

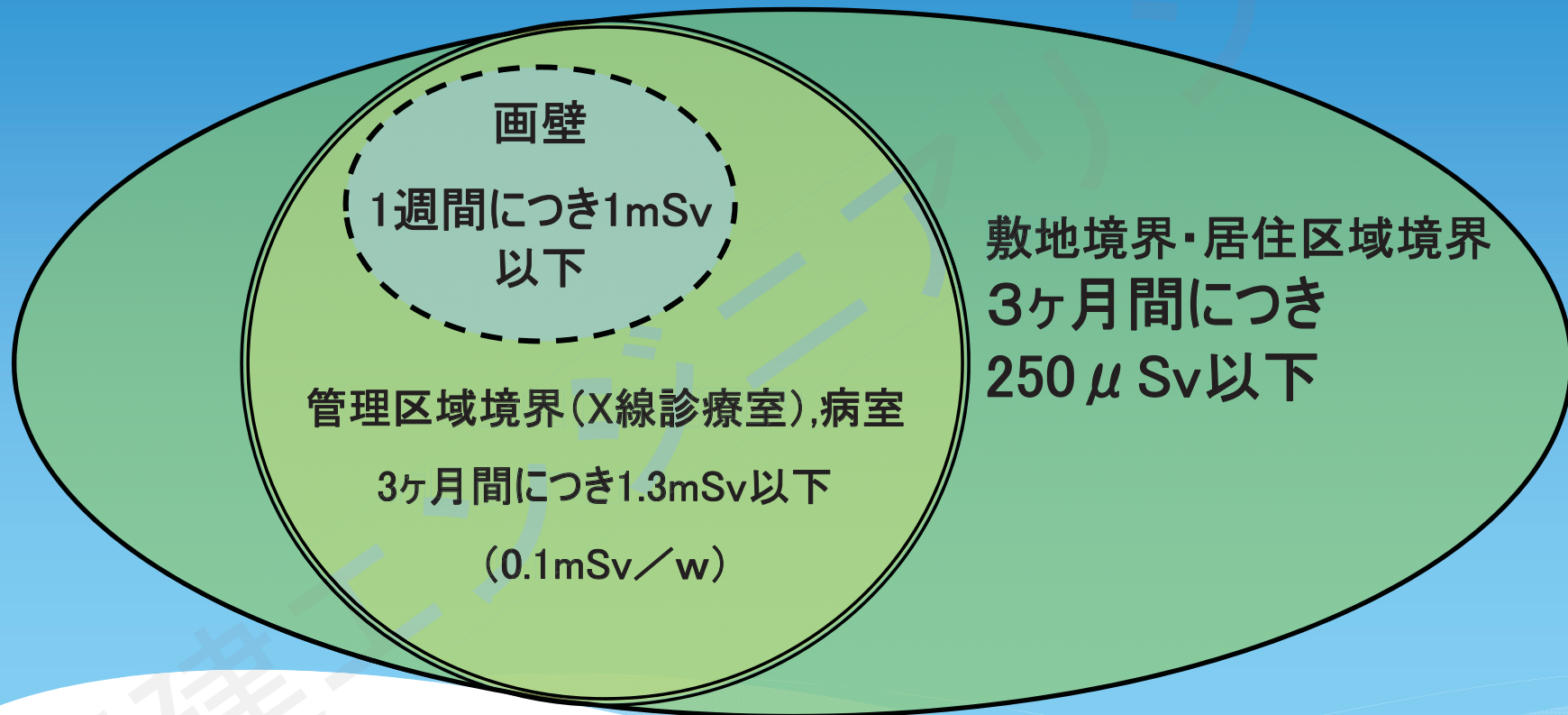
診断用エックス線室の安全管理 しゃへい計算・線量測定

～医薬発第188号医薬局長通知の
一部改正も含めて～

医建エンジニアリング株式会社
リークテック営業部
細沼 宏安

エックス線室防護の基準

医療法施行規則



エックス線室はこれら条件を満たすことが必要！

エックス線室への装置設置

I

- エックス線室の設計段階において、
医療法施行規則で定められたエックス線室の線量限度を満たす鉛当量、コンクリート厚等を決定する。
- 現状のエックス線室の装置更新時において、
現状の防護厚でも医療法施行規則で定められたエックス線室の線量限度を満たしているか確認する。



