

一般撮影領域における被ばく線量管理

2008年3月 認定取得
2013年3月 更新



津山中央病院 藤田卓史

内 容

入射表面線量の測定（標準法）

非接続型X線測定器での測定

測定法の比較（標準法、簡易法、NDD法）

ガイドライン2006との比較

組織・臓器別線量

内 容

入射表面線量の測定（標準法）

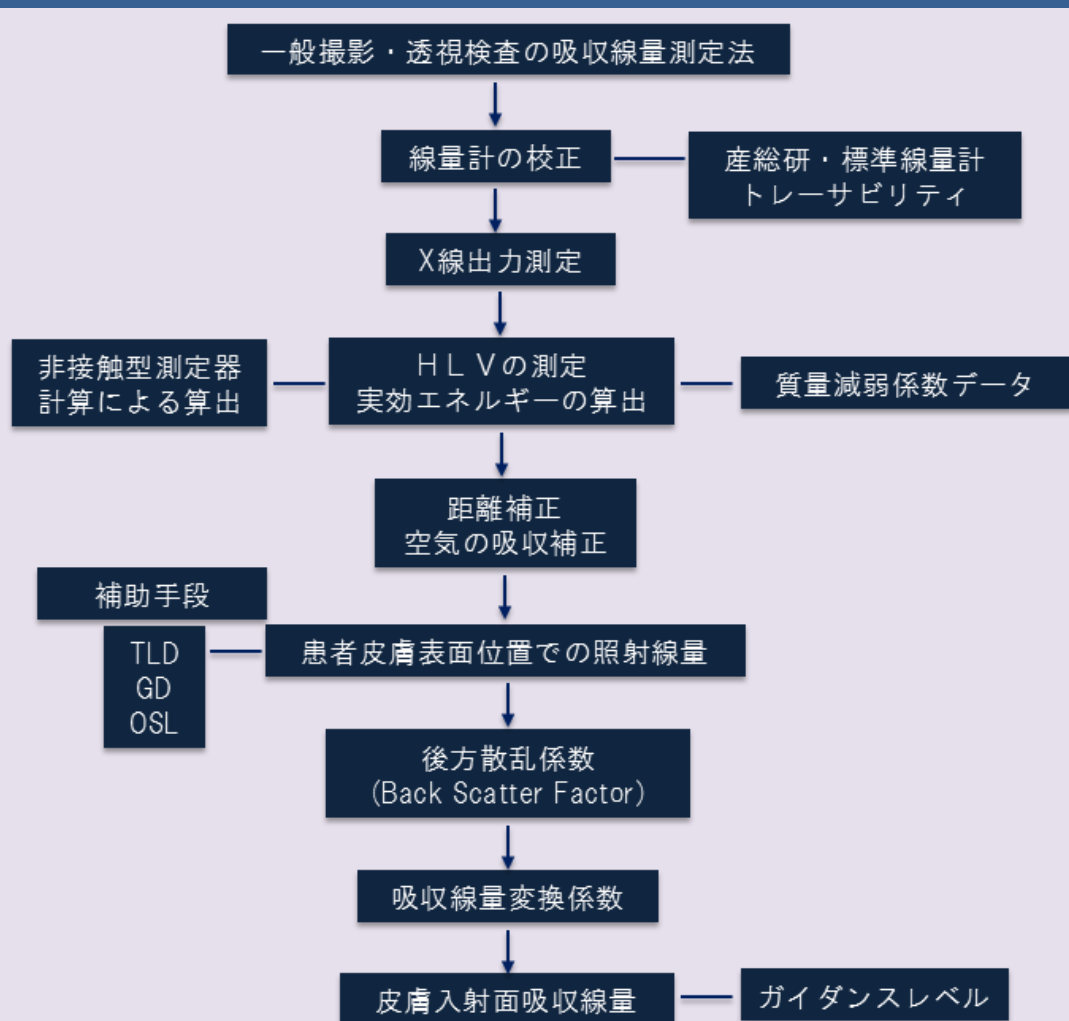
非接続型X線測定器での測定

測定法の比較（標準法、簡易法、NDD法）

ガイドライン2006との比較

組織・臓器別線量

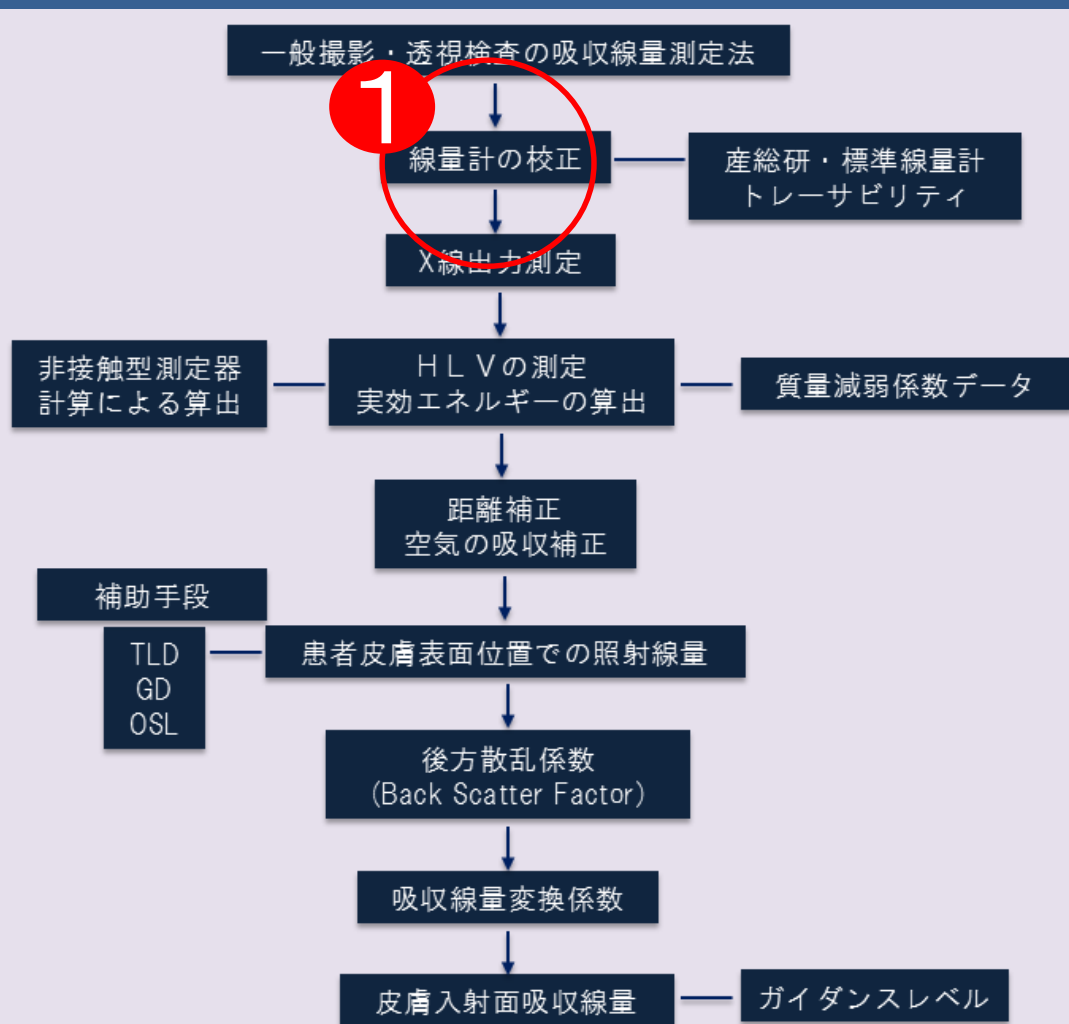
1993年に計測分科会が提唱



診断領域X線の吸収線量測定のプロフローチャート



1993年に計測分科会が提唱



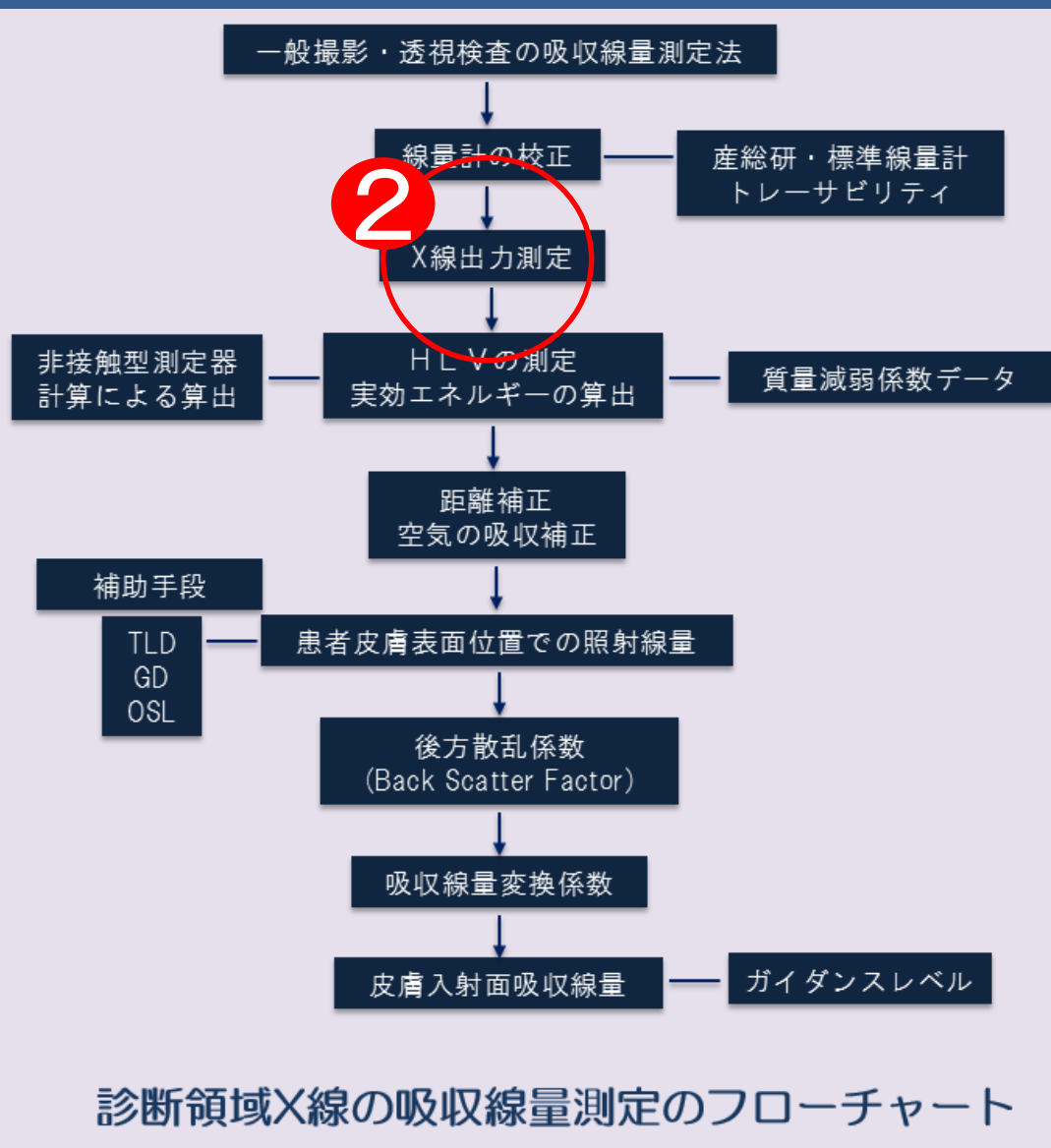
診断領域X線の吸収線量測定のプロフローチャート

①校正定数は、ほぼ「1」

電離箱線量計 Radcal 2026C型



1993年に計測分科会が提唱



②X線出力測定は、定期的行うことが重要

当院では、kVメーターを使用した測定で装置の故障が発覚した。

1回/年 チェックを行っている。

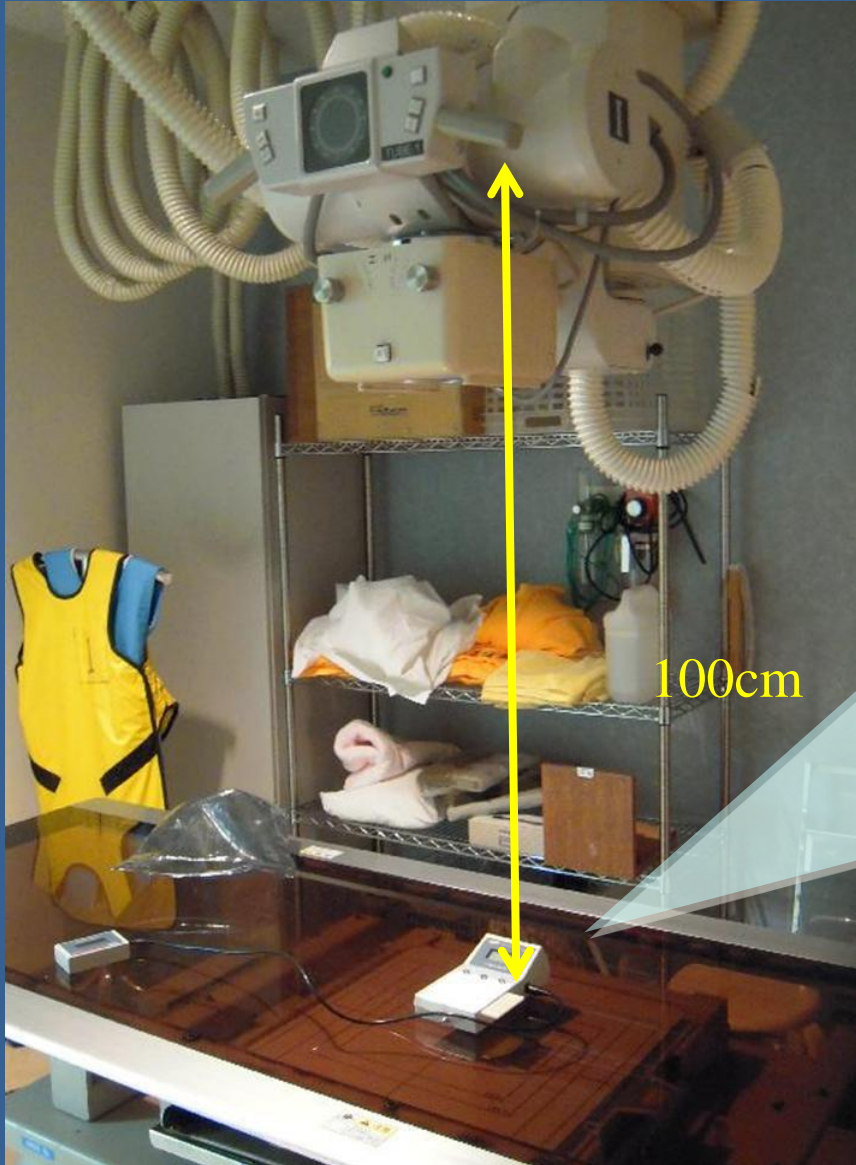
Gammex RMI245 kV Meter



X線発生機器の定期チェック

- X線発生器の「管電圧測定」
- X線発生器の「光照射野と実照射野測定」

■ X線発生器の管電圧測定



▼焦点-測定器間距離は100cm

Gammex RMI245-BR型 KVメーター



- ▼照射野は、検出部の大きさ
- ▼10kV毎に管電圧を変えて2回測定し、平均値を求める。
- ▼200mA，100msで固定。

管電圧測定(ポータブル)

設定電圧	測定値(kV)		平均値	誤差
(kV)	1回目	2回目	(kV)	(%)
50	51.9	51.9	51.9	3.8
60	59.5	59.4	59.5	-0.8
70	69.3	69.4	69.4	-0.9
80	79.6	79.6	79.6	-0.5
90	89.6	89.7	89.7	-0.3
100	100.6	100.2	100.4	0.4
110	111.2	111.2	111.2	1.1
120	121.8	121.7	121.8	1.5

- 誤差±10%[JIS規格]が指標となるが、それを超えるものはなかった。
- 超えた場合には、業者に依頼して調整をおこなう。
- 定期的に測定をおこない、データを保存しておく。

FileMaker Pro - [管電圧測定台帳 (XRAYFILEMAKER)]

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(M) レコード(R) スクリプト(S) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

管電圧測定台帳

管電圧測定①

50Kv~130Kv、10Kv毎に2回測定し平均 椅子の上にて測定
 【測定条件】管電流:100mA・時間:50ms・距離:100cm・照射野:六切
 撮影室:第1撮影室(2管球)、第2撮影室、救急撮影室(2管球)、検診撮影室

管電圧測定②

50Kv~110Kv、10Kv毎に2回測定し平均
 【測定条件】5mAs・距離:100cm・照射野:六切
 ポータブル装置(4台):島津1・島津2・日立3・島津4

管電圧測定③

50Kv~120Kv、10Kv毎に2回測定し平均
 治療用シミュレータ

管電圧測定④

50Kv~120Kv、10Kv毎に2回測定し平均
 【測定条件】管電流:100mA・時間:50ms・距離:110cm
 本院透視装置 / 検診透視装置 / 泌尿器装置

閉じる

100 [アイコン] ブラウズ

FileMaker Pro - [管電圧測定台帳 (XRAYFILEMAKER)]

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(M) レコード(R) スクリプト(S) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

