

放射線治療学II

(線量測定・深部線量関数)

1st-2nd-3rd

高エネルギーX線(光子線)の水吸収線量の標準計測

① 絶対線量計 (absolute dosimeter)

電離箱、熱量計、化学線量計(フリッケ線量計)がある。

校正しなくてもそれ自身で線量測定可能。

「絶対測定」:非常に正確。様々な正確な値が必要。

めんどくさいのでリファレンス線量計による相対測定を行う

② リファレンス線量計 (reference dosimeter)

絶対線量計と校正することで線量を求める。その施設の基準線量計となる

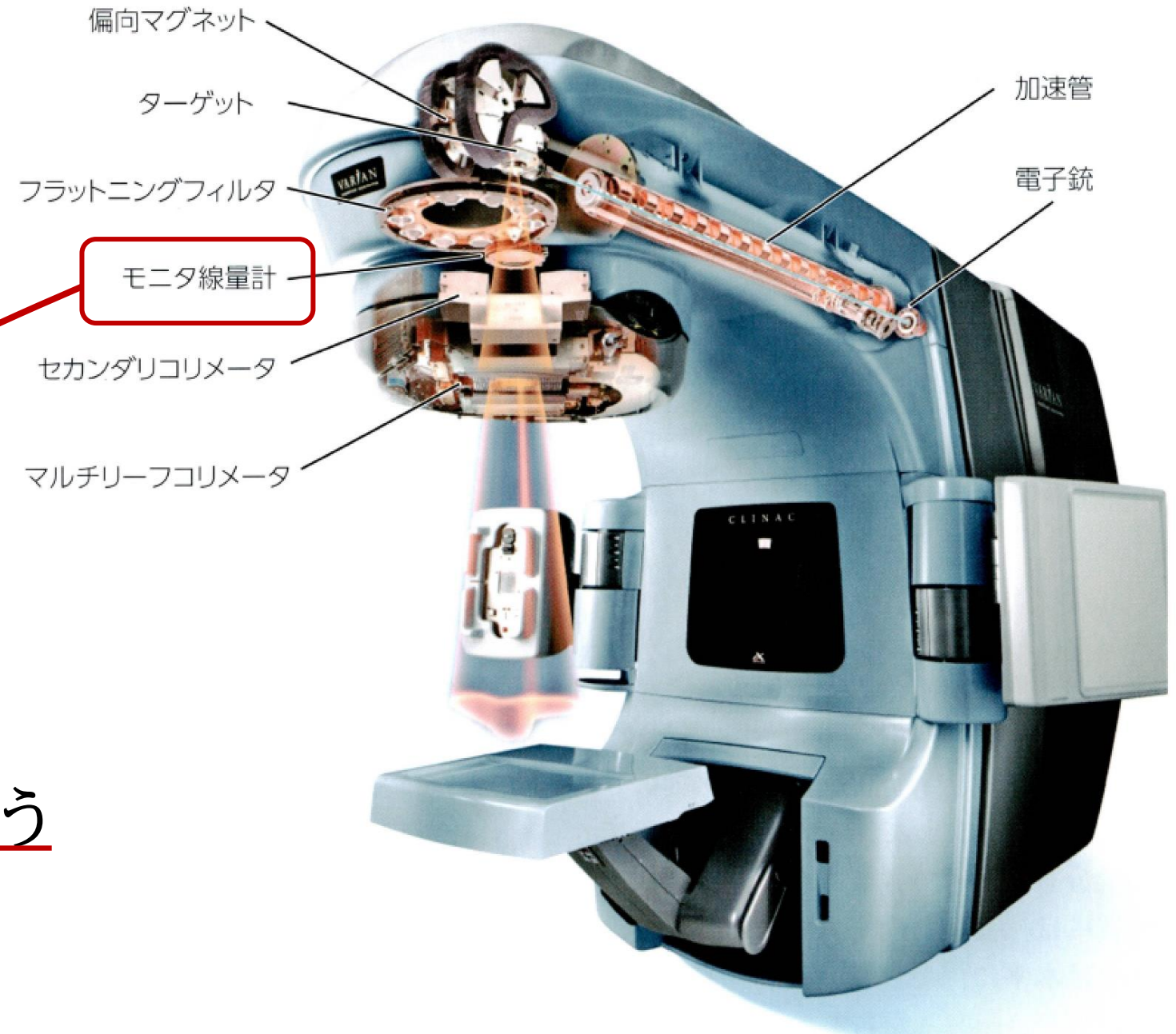
③ フィールド線量計 (field dosimeter)

