の漏えい実効線量とする。

### 3.6.遮へい計算を行う際に取得すべき情報

遮へい計算を行う際に取得すべき情報は以下のとおり。

#### (1)X 線装置の稼働状況及び撮影条件

大規模病院と診療所とでは X 線装置の稼働状況が大きく異なり、また、撮影部位や撮影法により施設間で X 線照射条件に差異がある。そのため当該施設との打合せ、ヒアリング等を行い、当該施設に見合った遮へい計算条件を設定することが重要である。X 線装置の遮へい計算条件の設定を行う際に取得すべき情報は以下の通り。参考として、遮へい計算条件設定表の例を表 1 に示す。

(a)X 線装置の稼働日数(日/週)

(b) 撮影条件：人数(人/日)、使用管電圧(kV)、使用管電流(mA)、撮影時間(秒/回)、撮影回数(回/人)、撮影距離(m)

(c) 透視条件：人数(人/日)、使用管電圧(kV)、使用管電流(mA)、透視時間(分/人)、透視距離(m)

#### (2)X 線装置に関する事項

X 線装置メーカー等から X 線装置の情報を取得する。

X 線装置について取得すべき情報は以下の通り。

(a)受像面における照射野の大きさ(面積)(cm<sup>2</sup>)

(b)X 線管焦点から撮影天板面間の距離(m)又は X 線管焦点からアイソセンタ間の距離(m)

(c)対向遮へい物の鉛当量

(d)X 線管やアイソセンタ、撮影台等の床面からの高さ(m)



(3)X 線診療室に関する事項

設計・計画・施工時の図面や過去届出の資料等より以下の情報を取得する。

- (a)構造・寸法等の平面・断面図が作成できる図面等の情報(天井高、階高等含む)
- (b)防護概要と管理区域の範囲(上下、周囲壁面等の遮へい厚及び扉や窓等、建具の防護仕様)
- (c)X 線装置(撮影台含む)の設置位置が明確な図面資料等。設置レイアウト図面の例を図 2 に示す。
- (d)施設及び部屋名称(仮称含む)

(4)その他

必要に応じて、敷地境界等の計算や隣接室名確認の為に敷地図やフロア平面図等、必要な図面や資料を入手する

### 遮へい計算条件設定表

記入日：2025/10/1

施設名称						管理No.
X線診療室名						
当該階	上階部屋名	下階部屋名		階高 (FL~FL)		
階						
装置名(型式)						
撮影方法		1.	2.	3.	4.	
撮影条件	稼働日数	日/週	日/週	日/週	日/週	
	撮影人数	人/日	人/日	人/日	人/日	
	使用管電圧	kV	kV	kV	kV	
	使用管電流	mA	mA	mA	mA	
	撮影時間	s/回	s/回	s/回	s/回	
	撮影回数	回/人	回/人	回/人	回/人	
	焦点~受像器(71センチ)間距離	m	m	m	m	
照射野面積	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>		
透視条件	稼働日数	日/週	日/週	日/週	日/週	
	透視人数	人/日	人/日	人/日	人/日	
	使用管電圧	kV	kV	kV	kV	
	使用管電流	mA	mA	mA	mA	
	透視時間	分/人	分/人	分/人	分/人	
	焦点~受像器(71センチ)間距離	m	m	m	m	
	照射野面積	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	
床~アイソセンタまでの高さ		m	m	m	m	
対向遮へい物の鉛当量		mmPb	mmPb	mmPb	mmPb	
防護状況	コンクリート密度		鉄筋コンクリート 2.10 g/cm <sup>3</sup>		嵩上げコンクリート g/cm <sup>3</sup>	
	壁	鉛当量	mm	鉄筋コンクリート	mm	鉛当量
	扉	鉛当量		鉄筋コンクリート		鉛当量
	ガラス	鉛当量	mm	鉄筋コンクリート	mm	嵩上げコンクリート
	天井	鉛当量		鉄筋コンクリート		嵩上げコンクリート
	床	鉛当量		鉄筋コンクリート		嵩上げコンクリート

**遮へい計算条件設定表の記入に関するお願い**

- 撮影方法については、撮影法毎や撮影方向毎にご記入ください。  
 ※ 透視・撮影、CT撮影、一般撮影、乳房撮影、骨密度撮影、パノラマ撮影、セファロ撮影 等  
 一般撮影⇒ 1. 立位撮影 2. 臥位撮影
- コンクリート密度はご指定が無ければ 2. 10 g/cm<sup>3</sup>で計算いたします。  
 指定がある場合 (2. 35 g/cm<sup>3</sup>等) は密度を証明できる文書を計算書に添付が必要です。
- X線診療室のある階数や上下階部屋名が不明な場合は、計算図面には未記載で作成いたします。
- 階高は、当該X線診療室床面から上階床面までの距離をご記入ください。
- 嵩上げコンクリートが軽量コンクリートの場合にはコンクリート密度をご指示下さい。  
 普通コンクリートの場合は、スラブの鉄筋コンクリートと合算して計算いたします。
- X線診療室の平面図および断面図 (部屋の大きさと装置位置がわかる資料) をご提示ください。
- X線診療室から最短の病室、敷地内居住区域、敷地境界までの距離と方向がわかる資料 (フロア図面、敷地図面 等) をご提示ください。



### 3.7.遮へい計算式

遮へい計算による漏えい実効線量の計算式は医政発 0315 第 4 号 別表 2 にて、以下のとおり示されている。

#### 3.7.1.一次 X 線による漏えい実効線量の計算式

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2}$$

- ・ Ep:漏えい実効線量(μSv/3 月間)
- ・ X:X 線管焦点から利用線錐方向の 1m の距離における空気カーマ(μGy/mAs)
- ・ Dt:遮へい体の厚さにおける空気カーマ透過率
- ・ W:3 月間における X 線装置の実効稼働負荷(mAs/3 月間)
- ・ E/Ka:空気カーマから実効線量への換算係数(Sv/Gy)
- ・ U:使用係数、T:居住係数
- ・ d<sub>1</sub>: X 線管焦点から遮へい壁外側までの距離(m)

#### 3.7.2.散乱 X 線による漏えい実効線量の計算式

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

- ・ Es:漏えい実効線量(μSv/3 月間)
- ・ X:X 線管焦点から利用線錐方向の 1m の距離における空気カーマ(μGy/mAs)
- ・ Dt:遮へい体の厚さにおける空気カーマ透過率
- ・ W:3 月間における X 線装置の実効稼働負荷(mAs/3 月間)
- ・ E/Ka:空気カーマから実効線量への換算係数(Sv/Gy)
- ・ U:使用係数、T:居住係数
- ・ d<sub>2</sub>:撮影天板面での利用線錐中心から遮へい壁外側までの距離(m)<sup>\*1</sup>
- ・ d<sub>3</sub>:X 線管焦点から撮影天板面までの距離(m)<sup>\*1</sup>
- ・ a:照射野 400 cm<sup>2</sup>の組織類似ファントムから 1m の距離における空気カーマ率の X に対する百分率  
(X 線管焦点がファントムから 1m の距離の場合)
- ・ F:受像面における照射野の大きさ(cm<sup>2</sup>)

#### 3.7.3.X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の計算式

【半価層を用いた計算式】

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

又は、

【1/10 価層を用いた計算式】

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{10}\right)^{t/t_{1/10}}$$

- ・  $E_L$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・  $X_L$ :X 線管容器から 1m の距離における空気カーマ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )
- ・  $t_w$ :3 月間における稼働時間( $\text{h}/3$  月間)
- ・  $E/Ka$ :空気カーマから実効線量への換算係数( $\text{Sv}/\text{Gy}$ )
- ・  $U$ :使用係数、 $T$ :居住係数
- ・  $d_4$ :X 線装置の X 線管焦点から遮へい壁外側までの距離(m)
- ・  $t_{1/2}$ :遮へい体の大幅に減衰した X 線の広いビームに対する半価層(mm)
- ・  $t_{1/10}$ :遮へい体の大幅に減衰した X 線の広いビームに対する 1/10 層(mm)
- ・  $t$ :遮へい体の厚さ(mm)

### 3.7.4.複合遮へい体がい用いられている場合の漏えい実効線量の計算式

#### (1)一次 X 線による漏えい実効線量の計算式

##### 【半価層を用いた計算式】

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

又は、

##### 【1/10 価層を用いた計算式】

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{10}\right)^{t/t_{1/10}}$$

- ・  $E_p$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・  $X$ :X 線管焦点から利用線錐方向の 1m の距離における空気カーマ( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )
- ・  $Dt$ :最初の遮へい体の厚さにおける空気カーマ透過率
- ・  $W$ :3 月間における X 線装置の実効稼働負荷( $\text{mAs}/3$  月間)
- ・  $E/Ka$ :空気カーマから実効線量への換算係数( $\text{Sv}/\text{Gy}$ )
- ・  $U$ :使用係数、 $T$ :居住係数
- ・  $d_1$ : X 線管焦点から遮へい壁外側までの距離(m)
- ・  $t_{1/2}$ :2 番目の遮へい体の大幅に減衰した X 線の広いビームに対する半価層(mm)
- ・  $t$ :2 番目の遮へい体の厚さ
- ・  $t_{1/10}$ :2 番目の遮へい体の大幅に減衰した X 線の広いビームに対する 1/10 価層(mm)

注)上記計算式は、一次 X 線に対する遮へい体が 2 つの場合の計算式である。遮へい体が 3 つの場合には上記計算式に、3 番目の遮へい体の大幅に減衰した X 線の広いビームに対する半価層又は 1/10 価層から求めた透過率を乗じて漏えい実効線量を求める。

## (2)散乱 X 線による漏えい実効線量の計算式

## 【半価層を用いた計算式】

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

又は、

## 【1/10 価層を用いた計算式】

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \times \left(\frac{1}{10}\right)^{t/t_{1/10}}$$

- ・ Es:漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・ X:X 線管焦点から利用線錐方向の 1m の距離における空気カーマ( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )
- ・ Dt:最初の遮へい体の厚さにおける空気カーマ透過率
- ・ W:3 月間における X 線装置の実効稼働負荷( $\text{mAs}/3$  月間)
- ・ E/Ka:空気カーマから実効線量への換算係数( $\text{Sv}/\text{Gy}$ )
- ・ U:使用係数、T:居住係数
- ・  $d_2$ :撮影天板面での利用線錐中心から遮へい壁外側までの距離(m) <sup>※1</sup>
- ・  $d_3$ :X 線管焦点から撮影天板面までの距離<sup>※1</sup>
- ・  $t_{1/2}$ :2 番目の遮へい体の大幅に減衰した X 線の広いビームに対する半価層(mm)
- ・ t:2 番目の遮へい体の厚さ(mm)
- ・  $t_{1/10}$ :2 番目の遮へい体の大幅に減衰した X 線の広いビームに対する 1/10 価層(mm)
- ・ a:照射野  $400 \text{ cm}^2$  の組織類似ファントムから 1m の距離における空気カーマ率の X に対する百分率  
(X 線管焦点がファントムから 1m の距離の場合)
- ・ F:受像面における照射野の大きさ( $\text{cm}^2$ )

注)上記計算式は、散乱 X 線に対する計算方向の遮へい体が 2 つの場合の計算式である。遮へい体が 3 つの場合には上記計算式に、3 番目の遮へい体の大幅に減衰した X 線の広いビームに対する半価層又は 1/10 価層から求めた透過率を乗じて漏えい実効線量を求める。

## (3)X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の計算式

## 【半価層を用いた計算式】

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(1)}/t_{(1)1/2}} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(2)}/t_{(2)1/2}}$$

又は、

## 【1/10 価層を用いた計算式】

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{10}\right)^{t_{(1)}/t_{(1)1/10}} \times \left(\frac{1}{10}\right)^{t_{(2)}/t_{(2)1/10}}$$

- ・ EL:漏えい実効線量

- $X_L$ : X線管容器から 1m の距離における空気カーマ( $\mu\text{Gy/h}$ )
- $t_w$ : 3 月間における稼働時間(h/3 月間)
- $E/Ka$ : 空気カーマから実効線量への換算係数(Sv/Gy)
- U: 使用係数、T: 居住係数
- $d_4$ : X線装置の X線管焦点から遮へい壁外側までの距離(m)
- $t_{(1)1/2}$ : 1 番目の遮へい体の大幅に減衰した X線の広いビームに対する半価層(mm)
- $t_{(1)}$ : 1 番目の遮へい体の厚さ(mm)
- $t_{(2)1/2}$ : 2 番目の遮へい体の大幅に減衰した X線の広いビームに対する半価層(mm)
- $t_{(2)}$ : 2 番目の遮へい体の厚さ(mm)
- $t_{(1)1/10}$ : 1 番目の遮へい体の大幅に減衰した X線の広いビームに対する 1/10 価層(mm)
- $t_{(2)1/10}$ : 2 番目の遮へい体の大幅に減衰した X線の広いビームに対する 1/10 価層(mm)

注) 上記計算式は、X線管容器からの漏えい X線に対する計算方向の遮へい体が 2 つの場合の計算式である。遮へい体が 3 つの場合には上記計算式に、3 番目の遮へい体の大幅に減衰した X線の広いビームに対する半価層又は 1/10 価層から求めた透過率を乗じて漏えい実効線量を求める。

※1 撮影天板を有しない X線装置について、 $d_2$ (撮影天板面での利用線錐中心から遮へい壁外側までの距離)及び  $d_3$ (X線管焦点から撮影天板面までの距離)の設定についての検討を行い、その結果を基に後述の遮へい計算例及び遮へい計算図面例に適用した。解説 2.1 参照。

### 3.8.遮へい計算書類に記載すべき内容

遮へい計算書類に記載すべき内容は以下となる。

#### (1)施設名称及び部屋名称

計画段階で仮称であっても記載する。

#### (2)作成日、事業者名、作成者(資格名等も)、計算根拠(通知名や論文名等)

計算書作成日、作成した施設や会社、作成者についても記載するのが望ましい。

資格は具体的な X 線遮へい計算手法の講習を受けた「X線診療室 漏えい線量測定士」や「X線診療室 しゃへい計算技術者」などがあれば記載する。

医政発 0315 第 4 号等、何に基づいた計算であるかを明記する。

#### (3)装置の製作者名、型式又は装置種別、計算条件、計算に使用したパラメータ

計算に使用する装置固有パラメータがあるものは X 線装置の型式を記載するのが望ましい。

#### (4)計算によって算出した 3 月間の実効線量

部屋内に設置された X 線装置毎に算出した線量を合算し 3 月間の実効線量を記載する。

#### (5)計算図面

計算に使用する  $d_1 \sim d_4$  の距離を記載し、防護概要も記載する。



## 4. 遮へい計算例

一般 X 線撮影装置、X 線透視撮影装置及び歯科用 X 線装置が据え置かれた X 線診療室、並びに、計算方向に複合遮へいが用いられている場合の遮へい計算例を以下に示す。

本マニュアルのすべての遮へい計算例では、計算式中の各係数について、医政発 0315 第 4 号の各別表に該当する値がない場合には、補間法により所望の数値を求め計算を行った。また、各図面中の A、B、C、D、E、F、A'...はそれぞれ遮へい計算により漏えい実効線量の算定を行う計算方向を示す。

### 4.1. 一般 X 線撮影装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算例

一般 X 線撮影装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算例を以下に示す。

本 X 線診療室(一般撮影室)では立位撮影台を用いた撮影(以下、立位撮影)及び臥位撮影台を用いた撮影(以下、臥位撮影)の 2 方向の撮影を行うものとする。なお、立位撮影台及び臥位撮影台の受像器について、対向遮へいとしての性能(鉛当量)がメーカーから提示されていないものとする。また、本計算例の施設内には居住区域がないものとする。

なお、 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ 及び F の設定方法については 5.1 もあわせて参照のこと。

#### 4.1.1. 遮へい計算条件の設定

本遮へい計算例では、以下の遮へい計算条件を設定した。

【立位撮影】	【臥位撮影】
稼働日数: 5.5 日/週	稼働日数: 5.5 日/週
撮影人数: 30 人/日	撮影人数: 15 人/日
管電圧: 120 kV	管電圧: 74 kV
管電流: 100 mA	管電流: 200 mA
撮影時間: 0.036 秒/回	撮影時間: 0.08 秒/回
撮影回数: 2 回/人	撮影回数: 2 回/人

・受像面における照射野面積: 1,600 cm<sup>2</sup>

#### 4.1.2. 遮へい計算式中の距離( $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ )の設定

遮へい計算式は、距離の逆 2 乗則を用いているため、距離( $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ )は、遮へい計算による漏えい実効線量の算定に重要である。

図 3.1.1、3.1.2 に立位撮影、図 3.1.3、3.1.4 に臥位撮影の遮へい計算平面図及び断面図を示す。

また、遮へい計算図面中の  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$  の設定方法の詳細を以下に示す。

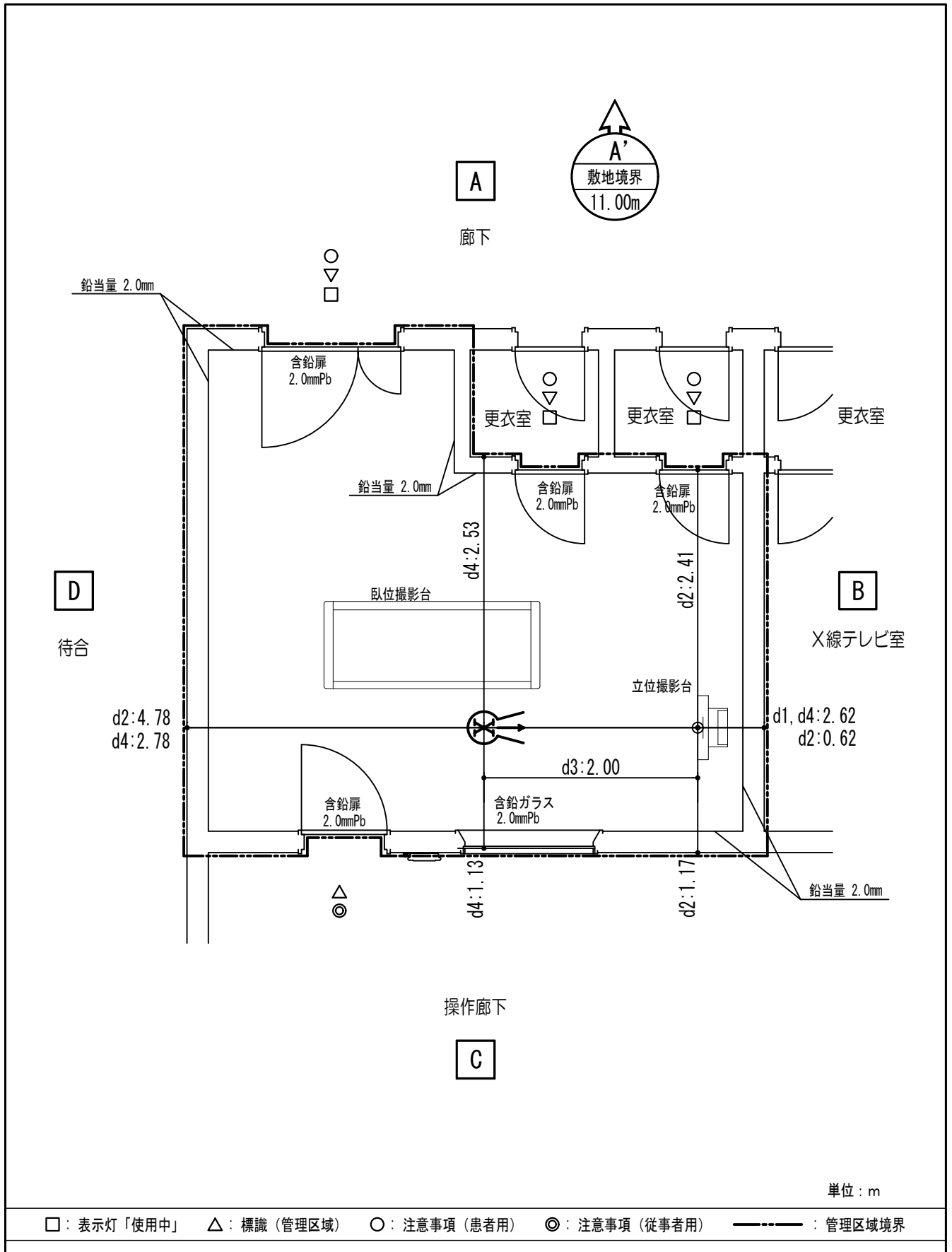


図3.1.1 一般撮影室 立位撮影 平面図

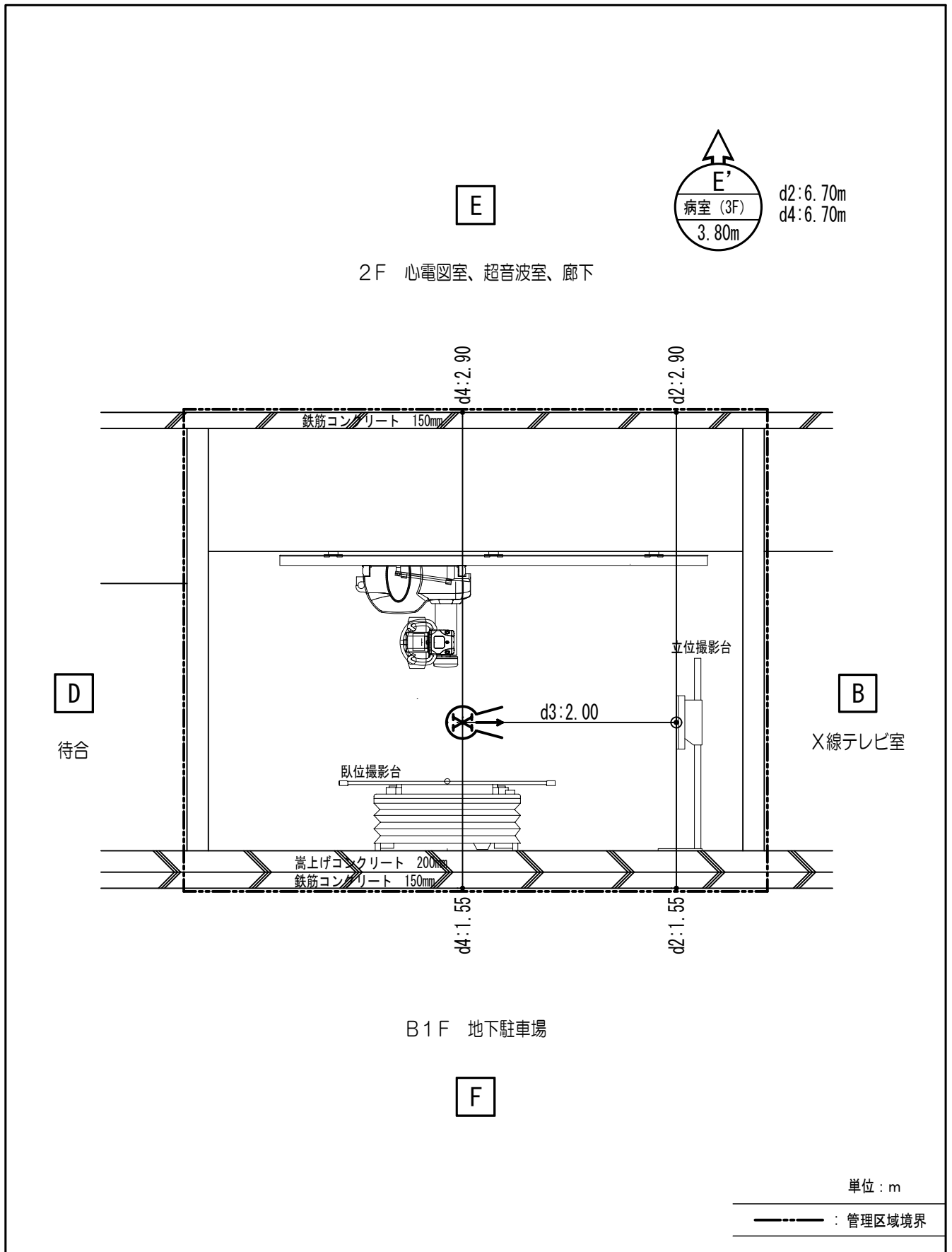


図3.1.2 一般撮影室 立位撮影 断面図

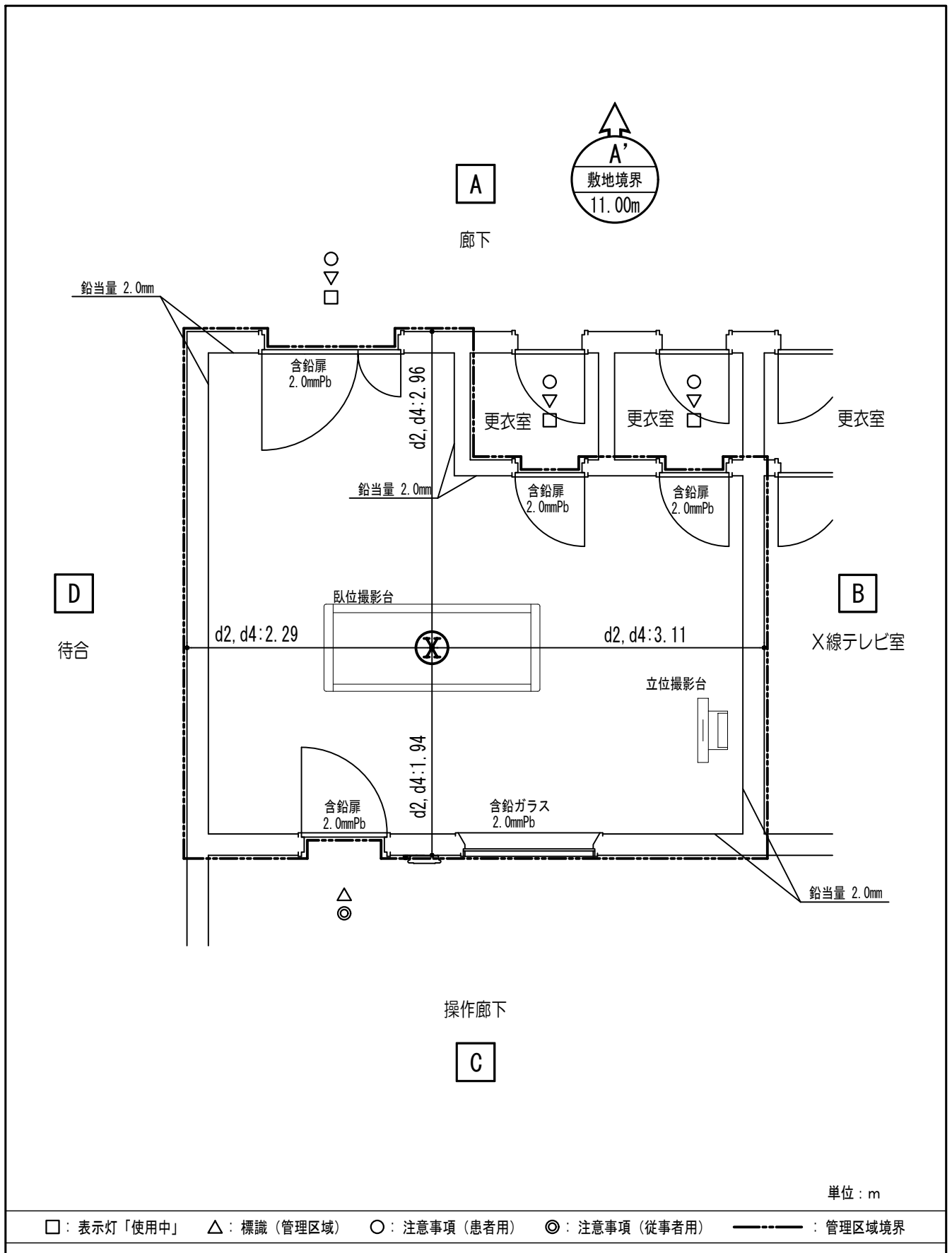


図3.1.3 一般撮影室 臥位撮影 平面図

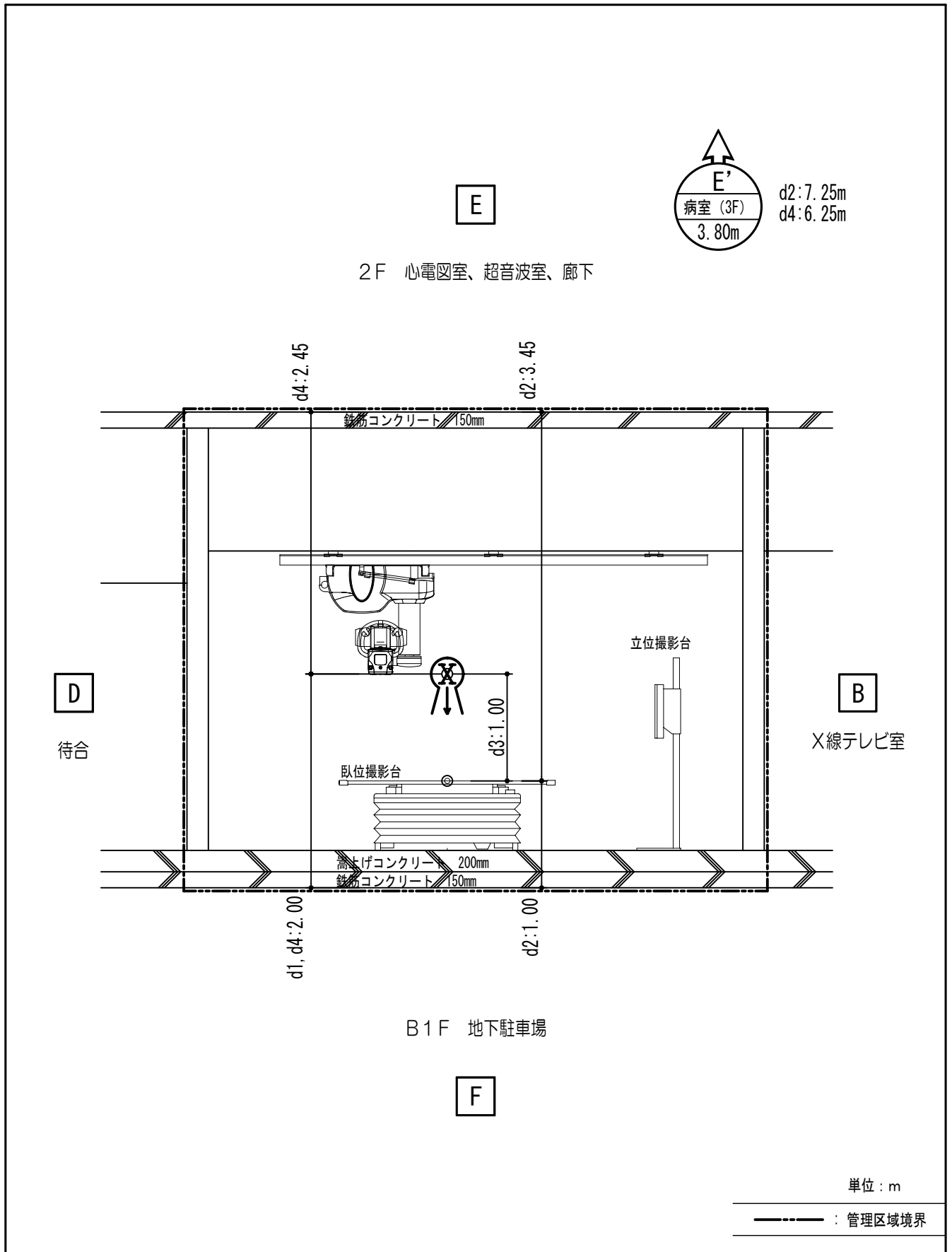


図3.1.4 一般撮影室 臥位撮影 断面図

## 4.1.2.1.d1(X線管焦点から遮へい壁外側までの距離)(単位:m)の設定

$d_1$ は一次X線による漏えい実効線量( $E_p$ )の計算に用いる。

## (1)立位撮影

図 3.1.1 での X 線管焦点から利用線錐線上の計算方向 B の画壁外側までの距離とする。

計算方向 B の画壁外側までの距離(以下 B<sup>\*2</sup>):2.62m

※2 以降、計算方向 A、B、C、D、E、F をそれぞれ、A、B、C、D、E、F、又は

A 方向、B 方向、C 方向、D 方向、E 方向、F 方向と記述する。

## (2)臥位撮影

図 3.1.4 の X 線管焦点から利用線錐線上の F 方向の画壁外側までの距離とする。

F:2.00m

## 4.1.2.2.d2(撮影天板面での利用線錐中心から遮へい壁外側までの距離)(単位:m)の設定

$d_2$ は散乱X線による漏えい実効線量( $E_s$ )の計算に用いる。

## (1)立位撮影

図 3.1.1、3.1.2 での立位撮影台の天板面の利用線錐中心から A、B、C、D、E、F の各方向の画壁外側までの距離、並びに一般撮影室から最寄りの病室、敷地境界までの距離とする。

A:2.41m、B:0.62m、C:1.17m、D:4.78m、E:2.90m、F:1.55m、E 方向の病室までの距離(病室 E' とする。\*)<sup>3</sup>):6.70m<sup>\*4</sup>、A 方向の敷地境界までの距離(以下、敷地境界 A' とする。\*)<sup>3</sup>):11.00m<sup>\*4</sup>

※3 以降、病室、居住区域、敷地境界の計算方向について、それぞれ病室 X'、居住区域 X'、

敷地境界 X'(X は計算方向)と記述する。

※4 解説 2.2 参照。

## (2)臥位撮影

図 3.1.3、3.1.4 での臥位撮影台の天板面の利用線錐中心から A、B、C、D、E、F の各方向の画壁外側までの距離、並びに一般撮影室から最寄りの病室、敷地境界までの距離とする。

A:2.96m、B:3.11m、C:1.94m、D:2.29m、E:3.45m、F:1.00m、病室 E':7.25m、敷地境界 A':11.00m

## 4.1.2.3.d3(X線管焦点から撮影天板面までの距離)(単位:m)の設定

$d_3$ は散乱X線による漏えい実効線量( $E_s$ )の計算に用いる。

## (1)立位撮影

図 3.1.1、3.1.2 での X 線管焦点から立位撮影台の天板面までの距離を用いる。 $d_3$ は、X 線管焦点位置及び立位撮影台の位置に依存するため、立位撮影時の  $d_3$ は各計算方向で同値となる。

A、B、C、D、E、F、病室 E'、敷地境界 A':2.00m

## (2)臥位撮影

図 3.1.3、3.1.4 での X 線管焦点から臥位撮影台の天板面までの距離を用いる。(1)立位撮影と同様、臥位撮影時の  $d_3$  は各計算方向で同値となる。

A、B、C、D、E、F、病室 E'、敷地境界 A':1.00m

4.1.2.4.d<sub>4</sub>(X 線装置の X 線管焦点から遮へい壁外側までの距離)(単位:m)の設定

$d_4$  は X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量( $E_L$ )の計算に用いる。

## (1)立位撮影

図 3.1.1、3.1.2 での X 線管焦点から A、B、C、D、E、F の各方向の画壁外側までの距離、並びに一般撮影室から最寄りの病室、敷地境界までの距離とする

A:2.53m、B:2.62m、C:1.13m、D:2.78m、E:2.90m、F:1.55m、病室 E':6.70m、敷地境界 A':11.00m

## (2)臥位撮影

図 3.1.3、3.1.4 での X 線管焦点から A、B、C、D、E、F の各方向の画壁外側までの距離、並びに一般撮影室から最寄りの病室、敷地境界までの距離とする。

A:2.96m、B:3.11m、C:1.94m、D:2.29m、E:2.45m、F:2.00m、病室 E':6.25m、敷地境界 A':11.00m

## 4.1.2.5.まとめ

上記より、本遮へい計算に用いる  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$  は以下の通りとなる。

## (1)立位撮影

$d_1$ :(B:2.62m)

$d_2$ :(A:2.41m) (B:0.62m) (C:1.17m) (D:4.78m) (E:2.90m) (F:1.55m) (病室 E':6.70m)

(敷地境界 A':11.00m)

$d_3$ :(A:2.00m) (B:2.00m) (C:2.00m) (D:2.00m) (E:2.00m) (F:2.00m) (病室 E':2.00m)

(敷地境界 A':2.00m)

$d_4$ :(A:2.53m) (B:2.62m) (C:1.13m) (D:2.78m) (E:2.90m) (F:1.55m) (病室 E':6.70m)

(敷地境界 A':11.00m)

## (2)臥位撮影

$d_1$ :(F:2.00m)

$d_2$ :(A:2.96m) (B:3.11m) (C:1.94m) (D:2.29m) (E:3.45m) (F:1.00m) (病室 E':7.25m)

(敷地境界 A':11.00m)

$d_3$ :(A:1.00m) (B:1.00m) (C:1.00m) (D:1.00m) (E:1.00m) (F:1.00m) (病室 E':1.00m)

(敷地境界 A':1.00m)

$d_4$ :(A:2.96m) (B:3.11m) (C:1.94m) (D:2.29m) (E:2.45m) (F:2.00m) (病室 E':6.25m)

(敷地境界 A':11.00m)

## 4.1.3.漏えい実効線量の算定

漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

## 4.1.3.1.立位撮影による漏えい実効線量の算定

立位撮影による漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

## (1)一次 X 線の漏えい実効線量の算定

一次 X 線の漏えい実効線量の算定は、B 方向について行う。例として、B 方向における一次 X 線の漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

B 方向について、一次 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2}$$

・  $E_p$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)

・  $X$ :110( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )

医政発 0315 第 4 号 別表 3(エックス線装置の使用管電圧とエックス線管焦点から 1 メートルの距離における空気カーマ)より、使用管電圧 120kV の X は 110( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )である。

・  $Dt$ :8.03E-04

A 方向について、遮へい体は鉛 2.0mm である。

医政発 0315 第 4 号 別表 4(鉛におけるエックス線の空気カーマ透過率)より、鉛 2.0mm、使用管電圧 120kV の  $Dt$  は 8.03E-04 ( $8.03 \times 10^{-4}$ )である。

・  $W$ :15,444( $\text{mAs}/3$  月間)

当該 X 線診療室での立位撮影の条件は、週 5.5 日稼働、1 日 30 人、使用管電流 100mA、撮影時間 0.036 秒/回、撮影回数 2 回/人より、3 月間あたりの  $W$ ( $\text{mAs}/3$  月間)は以下のように求める。

$$W = 100(\text{mA}) \times 0.036(\text{s}/\text{回}) \times 2(\text{回}/\text{人}) \times 30(\text{人}/\text{日}) \times 5.5(\text{日}/\text{週}) \times 13(\text{週}/3 \text{ 月間})$$

$$= 15,444(\text{mAs}/3 \text{ 月間})$$

・  $E/Ka$ :1.433 ( $\text{Sv}/\text{Gy}$ )

医政発 0315 第 4 号 別表 12(空気カーマから実効線量への換算係数( $E/Ka$ ))より、今回の使用管電圧は 120kV であり、80kV を超えているため、換算係数の最大値 1.433 を用いる。

・  $U$ (使用係数):1、 $T$ (居住係数):1

安全側評価の観点から、 $U$ 、 $T$ ともに 1 を用いる。

・  $d_1$ (B:2.62m)

以上より、立位撮影での B 方向画壁外側における一次 X 線による漏えい実効線量( $E_p$ )は、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \\ &= \frac{110.0 \times 8.03\text{E-}4 \times 15,444 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.62^2} \\ &= 284.78(\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間}) \end{aligned}$$



## (2) 散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

立位撮影の散乱 X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、散乱 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

- ・ Es: 漏えい実効線量(μSv/3 月間)
- ・ X、Dt、W、E/Ka、U、T については(1)と同様。
- ・ d<sub>2</sub>: (A: 2.41m)
- ・ d<sub>3</sub>: (A: 2.00m)
- ・ a: 0.002

医政発 0315 第 4 号 別表 10(照射野 400 平方センチメートルの組織類似ファントムから 1 メートルの距離における空気カーマ率の百分率(散乱角 90°について求めた値))より、使用管電圧 120kV の a は 0.20 である。本表の値は百分率として与えられているので、計算には 1/100 を乗じて用いる。

- ・ F: 1,600(cm<sup>2</sup>)

X 線装置の受像面における照射野面積 1,600 cm<sup>2</sup>を用いる。

以上より、立位撮影での A 方向画壁外側における散乱 X 線による漏えい実効線量(E<sub>s</sub>)は、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \\ &= \frac{110.0 \times 8.03E-4 \times 15,444 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.41^2 \times 2.00^2} \times \frac{0.002 \times 1,600}{400} \\ &= 0.67 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)} \end{aligned}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

## (3) X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定

立位撮影の X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \quad \text{(半価層を用いる式)}$$

- ・ E<sub>L</sub>: 漏えい実効線量
- ・ X<sub>L</sub>: 1,000(μGy/h)

X<sub>L</sub>について、医療法施行規則第 30 条第 1 号 ホにより 1.0mGy/h 以下と定められている。X 線

装置メーカーから根拠のある値の提示がなされない場合は、1,000 $\mu$ Gy/h を用いる。

- $t_w$ :0.04(h/3 月間)

W:15,444(mAs/3 月間)、使用管電流:100(mA)である。

$t_w$ (h/3 月間)=(W(mAs/3 月間)/使用管電流(mA)/3,600(s/h))であるから、

$$t_w = \frac{15,444}{100 \times 3,600} = 0.04(\text{h/3 月間})$$

- E/Ka、U、T については(1)と同様。

- $d_4$ :(A:2.53m)

- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :1.05E-02

- $t_{1/2}$ :0.304(mm)

医政発 0315 第 4 号 別表 11(大幅に減衰したエックス線の広いビームに対する半価層( $t_{1/2}$ )及び 1/10 価層( $t_{1/10}$ ))より、使用管電圧 120kV の鉛の  $t_{1/2}$  は 0.304(mm)である。

- $t$ :2.0(mm)

A 方向について、遮へい体は鉛 2.0mm である。

よって、

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{2.0/0.304} = 1.05\text{E-}02$$

以上より、立位撮影での A 方向画壁外側における X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量( $E_L$ )は、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{1,000 \times 0.04 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.53^2} \times 1.05\text{E-}2 \\ &= 0.09 (\mu\text{Sv/3 月間}) \end{aligned}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

#### 4.1.3.2.臥位撮影による漏えい実効線量の算定

臥位撮影による漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

##### (1)一次 X 線による漏えい実効線量の算定

一次 X 線の漏えい実効線量の算定は、F 方向について行う。F 方向における一次 X 線による漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

F 方向について、一次 X 線による漏えい実効線量の算定は下記の式及び各係数により求める。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2}$$

- ・  $E_p$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・  $X$ :40.7( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )

医政発 0315 第 4 号 別表 3 に本計算例の使用管電圧 74kV に該当する X の数値はない。本表の説明書きには、X について、「該当する値がない場合には、安全側に設定するか又は補間法により求めることができる」とあるため、本マニュアルでは補間法を用いて表に該当する値のない X を算出した。以降、本マニュアルでは他の係数についても、各表に該当する数値がない場合は、補間法を用いて該当する値を算出し計算に用いた。

使用管電圧 74kV に対する X の算出例を以下に示す。

医政発 0315 第 4 号 別表 3 より、

- ・ 使用管電圧 70kV の X:36.0( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )
- ・ 使用管電圧 75kV の X:41.9( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )

以上より、74kV の X は以下の式により求める。

$$\{(41.9-36.0)/(75-70)\} \times (74-70)+36.0=40.7$$

- ・  $Dt$ :1.31E-08

F 方向について、遮へい体はコンクリート 350mm(密度 2.10g/cm<sup>3</sup>)である。

医政発 0315 第 4 号 別表 5(コンクリートにおけるエックス線の空気カーマ透過率)ではコンクリート密度 2.35g/cm<sup>3</sup>の Dt が与えられている。別表 5 の説明書きには、「我が国の画壁等に用いられているコンクリート建材の密度は 2.10g/cm<sup>3</sup>である」とされているため、本マニュアルでもコンクリート密度はすべて 2.10g/cm<sup>3</sup>とし、密度によるコンクリート厚の補正を行い、対応するコンクリート厚の Dt の算出を行う。また、本計算例の使用管電圧 74kV に該当する Dt の値は別表 5 にはないため、補間法により Dt を算出した。

管電圧 74kV、コンクリート 350mm(密度 2.10 g/cm<sup>3</sup>)の Dt の算出例を以下に示す。

- ①医政発 0315 第 4 号 別表 5 のコンクリート密度 2.35g/cm<sup>3</sup>のデータに対応させるため、コンクリート 150mm(密度 2.10g/cm<sup>3</sup>)が密度 2.35g/cm<sup>3</sup>であった場合の等価厚を求める。

コンクリート 350mm(密度 2.10g/cm<sup>3</sup>)が密度 2.35g/cm<sup>3</sup>である場合の等価厚は以下の通り。

$$350(\text{mm}) \times 2.1 (\text{g/cm}^3) / 2.35 (\text{g/cm}^3) = 312.77(\text{mm})$$

よって、密度 2.10 g/cm<sup>3</sup>のコンクリート 350 mmは、密度 2.35g/cm<sup>3</sup>では 312.77mm と等価である。

②使用管電圧 70kV、コンクリート 312.77mm(密度 2.35g/cm<sup>3</sup>)の Dt を求める。

医政発 0315 第 4 号 別表 5 より、

- ・ 70kV、コンクリート 300mm の Dt:5.24E-09
- ・ 70kV、コンクリート 350mm の Dt:4.10E-10

以上より、70kV、コンクリート 312.77mm の Dt は以下の式により求める。

$$\{(4.10\text{E-}10 - 5.24\text{E-}09) / (350 - 300)\} \times (312.77 - 300) + 5.24\text{E-}09 = 4.01\text{E-}09$$

よって、

70kV、コンクリート 312.77mm(密度 2.35g/cm<sup>3</sup>)の Dt:4.01E-09

③使用管電圧 75kV、コンクリート 312.77mm(密度 2.35 g/cm<sup>3</sup>)の Dt を求める。

医政発 0315 第 4 号 別表 5 より、

- ・ 75kV、コンクリート 300mm の Dt:2.01E-08
- ・ 75kV、コンクリート 350mm の Dt:1.83E-09

以上より、75kV、コンクリート 312.77mm の Dt は以下の式により求める。

$$\{(1.83\text{E-}09 - 2.01\text{E-}08) / (350 - 300)\} \times (312.77 - 300) + 2.01\text{E-}08 = 1.54\text{E-}08$$