管電圧測定台帳

検診センター 測定日 2014/11/17
 DHP-155H II (日立)

設定電圧	測定管電圧 [Kv]		表面線量 [mGy]		半価層		タイマー [ms]		1回目 2回目		
									平均値		
										線量率 [mGy/s]	
50Kv	48	49	0.116	0.117	1.8	1.7	50	50	2.29	2.30	2.30
	48.50		0.117		1.75		50.0				
60Kv	58.5	59	0.177	0.174	2.0	2.0	51	51	3.47	3.41	3.44
	58.75		0.176		2.00		51.0				
70Kv	68.5	68.5	0.231	0.231	2.3	2.3	51	51	4.51	4.53	4.52
	68.50		0.231		2.30		51.0				
80Kv	78.5	78.5	0.299	0.290	2.6	2.6	51	51	5.84	5.66	5.75
	78.50		0.295		2.60		51.0				
90Kv	88	88.5	0.363	0.372	2.9	2.9	51	51	7.05	7.24	7.15
	88.25		0.368		2.90		51.0				
100Kv	98.5	98.5	0.475	0.445	3.3	3.3	51	51	9.22	8.64	8.93
	98.50		0.460		3.30		51.0				
110Kv	109	109	0.525	0.528	3.6	3.6	51	51	10.1	10.1	10.10
	109.00		0.527		3.60		51.0				
120Kv	120	120	0.658	0.614	4.0	4.0	51	51	12.7	11.9	12.30
	120.00		0.636		4.00		51.0				
130Kv	132	131	0.705	0.702	4.3	4.3	52	52	13.6	13.5	13.55
	131.50		0.704		4.30		52.0				

【測定条件】管電流:100mA/時間:50msec/距離:100cm/照射野:六切
椅子に置いて測定

メニュー

新規作成

印刷

検索

終了

△△

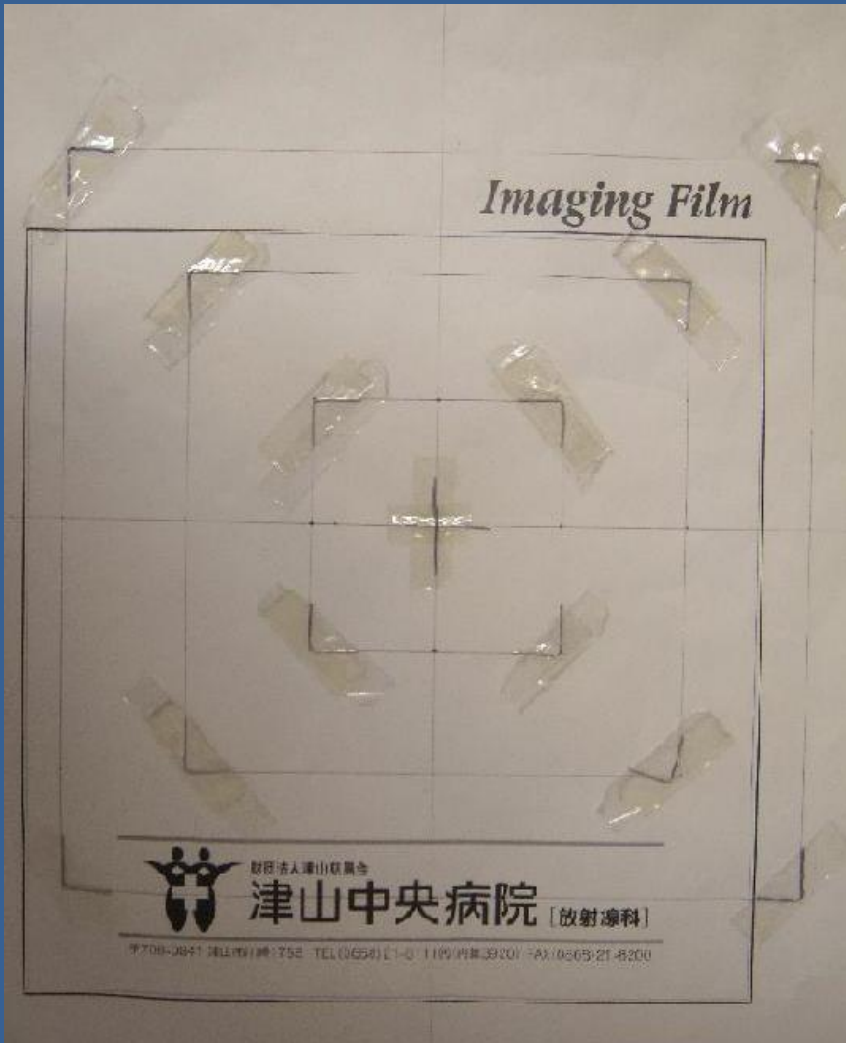
△

▽

▽▽

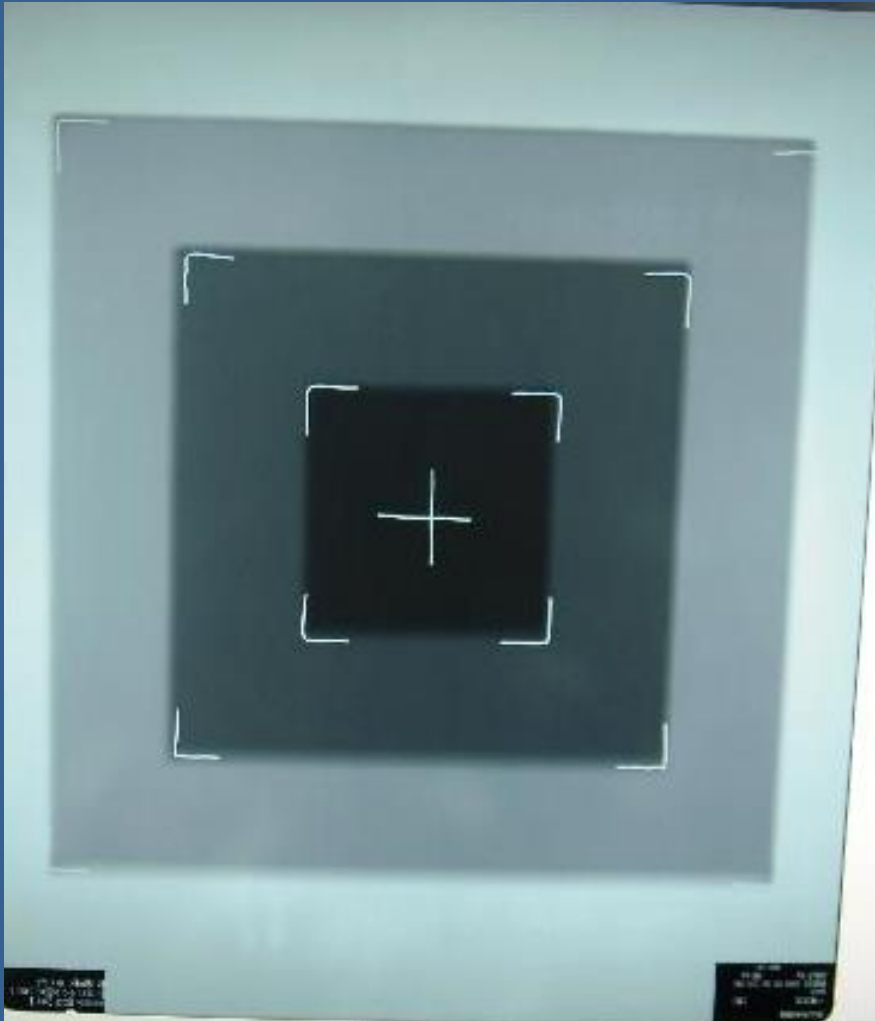
100 [アイコン] ブラウズ

■ X線発生器の光照射野と実照射野測定



- 用紙に照射野（1辺が5・10・15cmの正方形）を書き、針金で縁取る。
- カセットの上に用紙を重ねる。
- 焦点-フィルム間距離を100cmとし、まず5cmの正方形に照射野を合わせて照射。次に10cmの照射野で照射。最後に15cmの照射野で照射し、読み取る。

照射野の画像



- 中心のずれおよびそれぞれの周辺のずれはSIDの2%以内。[JIS規格]
(焦点-カセット間距離が100cmの場合、
ずれは2cmまで)
- 光照射野と実照射野がずれている場合、
自身の手で直せるものは調整。

→無理な場合は業者に依頼

X線管装置可動絞り 精度管理台帳

一般・健診

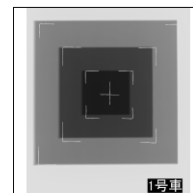
ポータブル

End

X線管装置可動絞り精度管理表

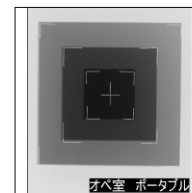
年度 [2014年度年度]

島津ポータブル1号



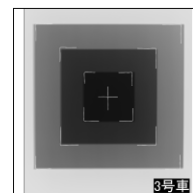
1号車

島津ポータブル2号



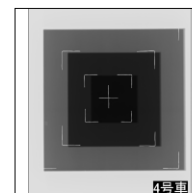
2号車 ポータブル

日立ポータブル



3号車

島津ポータブル4号



4号車

コメント

メニュー

New

△△

△

▽

▽▽

印刷メニュー

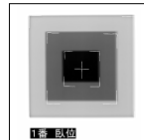
End

削除

X線管装置可動絞り精度管理表

年度 [2014年度]