エックス線室の施工、完成、装置の設置



II

エックス線装置設置後、漏えい線量測定を行い、
医療法施行規則で定められたエックス線室の線量限度を
満たしているか確認する。

I エックス線室の線量限度を満たす鉛当量、
コンクリート厚等の防護の決定・確認

しゃへい計算の有効利用

しゃへい計算とは

エックス線診療室の管理区域、病室、敷地内居住区域及び敷地境界において、理論計算により3月間当たりの漏えい実効線量や、防護に適切な鉛当量(コンクリート厚)を求める方法

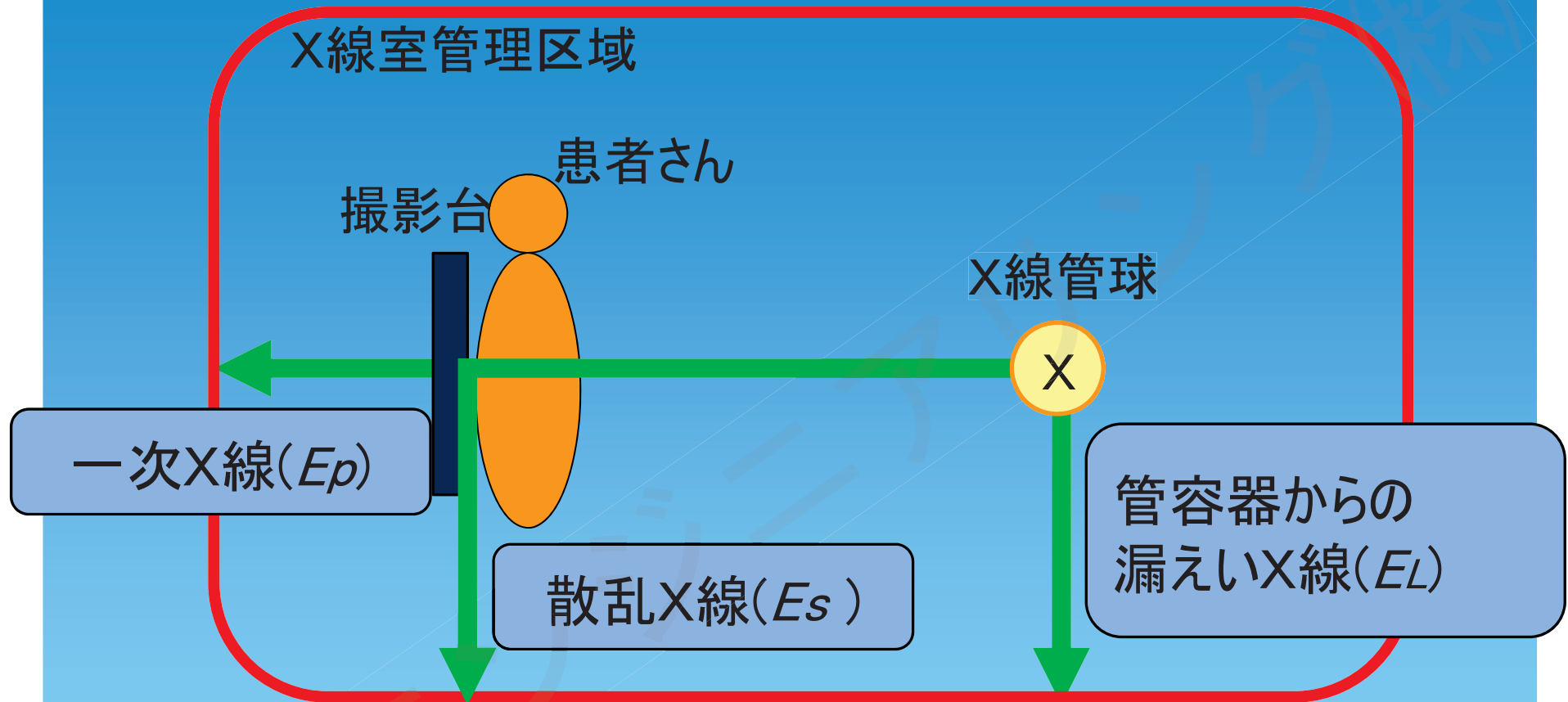
厚生労働省医薬局長通知『医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について』

医薬発第188号通知(平成13年3月12日)

厚生労働省医政局長通知『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

医政発0331第16号(平成26年3月31日)

しゃへい計算の考え方



各しゃへい計算点につき、一次X線(E_p)、散乱X線(E_s)、管容器からの漏えいX線(E_L)の合算線量で評価する

しゃへい計算式

一次エックス線(E_p)