よって、

75kV、コンクリート 312.77mm(密度 2.35g/cm<sup>3</sup>)の Dt:1.54E-08

④74kV、コンクリート 312.77mm(密度 2.35g/cm<sup>3</sup>)の Dt を求める。

上記②、③より、

- ・ 70kV、コンクリート 312.77mm の Dt:4.01E-09
- ・ 75kV、コンクリート 312.77mm の Dt:1.54E-08

以上より、74kV、コンクリート 312.77mm の Dt は以下の式により求める。

$$\{(1.54\text{E-}08 - 4.01\text{E-}09) / (75 - 70)\} \times (74 - 70) + 4.01\text{E-}09 = 1.31\text{E-}08$$

よって、

74kV、コンクリート 312.77mm(密度 2.35g/cm<sup>3</sup>)の Dt:1.31E-08

すなわち、

74kV、コンクリート 350mm (密度 2.10g/cm<sup>3</sup>)の Dt:1.31E-08 である。

・ W:34,320(mAs/3 月間)

当該 X 線診療室での臥位撮影の条件は、週 5.5 日稼働、1 日 15 人、使用管電流 200mA、撮影時間 0.08 秒/回、撮影回数 2 回/人より、3 月間あたりの W(mAs/3 月間)は以下のように求める。

$$W=200(\text{mA})\times 0.08(\text{s/回})\times 2(\text{回/人})\times 15(\text{人/日})\times 5.5(\text{日/週})\times 13(\text{週/3月間})$$

$$=34,320(\text{mAs/3月間})$$

- $E/Ka=1.433$  (Sv/Gy)

医政発 0315 第 4 号 別表 12 に本計算例の使用管電圧 74kV に該当する(E/Ka)の数値はないため、補間法により E/Ka を算出した。

使用管電圧 74kV に対する E/Ka の算出例を以下に示す。

医政発 0315 第 4 号 別表 12 より、

- 使用管電圧 70kV の(E/Ka):1.407(Sv/Gy)
- 使用管電圧 80kV の(E/Ka):1.433(Sv/Gy)

以上より、74kV の(E/Ka)は以下の式により求める。

$$\{(1.433-1.407)/(80-70)\} \times (74-70)+1.407=1.417$$

- U(使用係数):1、T(居住係数):1 ※4.1.3.1.参照
- $d_1$ :(F:2.00m)

以上より、臥位撮影での F 方向画壁外側における一次 X 線による漏えい実効線量( $E_p$ )は、以下の通りとなる。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2}$$

$$= \frac{40.7 \times 1.31E-08 \times 34,320 \times 1.417 \times 1 \times 1}{2.00^2}$$

$$= 0.006 \text{ (}\mu\text{Sv/3月間)}$$

## (2)散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

臥位撮影の散乱 X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、散乱 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

- $E_s$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv/3月間}$ )
- X、W、E/Ka、U、T については(1)と同様。
- $Dt$ :5.15E-06

A 方向について、遮へい体は鉛 2.0mm である。

本計算例の使用管電圧 74kV に該当する Dt の値は表 2 にはないため、補間法により Dt を算出した。

使用管電圧 74kV に対する Dt の算出例を以下に示す。

医政発 0315 第 4 号 別表 4 より、

・ 70kV、鉛 2.0mm の Dt:1.25E-06

・ 75kV、鉛 2.0mm の Dt:6.13E-06

以上より、74kV、鉛 2.0mm の Dt は以下の式により求める。

$$\{(6.13E-06-1.25E-06)/(75-70)\} \times (74-70) + 1.25E-06 = 5.15E-06$$

・ d<sub>2</sub>:(A:2.96m)

・ d<sub>3</sub>:(A:1.00m)

・ a:0.0018

医政発 0315 第 4 号 別表 10 に本計算例の使用管電圧 74kV に該当する a の数値はないため、補間法により a を算出した。

使用管電圧 74kV に対する a の算出例を以下に示す。

医政発 0315 第 4 号 別表 10 より、

・ 使用管電圧 70kV の a:0.17

・ 使用管電圧 75kV の a:0.18

以上より、74kV の a は以下の式により求める。

$$\{(0.18-0.17)/(75-70)\} \times (74-70) + 0.17 = 0.18$$

より、使用管電圧 74kV の a は 0.18 である。

別表 10 の値は百分率として与えられているので、計算には 1/100 を乗じて用いる。

・ F:1,600(cm<sup>2</sup>)

臥位撮影における受像面における照射野面積 1,600 cm<sup>2</sup>を用いる。

以上より、臥位撮影での A 方向画壁外側における散乱 X 線による漏えい実効線量(E<sub>s</sub>)は、以下通りとなる。

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \\ &= \frac{40.7 \times 5.15E-06 \times 34,320 \times 1.417 \times 1 \times 1}{2.96^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1,600}{400} \\ &= 0.008 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)} \end{aligned}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

### (3) X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定

臥位撮影の X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量は下記の式により求める。

ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \quad (\text{半価層を用いる式})$$

- $E_L$ :漏えい実効線量
- $X_L$ については、4.1.3.1(3)と同様。
- $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$ については(1)と同様。
- $t_w$ :0.04(h/3月間)

$W$ :34,320(mAs/3月間)、使用管電流:200(mA)であるから、

$$t_w = \frac{34,320}{200 \times 3,600} = 0.05(\text{h/3月間})$$

- $d_4$ :(A:2.96m)
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :6.16E-05
- $t_{1/2}$ :0.143(mm)

医政発 0315 第 4 号 別表 11 に本計算例の使用管電圧 74kV に該当する  $t_{1/2}$  の数値はないため、補間法により  $t_{1/2}$  を算出した。

使用管電圧 74kV に対する  $t_{1/2}$  の算出例を以下に示す。

医政発 0315 第 4 号 別表 11 より、

- 使用管電圧 70kV の  $t_{1/2}$ :0.127
- 使用管電圧 75kV の  $t_{1/2}$ :0.147

以上より、74kV の  $t_{1/2}$  は以下の式により求める。

$$\{(0.147-0.127)/(75-70)\} \times (74-70)+0.127=0.143$$

- $t$ :2.0(mm)

A 方向について、遮へい体は鉛 2.0mm である。

よって、

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{2.0/0.143} = 6.16E-05$$

以上より、臥位撮影での A 方向画壁外側における X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量( $E_L$ )は、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{1,000 \times 0.05 \times 1.417 \times 1 \times 1}{2.96^2} \times 6.16E-05 \\ &= 0.0005 (\mu\text{Sv/3月間}) \end{aligned}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

## 4.1.4.計算方向における漏えい実効線量の合算

上記 4.1.3 の立位撮影及び臥位撮影の一次 X 線、散乱 X 線及び X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の計算結果を基に、漏えい実効線量の合算を行い、計算方向ごとの漏えい実効線量を得る。A 方向の漏えい実効線量の合算を表 2.1.1 に示す。他すべての計算方向についても同様の方法で漏えい実効線量の合算を行う。

表 2.1.1 A 方向における各漏えい実効線量値と合算値

			単位:µSv/3 月間
	立位撮影	臥位撮影	合算
一次 X 線	なし	なし	0.77
散乱 X 線	0.67	0.008	
X 線管容器からの漏えい X 線	0.09	0.0005	

## 4.1.5.遮へい計算結果表

本計算による一般撮影室の遮へい計算結果を表 2.1.2～2.1.5 に示す。

## 4.1.6.遮へい計算書

本計算による一般撮影室の遮へい計算書例を、(参考)遮へい計算書例①に示す。



X線診療室遮へい計算表(1)

施設名		A病院	
X線診療室名		一般撮影室	
装置名		SHM-150D	SHM-150D
撮影方法		立位撮影	臥位撮影
透視条件	稼働日数 (日/週)		
	透視人数 (人/日)		
	管電圧 (kV)		
撮影条件	管電流 (mA)		
	透視時間 (分/1人)		
	1週間の延透視時間 (s/週)		
その他の条件	稼働日数 (日/週)	5.5	5.5
	撮影人数 (人/日)	30	15
	管電圧 (kV)	120	74
	管電流 (mA)	100	200
	撮影時間 (秒/1回)	0.036	0.080
	撮影回数 (回/人)	2	2
	1週間の延撮影時間 (s/週)	11.9	13.2
	X: 空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$ )	110.0	40.7
	W: 3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$ )	15,444	34,320
	(E/Ka): 換算係数 (Sv/Gy)	1.433	1.417
	U: 使用係数	1	1
T: 居住係数	1	1	
a: 空気カーマの百分率	0.0020	0.0018	
F: 照射野の大きさ (cm <sup>2</sup> )	1,600	1,600	
X <sub>L</sub> : 管容器からの空気カーマ率 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1,000	1,000	
t <sub>w</sub> : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	0.04	0.05	

## 集計2-1

## X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		一般撮影室												漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)					
装置名		SHM-150D																	
撮影方法		立位撮影																	
評価方向	X線種別	対向遮へい物				遮へい壁等				計算方向までの距離									
		鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) 透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>2</sup> ) 透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)					
A	一次線																		
	散乱線			2.0	8.03E-04										2.41	2.00			0.67
	管容器			2.0	1.05E-02												2.53		0.09
B	一次線			2.0	8.03E-04														284.78
	散乱線			2.0	8.03E-04										0.62	2.00			10.17
	管容器			2.0	1.05E-02												2.62		0.09
C	一次線																		
	散乱線			2.0	8.03E-04										1.17	2.00			2.86
	管容器			2.0	1.05E-02												1.13		0.47
D	一次線																		
	散乱線			2.0	8.03E-04										4.78	2.00			0.17
	管容器			2.0	1.05E-02												2.78		0.08
E	一次線																		
	散乱線							150	1.49E-03						2.90	2.00			0.86
	管容器							150	8.11E-03								2.90		0.06
F	一次線																		
	散乱線							350	2.93E-06						1.55	2.00			0.006
	管容器							350	1.32E-05								1.55		0.0003
病室	一次線																		
	散乱線														6.70	2.00			0.16
	管容器							150	1.49E-03								6.70		0.01
居住区域境界	一次線																		
	散乱線																		
	管容器																		
敷地境界	一次線																		
	散乱線			2.0	8.03E-04										11.00	2.00			0.03
	管容器			2.0	1.05E-02												11.00		0.005

集計2-2

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		一般撮影室																			
装置名		SHM-150D																			
撮影方法		臥位撮影																			
評価方向	X線種別	対向遮へい物						遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)			
		鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) 透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)								
A	一次線																				
	散乱線			2.0	5.15E-06									2.96	1.00				0.008		
	管容器			2.0		6.16E-05										2.96			0.0005		
B	一次線																				
	散乱線			2.0	5.15E-06									3.11	1.00				0.008		
	管容器			2.0		6.16E-05										3.11			0.0005		
C	一次線																				
	散乱線			2.0	5.15E-06									1.94	1.00				0.02		
	管容器			2.0		6.16E-05										1.94			0.001		
D	一次線																				
	散乱線			2.0	5.15E-06									2.29	1.00				0.01		
	管容器			2.0		6.16E-05										2.29			0.0008		
E	一次線																				
	散乱線									150	5.82E-05			3.45	1.00				0.07		
	管容器									150		1.06E-03				2.45			0.01		
F	一次線									350	1.31E-08		2.00						0.006		
	散乱線									350	1.31E-08			1.00	1.00				0.0002		
	管容器									350		1.14E-07				2.00			0.000002		
病室	一次線																				
	散乱線									150	5.82E-05			7.25	1.00				0.02		
	管容器									150		1.06E-03				6.25			0.002		
居住区域境界	一次線																				
	散乱線									居住区域は無いので、計算を省略する。											
	管容器																				
敷地境界	一次線																				
	散乱線			2.0	5.15E-06									11.00	1.00				0.0006		
	管容器			2.0		6.16E-05										11.00			0.00004		

X線診療室遮へい計算表 (3) 集計結果

X線診療室名		一般撮影室			
装	置	SHM-150D	SHM-150D	SHM-150D	SHM-150D
撮影	方法	立位撮影	立位撮影	臥位撮影	臥位撮影
評価方向	X線種別	漏えい線量 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	漏えい線量 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	漏えい線量 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	漏えい線量 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )
A	一次線				
	散乱線	0.67		0.008	
	管容器	0.09		0.0005	0.77
B	一次線	284.78			
	散乱線	10.17		0.008	
	管容器	0.09		0.0005	295.05
C	一次線				
	散乱線	2.86		0.02	
	管容器	0.47		0.001	3.35
D	一次線				
	散乱線	0.17		0.01	
	管容器	0.08		0.0008	0.26
E	一次線				
	散乱線	0.86		0.07	
	管容器	0.06		0.01	1.00
F	一次線				
	散乱線	0.006		0.006	
	管容器	0.0003		0.000002	0.01
病室 E'	一次線				
	散乱線	0.16		0.02	
	管容器	0.01		0.002	0.19
居住区域境界	一次線				
	散乱線	居住区域は無いので、計算を省略する。			
	管容器				
敷地境界 A'	一次線				
	散乱線	0.03		0.0006	
	管容器	0.005		0.00004	0.04
					250

#### 4.2.X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室の遮へい計算例①

X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室の遮へい計算例を以下に示す。

本X線診療室(X線テレビ室)ではX線透視撮影装置の立位及び臥位で、それぞれ透視及び撮影を行うものとする。また、本計算例の施設内には居住区域がないものとする。

本遮へい計算例のX線装置の受像器については、対向遮へいとしての性能(鉛当量)が装置メーカーから提示されているものとする。

なお、 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ 及びFの設定方法については5.2を参照のこと。

##### 4.2.1.遮へい計算条件の設定

本遮へい計算例では、以下の遮へい計算条件を設定した。

【透視】	【撮影】
稼働日数： 5日/週	稼働日数： 5日/週
透視人数： 10人/日	撮影人数： 10人/日
管電圧： 83kV	管電圧： 85kV
管電流： 2.5mA	管電流： 200mA
透視時間： 5分/人	撮影時間： 0.032秒/回
	撮影回数： 20回/人

- ・対向遮へい:鉛当量 2.2mm
- ・受像面における照射野面積：1,130 cm<sup>2</sup>

##### 4.2.2.遮へい計算式中の距離( $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ )

立位及び臥位時のX線管焦点位置、又は天板面の利用線錐中心の位置を考慮し、 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ を求める。図3.2.1、3.2.2に遮へい計算平面図及び断面図を示す。

$d_1$ :(D:3.04m) (F:2.21m)

$d_2$ :(A:2.00m) (B:2.83m) (C:2.36m) (D:1.78m) (E(病室):2.91m) (F:1.21m)  
(敷地境界 B':21.00m)

$d_3$ :(A:1.00m) (B:1.00m) (C:1.00m) (D:1.00m) (E(病室):1.00m) (F:1.00m)  
(敷地境界 B':1.00m)

$d_4$ :(A:1.78m) (B:1.83m) (C:2.36m) (D:1.78m) (E(病室):2.24m) (F:1.54m)  
(敷地境界 B':21.00m)

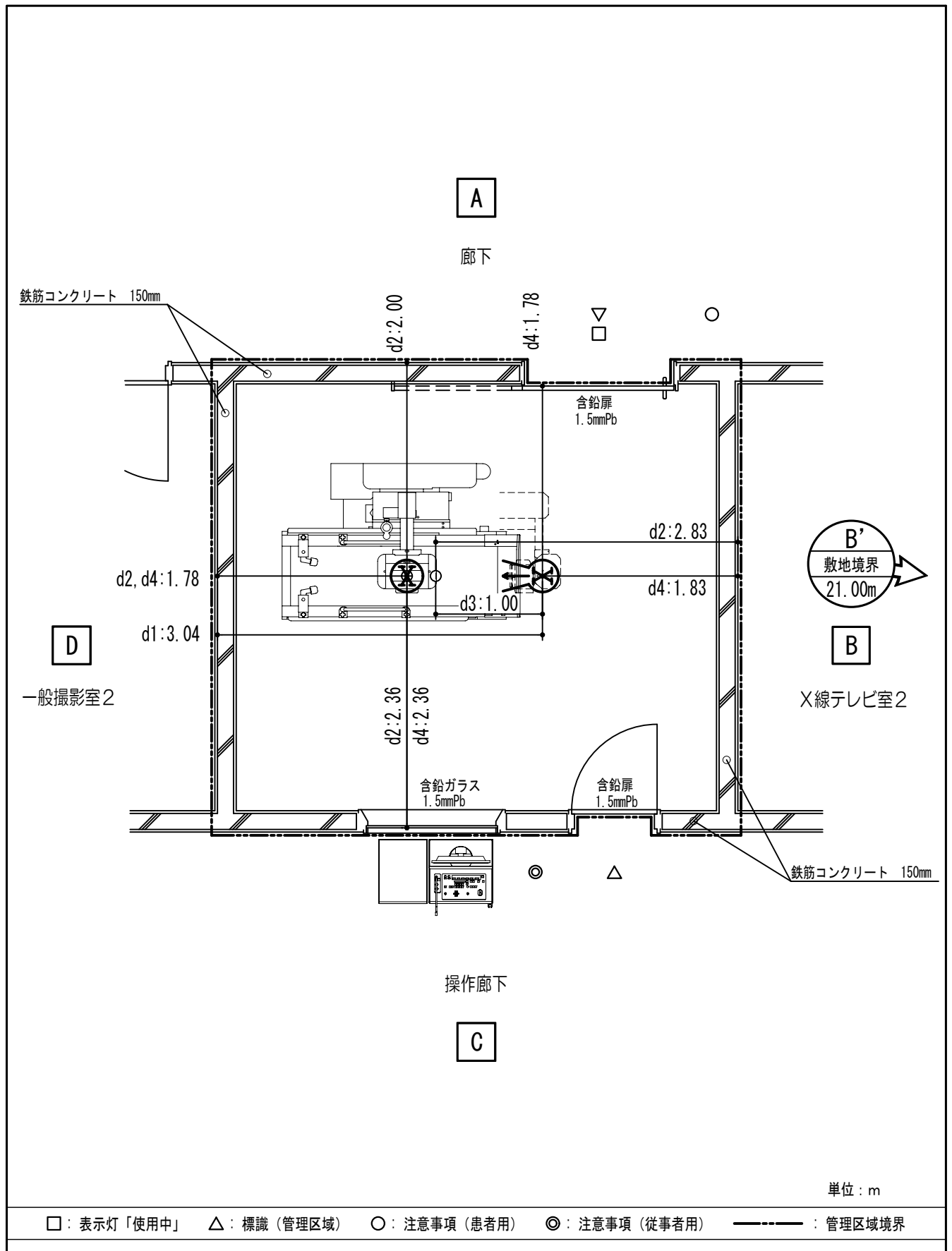


図3.2.1 X線テレビ室 透視・撮影 平面図

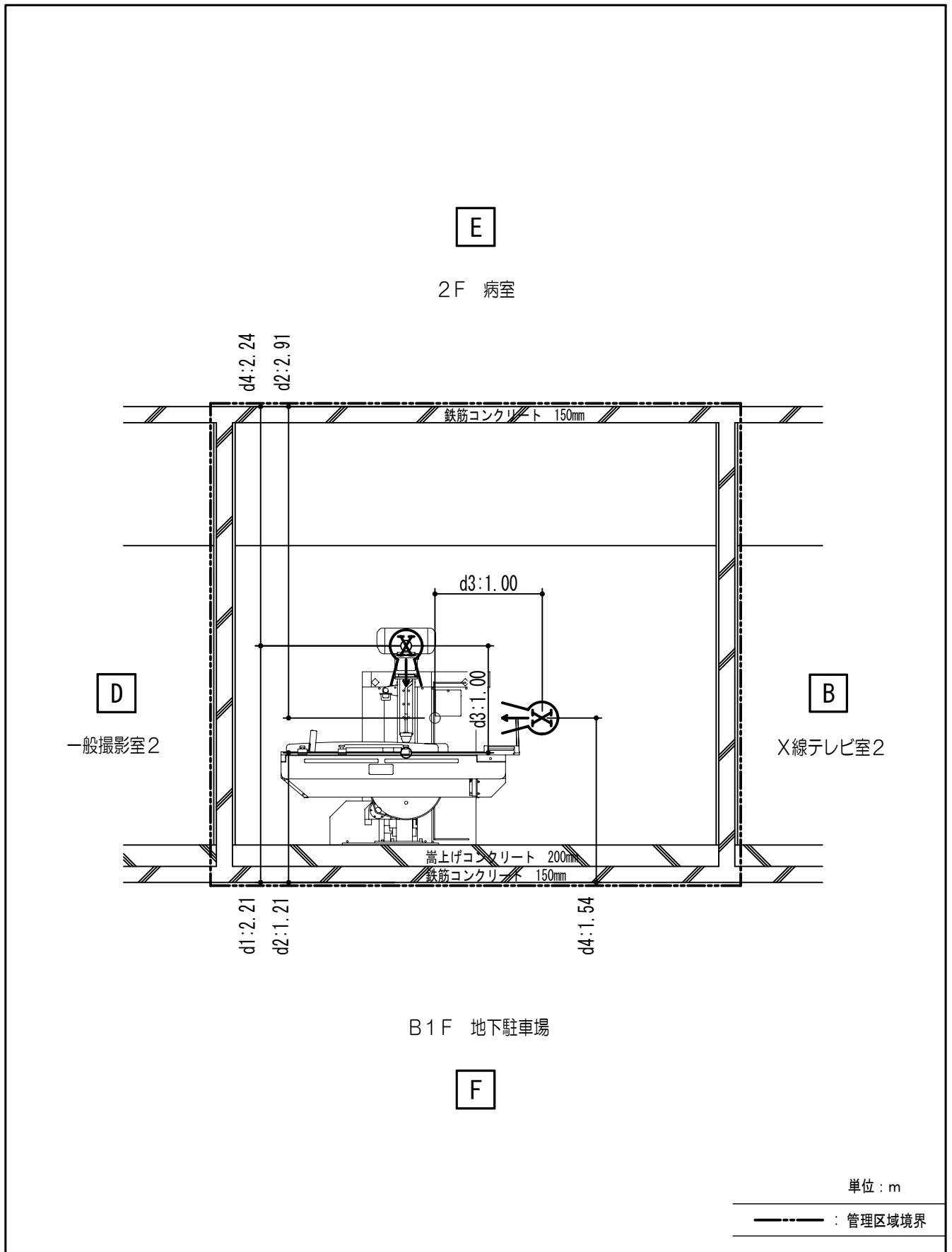


図3.2.2 X線テレビ室 透視・撮影 断面図

## 4.2.3.漏えい実効線量の算定

## (1)一次 X 線による漏えい実効線量の算定

一次 X 線による漏えい実効線量の算定は、D 及び F 方向について行う。例として、D 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

D 方向について、今回の X 線装置は対向遮へい物を有するため、一次 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算<sup>\*5</sup>を行う。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

・  $E_p$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)

・  $X$ :55.0( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )

医政発 0315 第 4 号 別表 3 より、使用管電圧 85kV<sup>\*6</sup>の  $X$  は 55.0( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )である。

・  $Dt$ :3.55E-05

医政発 0315 第 4 号 別表 4 より、鉛当量 2.2mm(対向遮へい)、使用管電圧 85kV の  $Dt$  は 3.55E-05 である。

・  $W$ :570,700(mAs/3 月間)

当該 X 線診療室での透視の計算条件は、週 5 日稼働、1 日 10 人、使用管電流 2.5mA、透視時間 5 分/人、撮影の計算条件は、週 5 日稼働、1 日 10 人、使用管電流 200mA、撮影時間 0.032 秒/回、撮影回数 20 回/人より、3 月間あたりの  $W$ (mAs/3 月間)は以下のように求める。

$$W=5(\text{日/週}) \times 10(\text{人/日}) \times \{2.5(\text{mA}) \times 5(\text{m}) \times 60(\text{s/m}) + 200(\text{mA}) \times 0.032(\text{s/回}) \times 20(\text{回/人})\} \times 13(\text{週/3 月間}) = 570,700(\text{mAs}/3 \text{ 月間})$$

・  $E/Ka=1.433$  (Sv/Gy)

医政発 0315 第 4 号 別表 12 より、今回の使用管電圧は 85kV であり、80kV を超えているため、換算係数の最大値 1.433 を用いる。

・  $U$ (使用係数):1、 $T$ (居住係数):1 ※4.1.3.1 参照

・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :2.31E-03

・  $t_{1/2}$ :15.3(mm)

医政発 0315 第 4 号 別表 11 ではコンクリート密度 2.35g/cm<sup>3</sup>の  $t_{1/2}$  のデータが与えられている。使用管電圧 85kV のコンクリート(密度 2.35g/cm<sup>3</sup>)の  $t_{1/2}$  は 15.3(mm)である。

・  $t$ :134.04(mm)

D 方向について、遮へい体はコンクリート 150mm(密度 2.10g/cm<sup>3</sup>)である。コンクリート 150mm(密度 2.10g/cm<sup>3</sup>)が密度 2.35g/cm<sup>3</sup>であった場合の等価厚を以下のように求める。

$$150(\text{mm}) \times 2.1(\text{g}/\text{cm}^3) / 2.35(\text{g}/\text{cm}^3) = 134.04(\text{mm})$$

よって、密度 2.10 g/cm<sup>3</sup>のコンクリート 150 mmは、密度 2.35g/cm<sup>3</sup>では 134.04mm と等価である。これらより、



$$\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{134.04/15.3} = 2.31E-03$$

・  $d_1$ : (D:3.04m)

以上より、D 方向画壁外側における一次 X 線による漏えい実効線量( $E_p$ )は、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{55.0 \times 3.55E-05 \times 570,700 \times 1.433 \times 1 \times 1}{3.04^2} \times 2.31E-03 \\ &= 0.40 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)} \end{aligned}$$

F 方向についても計算を行う。

※5 解説 2.3 参照。

※6 解説 2.4(1)参照。

## (2) 散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

散乱 X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、散乱 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

・  $E_s$ : 漏えい実効線量( $\mu\text{Sv/3 月間}$ )

・  $Dt$ :  $1.80E-04$

A 方向について、遮へい体はコンクリート 150mm(密度  $2.10 \text{ g/cm}^3$ )である。

管電圧 85kV、コンクリート 150mm(密度  $2.10 \text{ g/cm}^3$ )の  $Dt$  の算出例を以下に示す。

①(1)の  $t$  の算出より、密度  $2.10 \text{ g/cm}^3$  のコンクリート 150 mmは、密度  $2.35 \text{ g/cm}^3$  では 134.04mm と等価である。

②使用管電圧 85kV、コンクリート 134.04mm(密度  $2.35 \text{ g/cm}^3$ )に該当する  $Dt$  の値は医政発 0315 第 4 号 別表 5 にはないため、補間法により  $Dt$  を算出した。

医政発 0315 第 4 号 別表 5 より、

・ 85kV、コンクリート 130mm の  $Dt$ :  $2.11E-04$

・ 85kV、コンクリート 140mm の  $Dt$ :  $1.34E-04$

以上より、85kV、コンクリート 134.04mm の  $Dt$  は以下の式により求める。

$$\{(1.34E-04 - 2.11E-04)/(140-130)\} \times (134.04-130) + 2.11E-04 = 1.80E-04$$

よって、85kV、コンクリート 150mm (密度  $2.10 \text{ g/cm}^3$ )の  $Dt$  は  $1.80E-04$  である。

・ W、E/Ka、U、T については(1)と同様。

・  $d_2$ : (A:2.00m)

・  $d_3$ : (A:1.00m)

・  $a$ : 0.0018

医政発 0315 第 4 号 別表 10 より、使用管電圧 85kV の  $a$  は 0.18 である。本表の値は百分率として与えられているので、計算には 1/100 を乗じて用いる。

・  $F$ : 1,130( $\text{cm}^2$ )

X 線装置の受像面における照射野面積 1,130  $\text{cm}^2$  を用いる。

以上より、A 方向画壁外側における散乱 X 線による漏えい実効線量( $E_s$ )は、以下の通りとなる。

$$E_s = \frac{X \times D_t \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{55.0 \times 1.80 \text{E}-04 \times 570,700 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1,130}{400}$$

$$= 10.29 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

### (3) X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定

X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。

例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量は下記の式により求める。

ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \quad (\text{半価層を用いる式})$$

・  $E_L$ : 漏えい実効線量

・  $X_L$ : 1,000( $\mu\text{Gy/h}$ )

4.1.3.1(3)と同様。

・  $t_w$ : 0.04(h/3 月間)

$W$ : 570,700(透視:487,500、撮影:83,200)( $\text{mAs/3 月間}$ )、使用管電流:透視 2.5( $\text{mA}$ )、撮影 200( $\text{mA}$ )である。

$t_w$ (h/3 月間) =  $W$ (透視)( $\text{mAs/3 月間}$ )/使用管電流(透視) ( $\text{mA}$ )/3,600( $\text{s/h}$ ) +  $W$ (撮影)( $\text{mAs/3 月間}$ )/使用管電流(撮影) ( $\text{mA}$ )/3,600( $\text{s/h}$ )であるから、

$$t_w = \frac{487,500}{2.5 \times 3,600} + \frac{83,200}{200 \times 3,600} = 54.28 \text{ (h/3 月間)}$$

・  $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$  については(1)と同様。

・  $d_4$ : (A:1.78m)

・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ : 5.10E-03

・  $t_{1/2}$ : 0.197(mm)

医政発 0315 第 4 号 別表 11 より、使用管電圧 85kV の鉛の  $t_{1/2}$  は 0.197(mm)である。

・ t:1.5(mm)

A 方向について、遮へい体は鉛 1.5mm である。

よって、

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{1.5/0.197} = 5.10E-03$$

以上より、X 線管容器からの漏えい X 線による A 方向画壁外側における漏えい実効線量( $E_L$ )は、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} E_L &= \frac{X_L \times t_W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{1,000 \times 54.28 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.78^2} \times 5.10E-03 \\ &= 125.20 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)} \end{aligned}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

#### 4.2.4. 計算方向における漏えい実効線量の合算

上記 4.2.3 の一次 X 線、散乱 X 線及び X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量を合算し、計算方向ごとの漏えい実効線量を得る。A 方向の漏えい実効線量の合算を表 2.2.1 に示す。他すべての計算方向についても同様の方法で漏えい実効線量の合算を行う。

表 2.2.1 A 方向における各漏えい実効線量値と合算値

単位:  $\mu\text{Sv/3 月間}$

	透視・撮影	合算
一次 X 線	なし	135.49
散乱 X 線	10.29	
X 線管容器からの漏えい X 線	125.20	

#### 4.2.5. 遮へい計算結果表

本計算による X 線テレビ室の遮へい計算結果を表 2.2.2～2.2.4 に示す。

#### 4.2.6. 遮へい計算書

本計算による X 線テレビ室の遮へい計算書例を、(参考)遮へい計算書例②に示す。

X線診療室遮へい計算表(1)

施設名		A病院	
X線診療室名		X線テレビ室	
装置名		ABB-01H	
撮影方法		透視・撮影	
透視条件		稼働日数 (日/週)	5
		透視人数 (人/日)	10
		管電圧 (kV)	83
		管電流 (mA)	2.5
		透視時間 (分/1人)	5
		1週間の延透視時間 (s/週)	15,000
撮影条件		稼働日数 (日/週)	5
		撮影人数 (人/日)	10
		管電圧 (kV)	85
		管電流 (mA)	200
		撮影時間 (秒/1回)	0.032
		撮影回数 (回/人)	20
		1週間の延撮影時間 (s/週)	32
その他の条件		X : 空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$ )	55.0
		W : 3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$ )	570,700
		(E/Ka) : 換算係数 (Sv/Gy)	1.433
		U : 使用係数	1
		T : 居住係数	1
		a : 空気カーマの百分率	0.0018
		F : 照射野の大きさ ( $\text{cm}^2$ )	1,130
		X <sub>L</sub> : 管容器からの空気カーマ率 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1,000
		t <sub>w</sub> : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	54.28

集計2-1

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		X線テレビ室										漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)				
装置名		ABB-01H														
撮影方法		透視・撮影														
評価方向	X線種別	対向遮へい物					遮へい壁等									
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )		半価層による透過率		半価層による透過率		計算方向までの距離				
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)		
A	一次線															
	散乱線					150	1.80E-04					2.00	1.00			10.29
	管容器			1.5	5.10E-03									1.78		125.20
B	一次線															
	散乱線					150	1.80E-04					2.83	1.00			5.14
	管容器					150				2.31E-03				1.83		53.65
C	一次線															
	散乱線			1.5	4.20E-04							2.36	1.00			17.25
	管容器			1.5						5.10E-03				2.36		71.22
D	一次線	2.2	3.55E-05			150					3.04					0.40
	散乱線					150	1.80E-04					1.78	1.00			12.99
	管容器					150				2.31E-03				1.78		56.71
E 病室	一次線															
	散乱線					150	1.80E-04					2.91	1.00			4.86
	管容器					150				2.31E-03				2.24		35.81
F	一次線	2.2	3.55E-05			350					2.21					0.0002
	散乱線					350	8.43E-08					1.21	1.00			0.01
	管容器					350				7.02E-07				1.54		0.02
居住区域 境界	一次線															
	散乱線															
	管容器															
敷地境界 B'	一次線															
	散乱線					150	1.80E-04					21.00	1.00			0.09
	管容器					150				2.31E-03				21.00		0.41

居住区域は無いので、計算を省略する。

X線診療室遮へい計算表(3) 集計結果

X線診療室名		X線テレビ室		
装置名	ABB-01H	透視・撮影	漏えい線量計	実効線量限度
撮影方法				
評価方向	X線種別	漏えい線量 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	漏えい線量 合計 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )
A	一次線			
	散乱線	10.29	135.49	1300
	管容器	125.20		
B	一次線			
	散乱線	5.14	58.79	1300
	管容器	53.65		
C	一次線			
	散乱線	17.25	88.47	1300
	管容器	71.22		
D	一次線	0.40		
	散乱線	12.99	70.10	1300
	管容器	56.71		
E 病室	一次線			
	散乱線	4.86	40.67	1300
	管容器	35.81		
F	一次線	0.0002		
	散乱線	0.01	0.03	1300
	管容器	0.02		
居住区域境界	一次線			
	散乱線	居住区域は無いので、計算を省略する。		
	管容器			
敷地境界 B'	一次線			
	散乱線	0.09	0.50	250
	管容器	0.41		

#### 4.3.X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室の遮へい計算例②

4.2のX線テレビ室の遮へい計算について、遮へい計算条件として立位及び臥位、それぞれの透視時間及び撮影回数が与えられた場合<sup>※7</sup>の例を示す。

なお、遮へい計算式中の各係数の算出については4.2を、 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ 及びFの設定方法については5.2を参照のこと。

※7 解説 2.4(2)参照。

##### 4.3.1.遮へい計算条件の設定

本遮へい計算例では、以下の遮へい計算条件を設定した。

<b>【立位 透視】</b>	<b>【立位 撮影】</b>
稼働日数: 5日/週	稼働日数: 5日/週
透視人数: 10人/日	撮影人数: 10人/日
管電圧: 83kV	管電圧: 85kV
管電流: 2.5mA	管電流: 200mA
透視時間: 3分/人	撮影時間: 0.032秒/回
	撮影回数: 12回/人
<b>【臥位 透視】</b>	<b>【臥位 撮影】</b>
稼働日数: 5日/週	稼働日数: 5日/週
透視人数: 10人/日	撮影人数: 10人/日
管電圧: 83kV	管電圧: 85kV
管電流: 2.5mA	管電流: 200mA
透視時間: 2分/人	撮影時間: 0.032秒/回
	撮影回数: 8回/人

- ・対向遮へい:鉛当量 2.2mm
- ・受像面における照射野面積: 1,130 cm<sup>2</sup>

##### 4.3.2.遮へい計算式中の距離( $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ )の設定

立位及び臥位時の各X線管焦点位置、又はX線装置の天板面の利用線錐中心の位置を考慮し、各距離を求める。

図 3.3.1、3.3.2 に立位 透視・撮影、図 3.3.3、3.3.4 に臥位 透視・撮影の遮へい計算平面図及び断面図を示す。

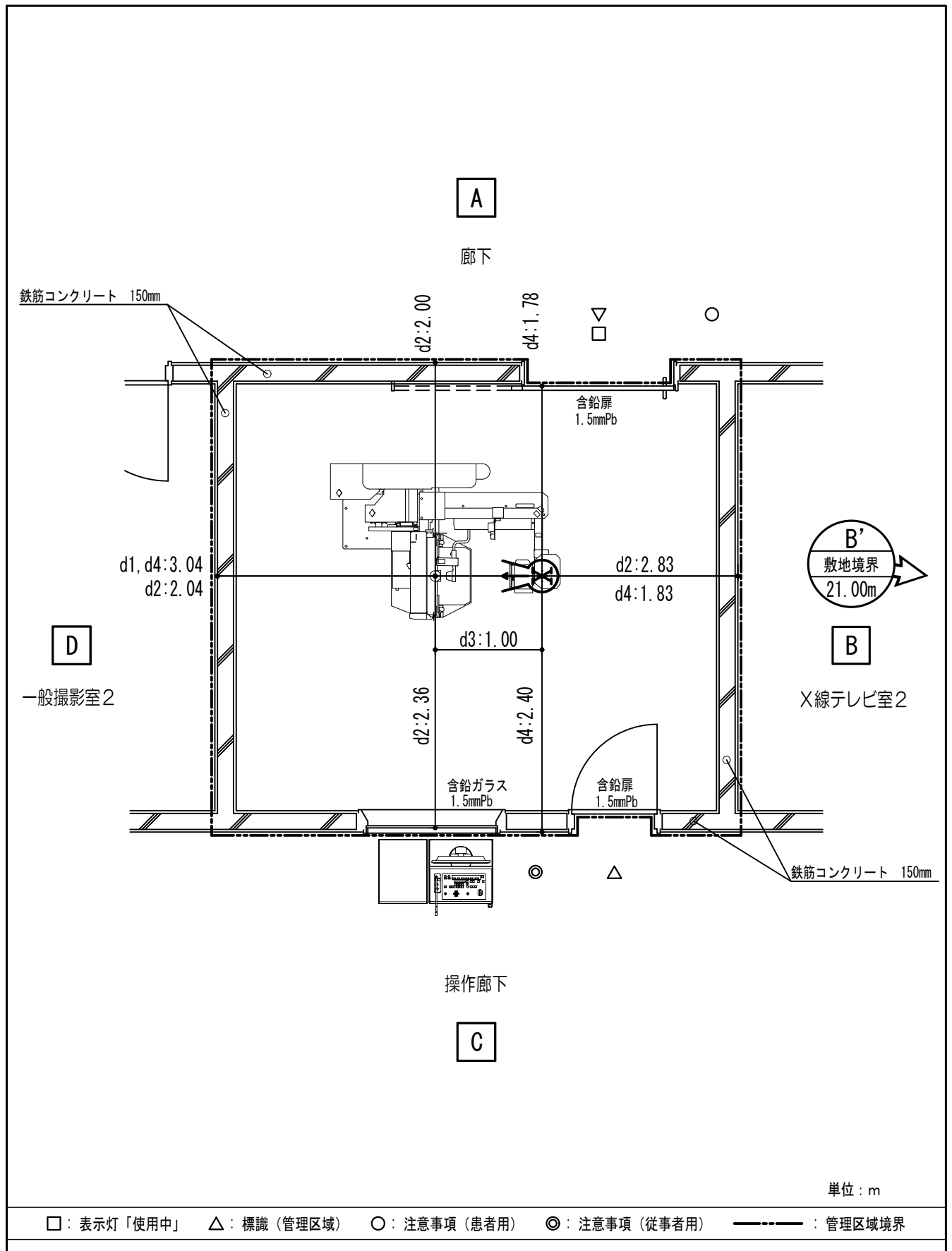


図3.3.1 X線テレビ室 立位 透視・撮影 平面図





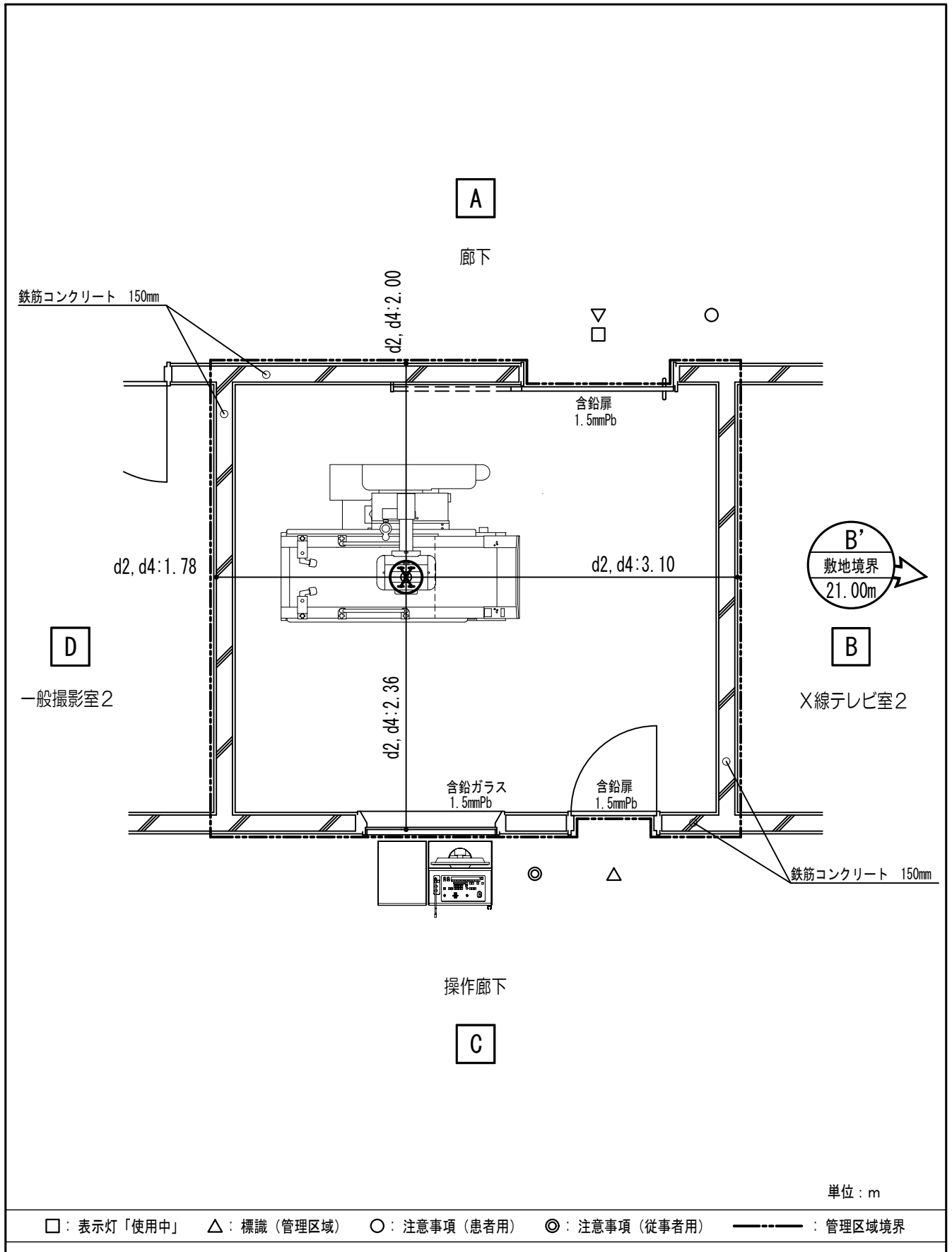


図3.3.3 X線テレビ室 臥位 透視・撮影 平面図

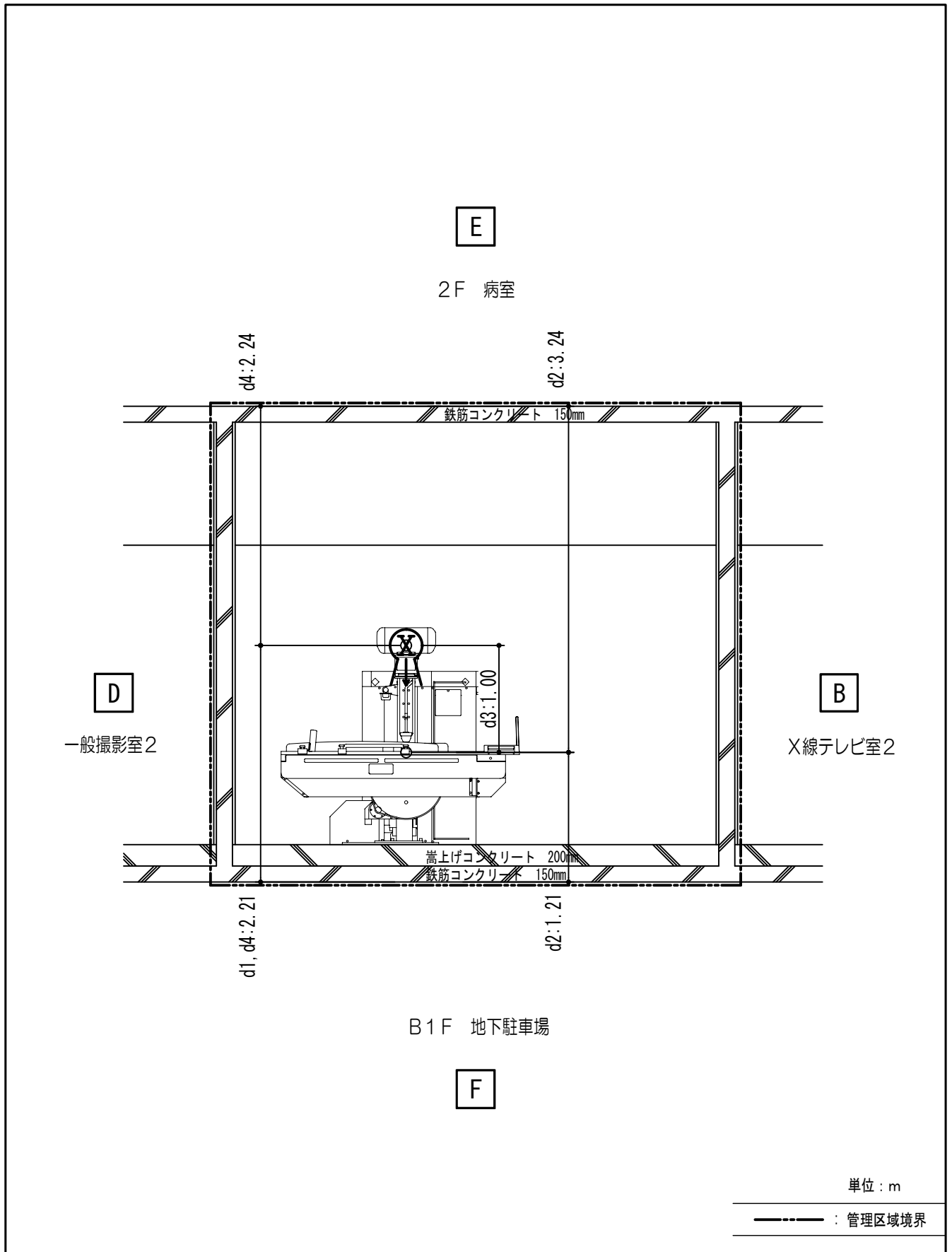


図3.3.4 X線テレビ室 臥位 透視・撮影 断面図

## (1)立位 透視・撮影

d<sub>1</sub>:(D:3.04m)d<sub>2</sub>:(A:2.00m) (B:2.83m) (C:2.36m) (D:2.04m) (E(病室):2.91m) (F:1.54m)