日常使用の線量計。 TLD、半導体、ダイヤモンド、MOSFFET線量計等

リファレンス線量計と校正することで相対線量計として使用できる。

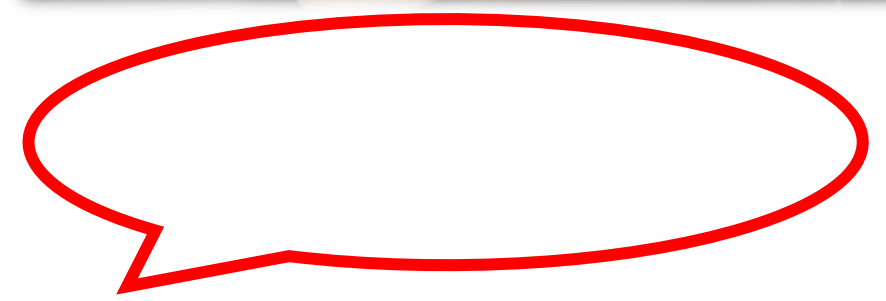
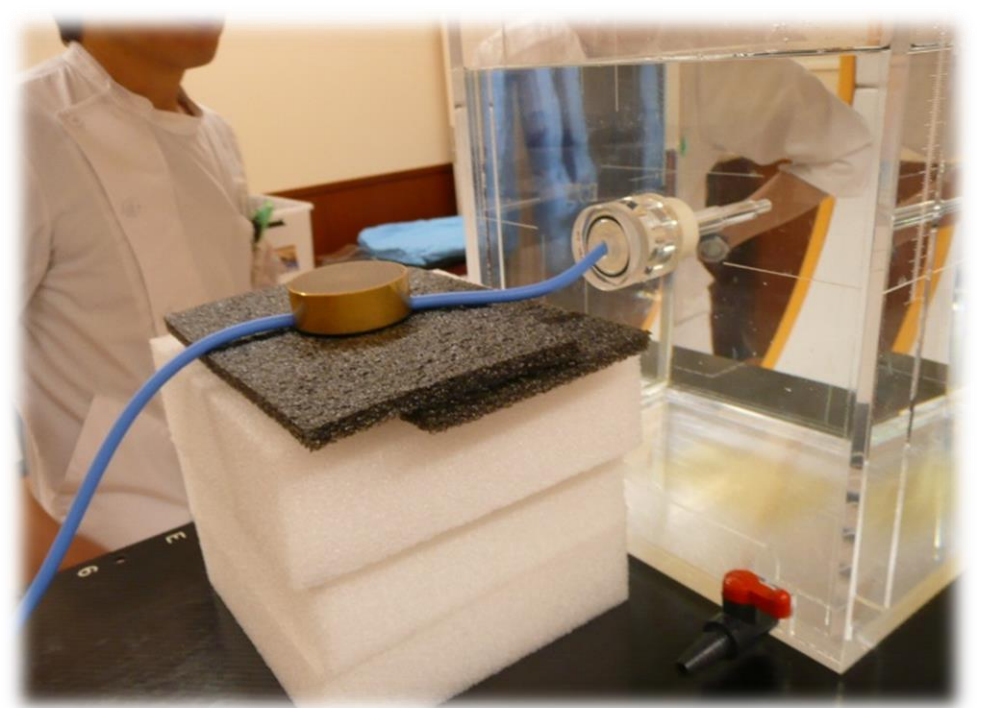
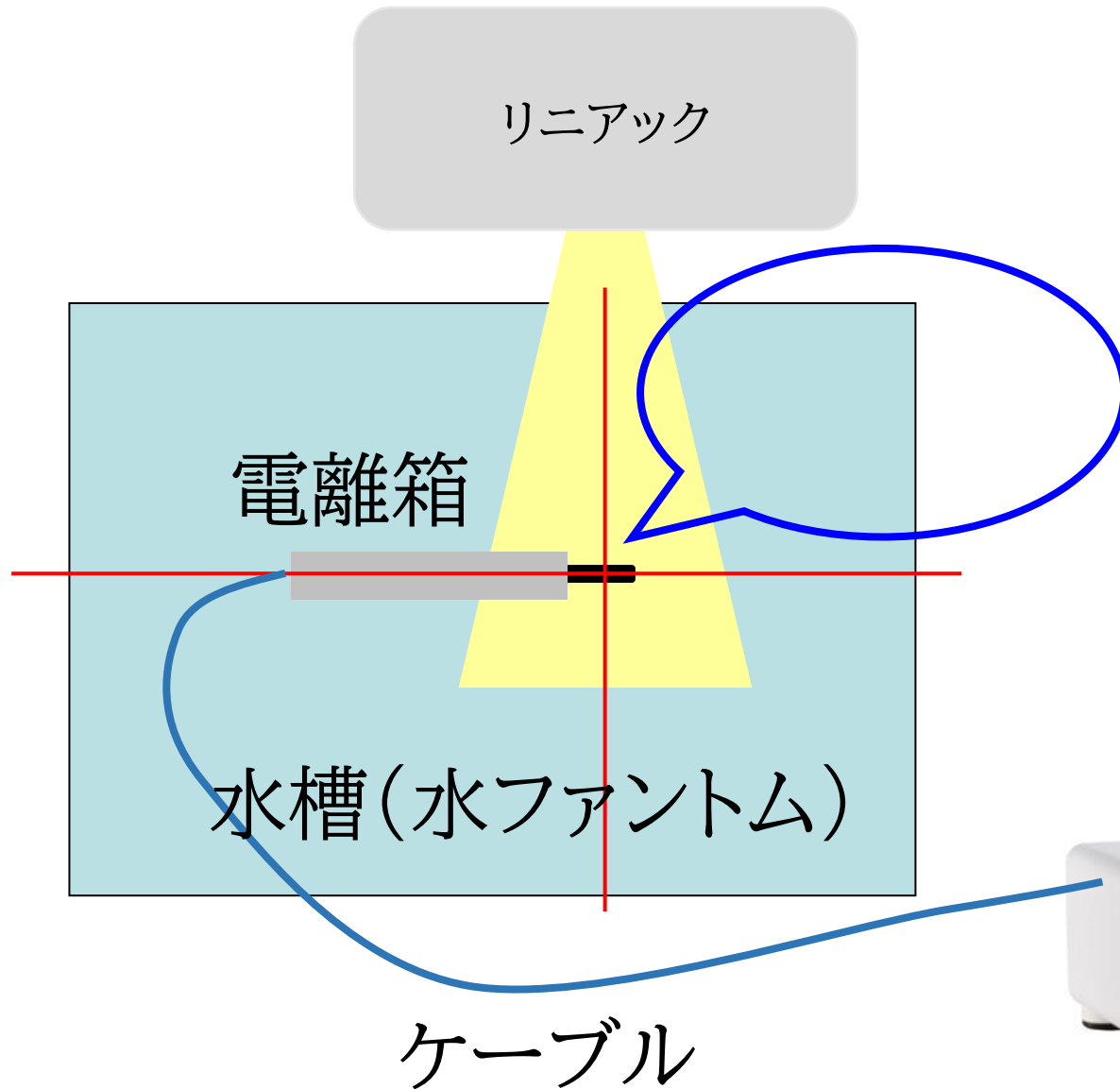
精度は悪い。大きな測定誤差を生じる場合もある。

「リニアックの内部構造」



線量管理を行う

リニアックの線量測定



電位計

温度・気圧計

ケーブル

標準計測法12における水吸収線量評価

計算により電離量 M (nC)から水吸収線量 D_w (Gy)を求める

$$D_w = M \times X \text{ (各種の校正定数)}$$

D_w :

