

X線 CT 室の漏えい線量計算マニュアル

第 1 版

公益社団法人 日本放射線技術学会

関係法令委員会

2019 年 1 月

目次

序文	1
1. 目的と適用範囲	2
1.1 目的	2
1.2 適用範囲	2
1.3 X線診療室の線量限度	2
2. DLP を用いたX線 CT室の漏えい線量計算	2
2.1 漏えい線量計算の考え方	2
2.2 漏えい線量計算を行う際に取得すべき情報	3
2.3 漏えい線量計算方法	3
3. 計算例	5
3.1 計算条件	5
3.2 計算	6
3.2.1 遮へい扉位置の計算	6
3.2.2 遮へいガラス窓位置の計算	6
3.2.3 ガントリ方向の計算	7
3.2.4 その他位置の計算	8
3.3 計算結果	9
参考文献	9
執筆者	15

序文

医療施設の X 線診療室は、法規則により管理区域境界、病室、居住区域境界、敷地境界における線量限度が規定されている。新しく X 線装置を導入する際または機器更新を行う際の事前評価として、漏えい線量を計算により求め線量限度を満たしているかを確認することが求められる。

現在、X 線診療室の漏えい線量評価は、平成 26 年 3 月 31 日に厚生労働省医政局長通知として公表された医政発 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（以下、通知 331 号）を基に行われている¹⁾。この通知では、漏えい線量算定評価法の技術進歩に伴い各種数値が見直され、NCRP report No.147 のデータ²⁾が取り入れられ、現在主流の X 線装置に対応した漏えい線量評価が可能となっている。しかし、X 線 CT 室の漏えい線量評価においては 2 つの問題点が考えられる。一つ目は通知 331 号では漏えい線量評価に実効稼働負荷 (mAs) を用いていることである。医療機関において X 線装置の実効稼働負荷を設定できないということは、X 線検査の使用状況を把握・管理できないということにつながり、医療安全の観点から実効稼働負荷を自施設で設定することが求められている。しかし、近年の X 線 CT 装置は被験者が受ける放射線量の最適化を図るため、スライス面内や体軸方向で管電流が変化する管電流変調機能が搭載されている。そのため 1 検査当たりの実効稼働負荷を求めることは容易ではない。また、検出器の多列化が進み、従来のように 1 スキャン〇〇 ms、管電流〇〇 mA、1 検査当たり〇〇スライス撮影するといった設定も困難な状況である。もう一つは散乱係数を決定するための照射野の設定である。散乱 X 線による漏えい X 線を計算する際、照射野サイズを決定する必要がある。このサイズは受像面における大きさと定義されている。X 線 CT の場合、被験者と受像面は離れているため受像面で照射野を定義してしまうと被験者に照射される照射野サイズよりも受像面でのサイズが大きくなるため、散乱係数を過大評価してしまう。例えば X 線焦点—受像器面間距離が 100 cm の X 線 CT 装置で、被験者が回転中心であるアイソセンター位置 50 cm にいると仮定すると、アイソセンター位置で定義する照射野に対し、受像器面位置で定義すると単純に面積が 4 倍になるため、散乱係数も 4 倍の過大評価となる

1. 結果として漏えい線量は計算上 4 倍となってしまう、遮へい設計に余裕がない施設では、本来必要のない追加の防護措置を講じてしまう可能性がある。実際に通知 331 号改正後の遮へい計算において、線量限度を超える結果となり鉄板が床面に追加された事例も生じている。この例以外にも機器更新でこれまでと同様の検査数で漏洩線量も基準値を担保していることが想定されても計算上線量限度を超えてしまい追加遮へいが必要になる事例も生じている可能性がある。以上のことから、より X 線 CT 室に特化した計算法が必要である。

NCRP 147 では Dose Length Product (DLP) 法、Computed Tomography Dose Index (CTDI) 法、The Isodose Map (線量分布) 法の 3 種類が提案されているが、DLP 法を推

奨している。これは、DLP 値には管電流や照射範囲の情報が含まれていること、IEC60613³⁾で全ての装置において表示することを義務づけられていることから利用しやすいというメリットがあるからである。本邦も DLP 法を採用することが望ましいと考えられるが、NCRP 147 で推奨されている DLP 法（以下、NCRP-DLP 法）の散乱係数は過小評価する可能性が指摘^{4,5,6)}されており、採用には十分な検討が必要であった。Watanabe らはそれらを考慮し、より新しい装置を導入した例も含め主要な装置をカバーする X 線 CT 室の散乱線量測定が多施設共同試験を行い、NCRP-DLP 法での問題点を解決した散乱係数やガントリによる減弱を加味し Japanese-DLP 法を提唱した⁷⁾。Japanese-DLP 法は通知 331 号の問題点である過剰過ぎる計算（実測値に対して 11~400 倍）を改善し、実測値により近い結果（実測値に対して平均 7 倍）となりつつも安全側に評価しており合理的な評価方法と言えることから、本マニュアルで採用することとした。今回、通知 331 号の補足資料として本マニュアルを制定した。