(敷地境界 B':21.00m)

d<sub>3</sub>:(A:1.00m) (B:1.00m) (C:1.00m) (D:1.00m) (E(病室):1.00m) (F:1.00m)

(敷地境界 B':1.00m)

d<sub>4</sub>:(A:1.78m) (B:1.83m) (C:2.40m) (D:3.04m) (E(病室):2.91m) (F:1.54m)

(敷地境界 B':21.00m)

## (2)臥位 透視・撮影

d<sub>1</sub>:(F:2.21m)d<sub>2</sub>:(A:2.00m) (B:3.10m) (C:2.36m) (D:1.78m) (E(病室):3.24m) (F:1.21m)

(敷地境界 B':21.00m)

d<sub>3</sub>:(A:1.00m) (B:1.00m) (C:1.00m) (D:1.00m) (E(病室):1.00m) (F:1.00m)

(敷地境界 B':1.00m)

d<sub>4</sub>:(A:2.00m) (B:3.10m) (C:2.36m) (D:1.78m) (E(病室):2.24m) (F:2.21m)

(敷地境界 B':21.00m)

## 4.3.3.漏えい実効線量の算定

## 4.3.3.1.立位 透視・撮影による漏えい実効線量の算定

## (1)一次 X 線による漏えい実効線量の算定

一次 X 線による漏えい実効線量の算定は、D 方向について行う。D 方向について、今回の X 線装置は対向遮へい物を有するため、一次 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算<sup>※5</sup>を行う。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- ・ E<sub>p</sub>:漏えい実効線量(μSv/3 月間)
- ・ X:55.0(μGy/mAs)
- ・ Dt:3.55E-05(対向遮へい:鉛当量 2.2mm)
- ・ W:342,420(mAs/3 月間)
- ・ E/Ka=1.433 (Sv/Gy)
- ・ U(使用係数):1、T(居住係数):1 ※4.1.3.1.参照
- ・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :2.31E-03
- ・ d<sub>1</sub>:(D:3.04m)

よって、

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{55.0 \times 3.55E-05 \times 342,420 \times 1.433 \times 1 \times 1}{3.04^2} \times 2.31E-03$$

$$= 0.24 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

※5 解説 2.3 参照。

### (2) 散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

散乱 X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、散乱 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

- ・ Es: 漏えい実効線量(μSv/3 月間)
- ・ Dt: 1.80E-04
- ・ W、E/Ka、U、T については(1)と同様。
- ・ d<sub>2</sub>: (A: 2.00m)
- ・ d<sub>3</sub>: (A: 1.00m)
- ・ a: 0.0018
- ・ F: 1,130(cm<sup>3</sup>)

よって、

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{55.0 \times 1.80E-04 \times 342,420 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1,130}{400}$$

$$= 6.18 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

### (3) X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定

X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。

例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- ・ E<sub>L</sub>: 漏えい実効線量
- ・ X<sub>L</sub>: 1,000(μGy/h)

- $t_w$ :32.57(h/3 月間)
- E/Ka、U、T については(1)と同様。
- $d_4$ :(A:1.78m)
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :5.10E-03

よって、

$$\begin{aligned}
 E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\
 &= \frac{1,000 \times 32.57 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.78^2} \times 5.10E - 03 \\
 &= 75.13 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}
 \end{aligned}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

## 4.3.3.2. 臥位 透視・撮影による漏えい実効線量の算定

## (1) 一次 X 線による漏えい実効線量の算定

一次 X 線による漏えい実効線量の算定は、F 方向について行う。F 方向について、今回の X 線透視撮影装置は対向遮へい物を有するため、一次 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算<sup>※5</sup>を行う。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- ・ Ep:漏えい実効線量(μSv/3 月間)
- ・ X:55.0(μGy/mAs)
- ・ Dt:3.55E-05(対向遮へい:鉛当量 2.2mm)
- ・ W:228,280(mAs/3 月間)
- ・ E/Ka=1.433 (Sv/Gy)
- ・ U(使用係数):1 、 T(居住係数):1 ※4.1.3.1.参照
- ・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :7.02E-07
- ・ d<sub>1</sub>:(F:2.21m)

よって、

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{55.0 \times 3.55E-05 \times 228,280 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.21^2} \times 7.02E-07 \\ &= 0.00009 \text{ (μSv/3 月間)} \end{aligned}$$

※5 解説 2.3 参照。

## (2) 散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

散乱 X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、散乱 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

- ・ Es:漏えい実効線量(μSv/3 月間)
- ・ Dt:1.80E-04
- ・ W、E/Ka、U、T については(1)と同様。
- ・ a、F については 4.3.3.1(2)と同様。
- ・ d<sub>2</sub>:(A:2.00m)
- ・ d<sub>3</sub>:(A:1.00m)

よって、

$$\begin{aligned}
 E_s &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \\
 &= \frac{55.0 \times 1.80 \times 10^{-4} \times 228,280 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1,130}{400} \\
 &= 4.12 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}
 \end{aligned}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

### (3) X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定

X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。

例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- ・  $E_L$ : 漏えい実効線量
- ・  $X_L$ : 1,000 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
- ・  $t_w$ : 21.71 (h/3 月間)
- ・  $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$  については(1)と同様。
- ・  $d_4$ : (A: 2.00m)
- ・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ : 2.31E-03

よって、

$$\begin{aligned}
 E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\
 &= \frac{1,000 \times 21.71 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2} \times 2.31 \text{E} - 03 \\
 &= 17.97 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}
 \end{aligned}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。



## 4.3.4.計算方向における漏えい実効線量の合算

上記 4.3.3 の一次 X 線、散乱 X 線及び X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の計算結果を基に、立位 透視・撮影及び臥位 透視・撮影による漏えい実効線量を合算し、計算方向ごとの漏えい実効線量を得る。A 方向の漏えい実効線量の合算を表 2.3.1 に示す。他すべての計算方向についても同様の方法で漏えい実効線量の合算を行う。

表 2.3.1 A 方向における各漏えい実効線量値と合算値

単位:µSv/3 月間

	立位 透視・撮影	臥位 透視・撮影	合算
一次 X 線	なし	なし	103.40
散乱 X 線	6.18	4.12	
X 線管容器からの漏えい X 線	75.13	17.97	

## 4.3.5.遮へい計算結果表

本計算による X 線テレビ室の遮へい計算結果を表 2.3.2～2.3.5 に示す。

## 4.3.6.遮へい計算書

本計算による X 線テレビ室の遮へい計算書例を、(参考)遮へい計算書例③に示す。

X線診療室遮へい計算表(1)

施設名		A病院	
X線診療室名		X線テレビ室	
装置名		ABB-01H	ABB-01H
撮影方法		立位 透視・撮影	臥位 透視・撮影
透視条件	稼働日数 (日/週)	5	5
	透視人数 (人/日)	10	10
	管電圧 (kV)	83	83
	管電流 (mA)	2.5	2.5
	透視時間 (分/1人)	3	2
1週間の延透視時間 (s/週)		9,000	6,000
撮影条件	稼働日数 (日/週)	5	5
	撮影人数 (人/日)	10	10
	管電圧 (kV)	85	85
	管電流 (mA)	200	200
	撮影時間 (秒/1回)	0.032	0.032
	撮影回数 (回/人)	12	8
	1週間の延撮影時間 (s/週)	19.2	12.8
	X: 空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$ )	55.0	55.0
	W: 3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$ )	342,420	228,280
	(E/Ka): 換算係数 (Sv/Gy)	1.433	1.433
U: 使用係数	1	1	
T: 居住係数	1	1	
a: 空気カーマの百分率	0.0018	0.0018	
F: 照射野の大きさ (cm <sup>2</sup> )	1,130	1,130	
X <sub>L</sub> : 管容器からの空気カーマ率 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1,000	1,000	
t <sub>w</sub> : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	32.57	21.71	
その他の条件			

集計2-1

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		X線テレビ室										漏えい線量				
装置名		ABB-01H														
撮影方法		立位 透視・撮影														
評価方向	X線種別	対向遮へい物		遮へい壁等				計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)				
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> ) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> ) (mm)	透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> ) (mm)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)		d 3 (m)	d 4 (m)		
A	一次線															
	散乱線															
	管容器			1.5	5.10E-03						2.00	1.00			1.78	6.18 75.13
B	一次線															
	散乱線															
	管容器			1.5	5.10E-03						2.83	1.00			1.83	3.08 32.19
C	一次線															
	散乱線			1.5	4.20E-04						2.36	1.00				10.35
	管容器													2.40		18.72
D	一次線	2.2	3.55E-05													0.24
	散乱線															5.94
	管容器										2.04	1.00			3.04	11.67
E 病室	一次線															
	散乱線															
	管容器										2.91	1.00			2.91	2.92 12.73
F	一次線															
	散乱線															
	管容器			350	8.43E-08						1.54	1.00			1.54	0.005 0.01
居住区域 境界	一次線															
	散乱線															
	管容器															
敷地境界 B'	一次線															
	散乱線			150	1.80E-04						21.00	1.00			21.00	0.06
	管容器			150	1.80E-04										21.00	0.24

居住区域は無いので、計算を省略する。

集計2-2

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		X線テレビ室										漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)					
装置名		ABB-01H															
撮影方法		臥位 透視・撮影															
評価方向	X線種別	対向遮へい物			遮へい壁等			計算方向までの距離									
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> ) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> ) 透過率	半価層による 透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> ) 透過率	半価層による 透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)					
A	一次線																
	散乱線								2.00	1.00							4.12
	管容器													2.00			17.97
B	一次線																
	散乱線								3.10	1.00							1.71
	管容器													3.10			7.48
C	一次線																
	散乱線			1.5	4.20E-04				2.36	1.00							6.90
	管容器			1.5	5.10E-03									2.36			28.49
D	一次線																
	散乱線								1.78	1.00							5.20
	管容器													1.78			22.68
E 病室	一次線																
	散乱線								3.24	1.00							1.57
	管容器													2.24			14.32
F 居室	一次線	2.2	3.55E-05														0.00009
	散乱線								1.21	1.00							0.005
	管容器													2.21			0.004
居住区域 境界	一次線																
	散乱線																
	管容器																
敷地境界 B'	一次線																
	散乱線								21.00	1.00							0.04
	管容器													21.00			0.16

X線診療室塵へい計算表 (3) 集計結果

X線診療室名		X線テレビ室				漏えい線量 合計 ( $\mu$ Sv/3月間)	実効線量限度 ( $\mu$ Sv/3月間)
装 置 名	方 法	立位 透視・撮影	臥位 透視・撮影	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)		
A	X線種別						
	一次線						
	散乱線 管容器	6.18 75.13			4.12 17.97	103.40	1300
B	一次線						
	散乱線 管容器	3.08 32.19			1.71 7.48	44.46	1300
	一次線						
C	散乱線 管容器	10.35 18.72			6.90 28.49	64.46	1300
	一次線	0.24					
	散乱線 管容器	5.94 11.67			5.20 22.68	45.73	1300
E 病 室	一次線						
	散乱線 管容器	2.92 12.73			1.57 14.32	31.54	1300
	一次線				0.00009		
F	散乱線 管容器	0.005 0.01			0.005 0.004	0.02	1300
	一次線						
	散乱線 管容器	居住区域は無いので、計算を省略する。					
敷地境界 B'	一次線						
	散乱線 管容器	0.06 0.24			0.04 0.16	0.50	250
	一次線						

#### 4.4.複数の X 線装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算例

複数の X 線装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算では、X 線診療室内の各装置についての漏えい実効線量を算定し、それらを合算して評価する。室内に歯科用 CT・パノラマ・セファロ撮影装置及びデンタル撮影装置が据え置かれた X 線診療室(歯科 X 線診療室)の遮へい計算例を以下に示す。本計算例の施設内には病室及び居住区域がないものとする。

なお、遮へい計算式中の各係数の算出方法については前述の遮へい計算例を、 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$  及び  $F$  の設定方法については 5.7 を参照のこと。

##### 4.4.1.遮へい計算条件の設定

本遮へい計算例では、以下の遮へい計算条件を設定した。

<b>【歯科 CT 撮影】</b>	<b>【パノラマ撮影】</b>
稼働日数: 5.5 日/週	稼働日数: 5.5 日/週
撮影人数: 2 人/日	撮影人数: 5 人/日
管電圧: 85 kV	管電圧: 67 kV
管電流: 6 mA	管電流: 6 mA
撮影時間: 10 秒/回	撮影時間: 12 秒/回
撮影回数: 1 回/人	撮影回数: 1 回/人
<b>【セファロ撮影】</b>	<b>【デンタル撮影】</b>
稼働日数: 3 日/週	稼働日数: 5.5 日/週
撮影人数: 1 人/日	撮影人数: 3 人/日
管電圧: 90 kV	管電圧: 60 kV
管電流: 7 mA	管電流: 10 mA
撮影時間: 5 秒/回	撮影時間: 0.2 秒/回
撮影回数: 1 回/人	撮影回数: 1 回/人

- ・対向遮へい:鉛当量 1.5mm(歯科 CT・パノラマ)
- ・受像面における照射野面積 (デンタルは照射筒の開口面積)

歯科 CT : 148.0 cm<sup>2</sup> / パノラマ : 8.80 cm<sup>2</sup> / セファロ : 13.20 cm<sup>2</sup> / デンタル : 28.26 cm<sup>2</sup>

##### 4.4.2.遮へい計算式中の距離( $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$ )の設定

図 3.4.1 に歯科 CT 撮影、図 3.4.2 にパノラマ撮影、図 3.4.3 にセファロ撮影、図 3.4.4 にデンタル撮影の遮へい計算図面を示す。

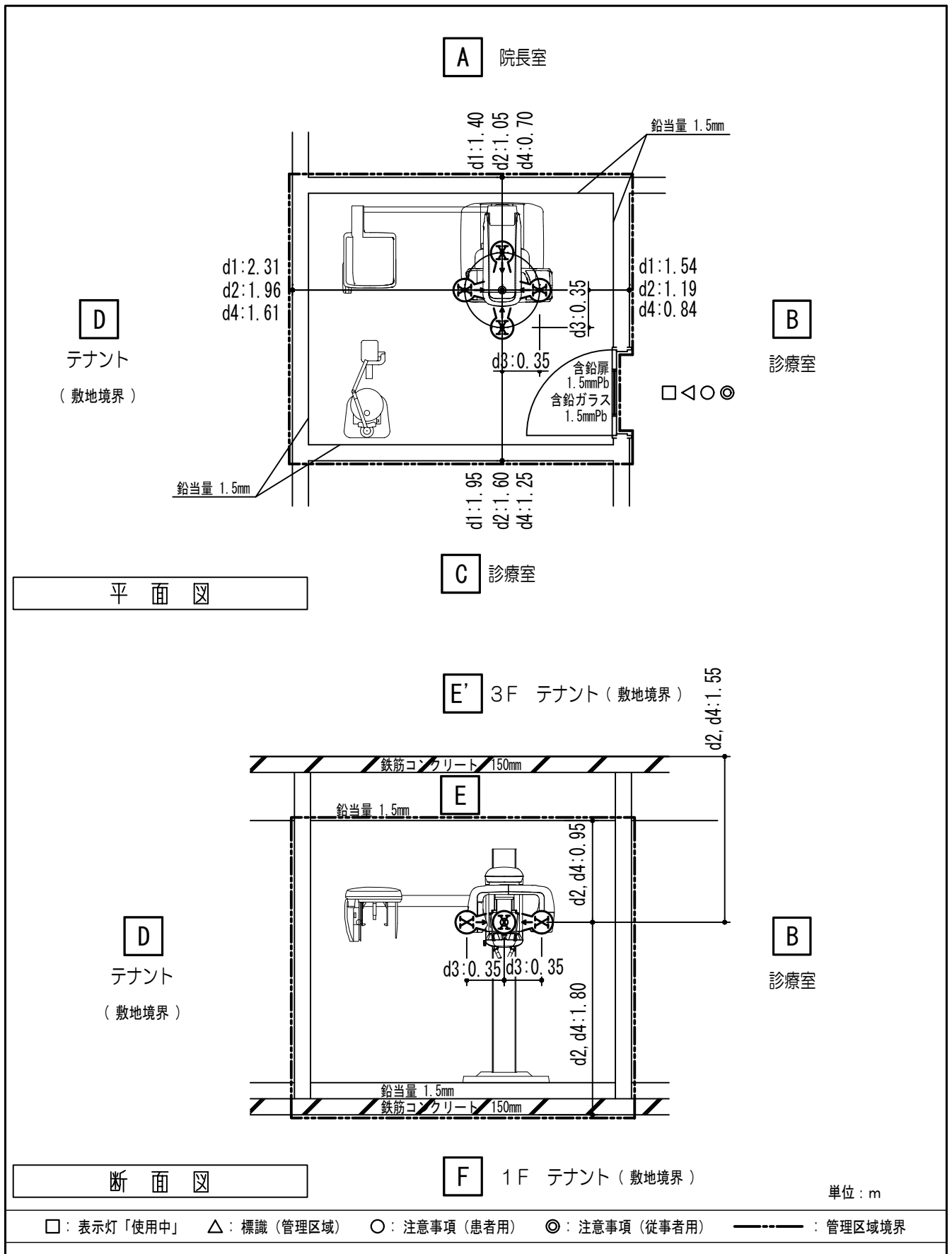


図3.4.1 歯科X線診療室 歯科CT撮影

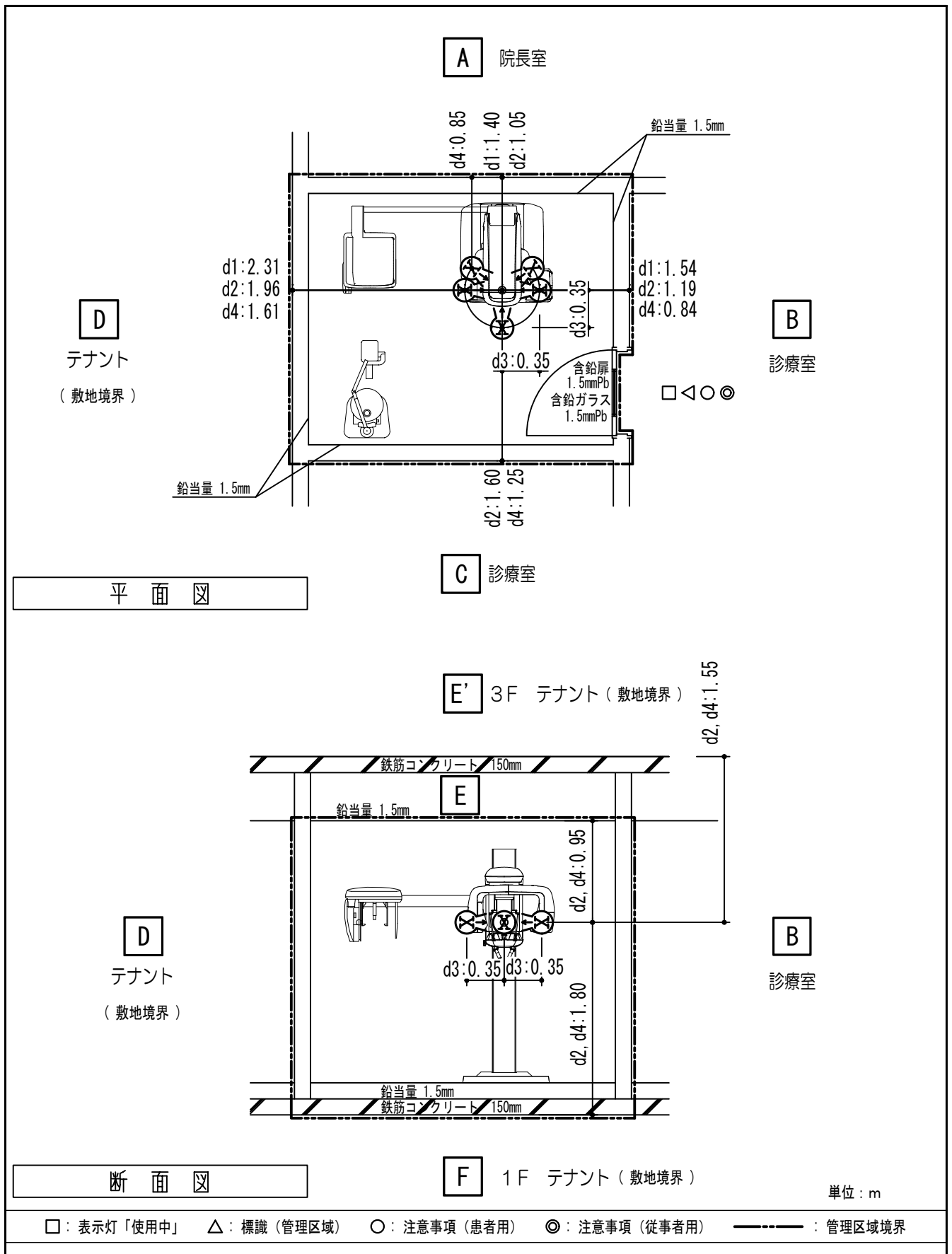


図3.4.2 歯科X線診療室 パノラマ撮影



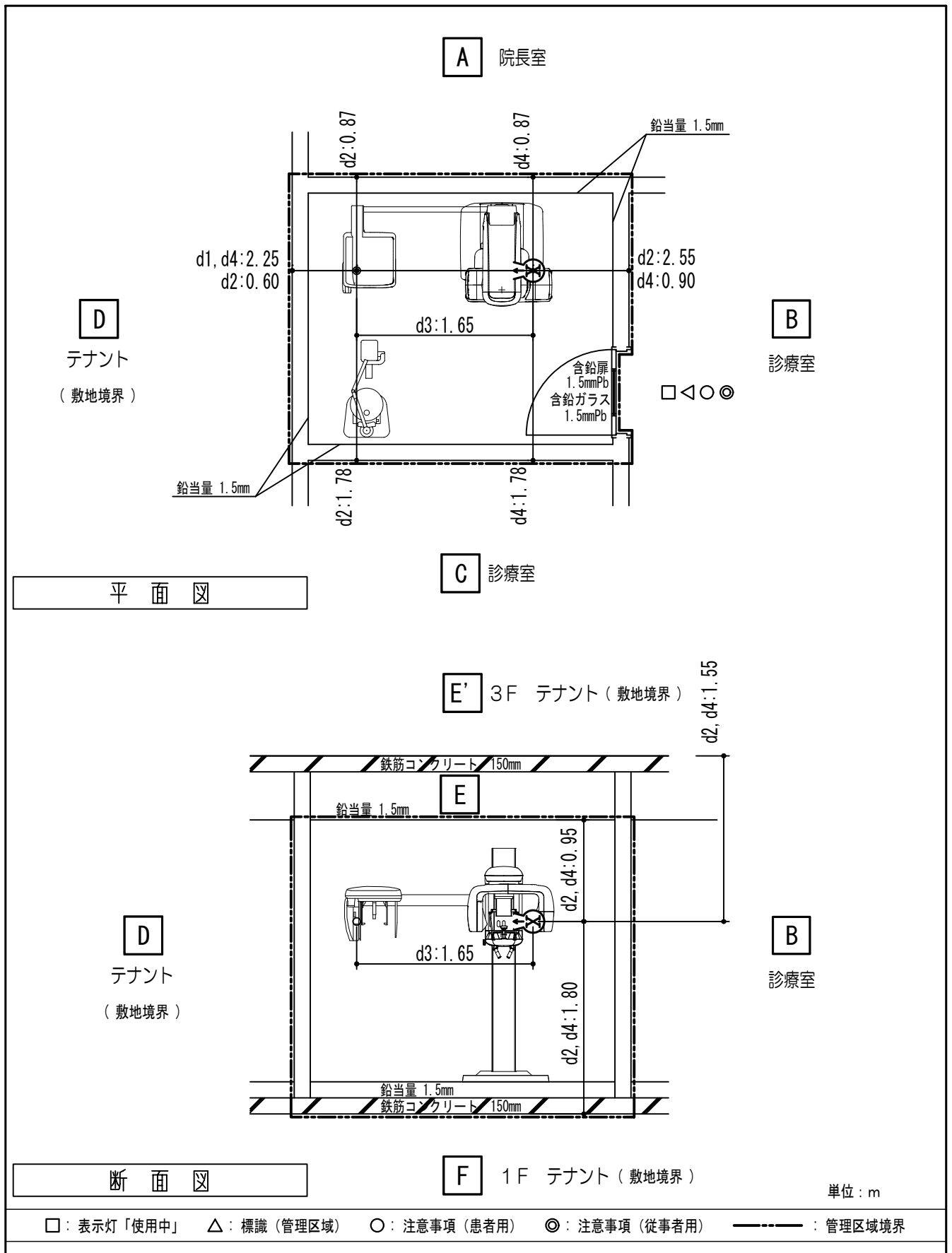


図3.4.3 歯科X線診療室 セファロ撮影

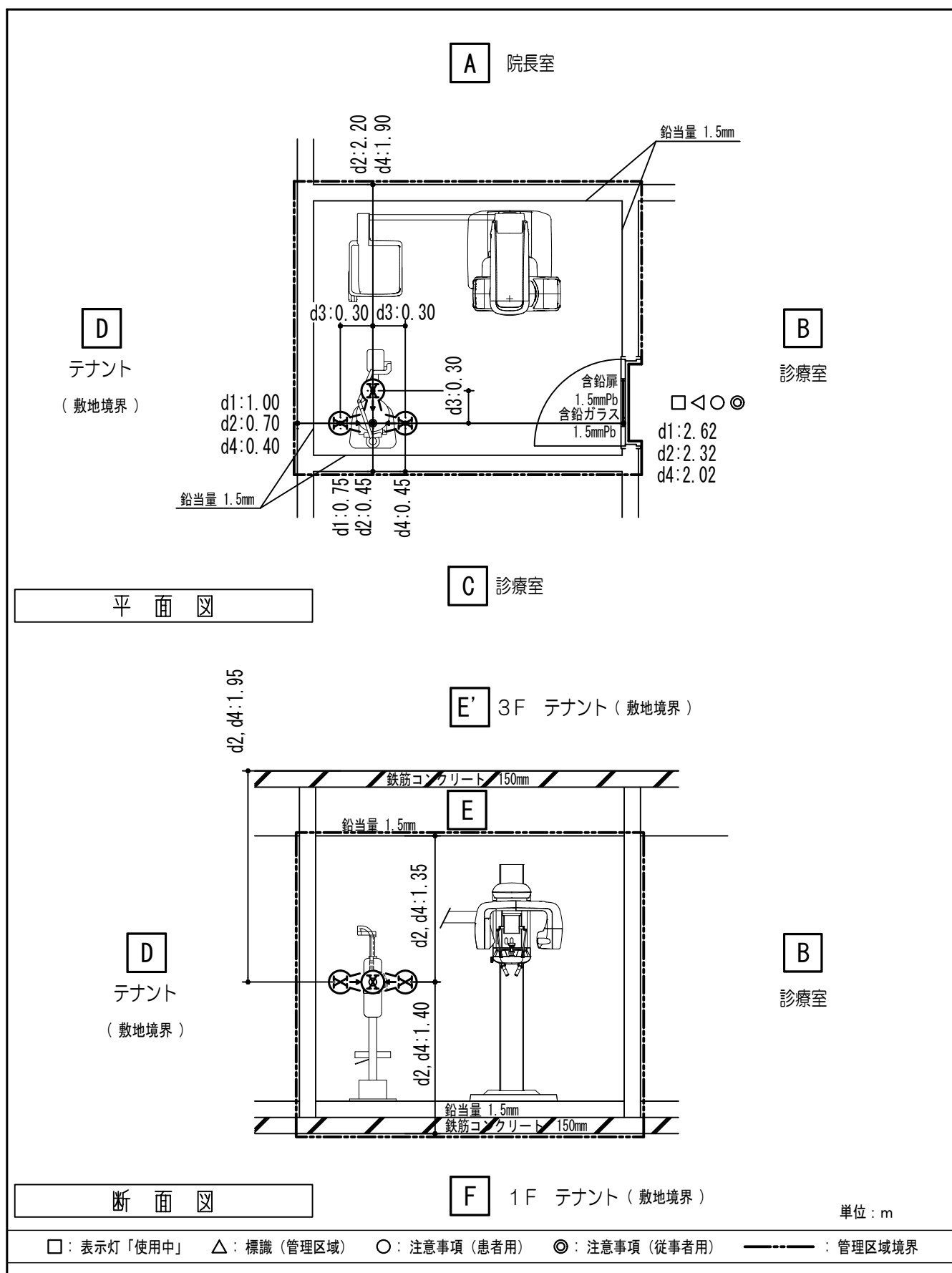


図3.4.4 歯科X線診療室 デンタル撮影

## (1) 歯科 CT 撮影

d<sub>1</sub>:(A:1.40m) (B:1.54m) (C:1.95m) (D(敷地境界):2.31m)d<sub>2</sub>:(A:1.05m) (B:1.19m) (C:1.60m) (D(敷地境界):1.96m) (E:0.95m) (F(敷地境界):1.80m)  
(敷地境界 E':1.55m)d<sub>3</sub>:(A:0.35m) (B:0.35m) (C:0.35m) (D(敷地境界):0.35m) (E:0.35m) (F(敷地境界):0.35m)  
(敷地境界 E':0.35m)d<sub>4</sub>:(A:0.70m) (B:0.84m) (C:1.25m) (D(敷地境界):1.61m) (E:0.95m) (F(敷地境界):1.80m)  
(敷地境界 E':1.55m)

## (2) パノラマ撮影

d<sub>1</sub>:(A:1.40m) (B:1.54m) (D(敷地境界):2.31m)d<sub>2</sub>:(A:1.05m) (B:1.19m) (C:1.60m) (D(敷地境界):1.96m) (E:0.95m) (F(敷地境界):1.80m)  
(敷地境界 E':1.55m)d<sub>3</sub>:(A:0.35m) (B:0.35m) (C:0.35m) (D(敷地境界):0.35m) (E:0.35m) (F(敷地境界):0.35m)  
(敷地境界 E':0.35m)d<sub>4</sub>:(A:0.85m) (B:0.84m) (C:1.25m) (D(敷地境界):1.61m) (E:0.95m) (F(敷地境界):1.80m)  
(敷地境界 E':1.55m)

## (3) セファロ撮影

d<sub>1</sub>:(D(敷地境界):2.25m)d<sub>2</sub>:(A:0.87m) (B:2.55m) (C:1.78m) (D(敷地境界):0.60m) (E:0.95m) (F(敷地境界):1.80m)  
(敷地境界 E':1.55m)d<sub>3</sub>:(A:1.65m) (B:1.65m) (C:1.65m) (D(敷地境界):1.65m) (E:1.65m) (F(敷地境界):1.65m)  
(敷地境界 E':1.65m)d<sub>4</sub>:(A:0.87m) (B:0.90m) (C:1.78m) (D(敷地境界):2.25m) (E:0.95m) (F(敷地境界):1.80m)  
(敷地境界 E':1.55m)

## (4) デンタル撮影

d<sub>1</sub>:(B:2.62m) (C:0.75m) (D(敷地境界):1.00m)d<sub>2</sub>:(A:2.20m) (B:2.32m) (C:0.45m) (D(敷地境界):0.70m) (E:1.35m) (F(敷地境界):1.40m)  
(敷地境界 E':1.95m)d<sub>3</sub>:(A:0.30m) (B:0.30m) (C:0.30m) (D(敷地境界):0.30m) (E:0.30m) (F(敷地境界):0.30m)  
(敷地境界 E':0.30m)d<sub>4</sub>:(A:1.90m) (B:2.02m) (C:0.45m) (D(敷地境界):0.40m) (E:1.35m) (F(敷地境界):1.40m)  
(敷地境界 E':1.95m)

## 4.4.3.漏えい実効線量の算定

## 4.4.3.1.歯科 CT 撮影による漏えい実効線量の算定

## (1)一次 X 線による漏えい実効線量の算定

一次 X 線による漏えい実効線量の算定は、A、B、C 及び D 方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、今回の X 線装置は対向遮へい物を有するため、一次 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算<sup>※5</sup>を行う。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- ・  $E_p$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・  $X$ :55.0( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )
- ・  $Dt$ :4.20E-04(対向遮へい:鉛当量 1.5mm)
- ・  $W$ :8,580(mAs/3 月間)
- ・  $E/Ka$ =1.433 (Sv/Gy)
- ・  $U$ (使用係数):1、 $T$ (居住係数):1 ※4.1.3.1.参照
- ・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :5.10E-03
- ・  $d_1$ :(A:1.40m)

よって、

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{55.0 \times 4.20\text{E}-04 \times 8,580 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.40^2} \times 5.10\text{E}-03 \\ &= 0.74 (\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間}) \end{aligned}$$

B、C 及び D 方向についても計算を行う。

※5 解説 2.3 参照。

## (2)散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

散乱 X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、散乱 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

- ・  $E_s$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・  $Dt$ :4.20E-04
- ・  $W$ 、 $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$ については(1)と同様。
- ・  $d_2$ :(A:1.05m)

- $d_3$ : (A:0.35m)
- $a$ :0.0018
- $F$ :148.0( $\text{cm}^2$ )

よって、

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{55.0 \times 4.20 \times 10^{-4} \times 8,580 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.05^2 \times 0.35^2} \times \frac{0.0018 \times 148.0}{400}$$

$$= 1.40 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

### (3) X線管容器からの漏えい X線による漏えい実効線量の算定

X線管容器からの漏えい X線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。

例として、A方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A方向について、X線管容器からの漏えい X線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- $E_L$ :漏えい実効線量
- $X_L$ :1,000( $\mu\text{Gy/h}$ )
- $t_w$ :0.40(h/3 月間)
- $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$ については(1)と同様。
- $d_4$ : (A:0.70m)
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :5.10E-03

よって、

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{1,000 \times 0.40 \times 1.433 \times 1 \times 1}{0.70^2} \times 5.10 \text{E} - 03$$

$$= 5.97 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

## 4.4.3.2.パノラマ撮影による漏えい実効線量の算定

## (1)一次 X 線による漏えい実効線量の算定

一次 X 線による漏えい実効線量の算定は、A、B 及び D 方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、今回の X 線装置は対向遮へい物を有するため、一次 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算<sup>※5</sup>を行う。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- $E_p$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- $X$ :32.8( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )
- $Dt$ :9.94E-06(対向遮へい:鉛当量 1.5mm)
- $W$ :25,740(mAs/3 月間)
- $E/Ka$ =1.377 (Sv/Gy)
- $U$ (使用係数):1、 $T$ (居住係数):1 ※4.1.3.1.参照
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :1.36E-04
- $d_1$ :(A:1.40m)

よって、

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{32.8 \times 9.94\text{E}-06 \times 25,740 \times 1.377 \times 1 \times 1}{1.40^2} \times 1.36\text{E}-04 \\ &= 0.0008 (\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間}) \end{aligned}$$

B 及び D 方向についても計算を行う。

※5 解説 2.3 参照。

## (2)散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

散乱 X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、散乱 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

- $E_s$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- $Dt$ :9.94E-06
- $W$ 、 $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$ については(1)と同様。
- $d_2$ :(A:1.05m)
- $d_3$ :(A:0.35m)

- ・ a:0.0017
- ・ F:8.80(cm<sup>3</sup>)

よって、

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{32.8 \times 9.94E-06 \times 25,740 \times 1.377 \times 1 \times 1}{1.05^2 \times 0.35^2} \times \frac{0.0017 \times 8.80}{400}$$

$$= 0.003 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

### (3) X線管容器からの漏えい X線による漏えい実効線量の算定

X線管容器からの漏えい X線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。

例として、A方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A方向について、X線管容器からの漏えい X線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- ・ E<sub>L</sub>:漏えい実効線量
- ・ X<sub>L</sub>:1,000(μGy/h)
- ・ t<sub>w</sub>:1.19(h/3 月間)
- ・ E/Ka、U、Tについては(1)と同様。
- ・ d<sub>4</sub>:(A:0.85m)
- ・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ :1.36E-04

よって、

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{1,000 \times 1.19 \times 1.377 \times 1 \times 1}{0.85^2} \times 1.36E-04$$

$$= 0.31 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

## 4.4.3.3.セファロ撮影による漏えい実効線量の算定

## (1)一次 X 線による漏えい実効線量の算定

一次 X 線による漏えい実効線量の算定は、D 方向について行う。D 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

D 方向について、一次 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2}$$

- ・  $E_p$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・  $X$ :62.1( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )
- ・  $Dt$ :8.15E-04
- ・  $W$ :1,365( $\text{mAs}/3$  月間)
- ・  $E/Ka$ =1.433 ( $\text{Sv}/\text{Gy}$ )
- ・  $U$ (使用係数):1、 $T$ (居住係数):1 ※4.1.3.1.参照
- ・  $d_1$ :(D(敷地境界)):2.25m)

よって、

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \\ &= \frac{62.1 \times 8.15 \text{E}-04 \times 1,365 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.25^2} \\ &= 19.56 \text{ (}\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間)} \end{aligned}$$

## (2)散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

散乱 X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、散乱 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

- ・  $E_s$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・  $Dt$ :8.15E-04
- ・  $W$ 、 $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$ については(1)と同様。
- ・  $d_2$ :(A:0.87m)
- ・  $d_3$ :(A:1.65m)
- ・  $a$ :0.0018
- ・  $F$ :13.20( $\text{cm}^2$ )



よって、

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{62.1 \times 8.15E-04 \times 1.365 \times 1.433 \times 1 \times 1}{0.87^2 \times 1.65^2} \times \frac{0.0018 \times 13.20}{400}$$

$$= 0.003 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

### (3) X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定

X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。

例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- ・  $E_L$ : 漏えい実効線量
- ・  $X_L$ : 1,000( $\mu\text{Gy/h}$ )
- ・  $t_w$ : 0.05 (h/3 月間)
- ・  $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$  については(1)と同様。
- ・  $d_4$ : (A: 0.87m)
- ・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ : 9.84E-03

よって、

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{1,000 \times 0.05 \times 1.433 \times 1 \times 1}{0.87^2} \times 9.84E-03$$

$$= 0.93 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

## 4.4.3.4.デンタル撮影による漏えい実効線量の算定

## (1)一次 X 線による漏えい実効線量の算定

一次 X 線による漏えい実効線量の算定は、B、C 及び D 方向について行う。例として、B 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

B 方向について、一次 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2}$$

- ・  $E_p$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・  $X$ :25.7( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )
- ・  $Dt$ :8.08E-07
- ・  $W$ :429( $\text{mAs}/3$  月間)
- ・  $E/Ka$ =1.308 ( $\text{Sv}/\text{Gy}$ )
- ・  $U$ (使用係数):1、 $T$ (居住係数):1 ※4.1.3.1.参照
- ・  $d_1$ :(B:2.62m)

よって、

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \\ &= \frac{25.7 \times 8.08\text{E}-07 \times 429 \times 1.308 \times 1 \times 1}{2.62^2} \\ &= 0.002 \text{ (}\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間)} \end{aligned}$$

C 及び D 方向についても計算を行う。

## (2)散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

散乱 X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、散乱 X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

- ・  $E_s$ :漏えい実効線量( $\mu\text{Sv}/3$  月間)
- ・  $Dt$ :8.08E-07
- ・  $W$ 、 $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$ については(1)と同様。
- ・  $d_2$ :(A:2.20m)
- ・  $d_3$ :(A:0.30m)
- ・  $a$ :0.0017
- ・  $F$ :28.26( $\text{cm}^2$ )

よって、

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{25.7 \times 8.08E-07 \times 429 \times 1.308 \times 1 \times 1}{2.20^2 \times 0.30^2} \times \frac{0.0017 \times 28.26}{400}$$

$$= 0.000003 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

### (3) X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定

X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定は、すべての計算方向について行う。

例として、A 方向における漏えい実効線量の算定方法を以下に示す。

A 方向について、X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

・  $E_L$ : 漏えい実効線量

・  $X_L$ : 250( $\mu$ Gy/h)

$X_L$  について、医療法施行規則 第 30 条第 1 号 ホにより 0.25mGy/h 以下と定められている。X 線装置メーカーから根拠のある値の提示がなされない場合は、250 $\mu$ Gy/h を用いる。

・  $t_w$ : 0.01(h/3 月間)

・  $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$  については(1)と同様。

・  $d_4$ : (A: 1.90m)

・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$ : 1.50E-05

よって、

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{250 \times 0.01 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.90^2} \times 1.50E-05$$

$$= 0.00001 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

## 4.4.4.計算方向における漏えい実効線量の合算

上記 4.4.3 の一次 X 線、散乱 X 線及び X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の計算結果を基に、歯科 CT 撮影、パノラマ撮影、セファロ撮影及びデンタル撮影による漏えい実効線量を合算し、計算方向ごとの漏えい実効線量を得る。A 方向の漏えい実効線量の合算を表 2.4.1 に示す。他すべての計算方向についても同様の方法で漏えい実効線量の合算を行う。

表 2.4.1 A 方向における漏えい実効線量

単位:µSv/3 月間

撮影種別	歯科 CT	パノラマ	セファロ	デンタル	合算
漏えい実効線量					
一次 X 線	0.74	0.0008	—	—	
散乱 X 線	1.40	0.003	0.003	0.000003	9.36
管容器からの漏えい X 線	5.97	0.31	0.93	0.00001	

## 4.4.5.遮へい計算結果表

本計算による歯科 X 線診療室の遮へい計算結果を表 2.4.2～2.4.7 に示す。

## 4.4.6.遮へい計算書

本計算による歯科 X 線診療室の遮へい計算書例を、(参考)遮へい計算書例④に示す。

X線診療室遮へい計算表(1)

施設名		Aデンタルクリニック			
X線診療室名		歯科X線診療室			
装置名	置名	DMO-500	DMO-500	DMO-500	AS-100
撮影方法		歯科CT撮影	パノラマ撮影	セファロ撮影	デンタル撮影
移動日数	(日/週)				
透視人数	(人/日)				
管電圧	(kV)				
管電流	(mA)				
透視時間	(分/1人)				
1週間の延透視時間	(s/週)				
移動日数	(日/週)	5.5	5.5	3	5.5
撮影人数	(人/日)	2	5	1	3
管電圧	(kV)	85	67	90	60
管電流	(mA)	6	6	7	10
撮影時間	(秒/1回)	10.0	12.0	5.0	0.2
撮影回数	(回/人)	1	1	1	1
1週間の延撮影時間	(s/週)	110.0	330.0	15.0	3.3
X: 空気カーマ	( $\mu$ Gy/mAs)	55.0	32.8	62.1	25.7
W: 3月間の実効移動負荷	(mAs/3月間)	8,580	25,740	1,365	429
(E/Ka): 換算係数	(Sv/Gy)	1.433	1.377	1.433	1.308
U: 使用係数		1	1	1	1
T: 居住係数		1	1	1	1
a: 空気カーマの百分率		0.0018	0.0017	0.0018	0.0017
F: 照射野の大きさ	(cm <sup>2</sup> )	148.00	8.80	13.20	28.26
X <sub>L</sub> : 管容器からの空気カーマ率	( $\mu$ Gy/h)	1,000	1,000	1,000	250
tw: 3月間の稼働時間	(h/3月間)	0.40	1.19	0.05	0.01

集計2-1

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		歯科X線診療室										漏えい線量				
装置名		DMO-500														
撮影方法		歯科CT撮影														
評価方向	X線種別	対向遮へい物					遮へい壁等					計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) 透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)			
A	一次線	1.5	4.20E-04	1.5	5.10E-03					1.40					0.74	
	散乱線			1.5	4.20E-04					1.05	0.35			1.40		
	管容器			1.5	5.10E-03							0.70		5.97		
B	一次線	1.5	4.20E-04	1.5	5.10E-03					1.54				0.61		
	散乱線			1.5	4.20E-04					1.19	0.35			1.09		
	管容器			1.5	5.10E-03							0.84		4.14		
C	一次線	1.5	4.20E-04	1.5	5.10E-03					1.95				0.38		
	散乱線			1.5	4.20E-04					1.60	0.35			0.60		
	管容器			1.5	5.10E-03							1.25		1.87		
D 敷地境界	一次線	1.5	4.20E-04	1.5	5.10E-03					2.31				0.27		
	散乱線			1.5	4.20E-04					1.96	0.35			0.40		
	管容器			1.5	5.10E-03							1.61		1.13		
E	一次線															
	散乱線			1.5	4.20E-04					0.95	0.35			1.71		
	管容器			1.5	5.10E-03							0.95		3.24		
F 敷地境界	一次線															
	散乱線			1.5	4.20E-04	150				1.80	0.35			0.001		
	管容器			1.5	5.10E-03	150						1.80		0.002		
病室	一次線															
	散乱線															
	管容器															
居住区域 境界	一次線															
	散乱線															
	管容器															
E' 敷地境界	一次線															
	散乱線			1.5	4.20E-04	150				1.55	0.35			0.001		
	管容器			1.5	5.10E-03	150						1.55		0.003		

集計2-2

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		歯科X線診療室										漏えい線量				
装置名		DMO-500														
撮影方法		パノラマ撮影														
評価方向	X線種別	対向遮へい物					遮へい壁等					計算方向までの距離				
		鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) 透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>2</sup> ) 透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	(μSv/3月間)	
A	一次線	1.5	9.94E-06	1.5	1.36E-04						1.40				0.0008	
	散乱線			1.5	9.94E-06							1.05	0.35		0.003	
	管容器			1.5	1.36E-04								0.85		0.31	
B	一次線	1.5	9.94E-06	1.5	1.36E-04						1.54				0.0007	
	散乱線			1.5	9.94E-06							1.19	0.35		0.002	
	管容器			1.5	1.36E-04								0.84		0.32	
C	一次線															
	散乱線			1.5	9.94E-06							1.60	0.35		0.001	
	管容器			1.5	1.36E-04								1.25		0.14	
D 敷地境界	一次線	1.5	9.94E-06	1.5	1.36E-04						2.31				0.0003	
	散乱線			1.5	9.94E-06							1.96	0.35		0.0009	
	管容器			1.5	1.36E-04								1.61		0.09	
E	一次線															
	散乱線			1.5	9.94E-06							0.95	0.35		0.004	
	管容器			1.5	1.36E-04								0.95		0.25	
F 敷地境界	一次線															
	散乱線			1.5	9.94E-06	150			3.42E-04			1.80	0.35		0.000004	
	管容器			1.5	1.36E-04	150			3.42E-04				1.80		0.00002	
病室	一次線															
	散乱線															
	管容器															
居住区域 境界	一次線															
	散乱線															
	管容器															
E' 敷地境界	一次線															
	散乱線			1.5	9.94E-06	150			3.42E-04			1.55	0.35		0.0000005	
	管容器			1.5	1.36E-04	150			3.42E-04				1.55		0.00003	