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

X: エックス線管焦点から利用線錐方向の1メートルにおける空気カーマ(mGy/mAs)

Dt: しゃへい体の厚さtにおける空気カーマ透過率

W: 3月間における実効稼働負荷(mAs/3月間)

E/Ka: 空気カーマから実効線量への換算係数

U: 使用係数

T: 居住係数

d1: エックス線管焦点から隔壁外側までの距離(m)

t: しゃへい体の厚さ

t1/2: しゃへい体の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

しゃへい計算式

散乱エックス線(E_s)

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

X: エックス線管焦点から利用線錐方向の1メートルにおける空気カーマ(mGy/mAs)

D_t: しゃへい体の厚さtにおける空気カーマ透過率

W: 3月間における実効稼働負荷(mAs/3月間)

E/K_a: 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)

d₃: エックス線管焦点から撮影天板面までの距離(m)

a: 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Xに対する百分率

F: 受像面における照射野の大きさ(cm²)

しゃへい計算式

管容器からの漏えいエックス線(E_L)

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

X_L : エックス線管容器から1メートルの距離における空気カーマ(μ Gy/h)

t_W : 3月間における稼働時間(h/3月間)

E/K_a : 空気カーマから実効線量への換算係数

U : 使用係数

T : 居住係数

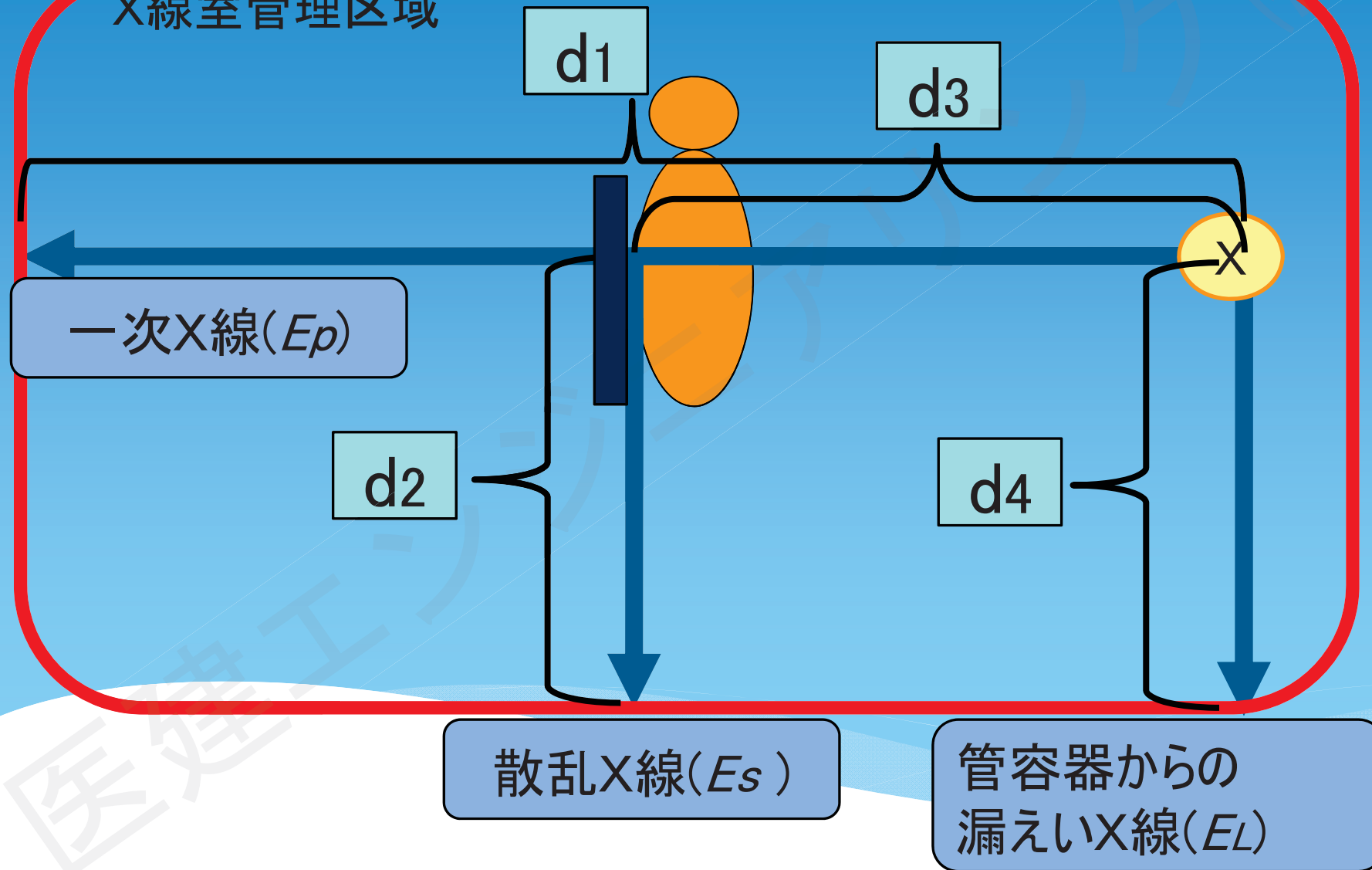
d_4 : エックス線装置のエックス線管焦点からしゃへい壁外側等の評価点までの距離(m)