M :

X : 各種校正定数

標準計測法12における水吸収線量評価

計算により電離量 M (nC)から水吸収線量 D_w (Gy)を求める

$$D_w = M \times X \text{ (各種の校正定数)}$$

電離箱線量計で、 が必要

標準計測法12における水吸収線量評価

$$D_w = M \times X \text{ (各種校正定数)}$$

M : 補正後の表示値

$$M = M_{\text{raw}} \times k_{\text{TP}} \times k_{\text{pol}} \times k_{\text{s}} \times k_{\text{elec}}$$

(補正後表示値) (表示値) (各種補正係数)

電離箱線量計における真の測定値は？

① 温度気圧補正係数 ()

② 極性効果補正係数 ()
印加電圧の極性により
“電子”か”正イオン”かいずれかを測定
プラスとマイナス

③ イオン再結合補正係数 ()
電離イオン対の再結合による損失

④ 電位計校正定数 ()



標準計測法12における水吸収線量評価

$$D_w = M \times X \text{ (各種校正定数)}$$

M : 補正後の表示値

(測定ごとに変わる)

$$M = M_{\text{raw}} \times k_{\text{TP}} \times k_{\text{pol}} \times k_{\text{s}} \times k_{\text{elec}}$$

(補正後表示値) (表示値) (各種補正係数)

測定環境因子

測定環境因子

温度・気圧 ⇒ 電離箱空洞内の_____

通気性のある電離箱内の空気分子数(質量)、
つまり電気量は

「 T 」 「 P 」 により変化する
変化する質量を補正するための係数が必要

温度気圧補正係数 k_{TP}

電離箱空洞は
外の空気と
つながってる



測定環境因子

温度・気圧 ⇒ 電離箱空洞内の質量変化

温度気圧補正係数 (k_{TP})

$$k_{TP} = \frac{273.2 + T}{295.2} \times \frac{1013.3}{P}$$

T : 測定の水温 °C

P : 測定時の気圧 hPa

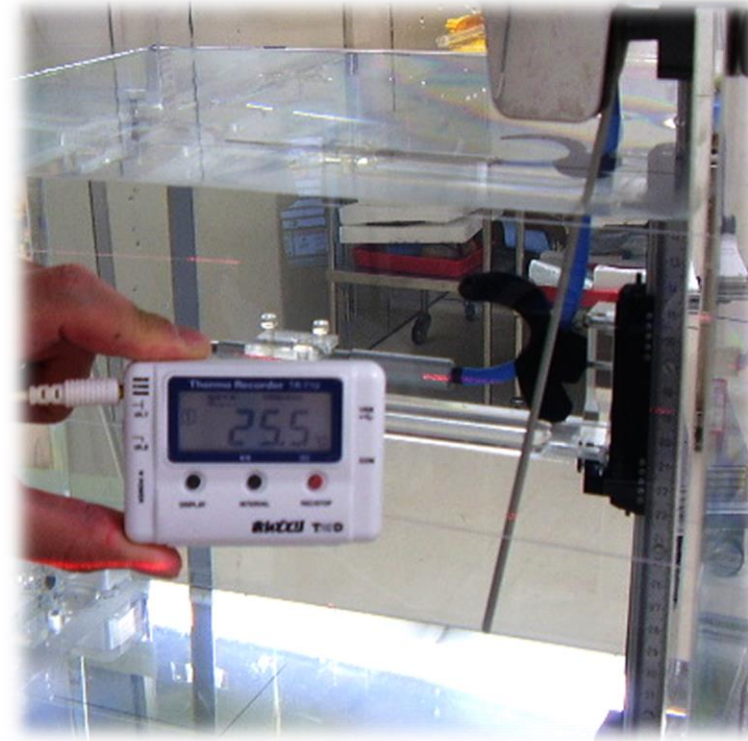
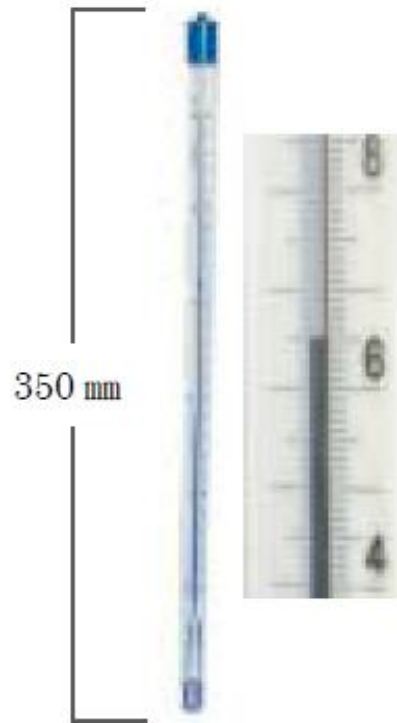
基準温度: 22 °C

