



ポータブル装置を用いた 散乱線線量測定

放射線科
横川 智也

背景・目的

- 現在、各施設では使用装置や撮影条件などが異なる為、公表されている情報が必ずしも当院の線量分布に一致するわけではない。
- 今回、当院で使用しているポータブル装置において、各撮影条件における散乱線線量の測定と線量分布図の作成をした。

ポータブル撮影と適用

- 移動困難な患者のいる一般病室などに移動して移動型X線装置を使用し、撮影することである。

→移動困難な患者とは？

- ① 術後の患者
- ② 牽引などを行っている患者
- ③ 処置（カテーテル留置など）を行なった患者
- ④ 急変している患者
- ⑤ 重症な患者
- ⑥ 呼吸器などの機械を装着している患者

など



知識のおさらい

Sv（シーベルト）とGy（グレイ）

- Sv（シーベルト）とGy（グレイ）は、被ばく線量の単位として使われている。
- 生体（人体）が受けた放射線の影響は、受けた放射線の種類と対象組織によって異なるため、Gy（グレイ）に、放射線の種類ないし対象組織ごとに定められた補正係数を乗じてSv（シーベルト）を算出している。
$$\text{Sv（シーベルト）} = \text{補正係数} \times \text{Gy（グレイ）}$$
- 例えば、
X線やγ線（ガンマ線）では、 $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Sv}$ になるが、α線（アルファ線）では、 $1 \text{ Gy} = 20 \text{ Sv}$ になる。
- 今回の測定では、SvをGyに置き換えて考えても差し支えないと考える。

確率的影響と確定的影響

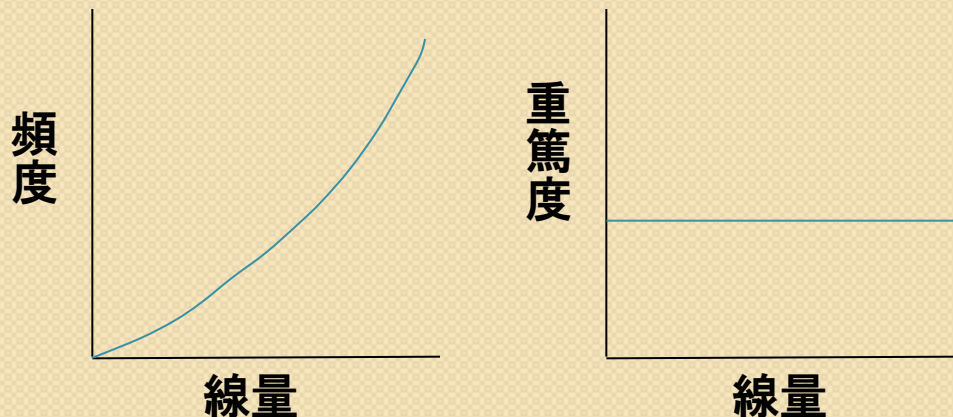
確率的影響

- しきい線量がない。
- ※しきい線量とは... この
の線量を超えて被ばくすると1~5%の人に障害が生じる線量。
- 被ばく線量と発生確率が比例関係にある。障害重篤度は線量に無関係である。
- 例：放射線誘発ガン、放射線誘発遺伝的影響

確定的影響

- しきい線量がある。
(しきい線量を超えなければ影響が起こらない)
- しきい値を超えれば、被ばく線量と発生確率・障害重篤度と比例する。
- 例：放射線皮膚障害、急性放射線症、胎児の奇形、白内障など。

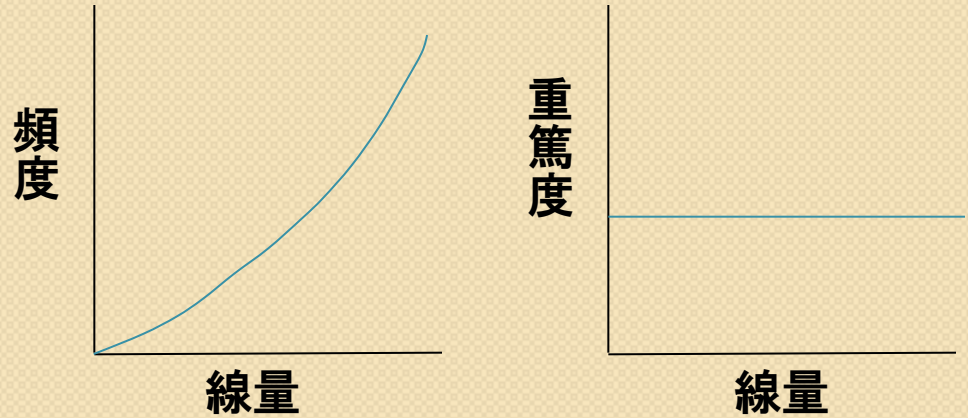
確率的影響



- 被ばく線量と障害が起きる確率が比例している。しきい値がないため少ない被ばく線量でも障害が起こりうると考えられている。
- ただし、100mSv以下の被ばくで障害が有意に増えたというデータはない。