t : しゃへい体の厚さ

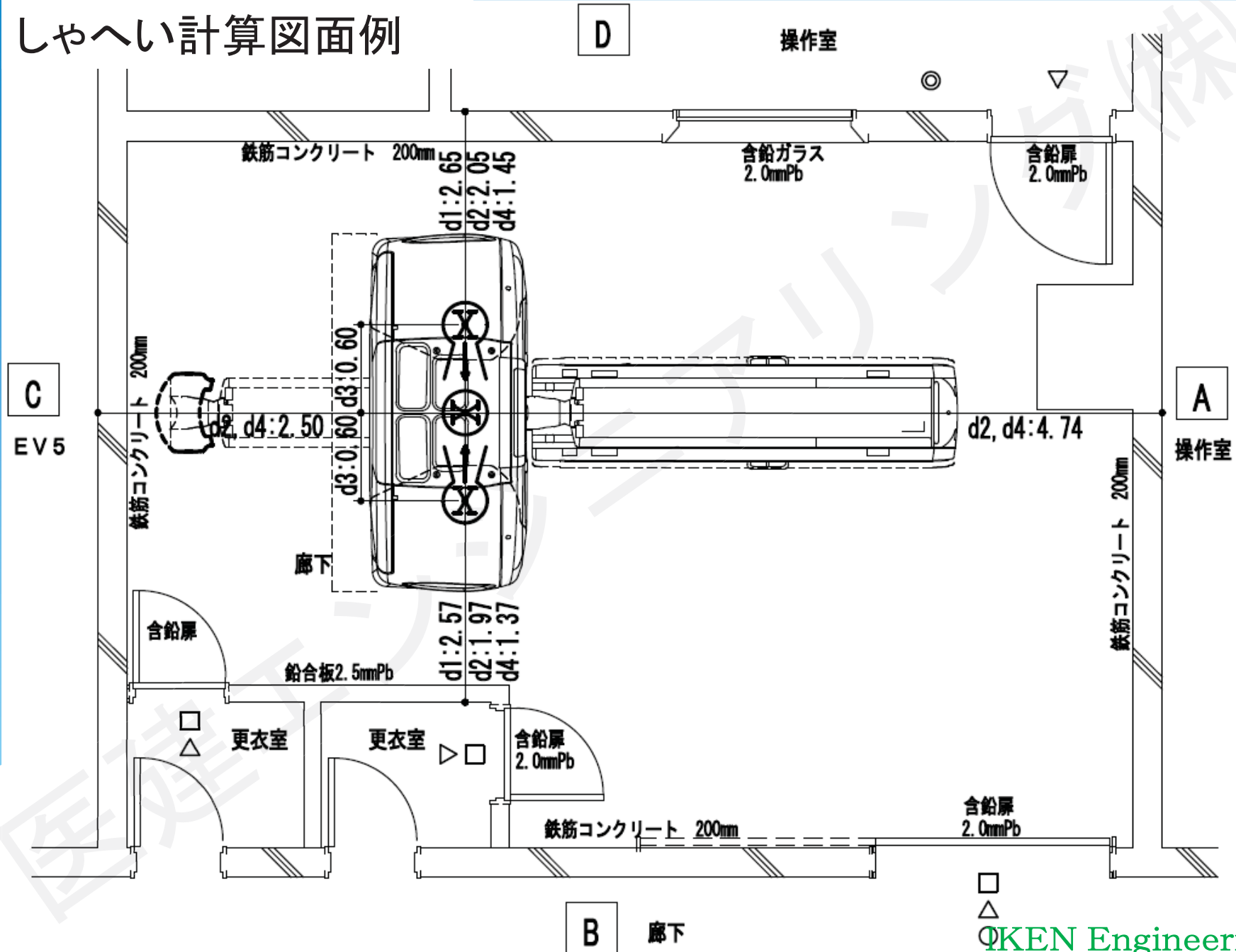
$t_{1/2}$: しゃへい体の大幅に減衰したエックス線の広いビームに対する半価層