集計2-3

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		歯科X線診療室										漏えい線量					
装置名		DMO-500															
撮影方法		セファロ撮影															
評価方向	X線種別	対向遮へい物					遮へい壁等					計算方向までの距離					
		鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) 透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	(μSv/3月間)			
A	一次線																
	散乱線			1.5	8.15E-04									0.87	1.65		0.003
	管容器			1.5		9.84E-03									0.87		0.93
B	一次線																
	散乱線			1.5	8.15E-04									2.55	1.65		0.0003
	管容器			1.5		9.84E-03									0.90		0.87
C	一次線																
	散乱線			1.5	8.15E-04									1.78	1.65		0.0007
	管容器			1.5		9.84E-03							2.25		1.78		0.22
D 敷地境界	一次線																
	散乱線			1.5	8.15E-04									0.60	1.65		19.56
	管容器			1.5		9.84E-03										2.25	0.006
E	一次線																
	散乱線			1.5	8.15E-04										0.95	1.65	0.002
	管容器			1.5		9.84E-03										0.95	0.78
F 敷地境界	一次線																
	散乱線			1.5	8.15E-04				150					1.80	1.65		0.000002
	管容器			1.5		9.84E-03			150							1.80	0.0006
病室	一次線																
	散乱線																
	管容器																
居住区域 境界	一次線																
	散乱線																
	管容器																
E' 敷地境界	一次線																
	散乱線			1.5	8.15E-04				150					1.55	1.65		0.000003
	管容器			1.5		9.84E-03			150							1.55	0.0009



集計2-4

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		歯科X線診療室										漏えい線量					
装置名		AS-100															
撮影方法		デンタル撮影															
評価方向	X線種別	対向遮へい物					遮へい壁等					計算方向までの距離					
		鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> )	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	(μSv/3月間)			
A	一次線																
	散乱線			1.5	8.08E-07									2.20	0.30	1.90	0.000003
	管容器			1.5	8.08E-07			1.50E-05									0.00001
B	一次線			1.5	8.08E-07									2.62	0.30	2.02	0.000003
	散乱線			1.5	8.08E-07												0.002
	管容器			1.5	8.08E-07			1.50E-05									0.00001
C	一次線			1.5	8.08E-07									0.75			0.02
	散乱線			1.5	8.08E-07									0.45	0.30		0.00008
	管容器			1.5	8.08E-07			1.50E-05							0.45		0.0002
D 敷地境界	一次線			1.5	8.08E-07									1.00			0.01
	散乱線			1.5	8.08E-07									0.70	0.30		0.00003
	管容器			1.5	8.08E-07			1.50E-05							0.40		0.0003
E	一次線			1.5	8.08E-07												
	散乱線			1.5	8.08E-07									1.35	0.30		0.000009
	管容器			1.5	8.08E-07			1.50E-05							1.35		0.00003
F 敷地境界	一次線			1.5	8.08E-07					150				1.40	0.30		3.44E-10
	散乱線			1.5	8.08E-07			1.50E-05		150					1.40		1.09E-09
	管容器			1.5	8.08E-07			1.50E-05									
病室	一次線																
	散乱線																
	管容器																
居住区域 境界	一次線																
	散乱線																
	管容器																
E' 敷地境界	一次線			1.5	8.08E-07					150				1.95	0.30		1.77E-10
	散乱線			1.5	8.08E-07			1.50E-05		150							5.60E-10
	管容器			1.5	8.08E-07			1.50E-05									

X線診療室遮へい計算表(3) 集計結果

X線診療室名		歯科X線診療室					
撮影方法	X線種別	DMO-500	DMO-500	DMO-500	AS-100	漏えい線量合計 ( $\mu$ Sv / 3月間)	実効線量限度 ( $\mu$ Sv / 3月間)
		歯科C.T撮影 漏えい線量 ( $\mu$ Sv / 3月間)	パノラマ撮影 漏えい線量 ( $\mu$ Sv / 3月間)	セファロ撮影 漏えい線量 ( $\mu$ Sv / 3月間)	デンタル撮影 漏えい線量 ( $\mu$ Sv / 3月間)		
A	一次線	0.74	0.0008				1300
	散乱線	1.40	0.003	0.003	0.000003	9.36	
	管容器	5.97	0.31	0.93	0.00001		
B	一次線	0.61	0.0007		0.002		1300
	散乱線	1.09	0.002	0.0003	0.000003	7.04	
	管容器	4.14	0.32	0.87	0.00001		
C	一次線	0.38			0.02		1300
	散乱線	0.60	0.001	0.0007	0.00008	3.23	
	管容器	1.87	0.14	0.22	0.0002		
D 敷地境界	一次線	0.27	0.0003	19.56	0.01		250
	散乱線	0.40	0.0009	0.006	0.00003	21.61	
	管容器	1.13	0.09	0.14	0.0003		
E	一次線						1300
	散乱線	1.71	0.004	0.002	0.000009	5.99	
	管容器	3.24	0.25	0.78	0.00003		
F 敷地境界	一次線						250
	散乱線	0.001	0.0000004	0.000002	3.44E-10	0.004	
	管容器	0.002	0.00002	0.0006	1.09E-09		
病室	一次線						
	散乱線	病室は無いので、計算を					
	管容器						
居住区域境界	一次線						
	散乱線	居住区域は無いので、計					
	管容器						
E' 敷地境界	一次線						250
	散乱線	0.001	0.0000005	0.000003	1.77E-10	0.005	
	管容器	0.003	0.00003	0.0009	5.60E-10		

#### 4.5.画壁に複数の遮へい体がいわれている場合の遮へい計算例

画壁に複数の遮へい体がいわれている場合<sup>※5</sup>の遮へい計算例を以下に示す。

例として、X線診療室(ハイブリッド手術室)の床面(F方向)に、遮へい体として鉛とコンクリートがいわれている場合の遮へい計算例を以下に示す。図 3.5 に本遮へい計算例の断面図を示す。

なお、遮へい計算式中の各係数の算出方法は前述の遮へい計算例を参照のこと。

※5 解説 2.3 参照。

##### 4.5.1.遮へい計算条件の設定

本遮へい計算例では、以下の遮へい計算条件を設定した。

【透視】	【撮影】
稼働日数: 5 日/週	稼働日数: 5 日/週
透視人数: 3 人/日	撮影人数: 3 人/日
管電圧: 88 kV	管電圧: 81 kV
管電流: 18.9 mA	管電流: 660 mA
透視時間: 40 分/人	撮影時間: 0.0064 秒/回
	撮影回数: 1,350 回/人

- ・対向遮へい:鉛当量 2.25mm
- ・受像面における照射野面積: 1,185 cm<sup>2</sup>

##### 4.5.1.遮へい計算式中の距離(d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>、d<sub>3</sub>、d<sub>4</sub>)の設定

図 3.5 より、F方向について、d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>、d<sub>3</sub>、d<sub>4</sub>は以下の通りとなる。

d<sub>1</sub>:(F:2.02m)、d<sub>2</sub>:(F:1.24m)、d<sub>3</sub>:(F:0.785m)、d<sub>4</sub>:(F:0.45m)

##### 4.5.2.漏えい実効線量の算定

###### (1)一次 X 線による漏えい実効線量の算定

F方向について、一次 X 線に対する遮へい物として、対向遮へい物(鉛当量 2.25mm)と、遮へい壁に鉛 1.0mm 及びコンクリート 160mm が用いられているので、漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(1)}/t_{(1)1/2}} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(2)}/t_{(2)1/2}}$$

- ・ E<sub>p</sub>:漏えい実効線量(μSv/3 月間)
- ・ X:59.3(μGy/mAs)
- ・ Dt:6.04E-05(対向遮へい:鉛当量 2.25mm)
- ・ W:9,957,168 (mAs/3 月間)

- E/Ka=1.433 (Sv/Gy)
- U(使用係数):1、T(居住係数):1 ※4.1.3.1.参照
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(1)}/t_{(1)1/2}}:3.91E-02$ (鉛 1.0mm)
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(2)}/t_{(2)1/2}}:1.78E-03$ (コンクリート 160mm)
- d<sub>1</sub>:(F:2.02m)

よって、

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(1)}/t_{(1)1/2}} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(2)}/t_{(2)1/2}}$$

$$= \frac{59.3 \times 6.04E-05 \times 9,957,168 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.02^2} \times 3.91E-02 \times 1.78E-03$$

$$= 0.87 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

## (2) 散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

F 方向について、散乱 X 線に対する遮へい物として、遮へい壁に鉛 1.0mm 及びコンクリート 160mm が用いられているので、漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

- E<sub>s</sub>:漏えい実効線量(μSv/3 月間)
- Dt:3.48E-03(鉛 1.0mm)
- W、E/Ka、U、T については(1)と同様。
- d<sub>2</sub>:(F:1.24m)
- d<sub>3</sub>:(F:0.785m)
- a:0.0018
- F:1,185(cm<sup>2</sup>)
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}:1.78E-03$ (コンクリート 160mm)

よって、

$$E_s = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{59.3 \times 3.48E-03 \times 9,957,168 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.24^2 \times 0.785^2} \times \frac{0.0018 \times 1,185}{400} \times 1.78E-03$$

$$= 29.50 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

## (3) X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の算定

F 方向について、X 線管容器からの漏えい X 線に対する遮へい物として、遮へい壁に鉛 1.0mm 及びコンクリート 160mm が用いられているので、漏えい実効線量は下記の式及び各係数により求

める。ここでは、半価層を用いた計算を行う。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(1)}/t_{(1)1/2}} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(2)}/t_{(2)1/2}}$$

- ・  $E_L$ :漏えい実効線量
- ・  $X_L$ :1,000( $\mu$ Gy/h)
- ・  $t_w$ :130.47(h/3 月間)
- ・  $E/Ka$ 、 $U$ 、 $T$  については(1)と同様。
- ・  $d_4$ :( $F$ :0.45m)
- ・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(1)}/t_{(1)1/2}}$ :3.91E-02(鉛 1.0mm)
- ・  $\left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(2)}/t_{(2)1/2}}$ :1.78E-03(コンクリート 160mm)

よって、

$$\begin{aligned} E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(1)}/t_{(1)1/2}} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t_{(2)}/t_{(2)1/2}} \\ &= \frac{1,000 \times 130.47 \times 1.433 \times 1 \times 1}{0.45^2} \times 3.91E - 02 \times 1.78E - 03 \\ &= 64.26 (\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間}) \end{aligned}$$

#### 4.5.3.F 方向における漏えい実効線量の合算

上記 4.5.2 の一次 X 線、散乱 X 線及び X 線管容器からの漏えい X 線による漏えい実効線量の計算結果を基に、F 方向の漏えい実効線量を得る。F 方向の漏えい実効線量の合算を表 2.5 に示す。

表 2.5 F 方向における各漏えい実効線量値と合算値

単位: $\mu$ Sv/3 月間

	透視・撮影	合算
一次 X 線	0.87	94.63
散乱 X 線	29.50	
X 線管容器からの漏えい X 線	64.26	

#### 4.5.4.計算書

ハイブリッド手術室の遮へい計算書例を、(参考)遮へい計算書例⑤に示す。

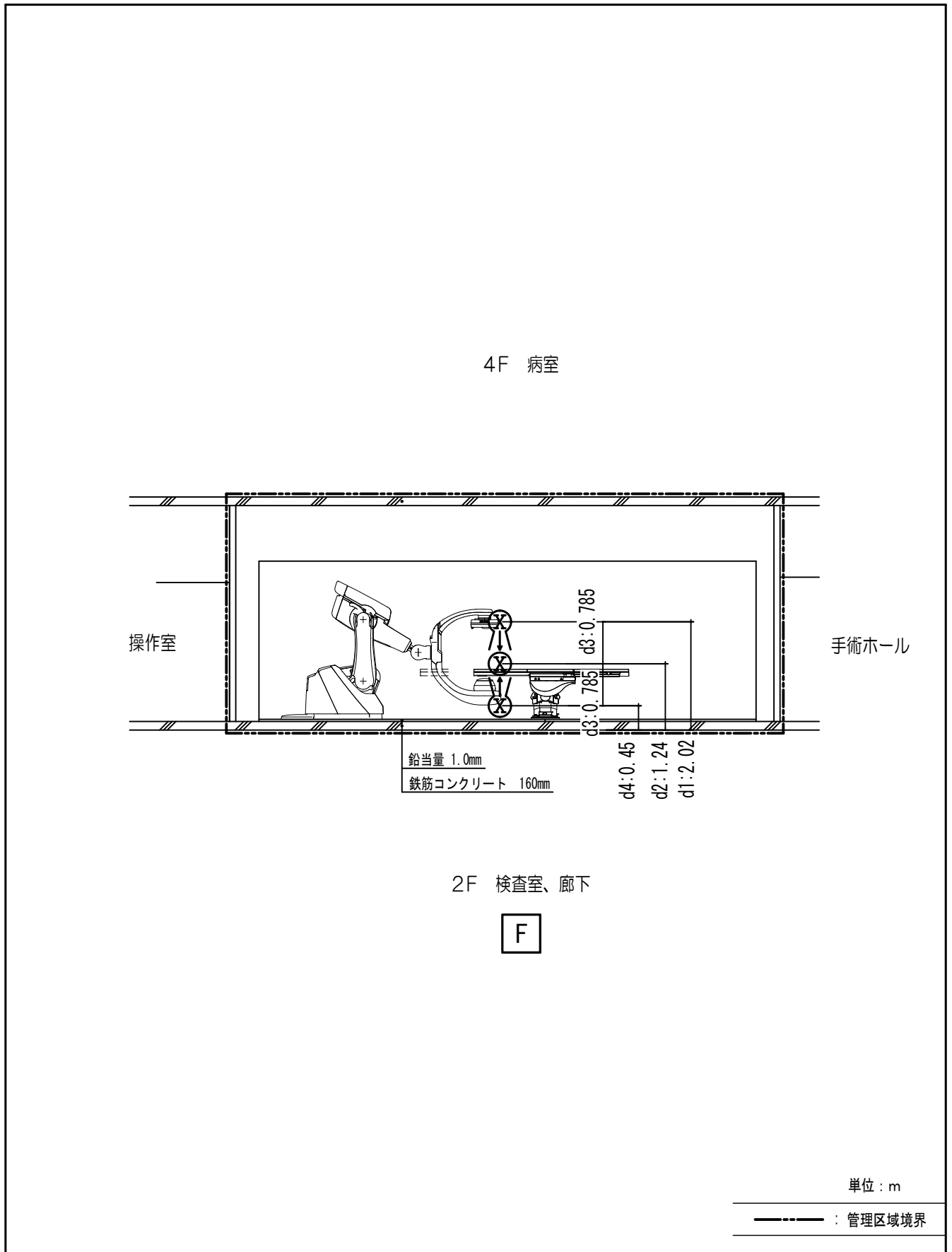


図3.5 画壁に複数の遮へい体がある遮へい計算例 透視・撮影 断面図

## 5.X線装置種ごとのX線診療室の遮へい計算図面例と遮へい計算の留意点

各種X線装置が据え置かれたX線診療室の遮へい計算図面例とその留意点を以下に示す。

### 5.1.一般X線撮影装置が据え置かれたX線診療室

4.1 参照。

#### (1)d<sub>1</sub>の設定

通常使用が想定される範囲内でX線管焦点から照射方向(X線管焦点から受像面方向)の画壁外側までの距離を設定する。

#### (2)d<sub>2</sub>の設定

撮影天板面での利用線錐中心から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

#### (3)d<sub>3</sub>の設定

X線管焦点から撮影天板表面間の距離を設定する。

#### (4)d<sub>4</sub>の設定

(1)で設定したX線管焦点位置から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

#### (5)Fの設定

受像面における照射野の大きさを設定する。

#### (6)その他

明確に使用しないX線照射方向及びX線管焦点位置での漏えい実効線量を算定する必要はない。

### 5.2.X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室

4.2、4.3 参照。

#### (1)d<sub>1</sub>の設定

通常使用が想定される範囲内でX線管焦点から照射方向(X線管焦点から受像面方向)の画壁外側までの距離を設定する。

#### (2)d<sub>2</sub>の設定

撮影天板面での利用線錐中心から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

#### (3)d<sub>3</sub>の設定

撮影天板表面からX線管焦点間の距離を設定する。

#### (4)d<sub>4</sub>の設定

(1)で設定したX線管焦点位置から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

#### (5)Fの設定

受像面における照射野の大きさを設定する。

#### (6)その他

明確に使用しないX線照射方向及びX線管焦点位置での漏えい実効線量を算定する必要はない。

### 5.3.多方向 X 透視撮影装置及び移動形透視用 X 線装置が据え置かれた X 線診療室

図 4.1.1、4.1.2 に多方向 X 線透視撮影装置が、図 4.2.1、4.2.2 に移動形透視用 X 線装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算平面図及び断面図例を示す。

なお、 $d_2$ 、 $d_3$  の設定については解説 2.1.1 を参照。

#### (1) $d_1$ の設定

通常使用が想定される範囲内で X 線管焦点から照射方向(X 線管焦点から受像面方向)の画壁外側までの距離を設定する。

#### (2) $d_2$ の設定

アイソセンタから各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

#### (3) $d_3$ の設定

アイソセンタから X 線管焦点間の距離を設定する。

#### (4) $d_4$ の設定

(1)で設定した X 線管焦点位置から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

#### (5)F の設定

受像面における照射野の大きさを設定する。

#### (6)その他

(a)明確に使用しない X 線照射方向及び X 線管焦点位置での漏えい実効線量を算定する必要はない。

(b)X 線照射方向ごとに撮影条件(透視時間、撮影回数等)が判明している場合には、X 線照射方向ごと

とに各計算方向の漏えい実効線量の算定を行い、それらを合算して算定しても良い<sup>\*7</sup>。

※7 関連 解説 2.4(2)参照。

### 5.4.循環器用 X 線診断装置が据え置かれた X 線診療室

図 4.3.1、4.3.2 に循環器用 X 線診断装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算平面図及び断面図例を示す。

#### (1) $d_1$ の設定

通常使用が想定される範囲内で X 線管焦点から照射方向(X 線管焦点から受像面方向)の画壁外側までの距離を設定する。

#### (2) $d_2$ の設定

アイソセンタから各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

#### (3) $d_3$ の設定

アイソセンタから X 線管焦点間の距離を設定する。

#### (4) $d_4$ の設定

(1)で設定した X 線管焦点位置から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。



## (5)F の設定

受像面における照射野の大きさを設定する。

## (6)その他

- (a)明確に使用しない X 線照射方向及び X 線管焦点位置での漏えい実効線量を算定する必要はない。
- (b)X 線照射方向ごとに撮影条件(透視時間、撮影回数等)が判明している場合には、X 線照射方向ごとに各計算方向の漏えい実効線量の算定を行い、それらを合算して算定しても良い<sup>※7</sup>。
- (c)床置き型線管 X 線管及び天井走行型線管 X 線管を有するバイプレーンの循環器用 X 線診断装置について、床置き型線管 X 線管及び天井走行型線管 X 線管で、それぞれ使用する X 線管焦点位置においての透視・撮影による漏えい線量の計算を行い、それらを合算して算定してもよい。その算定例と遮へい計算図面例を表 3.1～3.4 に、図 4.3.3～4.3.6 に示す。
- (d)循環器用 X 線診断装置について、概ね数秒から十数秒の連続したパルス撮影が複数回行われることが多い。その際の撮影条件の設定については、以下のいずれかを用いる。

例)撮影(パルス撮影) 1 回あたり 10 秒間(0.008s/パルスを 10 パルス/s で照射)を 10 回行う場合。

①1 回(10 秒間)あたりの X 線照射時間は  $0.008(\text{s}/\text{パルス}) \times 10(\text{パルス}/\text{s}) \times 10(\text{s}) = 0.8(\text{s})$  となる。

よって撮影は、0.8s が 10 回となる。

②1 回(10 秒間)あたりの X 線照射回数は、 $10(\text{パルス}/\text{s}) \times 10(\text{s}/\text{回}) = 100(\text{パルス}/\text{回})$  となる。

1 回(10 秒間)の照射を 10 回行うから、 $100(\text{パルス}/\text{回}) \times 10(\text{回}) = 1,000$  パルスとなる。

よって撮影は、0.008s が 1,000 パルス(1,000 回)となる。

③安全側評価の観点から、10 秒の照射を 10 回行うとみなす。

③については、過度に安全側に評価されるため、遮へい計算の条件設定として、①又は②を用いることが望ましい。

※7 関連 解説 2.4(2)参照。

## 5.5.X 線骨密度測定装置が据え置かれた X 線診療室

図 4.4.1 に全身用 X 線骨密度測定装置が、図 4.4.2 に前腕用 X 線骨密度測定装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算図面例を示す。

(1)d<sub>1</sub> の設定

X 線管焦点から照射方向(X 線管焦点から受像面方向)の画壁外側までの距離を設定する。

(2)d<sub>2</sub> の設定

想定した被写体の中心から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

(3)d<sub>3</sub> の設定

X 線管焦点から想定した被写体の中心間の距離を設定する。

(4)d<sub>4</sub> の設定

(1)で設定した X 線管焦点位置から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

**(5)F の設定**

受像面における照射野の大きさを設定する。

**(6)その他**

X 線管焦点位置が移動し、複数方向(患者背面、側面等)から X 線照射が可能な X 線骨密度測定装置について、X 線照射方向ごとに撮影条件(撮影時間、撮影回数等)が判明している場合には、X 線照射方向ごとに各計算方向の漏えい実効線量の算定を行い、それらを合算して算定しても良い<sup>※7</sup>。

※7 関連 解説 2.4(2)参照。

**5.6.乳房用 X 線診断装置が据え置かれた X 線診療室**

図 4.5 に乳房用 X 線診断装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算図面例を示す。

**(1)d<sub>1</sub> の設定**

通常使用が想定される範囲内で X 線管焦点から照射方向(X 線管焦点から受像面方向)の画壁外側までの距離を設定する。

**(2)d<sub>2</sub> の設定**

撮影天板面での利用線錐中心から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

**(3)d<sub>3</sub> の設定**

X 線管焦点から撮影天板表面間の距離を設定する。

**(4)d<sub>4</sub> の設定**

(1)で想定した X 線管焦点位置から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

**(5)F の設定**

受像面における照射野の大きさを設定する。

**(6)その他**

明確に使用しない X 線照射方向及び X 線管焦点位置での漏えい実効線量を算定する必要はない。

**5.7.歯科用 X 線装置が据え置かれた X 線診療室**

4.4 参照。

**5.7.1.歯科 CT・パノラマ撮影****(1)d<sub>1</sub> の設定**

通常使用が想定される範囲内で X 線管焦点から照射方向(X 線管焦点から受像面方向)の画壁外側までの距離を設定する。

**(2)d<sub>2</sub> の設定**

アイソセンタから各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

**(3)d<sub>3</sub> の設定**

アイソセンタから X 線管焦点間の距離を設定する。

(4)d<sub>4</sub> の設定

通常使用が想定される範囲内で、X 線管焦点位置から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

## (5)F の設定

受像面における照射野の大きさを設定する。

## 5.7.2.セファロ撮影

(1)d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>、d<sub>3</sub>、d<sub>4</sub> の設定

5.1 の一般 X 線撮影装置と同様とする。

## (2)F の設定

受像面における照射野の大きさを設定する。

## 5.7.3.デンタル撮影

(1)d<sub>1</sub> の設定

(a)通常使用が想定される範囲内で X 線管焦点から照射方向(X 線管焦点から受像面方向)の画壁外側までの距離を設定する。

(b)医療法施行規則 第 30 条第 3 項第 2 号イ、ロでの焦点皮膚間距離 15cm(定格管電圧が 70kV 以下の装置)又は 20cm(定格管電圧が 70kV を超える装置)の規定や、計算を行う X 線装置に設定されている焦点皮膚間距離等を考慮して設定する。

(2)d<sub>2</sub> の設定

想定した被写体の中心から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

(3)d<sub>3</sub> の設定

X 線管焦点から想定した被写体の中心間の距離を設定する。

(4)d<sub>4</sub> の設定

(1)で設定した X 線管焦点位置から各計算方向の画壁外側までの距離を設定する。

## (5)F の設定

医療法施行規則 第 30 条第 3 項第 1 号により、デンタル撮影装置では、照射筒の端における X 線照射野の直径を 6cm 以下とするように定められているため 28.26 cm<sup>2</sup>(直径 6cm の円の面積)を用いるが、装置メーカーから照射筒直径の提示がある場合はその直径の円の面積を用いる。

## (6)その他

(a)明確に使用しない X 線照射方向及び X 線管焦点位置での漏えい実効線量を算定する必要はない。

(b)X 線照射方向ごとの撮影条件が判明している場合には、X 線照射方向ごとに各計算方向の漏えい実効線量の算定を行い、それらを合算して算定しても良い\*7。

※7 関連 解説 2.4(2)参照。

### 5.8.X線 CT 装置が据え置かれた X 線診療室

公益社団法人 日本放射線技術学会 関係法令委員会から発行されている「X 線 CT 室の漏えい線量計算マニュアル」に則って行う<sup>※8</sup>。

※8 解説 2.9 参照。

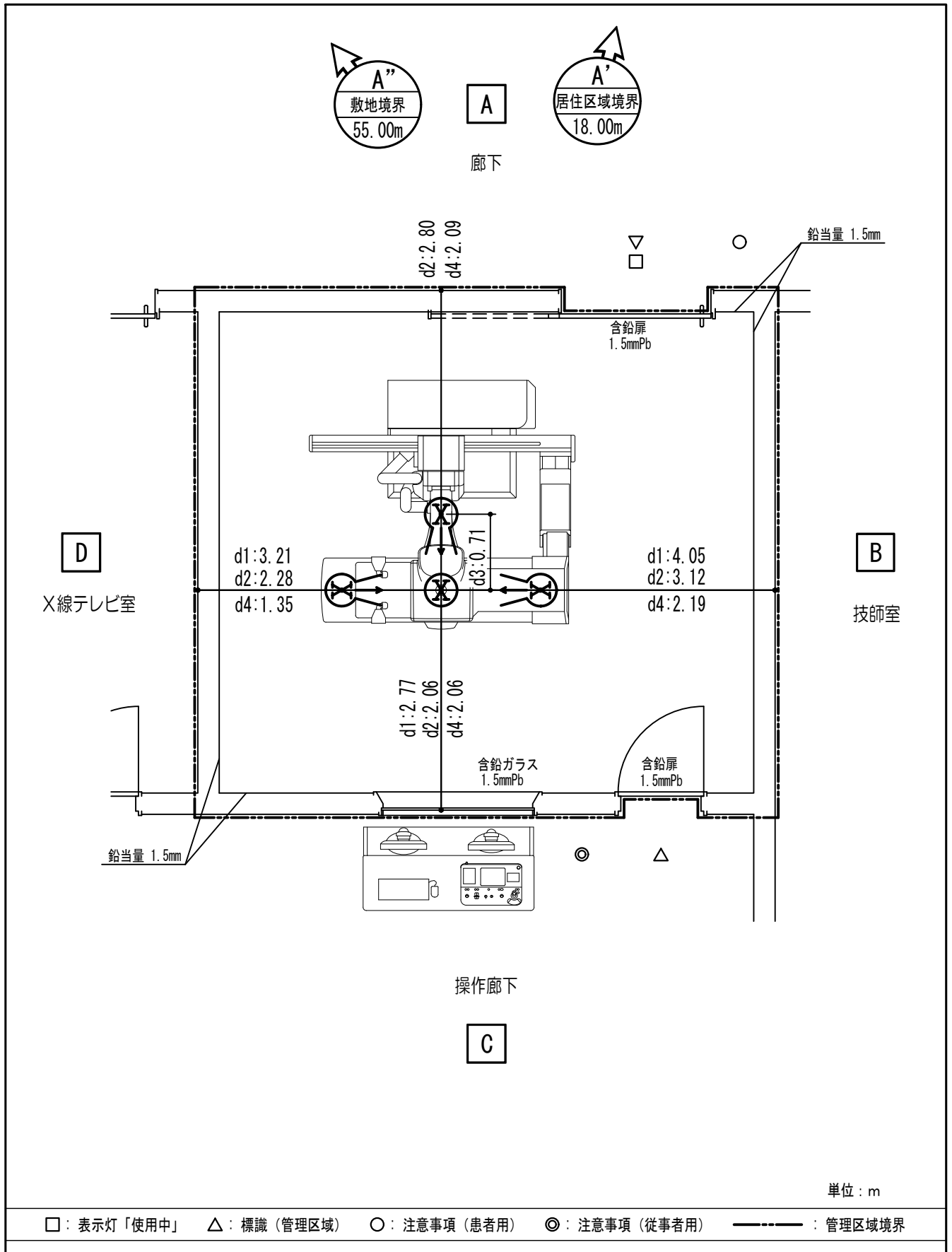


図4.1.1 多方向X線透視撮影装置 平面図

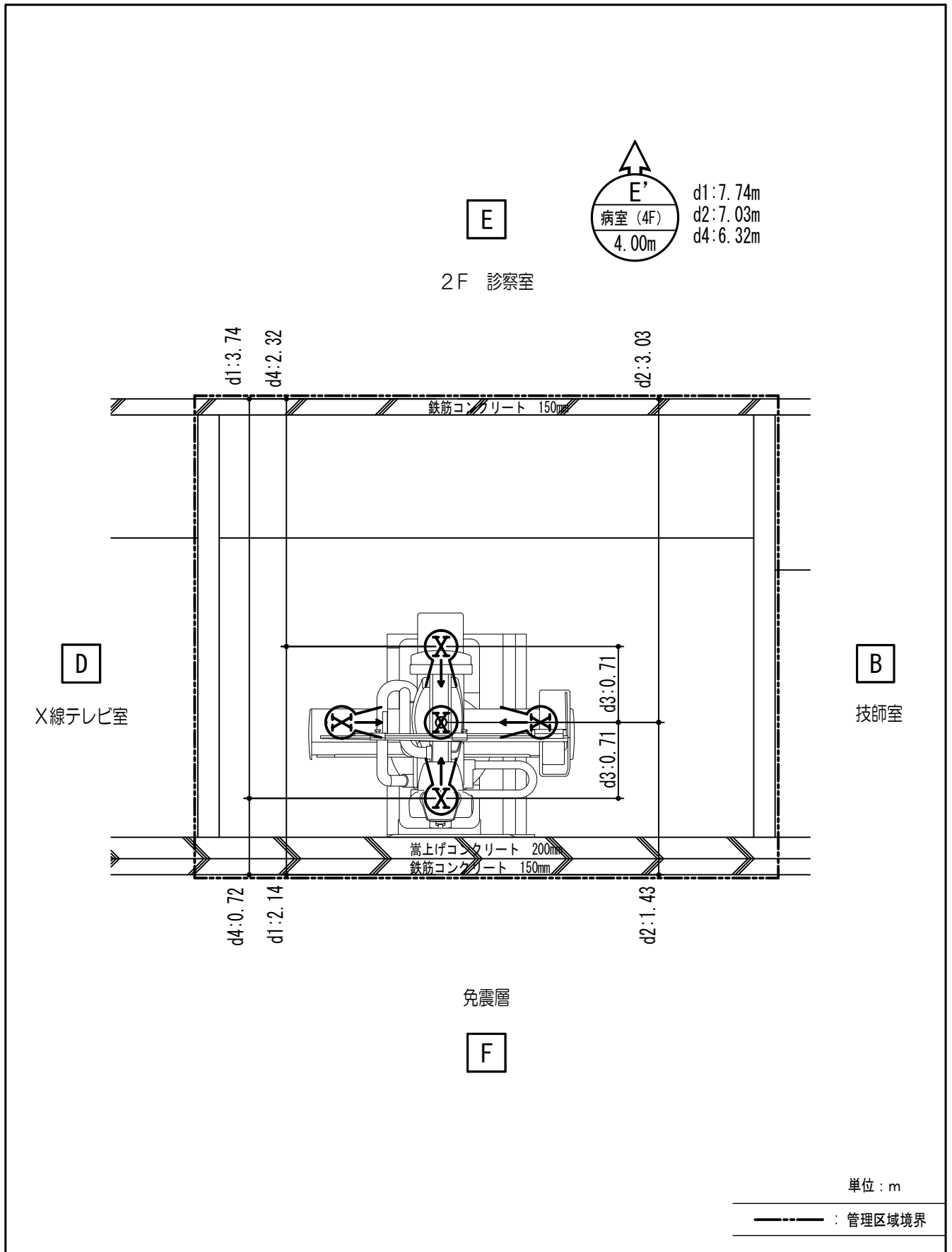


図4.1.2 多方向X線透視撮影装置 断面図

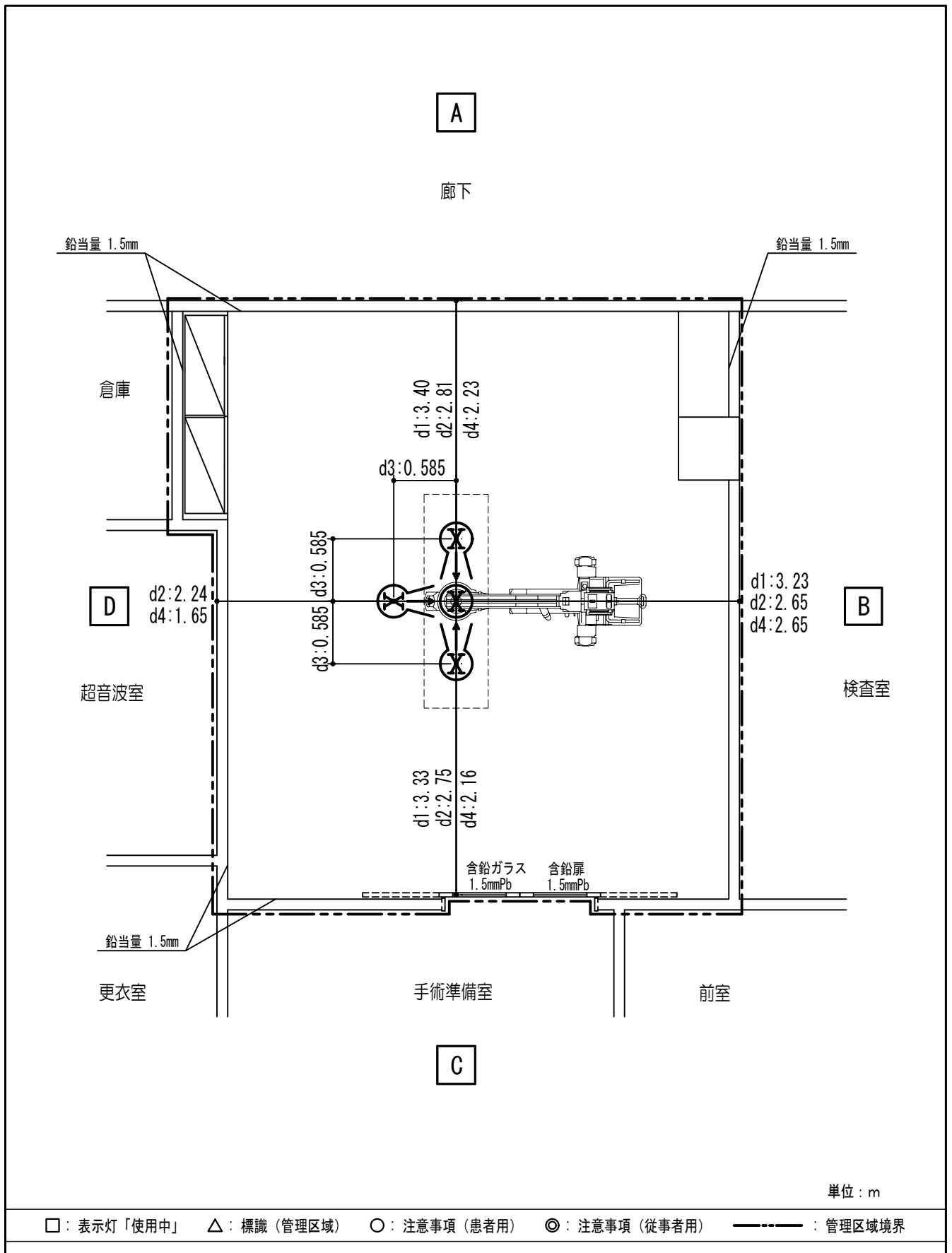


図4.2.1 移動型透視用X線装置 平面図

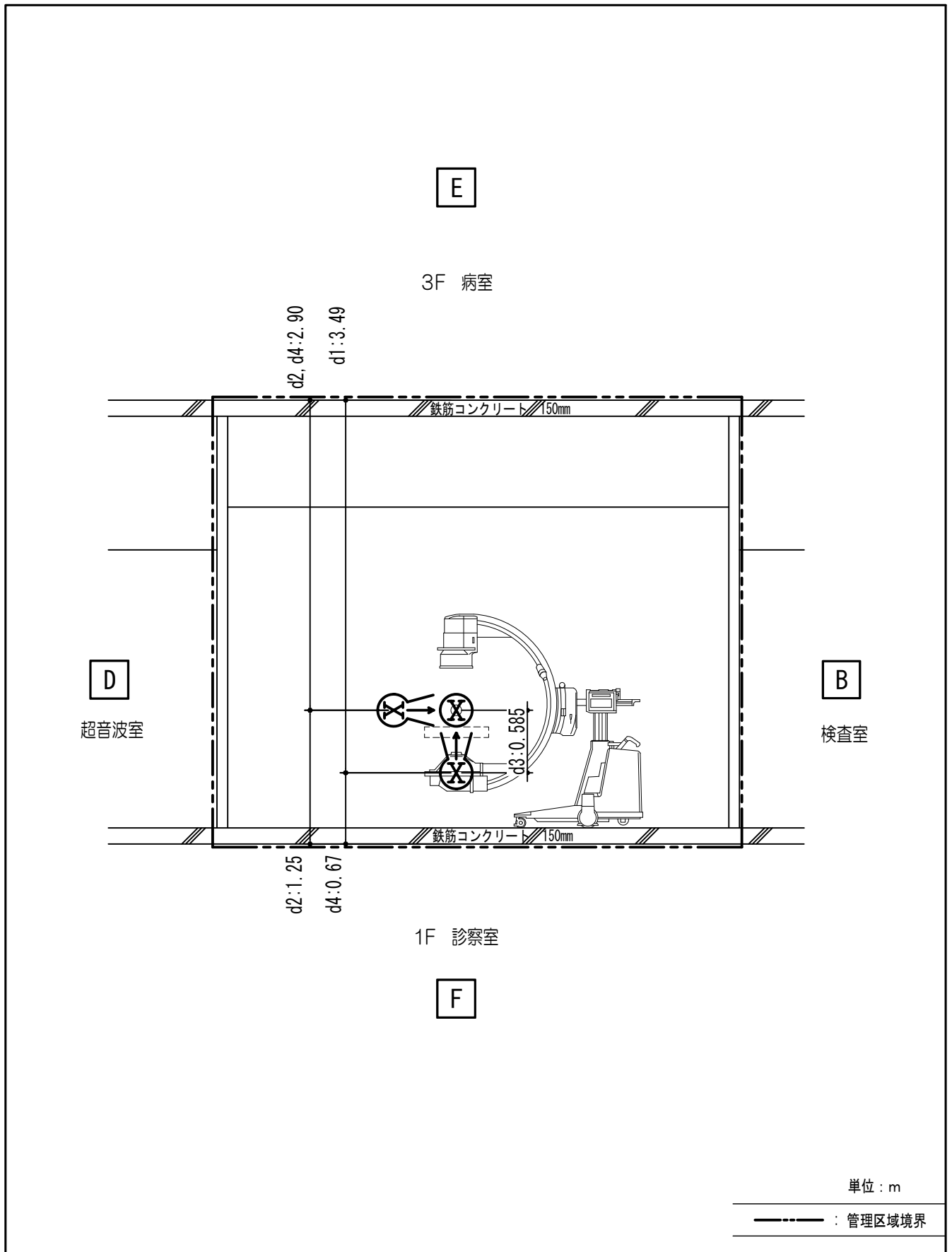


図4.2.2 移動型透視用X線装置 断面図



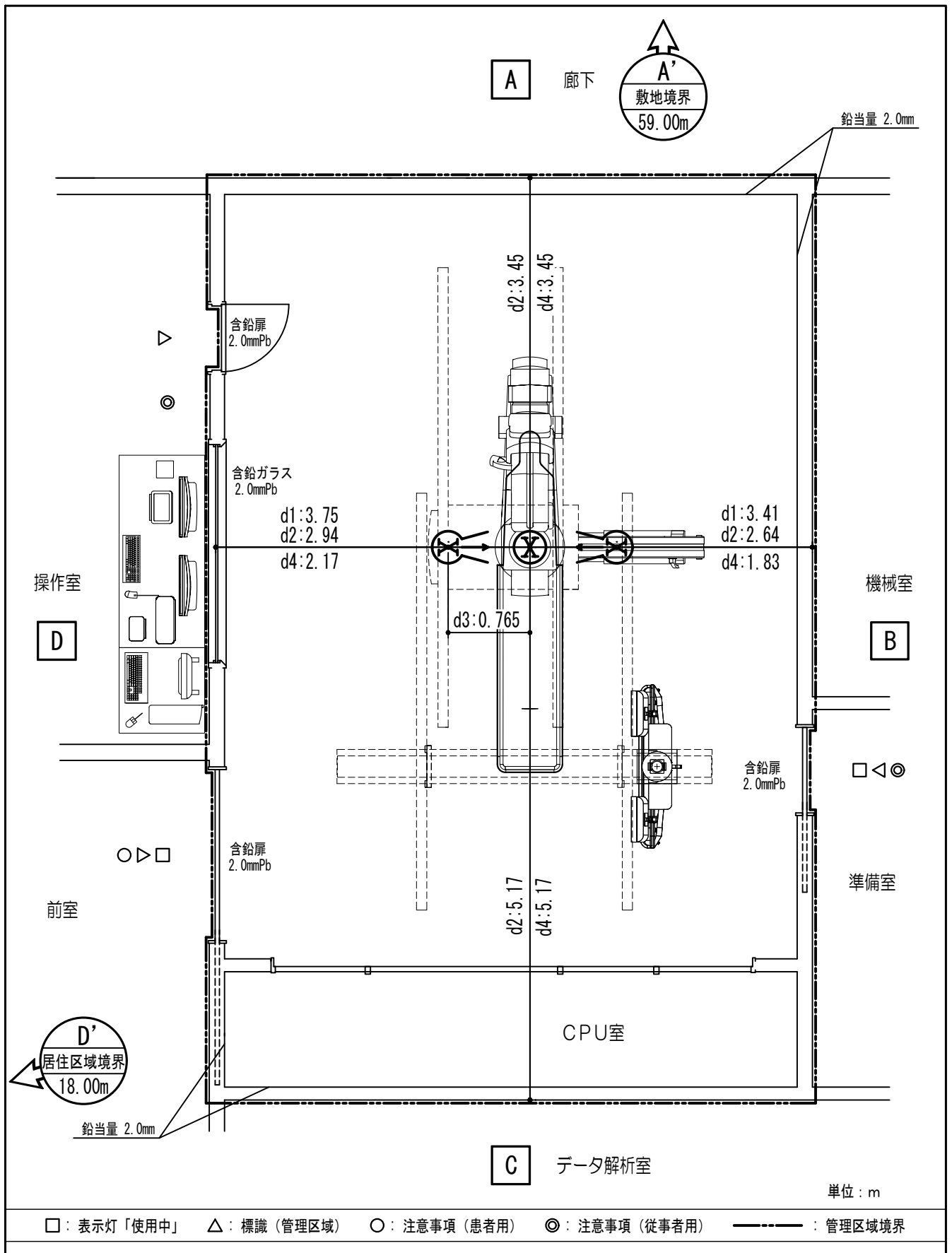


図4.3.1 循環器用X線診断装置 透視・撮影 平面図

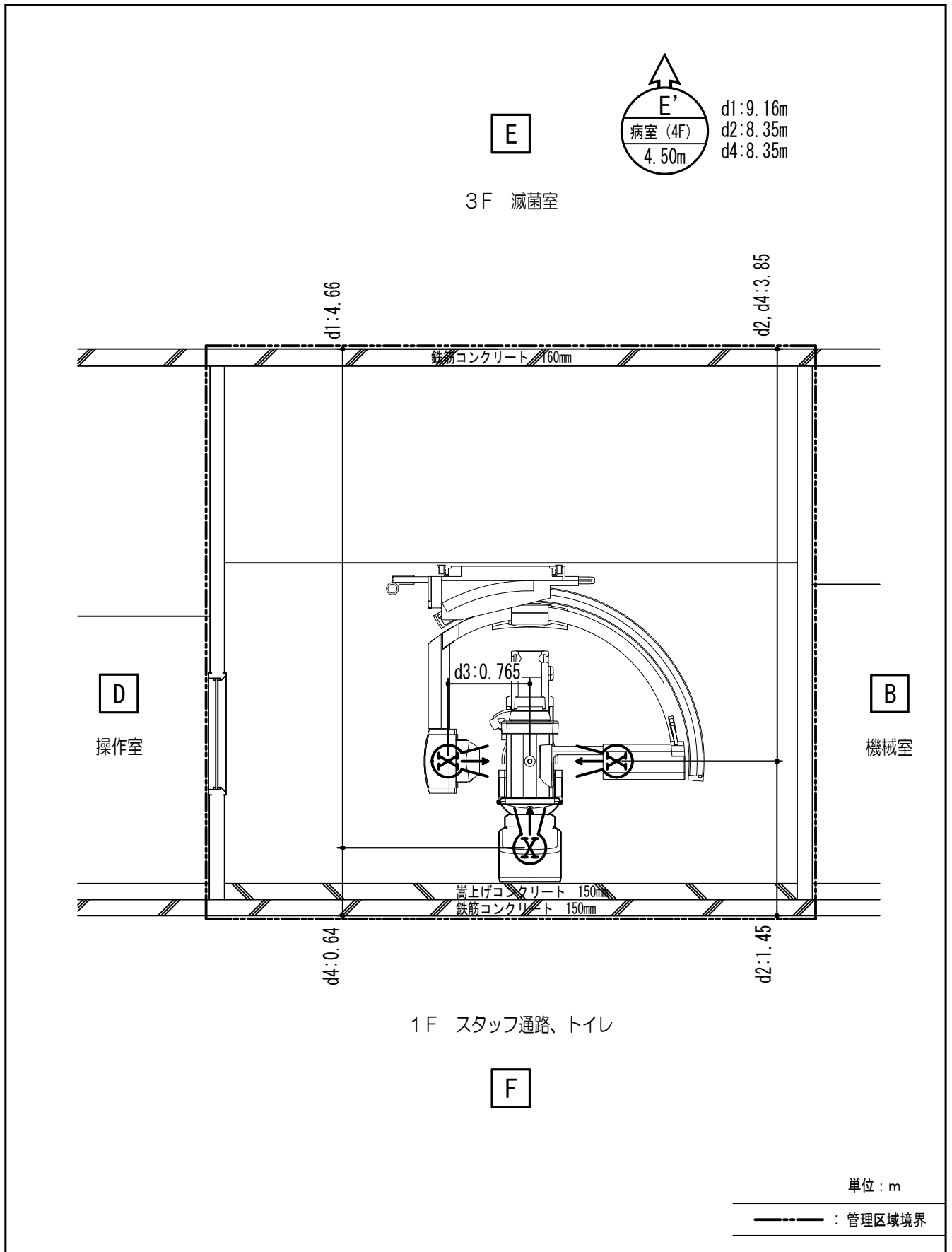


図4.3.2 循環器用X線診断装置 透視・撮影 断面図

X線診療室遮へい計算表(1)