第1撮影室 管球1

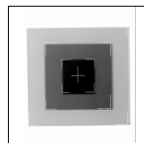


1号車 2号車

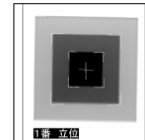
救急撮影室 管球1



第2撮影室

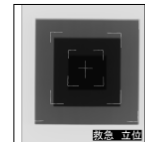


第1撮影室 管球2



1号車 2号車

救急撮影室 管球2



検診撮影室



メニュー

New

△△

△

▽

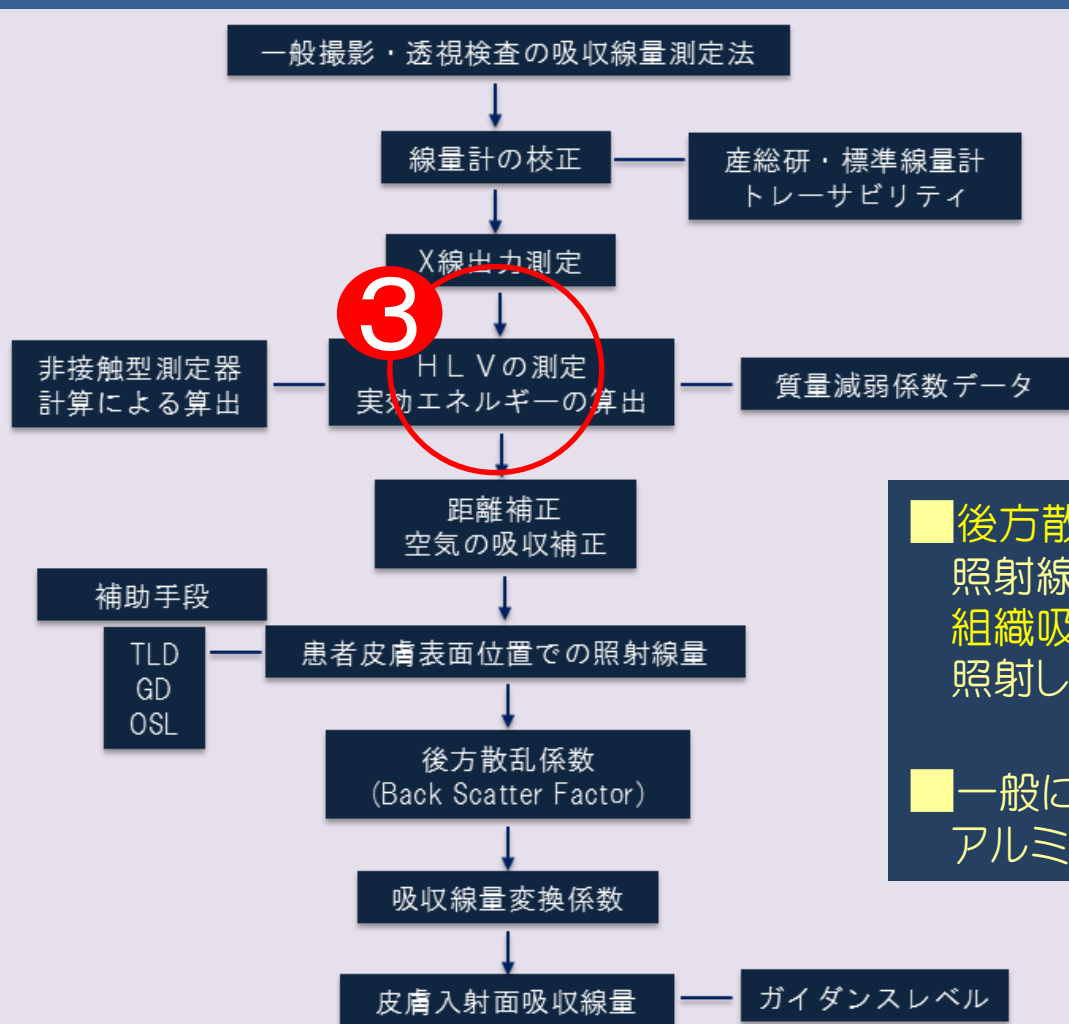
▽▽

印刷メニュー

End

コメント この管球も光照射野が可変、実照射野の方が若干小さくなっている。

1993年に計測分科会が提唱

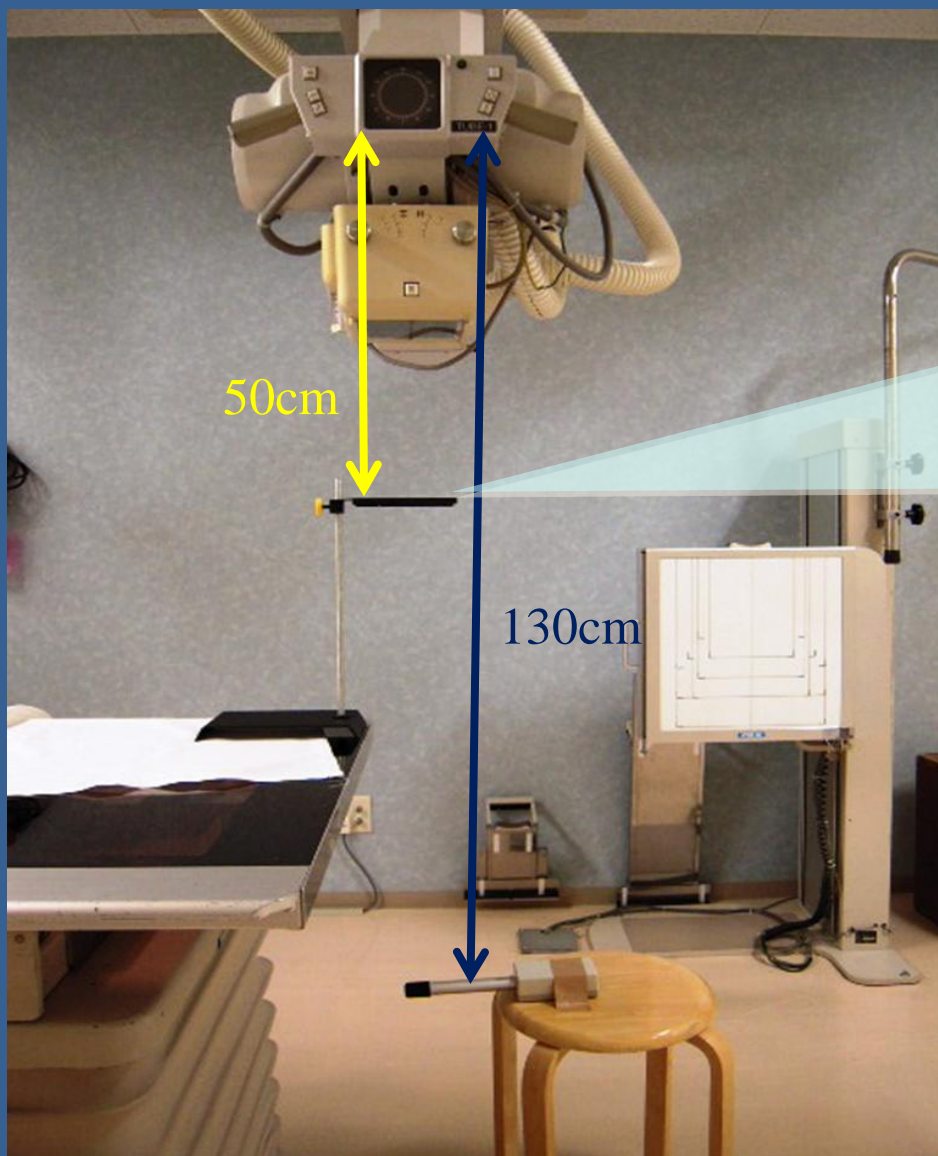


③被ばく線量を正確に把握するためには、半価層が必要である。

■後方散乱係数を求める時や、照射線量から皮膚などの組織吸収線量に変換する時に照射したX線の実効エネルギーが必要となる。

■一般に実効エネルギーはアルミニウム半価層から求められる。

診断領域X線の吸収線量測定のプロフローチャート



焦点—アルミニウム間距離 50cm
焦点—電離箱線量計間距離 130cm

半価層:

$$h_{1/2} = \frac{T_b \times \ln\left(\frac{2E_a}{E_0}\right) - T_a \times \ln\left(\frac{2E_b}{E_0}\right)}{\ln\left(\frac{E_a}{E_0}\right)}$$

Ea: 半分より少し高い線量

Eb: 半分より少し低い線量

Ta: Eaが得られた時のアルミの厚さ

Tb: Ebが得られた時のアルミの厚さ

E0: アルミニウムなしの線量

	Al 厚み (mm)	測定値 (mR)	相対値
50kV 80mAs	0	88.2	1.000
	2	44.2	0.501
	2.1	42.9	0.486
	0	88.3	1.001
60kV 63mAs	0	108	1.000
	2.5	54.1	0.501
	2.6	52.9	0.490
	0	108.1	1.001
...
120kV 20mAs	0	131.4	1.000
	4.8	66.2	0.504
	4.9	65.5	0.498
	0	131.5	1.001

計算例(50kV)

$$\text{半価層} = \frac{2.1 \times \ln\left(\frac{2 \times 44.2}{88.2}\right) - 2.0 \times \ln\left(\frac{2 \times 42.9}{88.2}\right)}{\ln\left(\frac{44.2}{88.2}\right)} = 2.01$$

半価層と実効エネルギーの関係

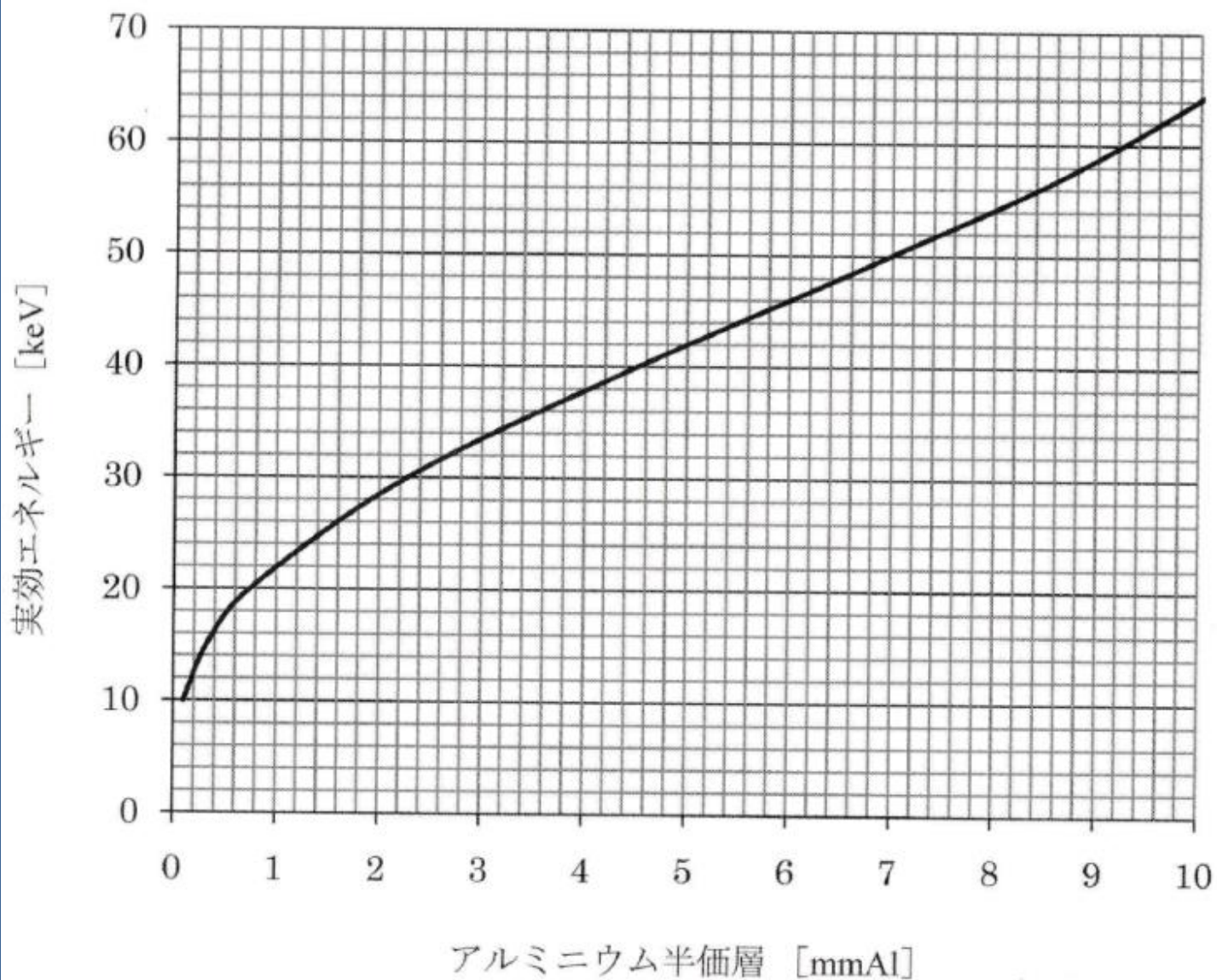
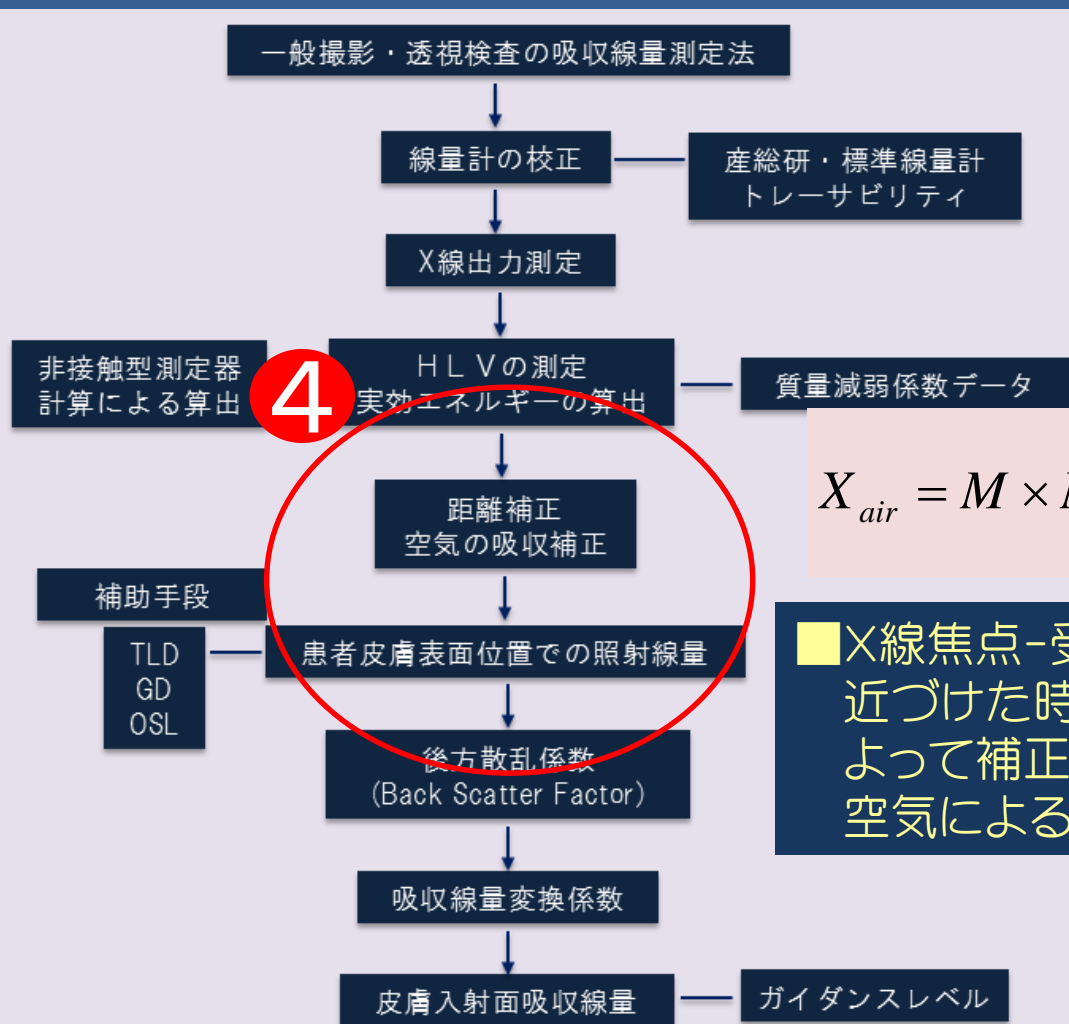