1. 目的と適用範囲

1.1 目的

DLP 法を用いた新しい漏えい線量評価法を提案し、方法及び要点や計算例を提示することにより、X 線 CT 室の正確な漏えい計算方法についての指針を示す。

1.2 適用範囲

診断用 X 線 CT 装置が据え置かれる X 線診療室の漏えい計算を適用範囲とする。

1.3 X 線診療室の線量限度

医療法施行規則、電離放射線障害防止規則では、線量限度が以下のように定められている。

- ・ X 線診療室の天井、床及び周囲の隔壁外側：1 週間につき 1 mSv 以下
- ・ 管理区域境界：3 月間につき 1.3 mSv 以下
- ・ 病院、診療所の病室：3 月間につき 1.3 mSv 以下
- ・ 病院、診療所の寄宿舍等：3 月間につき 250 μ Sv 以下
- ・ 病院、診療所の敷地境界：3 月間につき 250 μ Sv 以下

2. DLP を用いた X 線 CT 室の漏えい線量計算

2.1 漏えい線量計算の考え方

NCRP-DLP 法は評価点位置における散乱線量（空気カーマ）を頭部と体幹部検査に分けて計算し、それぞれを合算した散乱線量から必要な遮へい体厚さを求める方法を採用している。本邦では画壁等の遮へい体を透過した後の線量を実効線量で評価する必要があるため、NCRP-DLP 法の基本構造はそのままで一部を修正する必要がある。さらに Watanabe らによる研究結果から、散乱係数を NCRP-DLP 法の 2 倍とする、ガントリ吸収による減弱

(0.1)を考慮することができるという報告があり、それらを補正項目として新たに加えた。計算方法としては頭部、体幹部それぞれの DLP 値から散乱係数、評価点までの距離、ガントリや人体の減弱を考慮しその位置での散乱線量（空気カーマ）の合算を求め、遮へい体の減弱を計算し、実効線量へ変換する。

2.2 漏えい線量計算を行う際に取得すべき情報

1) X線 CT 装置の稼働状況及び撮影条件

頭部及び体幹部それぞれについての 1 検査あたりの DLP 値、1 日あたりの検査数、装置の稼働日数についての情報を取得する。

2) X線 CT 装置に関する事項

メーカーが提供する装置のアイソセンター位置やガントリ構造。

3) X線診療室の形状及び X線 CT 装置の設置位置が明確な図面

X線診療室の形状が正確で且つ装置の設置位置が明確で、アイソセンター位置から各計算点までの距離が明確な図面。

4) 遮へい材の材質や厚み情報

隔壁や扉、患者監視窓等の遮へい材の材質や厚みの情報。

2.3 漏えい線量計算方法

計算点位置での漏えい線量計算は次式より求める。

$$K_{sec}(\text{head}) = k_{\text{head}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2 \quad (1)$$

$$K_{sec}(\text{body}) = 1.2 \times k_{\text{body}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2 \quad (2)$$

$$E_S = \{K_{sec}(\text{head}) + K_{sec}(\text{body})\} \times D_t \times (E/Ka) \times U \times T \quad (3)$$

$K_{sec}(\text{head})$, $K_{sec}(\text{body})$ は計算点位置での空気カーマで表される散乱線量 (mGy) であり、sec は secondary の意味で散乱線を指している。 k_{head} , k_{body} はアイソセンターから 1 m の距離におけるビーム幅 1 cm 当たりの散乱係数 (cm⁻¹)、であり、以下の値とする。

$$k_{\text{head}} = 1.8 \times 10^{-4} \quad (4)$$

$$k_{\text{body}} = 6.0 \times 10^{-4} \quad (5)$$

k_{head} , k_{body} の値は X線 CT 室の水平方向、垂直方向の両方向に対しても適用することができる。NCRP 147 は k_{head} , k_{body} の値は管電圧 120 kV で定義している。Watanabe ら⁷⁾の調査では全ての施設で管電圧は 120 kV であった。管電圧が 120 kV より大きくなると散乱線量が増加する可能性はあるが、Wallace ら⁶⁾は 135 kV から 140 kV の散乱係数は 120 kV に対して平均 1.03 程度の増加であり、本係数は NCRP 147 の散乱係数に対して 2 倍の値としていることから管電圧が 120 kV より大きい値であっても過小評価とはならず適用可能