施設名		A病院	
X線診療室名		循環器撮影室	
装置名		ACF-2015	ACF-2015
撮影方法		床置き管球透視・撮影	天井吊管球透視・撮影
透視条件	稼働日数 (日/週)	5	5
	透視人数 (人/日)	5	5
	管電圧 (kV)	85	85
	管電流 (mA)	18	18
	透視時間 (分/1人)	20	10
1週間の延透視時間 (s/週)		30,000	15,000
撮影条件	稼働日数 (日/週)	5	5
	撮影人数 (人/日)	5	5
	管電圧 (kV)	85	85
	管電流 (mA)	600	600
	撮影時間 (秒/1回)	0.008	0.008
	撮影回数 (回/人)	1,000	500
	1週間の延撮影時間 (s/週)	200	100
	X: 空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$ )	55.0	55.0
	W: 3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$ )	8,580,000	4,290,000
	(E/Ka): 換算係数 (Sv/Gy)	1.433	1.433
U: 使用係数	1	1	
T: 居住係数	1	1	
a: 空気カーマの百分率	0.0018	0.0018	
F: 照射野の大きさ (cm <sup>2</sup> )	1,140	754	
X <sub>L</sub> : 管容器からの空気カーマ率 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1,000	1,000	
t <sub>w</sub> : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	109.06	54.53	
その他の条件			

集計2-1

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		循環器撮影室										漏えい線量					
装置名		ACF-2015															
撮影方法		床置き管球 透視・撮影															
評価方向	X線種別	対向遮へい物					遮へい壁等					計算方向までの距離					
		鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> )	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	(μSv/3月間)			
A	一次線																
	散乱線			2.0	7.16E-05									3.45	0.81		31.81
	管容器			2.0			8.79E-04									3.45	11.54
B	一次線	2.25	3.03E-05	2.0	7.16E-05		8.79E-04										1.51
	散乱線			2.0					3.45	2.64	0.81						54.32
	管容器			2.0			8.79E-04								1.83		41.02
C	一次線																
	散乱線			2.0	7.16E-05									5.17	0.81		14.16
	管容器			2.0			8.79E-04									5.17	5.14
D	一次線	2.25	3.03E-05	2.0	7.16E-05		8.79E-04										1.28
	散乱線			2.0					3.75	2.94	0.81						43.80
	管容器			2.0			8.79E-04									2.13	30.28
E	一次線	2.25	3.03E-05							160			1.54E-03	4.66			1.45
	散乱線									160	1.19E-04				3.85	0.81	42.45
	管容器									160			1.54E-03			3.85	16.24
F	一次線																
	散乱線									300	4.53E-07				1.45	0.81	1.14
	管容器									300			5.31E-06			0.64	2.03
病室	一次線	2.25	3.03E-05							160				9.16			0.38
	散乱線									160	1.19E-04				8.35	0.81	9.02
	管容器									160			1.54E-03			8.35	3.45
居住区域境界	一次線	2.25	3.03E-05	2.0	7.16E-05		8.79E-04						18.00				0.06
	散乱線			2.0										18.00	0.81		1.17
	管容器			2.0			8.79E-04									18.00	0.42
敷地境界	一次線																
	散乱線			2.0	7.16E-05									59.00	0.81		0.11
	管容器			2.0			8.79E-04									59.00	0.04

集計2-2

X線診療室遮へい計算表(2)

X線診療室名		循環器撮影室										漏えい線量					
装置名		ACF-2015															
撮影方法		天井吊管球 透視・撮影															
評価方向	X線種別	対向遮へい物					遮へい壁等					計算方向までの距離					
		鉛:11.35 (g/cm <sup>2</sup> ) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )	透過率	(mm)	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	(μSv/3月間)		
A	一次線																
	散乱線			2.0	7.16E-05									3.45	0.765		11.79
	管容器			2.0		8.79E-04									3.45	3.45	5.77
B	一次線	2.25	3.03E-05	2.0	7.16E-05												0.77
	散乱線			2.0		8.79E-04								2.64	0.765		20.14
	管容器			2.0		8.79E-04									3.41	3.41	5.91
C	一次線																
	散乱線			2.0	7.16E-05									5.17	0.765		5.25
	管容器			2.0		8.79E-04										5.17	2.57
D	一次線																
	散乱線			2.0	7.16E-05									2.94	0.765		16.24
	管容器			2.0		8.79E-04										2.17	14.59
E	一次線																
	散乱線									160	1.19E-04			3.85	0.765		15.74
	管容器									160		1.54E-03				3.85	8.12
F	一次線																
	散乱線									300	4.53E-07			1.45	0.765		0.42
	管容器									300		5.31E-06				1.45	0.20
病室	一次線																
	散乱線									160	1.19E-04			8.35	0.765		3.35
	管容器									160		1.54E-03				8.35	1.73
居住区域境界	一次線																
	散乱線			2.0	7.16E-05									18.00	0.765		0.43
	管容器			2.0		8.79E-04										18.00	0.21
敷地境界	一次線																
	散乱線			2.0	7.16E-05									59.00	0.765		0.04
	管容器			2.0		8.79E-04										59.00	0.02

X線診療室遮へい計算表 (3) 集計結果

X線診療室名		循環器撮影室		
装置名	ACF-2015	ACF-2015	ACF-2015	実効線量限度
撮影方法	床置き管球 透視・撮影	天井吊管球 透視・撮影	天井吊管球 透視・撮影	漏えい線量合計 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )
評価方向	X線種別	漏えい線量 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	漏えい線量 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	実効線量限度 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )
A	一次線			
	散乱線	31.81		11.79
	管容器	11.54		5.77
B	一次線	1.51		0.77
	散乱線	54.32		20.14
	管容器	41.02		5.91
C	一次線			
	散乱線	14.16		5.25
	管容器	5.14		2.57
D	一次線	1.28		
	散乱線	43.80		16.24
	管容器	30.28		14.59
E	一次線	1.45		
	散乱線	42.45		15.74
	管容器	16.24		8.12
F	一次線			
	散乱線	1.14		0.42
	管容器	2.03		0.20
病室 E'	一次線	0.38		
	散乱線	9.02		3.35
	管容器	3.45		1.73
居住区域境界 D'	一次線	0.06		
	散乱線	1.17		0.43
	管容器	0.42		0.21
敷地境界 A'	一次線			
	散乱線	0.11		0.04
	管容器	0.04		0.02

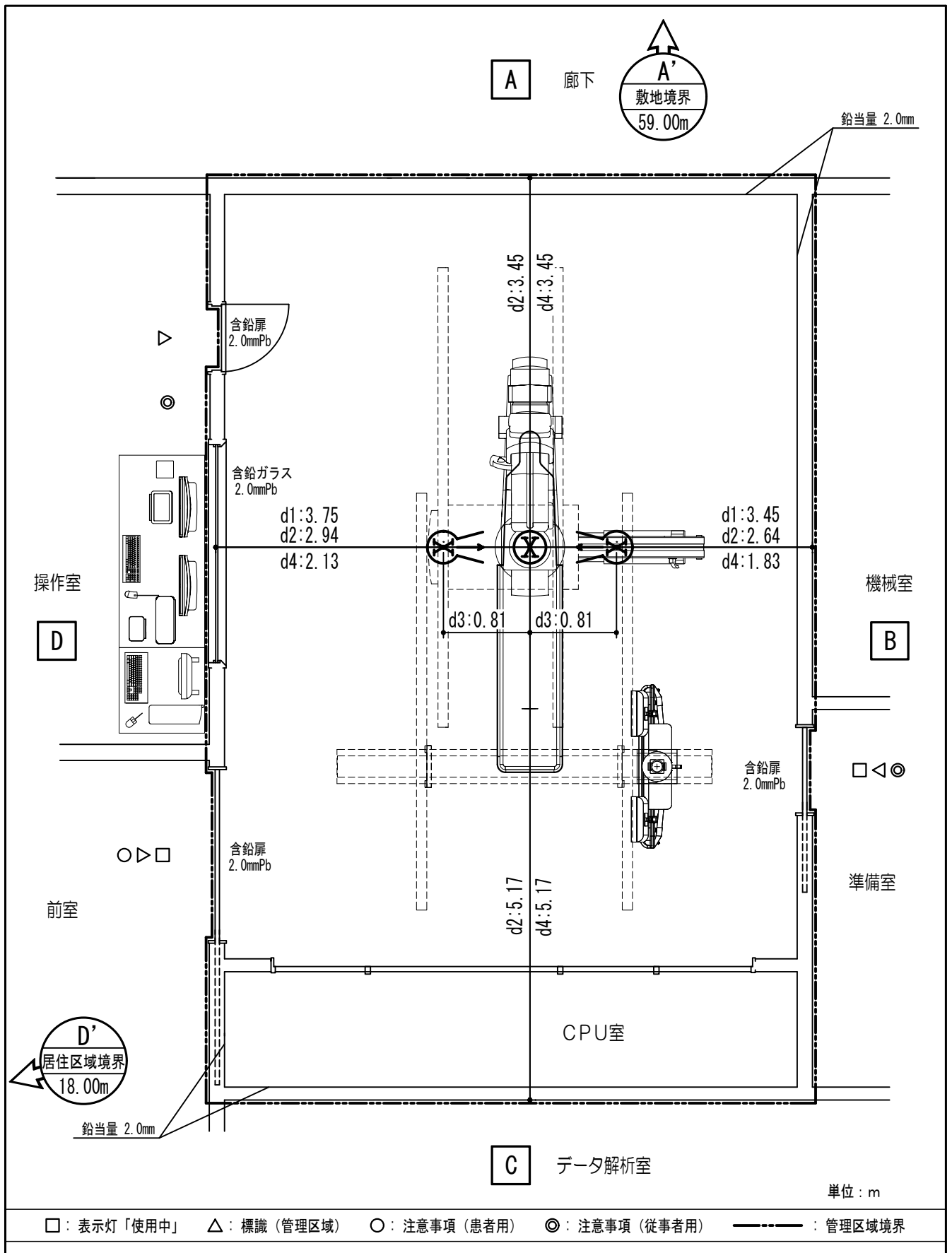


図4.3.3 循環器用X線診断装置 床置き管球 透視・撮影 平面図

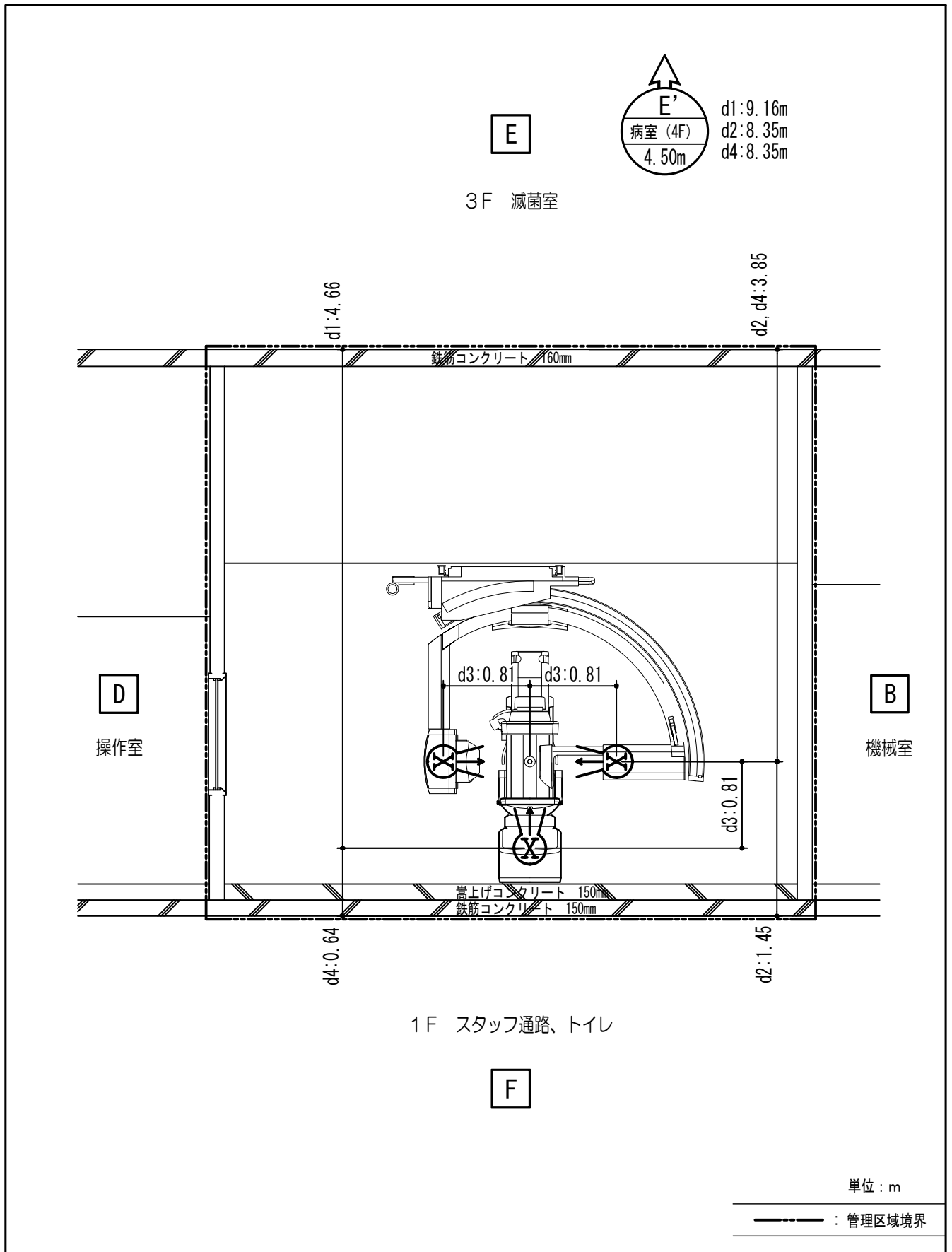


図4.3.4 循環器用X線診断装置 床置き管球 透視・撮影 断面図



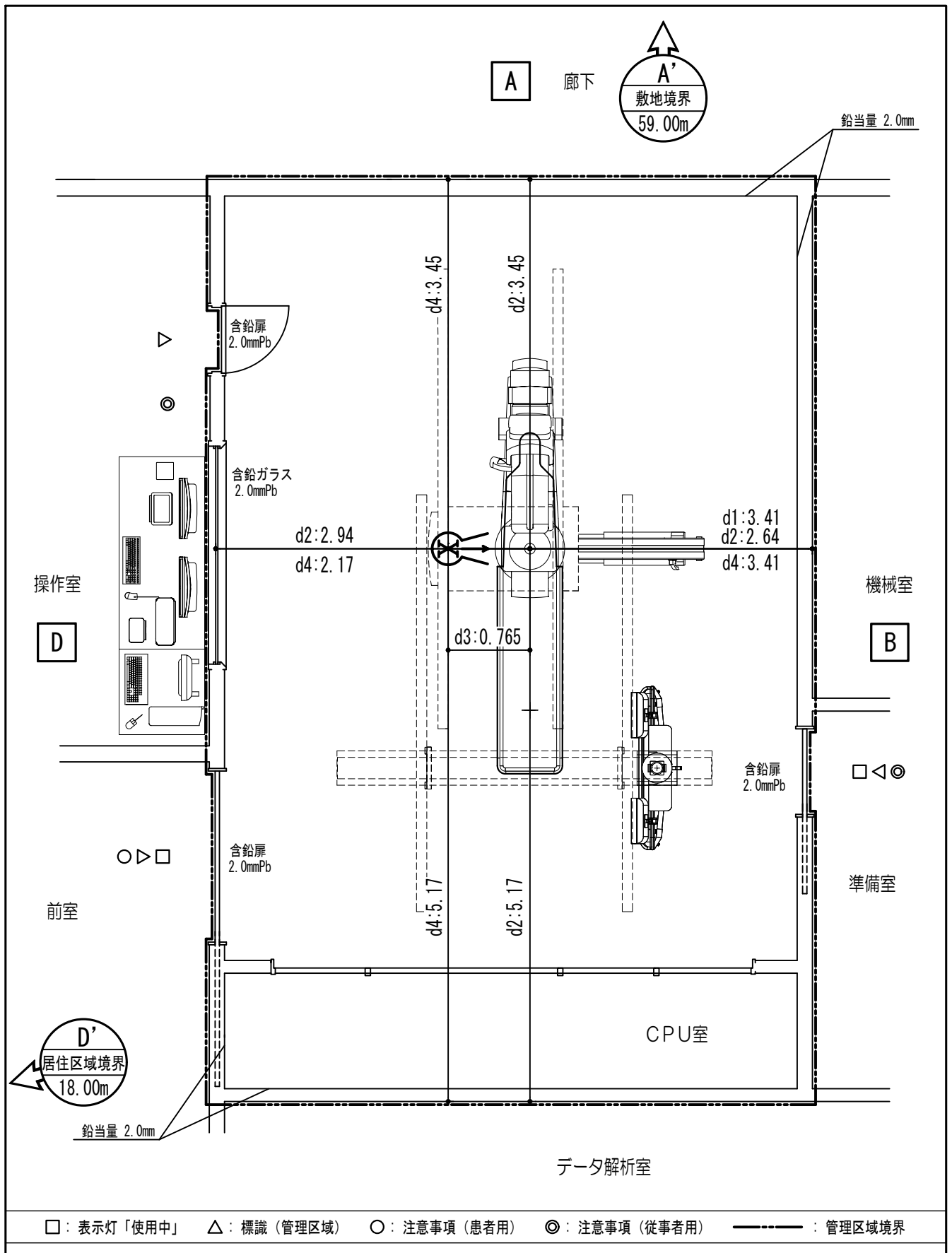


図4.3.5 循環器用X線診断装置 天井吊管球 透視・撮影 平面図

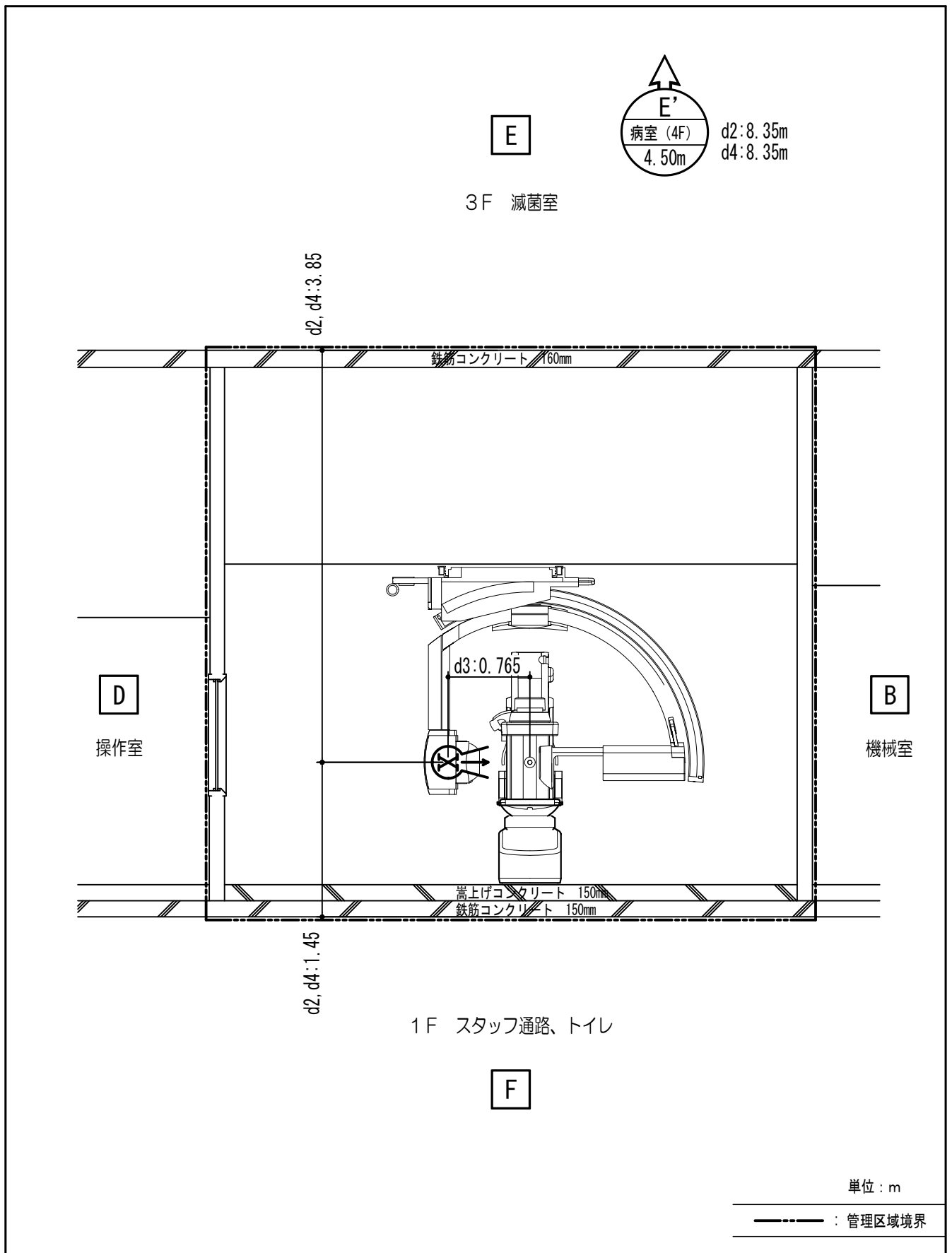


図4.3.6 循環器用X線診断装置 天井吊管球 透視・撮影 断面図

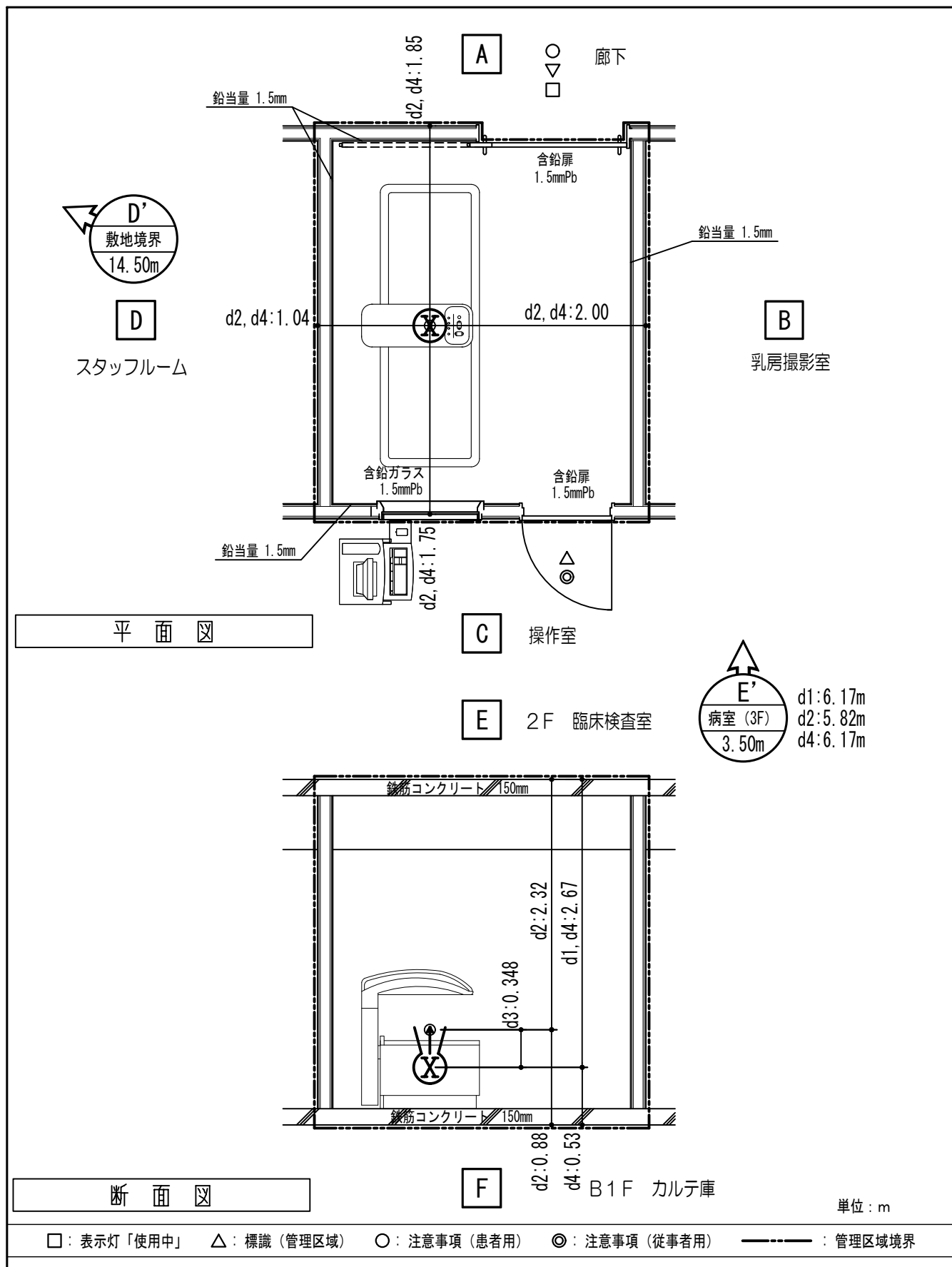


図4.4.1 X線骨密度測定装置 (全身用) X線骨密度測定 平面・断面図

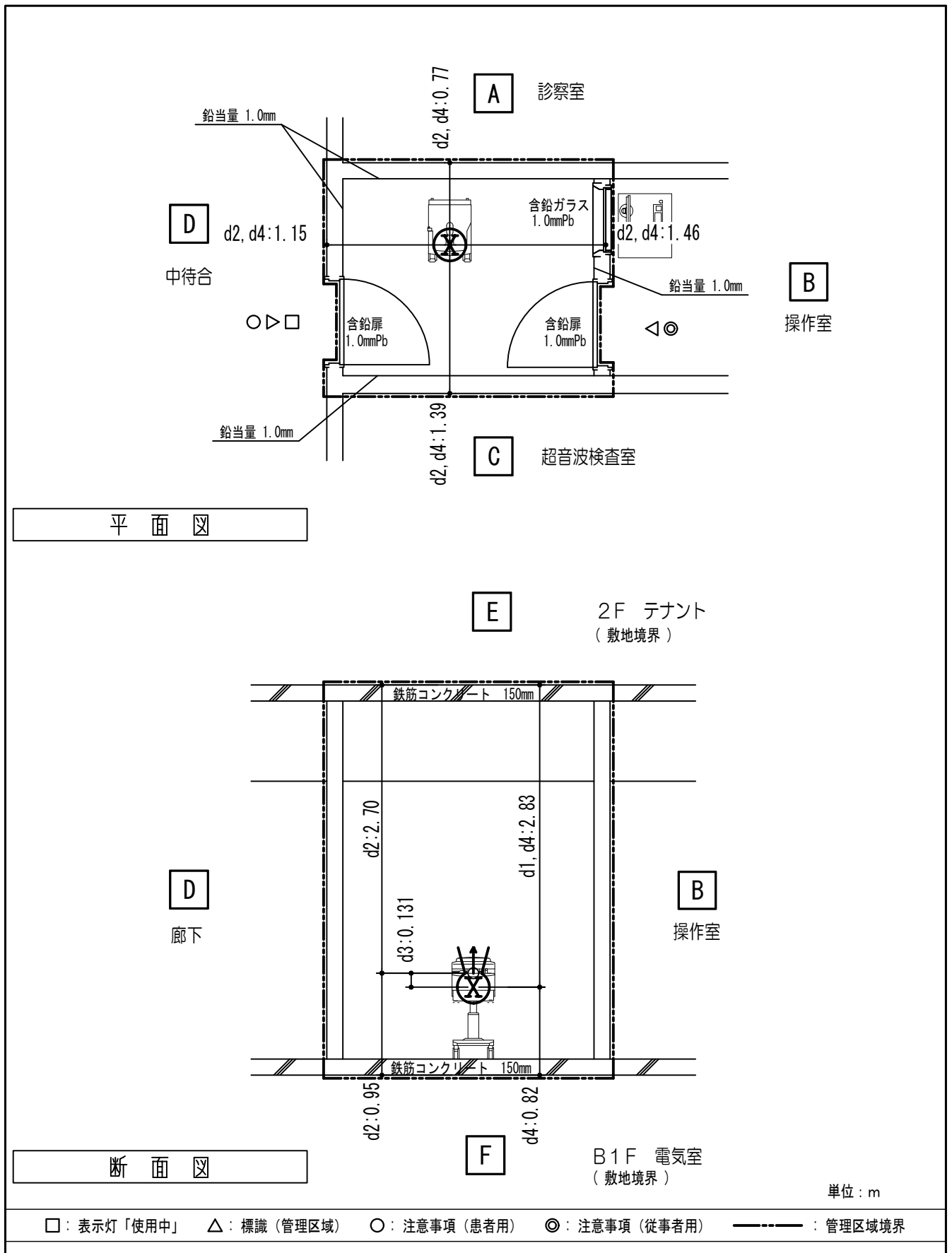


図4.4.2 X線骨密度測定装置 (前腕用) X線骨密度測定 平面・断面図

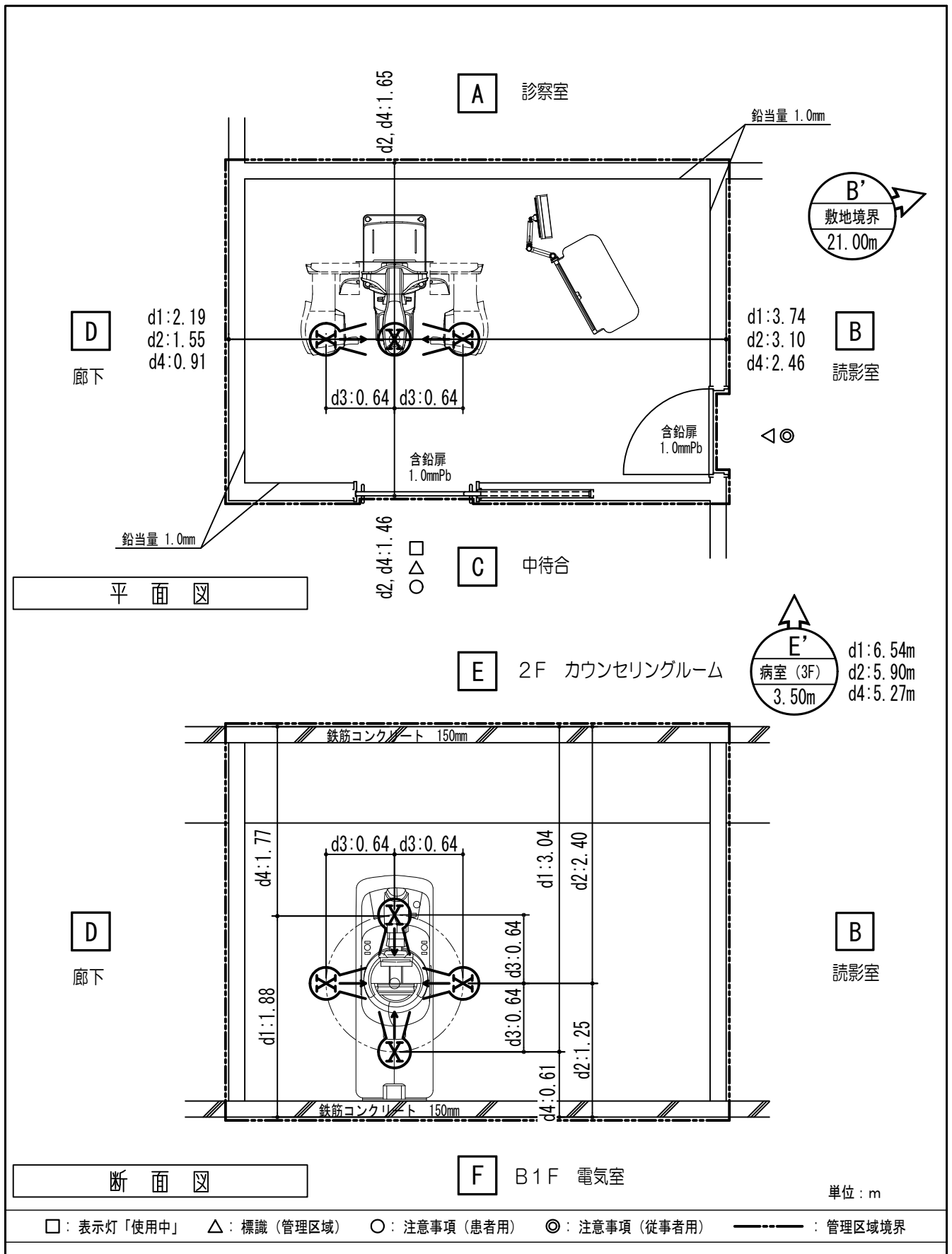


図4.5 乳房用X線診断装置 乳房撮影 平面図・断面図

## (参考) 遮へい計算例

- ・ 遮へい計算書例① 一般撮影室.....110
- ・ 遮へい計算書例② X線テレビ室 立位臥位 一括 .....119
- ・ 遮へい計算書例③ X線テレビ室 立位臥位 分割 .....128
- ・ 遮へい計算書例④ 歯科 X線診療室.....141
- ・ 遮へい計算書例⑤ ハイブリッド手術室 .....159

## (参考)遮へい計算書例①

一般撮影室 遮へい計算書

A 病 院 様

※この遮へい計算書の結果は、装置概要、装置レイアウト、遮へい計算条件、防護概要等の変更がない場合に限る。

一般撮影室 遮へい計算は、厚生労働省医政局長通知(医政発0315第4号、平成31年3月15日)「病院又は診療所における診療用放射線の取扱いについて」による。

## 1. 計算条件

下記の通り、管理区域境界，病室，敷地境界における漏えい線量の計算を行う。

### 1) 使用条件

#### 【立位撮影】

稼働日数	.....	5.5	日/週
撮影人数	.....	30	人/日
管電圧	.....	120	kV
管電流	.....	100	mA
撮影時間	.....	0.036	秒/回
撮影回数	.....	2	回/人

#### 【臥位撮影】

稼働日数	.....	5.5	日/週
撮影人数	.....	15	人/日
管電圧	.....	74	kV
管電流	.....	200	mA
撮影時間	.....	0.08	秒/回
撮影回数	.....	2	回/人

2) コンクリートの空気カーマ透過率については、密度2.10g/cm<sup>3</sup>に補正して計算を行った。

3) 病院敷地内に居住区域は無い。

## 2. 計算

### 【立位撮影】

#### 1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: B

B方向(E<sub>p</sub>)は、次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_p &= \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2} \\
 &= \frac{110.0 \times 8.03E-04 \times 15,444 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.62^2} \\
 &= 284.78 (\mu \text{Sv}/3\text{月間})
 \end{aligned}$$

X : 110.0 (μ Gy/mAs)

D<sub>t</sub> : 鉛 2.0mm の 透 過 率 : 8.03E-04

W : 15,444 (mAs/3月間)

E/K<sub>a</sub>: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

d<sub>1</sub> : (B:2.62m)

Bについて計算を行った。



## 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 病室, 敷地境界

A方向 ( $E_s$ )は、次式より求める。

$$E_s = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{110.0 \times 8.03E-04 \times 15,444 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.41^2 \times 2.00^2} \times \frac{0.0020 \times 1600}{400}$$

$$= 0.67 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

X : 110.0 ( $\mu$  Gy/mAs)

$D_t$  : 鉛 2.0mm の透過率 : 8.03E-04

W : 15,444 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.20/100=0.0020

F : 1600 ( $\text{cm}^2$ )

$d_2$  : (A:2.41m) (B:0.62m) (C:1.17m) (D:4.78m) (E:2.90m) (F:1.55m) (病室:6.70m) (敷地境界:11.00m)

$d_3$  : (A:2.00m) (B:2.00m) (C:2.00m) (D:2.00m) (E:2.00m) (F:2.00m) (病室:2.00m) (敷地境界:2.00m)

A, B, C, D, E, F, 病室, 敷地境界について計算を行った。

## 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 病室, 敷地境界

A方向 ( $E_L$ )は、次式より求める。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{1000 \times 0.04 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.53^2} \times 1.05E-02$$

$$= 0.09 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

$X_L$  : (第30条第1号ホ) X線管容器からの空気カーマ率1mGy/h  $\times$  1000  $\mu$  Gy/mGy=1000 ( $\mu$  Gy/h)

$t_w$  : 0.04 (h/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

半価層 (鉛 2.0mm) の透過率 : 1.05E-02

$d_4$  : (A:2.53m) (B:2.62m) (C:1.13m) (D:2.78m) (E:2.90m) (F:1.55m) (病室:6.70m) (敷地境界:11.00m)

A, B, C, D, E, F, 病室, 敷地境界について計算を行った。

## 【臥位撮影】

## 1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: F

F方向( $E_p$ )は、次式より求める。

$$E_p = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2}$$

$$= \frac{40.7 \times 1.31E-08 \times 34,320 \times 1.417 \times 1 \times 1}{2.00^2}$$

$$= 0.006 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

X : 40.7 ( $\mu$  Gy/mAs) $D_t$  : コンクリート350mmの透過率: 1.31E-08

W : 34,320 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.417 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

 $d_1$  : (F:2.00m)

Fについて計算を行った。

## 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 病室, 敷地境界

A方向 ( $E_s$ )は、次式より求める。

$$E_s = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{40.7 \times 5.15E-06 \times 34,320 \times 1.417 \times 1 \times 1}{2.96^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1600}{400}$$

$$= 0.008 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

X : 40.7 ( $\mu$  Gy/mAs) $D_t$  : 鉛 2.0mm の透過率 : 5.15E-06

W : 34,320 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.417 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 1600 (cm<sup>2</sup>) $d_2$  : (A:2.96m) (B:3.11m) (C:1.94m) (D:2.29m) (E:3.45m) (F:1.00m) (病室:7.25m) (敷地境界:11.00m) $d_3$  : (A:1.00m) (B:1.00m) (C:1.00m) (D:1.00m) (E:1.00m) (F:1.00m) (病室:1.00m) (敷地境界:1.00m)

A, B, C, D, E, F, 病室, 敷地境界について計算を行った。

## 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 病室, 敷地境界

A方向 ( $E_L$ ) は、次式より求める。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{1000 \times 0.05 \times 1.417 \times 1 \times 1}{2.96^2} \times 6.16E-05$$

$$= 0.0005 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

$X_L$  : (第30条第1号ホ) X線管容器からの空気カーマ率  $1\text{mGy}/\text{h} \times 1000 \mu \text{ Gy}/\text{mGy} = 1000 (\mu \text{ Gy}/\text{h})$

$t_w$  : 0.05 (h/3月間)

$E/K_a$ : 1.417 (Sv/Gy)

$U$  : 1

$T$  : 1

半価層 (鉛 2.0mm) の透過率 : 6.16E-05

$d_4$  : (A:2.96m) (B:3.11m) (C:1.94m) (D:2.29m) (E:2.45m) (F:2.00m) (病室:6.25m) (敷地境界:11.00m)

A, B, C, D, E, F, 病室, 敷地境界について計算を行った。

## 3. 結果

以上の計算結果(2)(3)表を得た。よって、管理区域境界, 病室, 敷地境界における漏えい線量は、実効線量限度以下である。

X線診療室遮へい計算表 (1)

施設名		A病院	
X線診療室名		一般撮影室	
装置名		SHM-150D	SHM-150D
撮影方法		立位撮影	臥位撮影
透視条件	稼動日数 (日/週)		
	透視人数 (人/日)		
	管電圧 (kV)		
	管電流 (mA)		
	透視時間 (分/1人)		
	1週間の延透視時間 (s/週)		
撮影条件	稼動日数 (日/週)	5.5	5.5
	撮影人数 (人/日)	30	15
	管電圧 (kV)	120	74
	管電流 (mA)	100	200
	撮影時間 (秒/1回)	0.036	0.080
	撮影回数 (回/人)	2	2
	1週間の延撮影時間 (s/週)	11.9	13.2
その他の条件	X : 空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA s}$ )	110.0	40.7
	W : 3月間の実効稼動負荷 ( $\text{mA s}/3\text{月間}$ )	15,444	34,320
	(E/Ka) : 換算係数 ( $\text{Sv}/\text{Gy}$ )	1.433	1.417
	U : 使用係数	1	1
	T : 居住係数	1	1
	a : 空気カーマの百分率	0.0020	0.0018
	F : 照射野の大きさ ( $\text{cm}^2$ )	1,600	1,600
	$X_L$ : 管容器からの空気カーマ率 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1,000	1,000
	t <sub>w</sub> : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	0.04	0.05

X線診療室遮へい計算表(2)

集計2-1

X線診療室名		一般撮影室													
装置名		SHM-150D													
撮影方法		立位撮影													
評価方向	X線種別	対向遮へい物			遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )			コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)		
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率						
A	一次線														
	散乱線			2.0	8.03E-04						2.41	2.00		0.67	
	管容器			2.0		1.05E-02							2.53	0.09	
B	一次線			2.0	8.03E-04					2.62				284.78	
	散乱線			2.0	8.03E-04						0.62	2.00		10.17	
	管容器			2.0		1.05E-02							2.62	0.09	
C	一次線														
	散乱線			2.0	8.03E-04						1.17	2.00		2.86	
	管容器			2.0		1.05E-02							1.13	0.47	
D	一次線														
	散乱線			2.0	8.03E-04						4.78	2.00		0.17	
	管容器			2.0		1.05E-02							2.78	0.08	
E	一次線														
	散乱線						150	1.49E-03			2.90	2.00		0.86	
	管容器						150		8.11E-03				2.90	0.06	
F	一次線														
	散乱線						350	2.93E-06			1.55	2.00		0.006	
	管容器						350		1.32E-05				1.55	0.0003	
病室 E'	一次線														
	散乱線						150	1.49E-03			6.70	2.00		0.16	
	管容器						150		8.11E-03				6.70	0.01	
居住区域 境界	一次線														
	散乱線														
	管容器														
敷地境界 A'	一次線														
	散乱線			2.0	8.03E-04						11.00	2.00		0.03	
	管容器			2.0		1.05E-02							11.00	0.005	

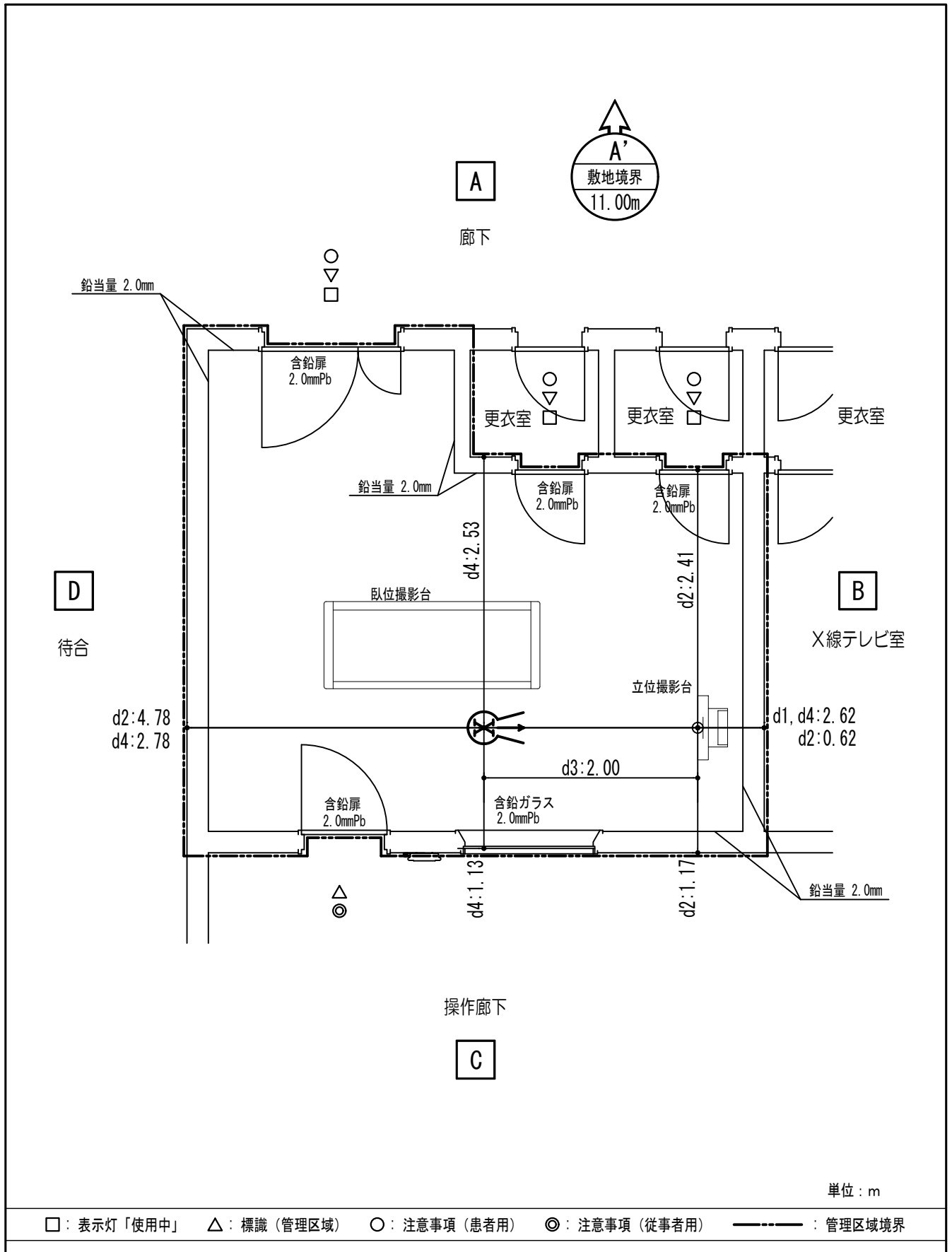
X線診療室遮へい計算表(2)