しゃへい計算の概念

X線室管理区域



しゃへい計算図面例



しゃへい計算例

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		CT室
装置名		〇〇CT
撮影方法		CT撮影
透視条件	稼働日数 (日/週)	
	透視人数 (人/日)	
	管電圧 (kV)	
	管電流 (mA)	
	透視時間 (分/1人)	
	1週間の延透視時間 (s/週)	
撮影条件	稼働日数 (日/週)	5
	撮影人数 (人/日)	40
	管電圧 (kV)	120
	管電流 (mA)	400
	撮影時間 (秒/1回)	0.50
	撮影回数 (回/人)	10
	1週間の延撮影時間 (s/週)	1,000.0
その他の条件	X : 空気カーマ ($\mu Gy / mA \cdot s$)	110.0
	W : 3月間の実効稼働負荷 ($mA \cdot s / 3$ 月間)	5,200,000
	(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	0.0020
	F : 照射野の大きさ (cm^2)	800.0
	XL : 管球からの線量 ($\mu Gy / h$)	1,000
	t_w : 3月間の稼働時間 (h/3月間)	3.61

しゃへい計算例

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		CT室													
装置名		〇〇CT													
撮影方法		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 $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$
		鉛: 11.35 (g/cm ³)			鉛: 11.35 (g/cm ³)			コンクリート: 2.1 (g/cm ³)			d 1 (m)	d 2 (m)	d 3 (m)	d 4 (m)	
		(mm)	透過率		(mm)	透過率	半価層による透過率	(mm)	透過率	半価層による透過率					
A	一次線														
	散乱線						200	2.89E-04				4.74	0.60	117.15	
	管容器						200		1.63E-03				4.74	0.38	
B	一次線	2.4	3.14E-04		2.5				3.35E-03			2.57		130.54	
	散乱線				2.5	2.49E-04						1.97	0.60	584.34	
	管容器				2.5				3.35E-03				1.37	9.23	
C	一次線														
	散乱線						200	2.89E-04				2.50	0.60	421.13	
	管容器						200		1.63E-03				2.50	1.35	
D	一次線	2.4	3.14E-04				200		1.63E-03		2.65			59.74	
	散乱線						200	2.89E-04			2.05	0.60		626.31	
	管容器						200		1.63E-03				1.45	4.01	
E	一次線	2.4	3.14E-04				200		1.63E-03		3.55			33.29	
	散乱線						200	2.89E-04			2.95	0.60		302.45	
	管容器						200		1.63E-03				2.35	1.53	
F	一次線	2.4	3.14E-04	0.5			200		1.63E-03		1.85			39.23	
	散乱線			0.5	5.23E-02		200	2.89E-04	1.63E-03		1.25	0.60		496.90	
	管容器			0.5		3.20E-01	200		1.63E-03				0.65	6.39	

しゃへい計算例

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		CT室	漏えい線量計 合	実効線量限度
装置名		〇〇CT		
撮影方法		CT撮影		
評価方向	エックス線種別	漏えい線量 $\mu\text{Sv}/3\text{月間}$	$\mu\text{Sv}/3\text{月間}$	$\mu\text{Sv}/3\text{月間}$
A	一次線		117.53	1300
	散乱線	117.15		
	管容器	0.38		
B	一次線	130.54	724.11	1300
	散乱線	584.34		
	管容器	9.23		
C	一次線		422.48	1300
	散乱線	421.13		
	管容器	1.35		
D	一次線	59.74	690.06	1300
	散乱線	626.31		
	管容器	4.01		
E	一次線	33.29	337.27	1300
	散乱線	302.45		
	管容器	1.53		
F	一次線	39.23	542.52	1300
	散乱線	496.9		
	管容器	6.39		

しゃへい計算



医薬発第188号通知の一部改正

厚生労働省医政局長通知『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

医政発0331第16号（平成26年3月31日）

しゃへい計算 改正のポイント

しゃへい計算 改正のポイント

しゃへい計算に用いるデータが新しくなった！

鉛、コンクリート等防護材の透過率データ等

しゃへい計算 改正のポイント

実効稼働負荷(3月間あたりのmAs値)
の下限値がなくなった！

~~一般撮影 40,000mAs/3月
旧 CT撮影 ⇒ 50,000mAs/3月
消化器系透視 ⇒ 100,000mAs/3月 等~~

しゃへい計算 改正のポイント

旧 定格管電圧での計算



新 使用管電圧での計算

しゃへい計算 改正のポイント

あいまいな表現の明確化!

