

(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 - 2 0 1 9

制定 2019年 4月 1日

X線診療室しゃ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.....	3
1.1.目的.....	3
1.2.適用範囲.....	3
2.用語及び定義.....	3
3.X線診療室のしゃへい計算.....	3
3.1.X線診療室に対する実効線量限度.....	3
3.2.(参考)被ばくに対する線量限度.....	3
3.3.しゃへい計算.....	4
3.4.しゃへい計算の根拠となる厚生労働省通知.....	4
3.5.しゃへい計算による漏えい実効線量の算定.....	4
3.6.しゃへい計算を行う際に取得すべき情報.....	5
3.7.しゃへい計算式.....	8
4.しゃへい計算例.....	10
4.1.一般X線撮影装置が据え置かれたX線診療室のしゃへい計算例.....	10
4.2.X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室のしゃへい計算例①.....	26
4.3.X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室のしゃへい計算例②.....	35
4.4.複数のX線装置が据え置かれたX線診療室のしゃへい計算例.....	47
4.5.画壁に複数のしゃへい体がいわれている場合のしゃへい計算例.....	64
5.X線装置種ごとのX線診療室のしゃへい計算図面例としゃへい計算の留意点.....	67
5.1.一般X線撮影装置が据え置かれたX線診療室.....	67
5.2.X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室.....	67
5.3.多方向X線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.....	67
5.4.循環器用X線診断装置が据え置かれたX線診療室.....	68
5.5.X線骨密度測定装置が据え置かれたX線診療室.....	68
5.6.乳房用X線診断装置が据え置かれたX線診療室.....	69
5.7.歯科用X線装置が据え置かれたX線診療室.....	69
5.8.医用X線CT装置が据え置かれたX線診療室.....	70
(参考)しゃへい計算例.....	88
① 一般撮影室.....	88
② X線テレビ室.....	101
③ X線テレビ室.....	110
④ 歯科X線診療室.....	123
⑤ ハイブリッド手術室.....	141
解説.....	150
1.制定の趣旨.....	150
2.規定項目の内容.....	150
2.1.撮影天板を有しないX線装置の d_2 , d_3 の設定.....	150
2.2.病室, 居住区域境界及び敷地境界までの距離.....	150
2.3.計算方向に複数のしゃへい体がある場合のしゃへい計算.....	151
2.4.しゃへい計算の条件設定.....	151
2.5.対向しゃへい物を有するX線装置の一次X線による漏えい実効線量の合算.....	151
2.6.X線診療室の特定箇所のしゃへい計算を行う際の留意点.....	152
2.7.特殊な形状のX線診療室のしゃへい計算を行う際の留意点.....	152

2.8.しゃへい材について.....	152
2.9.医用 X 線 CT 装置が据え置かれた X 線診療室のしゃへい計算について	152
3.原案作成.....	158
3.1.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)	158
3.2.規格審査:企画・審査委員会	158

(一社) 日本画像医療システム工業会規格

X線診療室しゃ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等により、管理区域境界、病室、居住区域境界及び敷地境界における放射線量限度が定められており、それを満たすしゃへいが必要となる。X線診療室がその線量限度を満たしているかを確認・判断する方法のひとつにしゃへい計算がある。しゃへい計算は、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るため、本規格を制定した。

1. 目的と適用範囲**1.1. 目的**

X線診療室のしゃへい計算について、その考え方及び方法は、厚生労働省医薬局長通知 医薬発第188号 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)(以下、医薬発第188号)、及び、医薬発第188号の一部改正の通知である、厚生労働省医政局長通知 医政発0331第16号「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)(以下、医政発0331第16号)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線診療室におけるしゃへい計算について、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しゃ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、X線装置のうち、診断の目的で使用され、その最大定格出力が150kV以下のX線装置を指す。

2.2. 対向しゃへい物

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線診療室のしゃへい計算**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、病院または診療所の病室、居住区域、敷地境界について実効線量限度が定められている。

(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)病院または診療所の病室:1.3mSv/3月間

(4)病院または診療所内の居住区域:250 μ Sv/3月間

(5)病院または診療所の敷地境界:250 μ 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。

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 150mSv/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。

3.3.しゃへい計算

しゃへい計算は、しゃへい厚及び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。しゃ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線診療室に必要なしゃへい厚を確認することも可能である。

しゃへい計算は、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、または、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しゃへい厚の確認
- (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.しゃへい計算の根拠となる厚生労働省通知

しゃ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)厚生労働省医薬局長通知 医薬発第188号 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)
- (2)厚生労働省医政局長通知 医政発0331第16号「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)

3.5.しゃへい計算による漏えい実効線量の算定

しゃ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、しゃへい厚、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しゃ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)しゃへい計算の結果については、しゃ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、その都度しゃへい計算の見直しを行う必要がある。

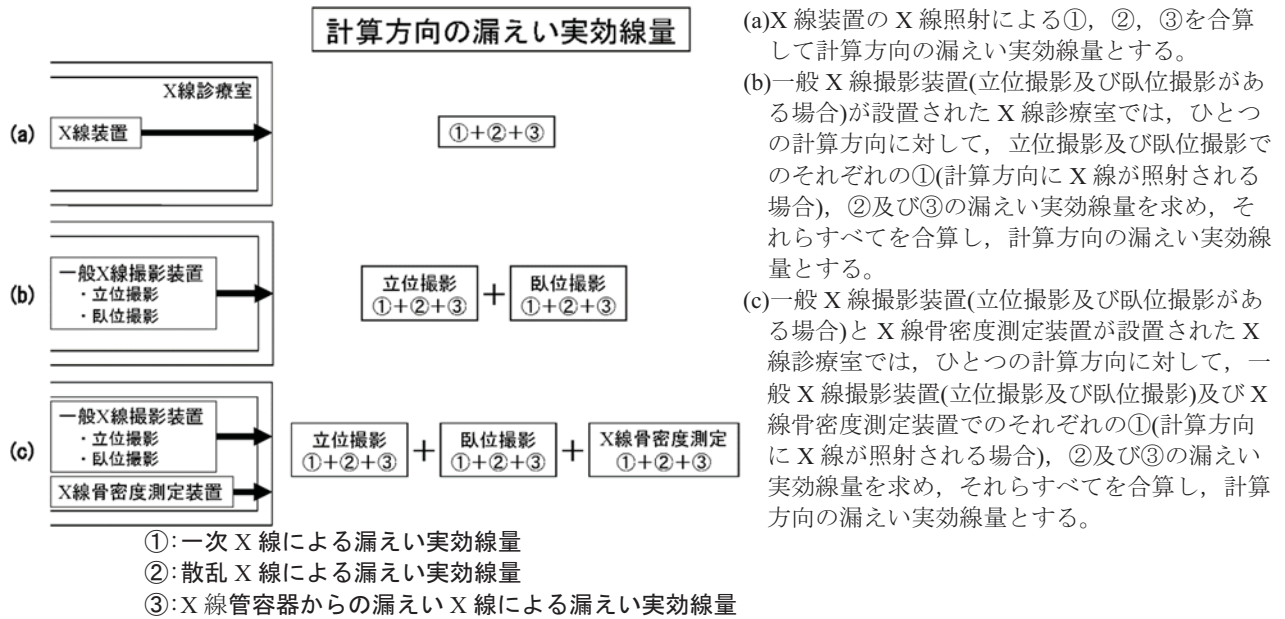


図 1 シャへい計算による漏えい実効線量の算定

3.6. シャへい計算を行う際に取得すべき情報

シャ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シャへい計算条件を設定することが重要である。X 線装置のシャ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、シャ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) 透視人数(人/日)、透視使用管電圧(kV)、透視使用管電流(mA)、透視時間(分/人)、透視距離(m)

(c) 撮影人数(人/日)、撮影使用管電圧(kV)、撮影使用管電流(mA)、撮影時間(秒/回)、撮影回数(回/人)、撮影距離(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)(cm²)

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

(c) 対向シャへい物の鉛当量

(3) X 線診療室のシャへい厚(設計・計画段階で想定されるシャへい厚も含む)

当該 X 線診療室のシャへい厚について、画壁(側壁面、上階面及び床面)のシャへい厚(鉛当量、コンクリート厚)を取得する。

(4) 建物の階高、X 線診療室の画壁の厚さ(壁厚)及び天井高

当該 X 線診療室のある建物について、階高(フロア高)及び X 線診療室の画壁(側壁面、上階面及び下階面の画壁)の厚さ(壁厚)の情報を取得する。

(5) X 線装置(撮影台も含む)の設置位置

当該 X 線診療室内の X 線装置(撮影台も含む)の設置位置が明確な図面資料を取得する。X 線装置位置が明確な図面の例を図 2 に示す。

表1 しゃへい計算条件設定表

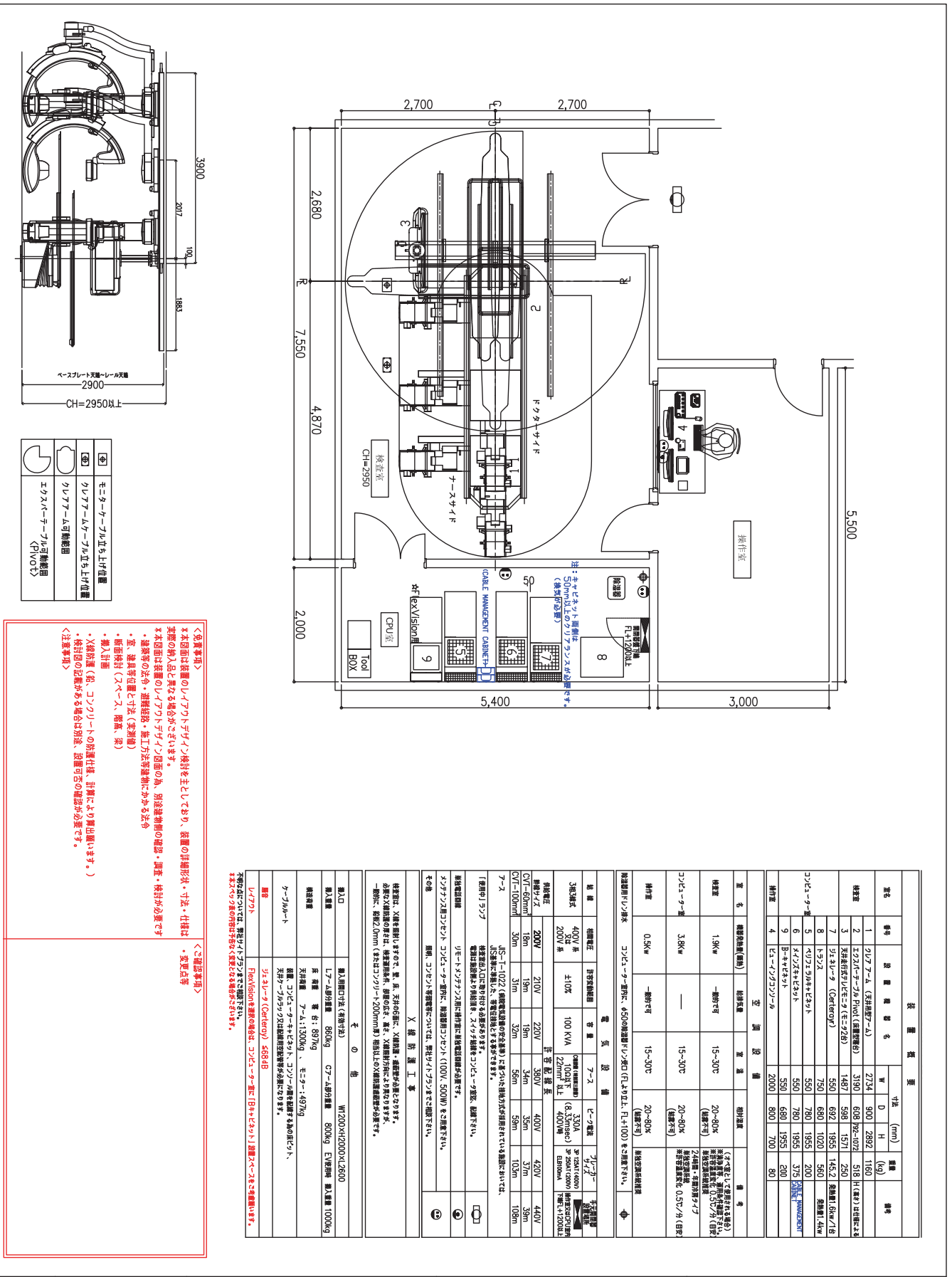
しゃへい計算条件設定表

記入日：2019/3/11

施設名称		管理No.			
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
	照射野面積	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
コンクリート密度		2.1 g/cm ³	2.1 g/cm ³	2.1 g/cm ³	2.1 g/cm ³
対向しゃへい物の厚さ		mmPb	mmPb	mmPb	mmPb
X線診療室名					
当該階数					
上階部屋名					
下階部屋名					
階高 (FL~FL)		mm	mm	mm	mm
防護状況	壁	鉛当量			
		コンクリート			
	扉	鉛当量			
		ガラス			
	天井	鉛当量			
		増打コンクリート	mm	mm	mm
		スラブコンクリート			
	床	鉛当量			
		増打コンクリート			
スラブコンクリート					

しゃ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/cm³で計算いたします。
指定がある場合 (2. 35 g/cm³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。
- 増打コンクリートについては、スラブコンクリートと同等の密度の場合に天井側または床面の防護として考慮し、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。



Ⓡ	モニター・カメラの取り付け位置
Ⓡ	カメラ・カメラの取り付け位置
Ⓢ	カメラ・カメラの取り付け位置
Ⓣ	カメラ・カメラの取り付け位置
Ⓥ	カメラ・カメラの取り付け位置
Ⓦ	カメラ・カメラの取り付け位置

＜検査事項＞
 ※本図面は装置のレイアウトを主に示しており、装置の詳細形状・寸法・仕様が実物の納入品と異なる場合がございます。
 ※本図面は装置のレイアウトを主に示しており、装置の詳細形状・寸法・仕様が実物の納入品と異なる場合がございます。
 ・建築等の法令・建築図面・施工方法等の法令に基づき、調査・検討が必要である場合があります。
 ・室内・器具等の寸法（実測値）
 ・断面図の寸法（実測値）
 ・納入計画
 ・特殊防護（鉛、コンクリートの防放射措置、計算により算出します。）
 ・特別防護の記載がある場合は別添、設置可否の判断が必要です。
 ＜注意事項＞

＜ご留意事項＞
 ・実測値等
 ・本図面は装置のレイアウトを主に示しており、装置の詳細形状・寸法・仕様が実物の納入品と異なる場合がございます。
 ・本図面は装置のレイアウトを主に示しており、装置の詳細形状・寸法・仕様が実物の納入品と異なる場合がございます。
 ・建築等の法令・建築図面・施工方法等の法令に基づき、調査・検討が必要である場合があります。
 ・室内・器具等の寸法（実測値）
 ・断面図の寸法（実測値）
 ・納入計画
 ・特殊防護（鉛、コンクリートの防放射措置、計算により算出します。）
 ・特別防護の記載がある場合は別添、設置可否の判断が必要です。
 ＜注意事項＞

本図面に記載されている寸法は、装置の設計図に基づき記載されています。本図面に記載されている寸法は、装置の設計図に基づき記載されています。

※：本図面は、50mm以上の厚さを持つ（検査対象外）

記号	装置の名称	寸法 (mm)			質量 (kg)	備考
		W	D	H		
1	カメラ・カメラ (放射線防護用)	2734	900	2892	1160	
2	カメラ・カメラ (放射線防護用)	3100	608	1026	518	（電圧）100V/150V/200V
3	放射線防護用カメラ (放射線防護用)	1469	998	1971	290	
4	カメラ・カメラ (放射線防護用)	550	692	1955	452	放射線防護用カメラ
5	カメラ・カメラ (放射線防護用)	750	880	1020	500	放射線防護用カメラ
6	カメラ・カメラ (放射線防護用)	550	780	1955	200	放射線防護用カメラ
7	カメラ・カメラ (放射線防護用)	550	780	1955	375	放射線防護用カメラ
8	カメラ・カメラ (放射線防護用)	550	680	1955	200	放射線防護用カメラ
9	カメラ・カメラ (放射線防護用)	2000	800	700	80	放射線防護用カメラ

記号	電圧 (V)	電流 (A)	消費電力 (W)	備考
1	100V	±10%	1000	
2	100V	±10%	1000	
3	100V	±10%	1000	
4	100V	±10%	1000	
5	100V	±10%	1000	
6	100V	±10%	1000	
7	100V	±10%	1000	
8	100V	±10%	1000	
9	100V	±10%	1000	

記号	質量 (kg)	備考
1	1160	
2	518	
3	290	
4	452	
5	500	
6	200	
7	375	
8	200	
9	80	

図2 取得図面例

3.7.しゃへい計算式

しゃへい計算による漏えい実効線量の計算式は以下のとおりである。

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($\mu\text{Sv}/3$ 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:しゃ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(Sv/Gy)
- ・ U:使用係数
- ・ T:居住係数
- ・ d_1 : X 線管焦点からしゃ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($\mu\text{Sv}/3$ 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:しゃ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(Sv/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しゃへい壁外側までの距離(m)^{*1}
- ・ d_3 :X 線管焦点から撮影天板面までの距離(m)^{*1}
- ・ a:照射野 400 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(cm^2)

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】

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

または,

【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(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 線管焦点からしゃへい壁外側までの距離(m)
- ・ $t_{1/2}$:しゃ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)
- ・ $t_{1/10}$:しゃ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:しゃへい体の厚さ(mm)

3.7.4.複合しゃへい体がいわ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】

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

または,

【1/10 価層を用いた計算式】

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

- ・ 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:最初のしゃ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
- ・ d₁: X 線管焦点からしゃへい壁外側までの距離(m)
- ・ t_{1/2}:2 番目のしゃ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 番目のしゃへい体の厚さ
- ・ t_{1/10}:2 番目のしゃ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 線に対するしゃへい体が 2 つの場合の計算式である。しゃへい体が 3 つの場合には上記計算式に、3 番目のしゃ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または 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】

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

または、

【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(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:最初のしゃ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
- ・ d₂:撮影天板面での利用線錐中心からしゃへい壁外側までの距離(m) ※1
- ・ d₃:X 線管焦点から撮影天板面までの距離※1
- ・ t_{1/2}:2 番目のしゃ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 番目のしゃへい体の厚さ(mm)
- ・ t_{1/10}:2 番目のしゃ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 cm²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(cm²)

注)上記計算式は、散乱 X 線に対する計算方向のしゃへい体が 2 つの場合の計算式である。しゃへい体が 3 つの場合には上記計算式に、3 番目のしゃ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または 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】

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

または、

【1/10 価層を用いた計算式】

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

- ・ E_L: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(μGy/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 線管焦点からしゃへい壁外側までの距離(m)
- $t_{(1)1/2}$:1 番目のしゃ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 番目のしゃへい体の厚さ(mm)
- $t_{(2)1/2}$:2 番目のしゃ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 番目のしゃへい体の厚さ(mm)
- $t_{(1)1/10}$:1 番目のしゃ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)
- $t_{(1)}$:1 番目のしゃへい体の厚さ(mm)
- $t_{(2)1/10}$:2 番目のしゃ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しゃへい体が 2 つの場合の計算式である。しゃへい体が 3 つの場合には上記計算式に、3 番目のしゃ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または 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しゃ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しゃへい計算例及びしゃへい計算図面例に適用した。解説 2.1 参照。

4.しゃへい計算例

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、計算方向に複合しゃへいが用いられている場合のしゃへい計算例を以下に示す。

本マニュアルのすべてのしゃへい計算例では、計算式中の各係数について、医政発 0331 第 16 号の各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' …はそれぞれしゃ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 線診療室のしゃへい計算例

一般 X 線撮影装置が据え置かれた X 線診療室のしゃ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、対向しゃへいとしての性能(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.しゃへい計算条件の設定

本しゃへい計算例では、以下のしゃ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

4.1.2.しゃへい計算式中の距離(d_1 , d_2 , d_3 , d_4)の設定

しゃへい計算式は、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、しゃ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 に臥位撮影のしゃへい計算平面図及び断面図を示す。また、しゃへい計算図面中の d_1 , d_2 , d_3 , d_4 の設定方法の詳細を以下に示す。

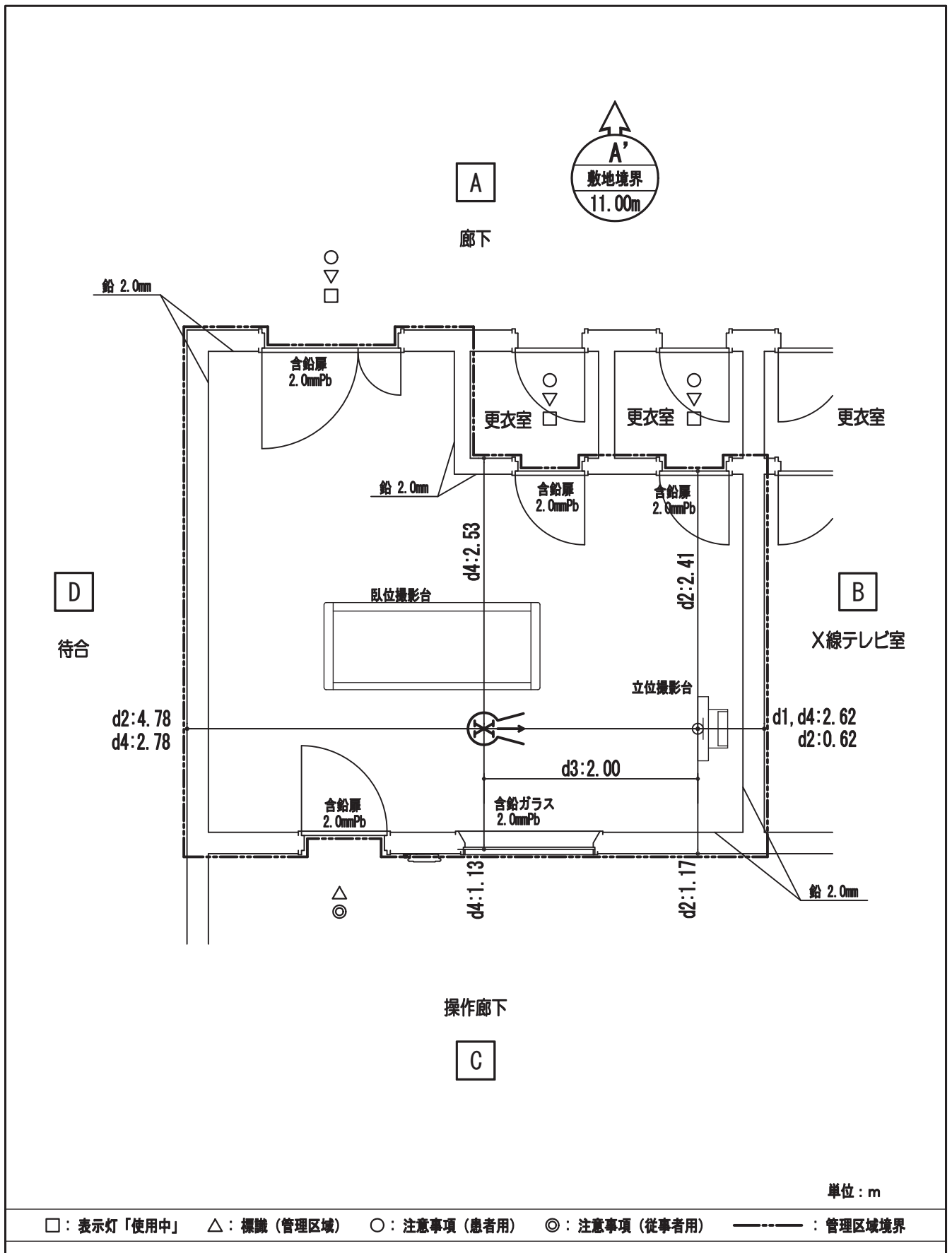


図3.1.1 一般撮影室 立位撮影 平面図

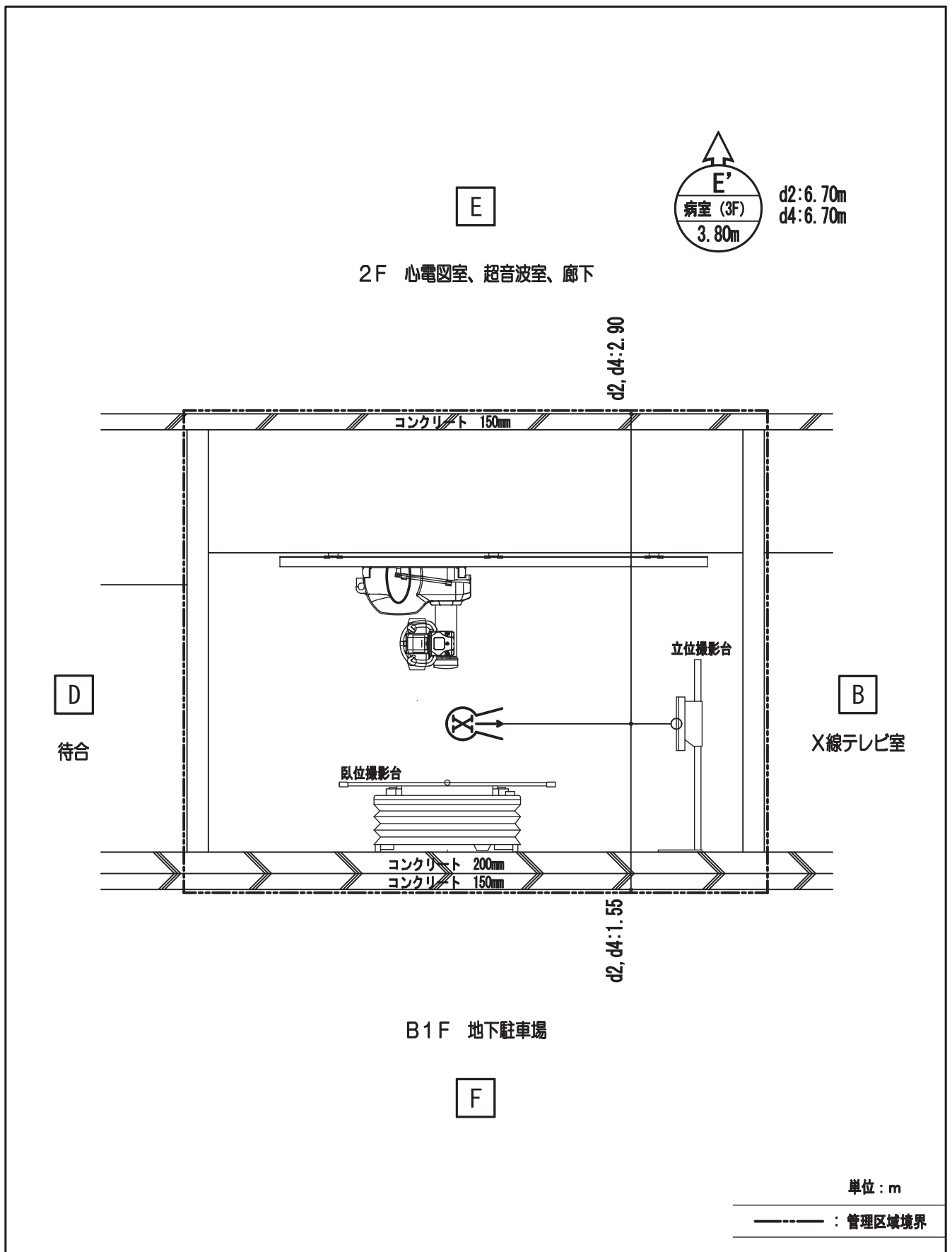


図3.1.2 一般撮影室 立位撮影 断面図

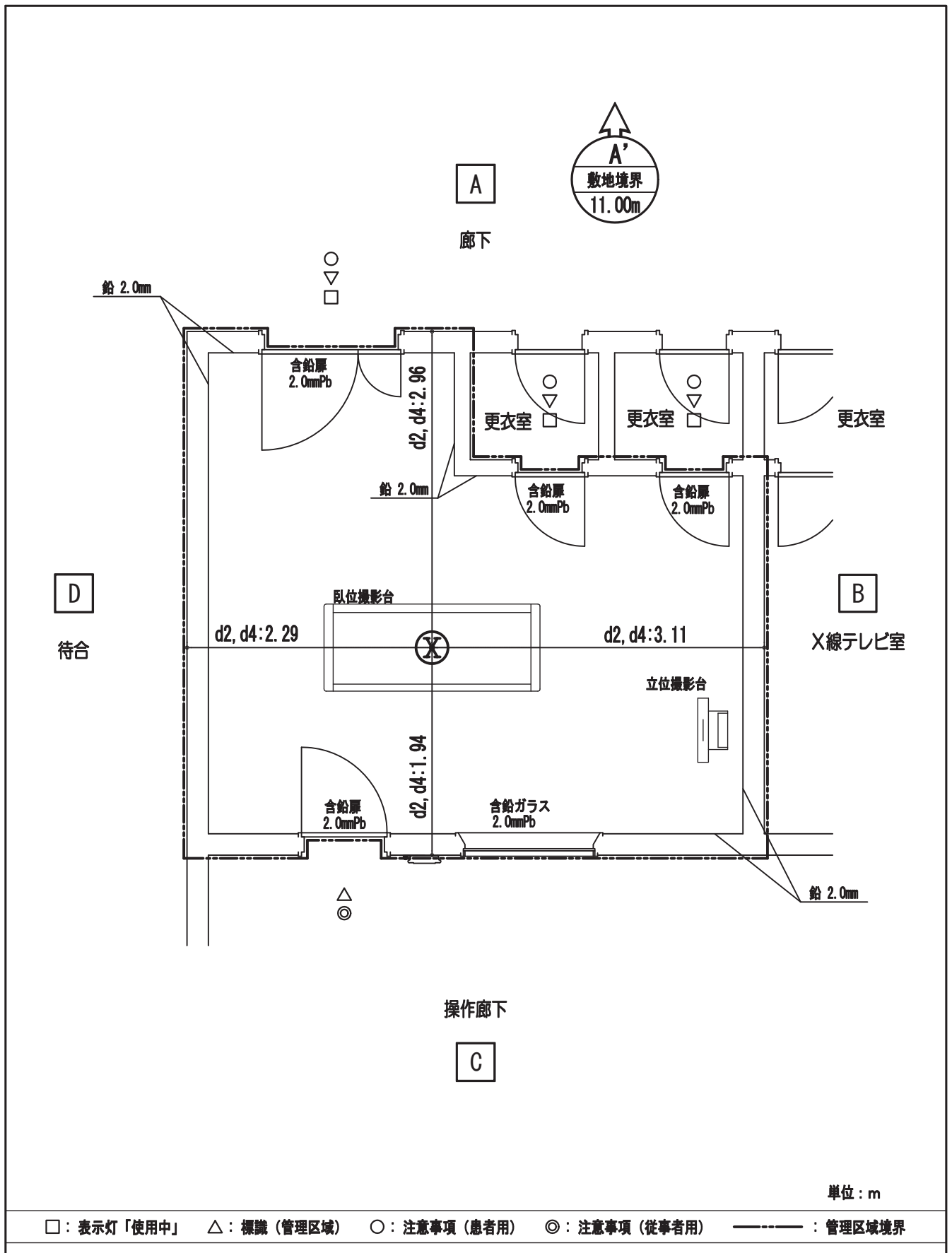


図3.1.3 一般撮影室 臥位撮影 平面図

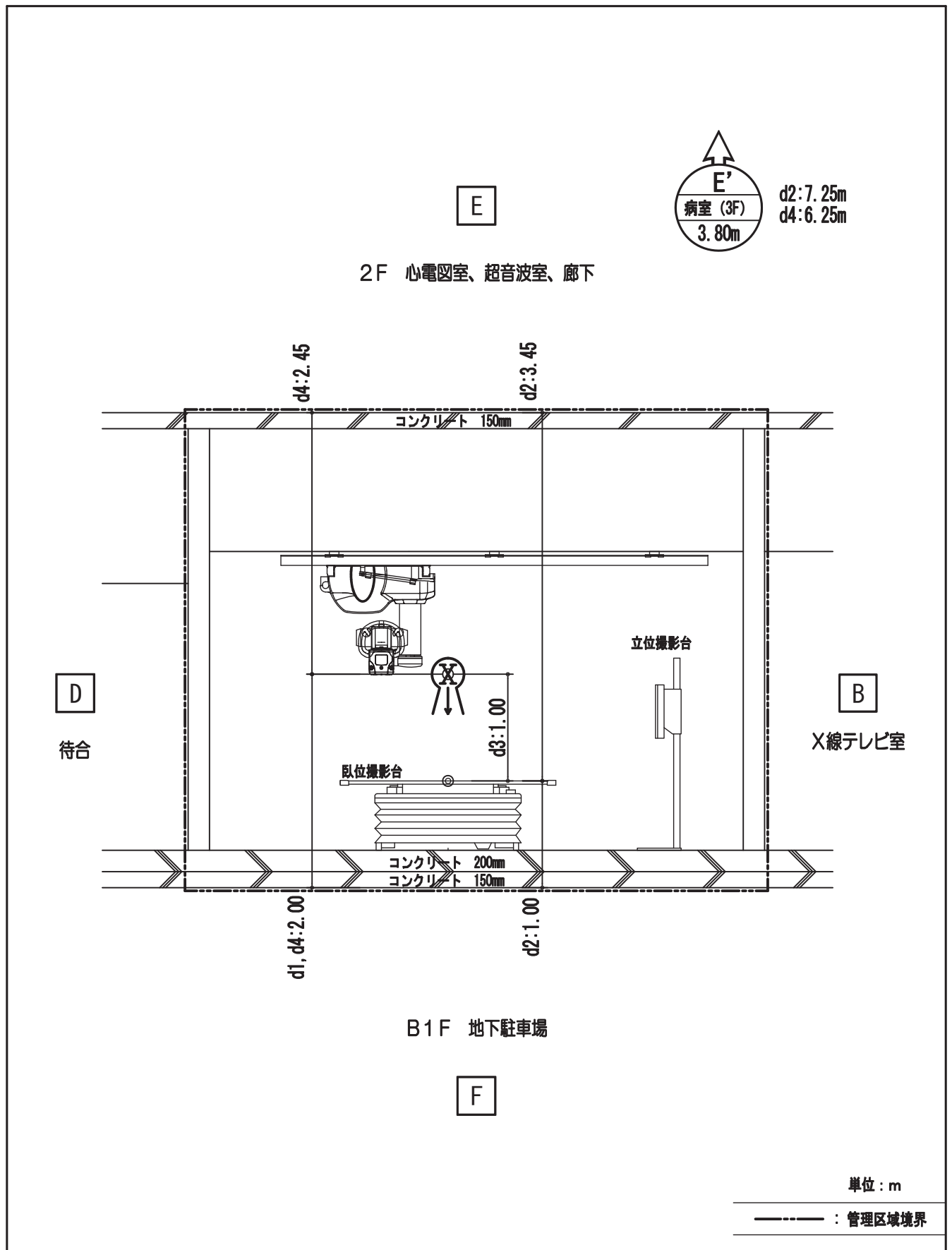


図3.1.4 一般撮影室 臥位撮影 断面図

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

d₁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^{※2}):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, もしくは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しゃへい壁外側までの距離)(単位:m)の設定

d₂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。※3):6.70m^{※4}, A方向の敷地境界までの距離(以下, 敷地境界A'とする。※3):11.00m^{※4}