集計2-2

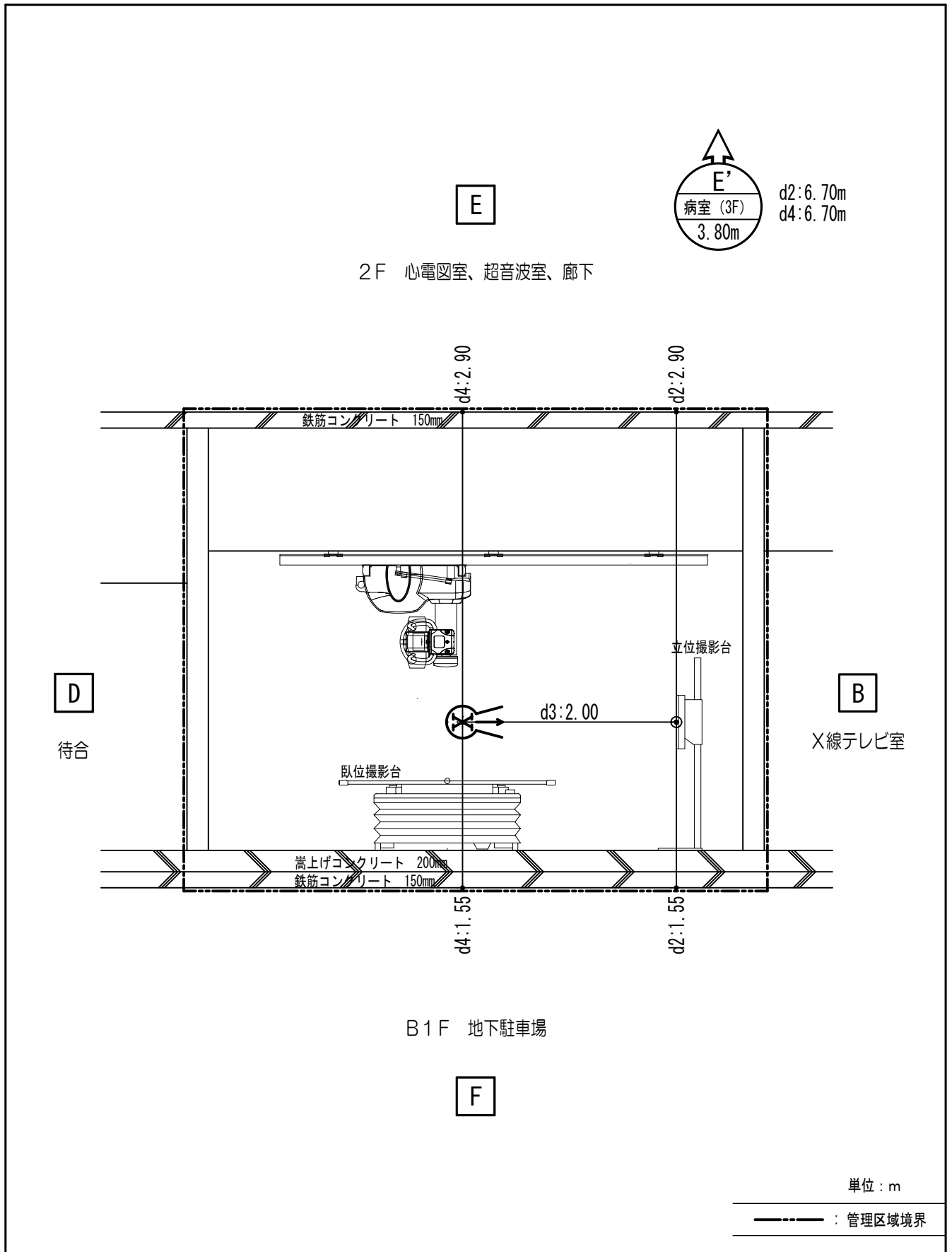
X線診療室名		一般撮影室												
装置名		SHM-150D												
撮影方法		臥位撮影												
評価方向	X線種別	対向遮へい物		遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )								
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	
A	一次線													
	散乱線			2.0	5.15E-06						2.96	1.00		0.008
	管容器			2.0		6.16E-05							2.96	0.0005
B	一次線													
	散乱線			2.0	5.15E-06						3.11	1.00		0.008
	管容器			2.0		6.16E-05							3.11	0.0005
C	一次線													
	散乱線			2.0	5.15E-06						1.94	1.00		0.02
	管容器			2.0		6.16E-05							1.94	0.001
D	一次線													
	散乱線			2.0	5.15E-06						2.29	1.00		0.01
	管容器			2.0		6.16E-05							2.29	0.0008
E	一次線													
	散乱線						150	5.82E-05			3.45	1.00		0.07
	管容器						150		1.06E-03				2.45	0.01
F	一次線						350	1.31E-08		2.00				0.006
	散乱線						350	1.31E-08			1.00	1.00		0.0002
	管容器						350		1.14E-07				2.00	0.000002
病室 E'	一次線													
	散乱線						150	5.82E-05			7.25	1.00		0.02
	管容器						150		1.06E-03				6.25	0.002
居住区域 境界	一次線													
	散乱線													
	管容器													
居住区域は無いので、計算を省略する。														
敷地境界 A'	一次線													
	散乱線			2.0	5.15E-06						11.00	1.00		0.0006
	管容器			2.0		6.16E-05							11.00	0.00004

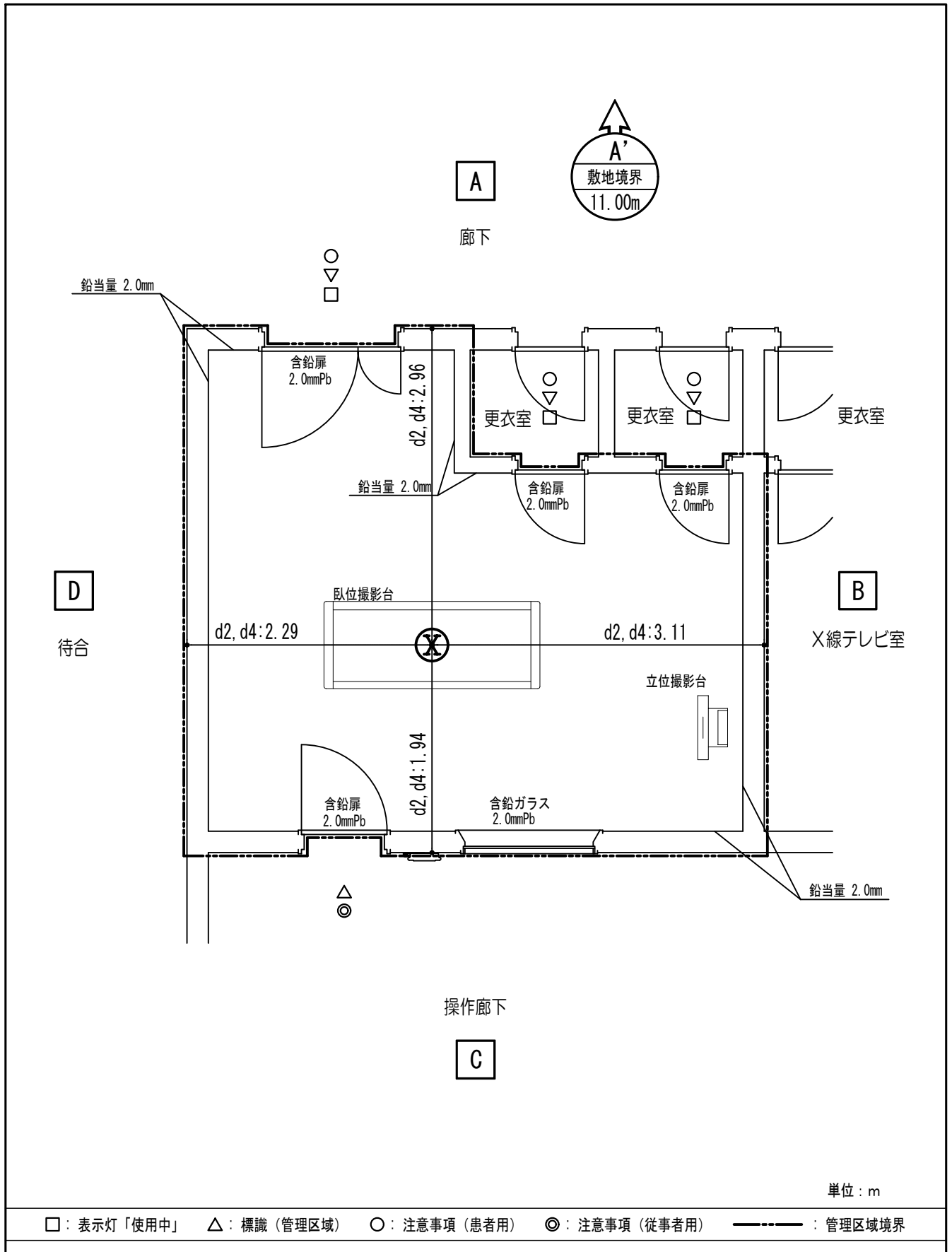
X線診療室遮へい計算表(3) 集計結果

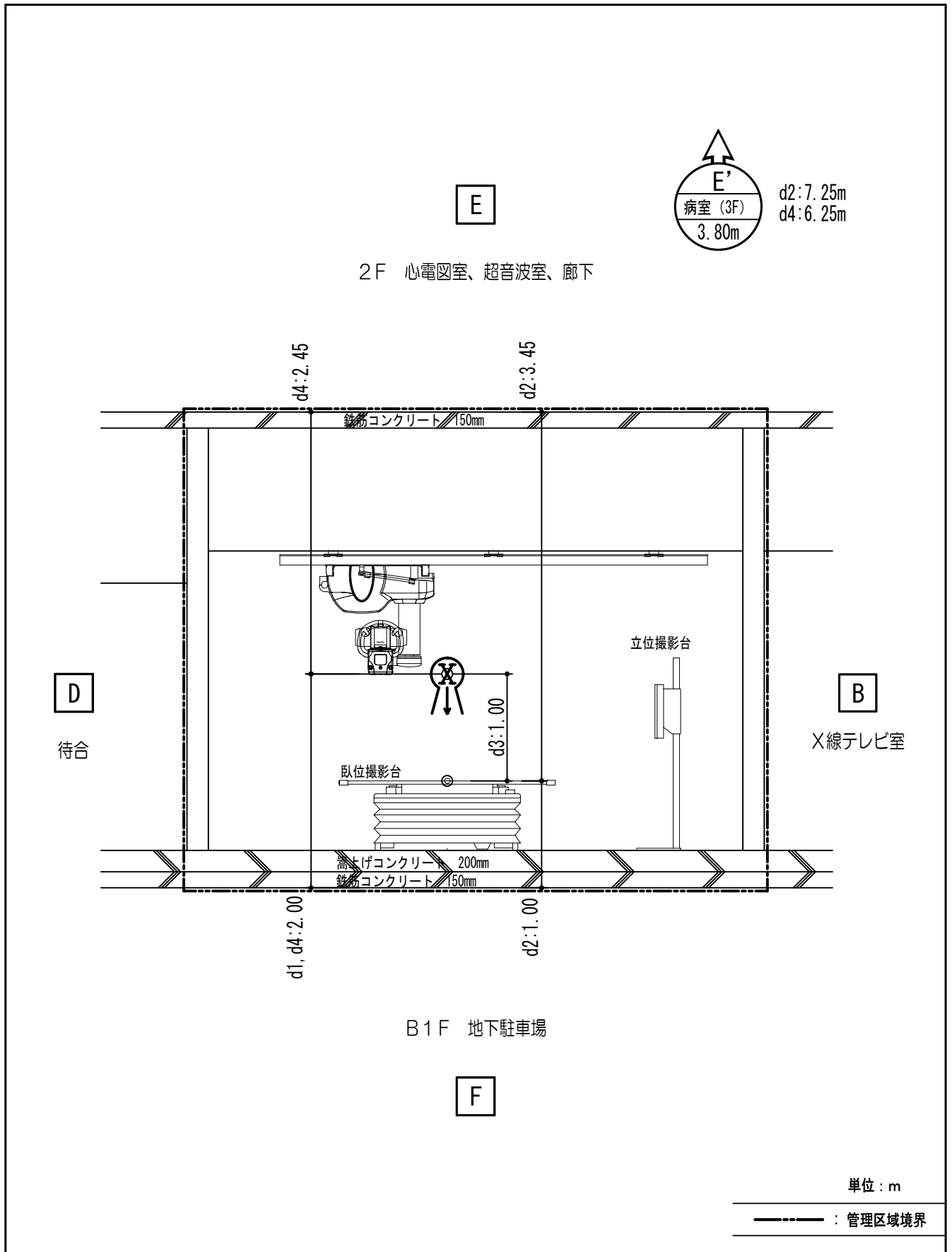
X線診療室名		一般撮影室			
装置名		SHM-150D	SHM-150D	漏えい線量 合計	実効線量限度
撮影方法		立位撮影	臥位撮影		
評価方向	X線種別	漏えい線量 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	漏えい線量 ( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )	( $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$ )
A	一次線			0.77	1300
	散乱線	0.67	0.008		
	管容器	0.09	0.0005		
B	一次線	284.78		295.05	1300
	散乱線	10.17	0.008		
	管容器	0.09	0.0005		
C	一次線			3.35	1300
	散乱線	2.86	0.02		
	管容器	0.47	0.001		
D	一次線			0.26	1300
	散乱線	0.17	0.01		
	管容器	0.08	0.0008		
E	一次線			1.00	1300
	散乱線	0.86	0.07		
	管容器	0.06	0.01		
F	一次線		0.006	0.01	1300
	散乱線	0.006	0.0002		
	管容器	0.0003	0.000002		
病室 E'	一次線			0.19	1300
	散乱線	0.16	0.02		
	管容器	0.01	0.002		
居住区域境界	一次線				
	散乱線	居住区域は無いので、計算を省略する。			
	管容器				
敷地境界 A'	一次線			0.04	250
	散乱線	0.03	0.0006		
	管容器	0.005	0.00004		











## (参考)遮へい計算書例②

X線テレビ室 遮へい計算書

A 病 院 様

※この遮へい計算書の結果は、装置概要、装置レイアウト、  
遮へい計算条件、防護概要等の変更がない場合に限る。

X線テレビ室 遮へい計算は、厚生労働省医政局長通知(医政発0315第4号、平成31年3月15日)「病院又は診療所における診療用放射線の取扱いについて」による。

## 1. 計算条件

下記の通り、管理区域境界、病室、敷地境界における漏えい線量の計算を行う。

### 1) 使用条件

#### 【透視】

稼働日数	.....	5	日/週
透視人数	.....	10	人/日
管電圧	.....	83	kV
管電流	.....	2.5	mA
透視時間	.....	5	分/人

#### 【撮影】

稼働日数	.....	5	日/週
撮影人数	.....	10	人/日
管電圧	.....	85	kV
管電流	.....	200	mA
撮影時間	.....	0.032	秒/回
撮影回数	.....	20	回/人

2) コンクリートの空気カーマ透過率については、密度 $2.10\text{g}/\text{cm}^3$ に補正して計算を行った。

3) 対向遮へい物 2.2 mmPb

4) E方向は病室

5) 病院敷地内に居住区域は無い。

## 2. 計算

### 1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: D, F

D方向( $E_p$ )は、対向遮へい物とコンクリートとの複合遮へい体が用いられているので次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_p &= \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\
 &= \frac{55.0 \times 3.55\text{E-}05 \times 570,700 \times 1.433 \times 1 \times 1}{3.04^2} \times 2.31\text{E-}03 \\
 &= 0.40 (\mu\text{Sv}/3\text{月間})
 \end{aligned}$$

X :  $55.0 (\mu\text{Gy}/\text{mAs})$

$D_t$  : 鉛2.2mm (対向遮へい物) の透過率:  $3.55\text{E-}05$

W :  $570,700 (\text{mAs}/3\text{月間})$

$E/K_a$ :  $1.433 (\text{Sv}/\text{Gy})$

U : 1

T : 1

半価層(コンクリート150mm)の透過率:  $2.31\text{E-}03$

$d_1$  : (D:3.04m) (F:2.21m)

D, Fについて計算を行った。

## 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 敷地境界

A方向 ( $E_s$ )は、次式より求める。

$$E_s = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{55.0 \times 1.80\text{E-}04 \times 570,700 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1130}{400}$$

$$= 10.29 (\mu\text{Sv}/3\text{月間})$$

X : 55.0 ( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )

$D_t$  : コンクリート150mmの透過率: 1.80E-04

W : 570,700 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 1130 ( $\text{cm}^2$ )

$d_2$  : (A:2.00m) (B:2.83m) (C:2.36m) (D:1.78m) (E:2.91m) (F:1.21m) (敷地境界:21.00m)

$d_3$  : (A:1.00m) (B:1.00m) (C:1.00m) (D:1.00m) (E:1.00m) (F:1.00m) (敷地境界:1.00m)

A, B, C, D, E, F, 敷地境界について計算を行った。

## 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 敷地境界

A方向 ( $E_L$ )は、次式より求める。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{1000 \times 54.28 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.78^2} \times 5.10\text{E-}03$$

$$= 125.20 (\mu\text{Sv}/3\text{月間})$$

$X_L$  : (第30条第1号ホ)X線管容器からの空気カーマ率1mGy/h $\times$ 1000  $\mu\text{Gy}/\text{mGy}$ =1000 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )

$t_w$  : 54.28 (h/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

半価層 (鉛 1.5mm) の透過率: 5.10E-03

$d_4$  : (A:1.78m) (B:1.83m) (C:2.36m) (D:1.78m) (E:2.24m) (F:1.54m) (敷地境界:21.00m)

A, B, C, D, E, F, 敷地境界について計算を行った。

### 3. 結果

以上の計算結果(2)(3)表を得た。よって、管理区域境界、病室、敷地境界における漏えい線量は、実効線量限度以下である。

X線診療室遮へい計算表(1)

施設名		A病院
X線診療室名		X線テレビ室
装置名		ABB-01H
撮影方法		透視・撮影
透視条件	稼働日数 (日/週)	5
	透視人数 (人/日)	10
	管電圧 (kV)	83
	管電流 (mA)	2.5
	透視時間 (分/1人)	5
	1週間の延透視時間 (s/週)	15,000
撮影条件	稼働日数 (日/週)	5
	撮影人数 (人/日)	10
	管電圧 (kV)	85
	管電流 (mA)	200
	撮影時間 (秒/1回)	0.032
	撮影回数 (回/人)	20
	1週間の延撮影時間 (s/週)	32
その他の条件	X : 空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA s}$ )	55.0
	W : 3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA s}/3\text{月間}$ )	570,700
	(E/Ka) : 換算係数 ( $\text{Sv}/\text{Gy}$ )	1.433
	U : 使用係数	1
	T : 居住係数	1
	a : 空気カーマの百分率	0.0018
	F : 照射野の大きさ ( $\text{cm}^2$ )	1,130
	X <sub>L</sub> : 管容器からの空気カーマ率 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1,000
	t <sub>w</sub> : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	54.28



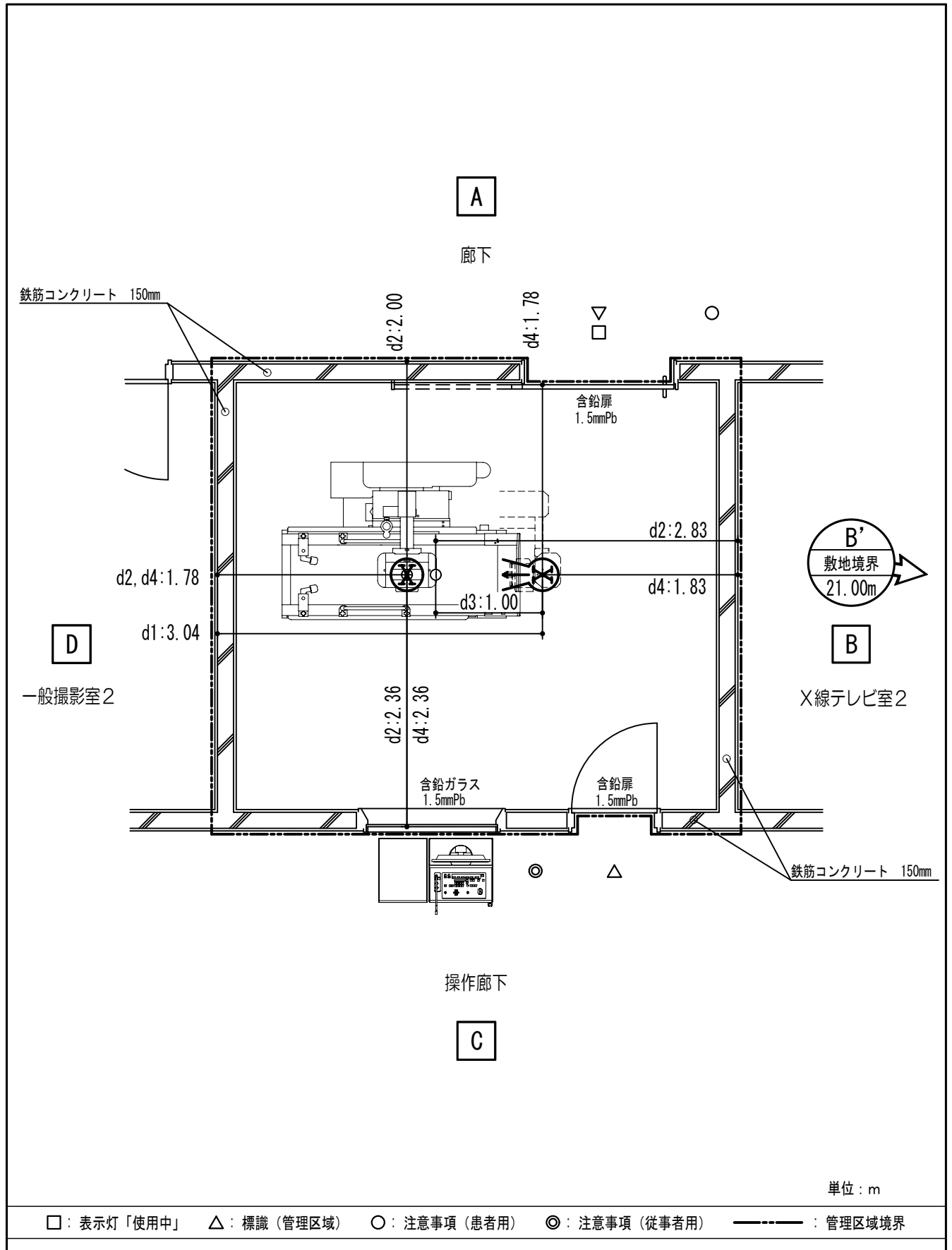
X線診療室遮へい計算表 (2)

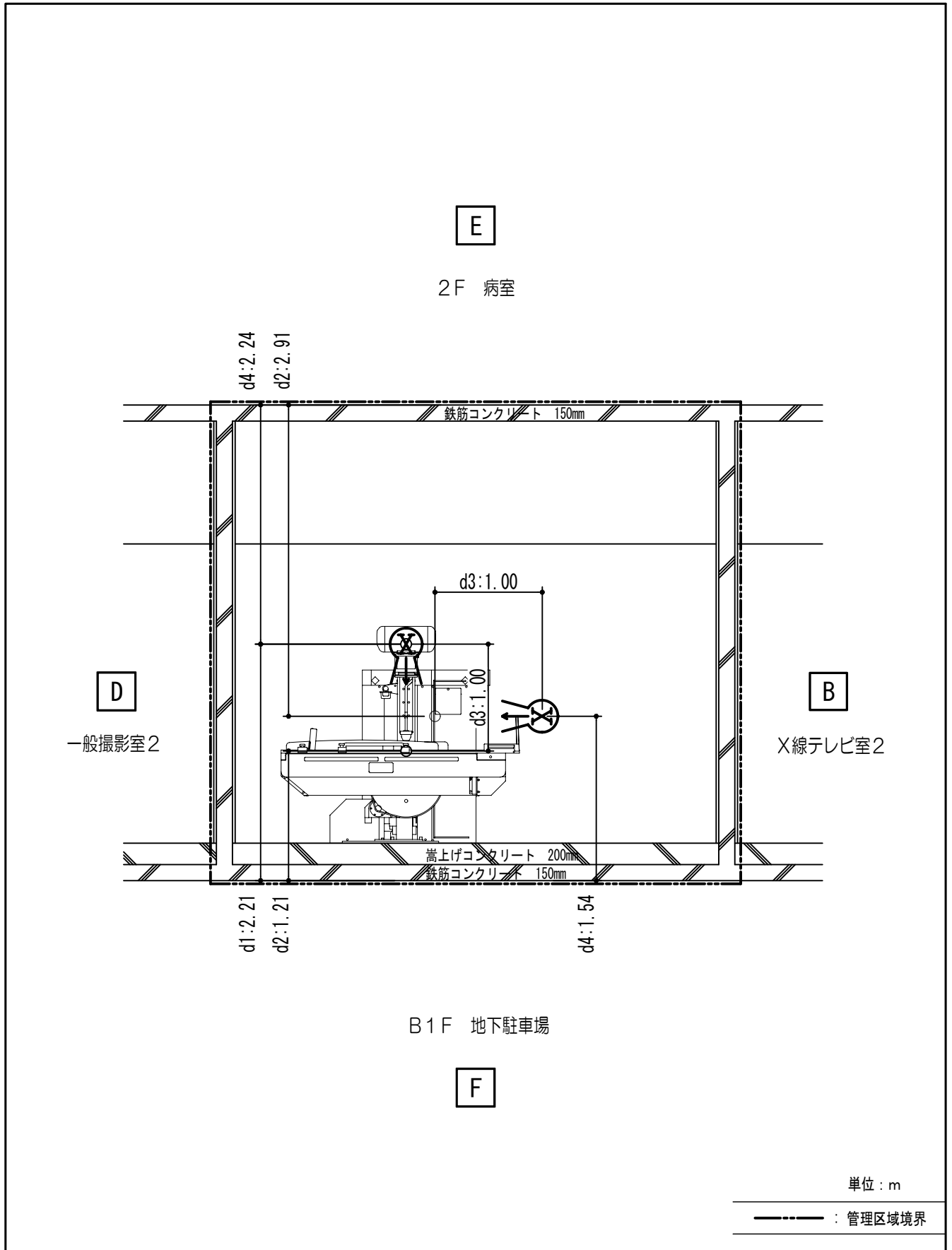
集計 2-1

X線診療室名		X線テレビ室												
装置名		ABB-01H												
撮影方法		透視・撮影												
評価方向	X線種別	対向遮へい物		遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )			コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率					
A	一次線													
	散乱線						150	1.80E-04			2.00	1.00		10.29
	管容器			1.5		5.10E-03							1.78	125.20
B	一次線													
	散乱線						150	1.80E-04			2.83	1.00		5.14
	管容器						150		2.31E-03				1.83	53.65
C	一次線													
	散乱線			1.5	4.20E-04						2.36	1.00		17.25
	管容器			1.5		5.10E-03							2.36	71.22
D	一次線	2.2	3.55E-05				150		2.31E-03	3.04				0.40
	散乱線						150	1.80E-04			1.78	1.00		12.99
	管容器						150		2.31E-03				1.78	56.71
E 病室	一次線													
	散乱線						150	1.80E-04			2.91	1.00		4.86
	管容器						150		2.31E-03				2.24	35.81
F	一次線	2.2	3.55E-05				350		7.02E-07	2.21				0.0002
	散乱線						350	8.43E-08			1.21	1.00		0.01
	管容器						350		7.02E-07				1.54	0.02
居住区域 境界	一次線													
	散乱線			居住区域は無いので、計算を省略する。										
	管容器													
敷地境界 B'	一次線													
	散乱線						150	1.80E-04			21.00	1.00		0.09
	管容器						150		2.31E-03				21.00	0.41

X線診療室遮へい計算表(3) 集計結果

X線診療室名		X線テレビ室			
装置名		ABB-01H		漏えい線量 合計	実効線量限度
撮影方法		透視・撮影			
評価方向	X線種別	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)		( $\mu$ Sv/3月間)	( $\mu$ Sv/3月間)
A	一次線			135.49	1300
	散乱線		10.29		
	管容器		125.20		
B	一次線			58.79	1300
	散乱線		5.14		
	管容器		53.65		
C	一次線			88.47	1300
	散乱線		17.25		
	管容器		71.22		
D	一次線		0.40	70.10	1300
	散乱線		12.99		
	管容器		56.71		
E 病室	一次線			40.67	1300
	散乱線		4.86		
	管容器		35.81		
F	一次線		0.0002	0.03	1300
	散乱線		0.01		
	管容器		0.02		
居住区域境界	一次線				
	散乱線	居住区域は無いので、計算を省略する。			
	管容器				
敷地境界 B'	一次線			0.50	250
	散乱線		0.09		
	管容器		0.41		





## (参考)遮へい計算書例③

X線テレビ室 遮へい計算書

A 病 院 様

※この遮へい計算書の結果は、装置概要、装置レイアウト、  
遮へい計算条件、防護概要等の変更がない場合に限る。

X線テレビ室 遮へい計算は、厚生労働省医政局長通知(医政発0315第4号、平成31年3月15日)「病院又は診療所における診療用放射線の取扱いについて」による。

## 1. 計算条件

下記の通り、管理区域境界，病室，敷地境界における漏えい線量の計算を行う。

### 1) 使用条件

#### 【立位 透視・撮影】

##### 《透視》

稼働日数	.....	5	日/週
透視人数	.....	10	人/日
管電圧	.....	83	kV
管電流	.....	2.5	mA
透視時間	.....	3	分/人

##### 《撮影》

稼働日数	.....	5	日/週
撮影人数	.....	10	人/日
管電圧	.....	85	kV
管電流	.....	200	mA
撮影時間	.....	0.032	秒/回
撮影回数	.....	12	回/人

#### 【臥位 透視・撮影】

##### 《透視》

稼働日数	.....	5	日/週
透視人数	.....	10	人/日
管電圧	.....	83	kV
管電流	.....	2.5	mA
透視時間	.....	2	分/人

##### 《撮影》

稼働日数	.....	5	日/週
撮影人数	.....	10	人/日
管電圧	.....	85	kV
管電流	.....	200	mA
撮影時間	.....	0.032	秒/回
撮影回数	.....	8	回/人

2) コンクリートの空気カーマ透過率については、密度 $2.10\text{g/cm}^3$ に補正して計算を行った。

3) 対向遮へい物 2.2 mmPb

4) E方向は病室。

5) 病院敷地内に居住区域は無い。

## 2. 計算

### 【立位 透視・撮影】

1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: D

D方向 ( $E_p$ )は、対向遮へい物とコンクリートとの複合遮へい体がいわれているので次式より求める。

$$E_p = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{55.0 \times 3.55E-05 \times 342,420 \times 1.433 \times 1 \times 1}{3.04^2} \times 2.31E-03$$

$$= 0.24 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

X : 55.0 ( $\mu \text{ Gy}/\text{mAs}$ )

$D_t$  : 鉛2.2mm (対向遮へい物)の透過率 : 3.55E-05

W : 342,420 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

半価層 (コンクリート150mm)の透過率 : 2.31E-03

$d_1$  : (D:3.04m)

Dについて計算を行った。

## 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 敷地境界

A方向 ( $E_s$ )は、次式より求める。

$$E_s = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{55.0 \times 1.80E-04 \times 342,420 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1130}{400}$$

$$= 6.18 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

X : 55.0 ( $\mu \text{ Gy}/\text{mAs}$ )

$D_t$  : コンクリート150mmの透過率 : 1.80E-04

W : 342,420 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 1130 ( $\text{cm}^2$ )

$d_2$  : (A:2.00m) (B:2.83m) (C:2.36m) (D:2.04m) (E:2.91m) (F:1.54m) (敷地境界:21.00m)

$d_3$  : (A:1.00m) (B:1.00m) (C:1.00m) (D:1.00m) (E:1.00m) (F:1.00m) (敷地境界:1.00m)

A, B, C, D, E, F, 敷地境界について計算を行った。

## 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 敷地境界

A方向 ( $E_L$ )は、次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1/4/2} \\
 &= \frac{1000 \times 32.57 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.78^2} \times 5.10E-03 \\
 &= 75.13 (\mu \text{Sv}/3\text{月間})
 \end{aligned}$$

$X_L$  : (第30条第1号ホ)X線管容器からの空気カーマ率1mGy/h×1000 μ Gy/mGy=1000 (μ Gy/h)

$t_w$  : 32.57(h/3月間)

$E/K_a$ : 1.433(Sv/Gy)

$U$  : 1

$T$  : 1

半価層(鉛1.5mm)の透過率: 5.10E-03

$d_4$  : (A:1.78m)(B:1.83m)(C:2.40m)(D:3.04m)(E:2.91m)(F:1.54m)(敷地境界:21.00m)

A, B, C, D, E, F, 敷地境界について計算を行った。

### 【臥位 透視・撮影】

#### 1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: F

F方向( $E_p$ )は、対向遮へい物とコンクリートとの複合遮へい体を用いられているので次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_p &= \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1/4/2} \\
 &= \frac{55.0 \times 3.55E-05 \times 228,280 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.21^2} \times 7.02E-07 \\
 &= 0.00009 (\mu \text{Sv}/3\text{月間})
 \end{aligned}$$

$X$  : 55.0 (μ Gy/mAs)

$D_t$  : 鉛2.2mm(対向遮へい物)の透過率: 3.55E-05

$W$  : 228,280(mAs/3月間)

$E/K_a$ : 1.433(Sv/Gy)

$U$  : 1

$T$  : 1

半価層(コンクリート350mm)の透過率: 7.02E-07

$d_1$  : (F:2.21m)

Fについて計算を行った。

#### 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 敷地境界

A方向( $E_s$ )は、次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_s &= \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \\
 &= \frac{55.0 \times 1.80E-04 \times 228,280 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1130}{400}
 \end{aligned}$$



$$= 4.12 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

$$X : 55.0 (\mu \text{ Gy}/\text{mAs})$$

$$D_t : \text{コンクリート150mmの透過率} : 1.80\text{E-}04$$

$$W : 228,280 (\text{mAs}/3\text{月間})$$

$$E/K_a : 1.433 (\text{Sv}/\text{Gy})$$

$$U : 1$$

$$T : 1$$

$$a : 0.18/100=0.0018$$

$$F : 1130 \quad (\text{cm}^2)$$

$$d_2 : (\text{A}:2.00\text{m}) (\text{B}:3.10\text{m}) (\text{C}:2.36\text{m}) (\text{D}:1.78\text{m}) (\text{E}:3.24\text{m}) (\text{F}:1.21\text{m}) (\text{敷地境界}:21.00\text{m})$$

$$d_3 : (\text{A}:1.00\text{m}) (\text{B}:1.00\text{m}) (\text{C}:1.00\text{m}) (\text{D}:1.00\text{m}) (\text{E}:1.00\text{m}) (\text{F}:1.00\text{m}) (\text{敷地境界}:1.00\text{m})$$

A, B, C, D, E, F, 敷地境界について計算を行った。

### 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 敷地境界

A方向 ( $E_L$ )は、次式より求める。

$$\begin{aligned} E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{1000 \times 21.71 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2} \times 2.31\text{E-}03 \\ &= 17.97 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間}) \end{aligned}$$

$$X_L : (\text{第30条第1号ホ})\text{X線管容器からの空気カーマ率} 1\text{mGy}/\text{h} \times 1000 \mu \text{ Gy}/\text{mGy} = 1000 (\mu \text{ Gy}/\text{h})$$

$$t_w : 21.71 (\text{h}/3\text{月間})$$

$$E/K_a : 1.433 (\text{Sv}/\text{Gy})$$

$$U : 1$$

$$T : 1$$

半価層 (コンクリート150mm)の透過率: 2.31E-03

$$d_4 : (\text{A}:2.00\text{m}) (\text{B}:3.10\text{m}) (\text{C}:2.36\text{m}) (\text{D}:1.78\text{m}) (\text{E}:2.24\text{m}) (\text{F}:2.21\text{m}) (\text{敷地境界}:21.00\text{m})$$

A, B, C, D, E, F, 敷地境界について計算を行った。

### 3. 結果

以上の計算結果(2)(3)表を得た。よって、管理区域境界, 病室, 敷地境界における漏えい線量は、実効線量限度以下である。

X線診療室遮へい計算表 (1)

施設名		A病院	
X線診療室名		X線テレビ室	
装置名		ABB-01H	ABB-01H
撮影方法		立位 透視・撮影	臥位 透視・撮影
透視条件	稼働日数 (日/週)	5	5
	透視人数 (人/日)	10	10
	管電圧 (kV)	83	83
	管電流 (mA)	2.5	2.5
	透視時間 (分/1人)	3	2
	1週間の延透視時間 (s/週)	9,000	6,000
撮影条件	稼働日数 (日/週)	5	5
	撮影人数 (人/日)	10	10
	管電圧 (kV)	85	85
	管電流 (mA)	200	200
	撮影時間 (秒/1回)	0.032	0.032
	撮影回数 (回/人)	12	8
	1週間の延撮影時間 (s/週)	19.2	12.8
その他の条件	X : 空気カーマ ( $\mu Gy/mAs$ )	55.0	55.0
	W : 3月間の実効稼働負荷 ( $mA s/3月間$ )	342,420	228,280
	(E/Ka) : 換算係数 (Sv/Gy)	1.433	1.433
	U : 使用係数	1	1
	T : 居住係数	1	1
	a : 空気カーマの百分率	0.0018	0.0018
	F : 照射野の大きさ ( $cm^2$ )	1,130	1,130
	X <sub>L</sub> : 管容器からの空気カーマ率 ( $\mu Gy/h$ )	1,000	1,000
t <sub>w</sub> : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	32.57	21.71	

X線診療室遮へい計算表 (2)

集計 2-1

X線診療室名		X線テレビ室													
装置名		ABB-01H													
撮影方法		立位 透視・撮影													
評価方向	X線種別	対向遮へい物		遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)	
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )			コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)		
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率						
A	一次線														
	散乱線						150	1.80E-04			2.00	1.00		6.18	
	管容器			1.5		5.10E-03							1.78	75.13	
B	一次線														
	散乱線						150	1.80E-04			2.83	1.00		3.08	
	管容器						150		2.31E-03				1.83	32.19	
C	一次線														
	散乱線			1.5	4.20E-04						2.36	1.00		10.35	
	管容器						150		2.31E-03				2.40	18.72	
D	一次線	2.2	3.55E-05				150		2.31E-03	3.04				0.24	
	散乱線						150	1.80E-04			2.04	1.00		5.94	
	管容器						150		2.31E-03				3.04	11.67	
E 病室	一次線														
	散乱線						150	1.80E-04			2.91	1.00		2.92	
	管容器						150		2.31E-03				2.91	12.73	
F	一次線														
	散乱線						350	8.43E-08			1.54	1.00		0.005	
	管容器						350		7.02E-07				1.54	0.01	
居住区域 境界	一次線														
	散乱線			居住区域は無いので、計算を省略する。											
	管容器														
敷地境界 B'	一次線														
	散乱線						150	1.80E-04			21.00	1.00		0.06	
	管容器						150		2.31E-03				21.00	0.24	

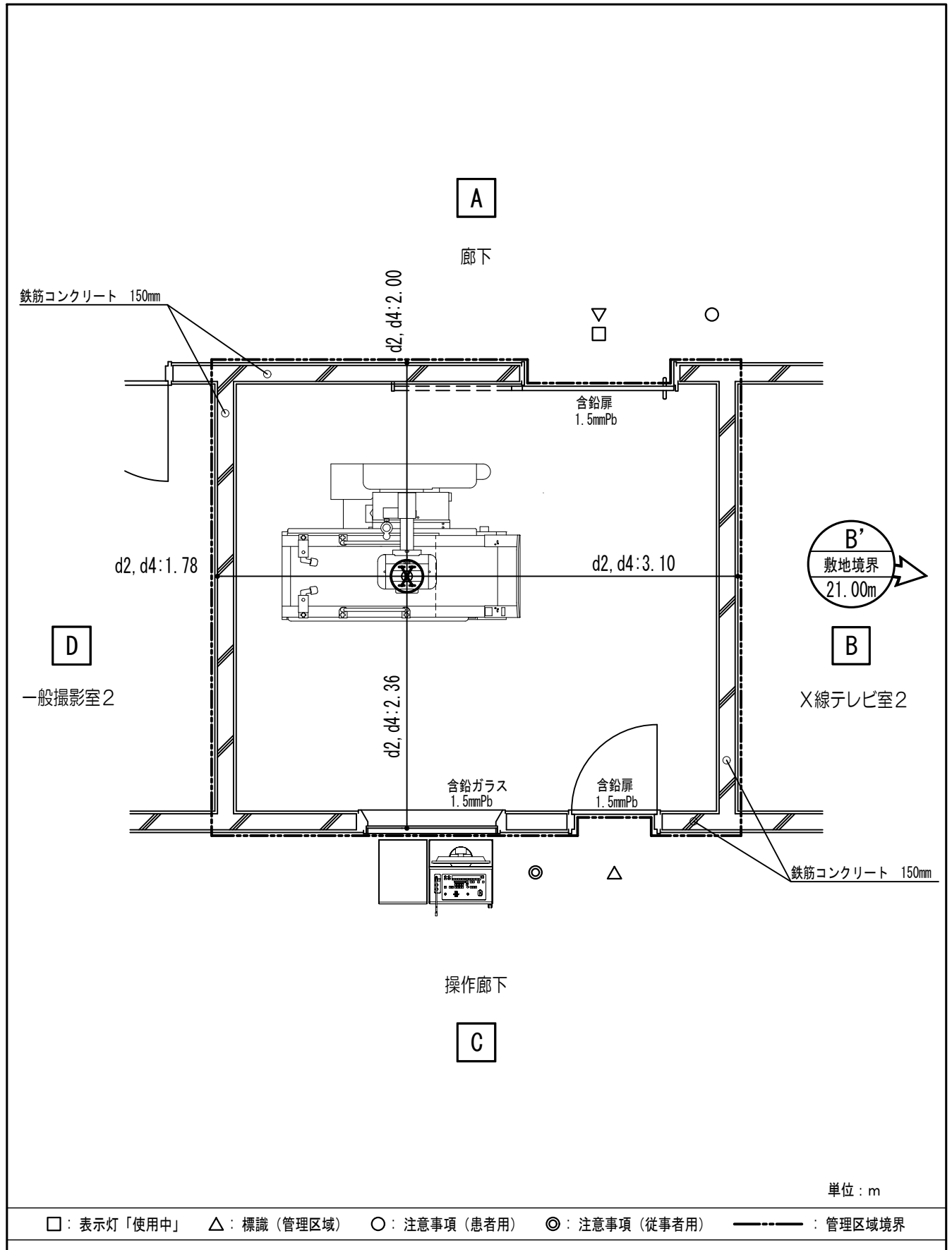
X線診療室遮へい計算表 (2)