確率的影響

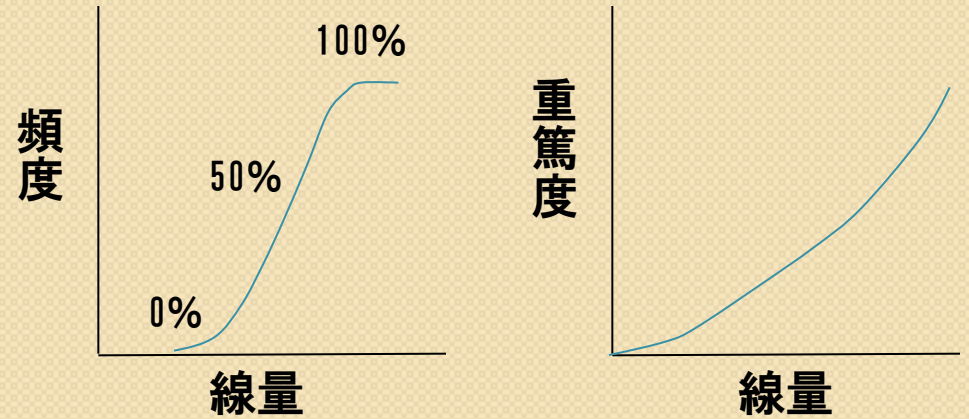
致死がんの確率



- 1Sv → 5%の確率で致死ガンに至る

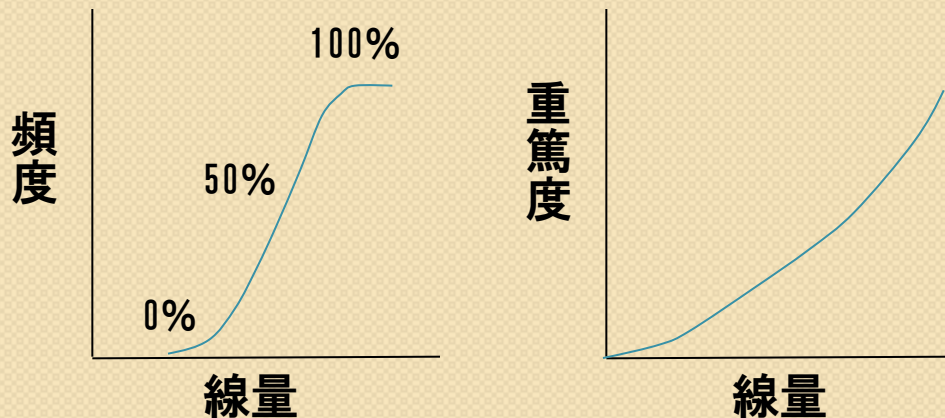
計算上では $1\mu\text{Sv} \rightarrow 0.000005\%$ の確率となるが100mSv以下では有意に増加したというデータはない。

確定的影響



- しきい線量がある。
(しきい線量を超えなければ影響が起こらない)
- 例：放射線皮膚障害、急性放射線症、胎児の奇形、白内障など。

確定的影響 しきい値



影響	しきい値 (Gy)
白血球（リンパ球）の減少	0.25Gy (250mGy)
悪心・吐き気・嘔吐	1.00Gy (1000mGy)
一時的不妊	
男性	0.10Gy (100mGy)
女性	0.65～1.5Gy (650～1500mGy)
永久不妊	
男性	3.50～6.00Gy (350～6000mGy)
女性	2.50～6.00Gy (250～6000mGy)
脱毛	3.00Gy (3000mGy)
皮膚の紅斑	3.00Gy (3000mGy)
白内障	2.00Gy (2000mGy)

線量限度と自然被ばく

線量限度

- 一般公衆では、ICRP勧告により年間1 mSvを線量限度としている。

※線量限度とは...
放射線障害が発生しないように設定された線量値である。

自然被ばく

- 世界平均 年間約2.4mSv
-主な要因
 - ①宇宙線→年間約0.38mSv
 - ②大地（地球）→年間約0.46mSv
 - ③食物（人体）→年間約0.23mSv
 - ④空気（主にラドン： ^{222}Rn)
→年間約1.30mSv
- 日本平均 年間約1.5mSv
(一日平均約4.1 μSv)