Fig.3.9 アルミニウム半価層と実効エネルギーとの関係

1993年に計測分科会が提唱



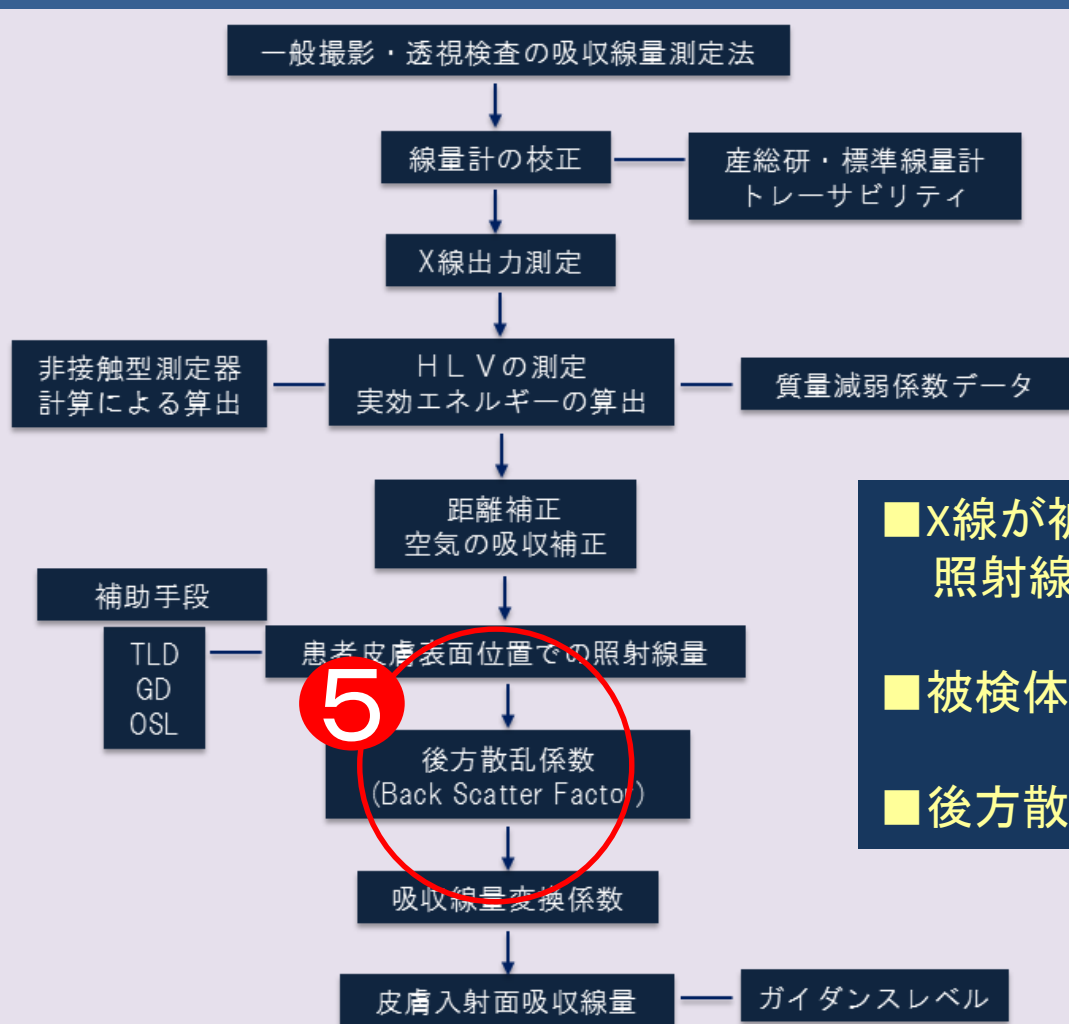
④患者皮膚表面位置の照射線量を測定する場合、TLDなど簡易的に測定出来る計測器はあるが、半価層の測定が不便である。

$$X_{air} = M \times N_c \times k_1 \times p_{ion} \times \frac{(FFD)^2}{(FSD)^2} \times 2.58 \times 10^{-4}$$

■X線焦点-受光面の距離から体厚分だけ焦点側に近づけた時の線量増加分は距離の逆二乗則によって補正するが、この逆二乗則の成立には空気による吸収が無視できる事が前提

診断領域X線の吸収線量測定のプロフローチャート

1993年に計測分科会が提唱



⑤後方散乱係数

- X線が被検体に入射すると被検体により照射線量が増加する割合をいう。
- 被検体からの散乱線を加えて補正する。
- 後方散乱係数は照射野の大きさで変化する。

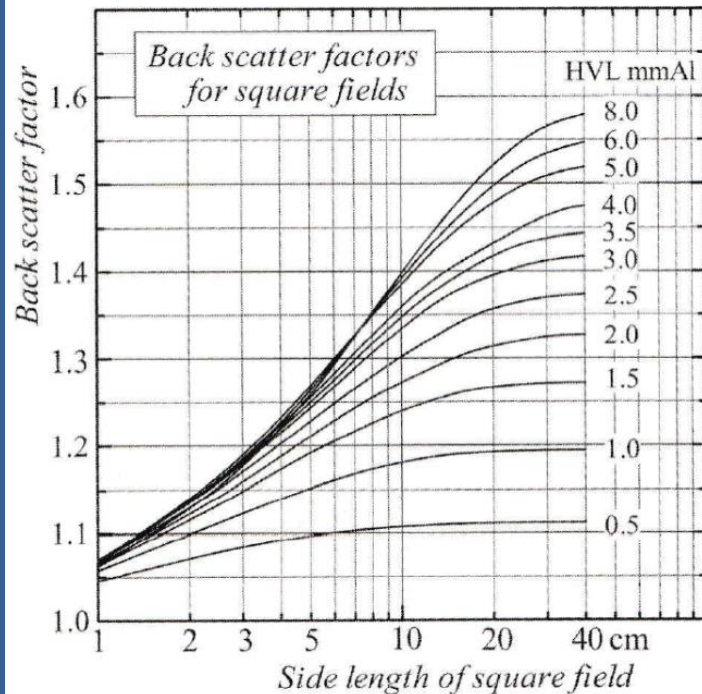
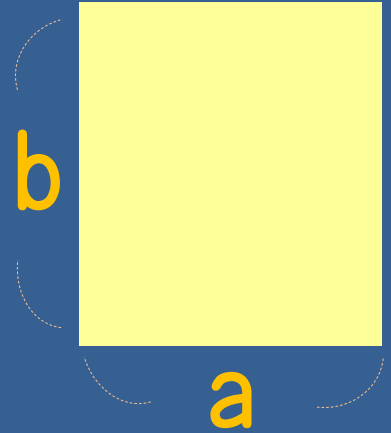
診断領域X線の吸収線量測定のプロフローチャート

後方散乱係数

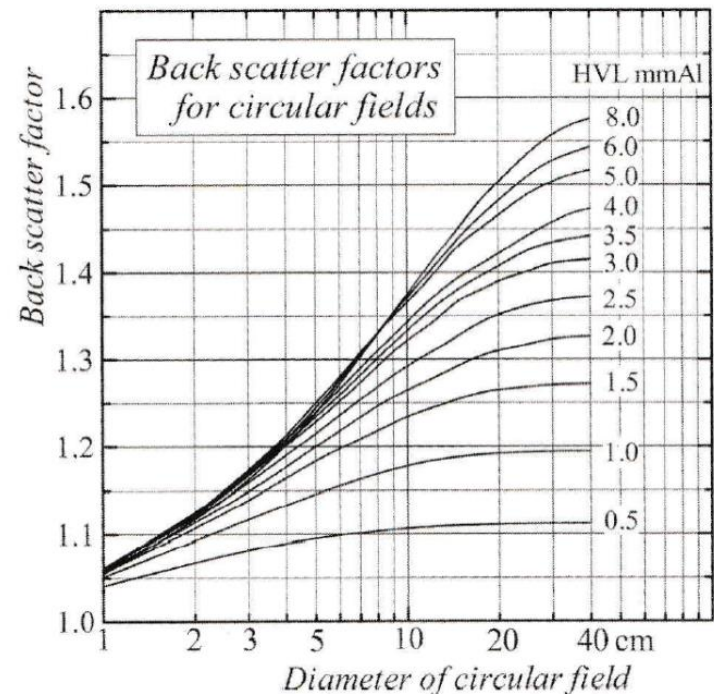
$$ES(\text{cm}) = (2 \times a \times b) / (a + b)$$

ES: 等価正方形照射野一辺の長さ (equivalent square)