※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

d₃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。d₃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d₃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d₃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.d₄(X線装置のX線管焦点からしゃへい壁外側までの距離)(単位:m)の設定

d₄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、本しゃへい計算に用いるd₁, d₂, d₃, d₄は以下の通りとなる。

(1)立位撮影

d₁:(B:2.62m)

d₂:(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)

d₃:(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)

d₄:(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

d₁:(F:2.00m)

d₂:(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)

d₃:(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)

d₄:(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。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(μSv/3 月間)

・ X:110(μGy/mAs)

医政発 0331 第 16 号 表 1(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(μGy/mAs)である。

・ Dt:8.03E-04

A 方向について、しゃへい体は鉛 2.0mm である。

医政発 0331 第 16 号 表 2(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 (8.03×10⁻⁴)である。

・ W:15,444(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(mAs/3 月間)は以下のように求める。

$$W = 100(\text{mA}) \times 0.036(\text{s/回}) \times 2(\text{回/人}) \times 30(\text{人/日}) \times 5.5(\text{日/週}) \times 13(\text{週/3 月間}) \\ = 15,444(\text{mAs/3 月間})$$

・ E/Ka=1.433 (Sv/Gy)

医政発 0331 第 16 号 表 10(空気カーマから実効線量への換算係数(E/Ka)) 注 4)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 とともに 1 を用いる。

・ d₁:(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。

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

(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。
- d₂: (A: 2.41m)
- d₃: (A: 2.00m)
- a: 0.002

医政発 0331 第 16 号 表 8(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(cm²)

X 線装置の受像面における照射野面積 1,600 cm²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_s)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_L: 漏えい実効線量
- X_L: 1,000(μGy/h)

X_Lについて、医療法施行規則第 30 条第 1 号 二により 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、1,000μGy/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。
- d₄: (A: 2.53m)
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$: 1.05E-02
- t_{1/2}: 0.304(mm)

医政発 0331 第 16 号 表 9(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、しゃへい体は鉛 2.0mm である。

よって、

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

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。

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

$$= \frac{1,000 \times 0.04 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.53^2} \times 1.05E - 2$$

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

他すべての計算方向についても計算を行う。

4.1.3.2.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。

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

・ Ep:漏えい実効線量($\mu\text{Sv/3 月間}$)

・ X:40.7($\mu\text{Gy/mAs}$)

医政発 0331 第 16 号 表 1 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また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 0331 第 16 号 表 1 より、

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

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

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、しゃへい体はコンクリート 350mm(密度 2.10g/cm³)である。

医政発 0331 第 16 号 表 3(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/cm³の Dt が与えられている。表 3 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/cm³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/cm³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 の値は表 3 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/cm³)の Dt の算出例を以下に示す。

- ①医政発 0331 第 16 号 表 3 のコンクリート密度 2.35g/cm³のデータに対応させるため、コンクリート 150mm(密度 2.10g/cm³)が密度 2.35g/cm³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/cm³)が密度 2.35g/cm³である場合の等価厚は以下の通り。

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

よって、密度 2.10 g/cm³のコンクリート 350 mmは、密度 2.35g/cm³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/cm³)の Dt を求める。

医政発 0331 第 16 号 表 3 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。

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

よって、

70kV、コンクリート 312.77mm(密度 2.35g/cm³)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/cm³)の Dt を求める。

医政発 0331 第 16 号 表 3 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/cm³)の Dt: 1.54E-08

④74kV, コンクリート 312.77mm(密度 2.35g/cm³)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/cm³)の Dt: 1.31E-08

すなわち、

74kV, コンクリート 350mm (密度 2.10g/cm³)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 0331 第 16 号 表 10 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 0331 第 16 号 表 10 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

・ T: 居住係数

U, T については、(1)と同様。

・ d₁: (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。

$$E_p = \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \\ = \frac{40.7 \times 1.31\text{E}-08 \times 34,320 \times 1.417 \times 1 \times 1}{2.00^2} \\ = 0.006 (\mu\text{Sv/3 月間})$$

(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(μSv/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、しゃへい体は鉛 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 0331 第 16 号 表 2 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。

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

- ・ d₂: (A:2.96m)
- ・ d₃: (A:1.00m)
- ・ a:0.0018

医政発 0331 第 16 号 表 8 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 0331 第 16 号 表 8 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。

表 8 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(cm²)

臥位撮影における受像面における照射野面積 1,600 cm²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_s)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,

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

- ・ d₄: (A:2.96m)
- ・ $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$:6.16E-05
- ・ t_{1/2}:0.143(mm)

医政発 0331 第 16 号 表 9 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 0331 第 16 号 表 8 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, しゃへい体は鉛 2.0mm である。

よって、

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

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。

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

他すべての計算方向についても計算を行う。

4.1.4.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: $\mu\text{Sv/3 月間}$

	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.しゃへい計算結果表

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

4.1.6.しゃへい計算書

本計算による一般撮影室のしゃへい計算書例を，(参考)しゃへい計算書例①に示す。

エックス線診療室しゃへい計算表(1)

施設名		A病院	
エックス線診療室名		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)		
	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
その他の条件	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 ²)	1,600	1,600
	XL: 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	1,000	1,000
	t _w : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	0.04	0.05

集計2-1

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		一般撮影室																					
装置名		SHM-150D																					
撮影方法		立位撮影																					
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物				しゃへい壁等				計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)									
		鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率		鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)			
A	一次線																						
	散乱線																				0.67		
	管容器			2.0	8.03E-04																2.53	0.09	
B	一次線			2.0	8.03E-04																		284.78
	散乱線			2.0	8.03E-04																		10.17
	管容器			2.0	8.03E-04																		0.09
C	一次線																						
	散乱線			2.0	8.03E-04																		2.86
	管容器			2.0	8.03E-04																		0.47
D	一次線																						
	散乱線			2.0	8.03E-04																		0.17
	管容器			2.0	8.03E-04																		0.08
E	一次線																						
	散乱線																						0.86
	管容器							150	1.49E-03														0.06
F	一次線																						
	散乱線																						0.006
	管容器							350	2.93E-06														0.0003
病室	一次線																						
	散乱線																						0.16
	管容器							150	1.49E-03														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																		0.03
	管容器			2.0	8.03E-04																		0.005

集計2-2

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		一般撮影室															
装置名		SHM-150D															
撮影方法		臥位撮影															
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物				しゃへい壁等				計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)			
		(mm)	透過率	(mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ³)	半価層による透過率	(mm)	透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³)	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																
	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

エックス線診療室しゃへい計算表(3) 集計結果

エックス線 診療室名		一般撮影室			
装 置 名	SHM-150D	SHM-150D	SHM-150D	SHM-150D	実効線量限度
撮 影 方 法	立位撮影	立位撮影	臥位撮影	臥位撮影	
評価方向	エックス線 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 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)	($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)
A	一次線				
	散乱線	0.67		0.008	1300
	管容器	0.09		0.0005	
B	一次線	284.78			
	散乱線	10.17		0.008	1300
	管容器	0.09		0.0005	
C	一次線				
	散乱線	2.86		0.02	1300
	管容器	0.47		0.001	
D	一次線				
	散乱線	0.17		0.01	1300
	管容器	0.08		0.0008	
E	一次線				
	散乱線	0.86		0.07	1300
	管容器	0.06		0.01	
F	一次線				
	散乱線	0.006		0.006	1300
	管容器	0.0003		0.000002	
病 室	一次線				
	散乱線	0.16		0.02	1300
	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	一次線				
	散乱線	0.03		0.0006	250
	管容器	0.005		0.00004	
A'					0.04

4.2.X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室のしゃへい計算例①

X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室のしゃ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。

本しゃへい計算例のX線装置の受像器については、対向しゃへいとしての性能(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.しゃへい計算条件の設定

本しゃへい計算例では、以下のしゃ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

本X線透視撮影装置の受像器は、鉛当量2.2mmのしゃへい性能(対向遮へい物:鉛2.2mm)を有しているものとする。

4.2.2.しゃ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、また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にしゃへい計算平面図及び断面図を示す。

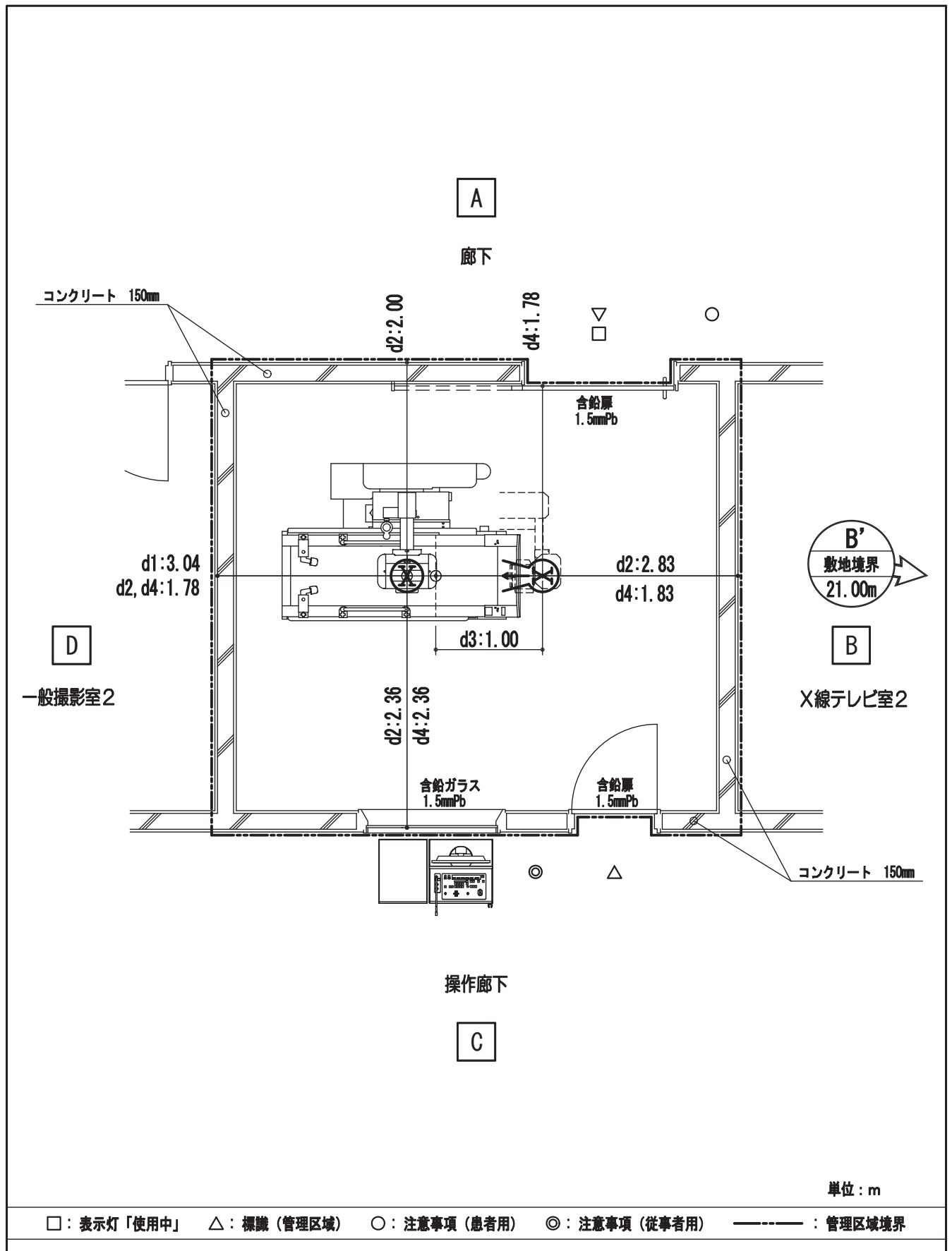


図3.2.1 X線テレビ室 透視・撮影 平面図

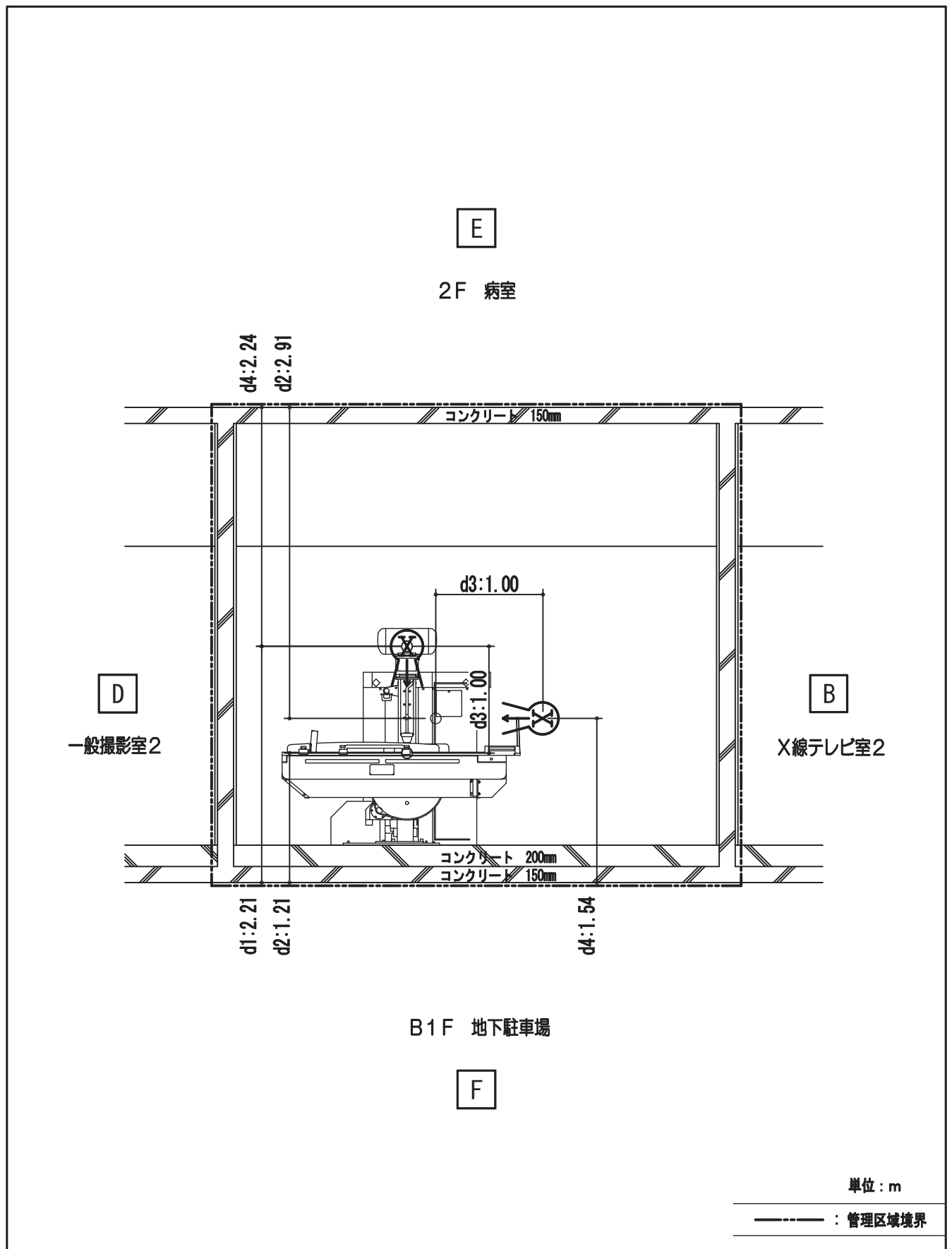


図3.2.2 X線テレビ室 透視・撮影 断面図

- 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)

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 線装置は対向しゃ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^{*5}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 0331 第 16 号 表 1 より、使用管電圧 85kV^{*6} の X は 55.0($\mu\text{Gy}/\text{mAs}$)である。

• Dt: 3.55E-05

医政発 0331 第 16 号 表 2 より、鉛当量 2.2mm(対向しゃへい)、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。

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

• E/Ka=1.433 (Sv/Gy)

医政発 0331 第 16 号 表 10 注 4)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

U, T については、4.1.3.1(1)と同様。

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

• $t_{1/2}$: 15.3(mm)

医政発 0331 第 16 号 表 9 ではコンクリート密度 2.35g/cm³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/cm³)の $t_{1/2}$ は 15.3(mm)である。

• t: 134.04(mm)

D 方向について、しゃへい体はコンクリート 150mm(密度 2.10g/cm³)である。コンクリート 150mm(密度 2.10g/cm³)が密度 2.35g/cm³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/cm³のコンクリート 150 mm は、密度 2.35g/cm³では 134.04mm と等価である。これらより、

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

• 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。

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

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。

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

・ Es:漏えい実効線量($\mu\text{Sv}/3$ 月間)

・ Dt:1.80E-04

A 方向について、しゃへい体はコンクリート 150mm(密度 2.10 g/cm^3)である。

管電圧 85kV, コンクリート 150mm(密度 2.10 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 g/cm^3 のコンクリート 150 mm は、密度 2.35 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 g/cm^3)に該当する Dt の値は表 3 にはないため、補間法により Dt を算出した。

医政発 0331 第 16 号 表 3 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。

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

よって、85kV, コンクリート 150mm (密度 2.10 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 0331 第 16 号 表 8 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(cm^2)

X 線装置の受像面における照射野面積 1,130 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。

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \\ &= \frac{55.0 \times 1.80\text{E}-04 \times 570,700 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1,130}{400} \\ &= 10.29 (\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間}) \end{aligned}$$

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($\mu\text{Gy}/\text{h}$)

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)(mAs/3 月間), 使用管電流:透視 2.5(mA), 撮影 200(mA)である。

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

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

- 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 0331 第 16 号 表 9 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, しゃへい体は鉛 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。

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

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: $\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間}$

	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. しゃへい計算結果表

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

4.2.6. しゃへい計算書

本計算による X 線テレビ室のしゃへい計算書例を, (参考)しゃへい計算書例②に示す。

エックス線診療室しゃへい計算表(1)

施設名	設置名	施設名
	エックス線診療室名	A病院 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
	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	
その他の条件		
a : 空気カーマの百分率	0.0018	
F : 照射野の大きさ (cm^2)	1,130	
XL : 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	1,000	
t _w : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	54.28	

集計2-1

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		X線テレビ室															
装置名		ABB-01H															
撮影方法		透視・撮影															
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物			しゃへい壁等						計算方向までの距離					漏えい線量 (μ Sv/3月間)	
		鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	透過率	鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³) (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																10.29
	管容器			1.5		5.10E-03										1.78	125.20
B	一次線																
	散乱線																5.14
	管容器			1.5		5.10E-03				2.31E-03					1.83		53.65
C	一次線																
	散乱線																17.25
	管容器			1.5		4.20E-04									2.36		71.22
D	一次線	2.2	3.55E-05														0.40
	散乱線																12.99
	管容器														1.78		56.71
E 病室	一次線																
	散乱線																4.86
	管容器														2.91	1.00	35.81
F	一次線	2.2	3.55E-05														0.0002
	散乱線																0.01
	管容器														1.21	1.00	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																0.09
	管容器														21.00	1.00	0.41

エックス線診療室しゃへい計算表(3) 集計結果

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

4.3.X線透視撮影装置が据え置かれたX線診療室のしゃへい計算例②

4.2のX線テレビ室のしゃへい計算について、しゃ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^{*7}の例を示す。

なお、しゃ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.しゃへい計算条件の設定

本しゃへい計算例では、以下のしゃへい計算条件を設定した。

【立位 透視】	【立位 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： 83 kV	管電圧： 85 kV
管電流： 2.5 mA	管電流： 200 mA
透視時間： 3 分/人	撮影時間： 0.032 秒/回
	撮影回数： 12 回/人
【臥位 透視】	【臥位 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： 83 kV	管電圧： 85 kV
管電流： 2.5 mA	管電流： 200 mA
透視時間： 2 分/人	撮影時間： 0.032 秒/回
	撮影回数： 8 回/人

・対向しゃへい：鉛当量 2.2mm

4.3.2.しゃ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、または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・撮影のしゃへい計算平面図及び断面図を示す。

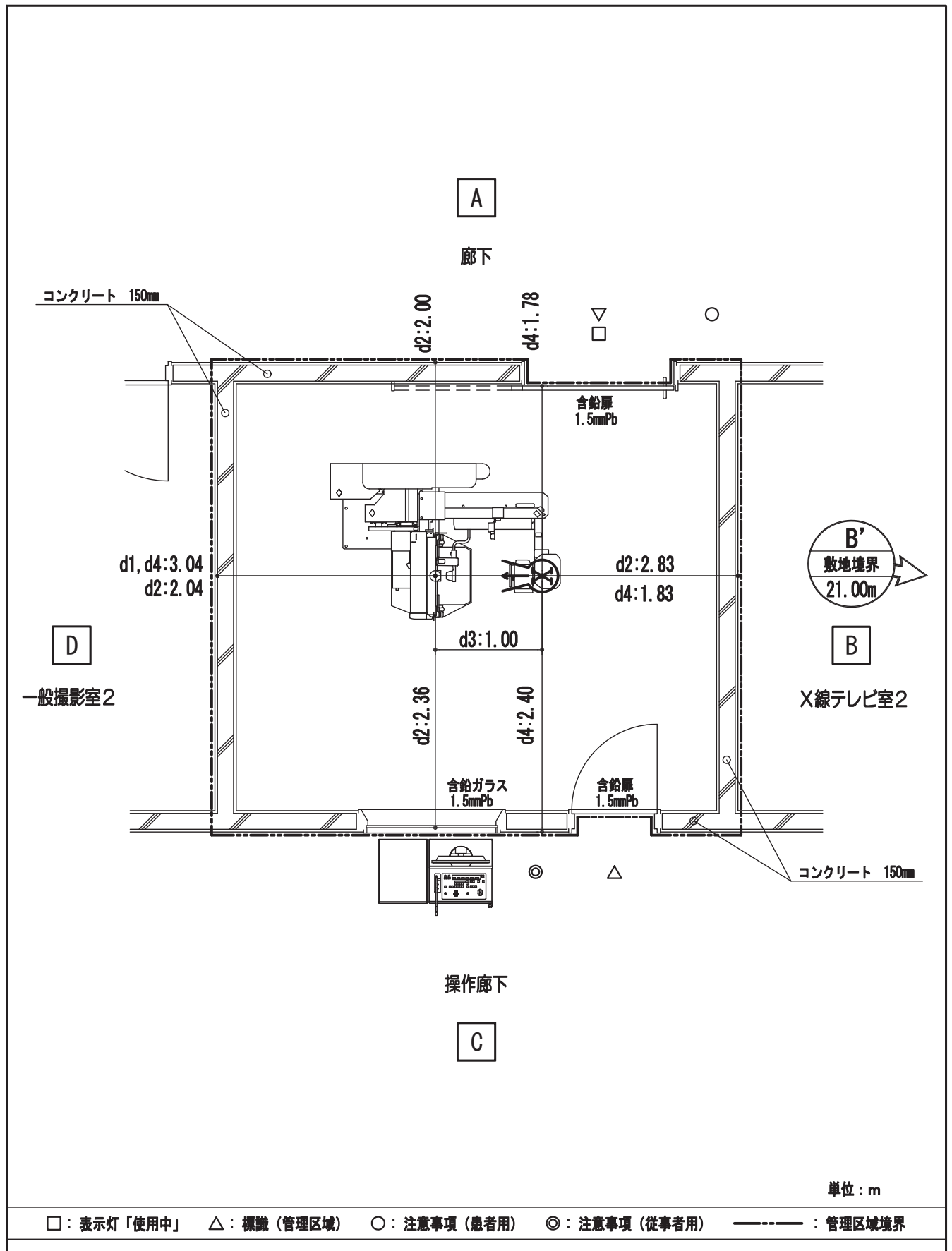


図3.3.1 X線テレビ室 立位 透視・撮影 平面図

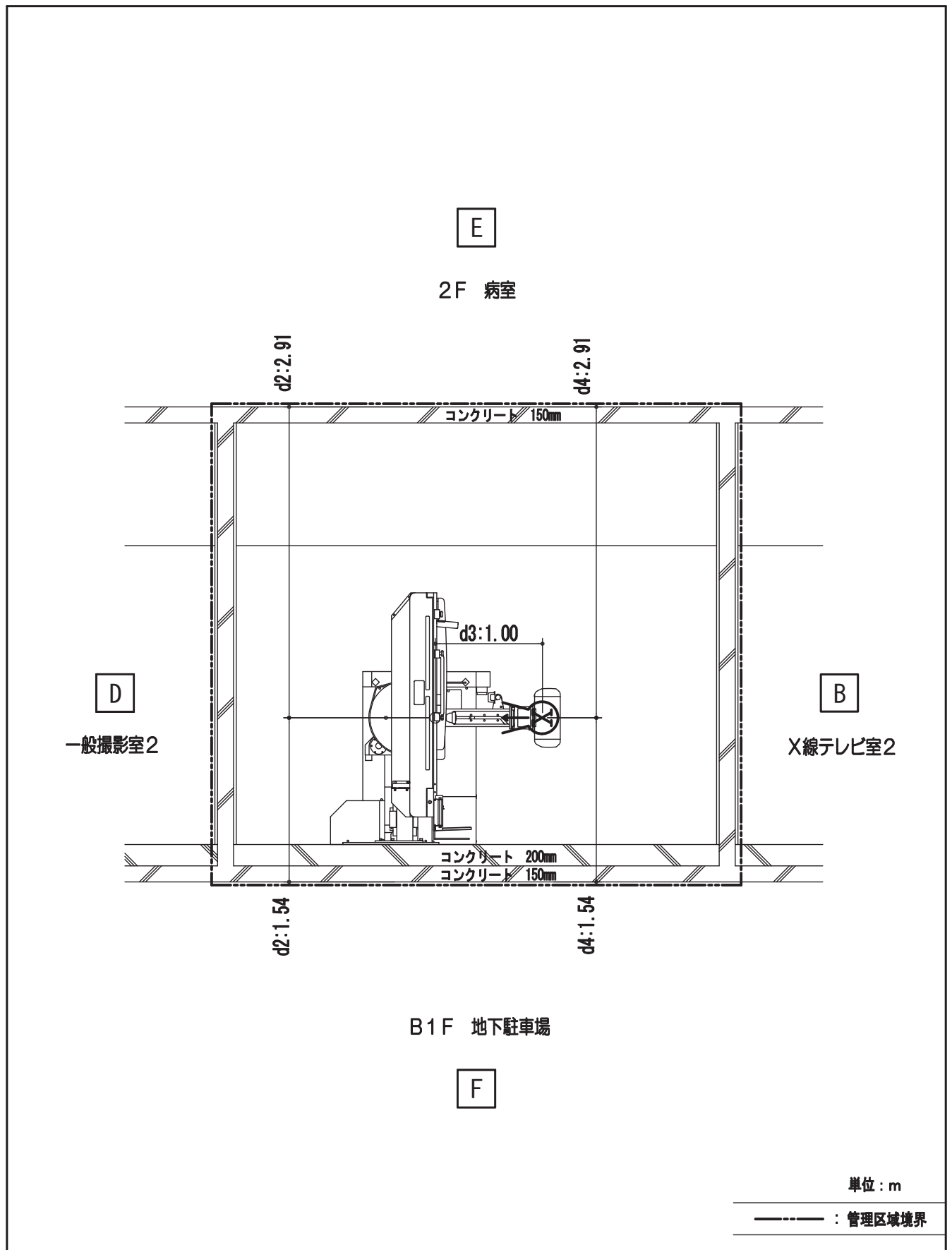


図3.3.2 X線テレビ室 立位 透視・撮影 断面図

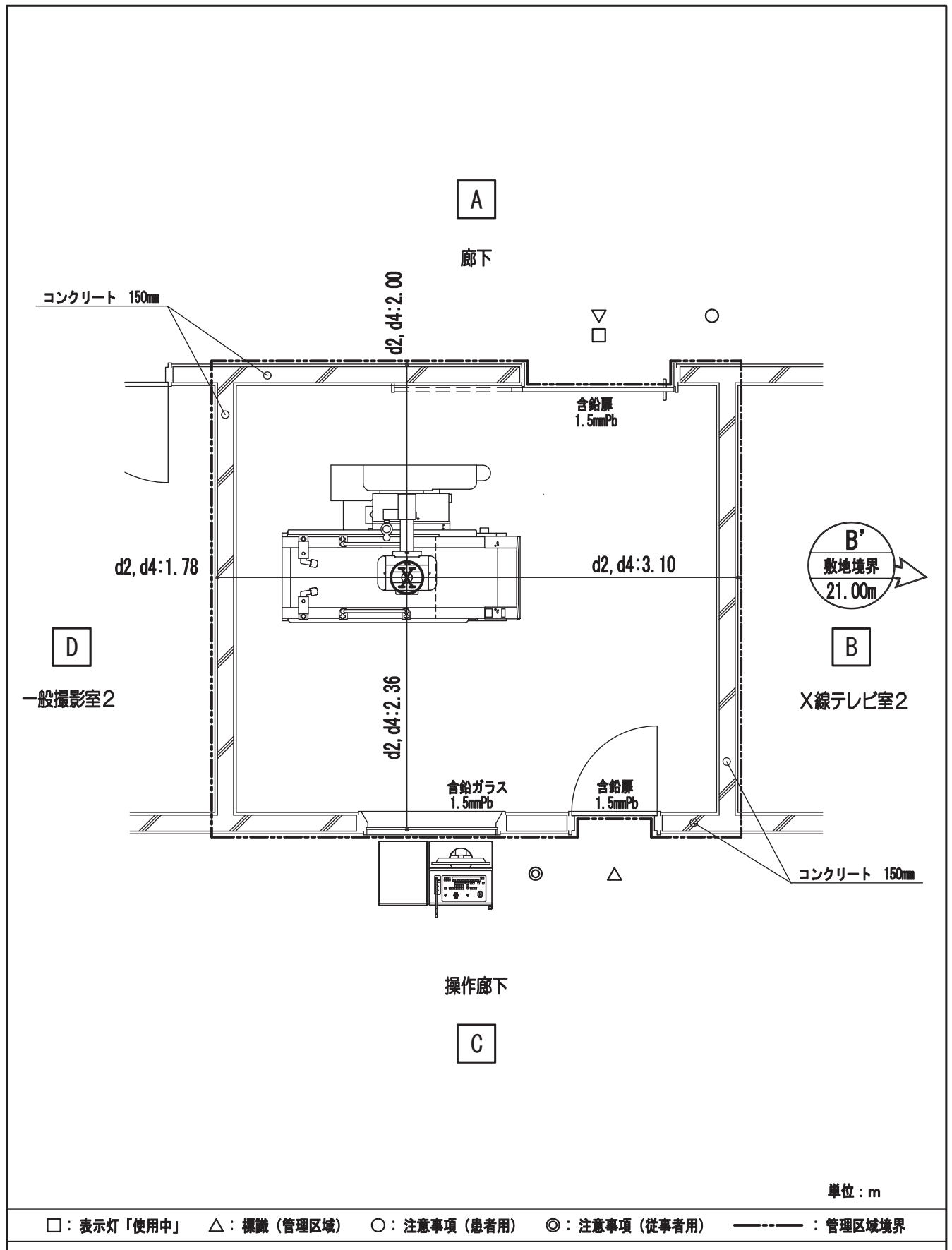


図3.3.3 X線テレビ室 臥位 透視・撮影 平面図

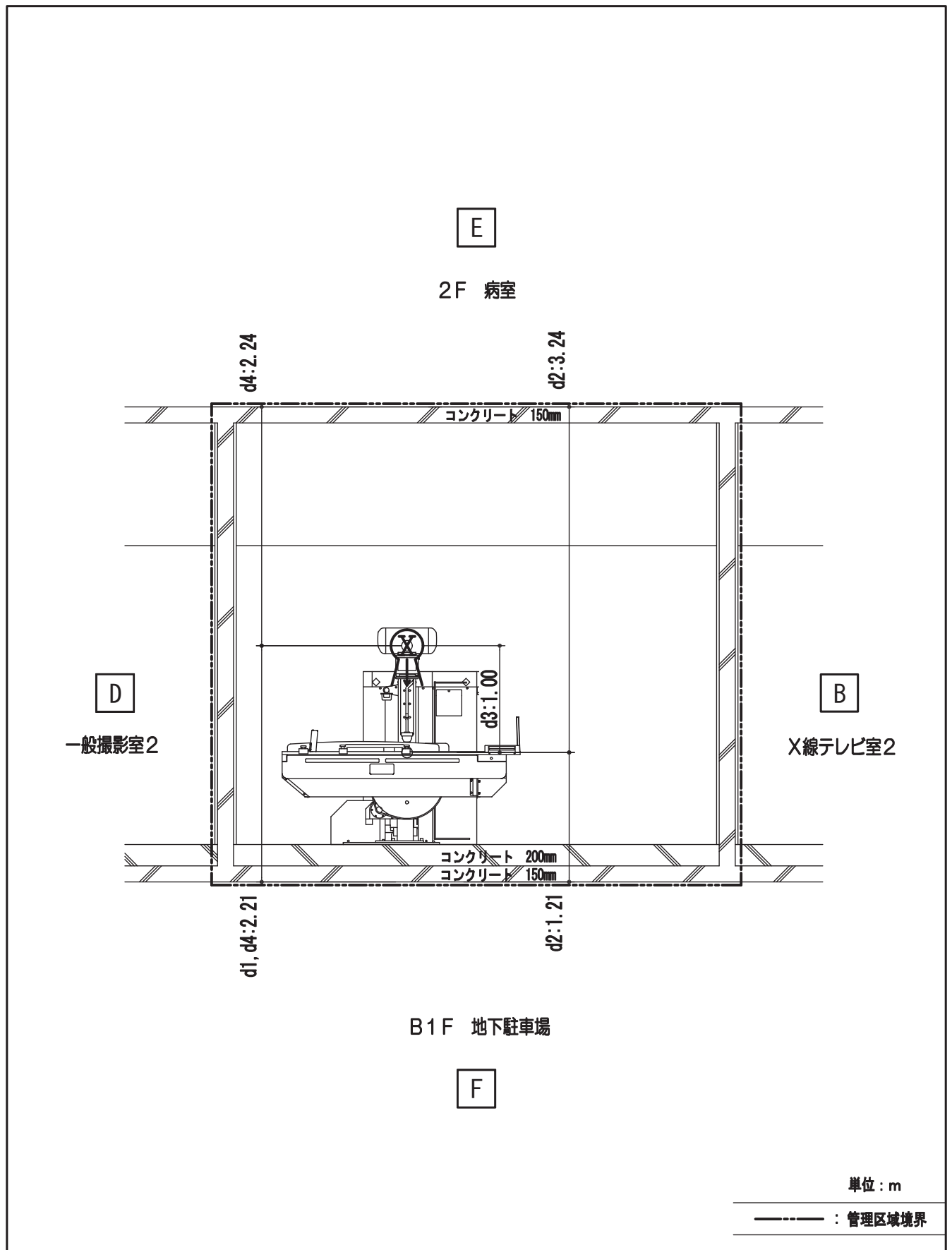


図3.3.4 X線テレビ室 臥位 透視・撮影 断面図

(1)立位 透視・撮影

d₁: (D:3.04m)d₂: (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)d₃: (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)d₄: (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

d₁: (F:2.21m)d₂: (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)d₃: (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)d₄: (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 線装置は対向しゃ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^{※5}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(μSv/3 月間)
- ・ X:55.0(μGy/mAs)
- ・ Dt:3.55E-05(対向しゃへい: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
- ・ $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$:2.31E-03
- ・ d₁: (D:3.04m)