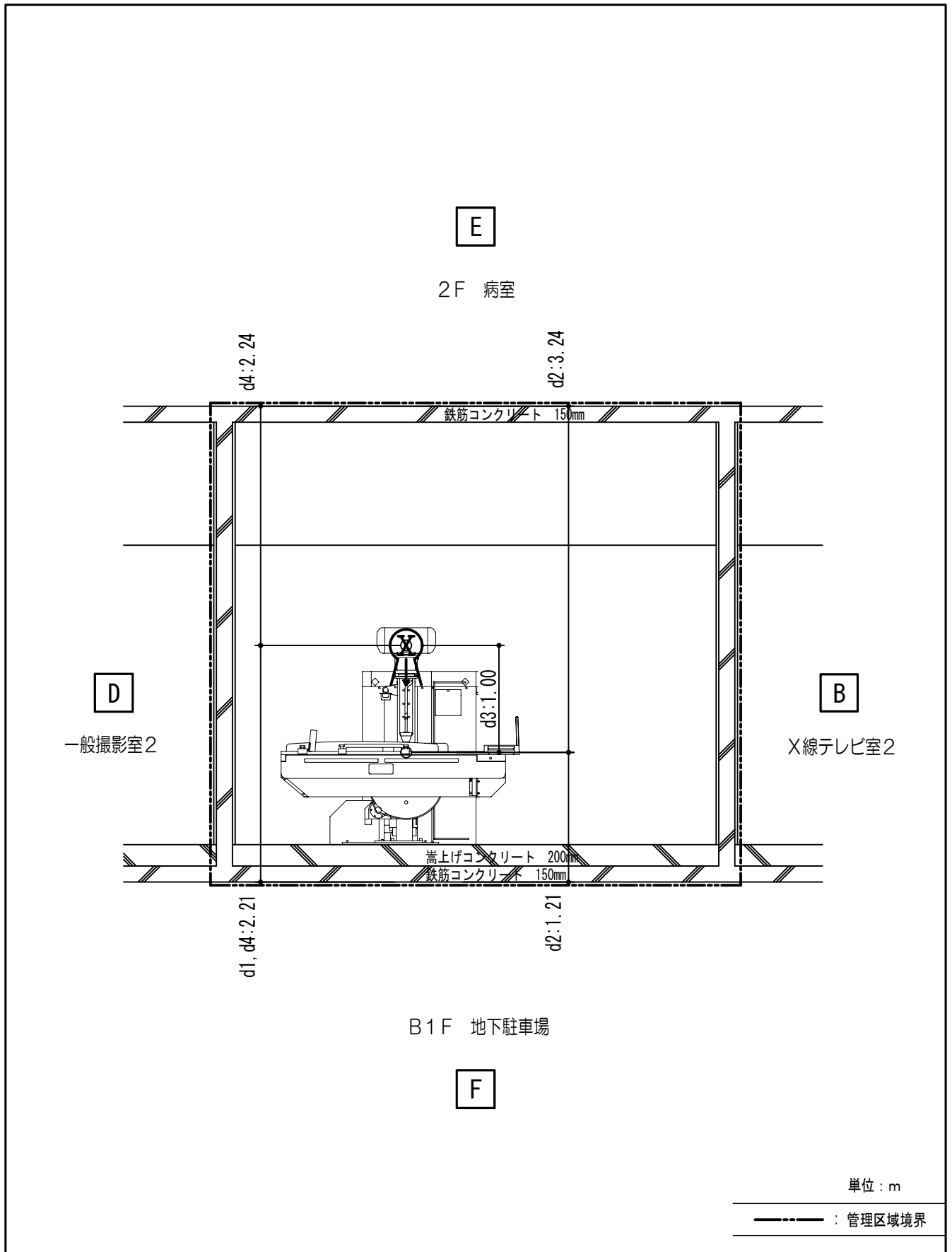
集計 2-2

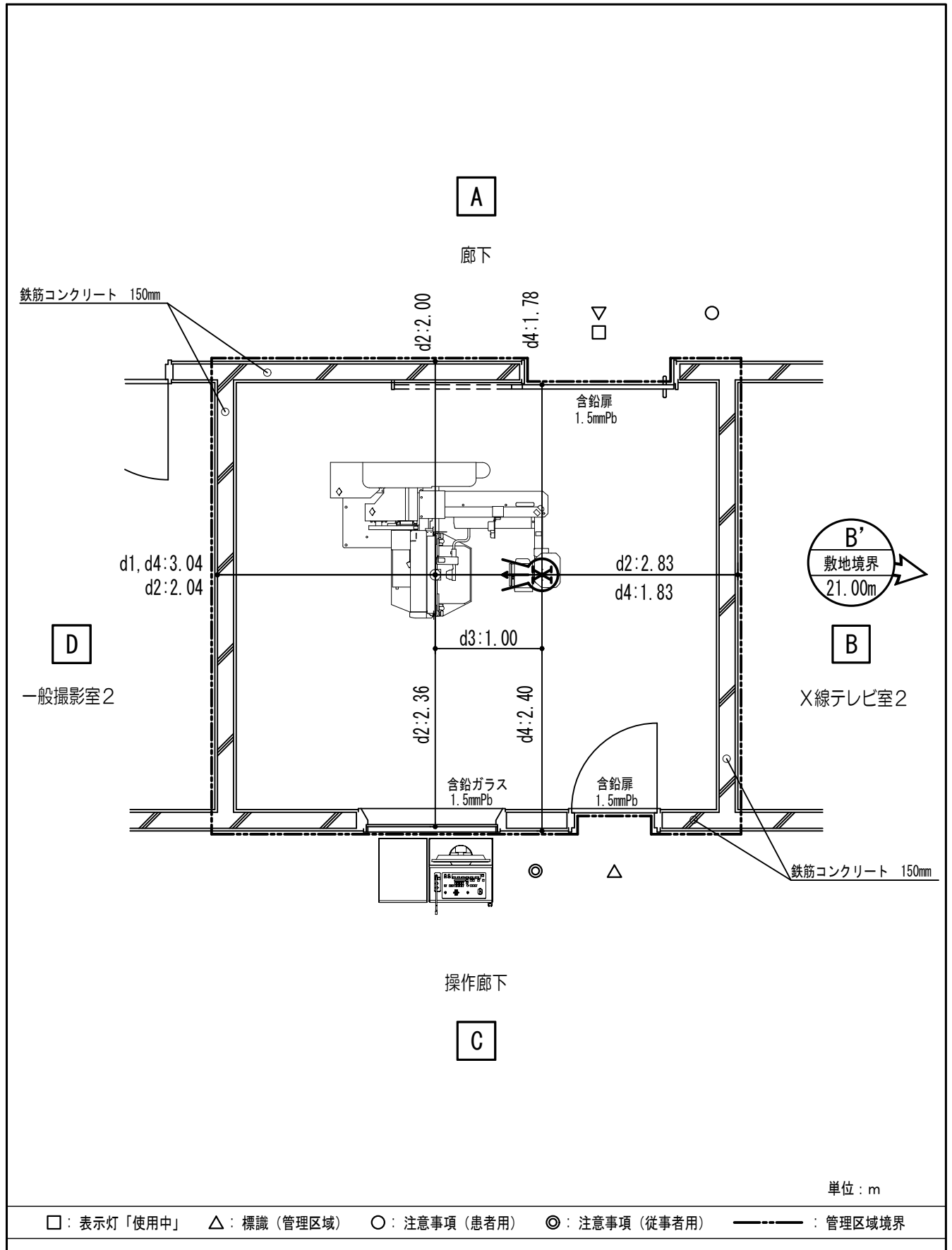
X線診療室名		X線テレビ室												
装置名		ABB-01H												
撮影方法		臥位 透視・撮影												
評価方向	X線種別	対向遮へい物		遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )			コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率					
A	一次線													
	散乱線						150	1.80E-04			2.00	1.00		4.12
	管容器						150		2.31E-03			2.00		17.97
B	一次線													
	散乱線						150	1.80E-04			3.10	1.00		1.71
	管容器						150		2.31E-03			3.10		7.48
C	一次線													
	散乱線			1.5	4.20E-04						2.36	1.00		6.90
	管容器			1.5		5.10E-03						2.36		28.49
D	一次線													
	散乱線						150	1.80E-04			1.78	1.00		5.20
	管容器						150		2.31E-03			1.78		22.68
E 病室	一次線													
	散乱線						150	1.80E-04			3.24	1.00		1.57
	管容器						150		2.31E-03			2.24		14.32
F	一次線	2.2	3.55E-05				350		7.02E-07	2.21				0.00009
	散乱線						350	8.43E-08			1.21	1.00		0.005
	管容器						350		7.02E-07			2.21		0.004
居住区域 境界	一次線													
	散乱線													
	管容器													
居住区域は無いので、計算を省略する。														
敷地境界 B'	一次線													
	散乱線						150	1.80E-04			21.00	1.00		0.04
	管容器						150		2.31E-03			21.00		0.16

X線診療室遮へい計算表(3) 集計結果

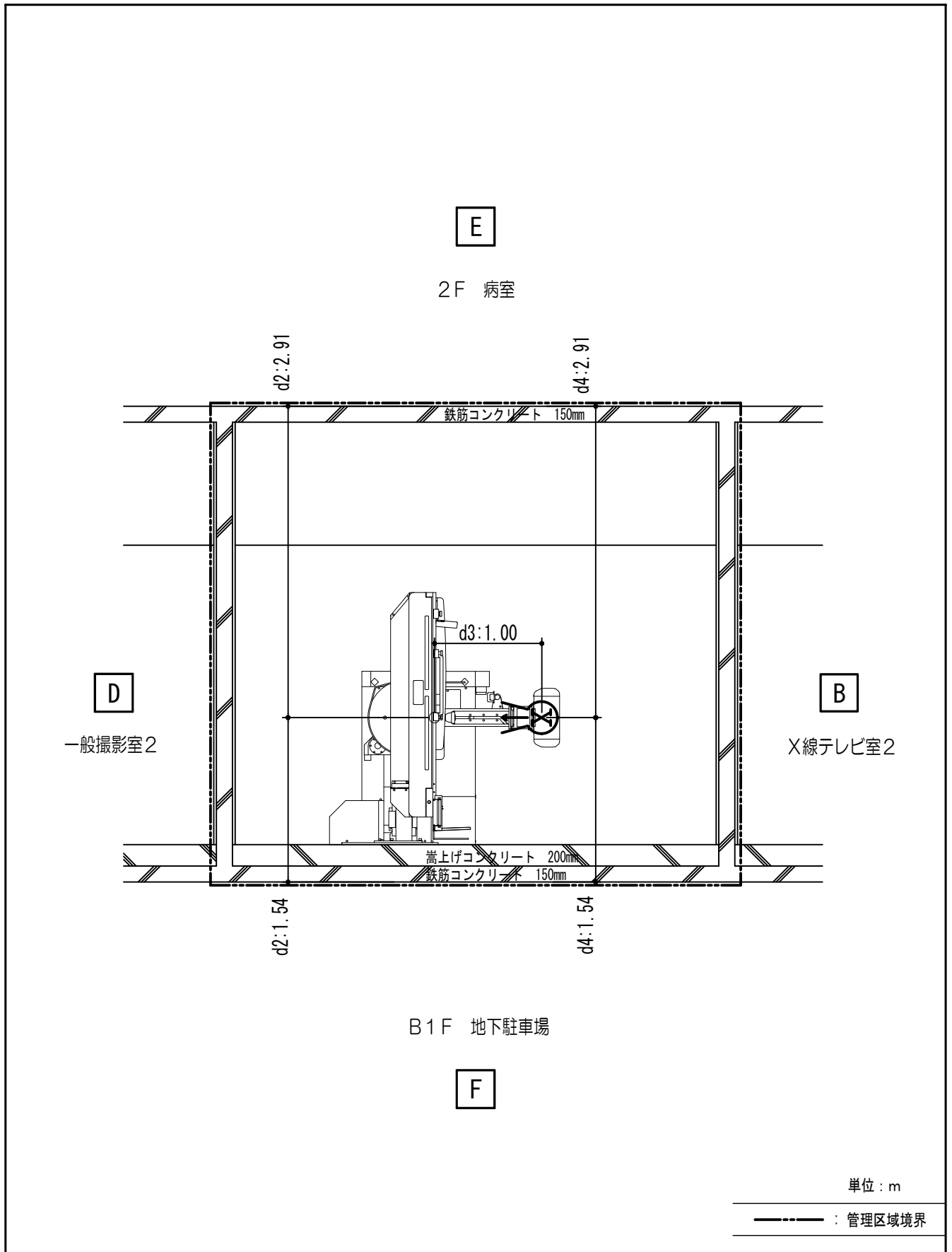
X線診療室名		X線テレビ室			
装置名		ABB-01H	ABB-01H	漏えい線量 合計 ( $\mu$ Sv/3月間)	実効線量限度 ( $\mu$ Sv/3月間)
撮影方法		立位 透視・撮影	臥位 透視・撮影		
評価方向	X線種別	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)		
A	一次線			103.40	1300
	散乱線	6.18	4.12		
	管容器	75.13	17.97		
B	一次線			44.46	1300
	散乱線	3.08	1.71		
	管容器	32.19	7.48		
C	一次線			64.46	1300
	散乱線	10.35	6.90		
	管容器	18.72	28.49		
D	一次線	0.24		45.73	1300
	散乱線	5.94	5.20		
	管容器	11.67	22.68		
E 病室	一次線			31.54	1300
	散乱線	2.92	1.57		
	管容器	12.73	14.32		
F	一次線		0.00009	0.02	1300
	散乱線	0.005	0.005		
	管容器	0.01	0.004		
居住区域境界	一次線				
	散乱線	居住区域は無いので、計算を省略する。			
	管容器				
敷地境界 B'	一次線			0.50	250
	散乱線	0.06	0.04		
	管容器	0.24	0.16		











## (参考)遮へい計算書例④

歯科X線診療室 遮へい計算書

A デンタルクリニック様

※この遮へい計算書の結果は、装置概要、装置レイアウト、  
遮へい計算条件、防護概要等の変更がない場合に限る。

歯科X線診療室 遮へい計算は、厚生労働省医政局長通知(医政発0315第4号、平成31年3月15日)「病院又は診療所における診療用放射線の取扱いについて」による。

## 1. 計算条件

下記の通り、管理区域境界、敷地境界における漏えい線量の計算を行う。

### 1) 使用条件

#### 【歯科CT撮影】

稼働日数	5.5	日/週
撮影人数	2	人/日
管電圧	85	kV
管電流	6	mA
撮影時間	10.0	秒/回
撮影回数	1	回/人

#### 【パノラマ撮影】

稼働日数	5.5	日/週
撮影人数	5	人/日
管電圧	67	kV
管電流	6	mA
撮影時間	12.0	秒/回
撮影回数	1	回/人

#### 【セファロ撮影】

稼働日数	3	日/週
撮影人数	1	人/日
管電圧	90	kV
管電流	7	mA
撮影時間	5.0	秒/回
撮影回数	1	回/人

#### 【デンタル撮影】

稼働日数	5.5	日/週
撮影人数	3	人/日
管電圧	60	kV
管電流	10	mA
撮影時間	0.2	秒/回
撮影回数	1	回/人

2) コンクリートの空気カーマ透過率については、密度 $2.10\text{g}/\text{cm}^3$ に補正して計算を行った。

3) 対向遮へい物 1.5 mmPb (歯科CT撮影)

1.5 mmPb (パノラマ撮影)

4) D, F, E' 方向は敷地境界。

5) 診療所の敷地内には、病室と居住区域は無い。

## 2. 計算

### 【歯科CT撮影】

1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D

A方向 ( $E_p$ )は、対向遮へい物と鉛との複合遮へい体が用いられているので次式より求める。

$$E_p = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1/2}$$

$$= \frac{55.0 \times 4.20E-04 \times 8,580 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.40^2} \times 5.10E-03$$

$$= 0.74 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

X : 55.0 ( $\mu$  Gy/mAs)

$D_t$  : 鉛 1.5mm (対向遮へい物) の透過率 : 4.20E-04

W : 8,580 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

半価層 (鉛 1.5mm) の透過率 : 5.10E-03

$d_1$  : (A:1.40m) (B:1.54m) (C:1.95m) (D:2.31m)

A, B, C, Dについて計算を行った。

## 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 ( $E_s$ )は、次式より求める。

$$E_s = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{55.0 \times 4.20E-04 \times 8,580 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.05^2 \times 0.35^2} \times \frac{0.0018 \times 148}{400}$$

$$= 1.40 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

X : 55.0 ( $\mu$  Gy/mAs)

$D_t$  : 鉛 1.5mm の透過率 : 4.20E-04

W : 8,580 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 148 ( $\text{cm}^2$ )

$d_2$  : (A:1.05m) (B:1.19m) (C:1.60m) (D:1.96m) (E:0.95m) (F:1.80m) (E':1.55m)

$d_3$  : (A:0.35m) (B:0.35m) (C:0.35m) (D:0.35m) (E:0.35m) (F:0.35m) (E':0.35m)

A, B, C, D, E, F, E'について計算を行った。

## 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 ( $E_l$ )は、次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1/4/2} \\
 &= \frac{1000 \times 0.40 \times 1.433 \times 1 \times 1}{0.70^2} \times 5.10E-03 \\
 &= 5.97 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})
 \end{aligned}$$

$X_L$  : (第30条第1号ホ)X線管容器からの空気カーマ率1mGy/h×1000 μ Gy/mGy=1000 (μ Gy/h)

$t_w$  : 0.40(h/3月間)

$E/K_a$ : 1.433(Sv/Gy)

$U$  : 1

$T$  : 1

半価層(鉛1.5mm)の透過率: 5.10E-03

$d_4$  : (A:0.70m)(B:0.84m)(C:1.25m)(D:1.61m)(E:0.95m)(F:1.80m)(E':1.55m)

A, B, C, D, E, F, E'について計算を行った。

### 【パノラマ撮影】

#### 1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, D

A方向( $E_p$ )は、対向遮へい物と鉛との複合遮へい体がいわれているので次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_p &= \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{1/4/2} \\
 &= \frac{32.8 \times 9.94E-06 \times 25,740 \times 1.377 \times 1 \times 1}{1.40^2} \times 1.36E-04 \\
 &= 0.0008 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})
 \end{aligned}$$

$X$  : 32.8(μ Gy/mAs)

$D_t$  : 鉛1.5mm(対向遮へい物)の透過率: 9.94E-06

$W$  : 25,740(mAs/3月間)

$E/K_a$ : 1.377(Sv/Gy)

$U$  : 1

$T$  : 1

半価層(鉛1.5mm)の透過率: 1.36E-04

$d_1$  : (A:1.40m)(B:1.54m)(D:2.31m)

A, B, Dについて計算を行った。

#### 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向( $E_s$ )は、次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_s &= \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \\
 &= \frac{32.8 \times 9.94E-06 \times 25,740 \times 1.377 \times 1 \times 1}{1.05^2 \times 0.35^2} \times \frac{0.0017 \times 8.8}{400}
 \end{aligned}$$

$$= 0.003 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

$$X : 32.8 (\mu \text{ Gy}/\text{mAs})$$

$$D_t : \text{鉛 } 1.5\text{mm} \text{ の 透 過 率 } : 9.94\text{E-}06$$

$$W : 25,740 (\text{mAs}/3\text{月間})$$

$$E/\text{Ka} : 1.377 (\text{Sv}/\text{Gy})$$

$$U : 1$$

$$T : 1$$

$$a : 0.17/100=0.0017$$

$$F : 8.8 \quad (\text{cm}^2)$$

$$d_2 : (\text{A}:1.05\text{m}) (\text{B}:1.19\text{m}) (\text{C}:1.60\text{m}) (\text{D}:1.96\text{m}) (\text{E}:0.95\text{m}) (\text{F}:1.80\text{m}) (\text{E}':1.55\text{m})$$

$$d_3 : (\text{A}:0.35\text{m}) (\text{B}:0.35\text{m}) (\text{C}:0.35\text{m}) (\text{D}:0.35\text{m}) (\text{E}:0.35\text{m}) (\text{F}:0.35\text{m}) (\text{E}':0.35\text{m})$$

A, B, C, D, E, F, E' について計算を行った。

### 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 ( $E_L$ ) は、次式より求める。

$$\begin{aligned} E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{1000 \times 1.19 \times 1.377 \times 1 \times 1}{0.85^2} \times 1.36\text{E-}04 \\ &= 0.31 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間}) \end{aligned}$$

$$X_L : (\text{第30条第1号ホ}) \text{X線管容器からの空気カーマ率 } 1\text{mGy}/\text{h} \times 1000 \mu \text{ Gy}/\text{mGy} = 1000 (\mu \text{ Gy}/\text{h})$$

$$t_w : 1.19 (\text{h}/3\text{月間})$$

$$E/\text{Ka} : 1.377 (\text{Sv}/\text{Gy})$$

$$U : 1$$

$$T : 1$$

半価層 (鉛 1.5mm) の透過率: 1.36E-04

$$d_4 : (\text{A}:0.85\text{m}) (\text{B}:0.84\text{m}) (\text{C}:1.25\text{m}) (\text{D}:1.61\text{m}) (\text{E}:0.95\text{m}) (\text{F}:1.80\text{m}) (\text{E}':1.55\text{m})$$

A, B, C, D, E, F, E' について計算を行った。

### 【セファロ撮影】

#### 1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: D

D方向 ( $E_P$ ) は、次式より求める。

$$\begin{aligned} E_P &= \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2} \\ &= \frac{62.1 \times 8.15\text{E-}04 \times 1,365 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.25^2} \\ &= 19.56 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間}) \end{aligned}$$

$X$  : 62.1 ( $\mu$  Gy/mAs)  
 $D_t$  : 鉛 1.5mm の 透 過 率 : 8.15E-04  
 $W$  : 1,365(mAs/3月間)  
 $E/Ka$ : 1.433(Sv/Gy)  
 $U$  : 1  
 $T$  : 1  
 $d_1$  : (D:2.25m)  
 Dについて計算を行った。

## 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 ( $E_s$ )は、次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_s &= \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \\
 &= \frac{62.1 \times 8.15E-04 \times 1,365 \times 1.433 \times 1 \times 1}{0.87^2 \times 1.65^2} \times \frac{0.0018 \times 13.2}{400} \\
 &= 0.003 (\mu \text{ Sv}/3月間)
 \end{aligned}$$

$X$  : 62.1 ( $\mu$  Gy/mAs)  
 $D_t$  : 鉛 1.5mm の 透 過 率 : 8.15E-04  
 $W$  : 1,365(mAs/3月間)  
 $E/Ka$ : 1.433(Sv/Gy)  
 $U$  : 1  
 $T$  : 1  
 $a$  : 0.18/100=0.0018  
 $F$  : 13.2 ( $\text{cm}^2$ )  
 $d_2$  : (A:0.87m) (B:2.55m) (C:1.78m) (D:0.60m) (E:0.95m) (F:1.80m) (E':1.55m)  
 $d_3$  : (A:1.65m) (B:1.65m) (C:1.65m) (D:1.65m) (E:1.65m) (F:1.65m) (E':1.65m)  
 A, B, C, D, E, F, E'について計算を行った。

## 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 ( $E_L$ )は、次式より求める。

$$\begin{aligned}
 E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\
 &= \frac{1000 \times 0.05 \times 1.433 \times 1 \times 1}{0.87^2} \times 9.84E-03 \\
 &= 0.93 (\mu \text{ Sv}/3月間)
 \end{aligned}$$

$X_L$  : (第30条第1号ホ) X線管容器からの空気カーマ率1mGy/h  $\times$  1000  $\mu$  Gy/mGy=1000 ( $\mu$  Gy/h)  
 $t_w$  : 0.05(h/3月間)  
 $E/Ka$ : 1.433(Sv/Gy)

U : 1

T : 1

半価層 (鉛 1.5mm) の透過率 : 9.84E-03

d<sub>4</sub> : (A:0.87m) (B:0.90m) (C:1.78m) (D:2.25m) (E:0.95m) (F:1.80m) (E':1.55m)

A, B, C, D, E, F, E'について計算を行った。

## 【デンタル撮影】

## 1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: B, C, D

B方向 (E<sub>p</sub>)は、次式より求める。

$$E_p = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2}$$

$$= \frac{25.7 \times 8.08E-07 \times 429 \times 1.308 \times 1 \times 1}{2.62^2}$$

$$= 0.002 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

X : 25.7 (μ Gy/mAs)

D<sub>t</sub> : 鉛 1.5mm の透過率 : 8.08E-07

W : 429 (mAs/3月間)

E/K<sub>a</sub>: 1.308 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

d<sub>1</sub> : (B:2.62m) (C:0.75m) (D:1.00m)

B, C, Dについて計算を行った。

## 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 (E<sub>s</sub>)は、次式より求める。

$$E_s = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{25.7 \times 8.08E-07 \times 429 \times 1.308 \times 1 \times 1}{2.20^2 \times 0.30^2} \times \frac{0.0017 \times 28.26}{400}$$

$$= 0.000003 (\mu \text{ Sv}/3\text{月間})$$

X : 25.7 (μ Gy/mAs)

D<sub>t</sub> : 鉛 1.5mm の透過率 : 8.08E-07

W : 429 (mAs/3月間)

E/K<sub>a</sub>: 1.308 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.17/100=0.0017

F : 28.26 (cm<sup>2</sup>)



$d_2$  : (A:2.20m) (B:2.32m) (C:0.45m) (D:0.70m) (E:1.35m) (F:1.40m) (E':1.95m)

$d_3$  : (A:0.30m) (B:0.30m) (C:0.30m) (D:0.30m) (E:0.30m) (F:0.30m) (E':0.30m)

A, B, C, D, E, F, E' について計算を行った。

### 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 ( $E_L$ ) は、次式より求める。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{250 \times 0.01 \times 1.308 \times 1 \times 1}{1.90^2} \times 1.50E-05$$

$$= 0.00001 (\mu\text{Sv}/3\text{月間})$$

$X_L$  : (第30条第1号ハ) X線管容器からの空気カーマ率  $0.25\text{mGy/h} \times 1000 \mu\text{Gy/mGy} = 250 (\mu\text{Gy/h})$

$t_w$  : 0.01 (h/3月間)

$E/K_a$ : 1.308 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

半価層 (鉛 1.5mm) の透過率 :  $1.50E-05$

$d_4$  : (A:1.90m) (B:2.02m) (C:0.45m) (D:0.40m) (E:1.35m) (F:1.40m) (E':1.95m)

A, B, C, D, E, F, E' について計算を行った。

## 3. 結果

以上の計算結果(2)(3)表を得た。よって、管理区域境界、敷地境界における漏えい線量は、実効線量限度以下である。

## X線診療室遮へい計算表(1)

施設名		Aデンタルクリニック			
X線診療室名		歯科X線診療室			
装置名		DMO-500	DMO-500	DMO-500	AS-100
撮影方法		歯科CT撮影	パノラマ撮影	セファロ撮影	デンタル撮影
透視条件	稼働日数 (日/週)				
	透視人数 (人/日)				
	管電圧 (kV)				
	管電流 (mA)				
	透視時間 (分/1人)				
	1週間の延透視時間 (s/週)				
撮影条件	稼働日数 (日/週)	5.5	5.5	3	5.5
	撮影人数 (人/日)	2	5	1	3
	管電圧 (kV)	85	67	90	60
	管電流 (mA)	6	6	7	10
	撮影時間 (秒/1回)	10.0	12.0	5.0	0.2
	撮影回数 (回/人)	1	1	1	1
	1週間の延撮影時間 (s/週)	110.0	330.0	15.0	3.3
その他の条件	X: 空気カーマ ( $\mu Gy/mAs$ )	55.0	32.8	62.1	25.7
	W: 3月間の実効稼働負荷 ( $mAs/3月間$ )	8,580	25,740	1,365	429
	(E/Ka): 換算係数 ( $Sv/Gy$ )	1.433	1.377	1.433	1.308
	U: 使用係数	1	1	1	1
	T: 居住係数	1	1	1	1
	a: 空気カーマの百分率	0.0018	0.0017	0.0018	0.0017
	F: 照射野の大きさ ( $cm^2$ )	148.00	8.80	13.20	28.26
	$X_L$ : 管容器からの空気カーマ率 ( $\mu Gy/h$ )	1,000	1,000	1,000	250
tw: 3月間の稼働時間 (h/3月間)	0.40	1.19	0.05	0.01	

X線診療室遮へい計算表(2)

集計2-1

X線診療室名		歯科X線診療室													
装置名		DMO-500													
撮影方法		歯科CT撮影													
評価方向	X線種別	対向遮へい物			遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )			コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)		
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率						
A	一次線	1.5	4.20E-04	1.5		5.10E-03				1.40				0.74	
	散乱線			1.5	4.20E-04						1.05	0.35		1.40	
	管容器			1.5		5.10E-03							0.70	5.97	
B	一次線	1.5	4.20E-04	1.5		5.10E-03				1.54				0.61	
	散乱線			1.5	4.20E-04						1.19	0.35		1.09	
	管容器			1.5		5.10E-03							0.84	4.14	
C	一次線	1.5	4.20E-04	1.5		5.10E-03				1.95				0.38	
	散乱線			1.5	4.20E-04						1.60	0.35		0.60	
	管容器			1.5		5.10E-03							1.25	1.87	
D 敷地境界	一次線	1.5	4.20E-04	1.5		5.10E-03				2.31				0.27	
	散乱線			1.5	4.20E-04						1.96	0.35		0.40	
	管容器			1.5		5.10E-03							1.61	1.13	
E	一次線														
	散乱線			1.5	4.20E-04						0.95	0.35		1.71	
	管容器			1.5		5.10E-03							0.95	3.24	
F 敷地境界	一次線														
	散乱線			1.5	4.20E-04		150		2.31E-03		1.80	0.35		0.001	
	管容器			1.5		5.10E-03	150		2.31E-03				1.80	0.002	
病室	一次線														
	散乱線			病室は無いので、計算を省略する。											
	管容器														
居住区域 境界	一次線														
	散乱線			居住区域は無いので、計算を省略する。											
	管容器														
E' 敷地境界	一次線														
	散乱線			1.5	4.20E-04		150		2.31E-03		1.55	0.35		0.001	
	管容器			1.5		5.10E-03	150		2.31E-03				1.55	0.003	

X線診療室遮へい計算表(2)

集計2-2

X線診療室名		歯科X線診療室													
装置名		DMO-500													
撮影方法		パノラマ撮影													
評価方向	X線種別	対向遮へい物			遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )			コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)		
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率						
A	一次線	1.5	9.94E-06	1.5		1.36E-04				1.40				0.0008	
	散乱線			1.5	9.94E-06						1.05	0.35		0.003	
	管容器			1.5		1.36E-04							0.85	0.31	
B	一次線	1.5	9.94E-06	1.5		1.36E-04				1.54				0.0007	
	散乱線			1.5	9.94E-06						1.19	0.35		0.002	
	管容器			1.5		1.36E-04							0.84	0.32	
C	一次線														
	散乱線			1.5	9.94E-06						1.60	0.35		0.001	
	管容器			1.5		1.36E-04							1.25	0.14	
D 敷地境界	一次線	1.5	9.94E-06	1.5		1.36E-04				2.31				0.0003	
	散乱線			1.5	9.94E-06						1.96	0.35		0.0009	
	管容器			1.5		1.36E-04							1.61	0.09	
E	一次線														
	散乱線			1.5	9.94E-06						0.95	0.35		0.004	
	管容器			1.5		1.36E-04							0.95	0.25	
F 敷地境界	一次線														
	散乱線			1.5	9.94E-06		150	3.42E-04			1.80	0.35		0.000004	
	管容器			1.5		1.36E-04	150	3.42E-04					1.80	0.00002	
病室	一次線														
	散乱線			病室は無いので、計算を省略する。											
	管容器														
居住区域 境界	一次線														
	散乱線			居住区域は無いので、計算を省略する。											
	管容器														
E' 敷地境界	一次線														
	散乱線			1.5	9.94E-06		150	3.42E-04			1.55	0.35		0.000005	
	管容器			1.5		1.36E-04	150	3.42E-04					1.55	0.00003	

## X線診療室遮へい計算表(2)

集計2-3

X線診療室名		歯科X線診療室													
装置名		DMO-500													
撮影方法		セファロ撮影													
評価方向	X線種別	対向遮へい物		遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)	
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )			コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)		
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率						
A	一次線														
	散乱線			1.5	8.15E-04						0.87	1.65		0.003	
	管容器			1.5		9.84E-03							0.87	0.93	
B	一次線														
	散乱線			1.5	8.15E-04						2.55	1.65		0.0003	
	管容器			1.5		9.84E-03							0.90	0.87	
C	一次線														
	散乱線			1.5	8.15E-04						1.78	1.65		0.0007	
	管容器			1.5		9.84E-03							1.78	0.22	
D 敷地境界	一次線			1.5	8.15E-04					2.25				19.56	
	散乱線			1.5	8.15E-04						0.60	1.65		0.006	
	管容器			1.5		9.84E-03							2.25	0.14	
E	一次線														
	散乱線			1.5	8.15E-04						0.95	1.65		0.002	
	管容器			1.5		9.84E-03							0.95	0.78	
F 敷地境界	一次線														
	散乱線			1.5	8.15E-04			150		2.90E-03		1.80	1.65	0.000002	
	管容器			1.5		9.84E-03		150		2.90E-03			1.80	0.0006	
病室	一次線														
	散乱線			病室は無いので、計算を省略する。											
	管容器														
居住区域 境界	一次線														
	散乱線			居住区域は無いので、計算を省略する。											
	管容器														
E' 敷地境界	一次線														
	散乱線			1.5	8.15E-04			150		2.90E-03		1.55	1.65	0.000003	
	管容器			1.5		9.84E-03		150		2.90E-03			1.55	0.0009	

X線診療室遮へい計算表(2)

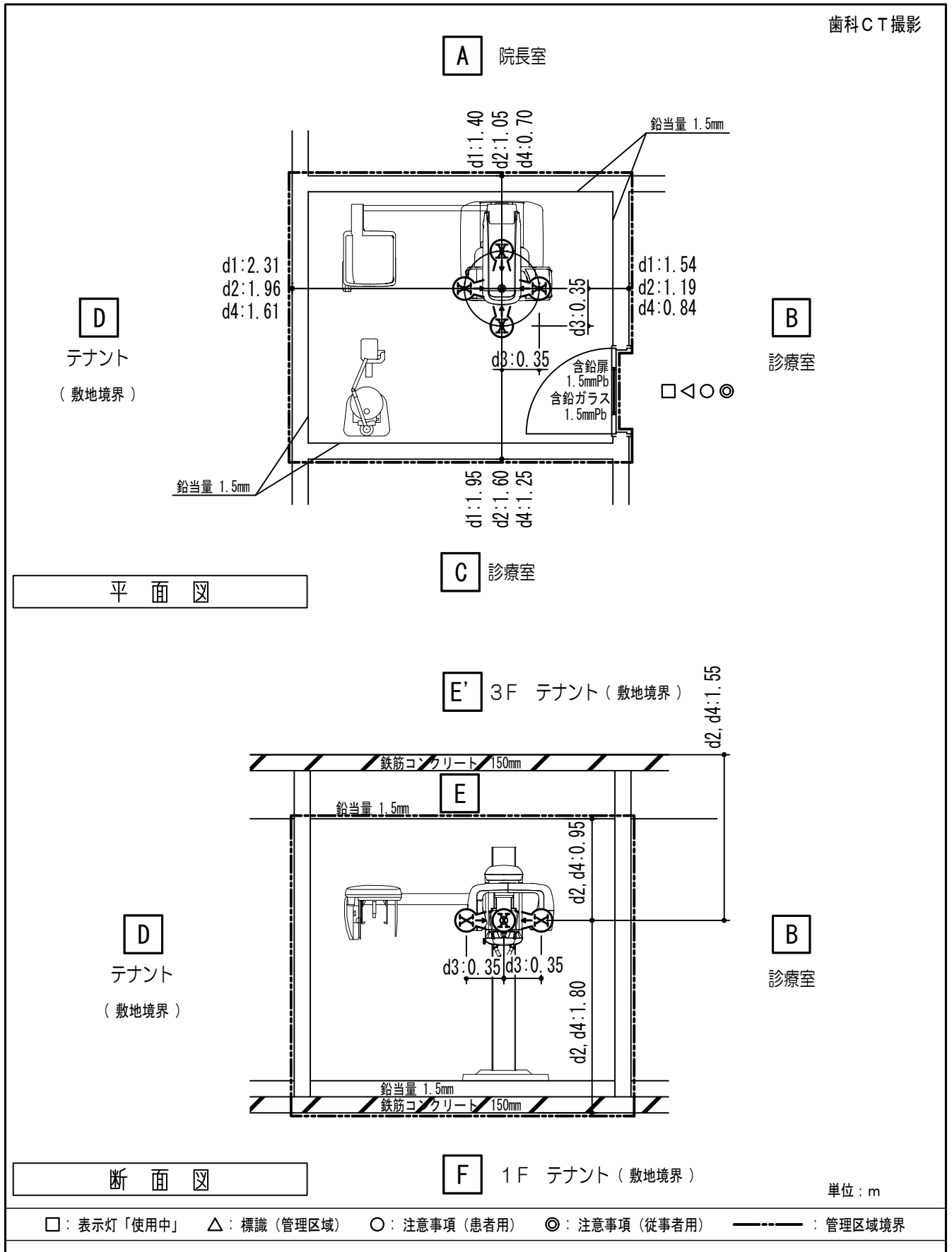
集計2-4

X線診療室名		歯科X線診療室												
装置名		AS-100												
撮影方法		デンタル撮影												
評価方向	X線種別	対向遮へい物		遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )			コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率					
A	一次線													
	散乱線			1.5	8.08E-07						2.20	0.30		0.000003
	管容器			1.5		1.50E-05							1.90	0.00001
B	一次線			1.5	8.08E-07					2.62				0.002
	散乱線			1.5	8.08E-07						2.32	0.30		0.000003
	管容器			1.5		1.50E-05							2.02	0.00001
C	一次線			1.5	8.08E-07					0.75				0.02
	散乱線			1.5	8.08E-07						0.45	0.30		0.00008
	管容器			1.5		1.50E-05							0.45	0.0002
D 敷地境界	一次線			1.5	8.08E-07					1.00				0.01
	散乱線			1.5	8.08E-07						0.70	0.30		0.00003
	管容器			1.5		1.50E-05							0.40	0.0003
E	一次線													
	散乱線			1.5	8.08E-07						1.35	0.30		0.000009
	管容器			1.5		1.50E-05							1.35	0.00003
F 敷地境界	一次線													
	散乱線			1.5	8.08E-07		150		4.34E-05		1.40	0.30		3.44E-10
	管容器			1.5		1.50E-05	150		4.34E-05				1.40	1.09E-09
病室	一次線													
	散乱線			病室は無いので、計算を省略する。										
	管容器													
居住区域 境界	一次線													
	散乱線			居住区域は無いので、計算を省略する。										
	管容器													
E' 敷地境界	一次線													
	散乱線			1.5	8.08E-07		150		4.34E-05		1.95	0.30		1.77E-10
	管容器			1.5		1.50E-05	150		4.34E-05				1.95	5.60E-10

X線診療室遮へい計算表(3) 集計結果

X線診療室名		歯科X線診療室					漏えい線量 合計 ( $\mu$ Sv/3月間)	実効線量限度 ( $\mu$ Sv/3月間)
装置名		DMO-500	DMO-500	DMO-500	AS-100			
撮影方法		歯科CT撮影	パノラマ撮影	セファロ撮影	デンタル撮影			
評価方向	X線種別	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)			
A	一次線	0.74	0.0008			9.36	1300	
	散乱線	1.40	0.003	0.003	0.000003			
	管容器	5.97	0.31	0.93	0.00001			
B	一次線	0.61	0.0007		0.002	7.04	1300	
	散乱線	1.09	0.002	0.0003	0.000003			
	管容器	4.14	0.32	0.87	0.00001			
C	一次線	0.38			0.02	3.23	1300	
	散乱線	0.60	0.001	0.0007	0.00008			
	管容器	1.87	0.14	0.22	0.0002			
D 敷地境界	一次線	0.27	0.0003	19.56	0.01	21.61	250	
	散乱線	0.40	0.0009	0.006	0.00003			
	管容器	1.13	0.09	0.14	0.0003			
E	一次線					5.99	1300	
	散乱線	1.71	0.004	0.002	0.000009			
	管容器	3.24	0.25	0.78	0.00003			
F 敷地境界	一次線					0.004	250	
	散乱線	0.001	0.0000004	0.000002	3.44E-10			
	管容器	0.002	0.00002	0.0006	1.09E-09			
病室	一次線							
	散乱線	病室は無いので、計算を						
	管容器							
居住区域境界	一次線							
	散乱線	居住区域は無いので、計						
	管容器							
E' 敷地境界	一次線					0.005	250	
	散乱線	0.001	0.0000005	0.000003	1.77E-10			
	管容器	0.003	0.00003	0.0009	5.60E-10			

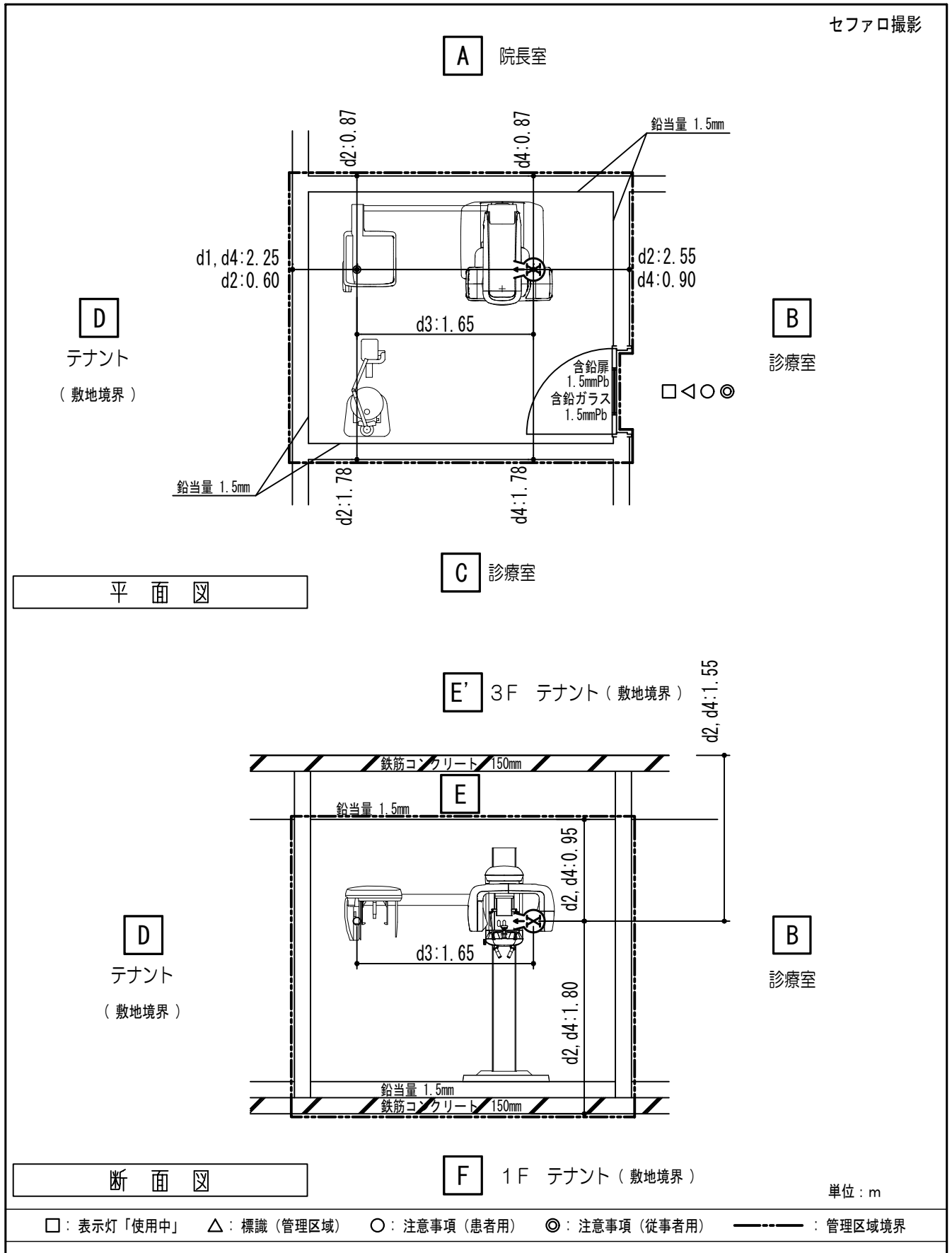
歯科CT撮影



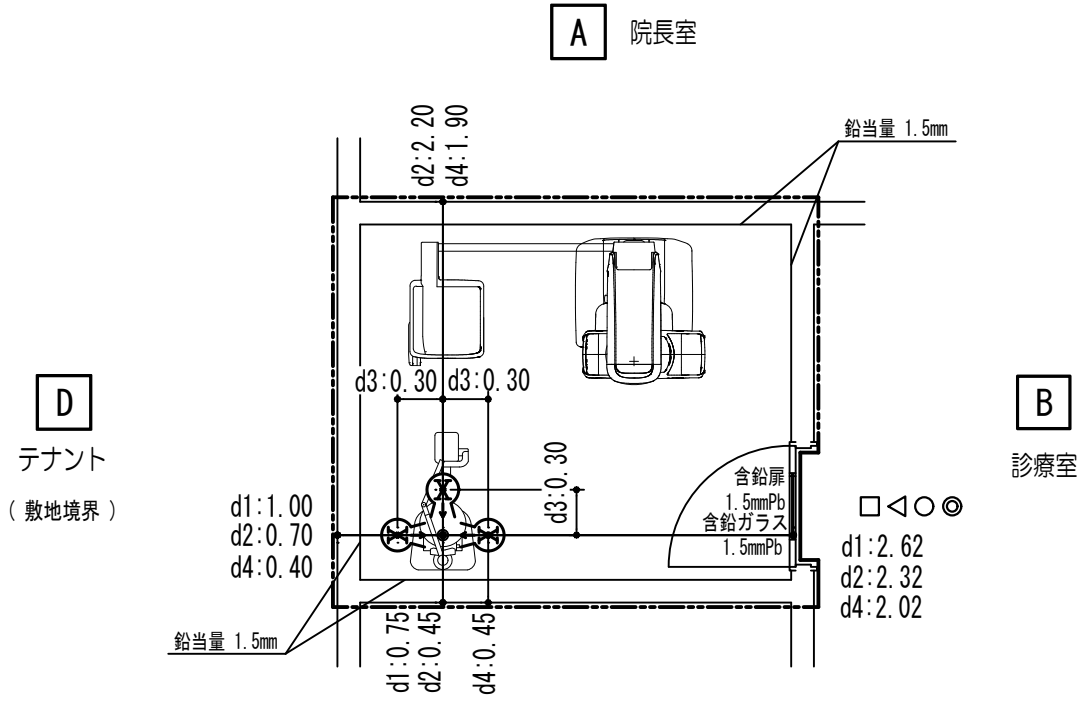




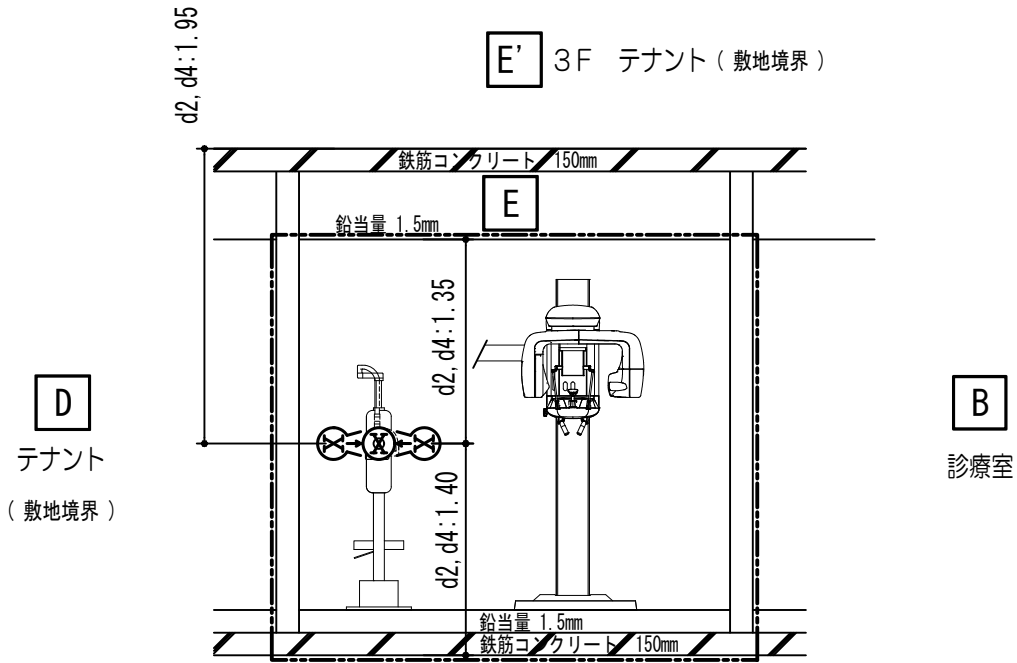
セファロ撮影



デンタル撮影



平面図



断面図

□：表示灯「使用中」    △：標識（管理区域）    ○：注意事項（患者用）    ◎：注意事項（従事者用）    -----：管理区域境界

単位：m

## (参考)遮へい計算書例⑤

ハイブリッド手術室 遮へい計算書

A 病 院 様

※この遮へい計算書の結果は、装置概要、装置レイアウト、遮へい計算条件、防護概要等の変更がない場合に限る。

ハイブリッド手術室 遮へい計算は、厚生労働省医政局長通知(医政発0315第4号、平成31年3月15日)「病院又は診療所における診療用放射線の取扱いについて」による。

## 1. 計算条件

下記の通り、管理区域境界、病室、敷地境界における漏えい線量の計算を行う。

### 1) 使用条件

#### 【透視】

稼働日数	.....	5	日/週
透視人数	.....	3	人/日
管電圧	.....	88	kV
管電流	.....	18.9	mA
透視時間	.....	40	分/人