a, b: 矩形照射野の各辺



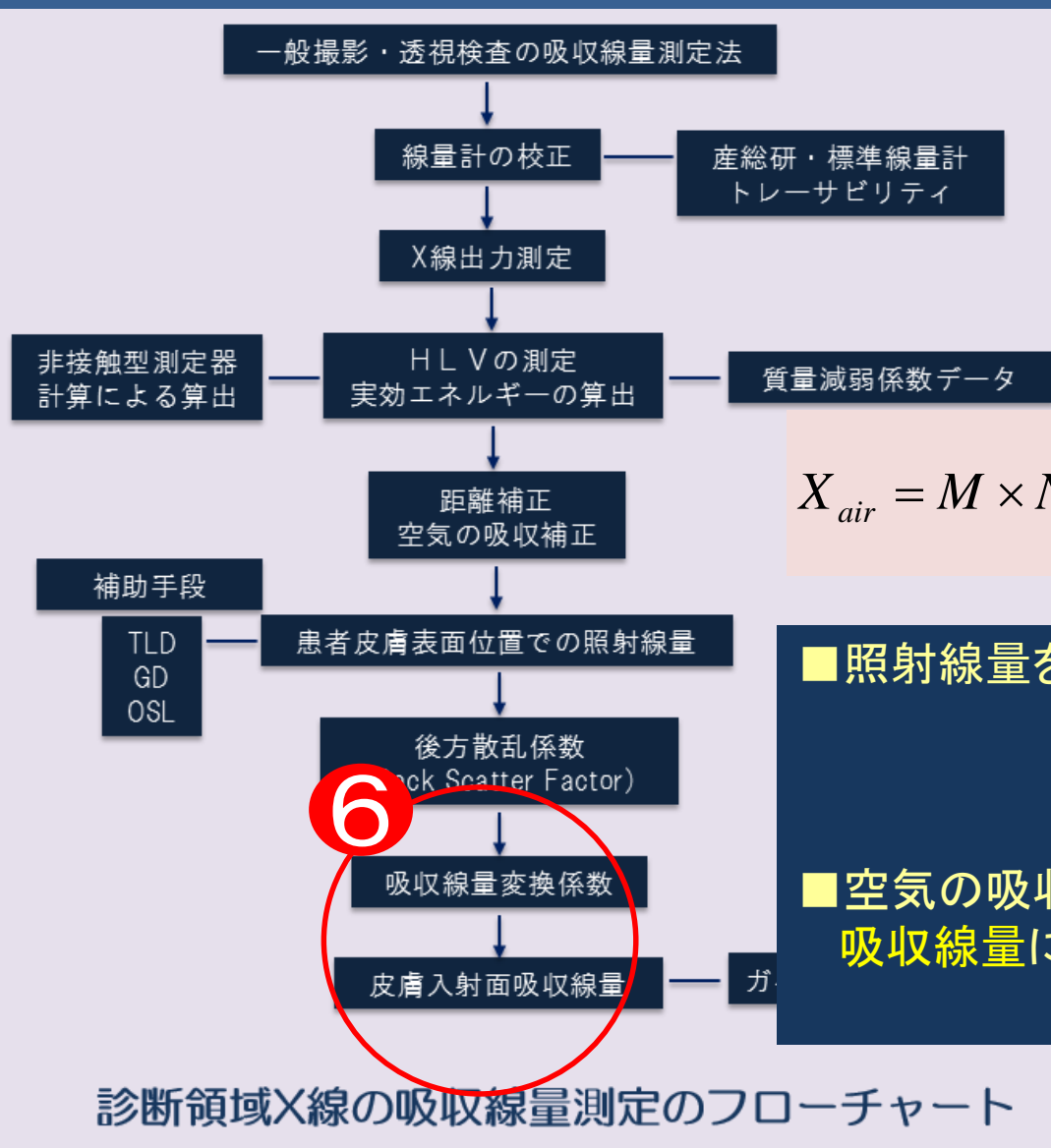
(a) 等価正方形



(b) 等価円形

Fig.3.12 等価正方形, 等価円形照射野と後方散乱係数との関係 (加藤のデータ)

1993年に計測分科会が提唱



$$X_{air} = M \times N_c \times k_1 \times p_{ion} \times \frac{(FFD)^2}{(FSD)^2} \times 2.58 \times 10^{-4}$$

■ 照射線量を空気の吸収線量に変換する。

↓↓

■ 空気の吸収線量から被検者の皮膚(軟組織)の吸収線量に変換する。

診断領域X線の吸収線量測定のプロフローチャート

皮膚の吸収線量

$$D_m = \frac{W_{\text{air}}}{e} X \left(\frac{0.1616}{0.1537} \right) = X \times 35.7$$

$X \times 35.7$

D_m	:物質の吸収線量[Gy]
X	:照射線量[$C \cdot Kg^{-1}$]
W_{air}	:空気のW値=33.97[eV]
e	:電子電荷= 1.6×10^{-19} [C]
$(\mu_{\text{en}}/\rho)_m$:物質の質量エネルギー吸収係数
$(\mu_{\text{en}}/\rho)_{\text{air}}$:空気の質量エネルギー吸収係数

エネルギー (keV)	空気 (cm^2/g)	軟組織 (cm^2/g)
10	4.7420	4.9870
15	1.3340	1.4020
20	0.5389	0.5663
30	0.1537	0.1616
40	0.0683	0.0722
50	0.0410	0.0436
60	0.0304	0.0326
80	0.0241	0.0262
100	0.0233	0.0255

1) 照射線量を空気の吸収線量に変換

2) 空気の吸収線量から被検者の皮膚(軟組織)の吸収線量に変換

光子エネルギーと空気および軟組織の質量エネルギー吸収係数

計測器の表示が [mR] なので、
[C/kg] になおす

照射線量[mR]

照射線量[C/kg]

$$D_{air} = M \times N_c \times k_1 \times p_{ion} \times \frac{(FFD)^2}{(FSD)^2} \times 2.58 \times 10^{-4} \times W \text{値 (33.97eV)}$$

校正定数

空気密度補正

イオン再結合補正係数

距離の補正

1イオン対を生成するのに
必要なエネルギー

$$D[Gy] = X \times 2.58 \times 10^{-4} \times \frac{(FFD)^2}{(FSD)^2} \times B \times 33.97 \times \frac{\left(\frac{\mu_{em}}{\rho}\right)_m}{\left(\frac{\mu_{em}}{\rho}\right)_{air}}$$

皮膚の質量エネルギー変換係数

空気の質量エネルギー変換係数

入射表面線量[mGy] = 照射線量 × 距離の逆二乗 × 後方散乱係数 × 皮膚吸収線量変換係数
(1.05) × W値(33.97)

$$\frac{(100)^2}{(80)^2}$$

1.37

35.7

(FFD:100cm、FSD:80の場合)

内 容

入射表面線量の測定（標準法）

非接続型X線測定器での測定

測定法の比較（標準法、簡易法、NDD法）

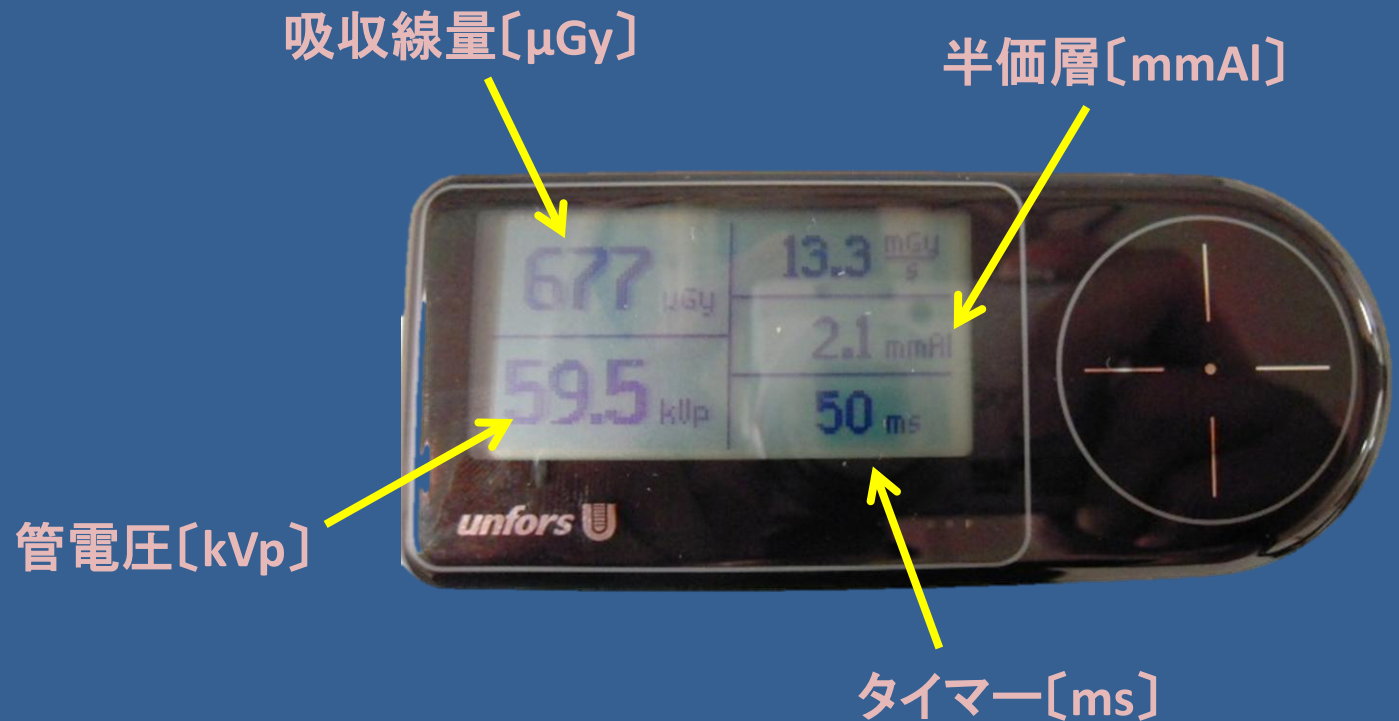
ガイドライン2006との比較

組織・臓器別線量

線量測定

Unfors ThinX RADの検討

※電圧・半価層・照射時間・入射表面線量を1回の照射で、まとめて測定できる。



回診用X線撮影装置 MobileArt Evolution

- 電圧
- 半価層
- 入射表面線量



■ 電圧測定(方法)

① Gammex RMI 245-BR型
KVメーター



② Unfors ThinX RAD



Vs.

■ 電圧測定(方法)

- 測定法: 焦点-管電圧計距離 **100cm**
- 照射野 検出部分の大きさ
- 日常使用している各管電圧(50kV~120 kV、10 kV毎に)で
2回測定し平均値を求める。
- **20mAs**で固定。



Vs.



■ 電圧測定 (結果)

① Gammex RMI 245-BR型 KVメーター

② Unfors ThinX RAD

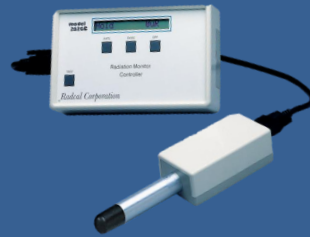
設定電圧	測定値の平均	誤差	設定電圧	測定値の平均	誤差
(kV)	(kV)	(%)	(kV)	(kV)	(%)
50	51.1	2.2	50	49.0	-2.0
60	59.9	-0.2	60	59.5	-0.8
70	69.6	-0.6	70	69.5	-0.7
80	79.9	-0.2	80	80.0	0.0
90	90.0	0.0	90	90.0	0.0
100	100.9	0.9	100	101	1.0
110	111.8	1.6	110	112	1.8
120	122.4	2.0	120	123	2.5

誤差の平均1.0%

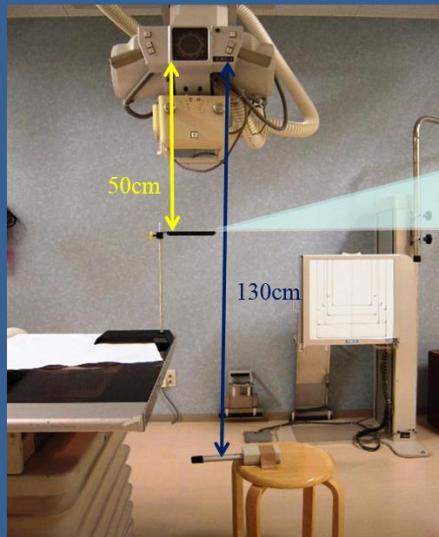
誤差の平均1.1%

■ 半価層測定(方法)

① 電離箱線量計
Radcal 2026C型



② Unfors ThinX RAD



vs.



焦点-アルミニウム間距離 50cm
焦点-電離箱線量計間距離 130cm

■半価層測定(方法)

①電離箱線量計 Radcal 2026C型

焦点 - 線量計間距離 130 c m
焦点 - アルミ間距離 50 c m

② Unfors ThinX RAD

焦点 - 測定器間距離 100 c m
(電圧測定時の値)

- 日常使用している各管電圧 (50kV~120 kV、10 kV毎に) で
2回測定し平均値を求める。
- 20mAsで固定。

■ 半価層測定(結果)

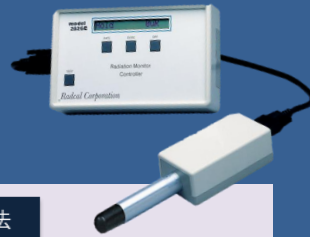
設定電圧 (kV)	半価層 (mmAl)		
	Radcal 2026C型	Unfors ThinX	差
50	2.01	2.0	0.01
60	2.51	2.3	0.21
70	2.88	2.7	0.18
80	3.23	3.0	0.23
90	3.63	3.4	0.23
100	4.04	3.8	0.24
110	4.44	4.2	0.24
120	4.87	4.6	0.27

* 差 = 「Radcal 2026C型の値」 - 「Unfors ThinXの値」

全体で、Unfors ThinXの方が、0.2mmAlほど小さい結果となった。
この特性を知った上で、「概算値」として使用すれば問題ないと思われる。

■ 入射表面線量(方法)

① 電離箱線量計 Radcal 2026C型



② Unfors ThinX RAD

一般撮影・透視検査の吸収線量測定法

線量計の校正

産総研・標準線量計
トレーサビリティ

X線出力測定

H L V の測定
実効エネルギーの算出

非接触型測定器
計算による算出

質量減弱係数データ

距離補正
空気の吸収補正

補助手段

TLD
GD
OSL

患者皮膚表面位置での照射線量

後方散乱係数
(Back Scatter Factor)

吸収線量変換係数

皮膚入射面吸収線量

ガイダンスレベル

診断領域X線の吸収線量測定のプロフローチャート

Vs.