よって、

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{55.0 \times 3.55E-05 \times 342,420 \times 1.433 \times 1 \times 1}{3.04^2} \times 2.31E-03 \\ &= 0.24 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)} \end{aligned}$$

※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。

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

- ・ E_s: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。
- ・ d₂: (A:2.00m)
- ・ d₃: (A:1.00m)
- ・ a:0.0018

$$\cdot F: 1,130(\text{cm}^3)$$

よって,

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_2^2 \times d_3^2} \times \frac{a \times F}{400} \\ &= \frac{55.0 \times 1.80 \times 10^{-4} \times 342,420 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1,130}{400} \\ &= 6.18 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)} \end{aligned}$$

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 : 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,

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

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しゃ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^{※5}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($\mu\text{Gy/mAs}$)
- ・ Dt : 3.55E-05(対向しゃへい: 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
- ・ $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$: 7.02E-07
- ・ d_1 : (F: 2.21m)

よって,

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{55.0 \times 3.55 \times 10^{-5} \times 228,280 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.21^2} \times 7.02 \text{E} - 07 \\ &= 0.00009 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)} \end{aligned}$$

※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。
- ・ d₂: (A: 2.00m)
- ・ d₃: (A: 1.00m)

よって、

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

$$= \frac{55.0 \times 1.80E-04 \times 228,280 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2 \times 1.00^2} \times \frac{0.0018 \times 1,130}{400}$$

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

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(μGy/h)
- ・ t_w: 21.71 (h/3 月間)
- ・ E/Ka, U, T については(1)と同様。
- ・ d₄: (A: 2.00m)
- ・ $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$: 2.31E-03

よって、

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

$$= \frac{1,000 \times 21.71 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.00^2} \times 2.31E-03$$

$$= 17.97 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

他すべての計算方向についても計算を行う。

4.3.4. 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. しゃへい計算結果表

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

4.3.6. しゃへい計算書

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

エックス線診療室しゃへい計算表(1)

施設名		A病院	
エックス線診療室名		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	
その他の条件		0.0018	0.0018
a: 空気カーマの百分率		1,130	1,130
F: 照射野の大きさ (cm^2)		1,000	1,000
XL: 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)		32.57	21.71
tw: 3月間の稼働時間 (h/3月間)			

集計2-1

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		X線テレビ室										漏えい線量 (μ Sv/3月間)						
装置名		ABB-01H																
撮影方法		立位 透視・撮影																
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物			しゃへい壁等						計算方向までの距離							
		鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm ³) 透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³) 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							6.18	
	管容器			1.5	5.10E-03										1.78			75.13
B	一次線																	
	散乱線								2.83	1.00								3.08
	管容器														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														2.40			18.72
D	一次線	2.2	3.55E-05															0.24
	散乱線								2.04	1.00								5.94
	管容器														3.04			11.67
E 病室	一次線																	
	散乱線								2.91	1.00								2.92
	管容器														2.91			12.73
F	一次線																	
	散乱線								1.54	1.00								0.005
	管容器														1.54			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								21.00	1.00								0.06
	管容器														21.00			0.24

集計2-2

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		X線テレビ室										漏えい線量 (μ Sv/3月間)				
装置名		ABB-01H														
撮影方法		臥位 透視・撮影														
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等						計算方向までの距離						
		鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³) (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			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	1.00			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															
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

エックス線診療室しゃへい計算表(3) 集計結果

エックス線診療室名		X線テレビ室			
装置名	ABB-01H	ABB-01H	ABB-01H	実効線量限度	
撮影方法	立位 透視・撮影	立位 透視・撮影	臥位 透視・撮影		
評価方向	エックス線種別	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 合計 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)	
A	一次線				
	散乱線	6.18		4.12	
	管容器	75.13		17.97	
B	一次線				
	散乱線	3.08		1.71	
	管容器	32.19		7.48	
C	一次線				
	散乱線	10.35		6.90	
	管容器	18.72		28.49	
D	一次線	0.24			
	散乱線	5.94		5.20	
	管容器	11.67		22.68	
E 病室	一次線				
	散乱線	2.92		1.57	
	管容器	12.73		14.32	
F	一次線		0.0009		
	散乱線	0.005		0.005	
	管容器	0.01		0.004	
病室	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	0.06		0.04	
	管容器	0.24		0.16	
合計					
0.50					

4.4.複数の X 線装置が据え置かれた X 線診療室のしゃへい計算例

複数の X 線装置が据え置かれた X 線診療室のしゃへい計算では、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)のしゃ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、しゃへい計算式中の各係数の算出方法については前述のしゃへい計算例を、 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.しゃへい計算条件の設定

本しゃへい計算例では、以下のしゃへい計算条件を設定した。

【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 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 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 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

・対向しゃへい:鉛当量 1.5mm(歯科 CT・パノラマ撮影)

4.4.2.しゃ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 にデンタル撮影のしゃへい計算図面を示す。

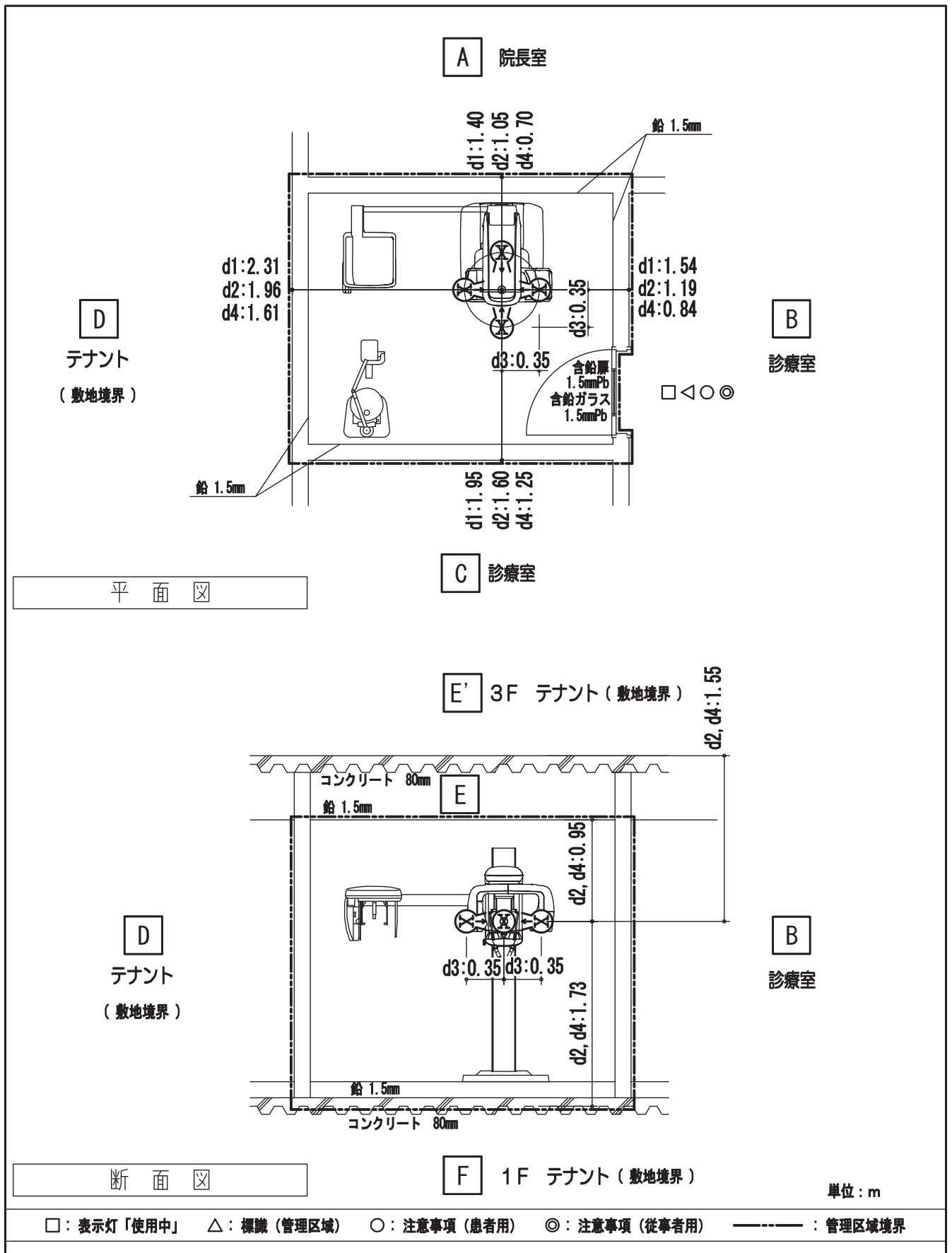


図3.4.1 歯科X線診療室 歯科CT撮影

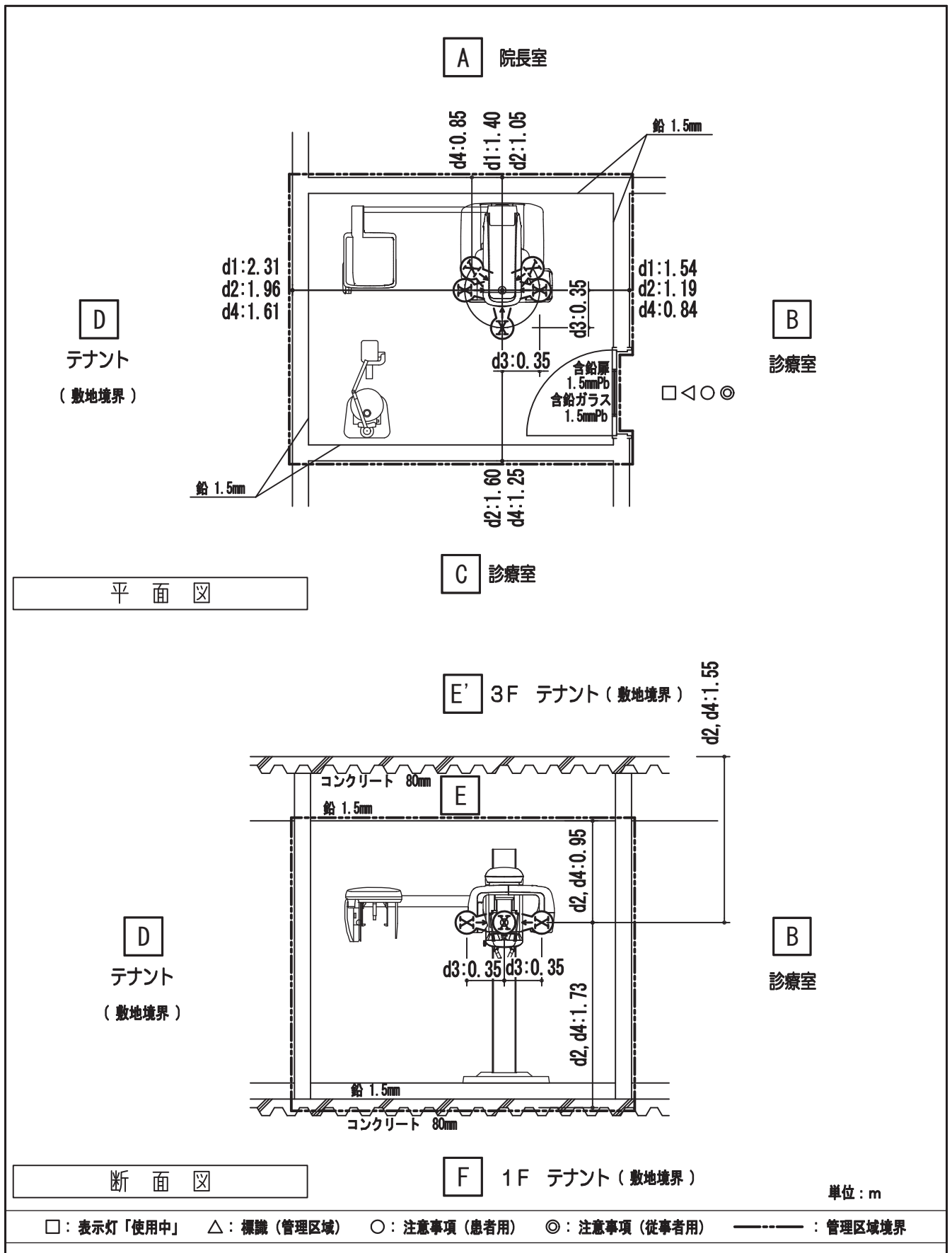


図3.4.2 歯科X線診療室 パノラマ撮影

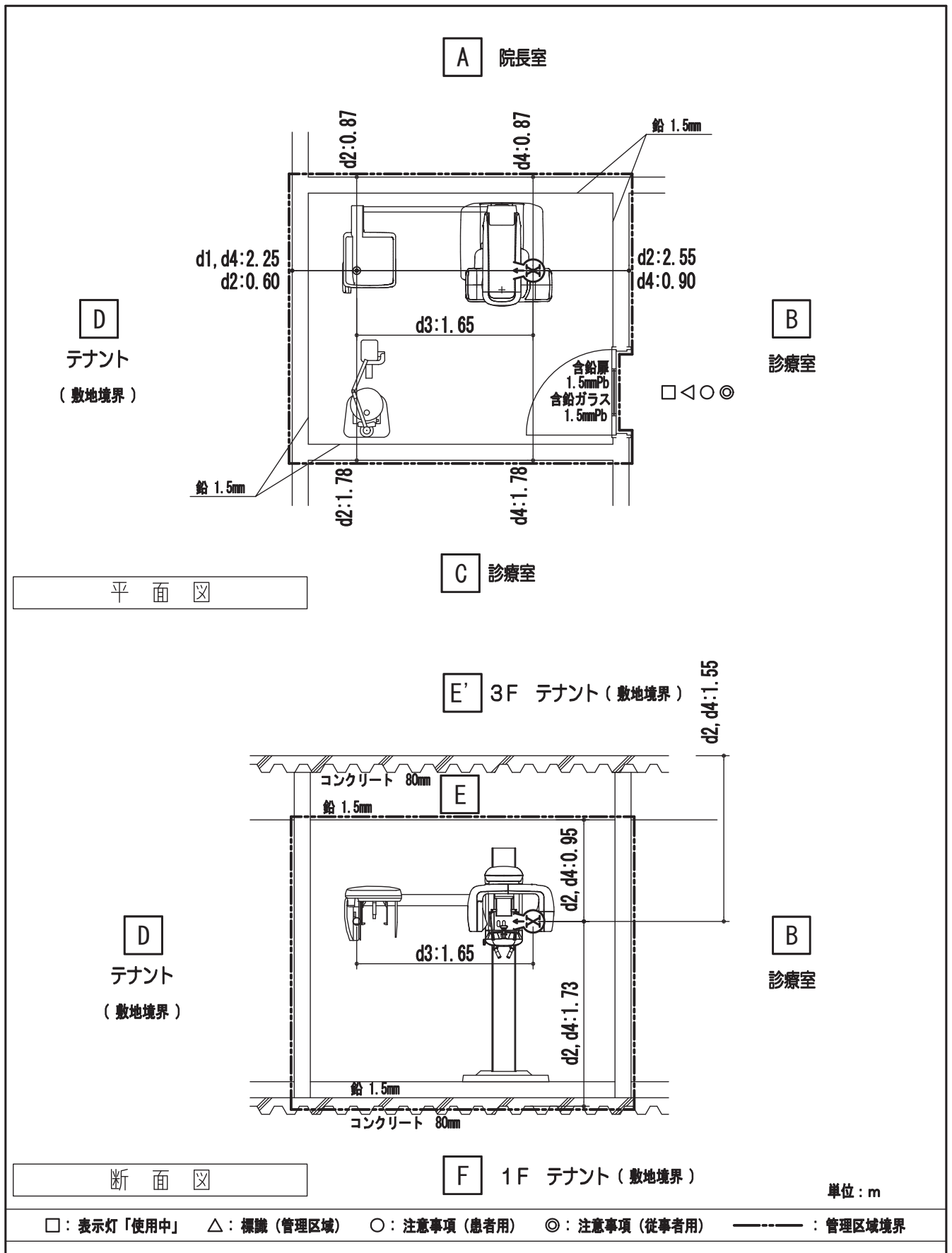


図3.4.3 歯科X線診療室 セファロ撮影

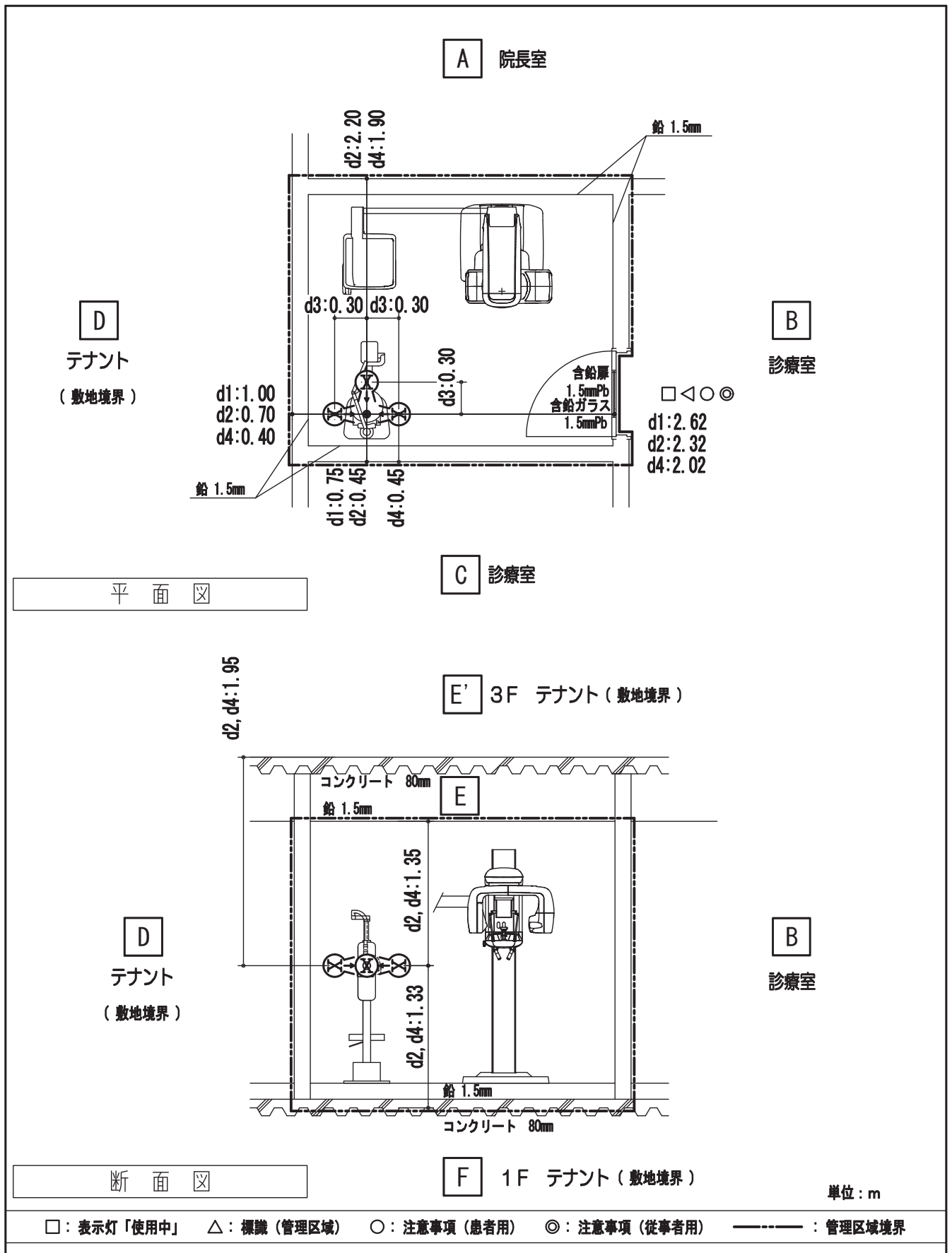


図3.4.4 歯科X線診療室 デンタル撮影

(1) 歯科 CT 撮影

- d₁: (A: 1.40m) (B: 1.54m) (C: 1.95m) (D(敷地境界): 2.31m)
 d₂: (A: 1.05m) (B: 1.19m) (C: 1.60m) (D(敷地境界): 1.96m) (E: 0.95m) (F(敷地境界): 1.73m)
 (敷地境界 E': 1.55m)
 d₃: (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)
 d₄: (A: 0.70m) (B: 0.84m) (C: 1.25m) (D(敷地境界): 1.61m) (E: 0.95m) (F(敷地境界): 1.73m)
 (敷地境界 E': 1.55m)

(2) パノラマ撮影

- d₁: (A: 1.40m) (B: 1.54m) (D(敷地境界): 2.31m)
 d₂: (A: 1.05m) (B: 1.19m) (C: 1.60m) (D(敷地境界): 1.96m) (E: 0.95m) (F(敷地境界): 1.73m)
 (敷地境界 E': 1.55m)
 d₃: (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)
 d₄: (A: 0.85m) (B: 0.84m) (C: 1.25m) (D(敷地境界): 1.61m) (E: 0.95m) (F(敷地境界): 1.73m)
 (敷地境界 E': 1.55m)

(3) セファロ撮影

- d₁: (D(敷地境界): 2.25m)
 d₂: (A: 0.87m) (B: 2.55m) (C: 1.78m) (D(敷地境界): 0.60m) (E: 0.95m) (F(敷地境界): 1.73m)
 (敷地境界 E': 1.55m)
 d₃: (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)
 d₄: (A: 0.87m) (B: 0.90m) (C: 1.78m) (D(敷地境界): 2.25m) (E: 0.95m) (F(敷地境界): 1.73m)
 (敷地境界 E': 1.55m)

(4) デンタル撮影

- d₁: (B: 2.62m) (C: 0.75m) (D(敷地境界): 1.00m)
 d₂: (A: 2.20m) (B: 2.32m) (C: 0.45m) (D(敷地境界): 0.70m) (E: 1.35m) (F(敷地境界): 1.33m)
 (敷地境界 E': 1.95m)
 d₃: (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)
 d₄: (A: 1.90m) (B: 2.02m) (C: 0.45m) (D(敷地境界): 0.40m) (E: 1.35m) (F(敷地境界): 1.33m)
 (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 線装置は対向しゃ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^{※5}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(μSv/3 月間)
- X: 55.0(μGy/mAs)
- Dt: 4.20E-04(対向しゃへい: 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
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$: 5.10E-03
- d₁: (A: 1.40m)

よって、

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

$$= \frac{55.0 \times 4.20 \times 10^{-4} \times 8,580 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.40^2} \times 5.10 \times 10^{-3}$$

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

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。

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

- ・ Es: 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(cm^3)

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、

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

$$= \frac{1,000 \times 0.40 \times 1.433 \times 1 \times 1}{0.70^2} \times 5.10 \times 10^{-3}$$

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

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 線装置は対向しゃ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^{※5}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(対向しゃへい: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
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$:1.36E-04
- d_1 :(A:1.40m)

よって,

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

$$= \frac{32.8 \times 9.94\text{E}-06 \times 25,740 \times 1.377 \times 1 \times 1}{1.40^2} \times 1.36\text{E}-04$$

$$= 0.0008 \text{ (}\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間)}$$

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^2)

よって,

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

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

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

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($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
- t_w :1.19(h/3 月間)
- E/Ka , U , T については(1)と同様。
- d_4 :(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。

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

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

よって、

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

$$= \frac{62.1 \times 8.15E-04 \times 1,365 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.25^2}$$

$$= 19.56 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

(2)散乱 X 線による漏えい実効線量の算定

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($\mu\text{Sv/3 月間}$)
- ・ 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(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($\mu\text{Gy/mAs}$)
- Dt : 8.08E-07
- W : 429(mAs/3 月間)
- E/Ka : 1.308 (Sv/Gy)
- U (使用係数): 1
- T (居住係数): 1
- d_1 : (B: 2.62m)

よって、

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

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

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

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(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(μ Gy/h)

X_L について、医療法施行規則 第30条第1号ハにより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 μ 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、

$$\begin{aligned} E_L &= \frac{X_L \times t_w \times (E/Ka) \times U \times T}{d_4^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{250 \times 0.01 \times 1.433 \times 1 \times 1}{1.90^2} \times 1.50E-05 \\ &= 0.00001 \text{ (}\mu\text{Sv/3月間)} \end{aligned}$$

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: μ Sv/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.しゃへい計算結果表

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

4.4.6.しゃへい計算書

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

表2.4.2 歯科X線診療室 しゃへい計算表(1)

エックス線診療室しゃへい計算表(1)

施設名		Aデンタルクリニック			
エックス線診療室名		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
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)				
	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
	X: 空気カーマ ($\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)	55.0	32.8	62.1	25.7
	W: 3月間の実効稼働負荷 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)	8,580	25,740	1,365	429
	(E/Ka): 換算係数 (Sv/Gy)	1.433	1.377	1.433	1.308
その他条件	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
	XL: 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	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

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物				しゃへい壁等				計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm ²) 透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ²) (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	80				1.73	0.35			0.02
	管容器			1.5	5.10E-03	80						1.73		0.04
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	80				1.55	0.35			0.03
	管容器			1.5	5.10E-03	80						1.55		0.05

集計2-2

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物				しゃへい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm ²) 透過率	鉛による透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ²) (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	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			80					1.73	0.35		0.00002
	管容器			1.5	1.36E-04			80							1.73	0.001
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			80					1.55	0.35		0.00002
	管容器			1.5	1.36E-04			80							1.55	0.001

集計2-3

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)				
		鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	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																	0.003
B	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.0003
C	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.87
D	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.0007
敷地境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.22
E	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	19.56
敷地境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.006
F	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.14
敷地境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.002
病室	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.78
居住区域境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.00003
E' 敷地境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.01

集計2-4

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)			
		(mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ³)	半価層による透過率	鉛:11.35 (g/cm ³)	透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³)	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																0.000003
	管容器			1.5	8.08E-07	1.50E-05							1.90				0.00001
B	一次線			1.5	8.08E-07												0.002
	散乱線			1.5	8.08E-07												0.000003
	管容器			1.5	8.08E-07	1.50E-05							2.02				0.00001
C	一次線			1.5	8.08E-07												0.02
	散乱線			1.5	8.08E-07												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												0.01
	散乱線			1.5	8.08E-07												0.00003
	管容器			1.5	8.08E-07	1.50E-05							0.70				0.0003
E	一次線																
	散乱線			1.5	8.08E-07												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																
	散乱線			1.5	8.08E-07												0.00000004
	管容器			1.5	8.08E-07	1.50E-05							1.33				0.0000001
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	8.08E-07												0.00000002
	管容器			1.5	8.08E-07	1.50E-05							1.95				0.00000006

エックス線診療室しゃへい計算表(3) 集計結果

エックス線 診療室名		歯科X線診療室					
装置	位置名	DMO-500	DMO-500	DMO-500	AS-100	漏えい線量合計 (μ Sv / 3月間)	実効線量限度 (μ Sv / 3月間)
撮影方向	撮影方法	歯科CT撮影 漏えい線量 (μ Sv / 3月間)	パノラマ撮影 漏えい線量 (μ Sv / 3月間)	セファロ撮影 漏えい線量 (μ Sv / 3月間)	デンタル撮影 漏えい線量 (μ Sv / 3月間)		
A	エックス線 種別						
	一次線	0.74	0.0008				
	散乱線	1.40	0.003	0.003	0.000003	9.36	1300
B	管容器	5.97	0.31	0.93	0.00001		
	一次線	0.61	0.0007		0.002		
	散乱線	1.09	0.002	0.0003	0.000003	7.04	1300
C	管容器	4.14	0.32	0.87	0.00001		
	一次線	0.38			0.02		
	散乱線	0.60	0.001	0.0007	0.00008	3.23	1300
D 敷地境界	管容器	1.87	0.14	0.22	0.0002		
	一次線	0.27	0.0003	19.56	0.01		
	散乱線	0.40	0.0009	0.006	0.00003	21.61	250
E	管容器	1.13	0.09	0.14	0.0003		
	一次線						
	散乱線	1.71	0.004	0.002	0.000009	5.99	1300
F 敷地境界	管容器	3.24	0.25	0.78	0.00003		
	一次線						
	散乱線	0.02	0.00002	0.00003	0.00000004	0.07	250
病室	管容器	0.04	0.001	0.01	0.0000001		
	一次線						
	散乱線	病室は無いので、計算を省略する。					
居住区域境界	管容器						
	一次線						
	散乱線	居住区域は無いので、計算を省略する。					
E' 敷地境界	管容器	0.03	0.00002	0.00004	0.00000002	0.09	250
	一次線	0.05	0.001	0.01	0.00000006		
	散乱線						

4.5.画壁に複数のしゃへい体がいわれている場合のしゃへい計算例

画壁に複数のしゃへい体がいわれている場合※5のしゃ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、しゃへい体として鉛とコンクリートがいわれている場合のしゃへい計算例を以下に示す。図3.5に本しゃへい計算例の断面図を示す。