旧 被写体からしゃへい壁の外側までの距離



新 撮影天板面での利用線錐中心から
しゃへい壁の外側までの距離

医建工

しゃへい計算 改正のポイント

あいまいな表現の明確化!

旧 照射野の大きさ

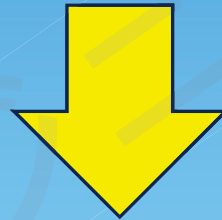


新 受像面における照射野の大きさ

しゃへい計算 改正のポイント

防護材の種類が増えた！

旧 鉛、コンクリートのみ



新 鉛、コンクリート、鉄、
石膏、ガラス、木材

しゃへい計算

エックス線室の設計段階、装置設置前に、
遮へい計算を行うことで、
エックス線室の安全性確認を行うことができる

しゃへい計算

→装置設置前のエックス線室の安全性の確認

装置設置後、

装置の更新がない

装置位置(撮影台・撮影の際の管球位置等)が変わらない

使用条件(撮影人数・枚数・稼働日等)が変わらない



変更がなければ、しゃへい計算数値自体は変わらない

装置設置後は実際にエックス線室漏えい
線量測定を行い、エックス線室の安全性を確認
しなければならない！

◎装置設置時

◎6か月を超えない毎の定期的測定

◎エックス線室の構造変更時、、、等

Ⅱ エックス線装置設置後は線量測定を行い、
エックス線室としての線量限度を満たしているか
確認する。

エックス線室漏えい線量測定

エックス線室漏えい線量測定

- ・エックス線室に新しくエックス線装置を設置した時
- ・エックス線装置を入れ替えた時
- ・エックス線装置及びエックス線室の構造設備を変更した時
- ・医療法施行規則第30条の22の規定による測定
(6ヶ月を超えない毎に1回)

医療法施行規則 第24条の2(エックス線装置の届出)

医療法施行規則 第30条の22(放射線障害が発生するおそれのある場所の測定)

電離放射線障害防止規則 第54条(線量当量率等)

測定器(サーベイメータ)

漏えい線量測定では電離箱式サーベイメータが
広く用いられている

→方向依存性、エネルギー特性が優れている



測定器の管理

- ◎使用測定器の製造番号、校正年月日を記録する
- ◎測定器の精度を維持するため、1年以内に1回校正を行う
(認定事業所や登録事業所に校正を委託した場合は、
校正証明書・トレーサビリティ証明書等を入手する)

トレーサビリティ証明書

→国家標準とのつながりをもった機器を用いて
測定器の校正を行ったことの証明書。

測定器の管理

弊社では、チェック線源(Cs137)を用いて、1ヶ月に1回、JIS Z 4511:2005に基づいた確認校正を実施しています。また、使用しない測定器についてはデシケータに保管し、精度管理に努めています。