①電離箱線量計 Radcal 2026C型

$$D[Gy] = X \times 2.58 \times 10^{-4} \times \frac{(FFD)^2}{(FSD)^2} \times B \times 33.97 \times \frac{\left(\frac{\mu_{em}}{\rho}\right)_m}{\left(\frac{\mu_{em}}{\rho}\right)_{air}}$$

皮膚の質量エネルギー変換係数
空気の質量エネルギー変換係数

入射表面線量[mGy] = 照射線量 × 距離の逆二乗 × 後方散乱係数 × 皮膚吸収線量変換係数 (1.05) × W値(33.97)

1.37

35.7

② Unfors ThinX RAD

$$D[Gy] = D_{air} \times \frac{(FFD)^2}{(FSD)^2} \times B \times \frac{\left(\frac{\mu_{em}}{\rho}\right)_m}{\left(\frac{\mu_{em}}{\rho}\right)_{air}}$$

皮膚の質量エネルギー変換係数
空気の質量エネルギー変換係数

入射表面線量[mGy] = 表示線量 × 距離の逆二乗 × 後方散乱係数 × 皮膚吸収線量変換係数

1.37

1.05

■ 入射表面線量(結果)



Radcal

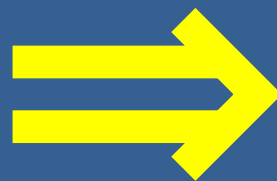
Unfors

	FFD	100cm	100cm
	照射野		半切
胸部	測定値	35.8mR	315 μ Gy
95kV,4mAs	80cm換算	491 μ Gy	492 μ Gy
腹部	測定値	129.0mR	1.14mGy
80kV,20mAs	80cm換算	1.77mGy	1.78mGy

それぞれの条件において誤差はほとんどない

Unfors ThinX RADは、

電圧，半価層，入射表面線量測定に
使用出来る。



内 容

入射表面線量の測定（標準法）

非接続型X線測定器での測定

測定法の比較（標準法、簡易法、NDD法）

ガイドライン2006との比較

組織・臓器別線量

線量測定法

- 電離箱線量計
 - ① 標準法（実効エネルギー等を測定）
 - ② 簡易測定法
- 熱ルミネセンス線量計（TLD）
- 光刺激ルミネッセンス線量計（OSL）
- ③ 表面線量簡易換算式（NDD）
- モンテカルロ法



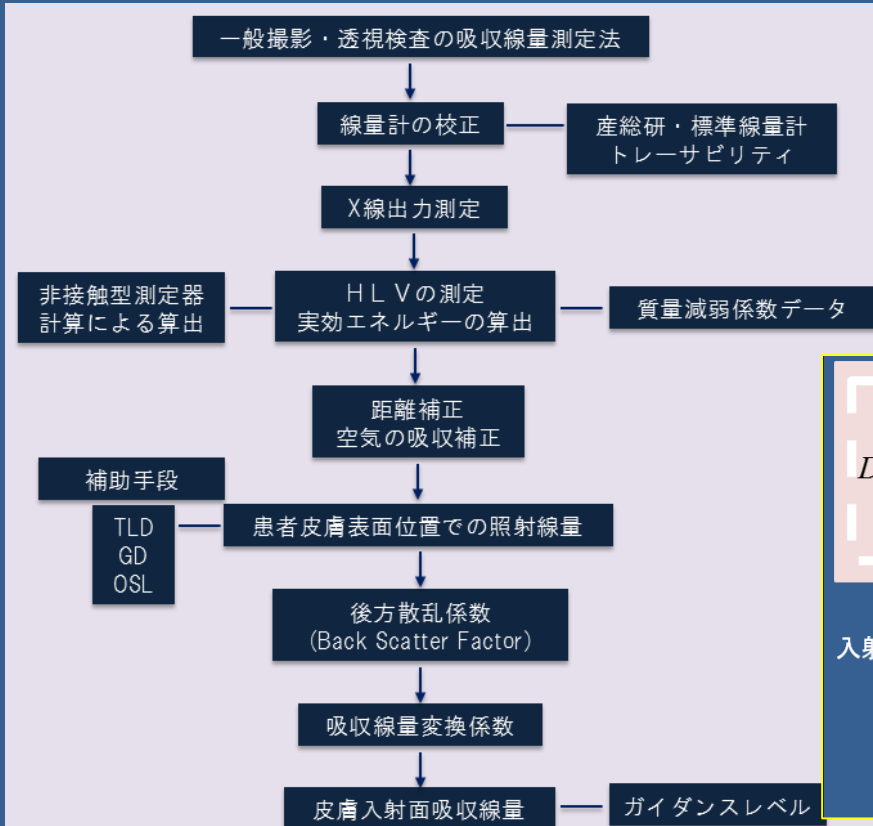
NDD法と同様に、撮影パラメータを用いて表面線量と臓器線量を算出

EPD (Estimation of patient dose in diagnostic x-ray examinations)

使用機器

- 医用エックス線高電圧装置
日立メディコ DHF-155H
発生方式:インバータ式 総ろ過係数:2.8mmAl
撮影室①・②(平成11年9月)
救急撮影室(平成10年1月設置)
- 電離箱
ラドカル社 放射線モニタ 2026C型
検出器20×6-6
- アクリルファントム
タイセイメディカル 30cm×30cm 厚さ5cm

a) 標準法



$$D[Gy] = X \times 2.58 \times 10^{-4} \times \left(\frac{FFD}{FSD} \right)^2 \times B \times 33.97 \times \frac{\left(\frac{\mu_{em}}{\rho} \right)_m}{\left(\frac{\mu_{em}}{\rho} \right)_{air}}$$

皮膚の質量エネルギー変換係数
空気の質量エネルギー変換係数

入射表面線量[mGy] = 照射線量 × 距離の逆二乗 × 後方散乱係数 × 皮膚吸収線量変換係数
(1.05) × W値(33.97)

$\frac{(100)^2}{(80)^2} \times 1.37 \times 35.7$
 (FFD:100cm, FSD:80の場合)

診断領域X線の吸収線量測定のプロージャート

b) 簡易法

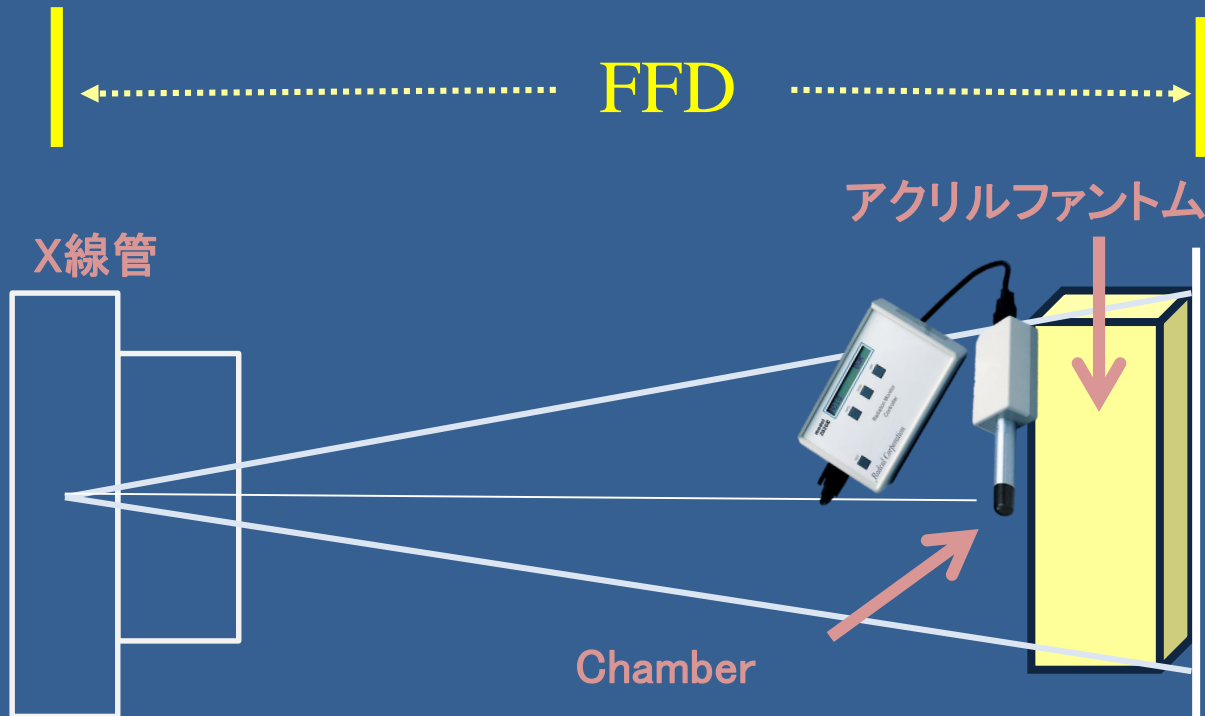
- 簡易法（電離箱）

$$D = X \times F$$

D: 入射表面線量〔Gy〕

X: 後方散乱を含む照射線量〔C/kg〕

F: 吸収線量変換係数〔Gy・kg/C〕



NDD法

- NDD法(表面線量簡易換算式)

$$D = \text{NDD-M}(f) \times \text{mAs} \times (1/\text{FSD})^2$$

NDD-M(f) : 管電圧と総ろ過による係数(表2)

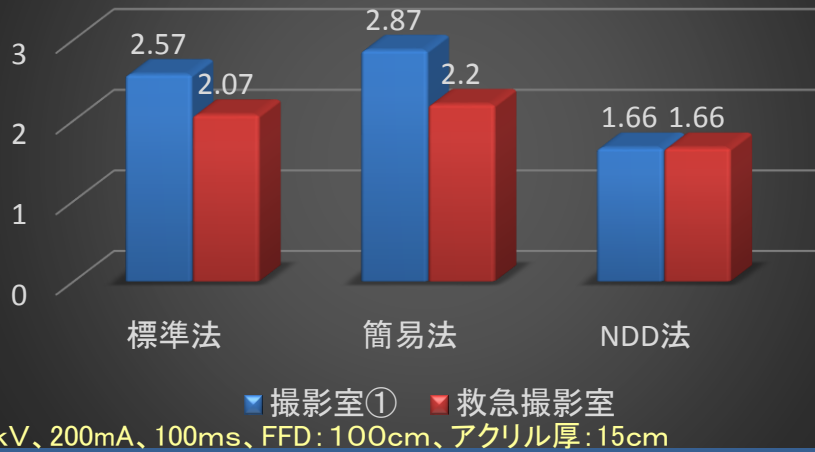
FSD : エックス線管焦点—入射表面間距離

表2 NDD-M(f) インバータ式装置(日本放射線技師会雑誌より)

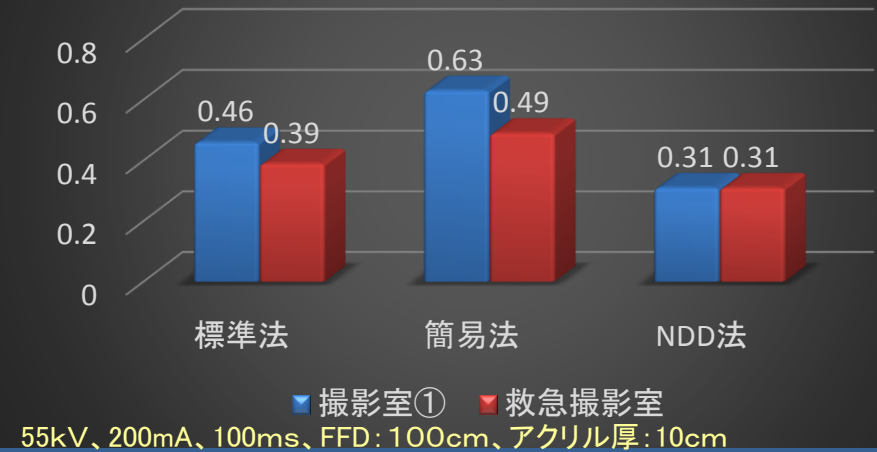
AI \ kV	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
1.5	0.0249	0.0414	0.0593	0.0782	0.0994	0.1203	0.1416	0.1626	0.1827	0.2007	0.2141	0.2197
2.0	0.0173	0.0308	0.0460	0.0626	0.0818	0.1010	0.1209	0.1409	0.1603	0.1782	0.1922	0.1993
2.5	0.0128	0.0240	0.0372	0.0520	0.0694	0.0872	0.1058	0.1247	0.1434	0.1608	0.1750	0.1830
3.0	0.0097	0.0193	0.0310	0.0442	0.0602	0.0766	0.0940	0.1119	0.1298	0.1467	0.1609	0.1695
3.5	0.0076	0.0159	0.0262	0.0382	0.0530	0.0682	0.0845	0.1014	0.1185	0.1349	0.1489	0.1580
4.0	0.0061	0.0133	0.0225	0.0335	0.0471	0.0614	0.0766	0.0927	0.1090	0.1248	0.1386	0.1478
4.5	0.0050	0.0112	0.0196	0.0296	0.0423	0.0556	0.0700	0.0852	0.1008	0.1160	0.1294	0.1388
5.0	0.0041	0.0096	0.0172	0.0265	0.0382	0.0507	0.0643	0.0787	0.0935	0.1083	0.1213	0.1308
5.5	0.0034	0.0083	0.0152	0.0237	0.0348	0.0465	0.0593	0.0730	0.0872	0.1013	0.1141	0.1235
6.0	0.0028	0.0072	0.0136	0.0214	0.0318	0.0428	0.0550	0.0680	0.0816	0.0951	0.1076	0.1169
6.5	0.0023	0.0063	0.0121	0.0194	0.0292	0.0395	0.0510	0.0634	0.0765	0.0895	0.1016	0.1107
7.0	0.0020	0.0056	0.0109	0.0177	0.0269	0.0366	0.0476	0.0594	0.0718	0.0844	0.0962	0.1052
7.5	0.0017	0.0050	0.0098	0.0162	0.0248	0.0341	0.0445	0.0558	0.0677	0.0798	0.0911	0.1000
8.0	0.0014	0.0044	0.0089	0.0148	0.0230	0.0318	0.0417	0.0524	0.0638	0.0755	0.0865	0.0952
8.5	0.0013	0.0039	0.0081	0.0136	0.0213	0.0297	0.0391	0.0494	0.0603	0.0716	0.0822	0.0907
9.0	0.0010	0.0035	0.0074	0.0126	0.0199	0.0278	0.0367	0.0466	0.0571	0.0679	0.0782	0.0866