なお、しゃへい計算式中の各係数の算出方法は前述のしゃへい計算例を参照のこと。

※5 解説2.3参照。

4.5.1.しゃへい計算条件の設定

本しゃへい計算例では、以下のしゃ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: 88kV	管電圧: 81kV
管電流: 18.9mA	管電流: 660mA
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 cm²

4.5.1.しゃへい計算式中の距離(d₁, d₂, d₃, d₄)の設定

図3.5より、F方向について、d₁, d₂, d₃, d₄は以下の通りとなる。

d₁:(F:2.02m), d₂:(F:1.24m), d₃:(F:0.785m), d₄:(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線に対するしゃへい物として、対向しゃへい物(鉛当量2.25mm)と、しゃへい壁に鉛1.0mm及びコンクリート160mmがいわれているので、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。

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

- ・E_p:漏えい実効線量(μSv/3月間)
- ・X:59.3(μGy/mAs)
- ・Dt:6.04E-05(対向しゃへい: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
- ・ $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$:3.91E-02(鉛1.0mm)
- ・ $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$:1.78E-03(コンクリート160mm)
- ・d₁:(F:2.02m)

よって、

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{X \times Dt \times W \times (E/Ka) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\ &= \frac{59.3 \times 6.04E-05 \times 9,957,168 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.02^2} \times 3.91E-02 \times 1.78E-03 \\ &= 0.87 (\mu\text{Sv}/3 \text{月間}) \end{aligned}$$

(2)散乱X線による漏えい実効線量の算定

F方向について、散乱X線に対するしゃへい物として、しゃへい壁に鉛1.0mm及びコンクリート160mmがいわれているので、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_s: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_2 : (F:1.24m)
- d_3 : (F:0.785m)
- a:0.0018
- F:1,185(cm^3)
- $\left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$:1.78E-03(コンクリート 160mm)

よって、

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

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

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

(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線に対するしゃへい物として、しゃへい壁に鉛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。

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

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

よって、

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

$$= \frac{1,000 \times 130.47 \times 1.433 \times 1 \times 1}{0.45^2} \times 3.91 \text{E} - 02 \times 1.78 \text{E} - 03$$

$$= 64.26 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}$$

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: $\mu\text{Sv/3 月間}$

	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.しゃへい計算書

ハイブリッド手術室のしゃへい計算書例を、(参考)しゃへい計算書例⑤に示す。

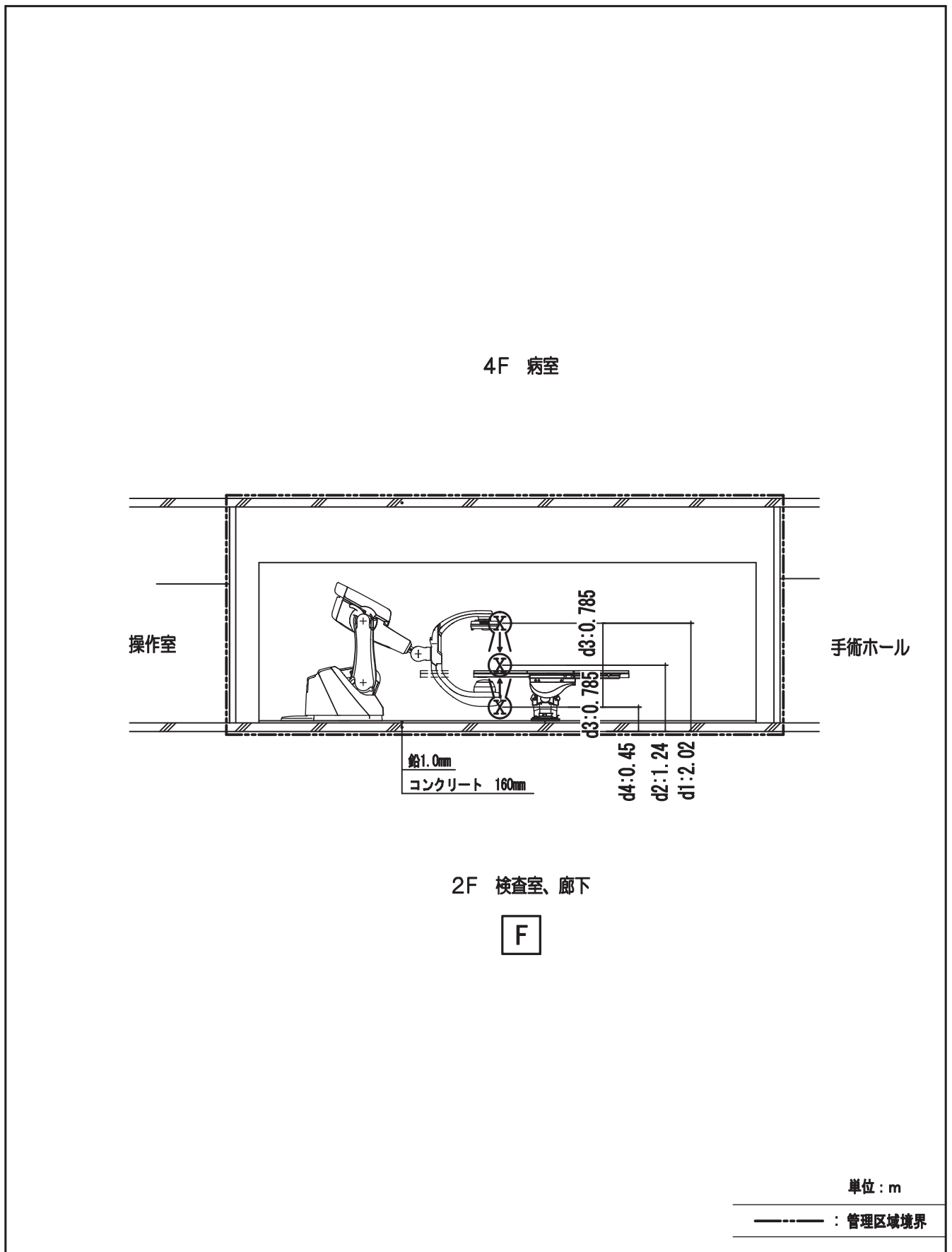


図3.5 画壁に複数のしゃへい体があるしゃへい計算例 透視・撮影 断面図

5.X線装置種ごとのX線診療室のしゃへい計算図面例としゃへい計算の留意点

各種X線装置が据え置かれたX線診療室のしゃ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)d₁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)d₂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)d₃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)d₄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)d₁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)d₂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)d₃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)d₄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線診療室のしゃへい計算平面図及び断面図例を示す。

なお, d₂, d₃の設定については解説2.1.1を参照。

(1)d₁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)d₂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)d₃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)d₄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^{*7}。

※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 線診療室のしゃへい計算平面図及び断面図例を示す。

(1)d₁ 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)d₂ 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)d₃ 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)d₄ 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^{*7}。
- (c)床置き型管球及び天井走行型管球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, 床置き型管球及び天井走行型管球で, それぞれ使用する X 線管焦点位置における透視・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。その算定例としゃ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。
① 1 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。
② 1 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, しゃへい計算の条件設定として, ①または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 線診療室のしゃへい計算図面例を示す。

(1)d₁ 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)d₂ 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)d₃ 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)d₄ 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^{※7}。

※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 線診療室のしゃへい計算図面例を示す。

(1)d₁ 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)d₂ 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)d₃ 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)d₄ 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)d₁ 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)d₂ 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)d₃ 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)d₄ 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)d₁, d₂, d₃, d₄ 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)d₁ 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)または 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)d₂ 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)d₃ 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)d₄ 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 cm²(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.医用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^{※8}。

※8 解説 2.9 参照。

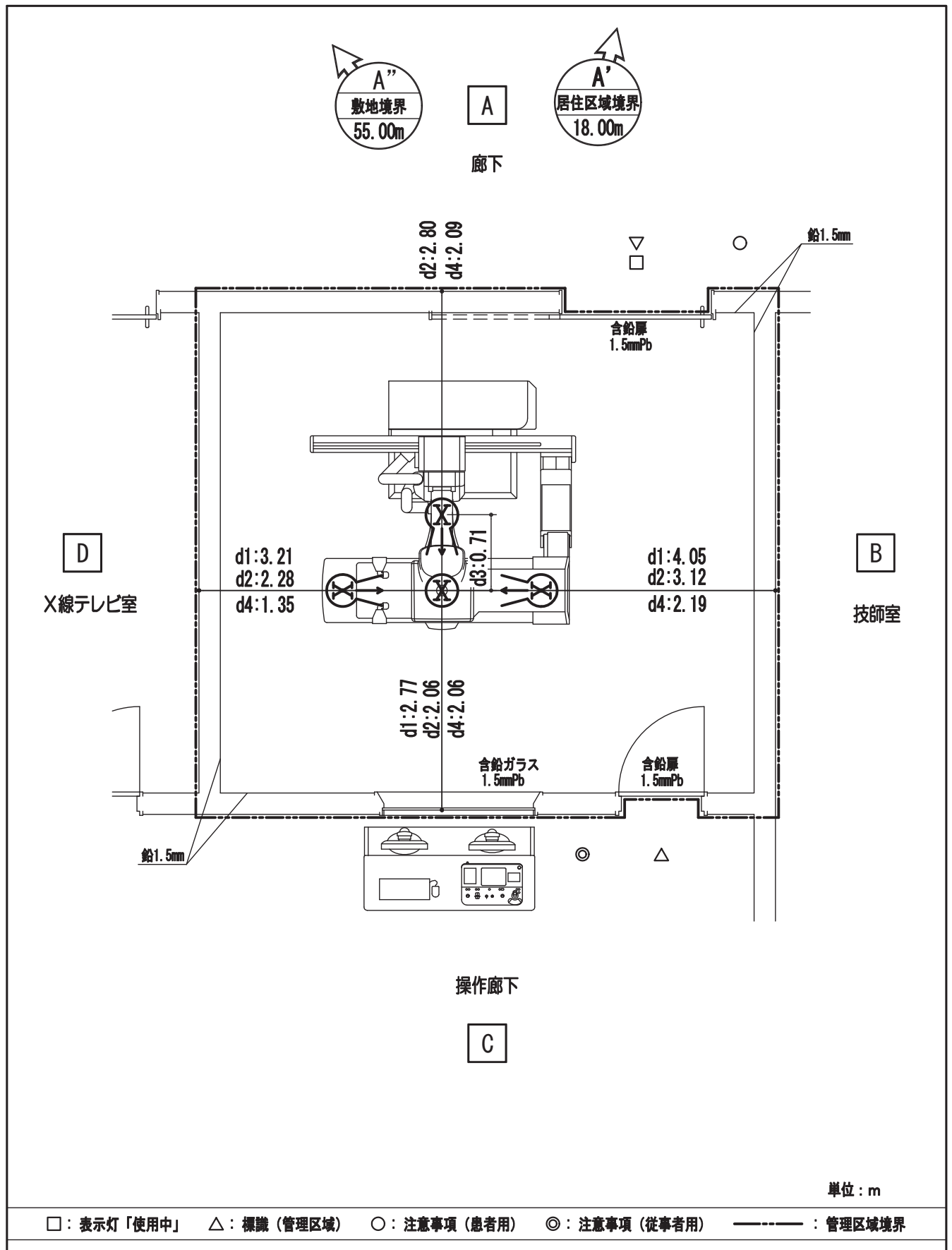


図4.1.1 多方向X線透視撮影装置 平面図

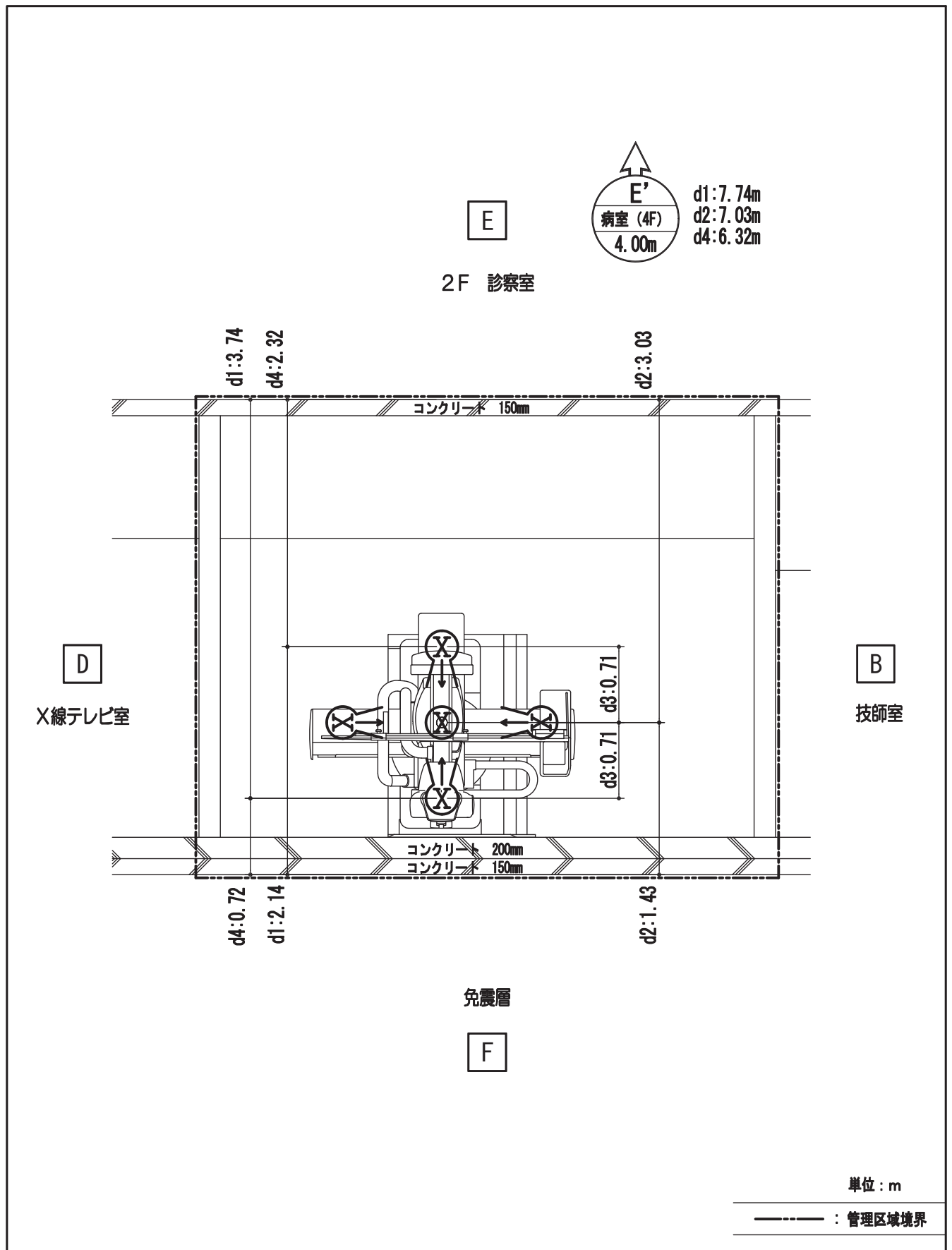


図4.1.2 多方向X線透視撮影装置 断面図

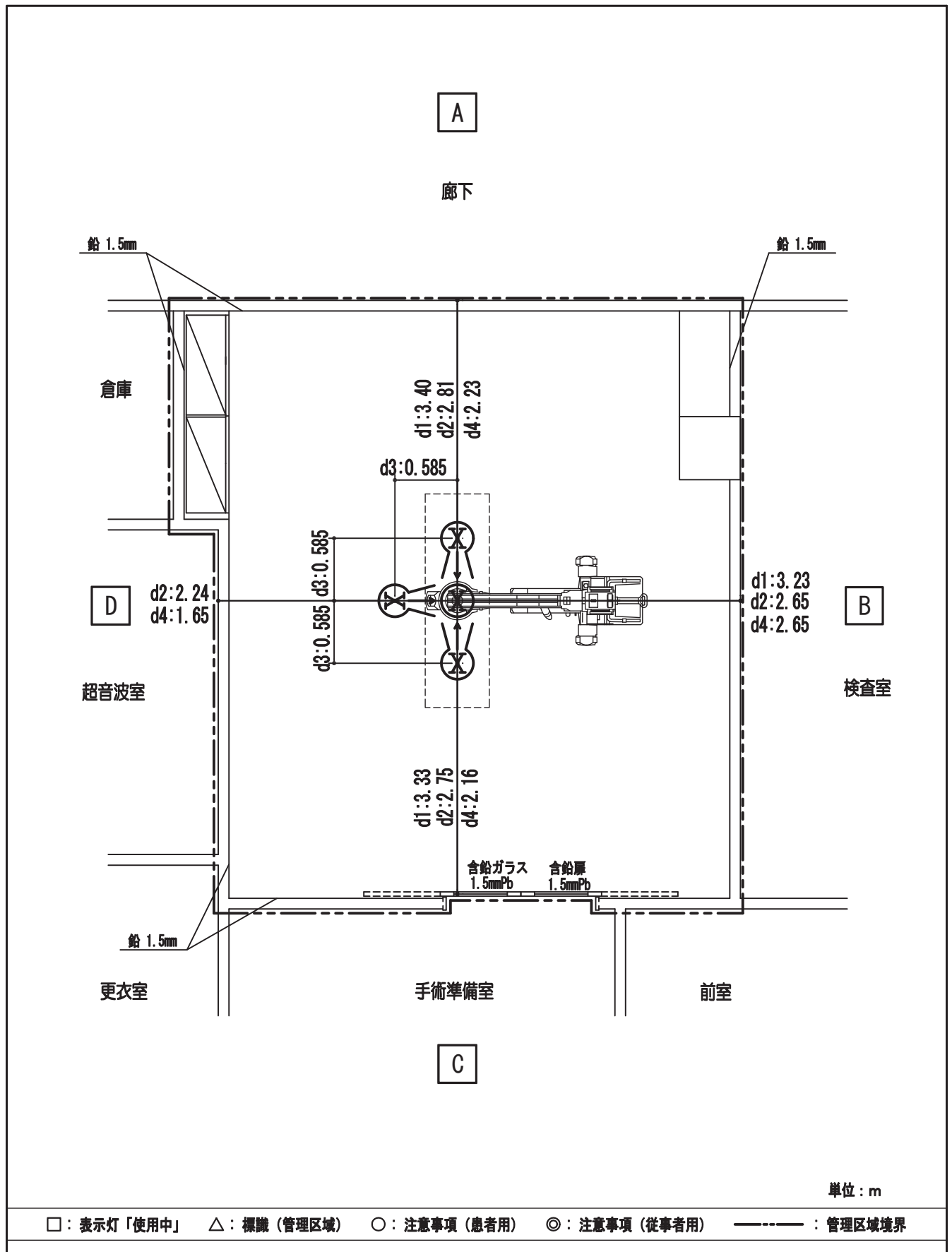


図4.2.1 移動型透視用X線装置 平面図

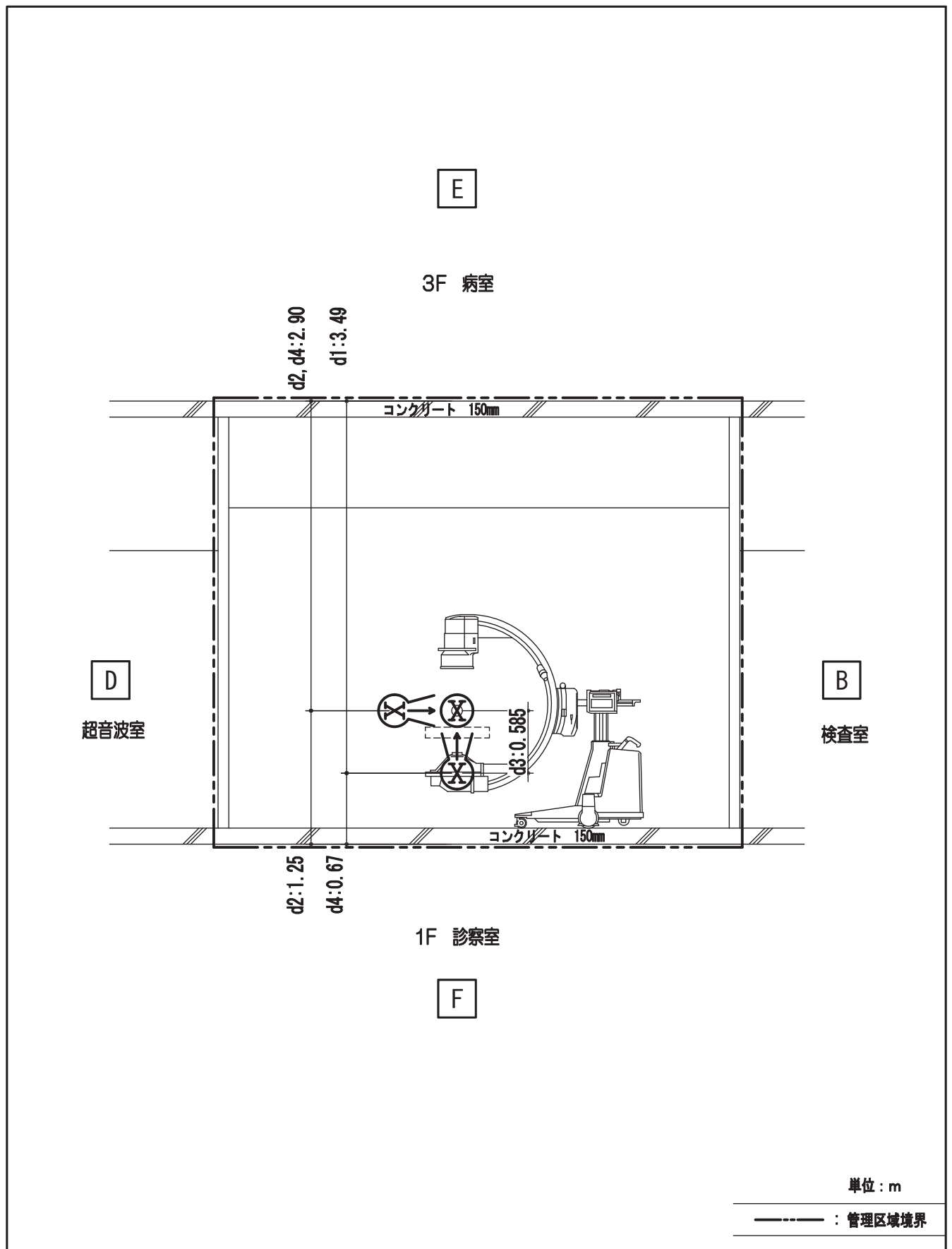


図4.2.2 移動型透視用X線装置 断面図

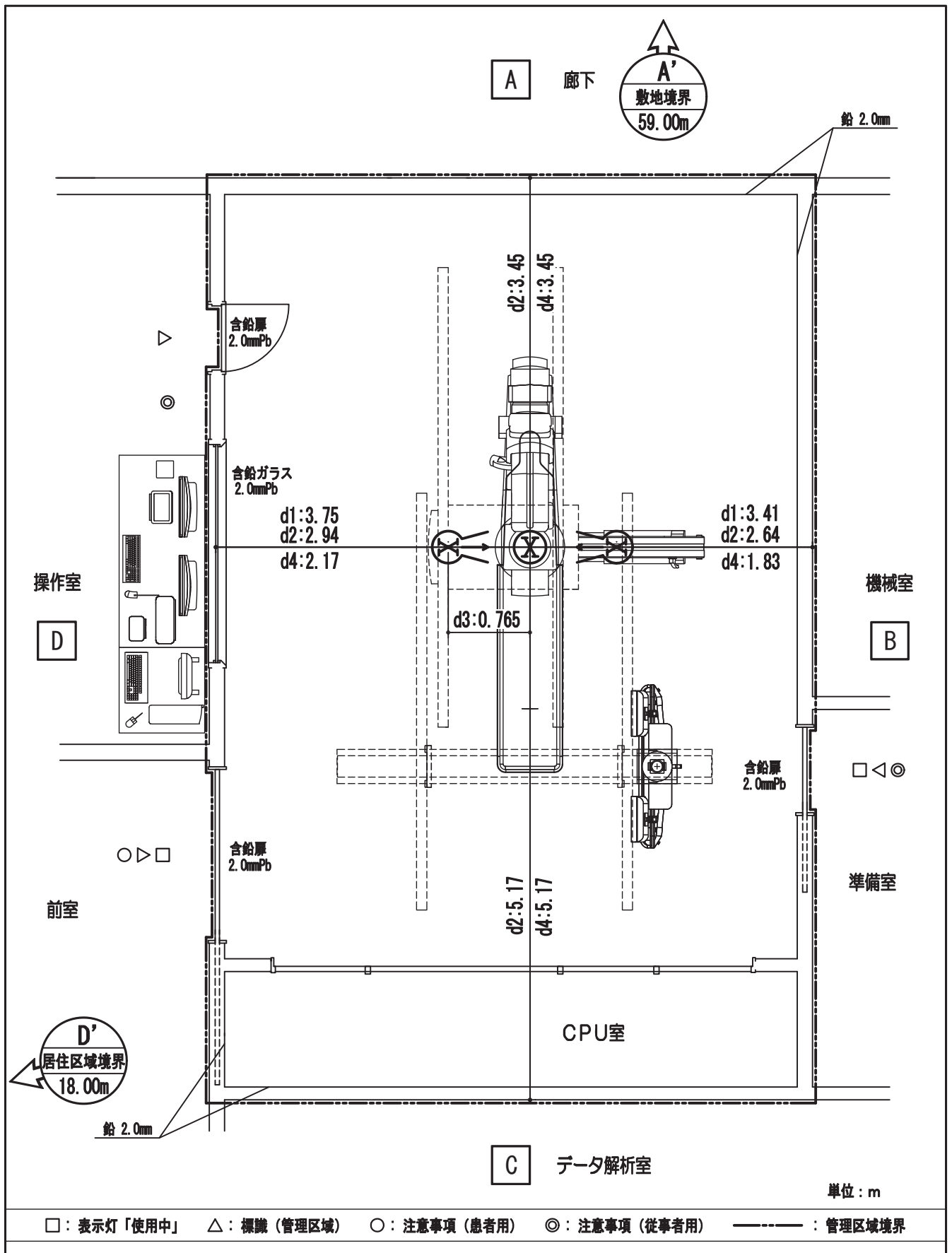


図4.3.1 循環器用X線診断装置 透視・撮影 平面図

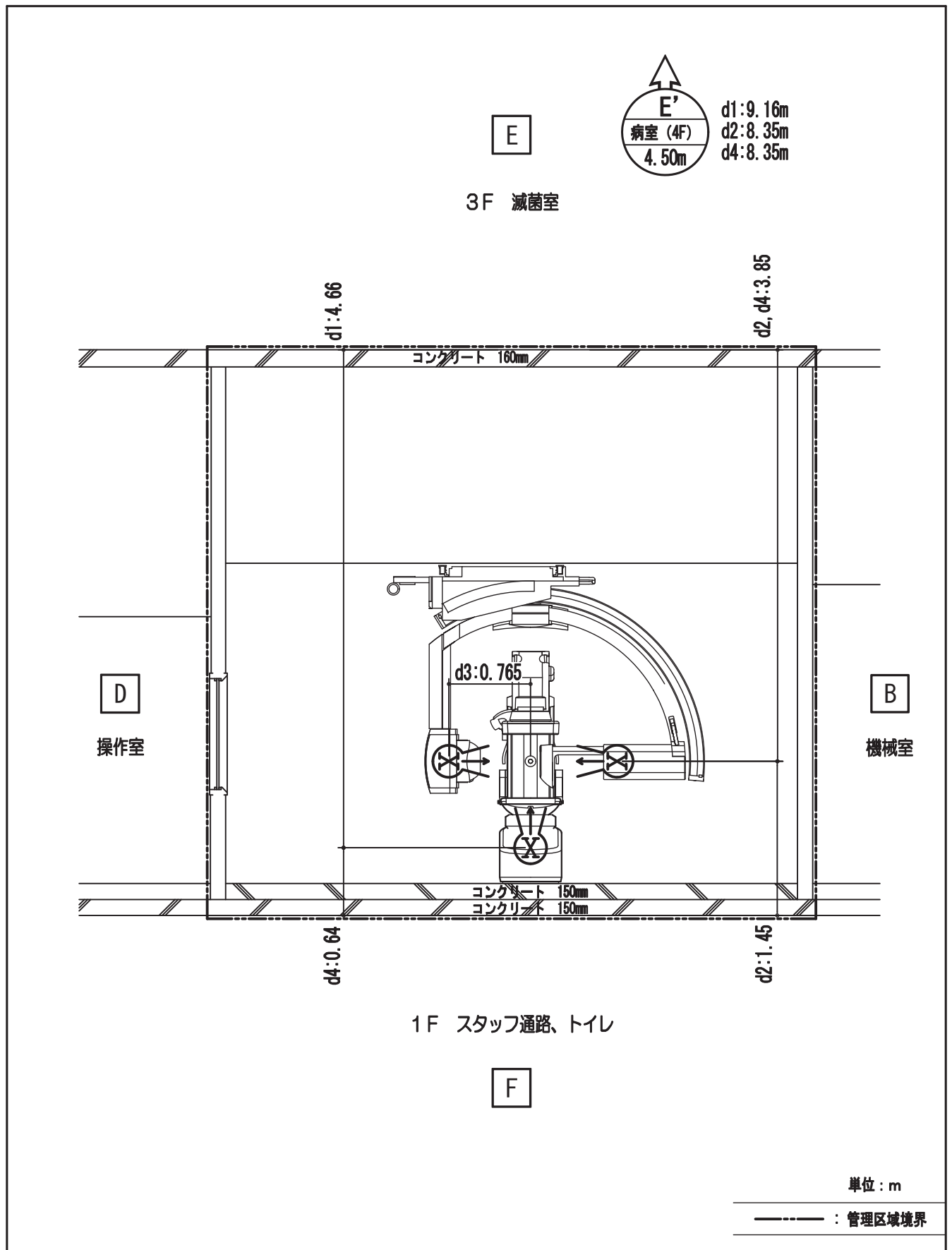


図4.3.2 循環器用X線診断装置 透視・撮影 断面図

エックス線診療室しゃへい計算表(1)

施設名		A病院	
エックス線診療室名		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
	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
撮影条件	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^2)	1,140	754
その他の条件	XL: 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	1,000	1,000
	t _w : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	109.06	54.53

集計2-1

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物				しゃへい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)			
		鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛による透過率	鉛による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ²) (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																		31.81
	管容器			2.0	7.16E-05										3.45	0.81			11.54
B	一次線	2.25	3.03E-05	2.0		8.79E-04													1.51
	散乱線			2.0	7.16E-05										2.64	0.81			54.32
	管容器			2.0													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		8.79E-04													1.28
	散乱線			2.0	7.16E-05										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							4.66		1.45
	散乱線									160	1.19E-04				3.85	0.81			42.45
	管容器									160									16.24
F	一次線																		
	散乱線									300	4.53E-07				1.45	0.81			1.14
	管容器									300							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									3.45
居住区域境界	一次線	2.25	3.03E-05	2.0		8.79E-04										18.00			0.06
	散乱線			2.0	7.16E-05										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

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		循環器撮影室										漏えい線量 (μ Sv/3月間)						
装置名		ACF-2015																
撮影方法		天井吊管球 透視・撮影																
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物				しゃへい壁等						計算方向までの距離						
		(mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm ³) 透過率	鉛:11.35 (g/cm ³) 透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³) 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	7.16E-05									3.45	0.765			11.79
	管容器			2.0		8.79E-04										3.45		5.77
B	一次線	2.25	3.03E-05	2.0		8.79E-04												0.77
	散乱線			2.0	7.16E-05									2.64	0.765			20.14
	管容器			2.0		8.79E-04										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

表3.4 循環器用X線診断装置 しゃへい計算表(3)

エックス線診療室しゃへい計算表(3) 集計結果

エックス線診療室名		循環器撮影室			
装	置	ACF-2015	ACF-2015	ACF-2015	実効線量限度
撮	影	床置き管球	天井吊管球	天井吊管球	漏えい線量
評	方	透視・撮影	透視・撮影	透視・撮影	合
価	法	(μ Sv / 3月間)	(μ Sv / 3月間)	(μ Sv / 3月間)	(μ Sv / 3月間)
方	種	漏えい線量	漏えい線量	漏えい線量	
向	別	(μ Sv / 3月間)	(μ Sv / 3月間)	(μ Sv / 3月間)	
A	一次線				
	散乱線	31.81		11.79	1300
	管容器	11.54		5.77	
B	一次線	1.51		0.77	
	散乱線	54.32		20.14	1300
	管容器	41.02		5.91	
C	一次線				
	散乱線	14.16		5.25	1300
	管容器	5.14		2.57	
D	一次線	1.28			
	散乱線	43.80		16.24	1300
	管容器	30.28		14.59	
E	一次線	1.45			
	散乱線	42.45		15.74	1300
	管容器	16.24		8.12	
F	一次線				
	散乱線	1.14		0.42	1300
	管容器	2.03		0.20	
病室	一次線	0.38			
	散乱線	9.02		3.35	1300
	管容器	3.45		1.73	
居住区域境界	一次線	0.06			
	散乱線	1.17		0.43	250
	管容器	0.42		0.21	
敷地境界	一次線				
	散乱線	0.11		0.04	250
	管容器	0.04		0.02	