放射線業務従事者に対する線量限度

実効線量限度

- ①5年間（4月1日を始期とする5年間）につき100mSv
- ②4月1日を始期とする1年間につき50mSv

眼の水晶体の等価線量限度

4月1日を始期とする1年間につき150mSv

皮膚の等価線量限度

4月1日を始期とする1年間につき500mSv

女性*

実効線量：3月につき5mSv

妊娠と診断された女性（妊娠と診断された日から出産までの期間）

外部被ばく

腹部表面の等価線量限度：2mSv

内部被ばく

母体の実効線量限度：1mSv

放射線防護法令（2001年4月1日施行）

*妊娠不能と診断された女子、及び妊娠の意思のない旨を使用者等に書面で申し出た女子以外の女子



本題に戻ります

方法

① 20cmアクリルファントムに胸部、腹部の撮影条件で照射し、各測定点での散乱線線量を測定した。

- 胸部条件

管電圧：84kV

管電流時間積（mAs値）：4mAs

照射野：大角サイズ（14cm×14cm）

- 腹部条件

管電圧：86kV

管電流時間積（mAs値）：10mAs

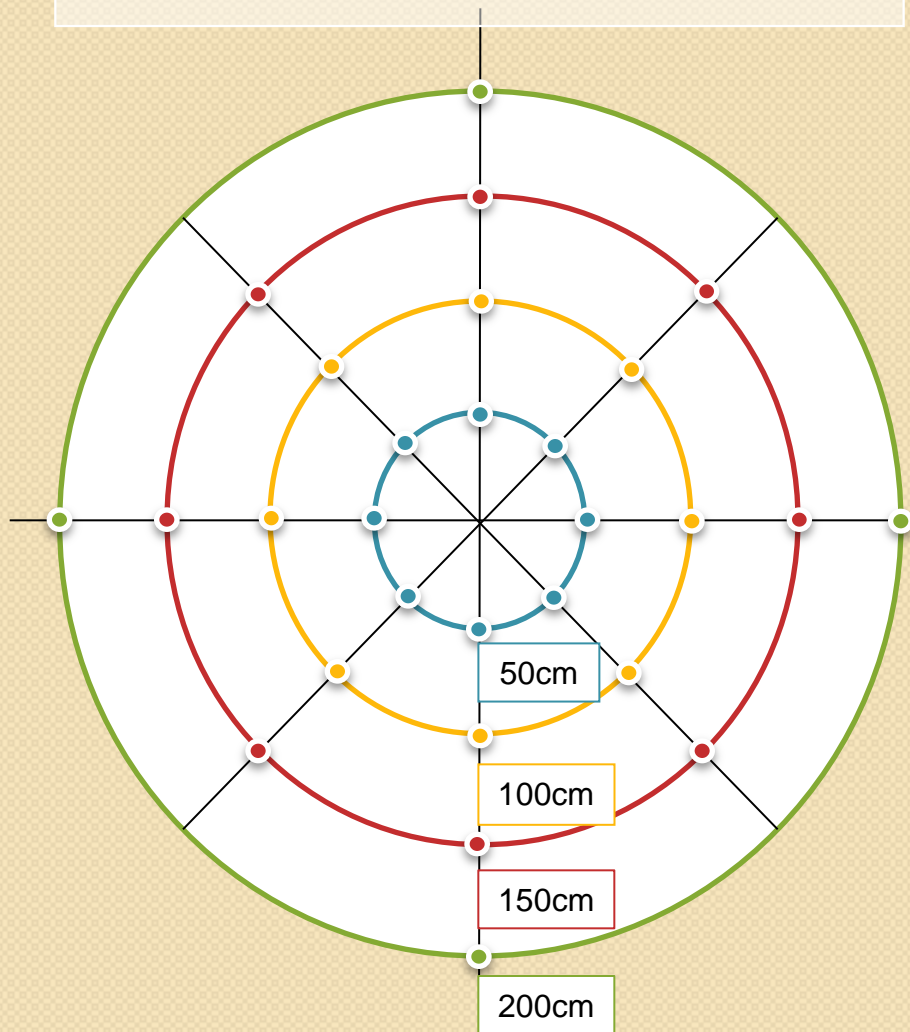
照射野：半切サイズ（14cm×17cm）

② 測定箇所 28ヶ所（縦8箇所、横8箇所、斜め12箇所）

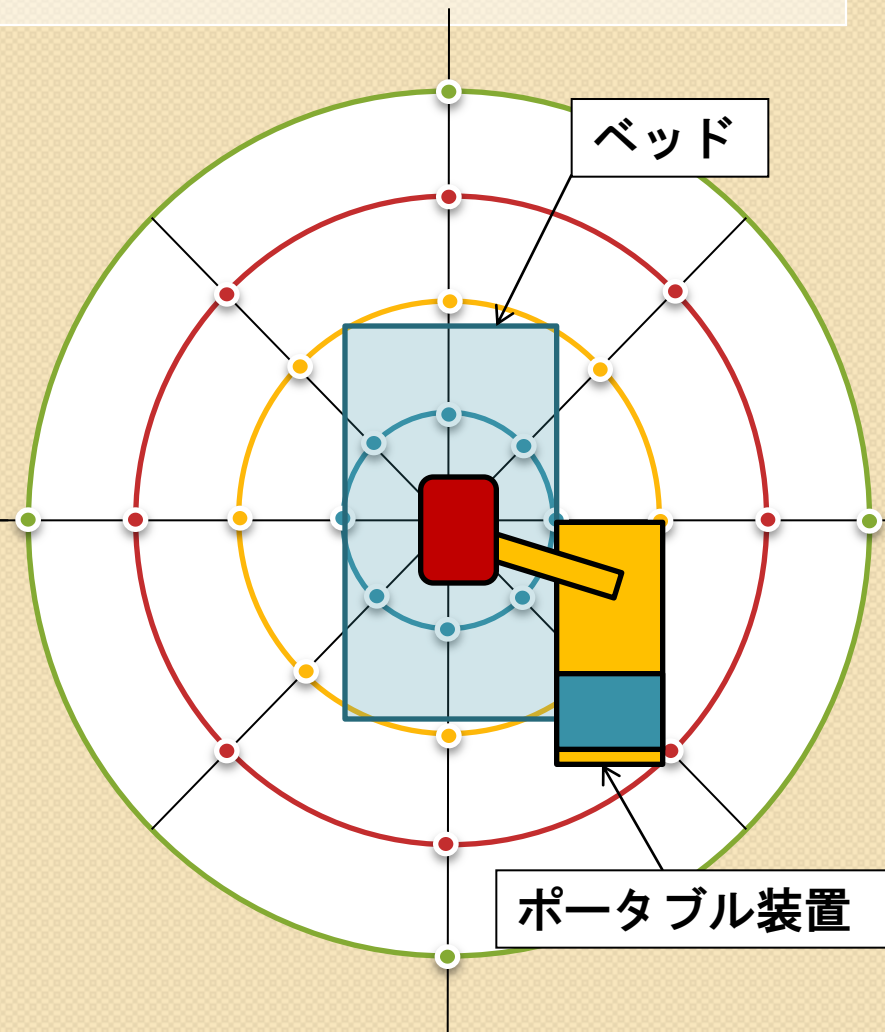
高さ 2ヶ所（75cm・150cm）

計 56ヶ所 各3回照射

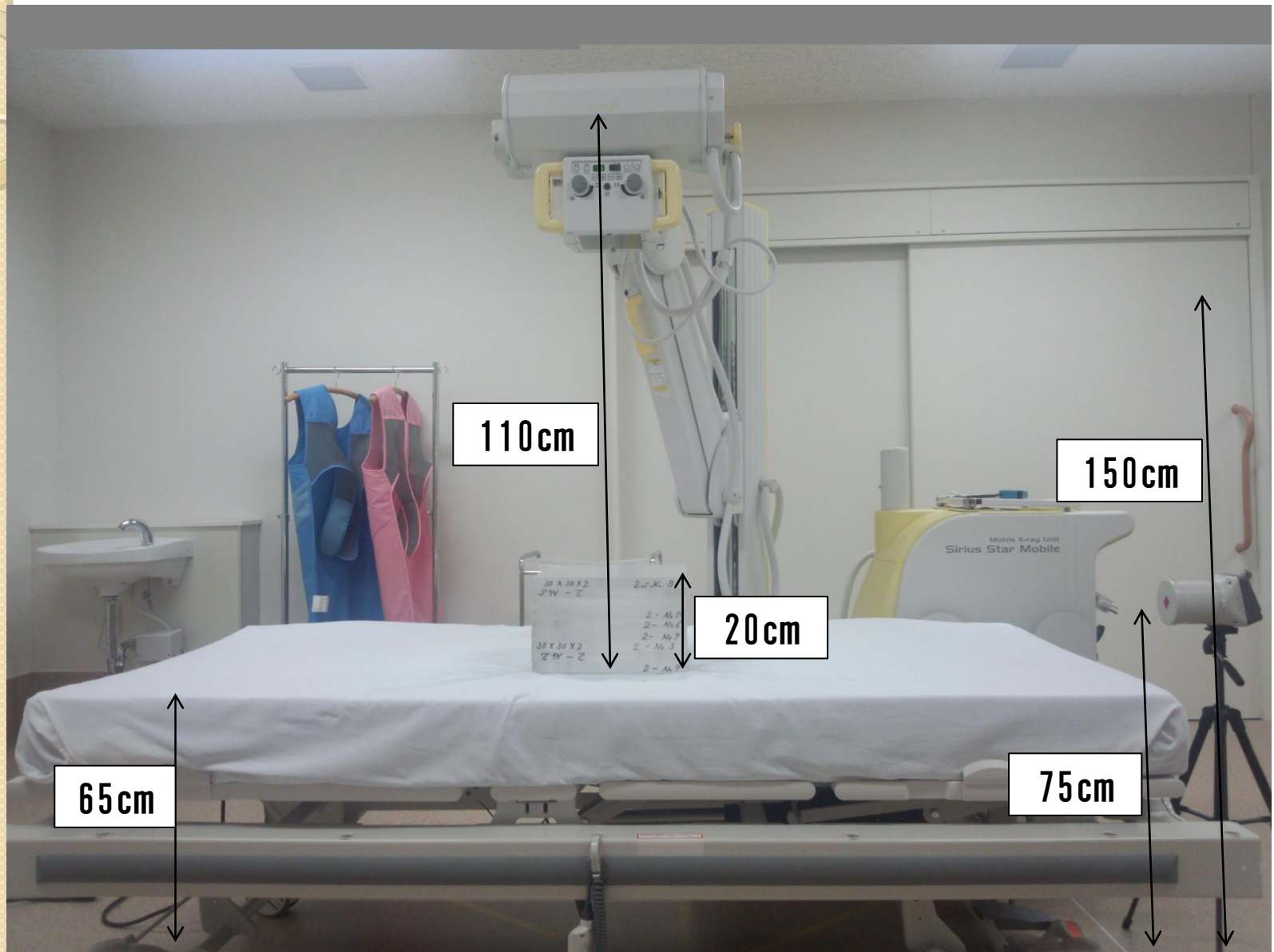
測定点



ポータブル装置の配置



幾何学的配置

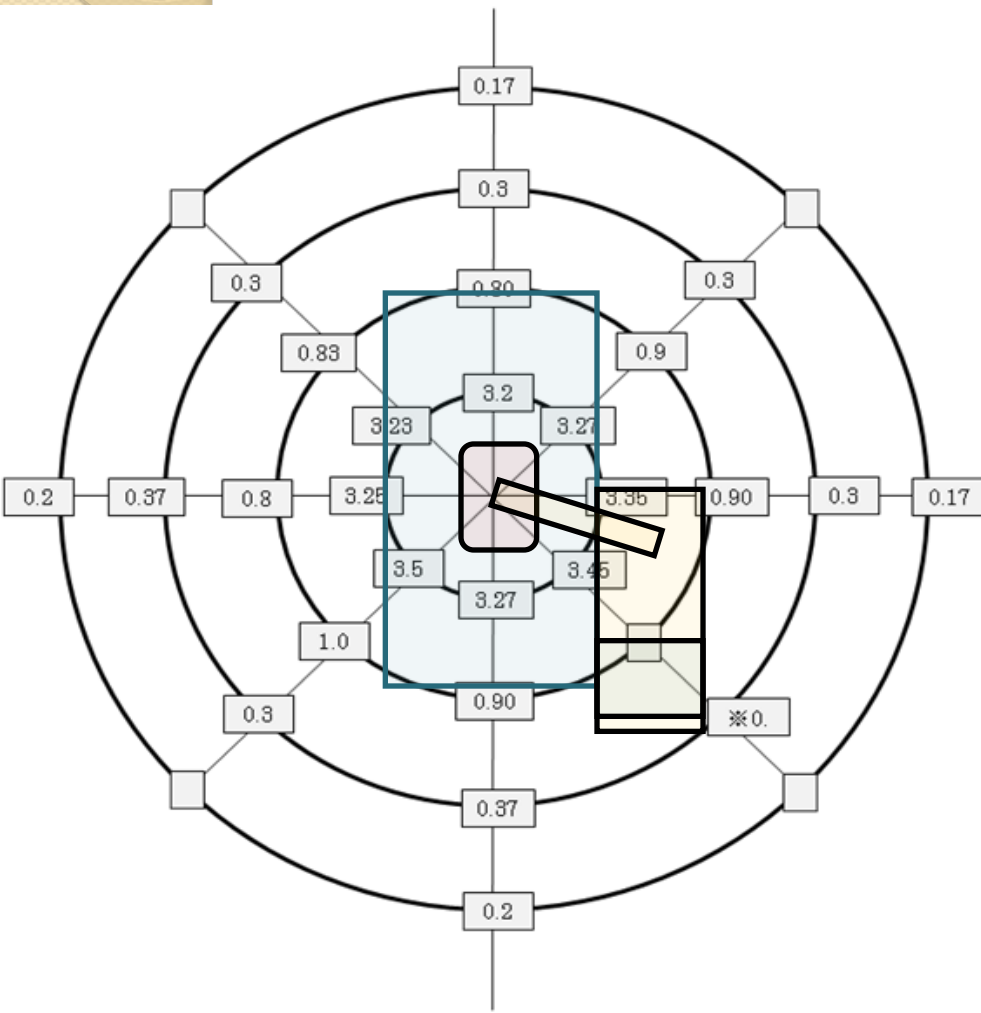


使用機器

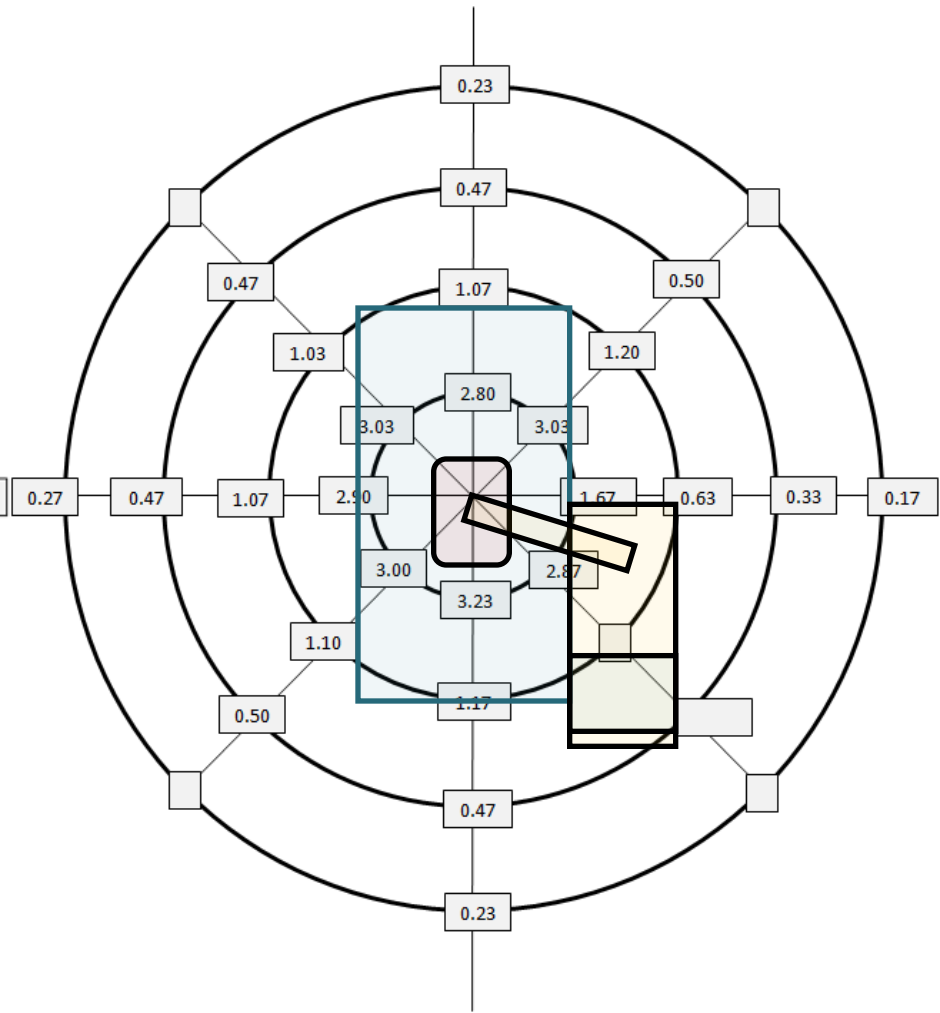
- **移動型アナログ式汎用一体型X線診断装置**
 - ： 形式 シリウス130Hシリーズ
 - ： 日立メディコ社製
- **電離箱式サーベイメーター**
 - ： 形式 ICS - 321
 - ： 千代田テクノル社製
- **アクリルファントム**
- **散乱線分布図作成ソフト**： SS3000