と考えられるが、今後も検討が必要である。 f は吸収体補正係数であり、ガントリ方向の計算時は0.1、その他の方向では1.0とする。Wallaceら⁶⁾はガントリの範囲内で遮へい効果があり、その範囲を決定するアイソセンター位置が重要であると報告している。ガントリ構造はメーカーや機種により異なるため、 $f=0.1$ の適用範囲を定義することは現時点では困難である。したがってガントリ方向の f の適用は装置の最大照射野サイズとし、メーカーが提供する装置のアイソセンター位置やガントリ構造を参考にして決定する。Watanabeら⁷⁾は被検者が乗るカウチ方向については、人体によるX線吸収による減弱効果があるため、 f を0.4にすることができると報告している。しかし、適用範囲は人体サイズが影響するため定義することは困難であることから、本ガイドラインでは採用しなかった。カウチ方向の f については今後の課題であり、エビデンスが得られれば採用すべき補正係数である。 DLP は3月間当たりの総DLP値(mGy・cm)であり、頭部は直径16cm、体幹部は直径32cmの円柱アクリルファントムでの値である。総DLP値は、頭部および体幹部検査を一日何件行うかを想定し、1検査当たりのDLP値から1日当たり、営業日をふまえて1週間当たり、そして3月間当たりの値を求める。特に注意すべき点は1検査当たりのDLP値は造影検査も含めた値であることである。造影検査を行う場合は撮影する回数によりDLPは異なる。例えば、単純と造影1相検査の場合、DLP値は単純の時の2倍となり、ダイナミック検査で多相撮影を行う場合はその分だけ増加することとなる。自施設で予定される造影検査量に応じて1検査当たりのDLP値を想定する必要がある。また、装置導入後の検査技術的進歩等により使用量が増加する可能性がある場合は、3月間当たりの使用量を見積もるときは十分に余裕を持たせておく必要がある。 d はアイソセンターから計算点までの距離(m)である。 E_s は3月間当たりの室外への散乱線による漏えい実効線量(mSv/3月間)、 D_t は遮へい体の透過率であり、331号通知の表2~7から求める。 E/Ka は空気カーマから実効線量への変換係数であり、331号通知の表10から求める。 U は使用係数、 T は居住係数である。評価点はアイソセンターから隔壁までの距離が最短位置や鉛ガラス、扉等の位置について行い、各面において複数点設定することが望ましい。

X線CTを初めて導入する施設で1検査あたりのDLP値の想定が困難な施設においては、メーカー仕様書もしくは装置マニュアルに記載されている $CTDI_{100}$ (mGy)から推定することができる。以下にその計算式を示す。

$$CTDI_w = \frac{1}{3} \times CTDI_{100,center} + \frac{2}{3} \times CTDI_{100,peripheral} \quad (6)$$

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{pitch} \quad (7)$$

$$DLP = CTDI_{vol} \times L \quad (8)$$

$CTDI_{100,center}$ 、 $CTDI_{100,peripheral}$ は頭部用・体幹部用ファントムにおける中心および周辺の $CTDI_{100}$ (mGy)であり、 $CTDI_{100,peripheral}$ は周囲4点の値のみ与えられている場合はその平均値とし、 $CTDI_w$ (mGy)を求める。使用するピッチファクターから $CTDI_{vol}$ (mGy)に

変換し、撮影する範囲 L (cm) を掛けることで DLP 値を求める。また、メーカーから平均的な DLP 値の情報が得られた場合はそれを使用することも可能である。

X 線診療室の隔壁が複合遮へい体の場合は 331 号通知と同様、第 1 遮へい体については空気カーマ透過率、第 2 遮へい体については半価層または 1/10 価層の透過率を用いて計算することができる。以下に複合遮へい体の場合における計算式を示す。

$$E_S = \{K_{sec}(\text{head}) + K_{sec}(\text{body})\} \times D_t \times (E/Ka) \times U \times T \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \quad (9)$$

$$E_S = \{K_{sec}(\text{head}) + K_{sec}(\text{body})\} \times D_t \times (E/Ka) \times U \times T \times \left(\frac{1}{10}\right)^{t/t_{1/10}} \quad (10)$$

D_t は 1 番目の遮へい体の X 線透過率、 t は 2 番目の遮へい体の厚さ (mm)、 $t_{1/2}$ 、 $t_{1/10}$ は 2 番目の遮へい体の大幅に減衰した X 線に対する半価層および 1/10 価層 (mm) であり、該当する値を 331 号通知の表 9 から求める。

X 線 CT と同室他装置との複合計算を行う場合は線量合算を行う。近年、Interventional Radiology (IVR) の件数増加により X 線透視装置と X 線 CT 装置が一体化した IVR-CT 装置が普及しつつある。この場合 X 線透視装置の漏えい線量評価は 331 号通知に準じて行い、X 線 CT 装置については本法による評価を行う。漏えい線量は安全側に評価するために各面で複数点計算したもののうち最大値を代表値とし、その面の X 線透視装置の値と合算する。ガントリ自走式 X 線 CT 装置は撮影中にアイソセンター位置が移動するため、漏えい線量計算では撮影可能範囲内でアイソセンターと隔壁間距離が最短となる位置で計算することを推奨する。