結果

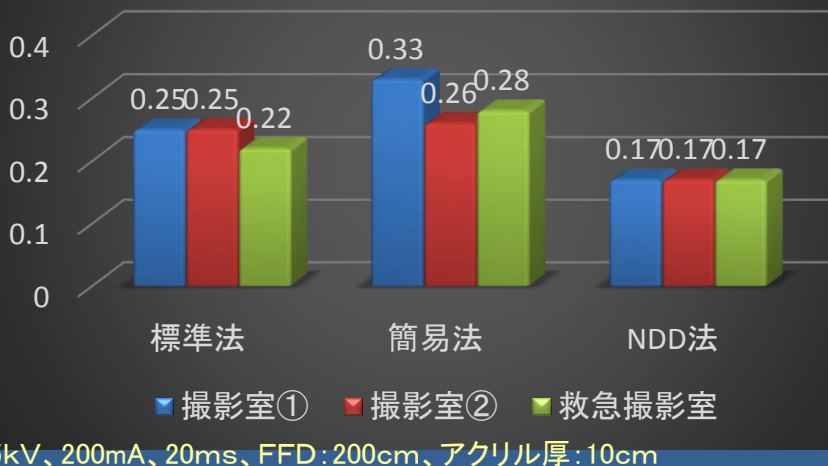
頭部



膝関節



胸部



■ NDD法の線量が低く算出された。

■ 撮影室①の線量が高く算出された。

⇒物理フィルター、管球劣化の

影響が考えられた。

内 容

入射表面線量の測定（標準法）

非接続型X線測定器での測定


測定法の比較（標準法、簡易法、NDD法）

ガイドライン2006との比較

組織・臓器別線量

線量測定

線量測定の目的は
測定した線量から被ばくの影響を
推定するため **ではありません**

線量の測定値から得られる値は
一般撮影/入射表面線量・CT/CTDIなど

ガイドライン値と比較検討するための値

線量測定

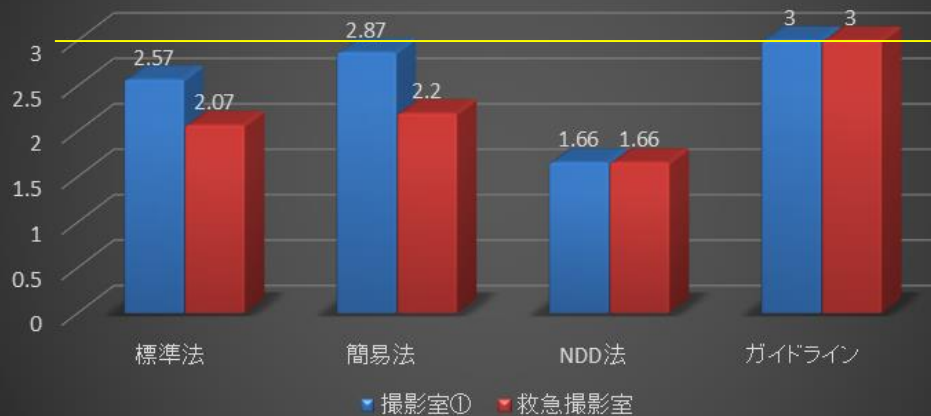
線量測定の目的は

入射表面線量やCTDI等の
ガイドライン値との比較により
画質とのバランスを考慮しつつ
撮影条件の最適化を図ること

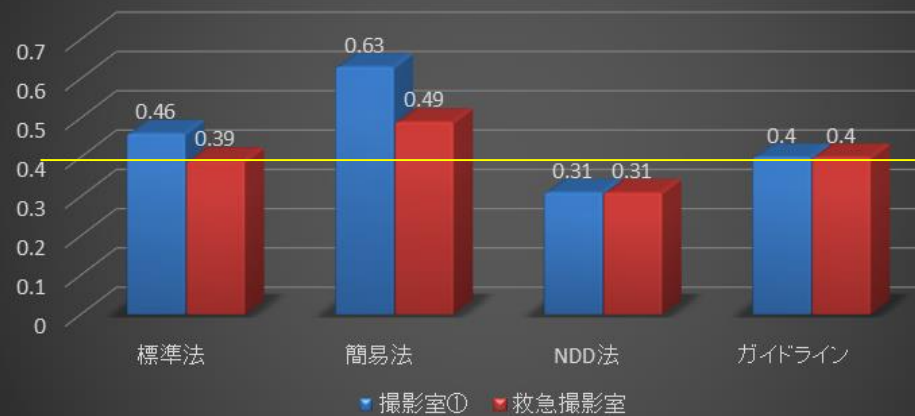
X線単純撮影における医療被ばくガイドライン2006 [mGy]

撮影部位（撮影方向）	日本放射線技師会	IAEA
	放射線診療における低減目標値	ガイダンスレベル
頭部（正面）	3	5
頭部（側面）	2	3
頸椎（正側面）	0.9	-
胸椎（正面）	4	7
胸椎（側面）	8	20
胸部（正面）	0.3	0.4
胸部（側面）	0.8	1.5
腹部（正面）	3	10
腰椎（正面）	5	10
腰椎（側面）	15	30
骨盤（正面）	3	10
股関節（正面）	4	10
大腿部	2	-
膝関節	0.4	-
足関節	0.3	-
前腕部	0.2	-
手指部	0.1	-
Guthmann	9	-
Martius	10	-
0歳胸部	0.2	-
3歳胸部	0.2	-
5歳胸部	0.2	-
0歳腹部	0.3	-
3歳腹部	0.5	-
5歳腹部	0.7	-
乳幼児股関節	0.2	-
乳房撮影Grid(+)	平均乳腺線量 2	Grid(+) 3
乳房撮影Grid(-)	-	Grid(-) 1

頭部



膝関節



胸部



- 日本放射線技師会医療被ばくガイドラインと比較し、高い部位の線量について画質とのバランスを考慮し撮影条件の最適化を図った。

撮影部位別線量のガイドラインとの比較評価表

大分類	部位		電圧	電流	時間	FFD	厚さ	フィルム	リス	測定線量	入射線量	ガイドライン	差	管球
			(kV)	(mA)	(ms)	(cm)	(cm)	サイズ	有無	(mR)	(mGy)	(mGy)		
頭部	成人	頭部 (正面)	70	200	125	100	18	四切	(+)	141	2.57	3	-0.43	管球 1
		頭部 (側面)	70	200	100	100	15	四切	(+)	119.1	1.91	2	-0.09	管球 1
胸部	成人	胸部 (正面)	135	200	16	200	20	半切	(+)	15.0	0.25	0.3	-0.05	管球 3
		胸部 (側面)	135	200	40	200	30	半切	(+)	36.6	0.67	0.8	-0.13	管球 3
	小児	0 歳 胸部	65	200	8	100	8.5	四切	(-)	9.3	0.14	0.2	-0.06	管球 1
		3 歳 胸部	68	200	8	150	8.5	四切	(-)	4.8	0.07	0.2	-0.12	管球 2
		5 歳 胸部	70	200	10	150	9	四切	(-)	6.2	0.09	0.2	-0.11	管球 2
腹部	成人	腹部 (正面)	75	400	100	120	20	半切	(+)	123	2.17	3	-0.83	管球 3
	小児	0 歳 腹部	68	200	8	100	11	四切	(-)	10.0	0.15	0.3	-0.15	管球 1
		3 歳 腹部	70	320	8	100	14	四切	(-)	18.6	0.31	0.5	-0.19	管球 2
		5 歳 腹部	70	320	12	100	15	四切	(-)	28.1	0.48	0.7	-0.22	管球 2
椎体	成人	頸椎 (正面)	73	125	63	100	12	四切	(+)	52.6	0.84	0.9	-0.06	管球 2
		頸椎 (側面)	73	400	50	150	12	四切	(+)	61.3	0.89	0.9	-0.01	管球 2
		胸椎 (正面)	75	200	160	100	19	半切	(+)	206.8	3.91	4	-0.09	管球 1
		胸椎 (側面)	80	400	100	100	30	半切	(+)	292	7.44	8	-0.56	管球 1
		腰椎 (正面)	75	200	200	100	19	大角	(+)	259	4.88	5	-0.12	管球 1
		腰椎 (側面)	80	400	200	100	27	大角	(+)	596	14.07	15	-0.93	管球 1
骨盤	成人	股関節 (正面)	75	200	160	100	19	半切	(+)	206.9	3.91	4	-0.09	管球 1
	小児	0 歳 股関節	65	200	8	100	8	四切	(-)	9.3	0.13	0.2	-0.07	管球 1
		3 歳 股関節	68	320	8	100	12	四切	(-)	15.7	0.18	0.2	-0.02	管球 1
		5 歳 股関節	70	320	10	100	14	四切	(-)	22.7	0.20	0.2	0.00	管球 1
上肢	成人	前腕	58	200	20	100	4	四切	(-)	14.7	0.19	0.2	-0.01	管球 1
		手指	45	200	20	100	1.5	六切	(-)	8.4	0.10	0.1	0.00	管球 1
下肢	成人	大腿	70	400	50	110	17	半切	(+)	112.3	1.92	2	-0.08	管球 1
		膝関節	60	200	50	100	9	四切	(-)	25.0	0.36	0.4	-0.04	管球 1
		足関節	55	200	32	100	9	四切	(-)	20.9	0.30	0.3	0.00	管球 1
		中足	50	200	32	100	5	四切	(-)	17.6	0.23	0.3	-0.07	管球 1
		婦人科	成人	グースマン法	125	200	160	100	30	大角	(+)	299.1	8.02	9
		マルチウス法	125	200	200	100	30	大角	(+)	343.0	8.87	10	-1.10	管球 1
ポータブル	成人	胸部	70	4mAs		100	20	半切	(-)	0.17	0.377	0.3	0.08	4号車
		腹部	75	12mAs		100	20	半切	(-)	0.617	1.367	3	-1.63	4号車
	小児	胸部	55	4mAs		100	8.5	四切	(-)	0.099	0.168	0.2	-0.03	4号車

内 容

入射表面線量の測定（標準法）

非接続型X線測定器での測定

測定法の比較（標準法、簡易法、NDD法）

ガイドライン2006との比較

組織・臓器別線量

組織臓器別吸収線量

被ばくによる影響を予測するには
最適化された撮影条件を用いて
組織臓器別吸収線量を算出する
ことが必須！

組織臓器別吸収線量の算出方法は

ImPACT, WAZA-ARI2 & PCXMC

組織臓器別吸収線量

- *ImPACT*

イギリスCT性能評価センターのグループが開発したExcelファイルであり、CTにおける組織臓器別吸収線量を、6つの年齢区分（0, 1, 5, 10, 15歳, 成人）で推定することができる。

- *PCXMC*

モンテカルロ法を用いた市販プログラムであり、単純撮影と透視における組織臓器別吸収線量および実効線量を6つの年齢区分（0, 1, 5, 10, 15歳, 成人）で推定することができる。

DefForm []

File

Exit New Form Open Form Save Form Save Form As ... Print As Text

Header text Energy exists

Phantom: Age: 0 1 5 10 15 Adult Phantom height: Standard: 174.00 Phantom mass: Standard: 71.10 Arms in phantom

Beam data: FSD: Beam width: Beam height: Xref: Yref: Zref: Draw x-ray field

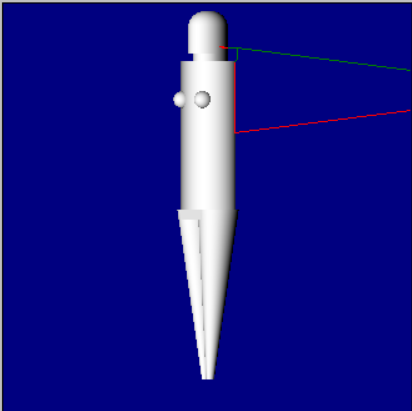
ProjAngle: Cranio-caudal angle:

LATL=0 PA=90 (pos) Cranial X-ray tube LATR=180 AP=270 (neg) Caudal X-ray tube

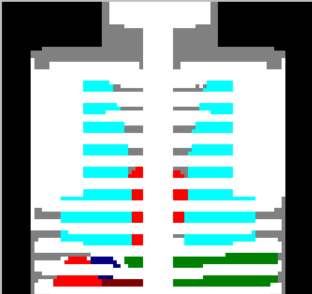
Simulation: NElevels: Nphotos:

Field size calculator: FID: Image width: Image height: Phantom exit- image distance:

Skeleton Brain Heart Testes Spleen Lungs Ovaries Kidneys Thymus Stomach Pancreas Uterus Liver Upper large intestines Lower large intestines Small intestines Thyroid Breast Madder Rib Madder Oesophagus



Rotation increment: View angle:



PCXMC

Calculation of x-ray spectrum

X-ray tube potential: kV

X-ray tube Anode Angle: degree

Filter #1 : Material: Atomic Number, Chemical Symbol

Filter #1 : Thickness: mm, g/cm²

Filter #2 : Material: Atomic Number, Chemical Symbol

Filter #2 : Thickness: mm, g/cm²

PCXMC- Dose Calculation

File Run

Exit Change Spectrum Calculate doses Print Save As ...