測定結果 ～胸部条件～

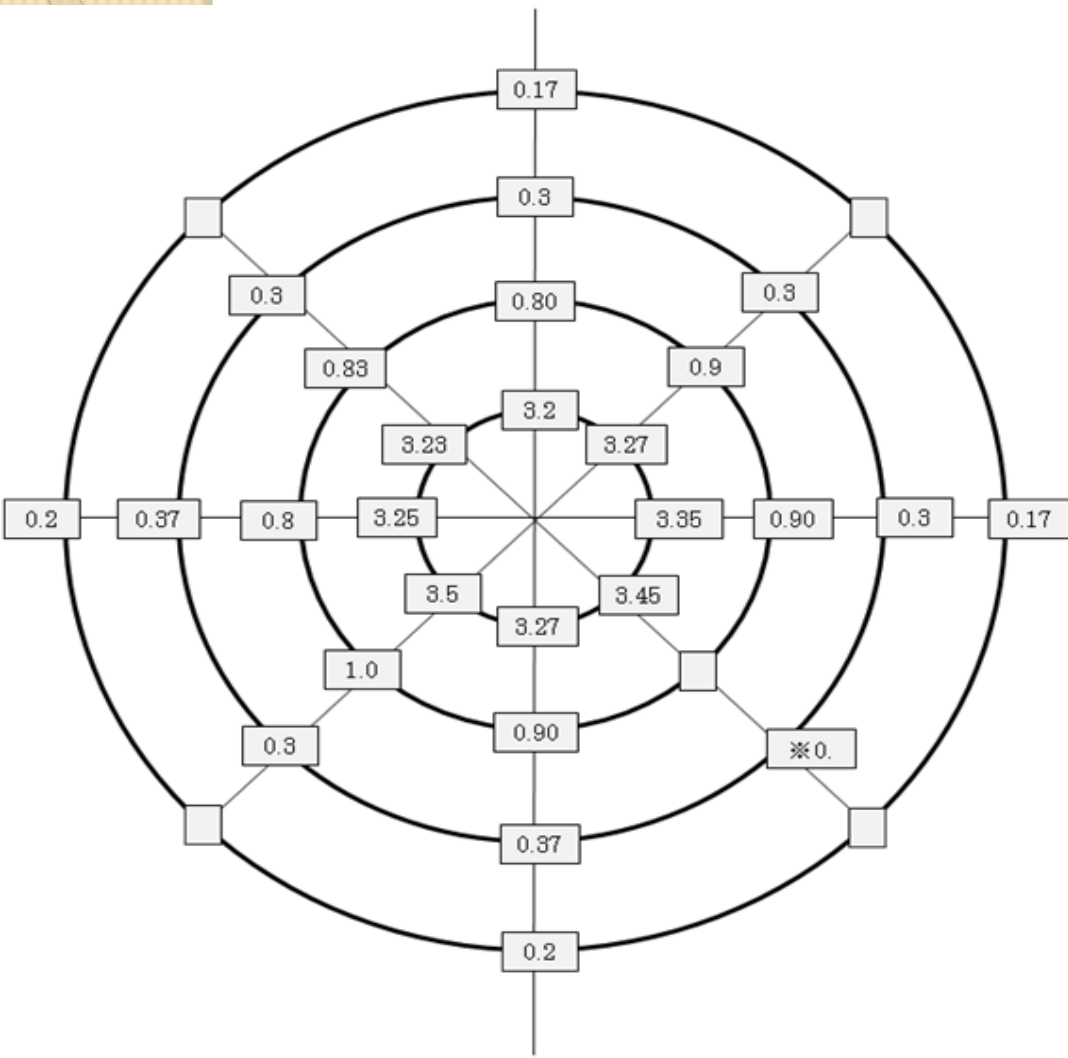
胸部条件 高さ75cm



胸部条件 高さ150cm



胸部条件 84kV 4mAs 高さ75cm 最大線量と最小線量の平均値

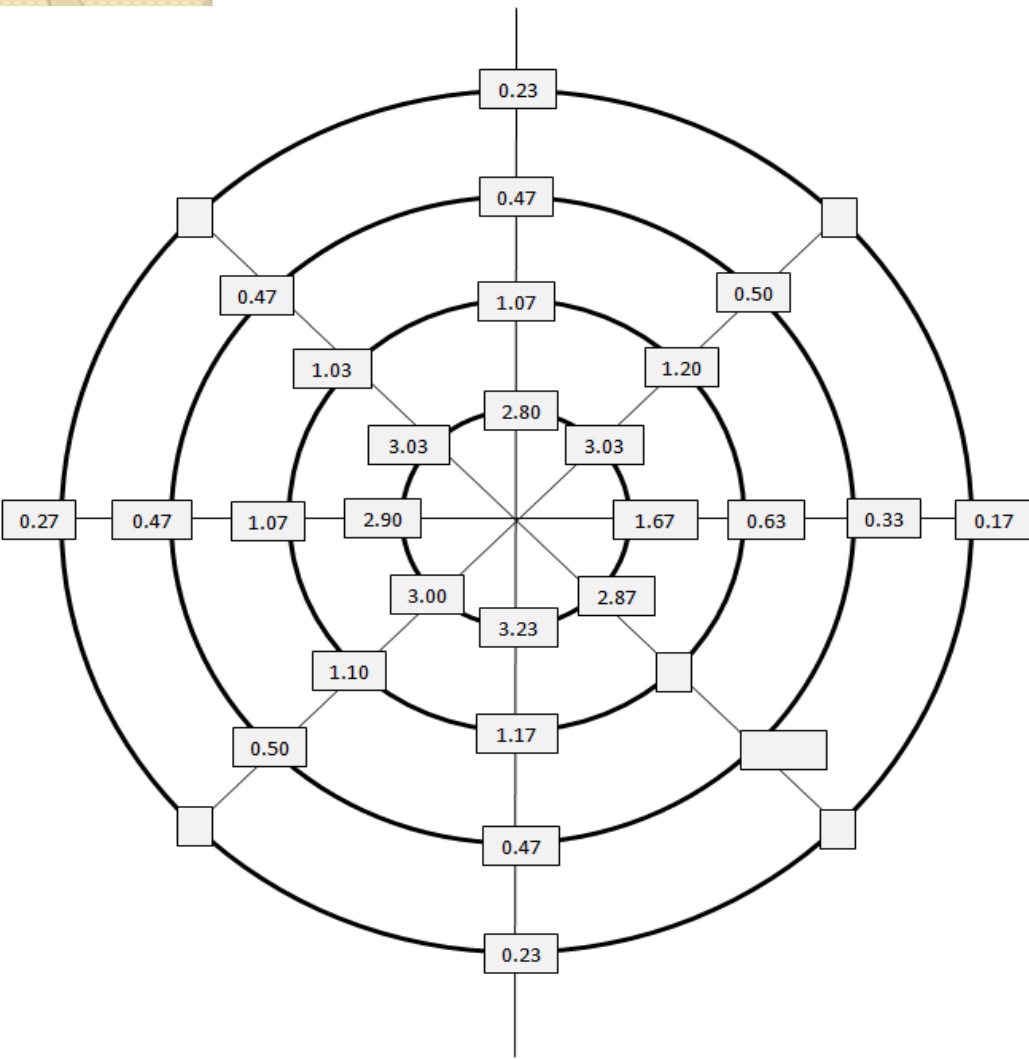


- 最大線量
(距離50cm)
→ 平均3.32 μSv

- 最小線量
(距離200cm)
→ 平均0.19 μSv

胸部条件 84kV 4mAs 高さ150cm

最大線量と最小線量の平均値

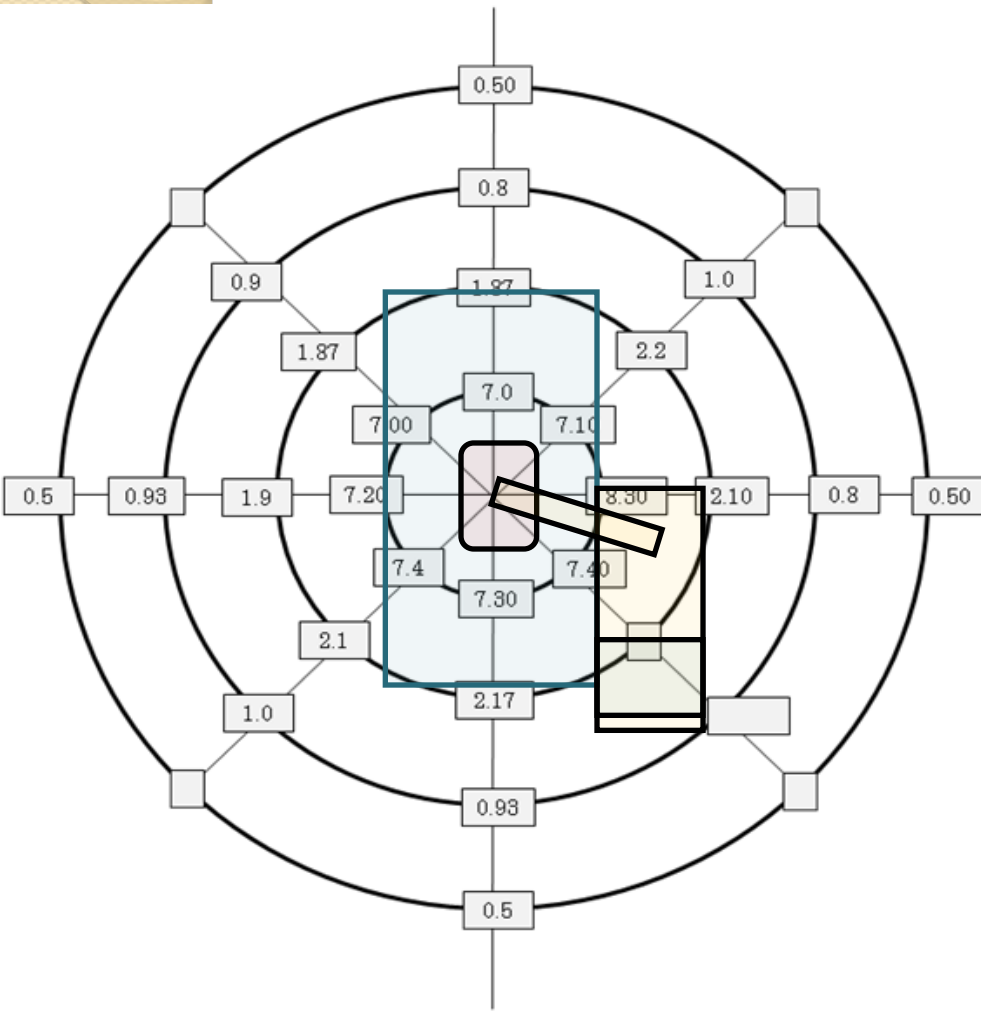


- 最大線量
(距離50cm)
→ 平均2.82 μSv

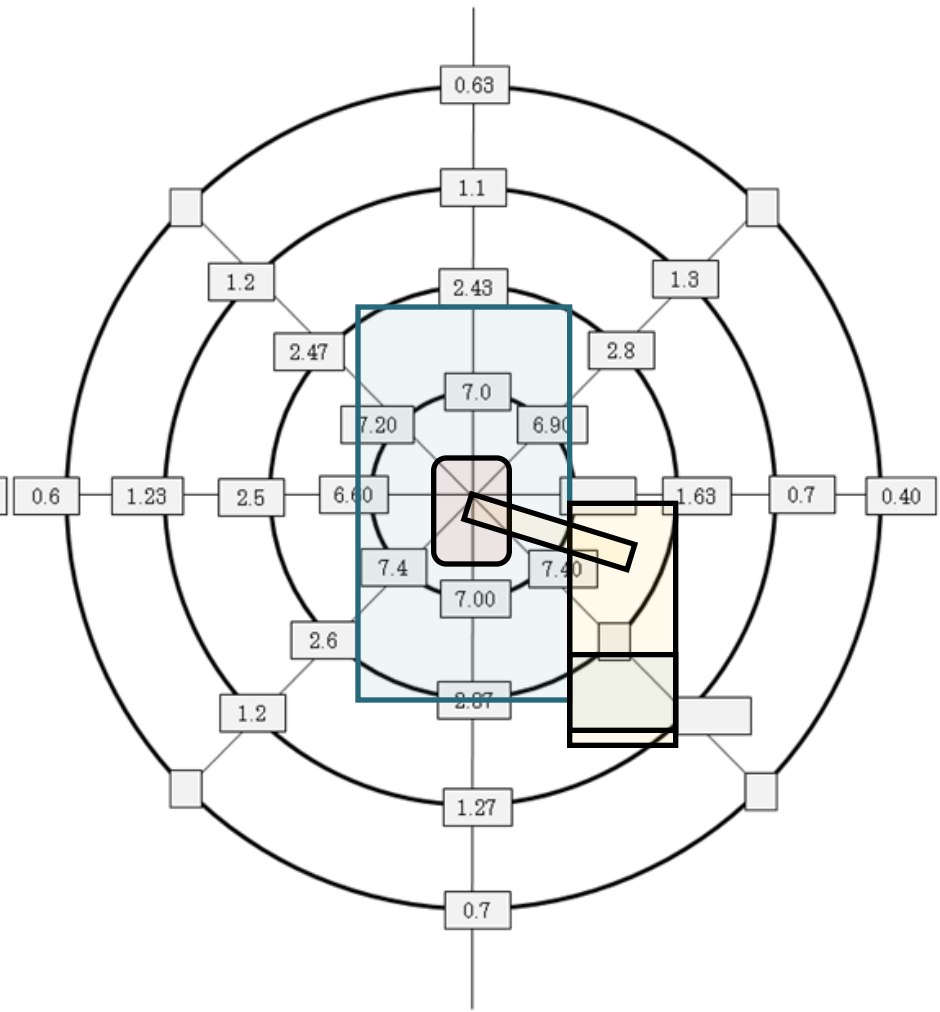
- 最小線量
(距離200cm)
→ 平均0.26 μSv

測定結果 ～腹部条件～

腹部条件 高さ75cm

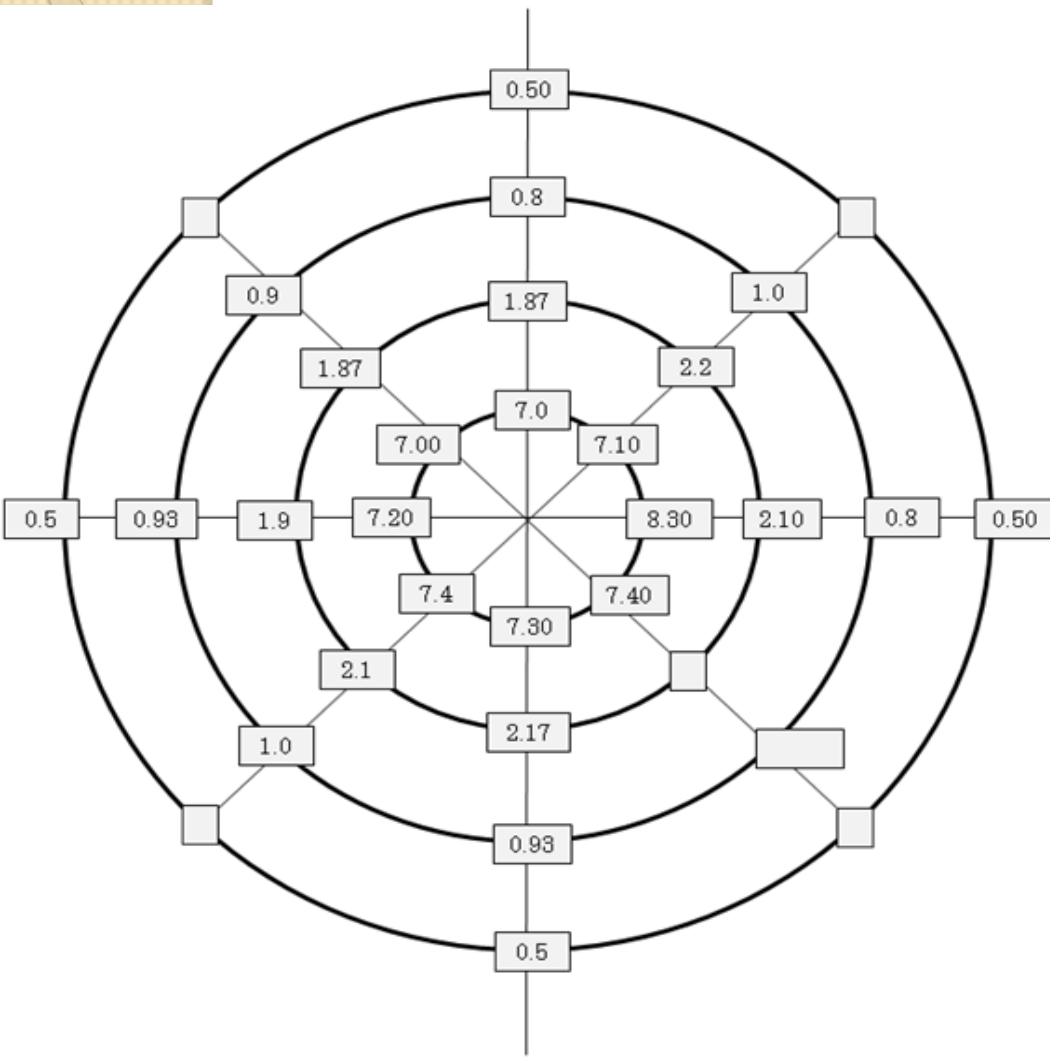


腹部条件 高さ150cm



腹部条件 86kV 10mAs 高さ75cm

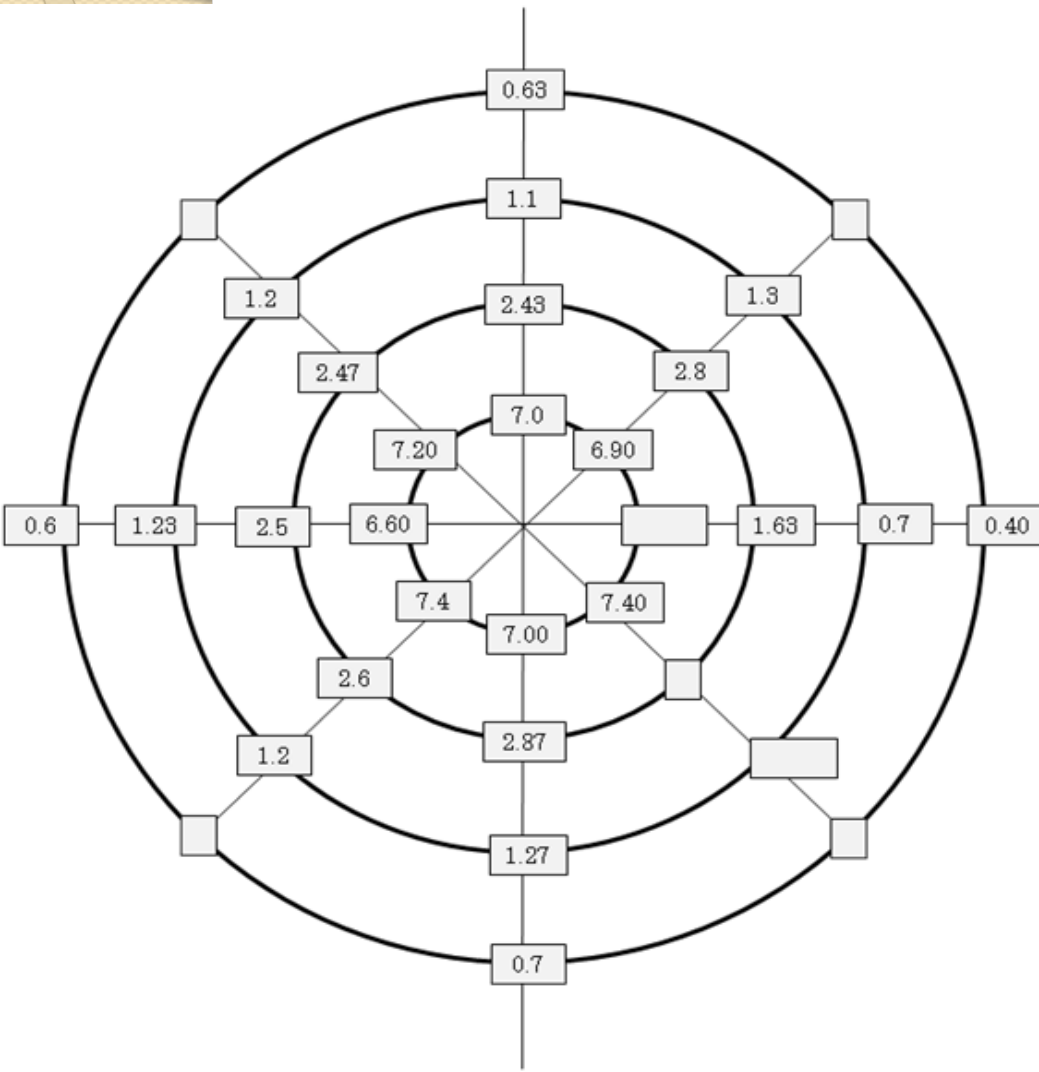
最大線量と最小線量の平均値



- 最大線量
(距離50cm)
→ 平均7.43 μSv

- 最小線量
(距離200cm)
→ 平均0.52 μSv

腹部条件 86kV 10mAs 高さ150cm 最大線量と最小線量の平均値