3. 計算例

3.1 計算条件

1) X 線 CT 撮影装置で、1 日当たり頭部検査 15 件、体幹部検査 50 件を行う時の管理区域境界、病室、敷地内居住区域および敷地境界における漏えい線量の計算を行う。X 線 CT 室の図面を Fig.1 に示した。

2) 使用条件

管電圧	・・・	120 kV
1 検査当たりの平均 DLP	・・・	頭部 890 mGy・cm
		体幹部 750 mGy・cm
検査件数	・・・	頭部 15 件/1 日
		体幹部 50 件/1 日
稼働日数	・・・	5 日/週
3) 遮へい壁等	・・・	遮へいガラス窓 (2.0 mmPb)
	・・・	遮へい扉 (2.0 mmPb)

・・・ コンクリート 20 cm (密度 2.10 g/cm³)

3.2 計算

3.2.1 遮へい扉位置の計算

評価面 A 計算点①, 評価面 C 計算点⑩位置における漏えい線量計算は次式より求める.

(1) 式より

$$\begin{aligned}K_{sec}(\text{head}) &= k_{\text{head}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2 \\ &= 1.8 \times 10^{-4} \times 1.0 \times 867750 \times \left(\frac{1}{3.8}\right)^2 \\ &= 10.8 \text{ (mGy/3 月間)}\end{aligned}$$

(2) 式より

$$\begin{aligned}K_{sec}(\text{body}) &= 1.2 \times k_{\text{body}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2 \\ &= 1.2 \times 6.0 \times 10^{-4} \times 1.0 \times 2437500 \times \left(\frac{1}{3.8}\right)^2 \\ &= 121.5 \text{ (mGy/3 月間)}\end{aligned}$$

(3) 式より

$$\begin{aligned}E_S &= \{K_{sec}(\text{head}) + K_{sec}(\text{body})\} \times D_t \times (E/Ka) \times U \times T \\ &= (10.8 + 121.5) \times 8.03 \times 10^{-4} \times 1.433 \times 1.0 \times 1.0 \\ &\cong 1.5E + 2 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}\end{aligned}$$

k_{head}	:	$1.8 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$
k_{body}	:	$6.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$
f	:	1.0 (ガントリ方向およびカウチ方向ではないその他の方向)
DLP	:	頭部 ; 867750 mGy · cm/3 月間 (1 日 15 件, 週 5 日, 13 週) 体幹部 ; 2437500 mGy · cm/3 月間 (1 日 50 件, 週 5 日, 13 週)
d	:	①; 3.8 m, ⑩; 3.8 m
D_t	:	遮へい扉 (鉛 2.0 mm) の透過率 = 8.03×10^{-4} *
U	:	1.0
T	:	1.0

* 鉛の透過率は医政発 331 号通知の表 2 の値を使用した.

3.2.2 遮へいガラス窓位置の計算

評価面 A 計算点②位置における漏えい線量計算は次式より求める.

(1) 式より

$$\begin{aligned}
K_{sec}(\text{head}) &= k_{\text{head}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2 \\
&= 1.8 \times 10^{-4} \times 1.0 \times 867750 \times \left(\frac{1}{2.8}\right)^2 \\
&= 19.9 \text{ (mGy/3 月間)}
\end{aligned}$$

(2) 式より

$$\begin{aligned}
K_{sec}(\text{body}) &= 1.2 \times k_{\text{body}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2 \\
&= 1.2 \times 6.0 \times 10^{-4} \times 1.0 \times 2437500 \times \left(\frac{1}{2.8}\right)^2 \\
&= 223.9 \text{ (mGy/3 月間)}
\end{aligned}$$

(3) 式より

$$\begin{aligned}
E_S &= \{K_{sec}(\text{head}) + K_{sec}(\text{body})\} \times D_t \times (E/Ka) \times U \times T \\
&= (19.9 + 223.9) \times 8.03 \times 10^{-4} \times 1.433 \times 1.0 \times 1.0 \\
&\cong 2.8E + 2 \text{ (}\mu\text{Sv/3 月間)}
\end{aligned}$$

k_{head}	:	$1.8 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$
k_{body}	:	$6.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$
f	:	1.0 (ガントリ方向およびカウチ方向ではないその他の方向)
DLP	:	頭部 ; 867750 mGy・cm/3 月間 (1 日 15 件, 週 5 日, 13 週) 体幹部 ; 2437500 mGy・cm/3 月間 (1 日 50 件, 週 5 日, 13 週)
d	:	②; 2.8 m
D_t	:	遮へいガラス窓 (鉛 2.0 mm) の透過率 = 8.03×10^{-4}
U	:	1.0
T	:	1.0

3.2.3 ガントリ方向の計算

評価面 A, C, E, F 計算点③, ⑨, ⑮, ⑱位置 (ガントリ方向) における漏えい線量計算は次式より求める.