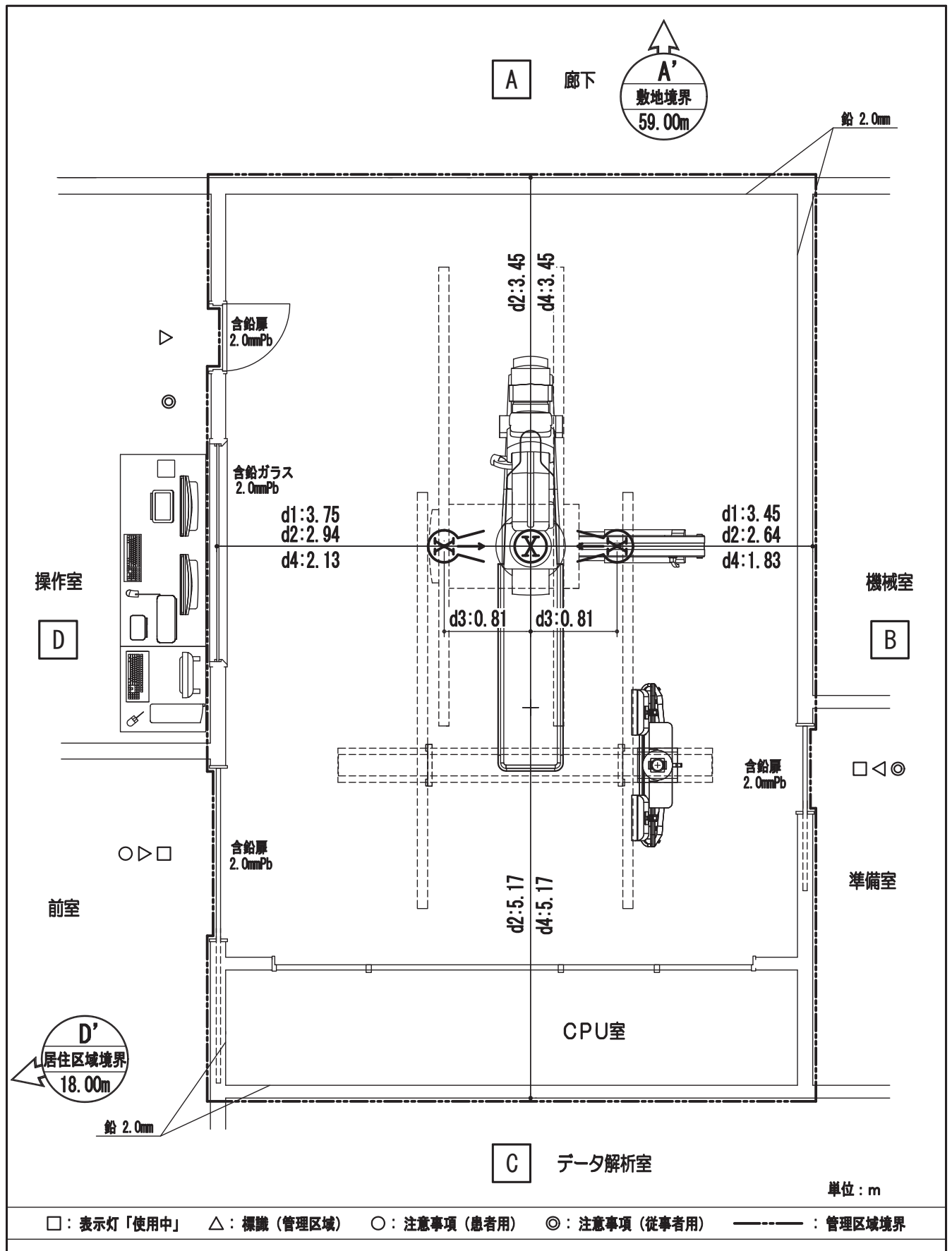


図4.3.3 循環器用X線診断装置 床置き管球 透視・撮影 平面図

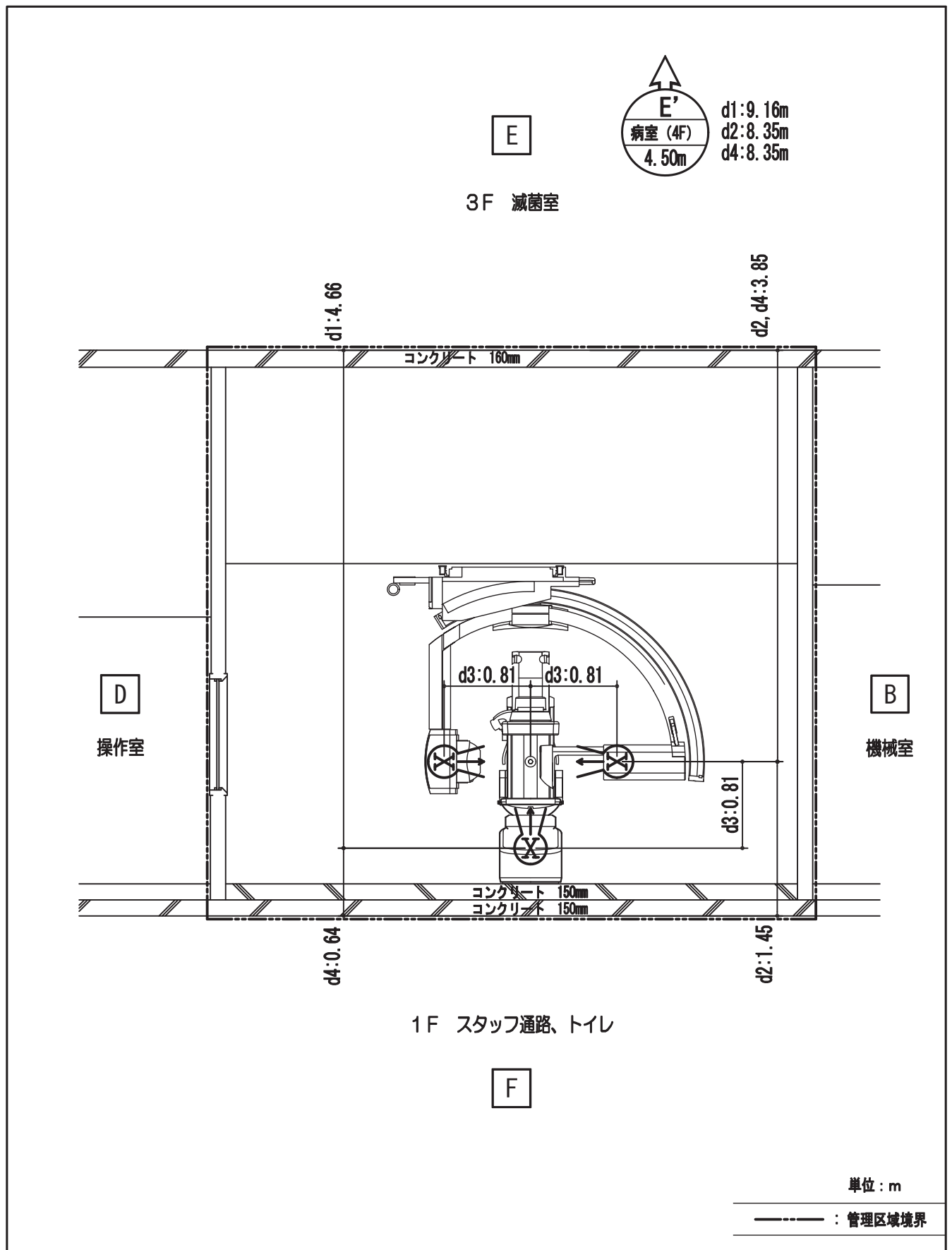


図4.3.4 循環器用X線診断装置 床置き管球 透視・撮影 断面図

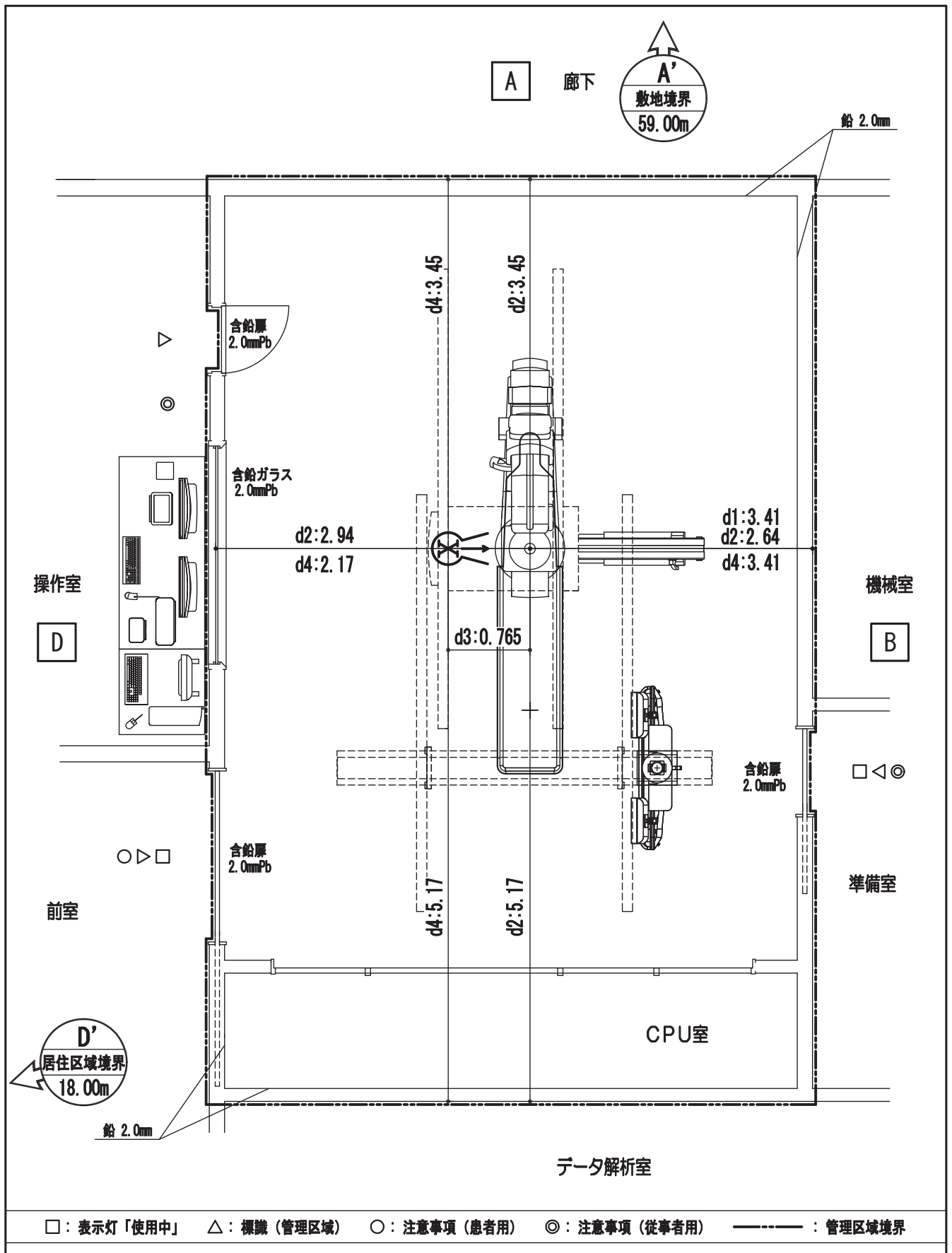


図4.3.5 循環器用X線診断装置 天井吊管球 透視・撮影 平面図

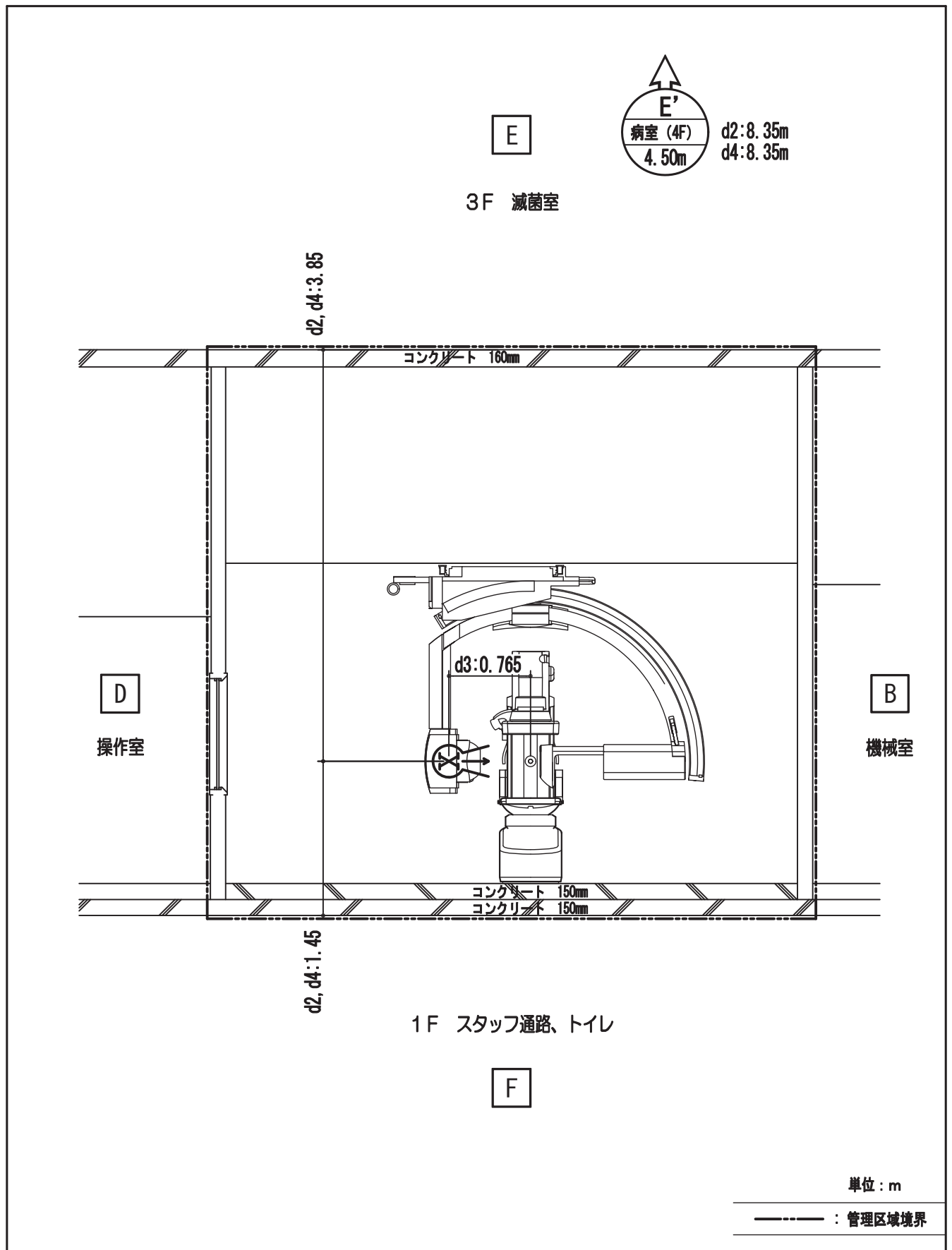


図4.3.6 循環器用X線診断装置 天井吊管球 透視・撮影 断面図

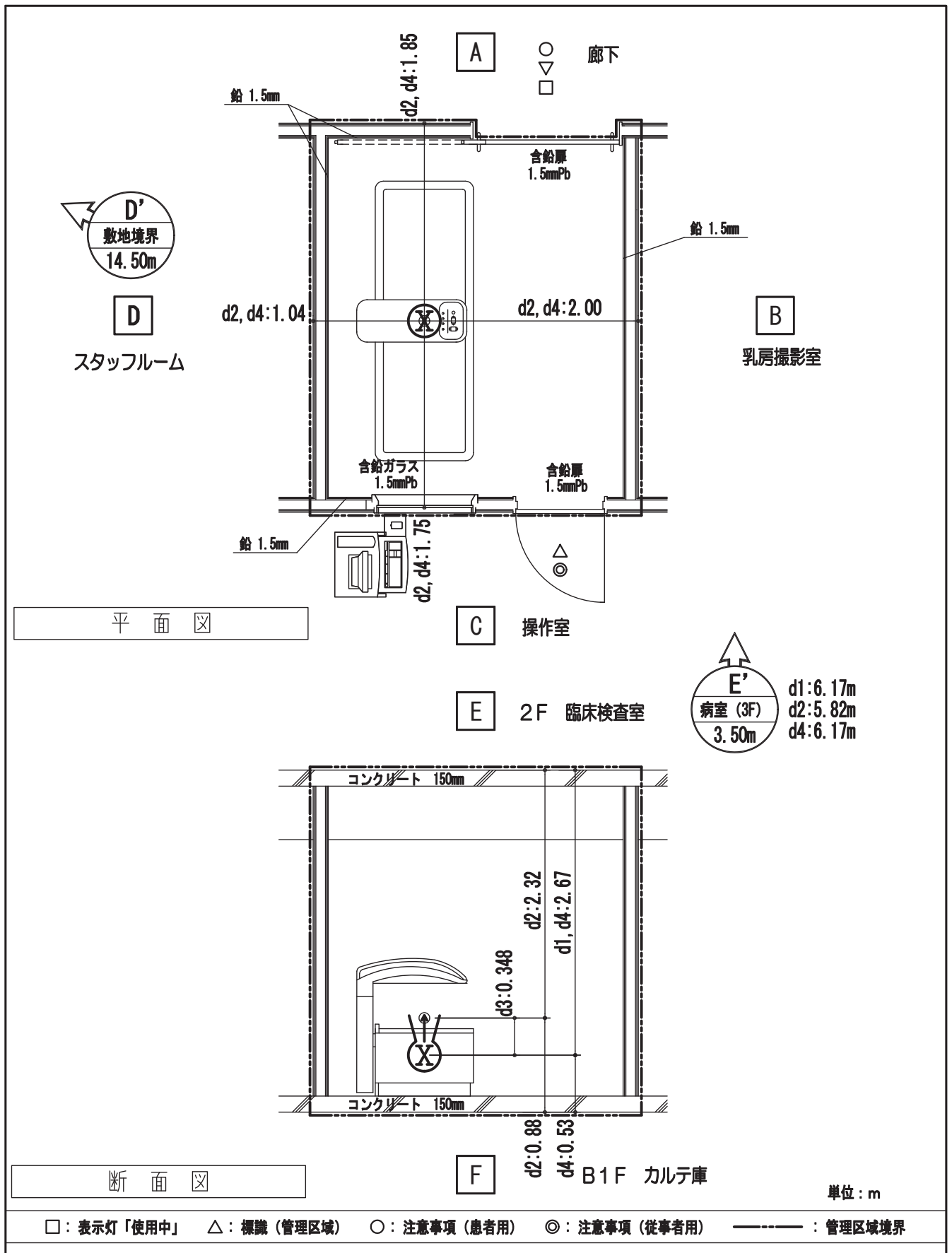


図4.4.1 X線骨密度測定装置 (全身用) X線骨密度測定 平面・断面図

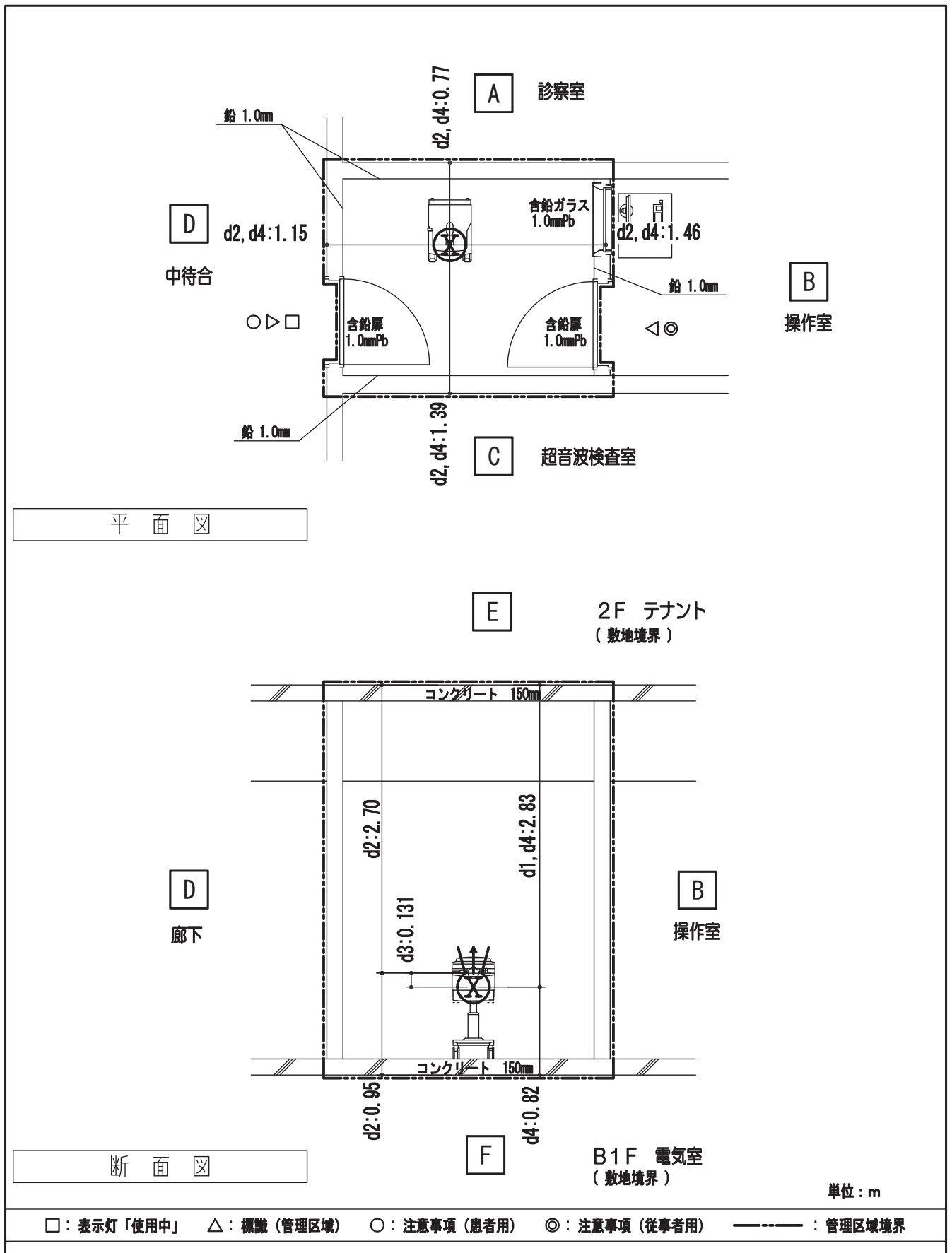


図4.4.2 X線骨密度測定装置（前腕用）X線骨密度測定 平面・断面図

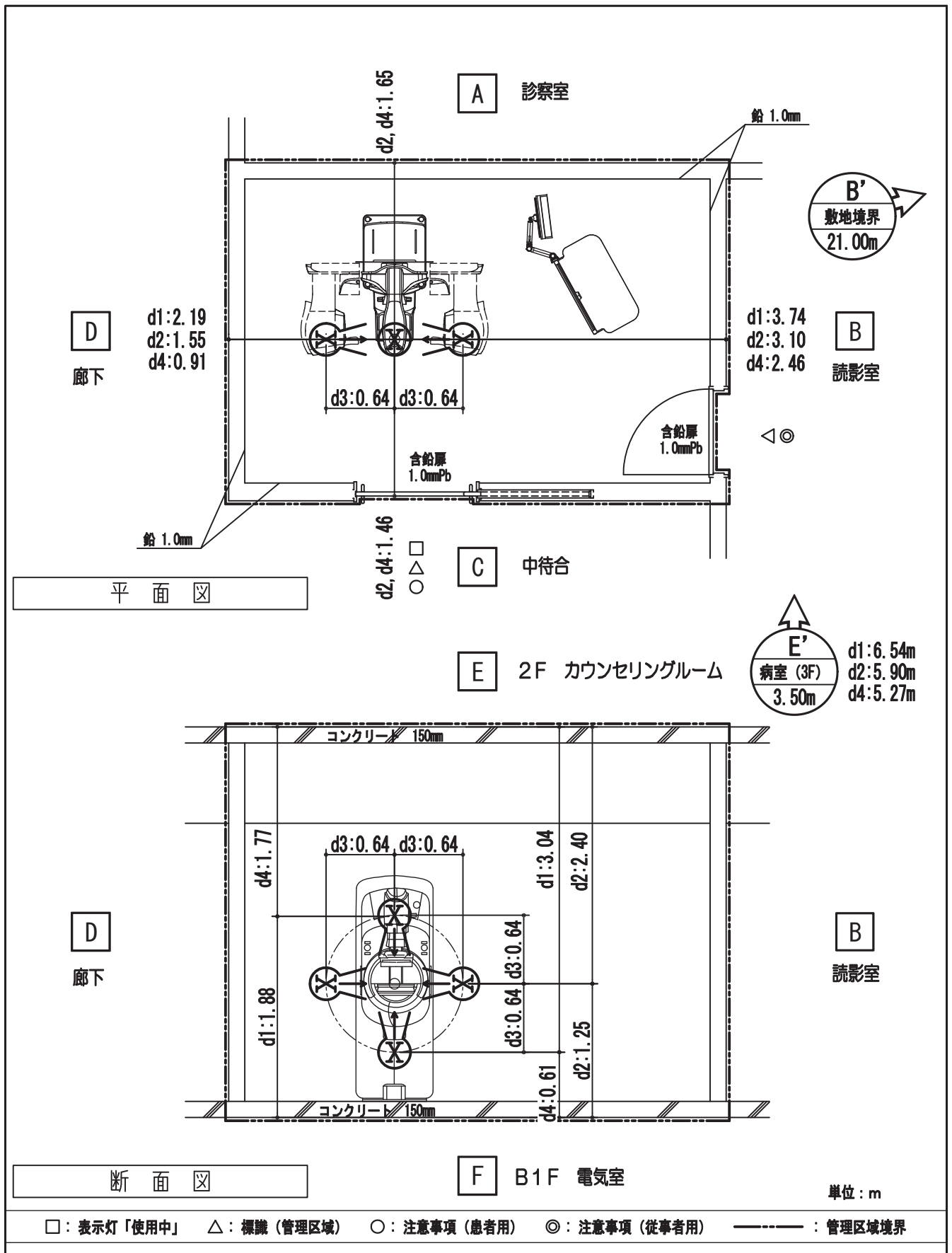


図4.5 乳房用X線診断装置 乳房撮影 平面図・断面図

(参考)しゃへい計算書例①

一般撮影室 しゃへい計算書

A 病 院 様

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

一般撮影室 しゃへい計算は、「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」(厚生労働省医薬局長通知 医薬発第188号 平成13年3月12日)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(厚生労働省医政局長通知 医政発0331第16号 平成26年3月31日)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 $2.10\text{g}/\text{cm}^3$ 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エックス線量の計算

評価方向: B

B方向(E_p)は、次式より求める。

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

$$= \frac{110.0 \times 8.03\text{E-}04 \times 15,444 \times 1.433 \times 1 \times 1}{2.62^2}$$

$$= 284.78 (\mu\text{Sv}/3\text{月間})$$

X : $110.0 (\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s})$

D_t : 鉛 2.0mm の 透 過 率 : $8.03\text{E-}04$

W : $15,444 (\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間})$

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

U : 1

T : 1

d_1 : (B:2.62m)

Bについて計算を行った。

2) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

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 ($\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : 鉛 2.0mm の透過率 : 8.03E-04

W : 15,444 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.20/100=0.0020

F : 1600 (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) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

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号二)管球からの線量率1mGy/h \times 1000 $\mu \text{ Gy}/\text{mGy}$ =1000 ($\mu \text{ Gy}/\text{h}$)

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エックス線量の計算

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 ($\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : コンクリート350mmの透過率 : 1.31E-08

W : 34,320 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)

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) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

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 ($\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : 鉛 2.0mm の 透 過 率 : 5.15E-06

W : 34,320 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)

E/Ka: 1.417 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 1600 (cm^2)

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) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

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号二)管球からの線量率 $1\text{mGy}/\text{h} \times 1000 \mu \text{ Gy}/\text{mGy} = 1000 (\mu \text{ Gy}/\text{h})$

t_w : $0.05 (\text{h}/3\text{月間})$

E/Ka : $1.417 (\text{Sv}/\text{Gy})$

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。

エックス線診療室しゃべい計算表 (1)

施設名		A病院	
エックス線診療室名		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)		
	管電流 (mA)		
撮影条件	透視時間 (分/1人)		
	1週間の延透視時間 (s/週)		
	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 ²)	1,600	1,600	
XL: 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	1,000	1,000	
t _w : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	0.04	0.05	
その他の条件			

集計2-1

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		一般撮影室										漏えい線量						
装置名		SHM-150D																
撮影方法		立位撮影																
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)				
		鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ²) (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																0.67	
	管容器		2.0	8.03E-04										2.41	2.00		2.53	0.09
B	一次線																	
	散乱線																	284.78
	管容器		2.0	8.03E-04										0.62	2.00			10.17
C	一次線																	
	散乱線																	
	管容器		2.0	8.03E-04										1.17	2.00			2.86
D	一次線																	
	散乱線																	
	管容器		2.0	8.03E-04														0.47
E	一次線																	
	散乱線																	
	管容器		2.0	8.03E-04										4.78	2.00		2.78	0.08
F	一次線																	
	散乱線																	
	管容器								150	1.49E-03				2.90	2.00		2.90	0.06
病室	一次線																	
	散乱線																	
	管容器								350	2.93E-06				1.55	2.00		1.55	0.006
E'	一次線																	
	散乱線																	
	管容器								350	1.32E-05								0.0003
居住区域境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器								150	1.49E-03				6.70	2.00		6.70	0.16
敷地境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器		2.0	8.03E-04										11.00	2.00		11.00	0.03
A'	管容器		2.0	8.03E-04														0.005