- **最大線量**
(距離50cm)
→ 平均 $7.07 \mu\text{Sv}$

- **最小線量**
(距離200cm)
→ 平均 $0.60 \mu\text{Sv}$

各撮影条件における平均線量

- 胸部条件

→最大線量 (距離50cm)

: 高さ75cm - 平均3.32 μ Sv

: 高さ150cm - 平均2.82 μ Sv

→最小線量 (距離200cm)

: 高さ75cm - 平均0.19 μ Sv

: 高さ150cm - 平均0.26 μ Sv

- 腹部条件

→最大線量 (距離50cm)

: 高さ75cm - 平均7.43 μ Sv

: 高さ150cm - 平均7.07 μ Sv

→最小線量 (距離200cm)

: 高さ75cm - 平均0.52 μ Sv

: 高さ150cm - 平均0.60 μ Sv

考察

- 2m以上離れれば $1\ \mu\text{Sv}$ 以下になることがわかる。
要因：距離の逆二乗の法則が成り立つため
→距離を X 倍離すことにより、線量は $1/X^2$ 減少する
- 距離が近いほど75cmより150cmの方が線量が高くなる。
要因：多重絞りに近からの散乱線の影響の増加のため（次回検討 照射野サイズの影響について調べる）
- ベッドの頭側の方が尾側と比べると線量が高くなる。
要因：管球のヒール効果の影響のため
→ X 強度分布が一定ではなく、陽極側に比べ陰極側で強度が高くなる

まとめ

ICRP勧告 一般公衆の線量限度との比較

- 一般公衆の線量限度は1mSv/年である。