(1) 式より

$$\begin{aligned}
K_{sec}(\text{head}) &= k_{\text{head}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2 \\
&= 1.8 \times 10^{-4} \times 0.1 \times 867750 \times \left(\frac{1}{2.5}\right)^2 \\
&= 2.5 \text{ (mGy/3 月間)}
\end{aligned}$$

(2) 式より

$$\begin{aligned}
K_{sec}(\text{body}) &= 1.2 \times k_{\text{body}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2 \\
&= 1.2 \times 6.0 \times 10^{-4} \times 0.1 \times 2437500 \times \left(\frac{1}{2.5}\right)^2 \\
&= 28.1(\text{mGy}/3 \text{ 月間})
\end{aligned}$$

(3) 式より

$$\begin{aligned}
E_S &= \{K_{sec}(\text{head}) + K_{sec}(\text{body})\} \times D_t \times (E/Ka) \times U \times T \\
&= (2.5 + 28.1) \times 3.94 \times 10^{-4} \times 1.433 \times 1.0 \times 1.0 \\
&\cong 1.7E + 1(\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間})
\end{aligned}$$

k_{head}	:	$1.8 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$
k_{body}	:	$6.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$
f	:	0.1 (ガントリによる吸収補正)
DLP	:	頭部 ; 867750 mGy・cm/3月間 (1日15件, 週5日, 13週) 体幹部 ; 2437500 mGy・cm/3月間 (1日50件, 週5日, 13週)
d	:	③; 2.5 m ⑨; 2.5 m ⑮; 4.5 m, ⑱; 1.2 m
D_t	:	コンクリート 17 cm の透過率 = 3.94×10^{-4} *
U	:	1.0
T	:	1.0

計算点⑨, ⑮, ⑱についても同様に計算を行った。

*コンクリートの密度補正

医政発 331 号通知の表 3 のコンクリートの透過率データは密度が 2.35 g/cm^3 である。当施設のコンクリートの密度は 2.10 g/cm^3 であるため、密度比例計算により等価厚さを求める。詳細は、331 号通知もしくは放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2007⁸⁾を参照されたい。

$$\text{コンクリートの等価厚さ} = \left(\frac{2.10}{2.35}\right) \times 20 \cong 17.8 \text{ (cm)}$$

安全側に評価し、医政発 331 号通知の表 3 の管電圧 120 kV、厚さ 17 cm の透過率データを採用した。

3.2.4 その他位置の計算

その他の計算点位置④における漏えい線量計算は次式より求める。

(1) 式より

$$K_{sec}(\text{head}) = k_{\text{head}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2$$

$$= 1.8 \times 10^{-4} \times 1.0 \times 867750 \times \left(\frac{1}{3.5}\right)^2$$

$$= 12.8(\text{mGy}/3 \text{ 月間})$$

(2) 式より

$$K_{sec}(\text{body}) = 1.2 \times k_{\text{body}} \times f \times DLP \times \left(\frac{1}{d}\right)^2$$

$$= 1.2 \times 6.0 \times 10^{-4} \times 1.0 \times 2437500 \times \left(\frac{1}{3.5}\right)^2$$

$$= 143.3(\text{mGy}/3 \text{ 月間})$$

(3) 式より

$$E_S = \{K_{sec}(\text{head}) + K_{sec}(\text{body})\} \times D_t \times (E/Ka) \times U \times T$$

$$= (12.8 + 143.3) \times 3.94 \times 10^{-4} \times 1.433 \times 1.0 \times 1.0$$

$$\cong 8.8E + 1(\mu\text{Sv}/3 \text{ 月間})$$

k_{head}	:	$1.8 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$
k_{body}	:	$6.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$
f	:	1.0 (ガントリ方向およびカウチ方向ではないその他の方向)
DLP	:	頭部 ; 867750 mGy・cm/3月間 (1日15件, 週5日, 13週) 体幹部 ; 2437500 mGy・cm/3月間 (1日50件, 週5日, 13週)
d	:	④; 3.5 m ⑤; 4.0 m ⑦; 4.0 m ⑧; 3.5 m ⑪; 4.2 m ⑬; 4.2 m ⑭; 6.0 m ⑯; 6.0 m ⑰; 1.8 m ⑲; 1.8 m ⑳; 10.0 m ㉑; 10.0 m ㉒; 100.0 m
D_t	:	コンクリート 17 cm の透過率 = 3.94×10^{-4}
U	:	1.0
T	:	1.0