#### 【撮影】

稼働日数	.....	5	日/週
撮影人数	.....	3	人/日
管電圧	.....	81	kV
管電流	.....	660	mA
撮影時間	.....	0.0064	秒/回
撮影回数	.....	1350	回/人

2) コンクリートの空気カーマ透過率については、密度 $2.10\text{g}/\text{cm}^3$ に補正して計算を行った。

3) 対向遮へい物 2.25 mmPb

4) E方向は病室。

5) 病院敷地内に居住区域は無い。

## 2. 計算

### 1) 一次線による漏えいX線量の計算

評価方向: A, C, E, F, 敷地境界

A方向( $E_p$ )は、対向遮へい物と鉛との複合遮へい体を用いられているので次式より求める。

$$E_p = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{59.3 \times 6.04\text{E-}05 \times 9,957,168 \times 1.433 \times 1 \times 1}{4.80^2} \times 1.53\text{E-}03$$

$$= 3.39 (\mu\text{Sv}/3\text{月間})$$

X : 59.3 ( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )

$D_t$  : 鉛2.25mm (対向遮へい物) の透過率: 6.04E-05

W : 9,957,168 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

半価層 (鉛 2.0mm) の透過率: 1.53E-03

$d_1$  : (A:4.80m) (C:4.79m) (E:3.90m) (F:2.02m) (敷地境界:33.00m)

A, C, E, F, 敷地境界について計算を行った。

## 2) 散乱X線の漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 敷地境界

A方向 ( $E_s$ )は、次式より求める。

$$E_s = \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400}$$

$$= \frac{59.3 \times 1.32\text{E-}04 \times 9,957,168 \times 1.433 \times 1 \times 1}{4.01^2 \times 0.785^2} \times \frac{0.0018 \times 1185}{400}$$

$$= 60.11 (\mu\text{Sv}/3\text{月間})$$

X : 59.3 ( $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ )

$D_t$  : 鉛 2.0mm の透過率 : 1.32E-04

W : 9,957,168 (mAs/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 1185 ( $\text{cm}^2$ )

$d_2$  : (A:4.01m) (B:5.13m) (C:4.00m) (D:5.00m) (E:3.11m) (F:1.24m) (敷地境界:33.00m)

$d_3$  : (A:0.785m) (B:0.785m) (C:0.785m) (D:0.785m) (E:0.785m) (F:0.785m) (敷地境界:0.785m)

A, B, C, D, E, F, 敷地境界について計算を行った。

## 3) X線管容器からの漏えいX線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, 敷地境界

A方向 ( $E_L$ )は、次式より求める。

$$E_L = \frac{X_L \times t_w \times (E/K_a) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$$

$$= \frac{1000 \times 130.47 \times 1.433 \times 1 \times 1}{3.22^2} \times 1.53\text{E-}03$$

$$= 27.59 (\mu\text{Sv}/3\text{月間})$$

$X_L$  : (第30条第1号ホ)X線管容器からの空気カーマ率1mGy/h $\times$ 1000  $\mu\text{Gy}/\text{mGy}$ =1000 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )

$t_w$  : 130.47 (h/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

半価層 (鉛 2.0mm) の透過率 : 1.53E-03

$d_4$  : (A:3.22m) (B:5.09m) (C:3.21m) (D:5.00m) (E:2.33m) (F:0.45m) (敷地境界:33.00m)

A, B, C, D, E, F, 敷地境界について計算を行った。

### 3. 結果

以上の計算結果(2)(3)表を得た。よって、管理区域境界, 病室, 敷地境界における漏えい線量は、実効線量限度以下である。

X線診療室遮へい計算表(1)

施設名		A病院
X線診療室名		ハイブリッド手術室
装置名		SAR-PH
撮影方法		透視・撮影
透視条件	稼働日数 (日/週)	5
	透視人数 (人/日)	3
	管電圧 (kV)	88
	管電流 (mA)	18.9
	透視時間 (分/1人)	40
	1週間の延透視時間 (s/週)	36,000
撮影条件	稼働日数 (日/週)	5
	撮影人数 (人/日)	3
	管電圧 (kV)	81
	管電流 (mA)	660
	撮影時間 (秒/1回)	0.0064
	撮影回数 (回/人)	1,350
	1週間の延撮影時間 (s/週)	130
その他の条件	X : 空気カーマ ( $\mu\text{Gy}/\text{mA s}$ )	59.3
	W : 3月間の実効稼働負荷 ( $\text{mA s}/3\text{月間}$ )	9,957,168
	(E/Ka) : 換算係数 ( $\text{Sv}/\text{Gy}$ )	1.433
	U : 使用係数	1
	T : 居住係数	1
	a : 空気カーマの百分率	0.0018
	F : 照射野の大きさ ( $\text{cm}^2$ )	1,185
	XL : 管球からの線量 ( $\mu\text{Gy}/\text{h}$ )	1,000
tw : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	130.47	



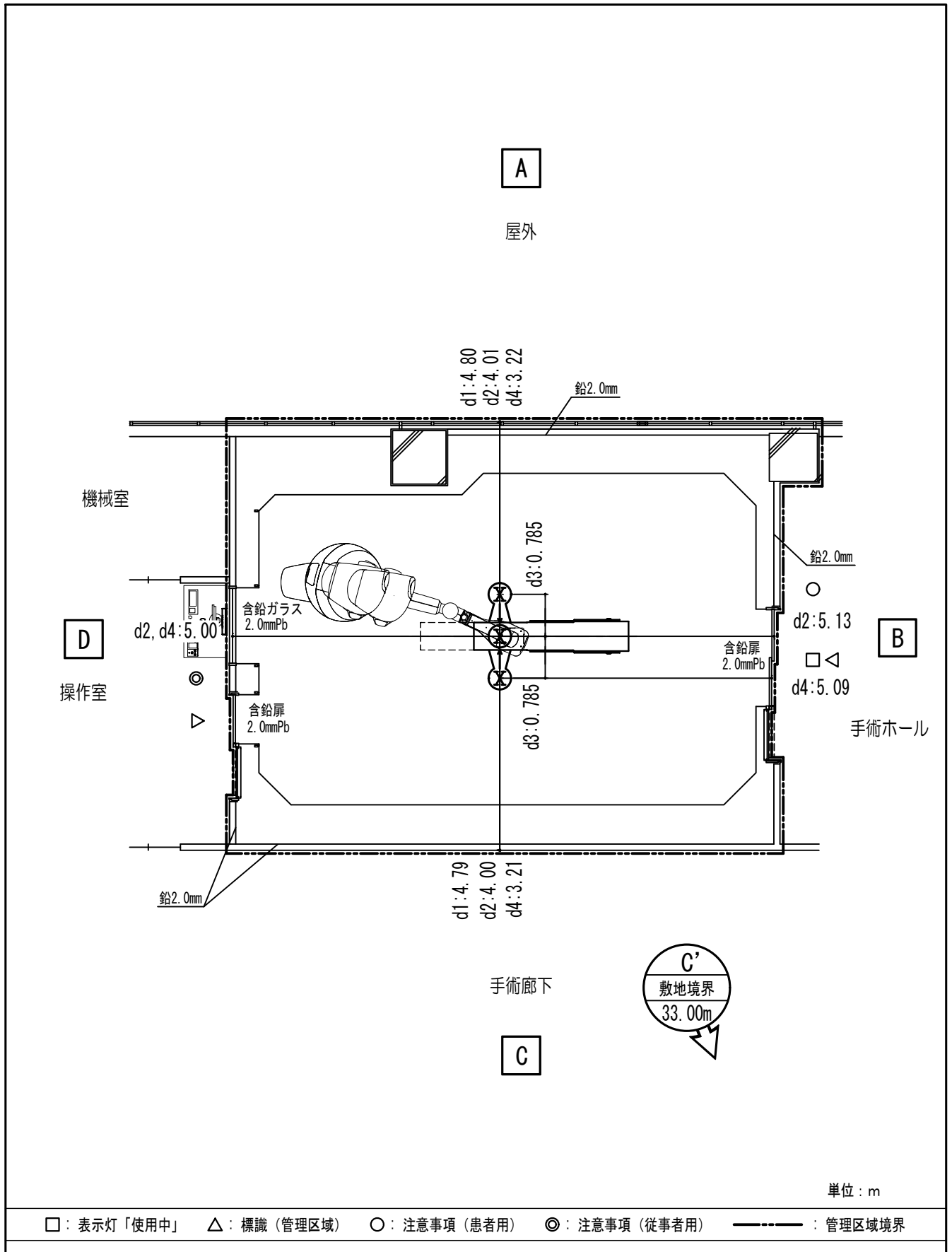
X線診療室遮へい計算表 (2)

集計 2-1

X線診療室名		ハイブリッド手術室												
装置名		SAR-PH												
撮影方法		透視・撮影												
評価方向	X線種別	対向遮へい物		遮へい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )		鉛:11.35 (g/cm <sup>3</sup> )			コンクリート:2.1 (g/cm <sup>3</sup> )			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率					
A	一次線	2.25	6.04E-05	2.0		1.53E-03				4.80				3.39
	散乱線			2.0	1.32E-04						4.01	0.785		60.11
	管容器			2.0		1.53E-03							3.22	27.59
B	一次線													
	散乱線			2.0	1.32E-04						5.13	0.785		36.73
	管容器			2.0		1.53E-03							5.09	11.04
C	一次線	2.25	6.04E-05	2.0		1.53E-03				4.79				3.41
	散乱線			2.0	1.32E-04						4.00	0.785		60.41
	管容器			2.0		1.53E-03							3.21	27.76
D	一次線													
	散乱線			2.0	1.32E-04						5.00	0.785		38.66
	管容器			2.0		1.53E-03							5.00	11.44
E 病室	一次線	2.25	6.04E-05				160		1.78E-03	3.90				5.98
	散乱線						160	1.46E-04			3.11	0.785		110.52
	管容器						160		1.78E-03				2.33	61.30
F	一次線	2.25	6.04E-05	1.0		3.91E-02	160		1.78E-03	2.02				0.87
	散乱線			1.0	3.48E-03		160		1.78E-03		1.24	0.785		29.50
	管容器			1.0		3.91E-02	160		1.78E-03				0.45	64.26
居住区域 境界	一次線													
	散乱線			居住区域は無いので、計算を省略する。										
	管容器													
敷地境界 C'	一次線	2.25	6.04E-05	2.0		1.53E-03				33.00				0.07
	散乱線			2.0	1.32E-04						33.00	0.785		0.89
	管容器			2.0		1.53E-03							33.00	0.26

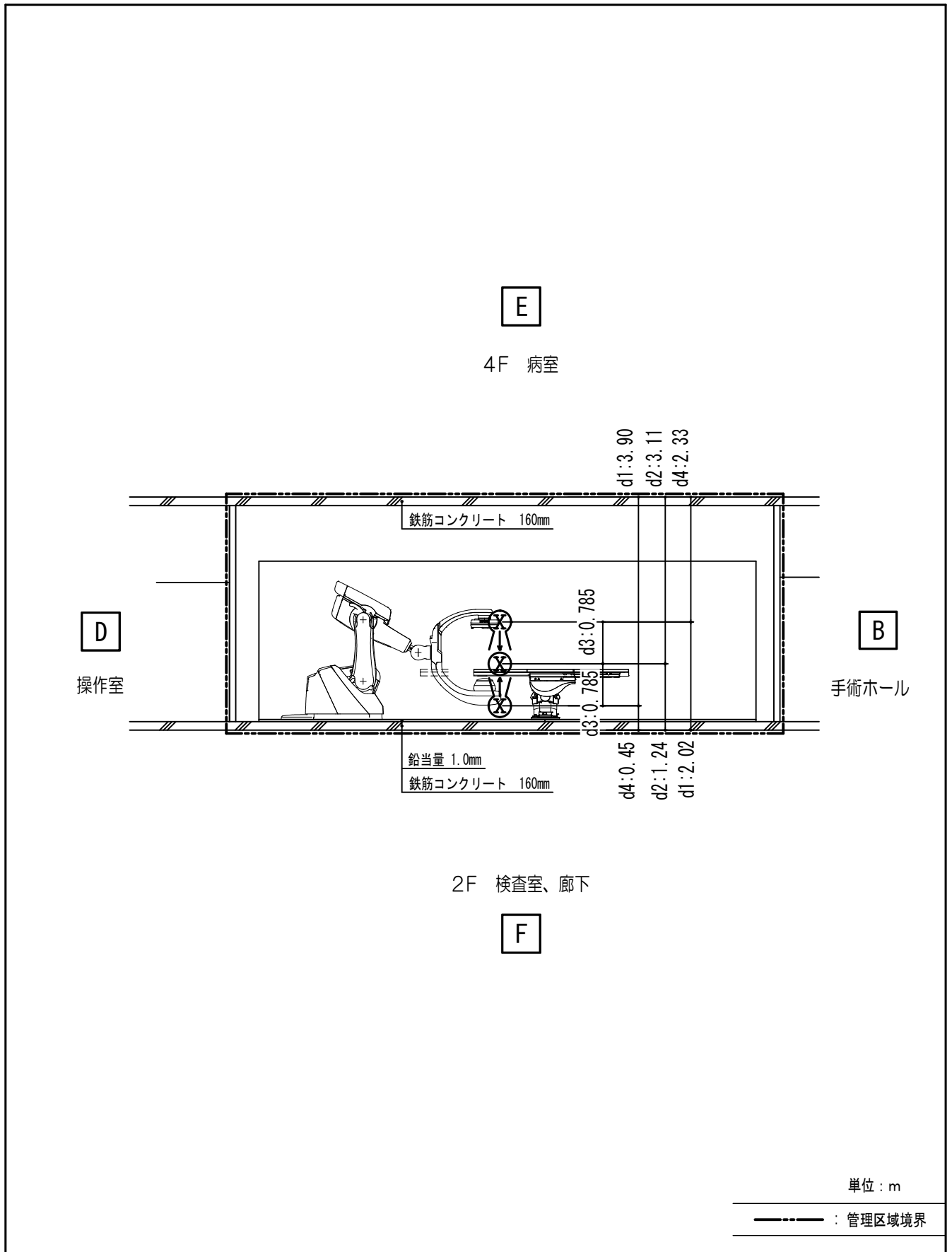
X線診療室遮へい計算表(3) 集計結果

X線診療室名		ハイブリッド手術室			
装置名		SAR-PH		漏えい線量 合計	実効線量限度
撮影方法		透視・撮影			
評価方向	X線種別	漏えい線量 ( $\mu$ Sv/3月間)		( $\mu$ Sv/3月間)	( $\mu$ Sv/3月間)
A	一次線	3.39		91.09	1300
	散乱線	60.11			
	管容器	27.59			
B	一次線			47.77	1300
	散乱線	36.73			
	管容器	11.04			
C	一次線	3.41		91.58	1300
	散乱線	60.41			
	管容器	27.76			
D	一次線			50.10	1300
	散乱線	38.66			
	管容器	11.44			
E 病室	一次線	5.98		177.80	1300
	散乱線	110.52			
	管容器	61.30			
F	一次線	0.87		94.63	1300
	散乱線	29.50			
	管容器	64.26			
居住区域境界	一次線				
	散乱線	居住区域は無いので、計算を省略する。			
	管容器				
敷地境界 C'	一次線	0.07		1.22	250
	散乱線	0.89			
	管容器	0.26			



単位：m

□：表示灯「使用中」    △：標識（管理区域）    ○：注意事項（患者用）    ◎：注意事項（従事者用）    -----：管理区域境界



## 解説

### 1. 制定の趣旨

遮へい計算を行うことにより、X線診療室の設計・計画段階で、その漏えい実効線量の算定を行うことが可能である。厚生労働省からの遮へい計算に関する通知として、「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」（平成13年3月12日付け医薬発第188号厚生労働省医薬局長通知）（以下、医薬発第188号という）及び「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」の一部改正について」（平成26年3月31日付け医政発0331第16号厚生労働省医政局長通知、最終改正：令和5年6月15日付け医政発0615第21号）（以下、医政発0331第16号という）が発出されている。

本マニュアルではそれら通知を基に、X線装置種ごとに、X線診療室の具体的な遮へい計算例及び遮へい計算図面例を挙げ、標準的な遮へい計算方法の提示を行うことを目的とし、この規格を制定することにした。なお、医薬発第188号は医政発0315第4号に置き換わっている。

### 2. 規定項目の内容

#### 2.1. 撮影天板を有しないX線装置の $d_2$ 、 $d_3$ の設定

循環器用X線診断装置、多方向X線透視撮影装置、移動形透視用X線装置、X線骨密度測定装置及び歯科用X線装置について、医政発0315第4号での $E_s$ の計算式において、 $d_2$ 及び $d_3$ にかかわる「撮影天板面」が存在しないと考えられた。そのため本マニュアル作成段階で、適当な $d_2$ 及び $d_3$ の設定について検討を行った。

##### 2.1.1. 循環器用X線診断装置、多方向X線透視撮影装置及び移動形透視用X線装置

###### (1) $d_2$ の設定

$d_2$ は、アイソセンタから計算方向の画壁外側までの距離とした。アイソセンタを $d_2$ の起点とすることにより、 $d_2$ の設定が煩雑となりづらいと考えられたためである。

###### (2) $d_3$ の設定

$d_3$ は、アイソセンタからX線管焦点間の距離とした。アイソセンタからX線管焦点間の距離は、装置仕様で公表、又は、装置メーカーへの問合せで入手できること、また、被写体の中心を $d_3$ の起点とすることにより、 $d_3$ の設定が煩雑となりづらいと考えられたためである。

##### 2.1.2. X線骨密度測定装置

###### (1) $d_2$ の設定

$d_2$ は、想定される被写体の中心から計算方向の画壁外側までの距離とした。被写体の中心を $d_2$ の起点とすることにより、 $d_2$ の設定が煩雑となりづらいと考えられたためである。

**(2)d<sub>3</sub>の設定**

d<sub>3</sub>は、想定される被写体の中心から X 線管焦点間の距離とした。X 線管焦点から被写体の表面までの距離は、装置仕様で公表、又は、装置メーカーへの問合せで入手できること、また、被写体の中心を d<sub>3</sub>の起点とすることにより、d<sub>3</sub>の設定が煩雑となりづらいと考えられたためである。

**2.1.3.歯科用 X 線装置****2.1.3.1.歯科 CT 撮影・パノラマ撮影装置****(1)d<sub>2</sub>の設定**

d<sub>2</sub>は、アイソセンタから計算方向の画壁外側までの距離とした。被写体の中心を d<sub>2</sub>の起点とすることにより、d<sub>2</sub>の設定が煩雑となりづらいと考えられたためである。

**(2)d<sub>3</sub>の設定**

d<sub>3</sub>は、アイソセンタから X 線管焦点間の距離とした。アイソセンタから X 線管焦点間の距離は、装置仕様で公表、又は、装置メーカーへの問合せで入手できること、また、被写体の中心を d<sub>3</sub>の起点とすることにより、d<sub>3</sub>の設定が煩雑となりづらいと考えられたためである。

**2.1.3.2.デンタル撮影装置****(1)d<sub>2</sub>の設定**

d<sub>2</sub>は、想定される被写体の中心から計算方向の画壁外側までの距離とした。被写体の中心を d<sub>2</sub>の起点とすることにより、d<sub>2</sub>の設定が煩雑となりづらいと考えられたためである。

**(2)d<sub>3</sub>の設定**

d<sub>3</sub>は想定される被写体の中心から計算方向の画壁外側までの距離とした。被写体の中心を d<sub>3</sub>の起点とすることにより、d<sub>3</sub>の設定が煩雑となりづらいと考えられたためである。

**2.2.病室、居住区域境界及び敷地境界までの距離**

当該 X 線診療室の画壁外側から、病室、居住区域及び敷地境界(以下、計算位置)までの方向と距離を、施設の敷地図面等から求め計算に用いる。例えば、当該 X 線診療室から計算位置の方向について、A 方向が他の計算方向と比較し最も角度差のない方向である場合、計算位置は A 方向であるとみなし、A 方向と同様の遮へい材及び遮へい計算を行う。また、計算位置の d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>及び d<sub>4</sub>については、当該 X 線診療室の画壁外側から計算位置までの距離を計算に用いることで安全側に評価ができる。より正確に計算位置の漏えい実効線量を算定したい場合には、画壁外側から計算位置までの距離(d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>及び d<sub>4</sub>)の値に、当該 X 線診療室の同計算方向の画壁外側までの d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>及び d<sub>4</sub>を加えて計算を行ってもよい。

**2.3.計算方向に複数の遮へい体がある場合の遮へい計算**

対向遮へい物や画壁の複数の遮へい体により、計算方向に 2 つ以上の遮へい体がある場合、2 番目以降の遮へい体の透過率について「大幅に減衰した X 線の広いビームに対する半価層」、又は、「1/10 価層

から求めた透過率」を用いると漏えい実効線量が安全側に評価される。本マニュアルではこの考えに基づき遮へい計算例の提示を行った。

## 2.4.遮へい計算の条件設定

X線透視撮影装置、循環器用X線診断装置、移動形透視用X線装置等の遮へい計算の条件設定についての留意点を以下に示す。

### (1)使用管電圧

透視又は撮影の使用管電圧が数 kV 程度異なることがある。安全側評価の観点から、計算式中の各係数は、透視又は撮影のうち高いほうの管電圧を想定し計算を行う。より正確な漏えい実効線量を算定する場合には、計算数は多くなるが、透視又は撮影の各 X 線照射による漏えい実効線量をそれぞれ求め、それらを合算して求めてもよい。

### (2)遮へい計算条件の細分化

本マニュアルの 4.2 及び 4.3 の遮へい計算例は同室で同装置、同装置位置であり、また、1 検査当たりの総透視時間及び総撮影回数(立位時及び臥位時の合算)は同一である。

①透視時間・撮影回数が(X線照射方向ごとを考慮せず)1 検査当たりの全透視時間、全撮影回数で与えられている(4.2 参照、新たな施設の計画段階で多い)と、②透視時間及び撮影回数が X 線照射方向ごと(立位、臥位それぞれ)に与えられている場合(4.3 参照)を比較した場合、①4.2 の遮へい計算例の方が、②4.3 遮へい計算例よりも、各計算方向における漏えい実効線量の値は大きくなっている。(敷地境界 B'のみ同値。)

例えば、B 方向の  $E_L$  の漏えい実効線量の算定について、①4.2 の遮へい計算例では、B 方向に対して、立位時及び臥位時の X 線管焦点位置のうち、最も安全側(最も距離の短い)の X 線管焦点位置、すなわち立位時の X 線管焦点位置( $d_4:1.83$ )で、1 検査(総透視時間 5 分、総撮影回数 20 回)を行ったものとして遮へい計算を行っている。

一方で、②4.3 の遮へい計算例では、立位時及び臥位時それぞれについて計算を行っているため、B 方向の  $E_L$  は、立位時の X 線管焦点位置( $d_4:1.83$ )で透視 3 分、撮影 12 回、及び、臥位時の X 線管焦点位置( $d_4:3.10$ )で透視 2 分、撮影 8 回されたものとして漏えい実効線量を算定している。このため、①4.2 の B 方向の  $E_L$  の漏えい実効線量は②4.3 のそれよりも大きくなる。

①4.2 の遮へい計算方法では、上記 B 方向以外の各計算方向についても、立位時及び臥位時の X 線管焦点位置のうち、最も安全側(最も距離の短い)の位置において、総透視時間分及び総撮影回数分の X 線照射が行われたものとして漏えい実効線量を算定しており、②4.3 の遮へい計算方法よりも安全側に評価される。(敷地境界 B'は計算に X 線管焦点位置を考慮せず①と②で同じ 21.00mを用いているため、漏えい実効線量は同値となる。)

安全側評価の観点から、①4.2の遮へい計算例のように、立位時及び臥位時のX線管焦点位置のうち、最も安全側(最も距離の短い)の位置において、総透視時間及び総撮影回数を用いた遮へい計算を行っても差し支えないと考えられるが、より正確な漏えい実効線量を算定したい場合には、計算数は多くなるが、②4.3の遮へい計算例のように、X線照射方向ごとに、使用時間及び使用回数を考慮した遮へい計算を行うのがよい。

これは多方向X線透視撮影装置、循環器用X線診断装置、移動形透視用X線装置、X線骨密度測定装置(患者背面及び側面から照射可能な装置)、歯科用のデンタル撮影装置等についても同様である。

## 2.5.対向遮へい物を有するX線装置の一次X線による漏えい実効線量の合算

医政発 0315 第 4 号において、「対向板に所定の鉛当量が確保されている場合、 $E_p$  の漏えいエックス線量は、複合計算しなくても差し支えないが、 $E_s$  と  $E_L$  の位置での漏えいエックス線量は、それぞれに算定した漏えいエックス線量の和をもって表すものとする」とある。「所定の鉛当量」については、同通知にて、鉛当量の標準値として、「エックス線装置の蛍光板及びイメージインテンシファイア等の受像器」について記述されており、それ以外の受像器やX線装置についての言及はない。現状、透視用X線撮影装置の多くにフラットパネル検出器が用いられており、また、装置メーカーからは、透視用X線撮影装置以外にも、X線骨密度測定装置、歯科用X線装置等で対向遮へい物の鉛当量が提示されることも多くなってきている。前述のように、医政発 0315 第 4 号では、フラットパネル検出器やそれらX線装置の対向遮へい物の鉛当量について言及されていないため、現状では安全側評価の観点から、計算方向の  $E_p$  の計算を行い、同計算方向の  $E_s$ 、 $E_L$  と合算し、同計算方向の漏えい実効線量を算定することが望ましいと考えた。本マニュアルではこの考えに基づき遮へい計算例の提示を行った。

## 2.6.X線診療室の特定箇所の遮へい計算を行う際の留意点

施工・資材コストの観点から、X線診療室の画壁等の特定箇所(更衣室画壁、遮へい扉、遮へいガラス等)の遮へい計算による遮へい厚の検討が行なわれることがあり、また、特殊な事情により特定部分(又は計算方向)の遮へい計算が省略されることもある。その際の留意点を以下に示す。

- (1)遮へい計算を行う箇所及び方法、計算結果の妥当性を管轄の行政機関に確認すること。
- (2)遮へい計算結果については、計画段階のX線診療室の形状、X線装置位置、X線装置の稼働状況(予測も含む)等に基づいているため、それらに変更が生じた場合には、その都度、特定箇所の遮へい計算結果の妥当性を、施設関係者や管轄の行政機関等と検証すること。  
特定箇所(X線診療室の更衣室部分及び扉部分)についての遮へい計算を行う場合の遮へい計算図面例を解-図 1.1、1.2 及び解-図 1.3 に示す。
- (3)特定部分(又は計算方向)の遮へい計算の省略については、例えば、床下が直ちに土中となる場合の床部分や、壁の外が崖や地盤面に接する部分等、極めて限定された条件にある場合のみに行える。



## 2.7.特殊な形状の X 線診療室の遮へい計算を行う際の留意点

施設の意向や、やむを得ない理由により、X 線診療室が特殊な形状となることがある。特殊な形状の X 線診療室の遮へい計算を行う上での留意点は以下のとおりである。

- (1)遮へい計算を行う箇所及び方法、計算結果の妥当性を管轄の行政機関に確認すること。
- (2)遮へい計算上、非安全側評価となる箇所(又は計算方向)がないようにすること。
- (3)遮へい計算結果については、計画段階の X 線診療室の形状、X 線装置位置、X 線装置の稼働状況(予測も含む)等に基づいているため、それらに変更が生じた場合には、その都度遮へい計算結果の妥当性を、施設関係者や管轄の行政機関等と検証する必要がある。

特殊な形状の X 線診療室の遮へい計算図面例を解-図 2 に示す。解-図 2 に示す X 線診療室において、安全側評価となるように、処置室側の画壁を(D 方向とみなさず)C 方向とみなし、 $d_2$ 、 $d_4$  の設定を行っている。

## 2.8.遮へい材について

医政発 0315 第 4 号では、本マニュアルで遮へい計算例に示した鉛、コンクリート以外にも、鉄、石膏、ガラス及び木材についての空気カーマ透過率等のデータが示されているため、それらを遮へい材として遮へい計算に用いることもできる。それらを用いる際には、各材質の厚さ及び密度を確認し、必要であれば密度補正を行なって用いなければならない。また、特に扉やガラスの枠部分については、壁面で用いる材質とは異なることが考えられるため、その遮へい材質の確認も行った上で遮へい計算を行わなければならない。

## 2.9.X 線 CT 装置が据え置かれた X 線診療室の遮へい計算について

本 WG-7122 にて、製作者の異なる X 線 CT 装置、計 10 台について、X 線 CT 装置の散乱線量の実測値(装置仕様書に記載されている散乱線量値、以下、実測値)と、医薬発第 188 号及び医政発 0331 第 16 号(以下、通知という)を用いた放射線量の計算値(散乱線量との比較のため遮へいは無しとして計算、以下、計算値)とを比較した。その結果、10 台すべての X 線 CT 装置で、計算値のほうが実測値よりも十倍から数百倍程度の高い値となっていた。このことから、X 線 CT 装置について、通知による遮へい計算方法を用いた場合、線量値が実際よりも過大に算定されることが考えられた。

なお、医政発 0315 第 4 号に置き換わっても計算手法やパラメータ等に変更がなかった為、計算線量は同じでありこの検証結果に違いは生じない。

一方で、公益社団法人 日本放射線技術学会 関係法令委員会から「X 線 CT 室の漏えい線量計算マニュアル 第 1 版」(以下、日本放射線技術学会マニュアル)が 2019 年 1 月に公開された。日本放射線技術学会マニュアルに則った計算方法による放射線量値は、広範な X 線 CT 装置における実測値と比較して、平均 7 倍程度の高い値であるとされているが、通知での計算方法と比較し、実測値との乖離が小

さく、かつ、安全側に評価されている。このことから本マニュアルでは、X線CT装置についての遮へい計算は、日本放射線技術学会マニュアルの計算方法を用いることとし、通知による計算方法の提示は行わないこととした。日本放射線技術学会マニュアルは、2025年9月現在、第1版が最新版であるが、常に最新版を確認して遮へい計算に用いること。

日本放射線技術学会マニュアルの閲覧・入手先は以下のとおり。

〈閲覧・入手先〉

○公益社団法人 日本放射線技術学会 関係法令委員会発行

「X線CT室の漏えい線量計算マニュアル 第1版」2019年1月

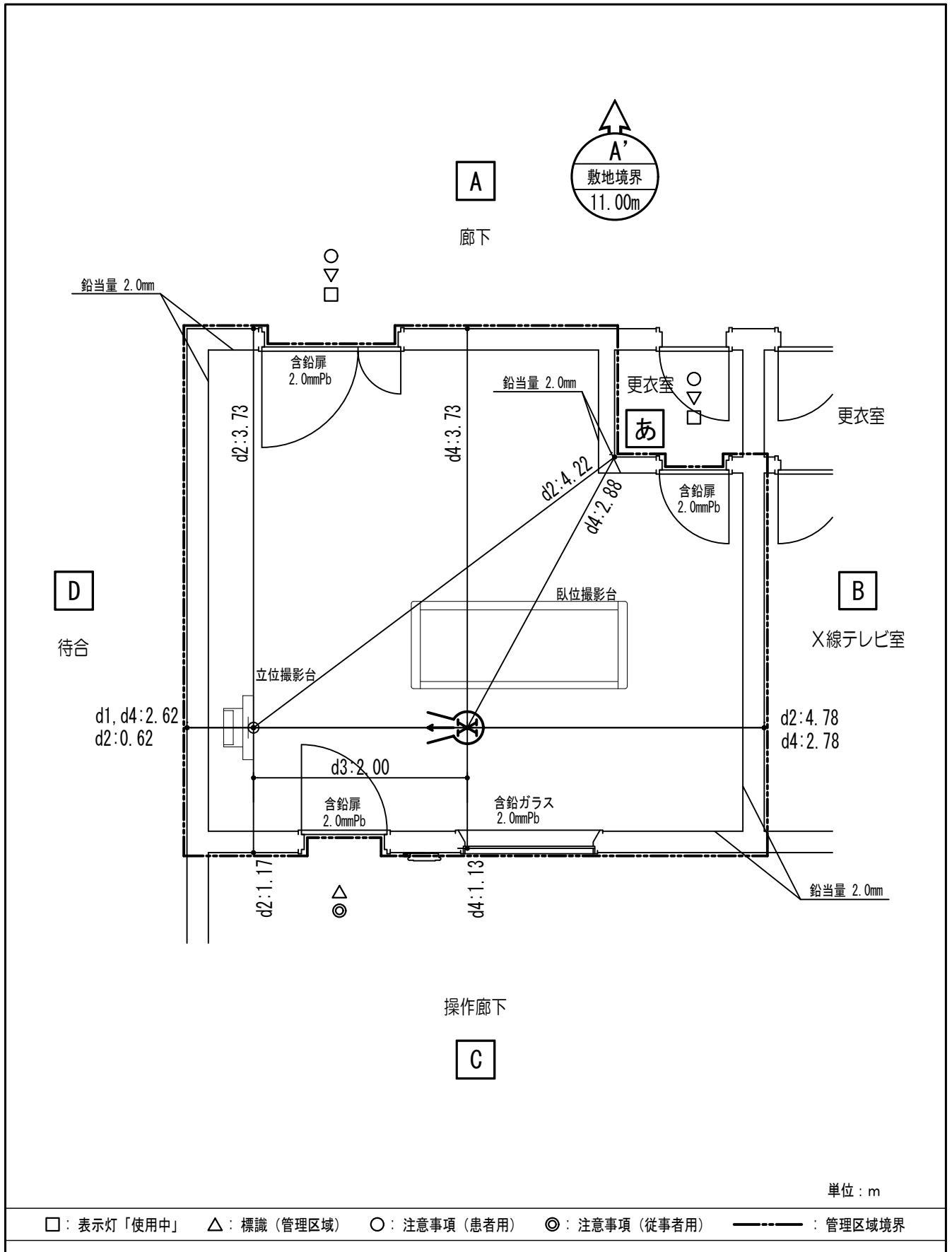
<https://www.jsrt.or.jp/data/wp-content/uploads/2019/01/x-manual-2019.pdf>

○公益社団法人 日本放射線技術学会 ホームページ

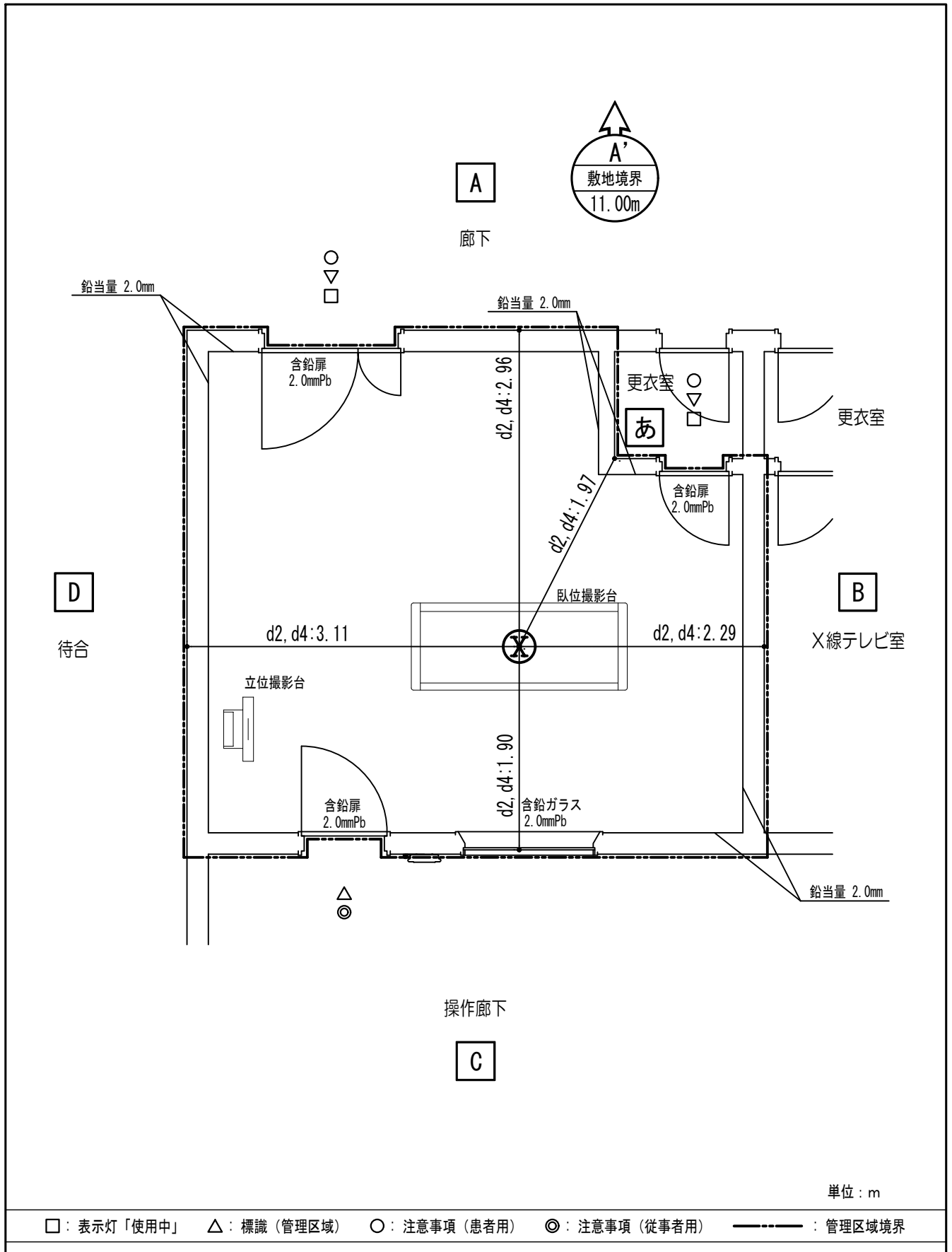
<https://www.jsrt.or.jp/data/>

○公益社団法人 日本放射線技術学会 関係法令委員会ホームページ

<https://www.jsrt.or.jp/data/about/organization-04/c-01/>

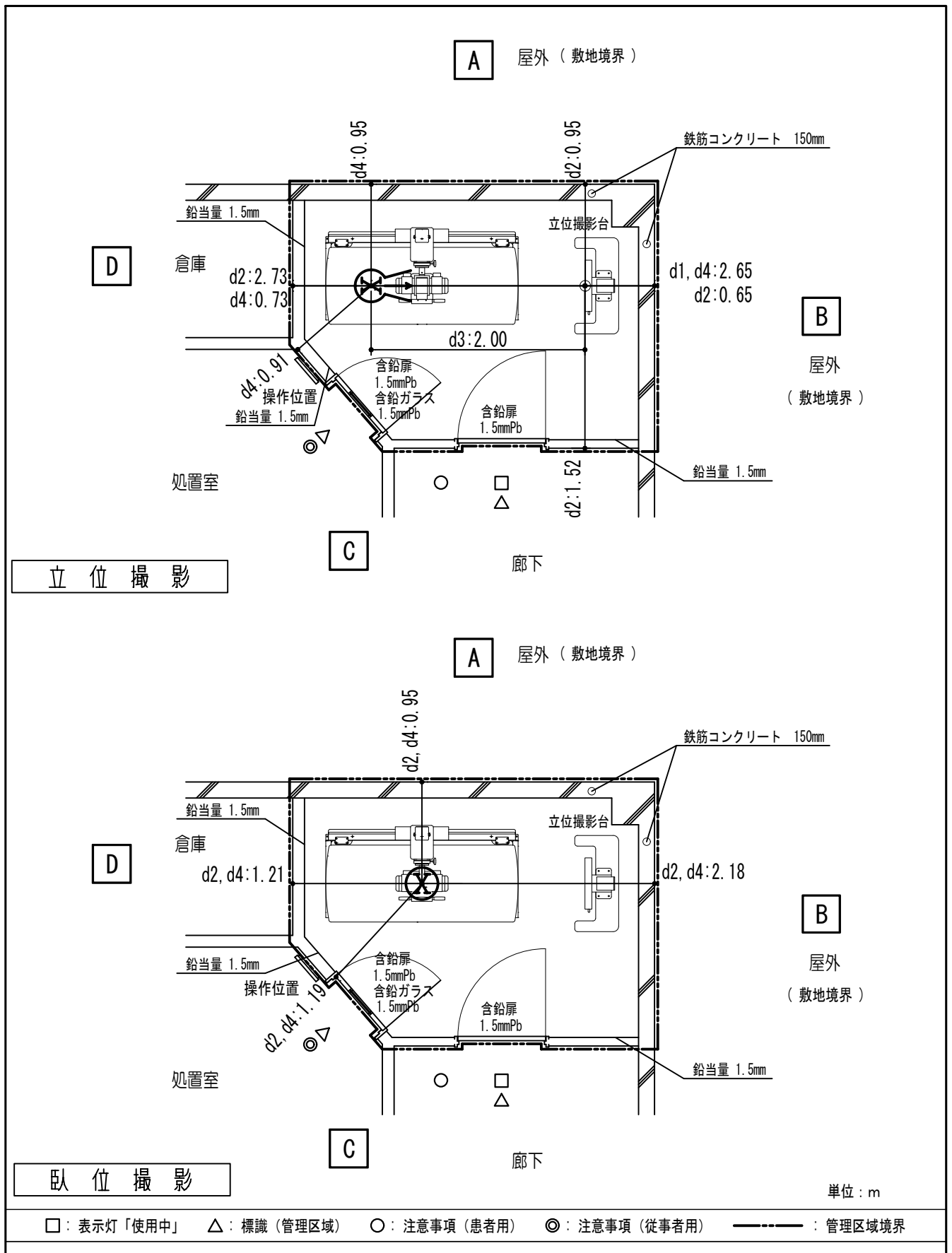


解説 - 図1.1 更衣室部分（立位撮影）平面図



解説 - 図1.2 更衣室部分 (臥位撮影) 平面図





解説 - 図2 特殊な形状のX線診療室例 (立位・臥位撮影) 平面図

### 3.改正の要点

#### 3.1.主な改正点(2025年改正)

##### (1) 厚生労働省通知の改正

「病院又は診療所における診療用放射線の取扱いについて」(平成31年3月15日付け医政発0315第4号厚生労働省医政局長通知、最終改正：令和5年3月23日付け医政発0323第21号)を反映。

##### (2) 水晶体被ばく線量限度の引き下げ

電離放射線障害防止規則の一部を改正する省令(令和2年4月1日厚生労働省令第82号 令和3年4月1日施行)等による目の水晶体被ばくの線量限度の変更を反映。

##### (3) 医療法施行規則の一部改正

医療法施行規則の一部改正(令和7年3月25日厚生労働省令第21号)における「しやへい」から「遮蔽」への漢字への置き換えに対し、本マニュアル内では読みやすさを考慮し「遮へい」と表記を変更。

医療法施行規則の一部改正(令和4年3月31日厚生労働省令第63号 令和7年4月1日施行)による手持ち撮影を意図する口内法撮影用エックス線装置に関する変更を反映。

##### (4) 病室における実効線量限度

法令では一般病室に関しての線量限度規定が無いため、規定されている入院患者の実効線量限度について記載し、病室における実効線量を算定する必要性について記載内容を変更。

##### (5) 遮へい計算書類に記載すべき内容

遮へい計算書類に記載が必要な項目を追加。

##### (6) その他

コンクリートの記載については、計算に使用する素材としてはコンクリートという表現を用い、図面においては構造を示す鉄筋コンクリートを明示するようにし、嵩上げコンクリート等と記載を分けるように変更した。

その他、誤字、脱字の修正を含む。

## 4.原案作成

### 4.1.原案作成:標準化部会 標準化委員会 サイト設備設計 G(WG-7122)

委員長	笹嶋 一大	(株)フィリップス・ジャパン
主査	木村 純一	医建エンジニアリング(株)
副主査	鯨岡 恭輔	医建エンジニアリング(株)
副主査	小谷 大輔	医建エンジニアリング(株)
委員	飯田 幸司	サンレイズ工業(株)
	伊藤 慶作	シーメンスヘルスケア(株)
	岩井 義真	島津メディカルシステムズ(株)
	上田 樹理	医建エンジニアリング(株)
	瓜生 錦司	シーメンスヘルスケア(株)
	大町 正徳	日本放射線防衛(株)
	河裾 行人	螢光産業(株)
	國枝 祐介	富士フイルムメディカル(株)
	坂本 実佐子	キヤノンメディカルシステムズ(株)
	新原 佳弘	(株)千代田テクノル
	根本 和久	東和放射線防護設備(株)
	原 健作	(株)メディカルメイト
	宮崎 栄二	富士フイルムメディカル(株)
	森 竜也	(株)島津製作所
	横山 修	キヤノンメディカルシステムズ(株)
事務局	小田 和幸	(一社)日本画像医療システム工業会



## 5.規格審査

### 5.1. 標準化部会本委員会

部会長	林原 良	キヤノンメディカルシステムズ(株)
副部会長	板谷 英彦	富士フイルム(株)
幹事	山口 哲志	(株)アイピーエス
	小田 和幸	(一社)日本画像医療システム工業会
委員	長束 澄也	コニカミノルタ(株)
	藤田 直也	キヤノンメディカルシステムズ(株)
	福永 智久	キヤノンメディカルシステムズ(株)
	宮島 武史	(株)島津製作所
	吉田 光宏	(株)日立ハイテック
	北村 昌岳	富士フイルム(株)
	竹之内 忍	富士フイルム(株)
	杉田 浩久	富士フイルム(株)
	笠原 孝幸	(株)JVCケンウッド
	杉原 義人	(株)モリタ製作所
	中里 俊章	(一社)日本画像医療システム工業会
	梶山 孝治	富士フイルム(株)
	内山 進	(一社)日本画像医療システム工業会
	三浦 嘉章	島津メディカルシステムズ(株)

### 5.2. 企画・審査委員会

委員長	板谷 英彦	富士フイルム(株)
副委員長	笠原 孝幸	(株)JVCケンウッド
委員	藤田 直也	キヤノンメディカルシステムズ(株)
	杉田 浩久	富士フイルム(株)
	飯島 直人	(株)島津製作所
	林原 良	キヤノンメディカルシステムズ(株)
	小田 和幸	(一社)日本画像医療システム工業会

(一社) 日本画像医療システム工業会が発行している規格類は、工業所有権（特許、実用新案など）に関する抵触の有無に関係なく制定されています。

(一社) 日本画像医療システム工業会は、この規格の内容に関する工業所有権に対して、一切の責任を負いません。

JESRA TR-0046\*A<sup>-2025</sup>

2025年11月発行

発行 (一社) 日本画像医療システム工業会

<https://www.jira-net.or.jp>

禁無断転載

この規格の全部又は一部を転載しようとする場合には、発行者の許可を得てください。