下記に示す通り、1mSvに近づくには約340～5000回の照射が必要であることがわかる。
 - 病室で撮影を行う際の患者環境とすれば少なくとも200cm以上離すことで不要な放射線被ばくの低減ができる。
 - 同室に他患者がいる場合には、被ばくに配慮し機械設置を行うと共に、必要に応じて放射線防護具を用いる事により被ばくに対する不安感の低減につながると考える。（※ただし、頭部の側面撮影などにより線束方向にいる場合は除く。）

	100cm	150cm	200cm
胸部（75cm）	約1000回	約2700回	約5000回
胸部（150cm）	約830回	約2100回	約3700回
腹部（75cm）	約440回	約1000回	約1800回
腹部（150cm）	約340回	約760回	約1400回

まとめ

患者家族への配慮

- 患者の付き添いの家族

測定結果より照射中心から離れることにより散乱線線量が少なくなる為、200cm以上離れれば退出しなくても良いと考える。しかし、低線量の放射線の影響が科学的に解明されなければ、どの程度離れば良いのか決めることができないため、被ばくの不安という気持ちを考えると退出してもらうのも妥当と考える。

もし移動に時間を要する、または移動困難な場合には、被ばく線量が少ない事について理解を得た上で、患者からなるべく離れてもらい、できれば装置・放射線技師の後ろにいてもらうように声をかける必要があると考える。場合によっては、放射線防護具を用いることで不安を低減できると考える。

まとめ

医療従事者への配慮