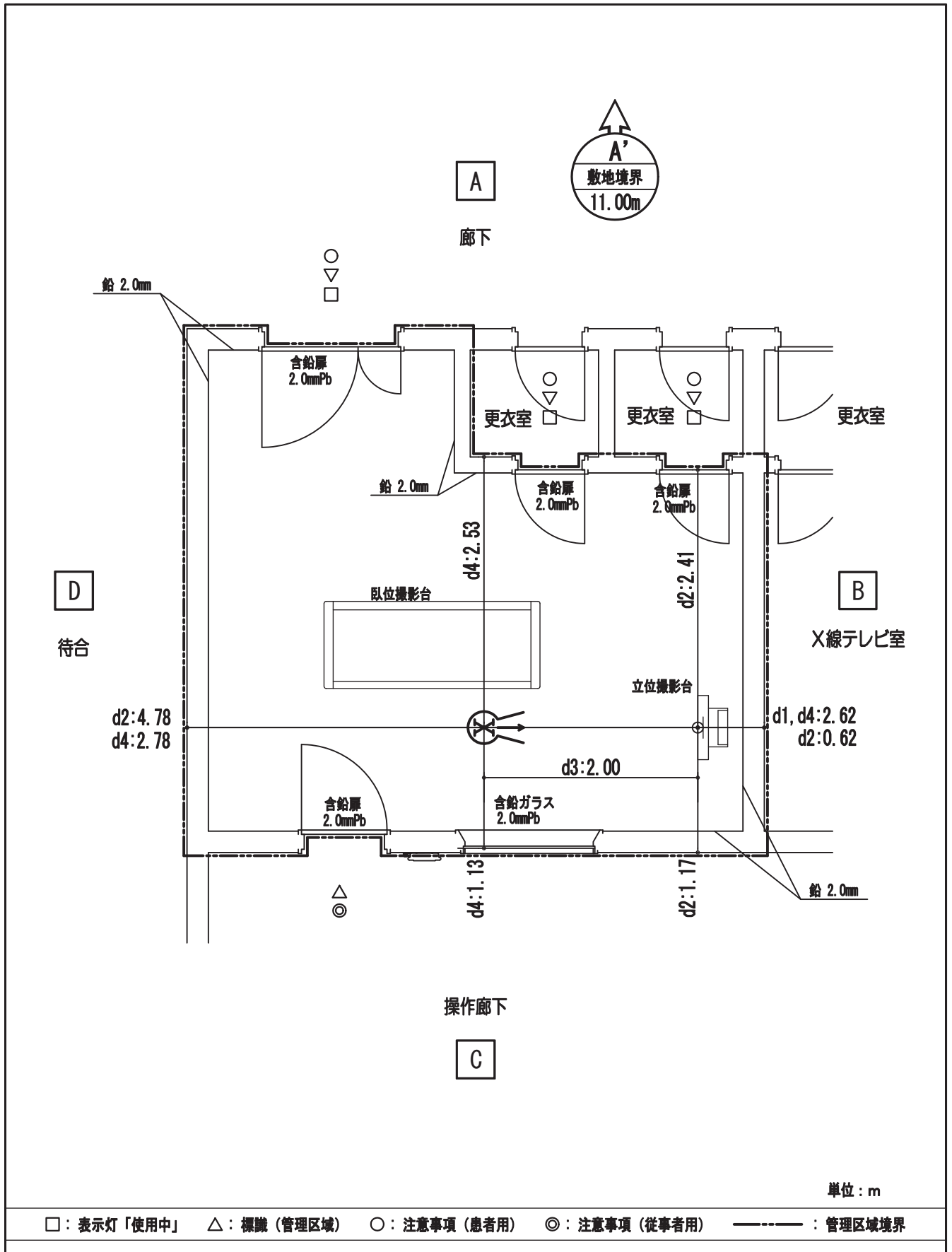
集計2-2

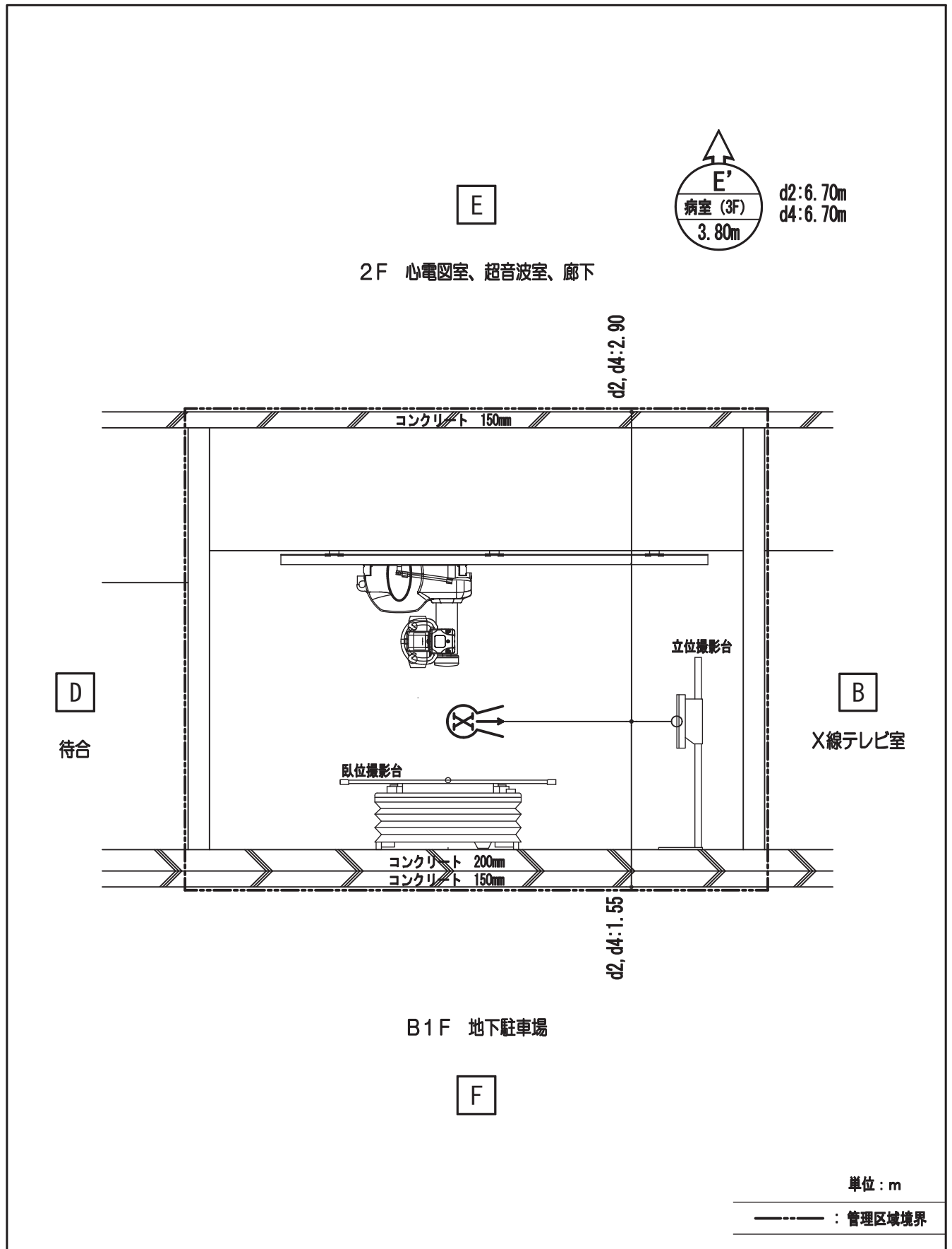
エックス線診療室しゃへい計算表(2)

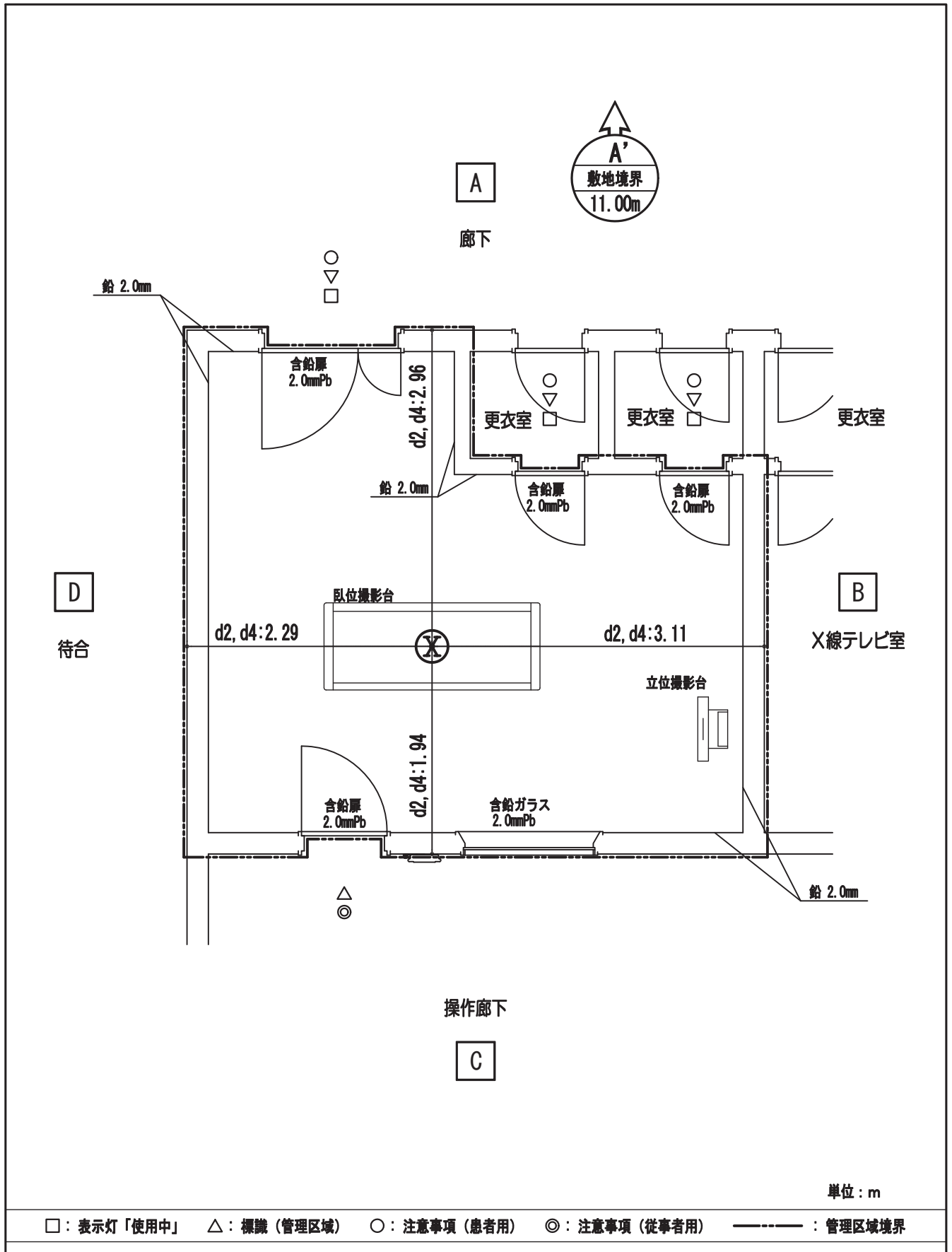
エックス線診療室名		一般撮影室										漏えい線量					
装置名		SHM-150D															
撮影方法		臥位撮影															
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)			
		(mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ³)	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)					
A	一次線																
	散乱線																0.008
	管容器	2.0	5.15E-06		6.16E-05								2.96	1.00		2.96	0.0005
B	一次線																
	散乱線																0.008
	管容器	2.0	5.15E-06		6.16E-05								3.11	1.00		3.11	0.0005
C	一次線																
	散乱線																0.02
	管容器	2.0	5.15E-06		6.16E-05								1.94	1.00		1.94	0.001
D	一次線																
	散乱線																0.01
	管容器	2.0	5.15E-06		6.16E-05								2.29	1.00		2.29	0.0008
E	一次線																
	散乱線									150	5.82E-05						0.07
	管容器									150	1.06E-03						0.01
F	一次線									350	1.31E-08		2.00				0.006
	散乱線									350	1.31E-08						0.0002
	管容器									350	1.14E-07						0.000002
病室	一次線																
	散乱線									150	5.82E-05						0.02
	管容器									150	1.06E-03						0.002
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																0.0006
	管容器	2.0	5.15E-06		6.16E-05								11.00	1.00		11.00	0.00004
A'	一次線																
	散乱線																
	管容器	2.0	5.15E-06		6.16E-05												0.00004

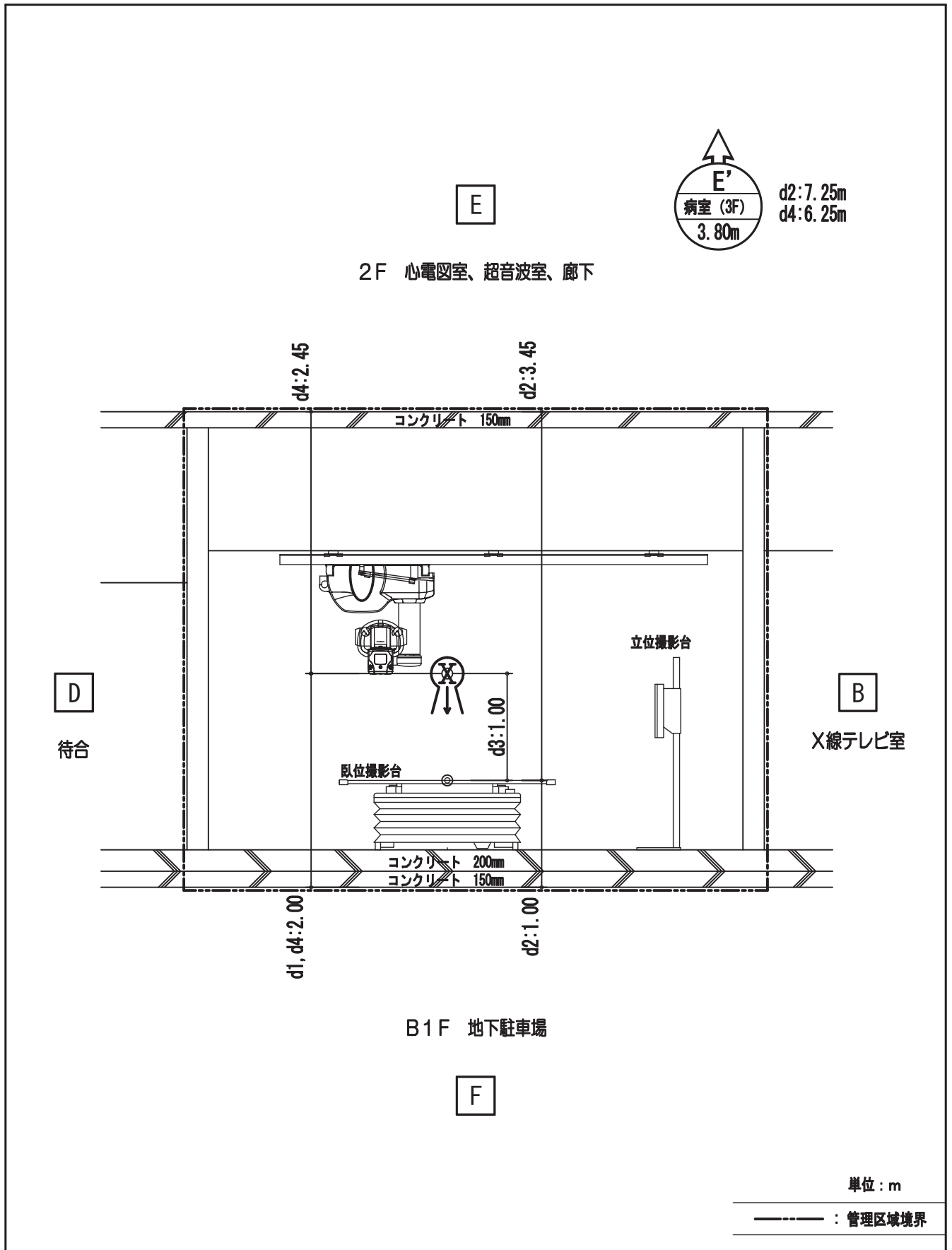
エックス線診療室しやへい計算表 (3) 集計結果

エックス線 診療室名		一般撮影室			
装 置 名	SHM-150D	SHM-150D	SHM-150D	SHM-150D	実効線量限度
撮 影 方 法	立位撮影	立位撮影	臥位撮影	臥位撮影	
評価方向	エックス線 種別	漏えい線量 (μ S v / 3月間)	漏えい線量 (μ S v / 3月間)	漏えい線量 (μ S v / 3月間)	(μ S v / 3月間)
A	一次線				
	散乱線	0.67		0.008	1300
	管容器	0.09		0.0005	
B	一次線	284.78			
	散乱線	10.17		0.008	1300
	管容器	0.09		0.0005	
C	一次線				
	散乱線	2.86		0.02	1300
	管容器	0.47		0.001	
D	一次線				
	散乱線	0.17		0.01	1300
	管容器	0.08		0.0008	
E	一次線				
	散乱線	0.86		0.07	1300
	管容器	0.06		0.01	
F	一次線				
	散乱線	0.006		0.006	1300
	管容器	0.0003		0.000002	
病 室 E'	一次線				
	散乱線	0.16		0.02	1300
	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				
	散乱線	0.03		0.0006	250
	管容器	0.005		0.00004	









(参考)しゃへい計算書例②

X線テレビ室 しゃへい計算書

A 病 院 様

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

X線テレビ室 しゃへい計算は、「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」(厚生労働省医薬局長通知 医薬発第188号 平成13年3月12日)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(厚生労働省医政局長通知 医政発0331第16号 平成26年3月31日)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) 対向しゃへい 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エックス線量の計算

評価方向: D, F

D方向(E_p)は、対向しゃへい物とコンクリートとの複合しゃへい体を用いられているので次式より求める。

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

X : $55.0 (\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s})$

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

W : $570,700 (\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間})$

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

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) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

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。

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

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

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

X : 55.0 ($\mu \text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : コンクリート150mmの透過率: 1.80E-04

W : 570,700 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 1130 (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) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

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。

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

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

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

X_L : (第30条第1号二)管球からの線量率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。

エックス線診療室しゃべい計算表 (1)

施設名	設置名	施設名
	エックス線診療室名	A病院 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
	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	
その他の条件		
a : 空気カーマの百分率	0.0018	
F : 照射野の大きさ (cm^2)	1,130	
XL : 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	1,000	
t _w : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	54.28	

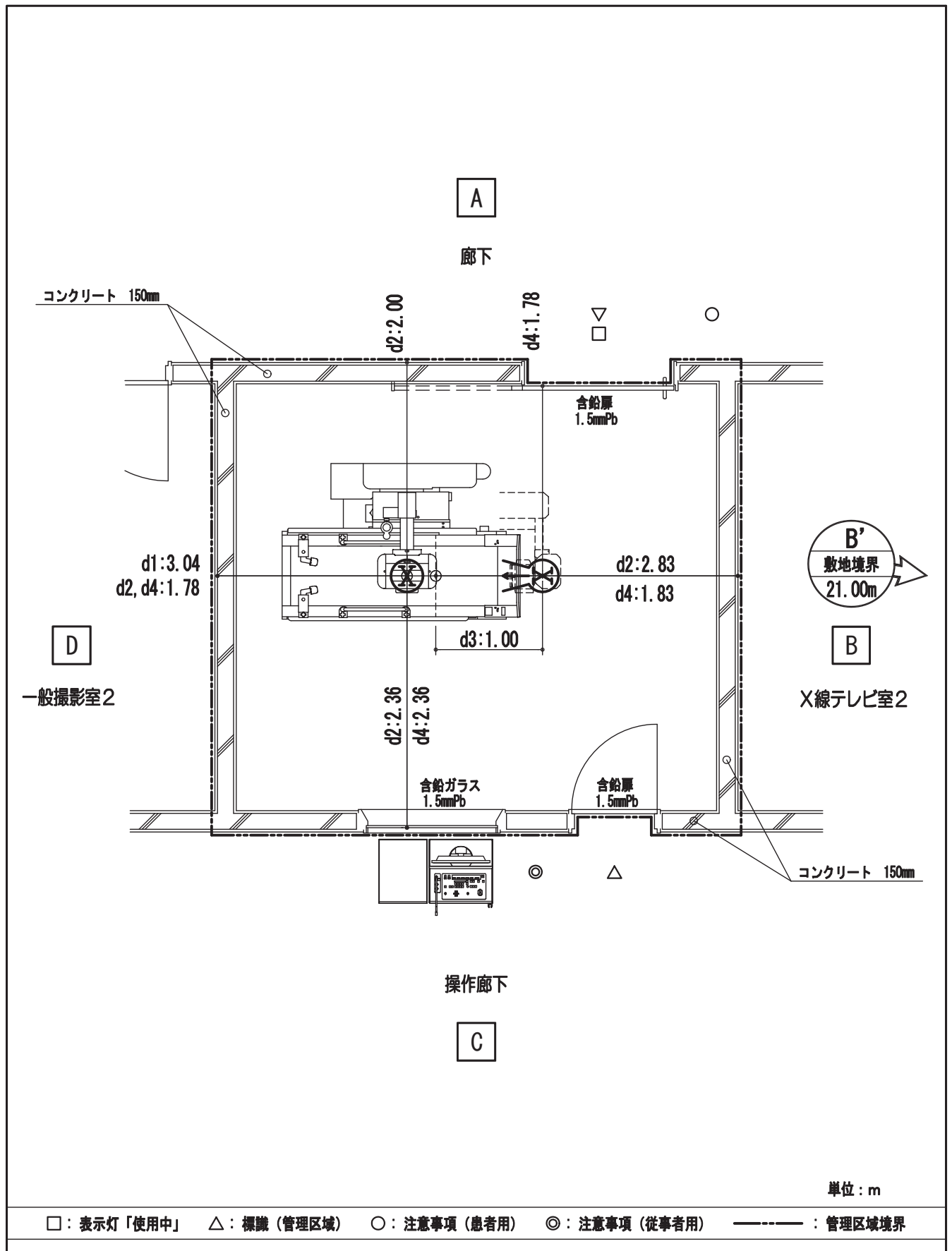
集計2-1

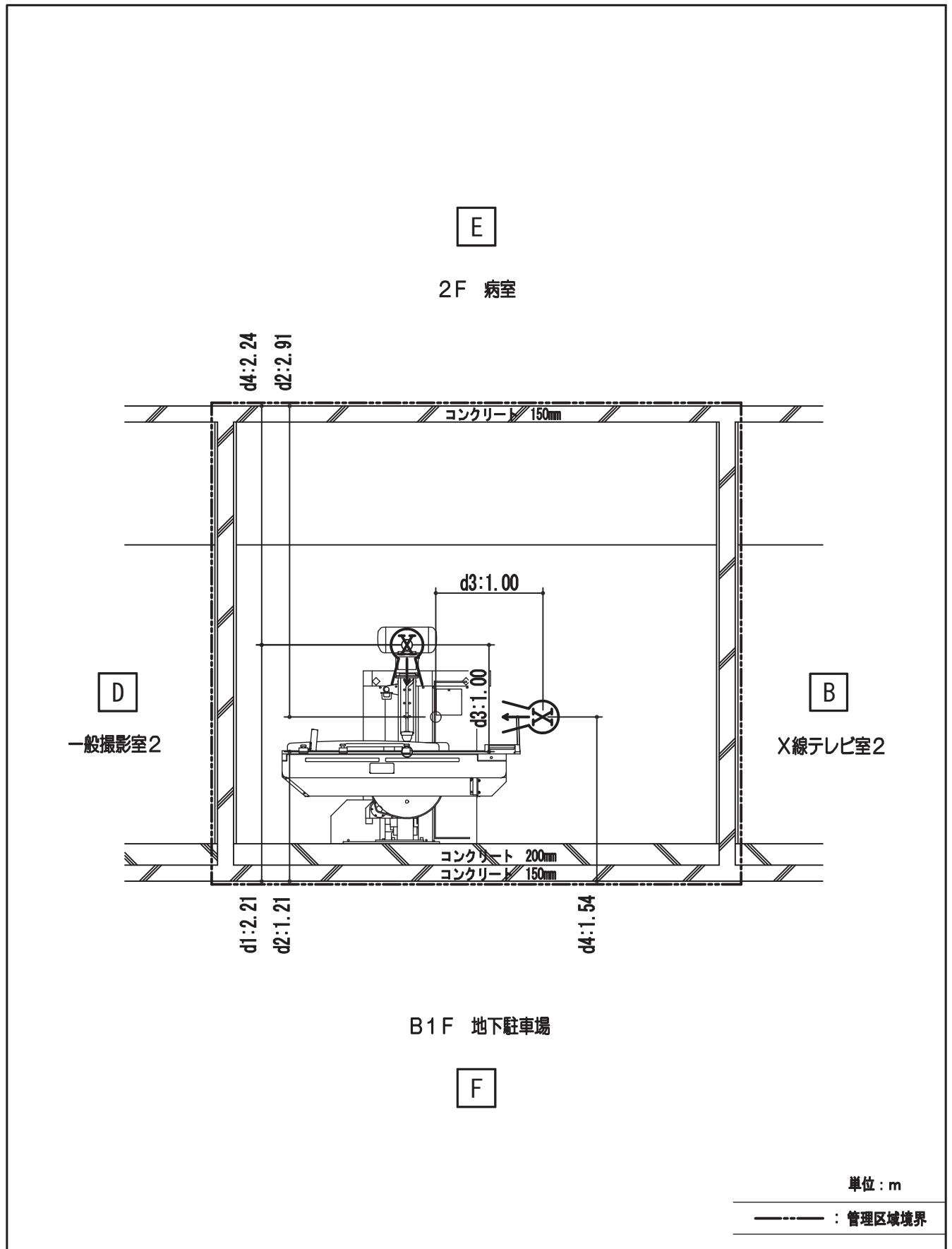
エックス線診療室しゃへい計算表 (2)

エックス線診療室名		X線テレビ室														
装置名		ABB-01H														
撮影方法		透視・撮影														
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等				計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)				
		鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³) (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	10.29 125.20
B	一次線															
	散乱線															
	管容器					150	1.80E-04				2.83	1.00			1.83	5.14 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													
	散乱線															
	管容器					150	1.80E-04			1.78	1.00			1.78		0.40 12.99 56.71
E 病室	一次線															
	散乱線															
	管容器					150	1.80E-04			2.91	1.00			2.24		4.86 35.81 0.0002
F	一次線	2.2	3.55E-05													
	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

エックス線診療室しゃへい計算表(3) 集計結果

エックス線診療室名		X線テレビ室		
装 置 名	装 置 名	透視・撮影	漏えい線量 計	実効線量限度
撮 影 方 法	エックス線 種別	漏えい線量 (μ S v / 3月間)	(μ S v / 3月間)	(μ S v / 3月間)
A	一次線			
	散乱線	10.29	135.49	1300
	管容器	125.20		
一次線				
B	散乱線	5.14	58.79	1300
	管容器	53.65		
	一次線			
C	散乱線	17.25	88.47	1300
	管容器	71.22		
	一次線	0.40		
D	散乱線	12.99	70.10	1300
	管容器	56.71		
	一次線			
E 病 室	散乱線	4.86	40.67	1300
	管容器	35.81		
	一次線	0.0002		
F	散乱線	0.01	0.03	1300
	管容器	0.02		
	一次線			
居住区域境界	散乱線	居住区域は無いので、計算を省略する。		
	管容器			
	一次線			
敷地境界 B'	散乱線	0.09	0.50	250
	管容器	0.41		
	一次線			





(参考)しゃへい計算書例③

X線テレビ室 しゃへい計算書

A 病 院 様

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

X線テレビ室 しゃへい計算は、「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」(厚生労働省医薬局長通知 医薬発第188号 平成13年3月12日)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(厚生労働省医政局長通知 医政発0331第16号 平成26年3月31日)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 2.10g/cm^3 に補正して計算を行った。

3) 対向しゃへい 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エックス線量の計算

評価方向: D

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

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

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

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

X : 55.0 ($\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : 鉛2.2mm (対向しゃへい物)の透過率: 3.55E-05

W : 342,420 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)

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) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

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 ($\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : コンクリート150mmの透過率: 1.80E-04

W : 342,420 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 1130 (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) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

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。

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

X_L : (第30条第1号二)管球からの線量率 $1\text{mGy}/\text{h} \times 1000 \mu \text{Gy}/\text{mGy} = 1000 (\mu \text{Gy}/\text{h})$

t_w : $32.57 (\text{h}/3\text{月間})$

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

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エックス線量の計算

評価方向: F

F方向 (E_p) は、対向しゃへい物とコンクリートとの複合しゃへい体がいわれているので次式より求める。

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

X : $55.0 (\mu \text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s})$

D_t : 鉛 2.2mm (対向しゃへい物) の透過率 : $3.55E-05$

W : $228,280 (\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間})$

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

U : 1

T : 1

半価層 (コンクリート 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) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

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 ($\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : コンクリート150mmの透過率: 1.80E-04

W : 228,280 (mA \cdot s/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 1130 (cm²)

d_2 : (A:2.00m) (B:3.10m) (C:2.36m) (D:1.78m) (E:3.24m) (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) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

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 : (第30条第1号二)管球からの線量率1mGy/h \times 1000 $\mu \text{ Gy}/\text{mGy}$ =1000 ($\mu \text{ Gy}/\text{h}$)

t_w : 21.71 (h/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_4 : (A:2.00m) (B:3.10m) (C:2.36m) (D:1.78m) (E:2.24m) (F:2.21m) (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。

エックス線診療室しゃへい計算表 (1)

施設名	A病院	
エックス線診療室名	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
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
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^2)	1,130	1,130
XL : 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	1,000	1,000
t _w : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	32.57	21.71

集計2-1

エックス線診療室しゃへい計算表 (2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物			しゃへい壁等			計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)					
		鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³) (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																6.18
	管容器			1.5	5.10E-03											1.78	75.13
B	一次線																
	散乱線																
	管容器							150	1.80E-04		2.83	1.00					3.08
C	一次線																
	散乱線			1.5	4.20E-04												
	管容器							150	1.80E-04		2.36	1.00					10.35
D	一次線	2.2	3.55E-05														
	散乱線																
	管容器							150	1.80E-04		2.04	1.00					5.94
E 病室	一次線																
	散乱線																
	管容器							150	1.80E-04		2.91	1.00					2.92
F	一次線																
	散乱線							350	8.43E-08		1.54	1.00					0.005
	管容器							350	7.02E-07								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					0.06
	管容器							150	2.31E-03								0.24

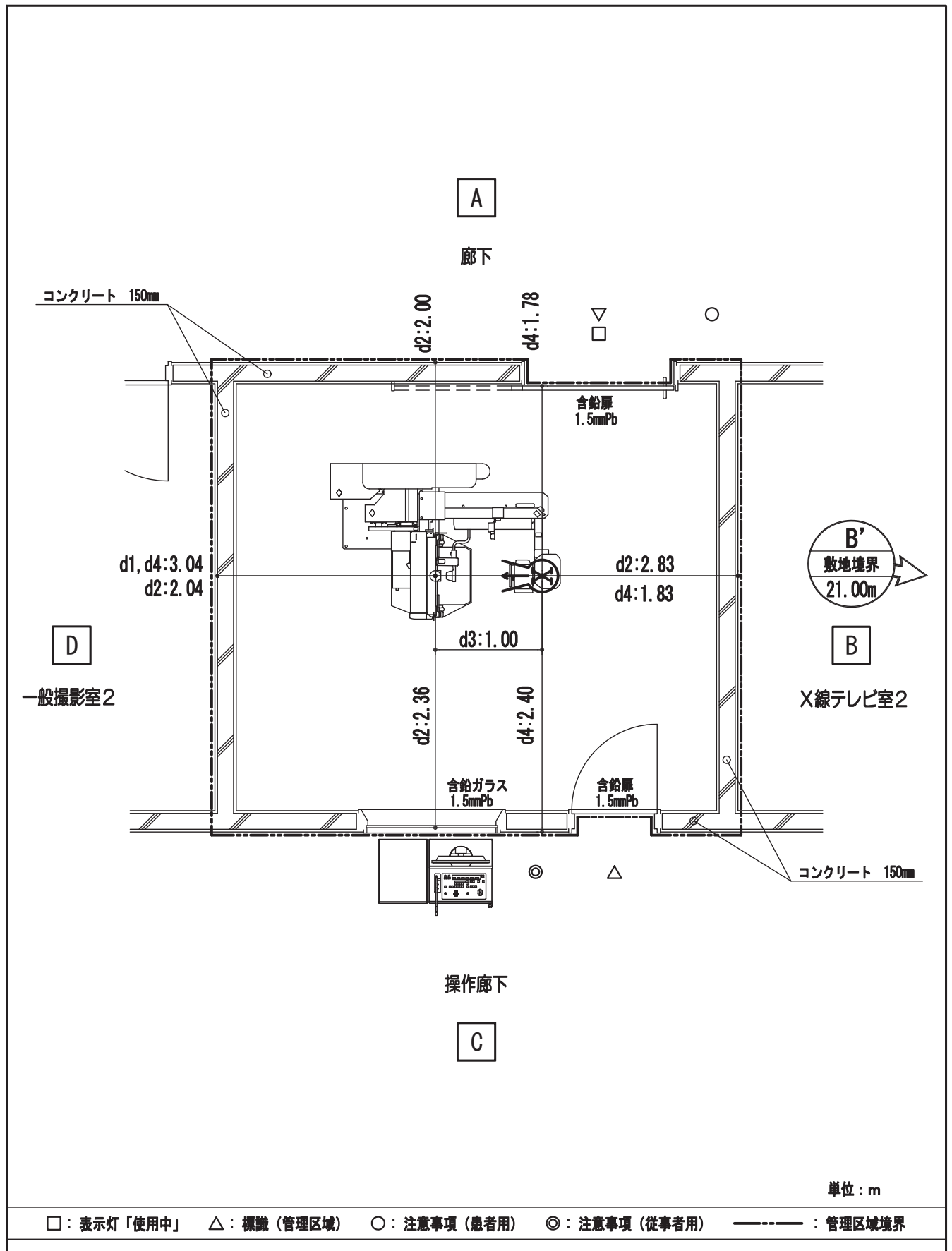
集計2-2

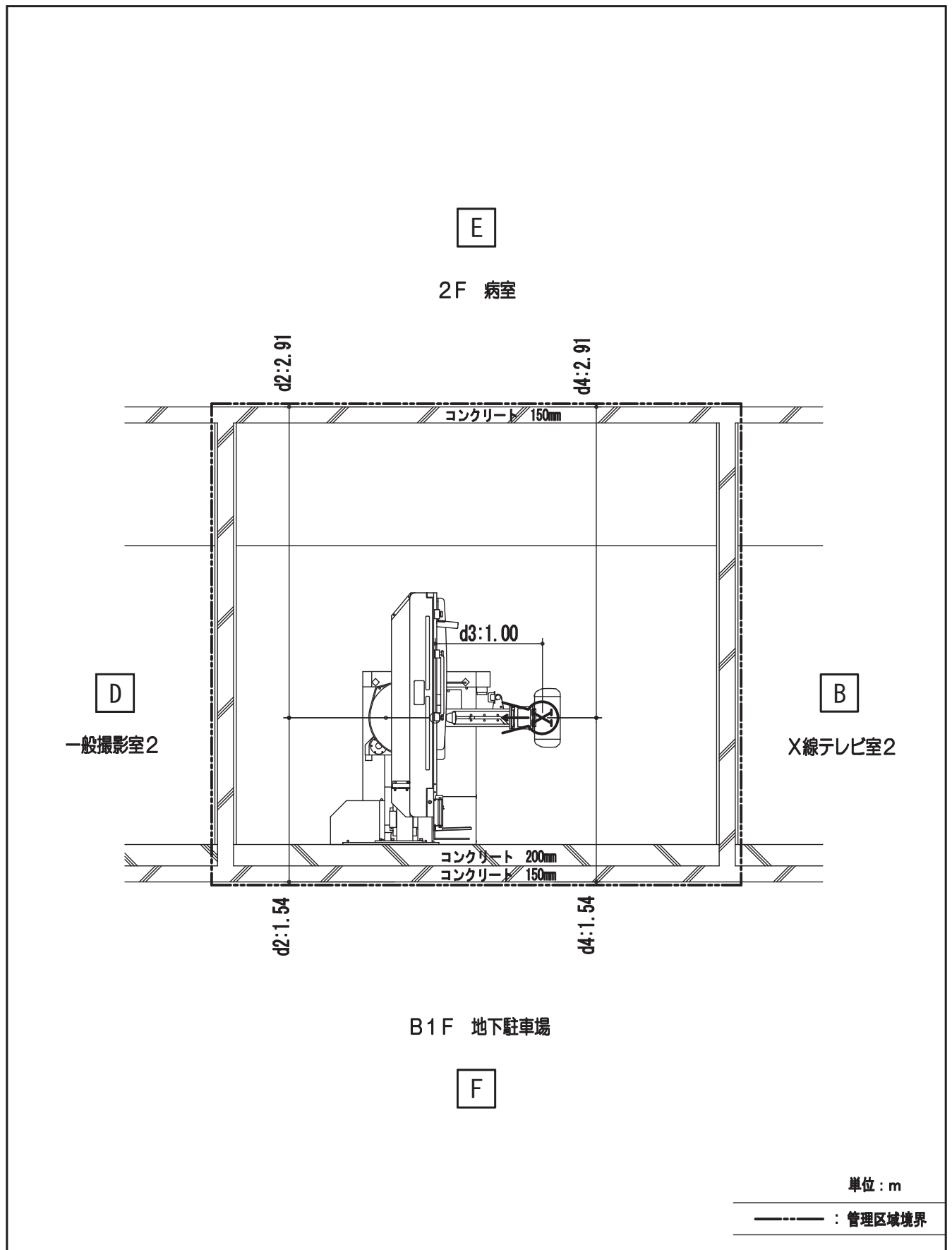
エックス線診療室しゃへい計算表 (2)