X-ray tube potential: 135 kV Filtration: 3.6 mm Al
 Anode angle: 17 deg

File: C:\Documents and Settings\Owner\My Documents\PCXMC\TEST CHEST PA.ene
 "Phantom's age": Adult Simulation: Photons/Energy level: 20000 Number of energy levels: 15
 Projection angle (LATL=0,PA=90,LATR=180,AP=270): 90.000 Obl. angle: 0.000
 Field's width: 31.77 cm and height: 38.58 cm FSD: 179.010 cm Focus (x,y,z[cm]): (0.000, 188.505, 55.000)
 Phantom's length: 171.000 cm and mass: 63.000 kg Scaling factors sx(=sy): 0.950 and sz: 0.983
 Surface dose:..... 0.118 mGy Tube voltage: 135 kV Filter:.....3.6 mm Al

Organs	Dose (mGy)	Error (%)	Organs	Dose (mGy)	Error (%)
Lungs	0.099222	3.8	Pancreas	0.046892	3.4
Skull	0.011855	2.7	Small intestine	0.001771	4.9
UpperSpine	0.135609	2.5	Gall bladder	0.010910	7.6
MiddleSpine	0.230920	0.7	Upper large intestine	0.002271	6.9
LowerSpine	0.016296	5.2	Lower large intestine	0.000345	18.6
Ribs	0.224509	0.5	Urinary bladder	0.000224	40.8
Scapulae	0.381218	0.8	Uterus	0.000628	38.0
Clavicles	0.058417	4.0	Adrenals	0.102382	6.0
Upper arm bones	0.049576	1.9	Thymus	0.023288	10.1
Middle arm bones	0.042925	2.8	Esophagus	0.063839	3.8
Lower arm bones	0.003209	7.0	Thyroid	0.018697	9.0
Upper leg bones	0.000006	65.2	Brain	0.001455	5.9
Middle leg bones	0.000001	72.2	Testes	0.000000	NA
Lower leg bones	0.000000	NA	Ovaries	0.000214	71.0
Pelvis	0.000929	10.0	Skin	0.021249	0.8
Heart	0.047686	2.1	Remainder (muscle)	0.022686	0.2
Breasts	0.026690	2.8	Total Body	0.029237	0.2
Liver	0.042920	1.0	Active bone marrow	0.034000	0.4
Stomach	0.023485	3.9	Skeleton	0.063048	0.4
Spleen	0.067965	2.5	Effective dose	0.030568	0.9
Kidneys	0.025408	2.9	Abs.fraction (%)	52.581350	

撮影部位別 組織・臓器別線量

撮影部位別組織・臓器線量表

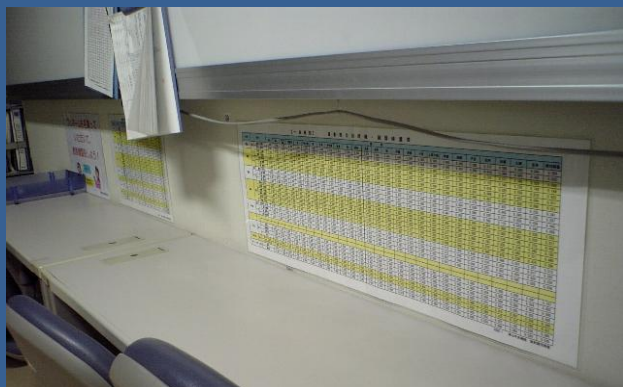
単位：mSv

大分類	部位	臓器																											
		眼鼻	睾丸	活発な骨髄	頭蓋骨	肺	下部大腸	胃	肝臓	甲状腺	食道	胸	膀胱	皮膚	副腎	脂	腎臓	脾臓	小腸	上部大腸	肺臓	胸腺	子宮	筋肉	胆嚢	心臓	全身	実効線量	
頭部	成人	頭部(正面)	0.00	0.00	0.03	0.20	0.00	0.00	0.00	0.21	0.01	0.00	0.00	0.07	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.02	
		頭部(側面)	0.00	0.00	0.03	0.16	0.00	0.00	0.00	0.13	0.02	0.00	0.00	0.06	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.02	
胸部	成人	胸部(正面)	0.00	0.00	0.03	0.06	0.10	0.00	0.02	0.04	0.02	0.06	0.03	0.00	0.02	0.10	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.07	0.02	0.00	0.02	0.01	0.05	0.03	0.03
		胸部(側面)	0.00	0.00	0.13	0.38	0.40	0.00	0.03	0.21	0.33	0.20	0.57	0.00	0.18	0.15	0.01	0.03	0.07	0.00	0.01	0.03	0.26	0.00	0.10	0.04	0.24	0.15	0.14
	小児	0歳胸部	0.01	0.00	0.01	0.03	0.03	0.01	0.04	0.03	0.05	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.05	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02
腹部	成人	3歳胸部	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.03	0.01	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	
		5歳胸部	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.04	0.00	0.01	0.04	0.00	0.01	0.01	
	小児	成人	腹部(正面)	0.46	0.02	0.10	0.16	0.09	0.39	0.95	0.68	0.00	0.04	0.02	0.68	0.18	0.17	0.00	0.16	0.44	0.62	0.74	0.28	0.01	0.58	0.22	0.84	0.12	0.22
椎体	成人	0歳腹部	0.03	0.08	0.01	0.05	0.03	0.03	0.05	0.05	0.00	0.01	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.02	0.00	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04
		3歳腹部	0.06	0.03	0.01	0.04	0.02	0.05	0.10	0.07	0.00	0.01	0.00	0.09	0.03	0.02	0.00	0.02	0.05	0.06	0.07	0.03	0.00	0.07	0.03	0.07	0.03	0.03	0.04
	小児	5歳腹部	0.06	0.06	0.01	0.05	0.02	0.08	0.13	0.11	0.00	0.01	0.01	0.13	0.04	0.02	0.00	0.03	0.06	0.09	0.11	0.04	0.00	0.09	0.04	0.12	0.02	0.04	0.06
骨盤	成人	頸椎(正面)	0.00	0.00	0.02	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.46	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.03	
		頸椎(側面)	0.00	0.00	0.02	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.18	0.04	0.00	0.00	0.05	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.02
	胸椎(正面)	0.00	0.00	0.18	0.44	0.88	0.00	0.41	0.48	2.05	0.35	1.83	0.00	0.31	0.25	0.01	0.05	0.40	0.01	0.01	0.21	2.00	0.00	0.23	0.08	1.18	0.27	0.43	
	胸椎(側面)	0.00	0.00	0.22	0.94	0.66	0.00	0.03	0.30	0.25	0.29	0.20	0.00	0.40	0.29	0.01	0.04	0.08	0.00	0.01	0.02	0.22	0.00	0.18	0.04	0.28	0.29	0.18	
	成人	腰椎(正面)	0.82	0.01	0.12	0.18	0.04	0.54	1.50	0.94	0.00	0.02	0.01	0.40	0.27	0.17	0.00	0.25	0.62	1.05	1.25	0.38	0.01	0.91	0.31	1.33	0.06	0.31	0.49
骨盤	成人	腰椎(側面)	0.57	0.01	0.22	0.80	0.04	0.05	0.09	1.58	0.00	0.02	0.01	0.13	0.64	0.19	0.00	1.07	0.19	0.60	1.08	0.04	0.01	0.30	0.39	0.88	0.04	0.47	0.30
		成人	股関節(正面)	0.70	2.41	0.09	0.23	0.00	0.73	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	1.45	0.31	0.01	0.00	0.03	0.02	0.70	0.72	0.01	0.00	0.84	0.32	0.09	0.00	0.29
	小児	0歳股関節	0.04	0.08	0.00	0.03	0.00	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.01	0.00	0.04	0.02	0.03	0.00	0.02	0.02
上肢	成人	3歳股関節	0.05	0.19	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.02	0.04	
		5歳股関節	0.06	0.20	0.01	0.03	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.03	0.04	
	成人	前腕																											
下肢	成人	手指																											
		成人	大腿	0.01	1.22	0.01	0.12	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	0.00	0.00	0.10	0.14
	小児	膝関節	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
婦人科	成人	足関節	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		中足	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	成人	グースマン法	0.65	0.07	0.23	0.43	0.01	0.11	0.05	0.25	0.00	0.00	0.00	0.42	0.36	0.04	0.00	0.21	0.07	0.61	1.10	0.02	0.00	0.48	0.32	0.41	0.01	0.33	0.25
ポータブルリス(-)	成人	マル子ウス法	0.49	0.12	0.13	0.23	0.06	0.52	1.25	0.85	0.00	0.03	0.03	0.85	0.24	0.03	0.00	0.21	0.59	0.73	0.91	0.29	0.02	0.63	0.29	1.11	0.13	0.29	0.43
		成人	胸部	0.00	0.00	0.03	0.00	0.11	0.00	0.09	0.08	0.15	0.04	0.33	0.00	0.05	0.02	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.03	0.30	0.00	0.03	0.03	0.16	0.04
ポータブルリス(-)	小児	腹部	0.29	0.02	0.07	0.00	0.04	0.27	0.62	0.41	0.00	0.07	0.01	0.53	0.16	0.06	0.00	0.08	0.23	0.38	0.45	0.14	0.00	0.34	0.15	0.47	0.04	0.15	0.21
		小児	胸部	0.05	0.01	0.02	0.00	0.07	0.05	0.10	0.09	0.08	0.04	0.31	0.10	0.07	0.01	0.00	0.02	0.05	0.06	0.08	0.03	0.14	0.05	0.05	0.07	0.11	0.05

※ 上肢についてはPONXソフトで正確に算出されなかったため受動となっている。

説明

組織臓器別吸収線量一覧



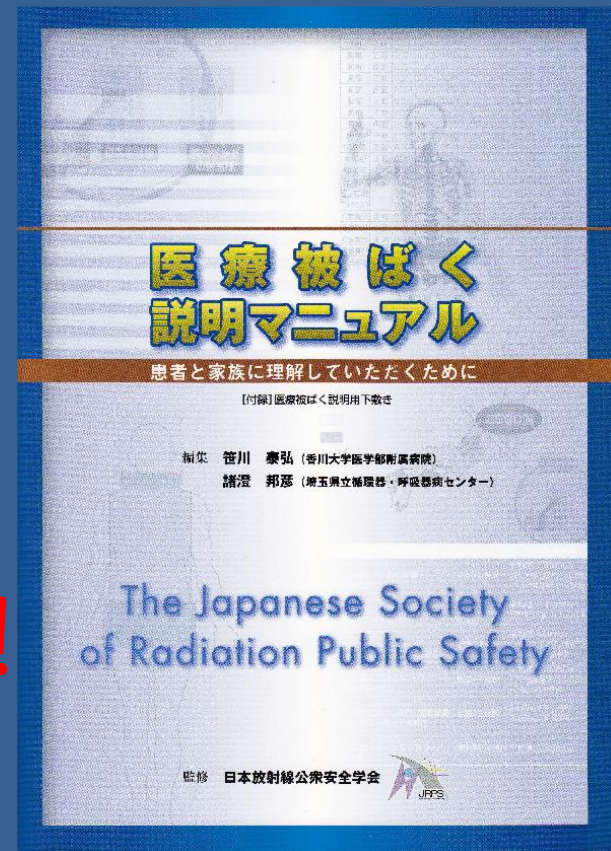
説明

患者からの質問や相談に対して
明確にわかりやすく説明するために

得られた情報の共有と
相談を受け入れる体制が重要！

- 組織臓器別吸収線量一覧
- 相談の対応方法を明文化した手順書
- 相談コーナー

等



例え

ば



先日、救急外来を受診し、
全身CT検査と腰椎2方向の単純X線撮影をしました。

その後、妊娠が分かったのですが、
胎児に対する被曝の影響はありますでしょうか？

「胸部から骨盤腔までの単純CT検査」ImPACTで算出した臓器別吸収線量



部位	胸	甲状腺	皮膚	大腸	小腸	肝臓	脾臓	脾臓	腎臓	副腎	卵巢	子宮	膀胱
00全身単純	13.04	27.70	11.70	11.00	14.00	15.01	14.01	15.01	17.00	15.01	12.00	12.00	5.20

「腰椎2方向撮影」PCXMCで算出した臓器別吸収線量



撮影部位	胸	甲状腺	皮膚	大腸	小腸	肝臓	脾臓	脾臓	腎臓	副腎	卵巢	子宮	膀胱
腰椎（正面）	0.013	0.000	0.269	1.252	1.050	0.944	0.617	0.376	0.249	0.167	0.824	0.911	0.399
腰椎（側面）	0.013	0.000	0.640	1.080	0.598	1.576	0.187	0.042	1.067	0.187	0.566	0.302	0.134

子宮の推定合計線量は、13.2mGy

まとめ

X線発生機器の精度管理が重要

診断領域X線の吸収線量測定のプロフローチャートに基づき入射表面線量を算出

入射表面線量はガイドライン値の参考値と比較する

被曝による影響を予測するには組織臓器別線量が必要

しかし、当院ではデフォルト値での評価であり、
患者の体型に応じた評価は出来ていない。

被曝線量を正確に管理するには
MPPS,RDSRなどにより、撮影毎に撮影条件がデータ記録できることが望ましい。

そして、各撮影室の各管球の各患者の各撮影部位の各方向の各撮影条件
による組織臓器線量が算出できることが望ましい。

ご清聴ありがとうございました。



岡山大学・津山中央病院 共同運用がん陽子線治療センター

平成28年3月治療開始予定