- 医療従事者

1) 体位保持が困難な場合の介助（抑え）でその場を離れることができない場合

→基本的に直接介助する場合には、放射線防護具着用する必要がある。

→介助してもらおう場合には、線量分布図より線量の少ない所での介助をしてもらう。

2) 隣接する患者の急変や処置の対応でその場を離れることができない場合

→その場を離れることができないことを放射線技師に伝えてもらう。

→可能な限り、撮影時のみ離れてもらう。

→離れることが出来なければ、装置などを間に配置したり、放射線防護具着用してもらう。

上記を行うことにより、不必要な放射線被ばくを低減できると考える。

結語

- ポータブル撮影装置における胸部・腹部撮影条件の散乱線線量の測定を行った。
- 測定結果より、撮影中心から距離が離れるにつれて線量が小さくなることを確認した（距離の逆二乗の法則）。
- 一般公衆の線量限度と比較しても低線量であることがわかったが、撮影する上で関係者に対して最大限の配慮や対応をしていく必要があると考えた。

今後の課題

- 今回実験できなかった照射野サイズによるコリメータ付近での散乱線の影響について調べる。
- ポータブルでの新生児保育器（クベース）撮影・NICU内での撮影などの他の撮影における散乱線線量の測定を行い、線量分布の掲示などを行い患者家族や関係者の不安の低減に努めたい。



ご清聴ありがとうございました

参考文献

- 社団法人 日本アイソトープ協会：
2007年版 アイソトープ法令集
- 辻本 忠/草間 朋子：放射線防護の
基礎 第3版