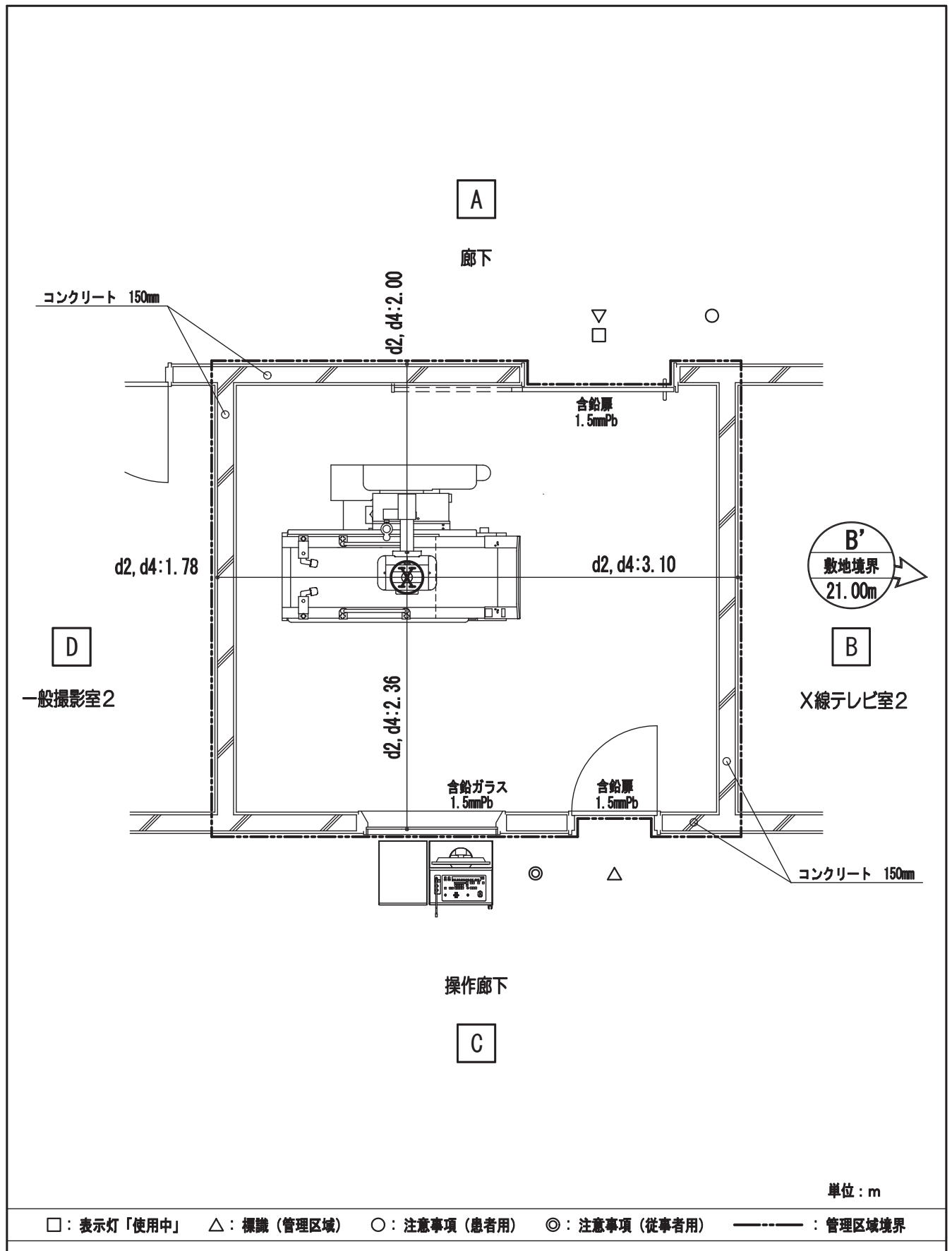
エックス線診療室名		X線テレビ室															
装置名		ABB-01H															
撮影方法		臥位 透視・撮影															
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)			
		鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³) (mm)	透過率	半価層による透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)				
A	一次線																
	散乱線																4.12
	管容器																17.97
B	一次線																
	散乱線																
	管容器																
C	一次線																
	散乱線			1.5	4.20E-04												6.90
	管容器			1.5	5.10E-03												28.49
D	一次線																
	散乱線																
	管容器																
E 病室	一次線																
	散乱線																
	管容器																
F	一次線	2.2	3.55E-05														
	散乱線																0.00009
	管容器																0.005
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																0.04
	管容器																0.16

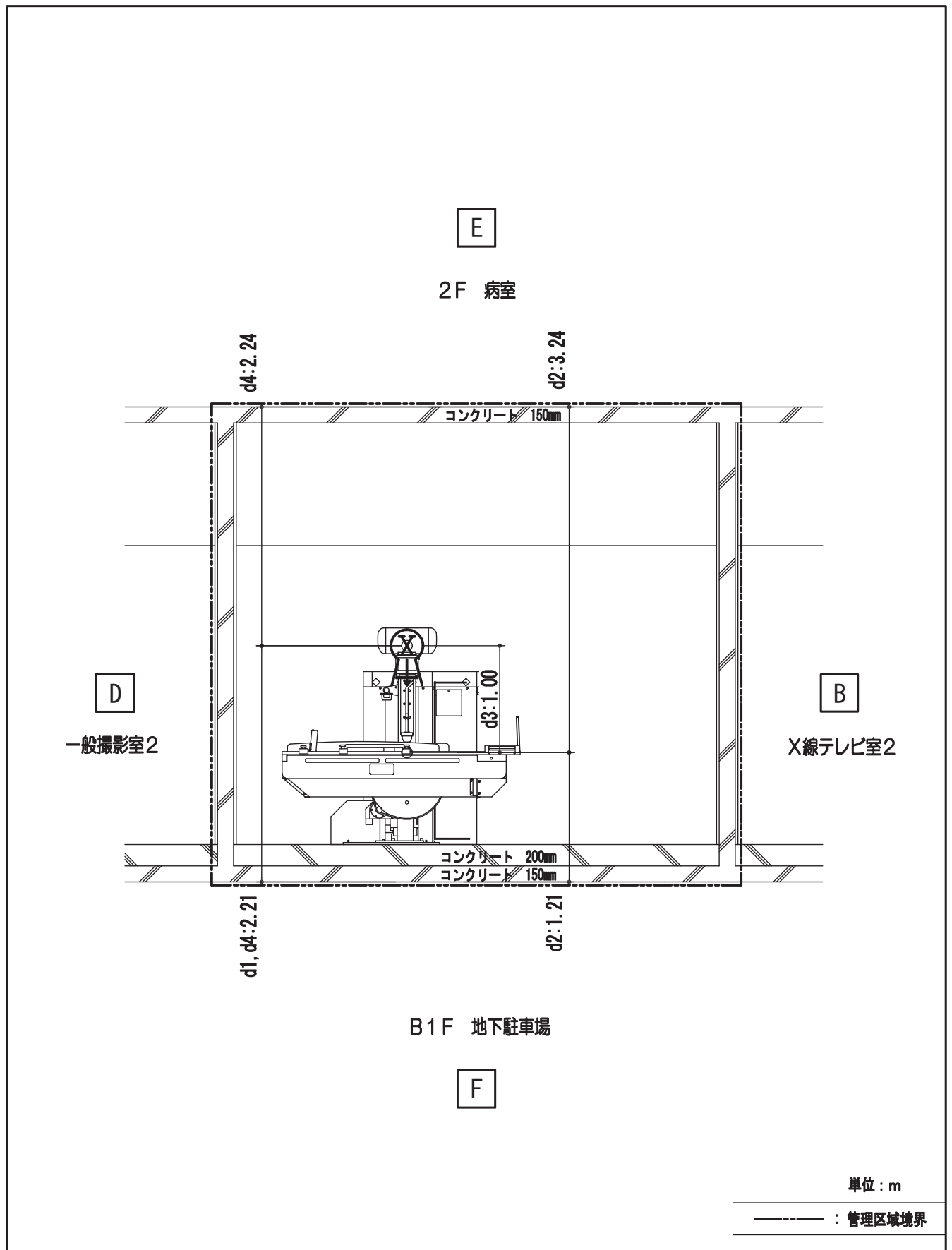
エックス線診療室しやへい計算表 (3) 集計結果

エックス線 診療室名		X線テレビ室			
装置名	ABB-01H	ABB-01H	ABB-01H	実効線量限度	
撮影方法	立位 透視・撮影	臥位 透視・撮影	漏えい線量 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)	漏えい線量 合計 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)	
評価方向	エックス線 種別	漏えい線量 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)	漏えい線量 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)	($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)	
A	一次線				
	散乱線	6.18	4.12	1300	
	管容器	75.13	17.97	103.40	
B	一次線				
	散乱線	3.08	1.71	1300	
	管容器	32.19	7.48	44.46	
C	一次線				
	散乱線	10.35	6.90	1300	
	管容器	18.72	28.49	64.46	
D	一次線	0.24			
	散乱線	5.94	5.20	1300	
	管容器	11.67	22.68	45.73	
E 病室	一次線				
	散乱線	2.92	1.57	1300	
	管容器	12.73	14.32	31.54	
F	一次線		0.00009		
	散乱線	0.005	0.005	1300	
	管容器	0.01	0.004	0.02	
病室	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	0.06	0.04	250	
	管容器	0.24	0.16	0.50	









(参考)しゃへい計算書例④

歯科X線診療室 しゃへい計算書

A デンタルクリニック様

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

歯科X線診療室 しゃへい計算は、「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」(厚生労働省医薬局長通知 医薬発第188号 平成13年3月12日)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(厚生労働省医政局長通知 医政発0331第16号 平成26年3月31日)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) 対向しゃへい 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エックス線量の計算

評価方向: A, B, C, D

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

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

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

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

X : 55.0 ($\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : 鉛1.5mm (対向しゃへい物)の透過率: 4.20E-04

W : 8,580 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)

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) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

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 ($\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : 鉛 1.5mm の透過率 : 4.20E-04

W : 8,580 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 148 (cm^2)

d_2 : (A:1.05m) (B:1.19m) (C:1.60m) (D:1.96m) (E:0.95m) (F:1.73m) (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) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

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号二)管球からの線量率 $1\text{mGy}/\text{h} \times 1000 \mu \text{ Gy}/\text{mGy} = 1000 (\mu \text{ Gy}/\text{h})$

t_w : $0.40 (\text{h}/3\text{月間})$

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

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:1.73m) (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エックス線量の計算

評価方向: A, B, D

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

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

X : $32.8 (\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s})$

D_t : 鉛 1.5mm (対向しゃへい物) の透過率 : $9.94E-06$

W : $25,740 (\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間})$

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

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) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 (E_s) は、次式より求める。

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

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

$$X : 32.8 (\mu \text{ Gy}/\text{mA}\cdot\text{s})$$

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

$$W : 25,740 (\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間})$$

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

$$U : 1$$

$$T : 1$$

$$a : 0.17/100=0.0017$$

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

$$d_2 : (\text{A}:1.05\text{m}) (\text{B}:1.19\text{m}) (\text{C}:1.60\text{m}) (\text{D}:1.96\text{m}) (\text{E}:0.95\text{m}) (\text{F}:1.73\text{m}) (\text{E}':1.55\text{m})$$

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

A, B, C, D, E, F, E' について計算を行った。

3) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 (E_L) は、次式より求める。

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

$$X_L : (\text{第30条第1号二}) \text{管球からの線量率 } 1\text{mGy}/\text{h} \times 1000 \mu \text{ Gy}/\text{mGy} = 1000 (\mu \text{ Gy}/\text{h})$$

$$t_w : 1.19 (\text{h}/3\text{月間})$$

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

$$U : 1$$

$$T : 1$$

半価層 (鉛 1.5mm) の透過率: 1.36E-04

$$d_4 : (\text{A}:0.85\text{m}) (\text{B}:0.84\text{m}) (\text{C}:1.25\text{m}) (\text{D}:1.61\text{m}) (\text{E}:0.95\text{m}) (\text{F}:1.73\text{m}) (\text{E}':1.55\text{m})$$

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エックス線量の計算

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 (μ Gy/mA·s)
 D_t : 鉛 1.5mm の 透 過 率 : 8.15E-04
 W : 1,365 (mA·s/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) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

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 (μ Gy/mA·s)
 D_t : 鉛 1.5mm の 透 過 率 : 8.15E-04
 W : 1,365 (mA·s/3月間)
 E/Ka : 1.433 (Sv/Gy)
 U : 1
 T : 1
 a : 0.18/100=0.0018
 F : 13.2 (cm^2)
 d_2 : (A:0.87m) (B:2.55m) (C:1.78m) (D:0.60m) (E:0.95m) (F:1.73m) (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) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

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号二)管球からの線量率1mGy/h \times 1000 μ Gy/mGy=1000 (μ 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

d₄ : (A:0.87m) (B:0.90m) (C:1.78m) (D:2.25m) (E:0.95m) (F:1.73m) (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エックス線量の計算

評価方向: B, C, D

B方向 (E_p)は、次式より求める。

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

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

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

X : 25.7 (μ Gy/mA・s)

D_t : 鉛 1.5mm の透過率 : 8.08E-07

W : 429 (mA・s/3月間)

E/K_a: 1.308 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

d₁ : (B:2.62m) (C:0.75m) (D:1.00m)

B, C, Dについて計算を行った。

2) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

評価方向: A, B, C, D, E, F, E'

A方向 (E_s)は、次式より求める。

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

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

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

X : 25.7 (μ Gy/mA・s)

D_t : 鉛 1.5mm の透過率 : 8.08E-07

W : 429 (mA・s/3月間)

E/K_a: 1.308 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.17/100=0.0017

F : 28.26 (cm²)

d_2 : (A:2.20m) (B:2.32m) (C:0.45m) (D:0.70m) (E:1.35m) (F:1.33m) (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) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

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) 管球からの線量率 $0.25\text{mGy}/\text{h} \times 1000 \mu\text{Gy}/\text{mGy} = 250 (\mu\text{Gy}/\text{h})$

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:1.33m) (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。

エックス線診療室しやへい計算表 (1)

施設名		Aデンタルクリニック			
エックス線診療室名		歯科X線診療室			
装置名	方法	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	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)				
撮影条件	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 ($\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)	55.0	32.8	62.1	25.7
	W: 3月間の実効移動負荷 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)	8,580	25,740	1,365	429
	(E/Ka): 換算係数 (Sv/Gy)	1.433	1.377	1.433	1.308
その他の条件	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
	XL: 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	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

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物					しゃへい壁等					計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)
		鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm ³) 透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³) (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						1.73	0.35				0.02
	管容器			1.5	5.10E-03								1.73			0.04
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						1.55	0.35				0.03
	管容器			1.5	5.10E-03								1.55			0.05

集計2-2

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)	
		鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ²) (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	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	80						1.73	0.35		0.00002
	管容器			1.5	1.36E-04	80							1.73		0.001
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	80						1.55	0.35		0.00002
	管容器			1.5	1.36E-04	80							1.55		0.001

集計2-3

エックス線診療室しゃへい計算表(2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等						計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)				
		鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ²) (mm)	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																	0.003
B	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.0003
C	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.87
D	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.0007
敷地境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.22
E	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	19.56
敷地境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.006
F	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.14
敷地境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.002
病室	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.78
居住区域境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.00003
E' 敷地境界	一次線																	
	散乱線																	
	管容器																	0.01

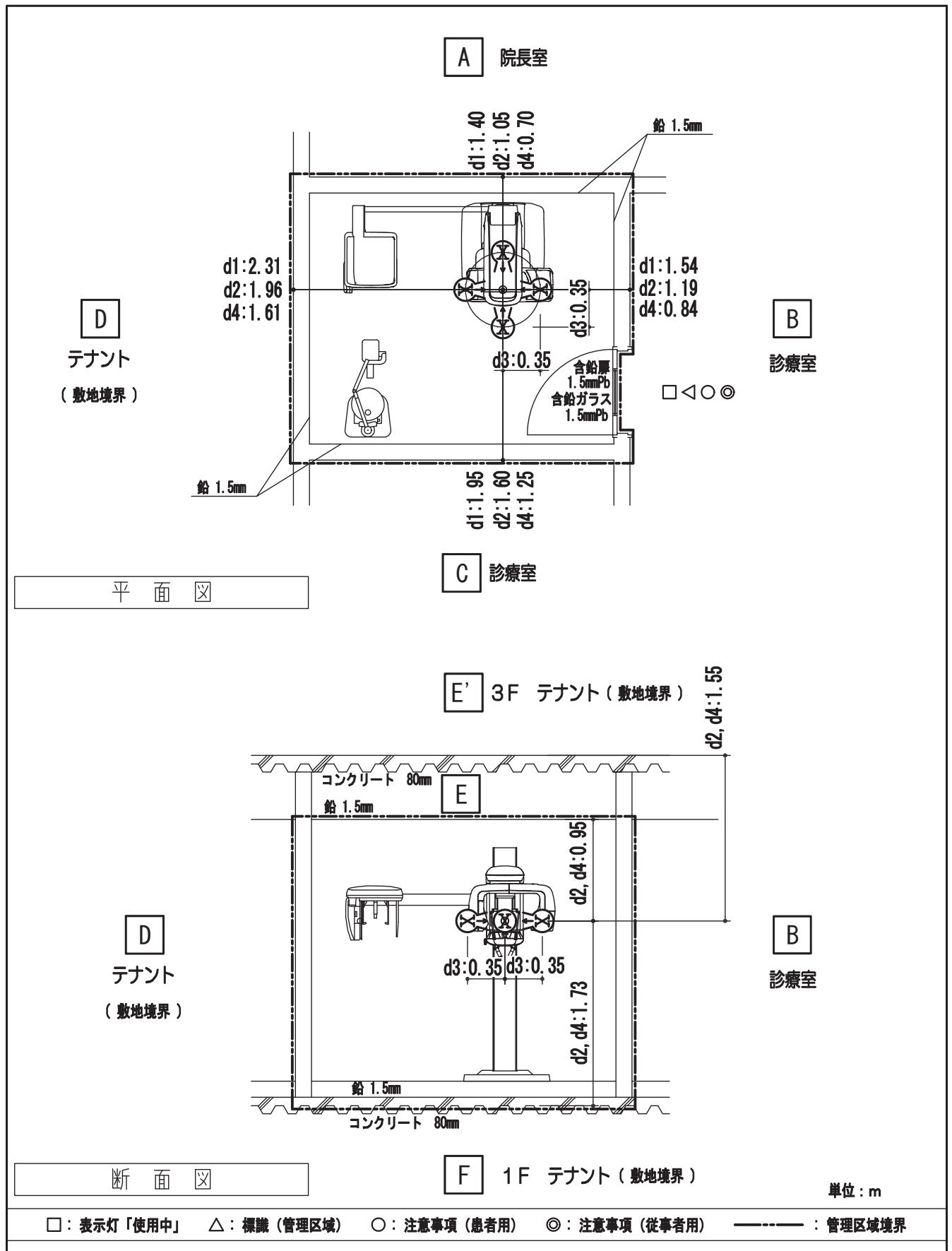
集計2-4

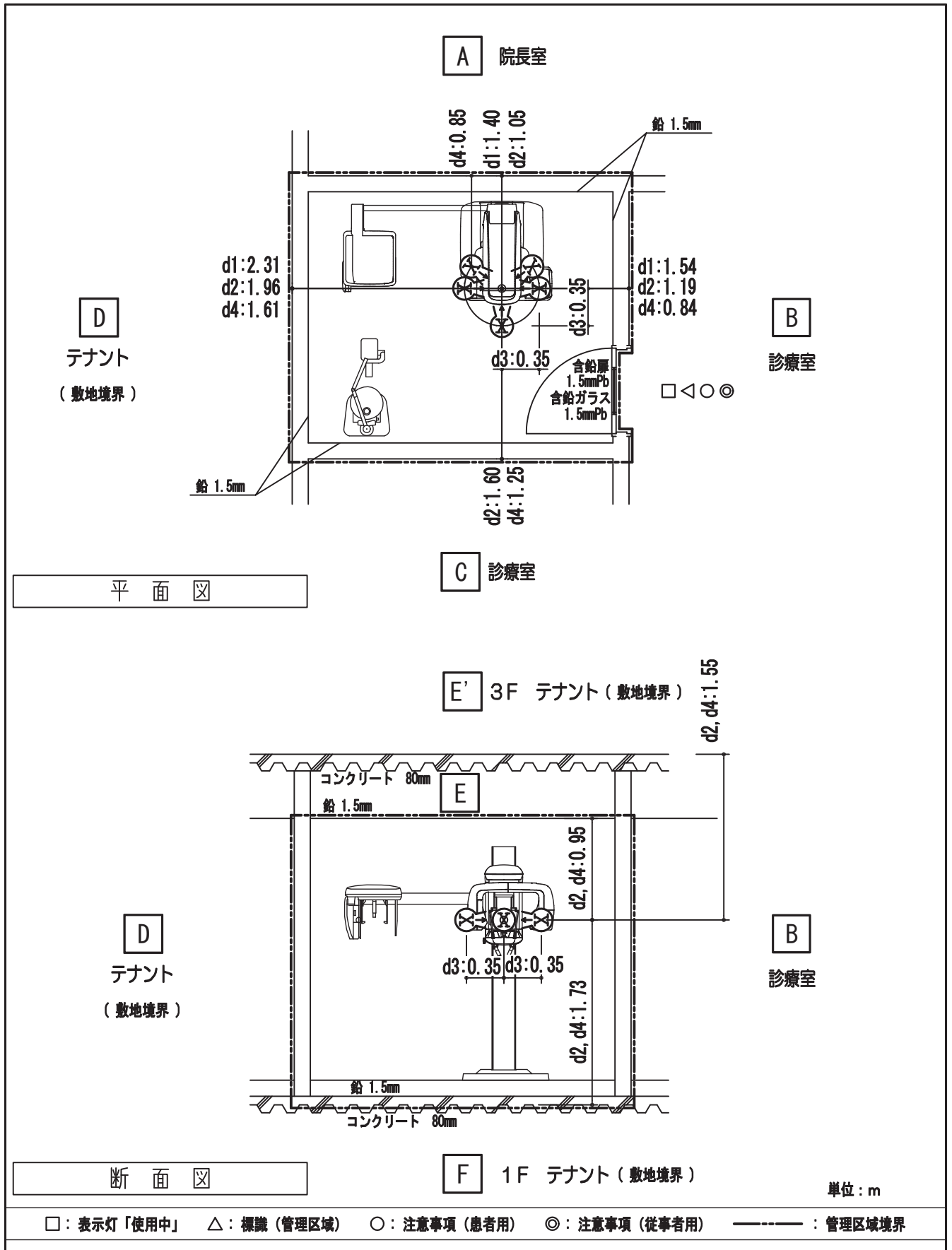
エックス線診療室しゃへい計算表(2)

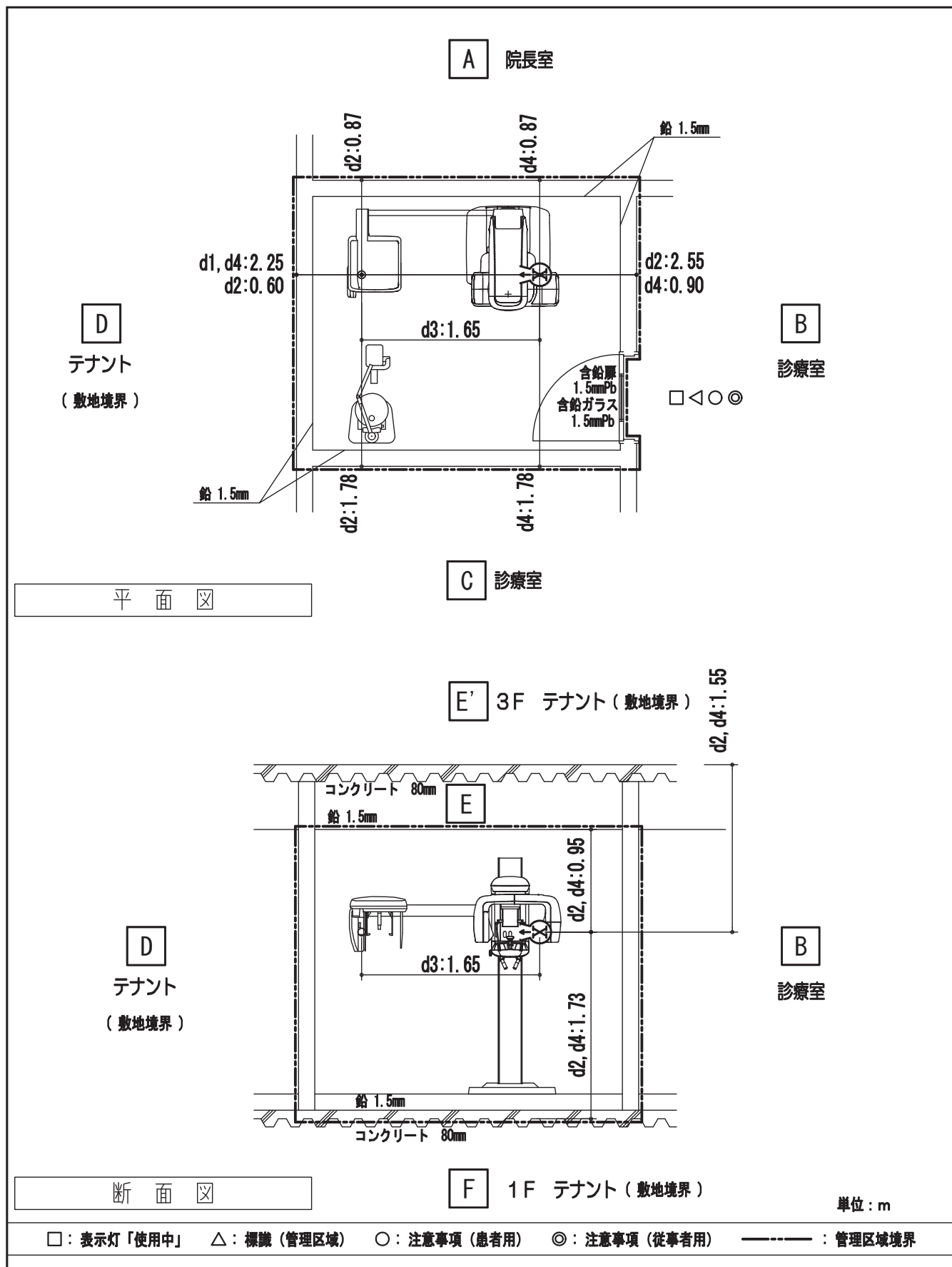
エックス線診療室名		歯科X線診療室										漏えい線量							
装置名		AS-100																	
撮影方法		デンタル撮影																	
評価方向	エックス線種別	対向しゃへい物					しゃへい壁等					計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)			
		(mm)	透過率	(mm)	鉛:11.35 (g/cm ³) 透過率	半価層による 透過率	(mm)	コンクリート:2.1 (g/cm ³) 透過率	半価層による 透過率	d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)						
A	一次線																		
	散乱線			1.5	8.08E-07									2.20	0.30				0.000003
	管容器			1.5	8.08E-07		1.50E-05									1.90			0.00001
B	一次線			1.5	8.08E-07														0.002
	散乱線			1.5	8.08E-07									2.32	0.30				0.000003
	管容器			1.5	8.08E-07		1.50E-05									2.02			0.00001
C	一次線			1.5	8.08E-07														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														0.00003
	管容器			1.5	8.08E-07		1.50E-05									0.40			0.0003
E	一次線																		
	散乱線			1.5	8.08E-07														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																		
	散乱線			1.5	8.08E-07					80				1.33	0.30				0.00000004
	管容器			1.5	8.08E-07		1.50E-05			80						1.33			0.0000001
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	8.08E-07					80				1.95	0.30				0.00000002
	管容器			1.5	8.08E-07		1.50E-05			80						1.95			0.00000006

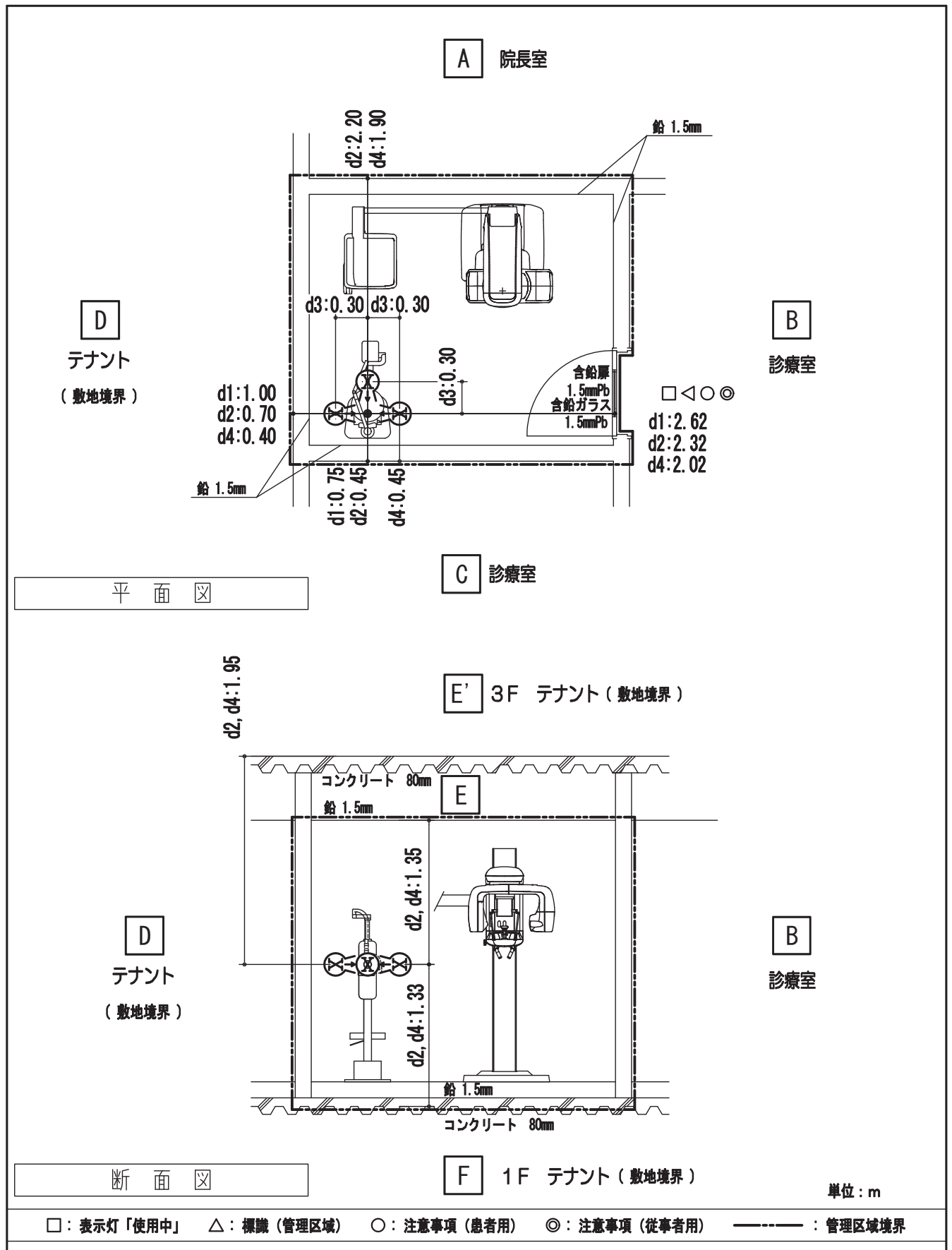
エックス線診療室しやへい計算表 (3) 集計結果

エックス線 診療室名		歯科X線診療室					
装 置 名	DMO-500	DMO-500	DMO-500	DMO-500	AS-100	漏えい線量 合計 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)	実効線量限度 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)
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	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 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)	漏えい線量 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)		
A	一次線	0.74	0.0008				
	散乱線	1.40	0.003	0.003	0.000003		1300
	管容器	5.97	0.31	0.93	0.00001		
B	一次線	0.61	0.0007		0.002		
	散乱線	1.09	0.002	0.0003	0.000003		1300
	管容器	4.14	0.32	0.87	0.00001		
C	一次線	0.38			0.02		
	散乱線	0.60	0.001	0.0007	0.00008		1300
	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		
	散乱線	0.40	0.0009	0.006	0.00003		250
	管容器	1.13	0.09	0.14	0.0003		
E	一次線						
	散乱線	1.71	0.004	0.002	0.000009		1300
	管容器	3.24	0.25	0.78	0.00003		
F 敷地境界	一次線						
	散乱線	0.02	0.00002	0.00003	0.00000004		250
	管容器	0.04	0.001	0.01	0.0000001		
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	0.03	0.00002	0.00004	0.00000002		250
	管容器	0.05	0.001	0.01	0.00000006		