計算点⑤, ⑦, ⑧, ⑪, ⑬, ⑭, ⑯, ⑰, ⑲, ⑳病室, ㉑居住区域, ㉒病院敷地境界についても同様に計算を行った。

3.3 計算結果

今回計算に使用した各種パラメータを Table 1 に示した。また、各評価点における計算結果を Table 2 に示した。

参考文献

- 1) 厚生労働省医政局長。「医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について」の一部改正について。平成 26 年 3 月 31 日付け医政発 0331 第 16 号。
- 2) National Council on Radiation Protection and Measurements. Structural shielding

design and medical x-ray imaging facilities, MD: NCRP; NCRP Report No. 147. 2004.

3) International Electrotechnical Commission 60613, Edition 3.0. Electrical an loading characteristics of X-ray tube assemblies for medical diagnosis, 3rd ed. IEC International Standard 60613: IEC; Switzerland, 2010.

4) Cole JA, Platten DJ. A comparison of shielding calculation methods for multi-slice computed tomography (CT) systems. J Radiol Prot. 2008; 28:511-23.

5) 大場久照, 藤淵俊王, 三田創吾, 他. X線診療室の遮へい評価法に関する調査研究. 日放技学誌. 2009; 65 (1):57-63.

6) Wallace H, Martin CJ, Sutton DG, Peet D, Williams JR. Establishment of scatter factors for use in shielding calculations and risk assessment for computed tomography facilities. J Radiol Prot. 2012; 32:39-50.

7) Hiroshi Watanabe, Kimiya Noto, Tomokazu Shohji, et.al. A new shielding calculation method for X-ray computed tomography regarding scattered radiation. Radiol Phys Technol. 2017;10 (2): 213-226.

8) 財団法人原子力安全技術センター. 放射線施設のしゃへい計算実務マニュアル 2007. 双文社. 2007.