確認校正



デシケータ

被写体

エックス線装置の種類に応じた各種ファントムを使用する



連続放射線の測定

- X線透視撮影装置、循環器撮影装置で透視を行う場合
- 骨密度測定等

→線量率測定を行う

測定された放射線の強度を1時間当たりの線量
($\mu\text{Sv/h}$ ・ mSv/h)として測定する

間歇(かんけつ)放射線の測定

- 一般X線撮影装置
- CT撮影装置
- 乳房撮影装置
- 歯科用パノラマ断層撮影装置
- 口内法撮影装置 等

→積算線量測定を行う

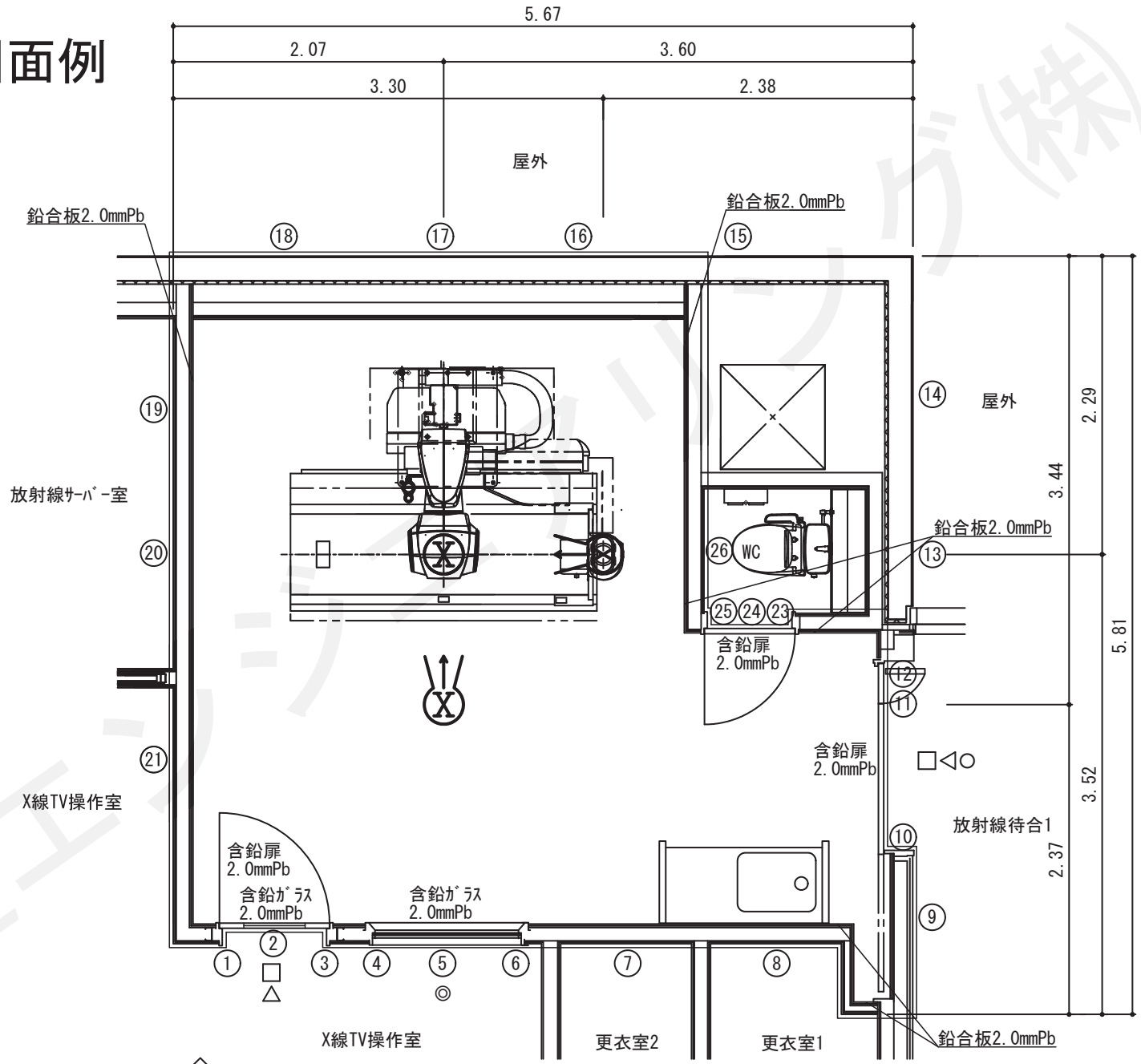
放射線を一定時間積算した線量 (μSv) として測定する

※CT撮影装置については一部の施設においては
線量率 ($\mu\text{Sv/h}$ ・ mSv/h) で測定を行うよう指導される。

測定を行う際の留意点

- 管理区域境界外側の画壁等を適当な間隔で測定する
- 測定器は床から1mの高さとし、画壁に対して垂直に向ける
- 線源に最も近い場所、一次線錐側の画壁、防護扉周囲及び
召し合せ部分、観察用窓の取付部分、ケーブルピット、換気扇、
その他開口部は抜けが無いよう測定する
- 連続放射線の測定の際には、測定個所一点につき、
時定数を意識して線量率を測定する
- エックス線室の上階、下階も測定する
- 間歇放射線の測定の際には、測定個所一点につき、
複数回(3回程度)照射し、積算する

漏えい測定図面例



測定を行う際の留意点

- 測定を行う際は、事前にX線室の図面を入手するか、簡単なスケッチを行い、測定ポイントを確認しておく
- 定期的に測定を行う場合は、画壁等に測定ポイントを印しておくことも有効である
- 測定前に管理区域外でBG(バックグラウンド)を測定しておく
- 放射線が照射されている時の指示値からBG値を差し引いて測定値とする