(参考)しゃへい計算書例⑤

ハイブリッド手術室 しゃへい計算書

A 病 院 様

※このしゃへい計算書の結果は、装置概要、装置レイアウト、しゃへい計算条件、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 しゃへい計算は、「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」(厚生労働省医薬局長通知 医薬発第188号 平成13年3月12日)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(厚生労働省医政局長通知 医政発0331第16号 平成26年3月31日)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) 対向しゃへい 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エックス線量の計算

評価方向: A, C, E, F, 敷地境界

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

$$\begin{aligned}
 E_p &= \frac{X \times D_t \times W \times (E/K_a) \times U \times T}{d_1^2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \\
 &= \frac{59.3 \times 6.04\text{E-}05 \times 9,957,168 \times 1.433 \times 1 \times 1}{4.80^2} \times 1.53\text{E-}03 \\
 &= 3.39 (\mu\text{Sv}/3\text{月間})
 \end{aligned}$$

X : 59.3 ($\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : 鉛2.25mm (対向遮へい物)の透過率: 6.04E-05

W : 9,957,168 (mA·s/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) 散乱エックス線の漏えいエックス線量の計算

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 ($\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)

D_t : 鉛 2.0mm の透過率 : 1.32E-04

W : 9,957,168 (mA·s/3月間)

E/Ka: 1.433 (Sv/Gy)

U : 1

T : 1

a : 0.18/100=0.0018

F : 1185 (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) エックス線管容器からの漏えいエックス線量の計算

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号二)管球からの線量率1mGy/h×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。

エックス線診療室しゃべい計算表 (1)

施設名	設置名	施設名
	エックス線診療室名	A病院 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
撮影条件	1週間の延透視時間 (s/週)	36,000
	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
	X: 空気カーマ ($\mu\text{Gy}/\text{mA}\cdot\text{s}$)	59.3
	W: 3月間の実効稼働負荷 ($\text{mA}\cdot\text{s}/3\text{月間}$)	9,957,168
その他の条件	(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 (cm^2)	1,185
	XL: 管球からの線量 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	1,000
	t _w : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	130.47

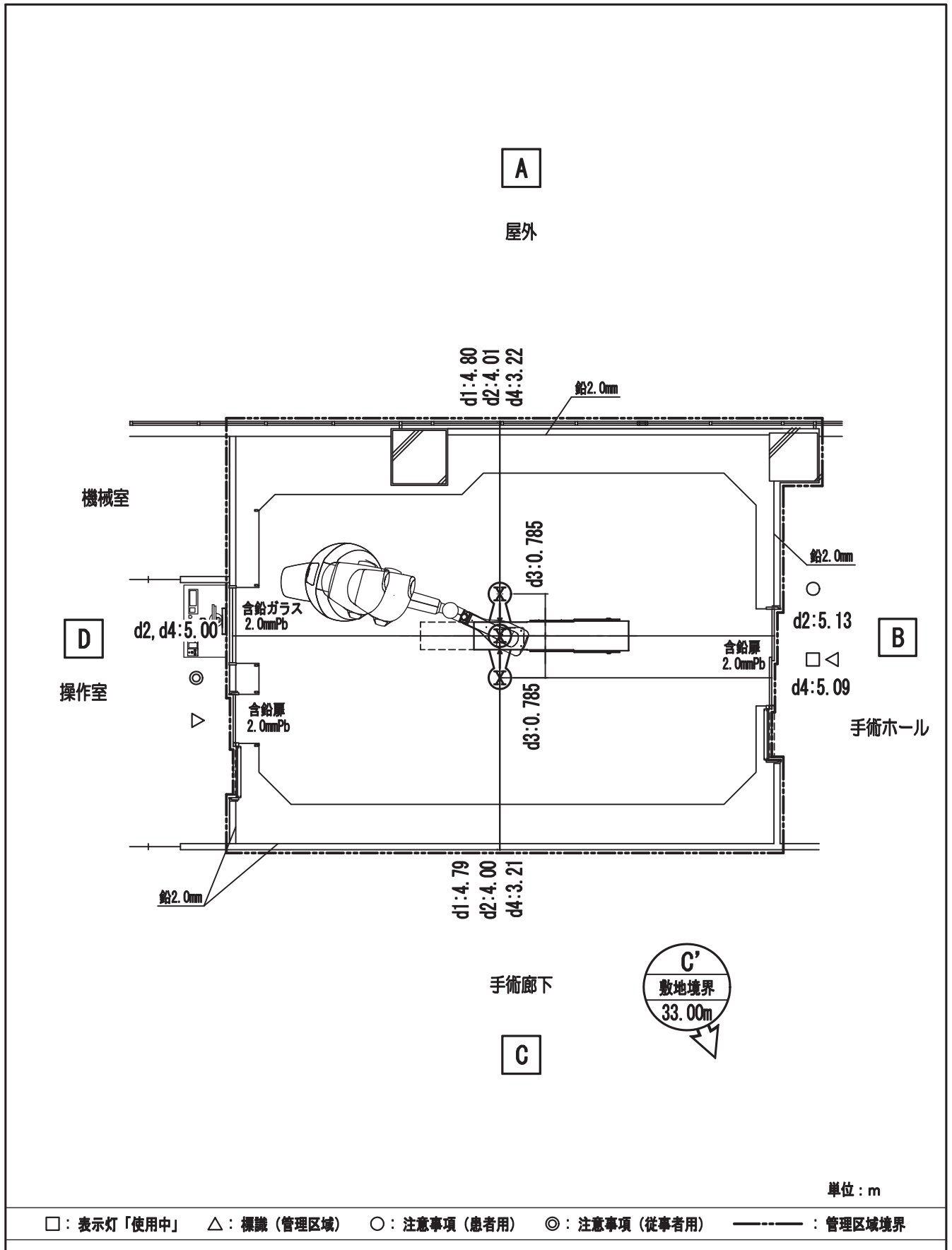
集計2-1

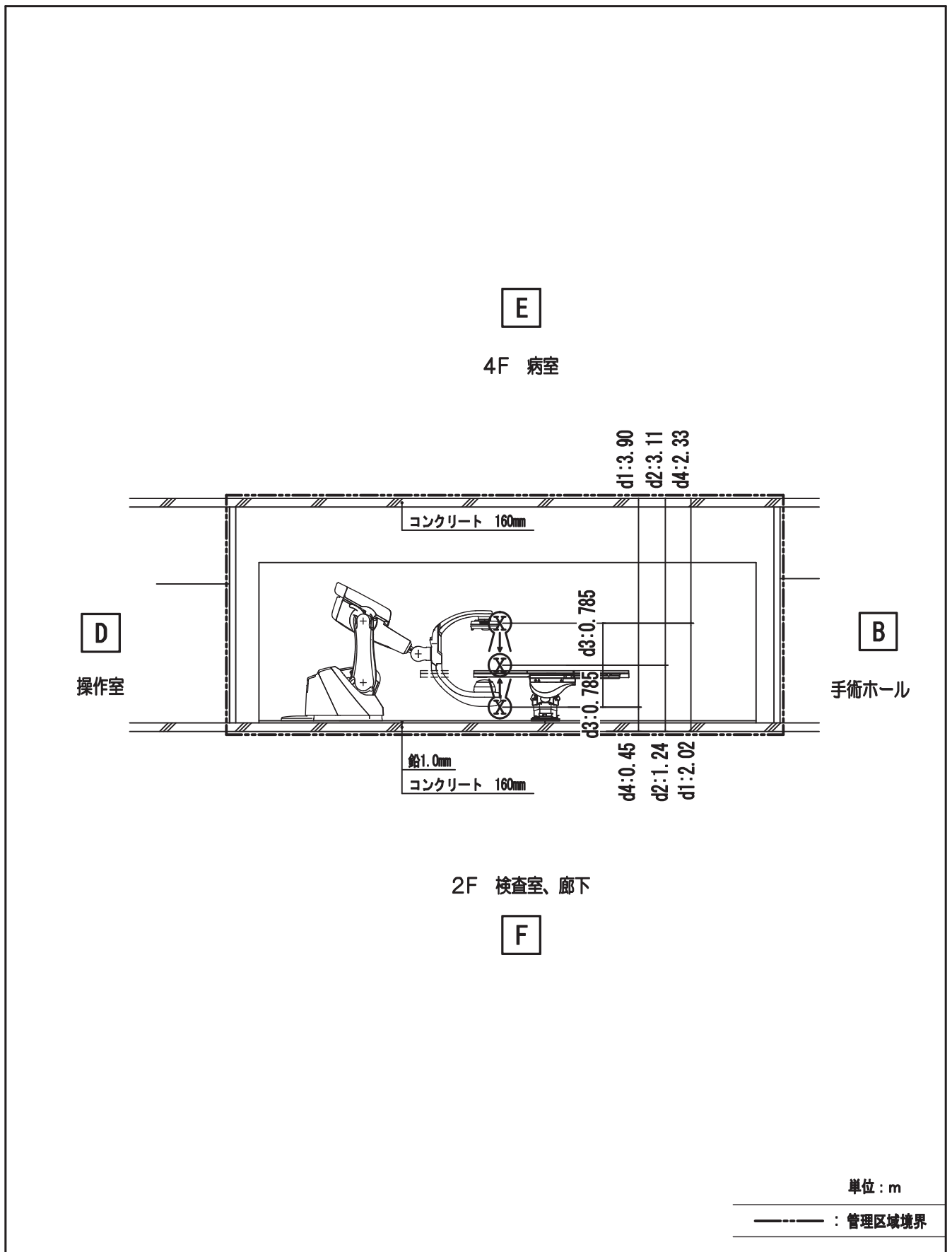
エックス線診療室しゃへい計算表 (2)

エックス線診療室名		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	エックス線種別	対向しゃへい物		しゃへい壁等				計算方向までの距離				漏えい線量 (μ Sv/3月間)		
		鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	鉛:11.35 (g/cm ³) (mm)	透過率	半価層による透過率	コンクリート:2.1 (g/cm ³) (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	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			2.0	1.32E-04						5.13	0.785		36.73
	散乱線			2.0	1.53E-03								5.09	11.04
	管容器			2.0	1.53E-03				4.79					3.41
C	一次線	2.25	6.04E-05	2.0	1.32E-04					4.00	0.785			60.41
	散乱線			2.0	1.53E-03								3.21	27.76
	管容器			2.0	1.53E-03									
D	一次線			2.0	1.32E-04									
	散乱線			2.0	1.53E-03					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							110.52
	管容器					160						2.33		61.30
F 病室	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													
	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

エックス線診療室しゃへい計算表(3) 集計結果

エックス線診療室名		ハイブリッド手術室		
装置名	SAR-PH			実効線量限度
撮影方法	透視・撮影			漏えい線量 合計 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)
評価方向	エックス線 種別	漏えい線量 ($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)		($\mu\text{Sv}/3\text{月間}$)
A	一次線	3.39		1300
	散乱線	60.11		
	管容器	27.59		
B	一次線			1300
	散乱線	36.73		
	管容器	11.04		
C	一次線	3.41		1300
	散乱線	60.41		
	管容器	27.76		
D	一次線			1300
	散乱線	38.66		
	管容器	11.44		
E 病室	一次線	5.98		1300
	散乱線	110.52		
	管容器	61.30		
F	一次線	0.87		1300
	散乱線	29.50		
	管容器	64.26		
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			
敷地境界 C'	一次線	0.07		250
	散乱線	0.89		
	管容器	0.26		
				1.22





解説

1. 制定の趣旨

しゃ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。厚生労働省からのしゃへい計算に関する通知として、医薬発第188号及び医政発0331第16号が発出されている。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しゃへい計算例及びしゃへい計算図面例を挙げ、標準的なしゃ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。

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0331第16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、もしくは、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_3 の設定

d_3 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、もしくは、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。

2.1.3. 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_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。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_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、もしくは、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。

2.1.3.2. デンタル撮影装置

(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_3 の設定

d_3 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_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。

2.2. 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 方向と同様のしゃへい材及びしゃへい厚で計算を行う。また、計算位置の d_1 、 d_2 及び d_4 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_1 、 d_2 及び d_4)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_1 、 d_2 及び d_4 を加えて計算を行ってもよい。

2.3. 計算方向に複数のしゃへい体がある場合のしゃへい計算

対向しゃへい物や画壁の複数のしゃへい体により、計算方向に 2 つ以上のしゃへい体がある場合、2 番目以降のしゃ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」、または、「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しゃへい計算例の提示を行った。

2.4. しゃ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 線装置等のしゃ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

透視また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、透視また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、透視または撮影の各 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) しゃへい計算条件の細分化

本マニュアルの 4.2 及び 4.3 のしゃ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 のしゃへい計算例の方が、②4.3 しゃへい計算例よりも、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 のしゃへい計算例では、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しゃへい計算を行っている。

一方で、②4.3 のしゃへい計算例では、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 のしゃへい計算方法では、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 のしゃ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

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 のしゃ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しゃ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 のしゃ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しゃ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. 対向しゃへい物を有する X 線装置の一次 X 線による漏えい実効線量の合算

医薬発第 188 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 線装置等で対向しゃ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、医薬発第 188 号では、フラットパネル検出器やそれら X 線装置の対向しゃ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しゃ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しゃ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、しゃへい扉、しゃへいガラス等)のしゃへい計算によるしゃ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(または計算方向)のしゃ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)しゃ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)しゃ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、特定箇所のしゃ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)についてのしゃへい計算を行う場合のしゃ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(または計算方向)のしゃ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下に接する部分等、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 線診療室のしゃ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 線診療室のしゃへい計算を行う上での留意点は以下のとおりである。

- (1)しゃ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)しゃへい計算上、非安全側評価となる箇所(または計算方向)がないようにすること。
- (3)しゃ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、その都度しゃ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 線診療室のしゃ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.しゃへい材について

医政発 0331 第 16 号では、本マニュアルでしゃ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、それらをしゃへい材としてしゃ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、そのしゃへい材質の確認も行った上でしゃへい計算を行わなければならない。

2.9.医用 X 線 CT 装置が据え置かれた X 線診療室のしゃへい計算について

本 WG-7122 にて、製作者の異なる医用 X 線 CT 装置、計 10 台について、医用 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)を用いた放射線量の計算値(散乱線量との比較のためしゃ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 台すべての医用 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、医用 X 線 CT 装置について、通知によるしゃ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。

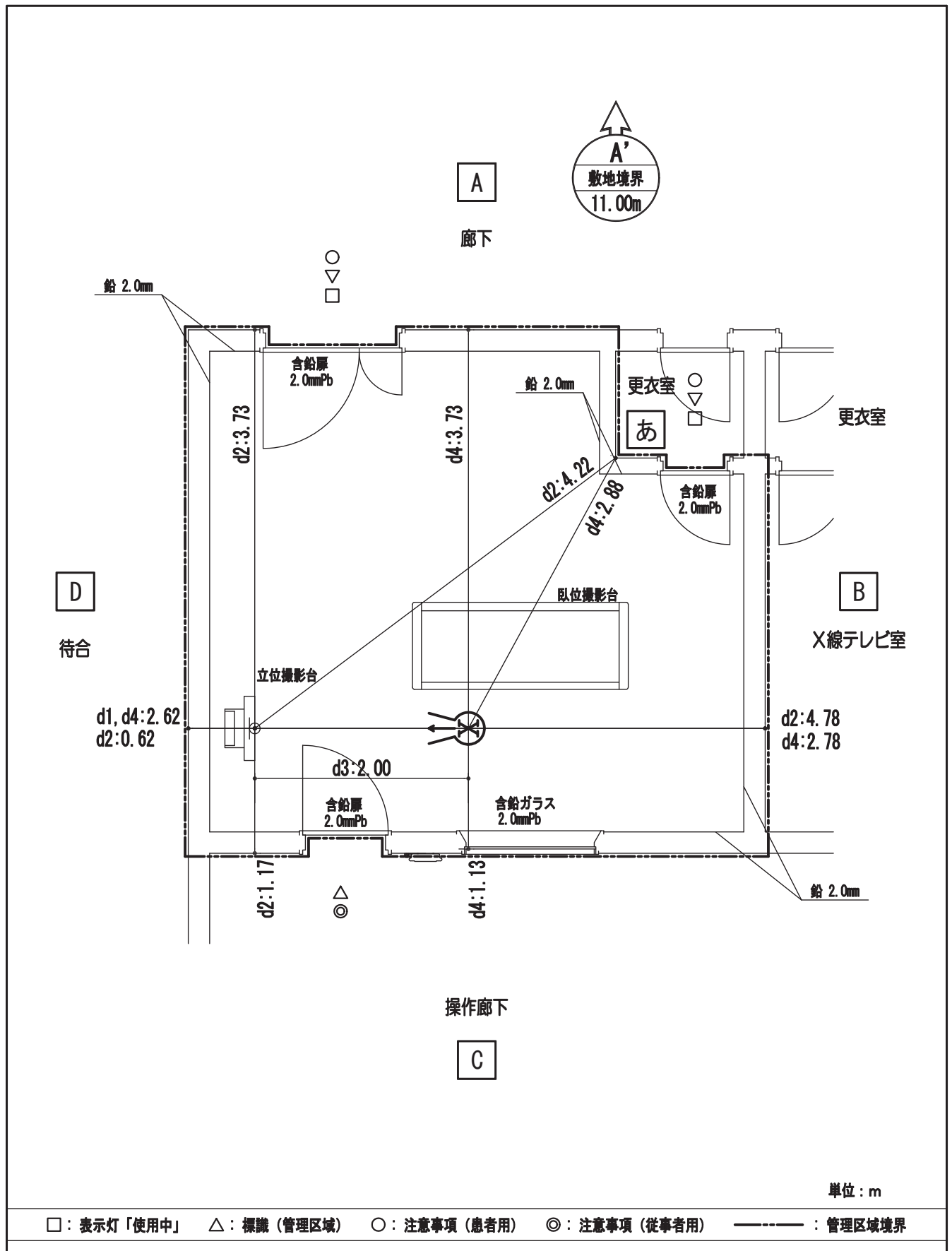
一方で、公益社団法人 日本放射線技術学会 関係法令委員会から「X 線 CT 室の漏えい線量計算マニュアル 第 1 版」(以下、日本放射線技術学会マニュアル)が 2019 年 1 月に公開された。日本放射線技術学会マニュアルに則った計算方法による放射線量値は、広範な医用 X 線 CT 装置における実測値と

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、医用X線CT装置についてのしゃへい計算は、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、2019年2月現在、第1版が最新版であるが、常に最新版を確認してしゃへい計算に用いること。

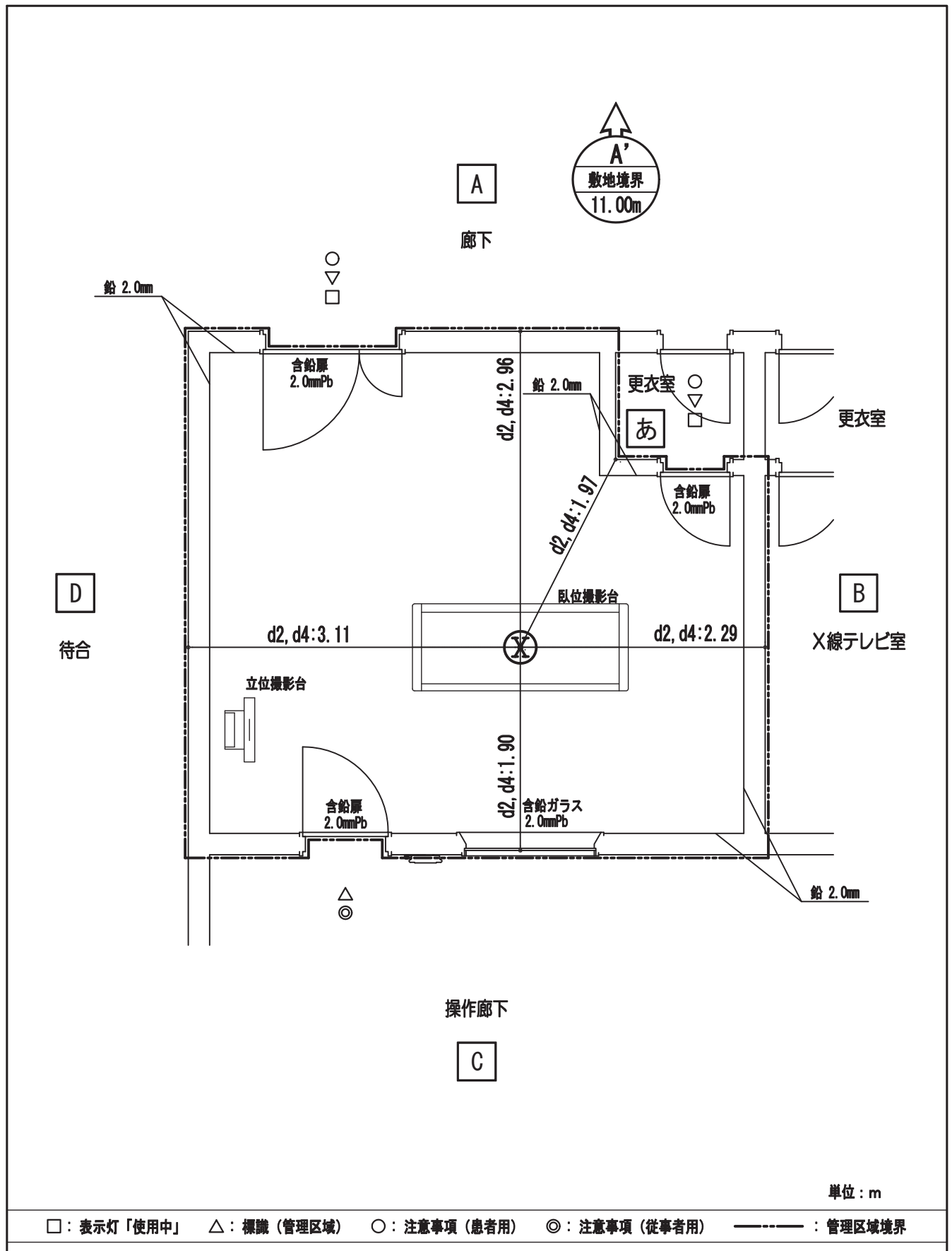
日本放射線技術学会マニュアルの閲覧・入手先は以下のとおり。

(閲覧・入手先)

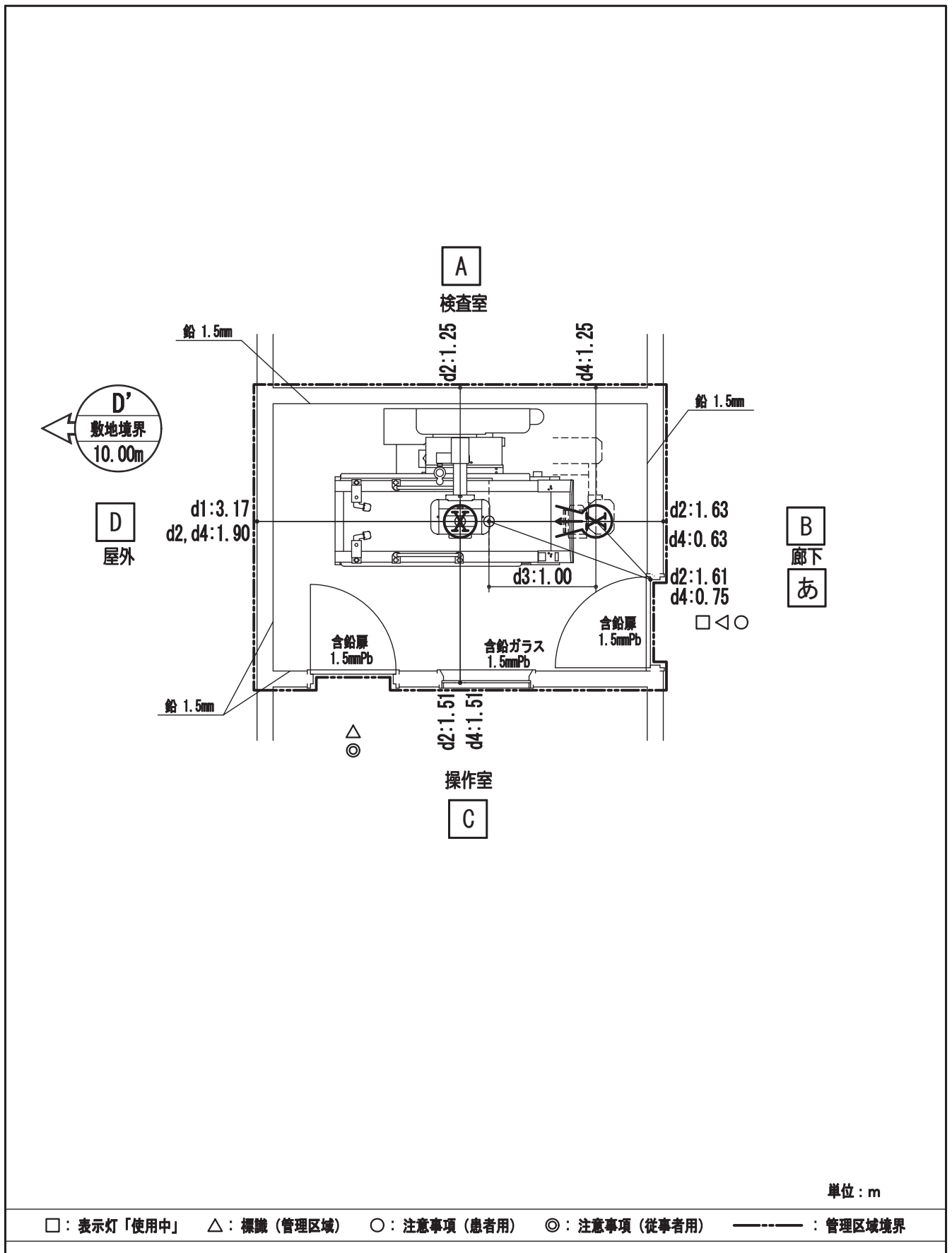
- 公益社団法人 日本放射線技術学会 関係法令委員会発行
「X線CT室の漏えい線量計算マニュアル 第1版」2019年1月
<https://www.jsrt.or.jp/data/wp-content/uploads/2019/01/x-manual-2019.pdf>
- 公益社団法人 日本放射線技術学会 ホームページ
<https://www.jsrt.or.jp/data/>
- 公益社団法人 日本放射線技術学会 関係法令委員会ホームページ
<https://www.jsrt.or.jp/data/about/organization-04/c-01/>



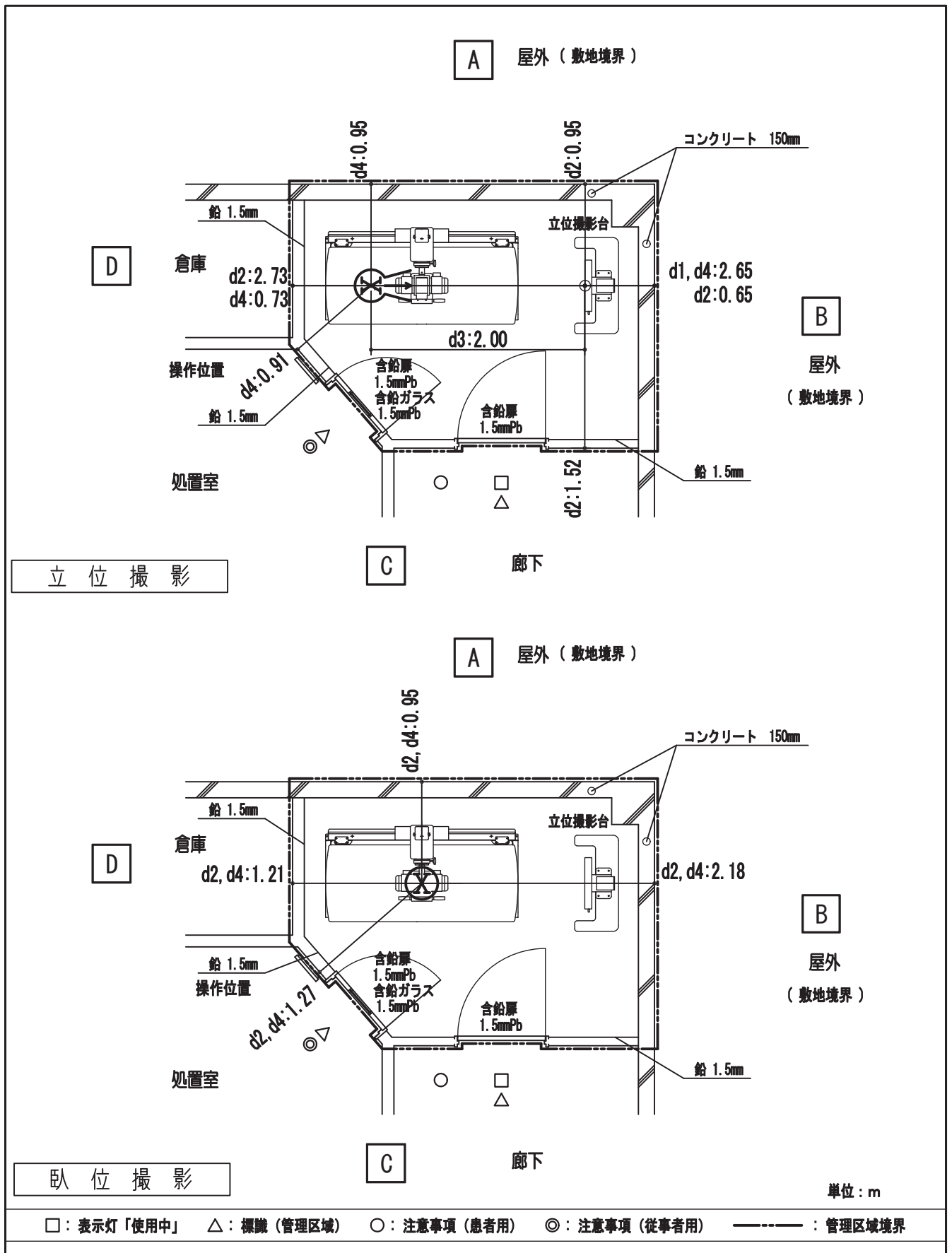
解説 - 図1.1 更衣室部分 (立位撮影) 平面図



解説 - 図1.2 更衣室部分（臥位撮影）平面図



解説 - 図1.3 扉部分（透視・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.原案作成

3.1.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	石井 須美男	シーメンスヘルスケア(株)
主査	細沼 宏安	医建エンジニアリング(株)
委員	市村 英幸	日立ヘルスケアシステムズ(株)
	井上 仁志	サンレイズ工業(株)
	河裾 行人	蛍光産業(株)
	木村 純一	医建エンジニアリング(株)
	小谷 大輔	東和放射線防護設備(株)
	小林 有希	日本放射線防禦(株)
	坂本 実佐子	キヤノンメディカルシステムズ(株)
	笹嶋 一大	(株)フィリップス・ジャパン
	出町 伸幸	シーメンスヘルスケア(株)
	平野 良司	GEヘルスケア・ジャパン(株)
	藤原 孝司	(株)島津製作所
	水谷 望	医建エンジニアリング(株)
	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	一般社団法人日本画像医療システム工業会

3.2.規格審査:企画・審査委員会

委員長	藤田 直也	キヤノンメディカルシステムズ(株)
副委員長	板谷 英彦	(株)日立製作所
委員	早乙女 滋	富士フイルム(株)
	宮谷 宏	コニカミノルタ(株)
	飯島 直人	(株)島津製作所
	杉田 浩久	富士フイルム(株)
事務局	小田 和幸	一般社団法人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-0046⁻²⁰¹⁹
2019年4月発行

発行 (一社) 日本画像医療システム工業会
〒 112-0004 東京都文京区後楽2丁目2番23号
住友不動産飯田橋ビル2号館 6階
TEL 03-3816-3450
FAX 03-3818-8920

禁無断転載

この規格の全部また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。