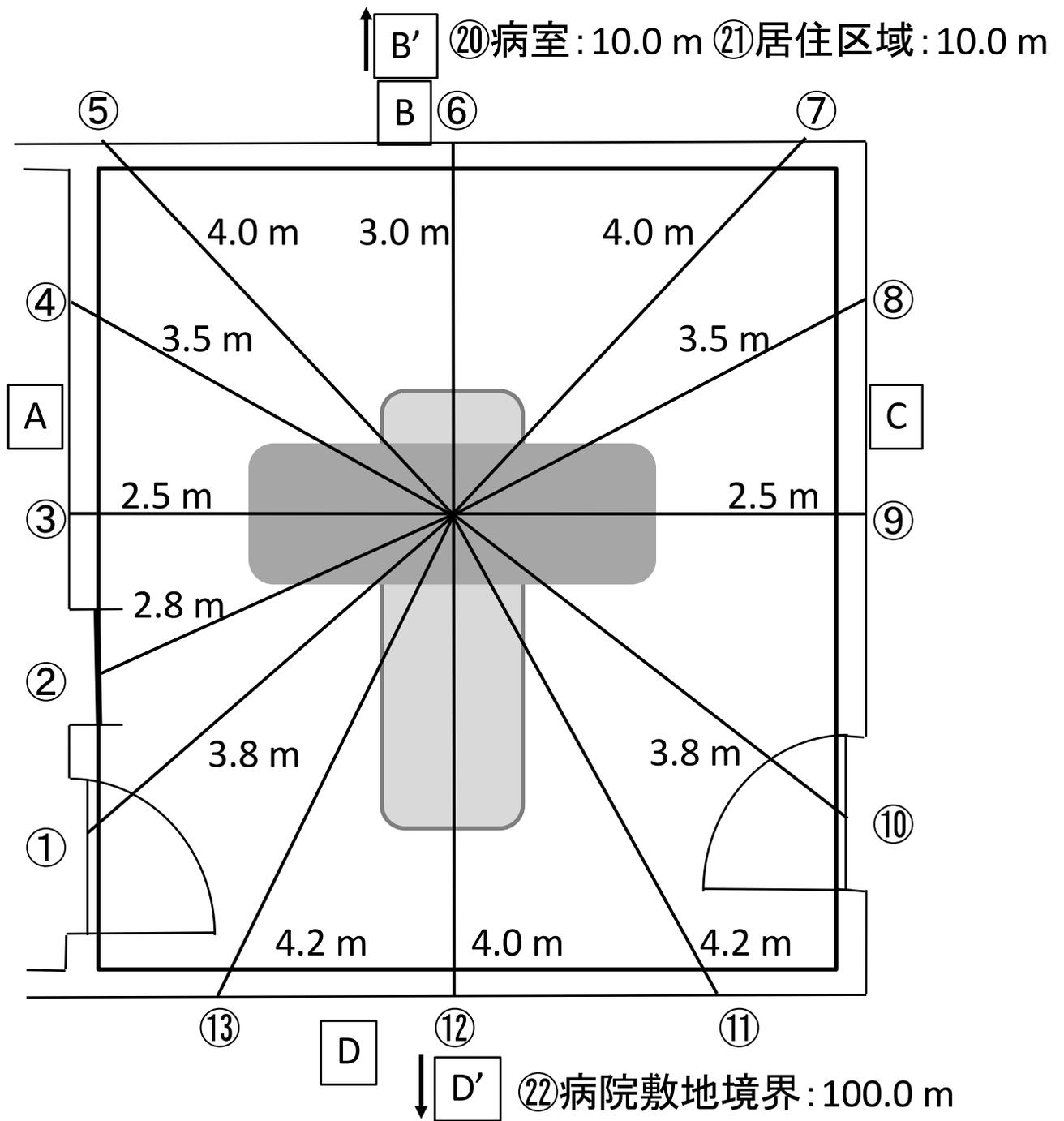


Fig.1a X線CT室平面図

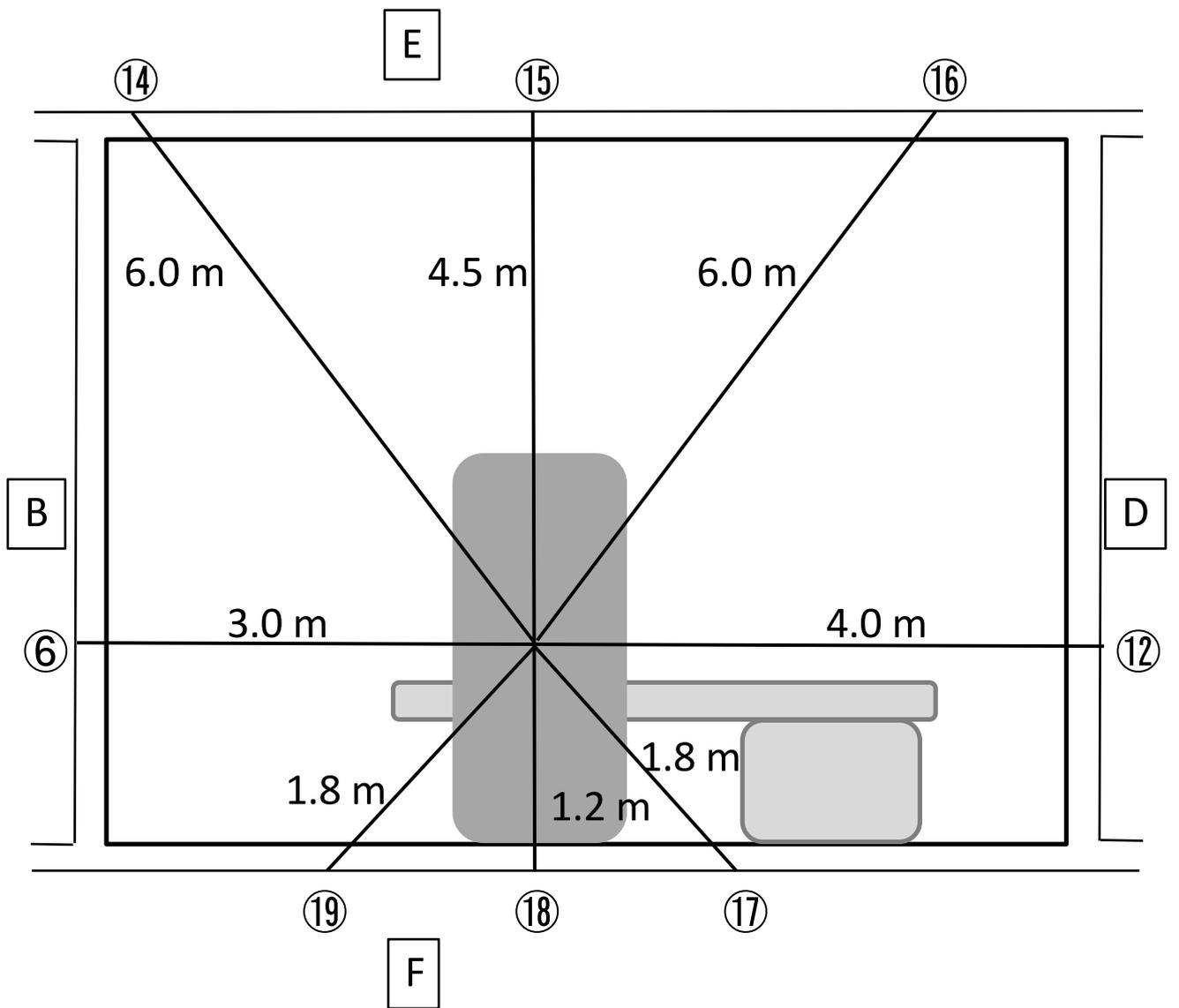


Fig.1b X線CT室断面図

Table 1 エックス線診療室しゃへい計算表

施設名		〇〇病院	
エックス線診療室名		第●CT室	
装置名		△△社製□□	
撮影方法		CT撮影	
撮影条件	管電圧 (kV)	120	
	1検査当たりの平均DLP (mGy・cm)	頭部	890
		体幹部	750
その他の条件	3月間の検査件数	頭部	975
		体幹部	3250
	3月間の総DLP (mGy・cm/3月間)	頭部	867750
		体幹部	2437500
	散乱係数 (cm ⁻¹)	k _{head}	1.8×10 ⁻⁴
		k _{body}	6.0×10 ⁻⁴
	f : 吸収体補正係数	ガントリ	0.1
		その他	1.0
	E/Ka : 換算係数 (Sv/Gy)	1.433	
	U : 使用係数	1.0	
T : 居住係数	1.0		
コンクリートの密度 (g/cm ³)	2.1		

Table 2 エックス線診療室しゃへい計算表

エックス線診療室名		第●CT室																
装置名		△△社製□□																
撮影方法		CT撮影																
評価面	計算点	鉛		遮へい壁等		コンクリート		散乱係数		吸収体補正係数	3月間の総DLP		計算点までの距離	E/Ka	計算点散乱線量		計算点漏えい線量	実効線量限度
		(mm)	透過率	(cm)	透過率	(cm)	透過率	K_{head}	K_{body}		mGy・cm/3月間	体幹部			K_{sec} (head)	K_{sec} (body)		
A	1	2	8.03E-04					1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	3.8	1.433	10.8	121.5	152.3	1300
	2	2	8.03E-04				1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	2.8	1.433	19.9	223.9	280.5	1300	
	3			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	0.1	867750	2437500	2.5	1.433	2.5	28.1	17.3	1300
	4			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	3.5	1.433	12.8	143.3	88.1	1300
B	5			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	4.0	1.433	9.8	109.7	67.4	1300
	6			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	3.0	1.433	17.4	195.0	119.9	1300
	7			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	4.0	1.433	9.8	109.7	67.4	1300
	8			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	3.5	1.433	12.8	143.3	88.1	1300
C	9			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	0.1	867750	2437500	2.5	1.433	2.5	28.1	17.3	1300