移動型・携帯型エックス線装置

○移動型透視用エックス線装置

→線量率測定

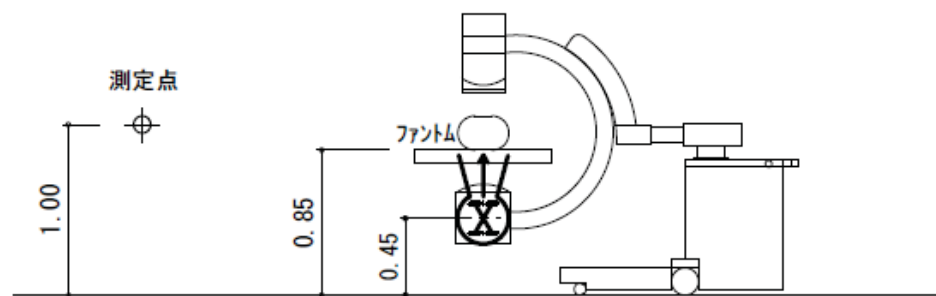
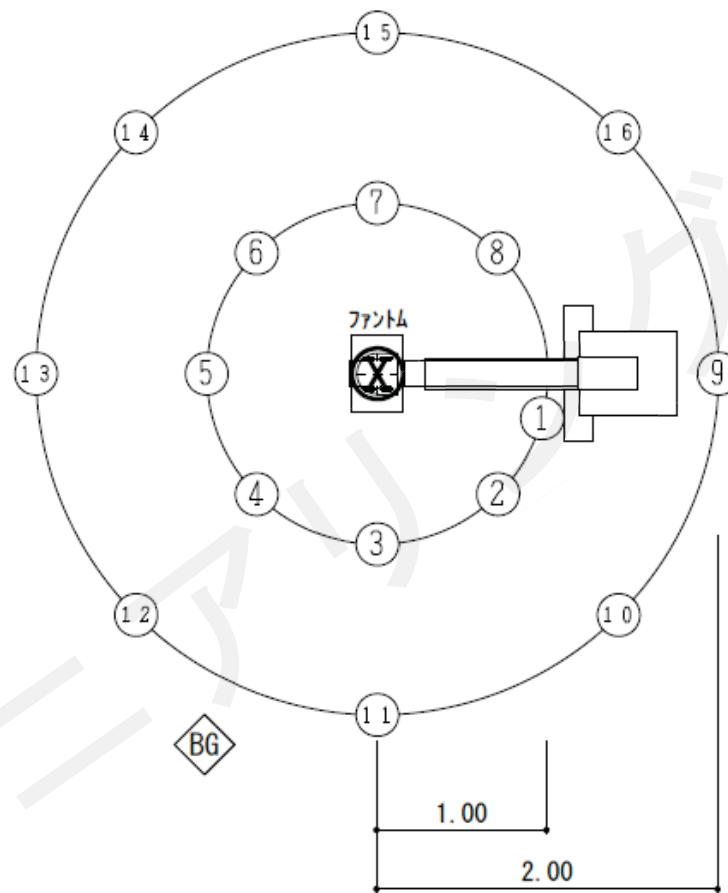
被写体中心から1m及び2mの位置においての散乱線を測定する。
測定器の時定数に考慮し測定を行う。

○透視用以外の移動型・ 携帯型エックス線撮影装置

→積算線量測定

被写体中心から1m及び2mの位置においての散乱線を測定
する。複数回照射し積算評価する。

移動型・携帯型 X線装置測定図面例



移動型透視用エックス線装置について

手術室で使用する場合は、当該手術室を一時的な管理区域と設定する。

管理区域の設定にかかる記録を行わなければならない

(医薬発188号(四)(5) 移動型透視用エックス線装置の使用について)

管理区域の設定にかかる記録

- ・一時的な管理区域を設定した年月日
- ・一時的な管理区域を設定した場所
- ・設定時間(透視時間)
- ・用途
- ・立入者の氏名と職種
- ・責任者の氏名
- ・標識設置の有無
- ・使用中表示の有無
- ・立入制限の有無
- ・放射線防護の概要

医建エンジニアリング株式会社

リークテック営業部

細沼 宏安

HP: <https://www.iken-eng.co.jp/>

電話: 03-3634-4301

メール: sokutei2@iken-eng.co.jp