	10	2	8.03E-04					1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	3.8	1.433	10.8	121.5	152.3	1300
	11			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	4.2	1.433	8.9	99.5	61.2	1300
	12			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	4.0	1.433	9.8	109.7	67.4	1300
D	13			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	4.2	1.433	8.9	99.5	61.2	1300
	14			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	6.0	1.433	4.3	48.8	30.0	1300
	15			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	0.1	867750	2437500	4.5	1.433	0.8	8.7	5.3	1300
	16			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	6.0	1.433	4.3	48.8	30.0	1300
E	17			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	1.8	1.433	48.2	541.7	333.0	1300
	18			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	0.1	867750	2437500	1.2	1.433	10.8	121.9	74.9	1300
	19			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	1.8	1.433	48.2	541.7	333.0	1300
	20			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	10.0	1.433	1.6	17.6	10.8	1300
居室区域 B'	21			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	10.0	1.433	1.6	17.6	10.8	250
	22			17	3.94E-04			1.8E-04	6.0E-04	1.0	867750	2437500	100.0	1.433	0.0	0.2	0.1	250

本ガイドラインに関してご質問やご意見等がございましたら下記の連絡先に電子メールにてご連絡ください。

公益社団法人日本放射線技術学会 事務局 office@jsrt.or.jp

ガイドライン執筆者

能登 公也 ^{*1}	金沢大学附属病院 放射線部
庄司 友和 ^{*1}	東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部
藤淵 俊王 ^{*1}	九州大学 大学院医学研究院 保健学部門 医用量子線科学分野
渡邊 浩 ^{*1}	群馬パース大学 保健科学部 放射線学科
山口 一郎 ^{*1}	国立保健医療科学院 生活環境研究部
木田 哲生 ^{*1}	滋賀医科大学医学部附属病院 放射線部
平木 仁史 ^{*1}	帝京大学医学部附属溝口病院 中央放射線部
堀次 元気 ^{*1}	大阪大学大学院 医学系研究科 放射線総合医学講座 核医学
北山 早苗	さいたま赤十字病院 放射線科部
前原 善昭	聖マリアンナ医科大学病院 放射線管理室

*1：日本放射線技術学会 関係法令委員会委員