基準気圧: 1013.3 hPa

k_{TP} : 温度気圧補正係数(温度)

デジタル温度計

二重管式標準温度計



デジタル温度計は、リアルタイムな温度変化を確認できる
ただし、

定期的に精度が担保された温度計と比較、ずれが無いことを確認

k_{TP} : 温度気圧補正係数(気圧)

アネロイド型

デジタル気圧計

フォルトン型



フォルトン型・・・精度が高いが補正が必要（重力、温度、器差の補正）

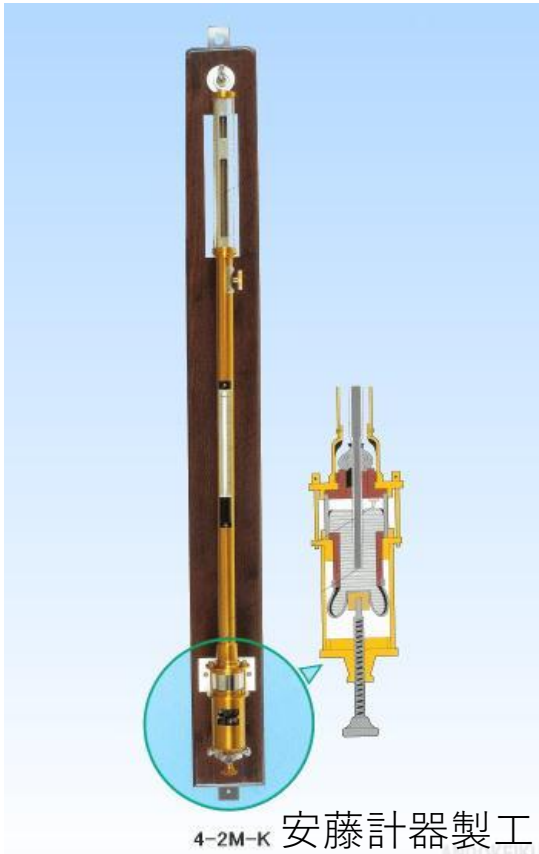
アネロイド型・・・直読式。経年的に値がずれやすいので注意

デジタル 型・・・直読式。リアルタイムな気圧変化を確認できる

定期的に精度が担保された気圧計と比較し、ずれが無いことを確認

k_{TP} : 温度気圧補正係数(気圧)

■ 気圧の適正な評価



フォルトン気圧計の補正

フォルトン気圧計の指示値 = 1030.0 hPa

フォルトン気圧計の温度 = 25.0 °C

器差 = 0.1 hPa

器差補正後の指示値 = 1029.9 hPa

温度補正值 = 4.187 hPa

重力補正值 = 1.005 hPa

各種補正後の気圧 = 1024.7 hPa

フォルトン型は補正を行わないと 5 hPa程度の誤差がでる！

k_{TP} : 温度気圧補正係数(気圧)

■ 気圧の適正な評価



フォルトン型気圧計の温度補正式

$$P = P_1 \frac{(1 + 17.5 \times 10^{-6} t)}{(1 + 0.181 \times 10^{-3} t)}$$

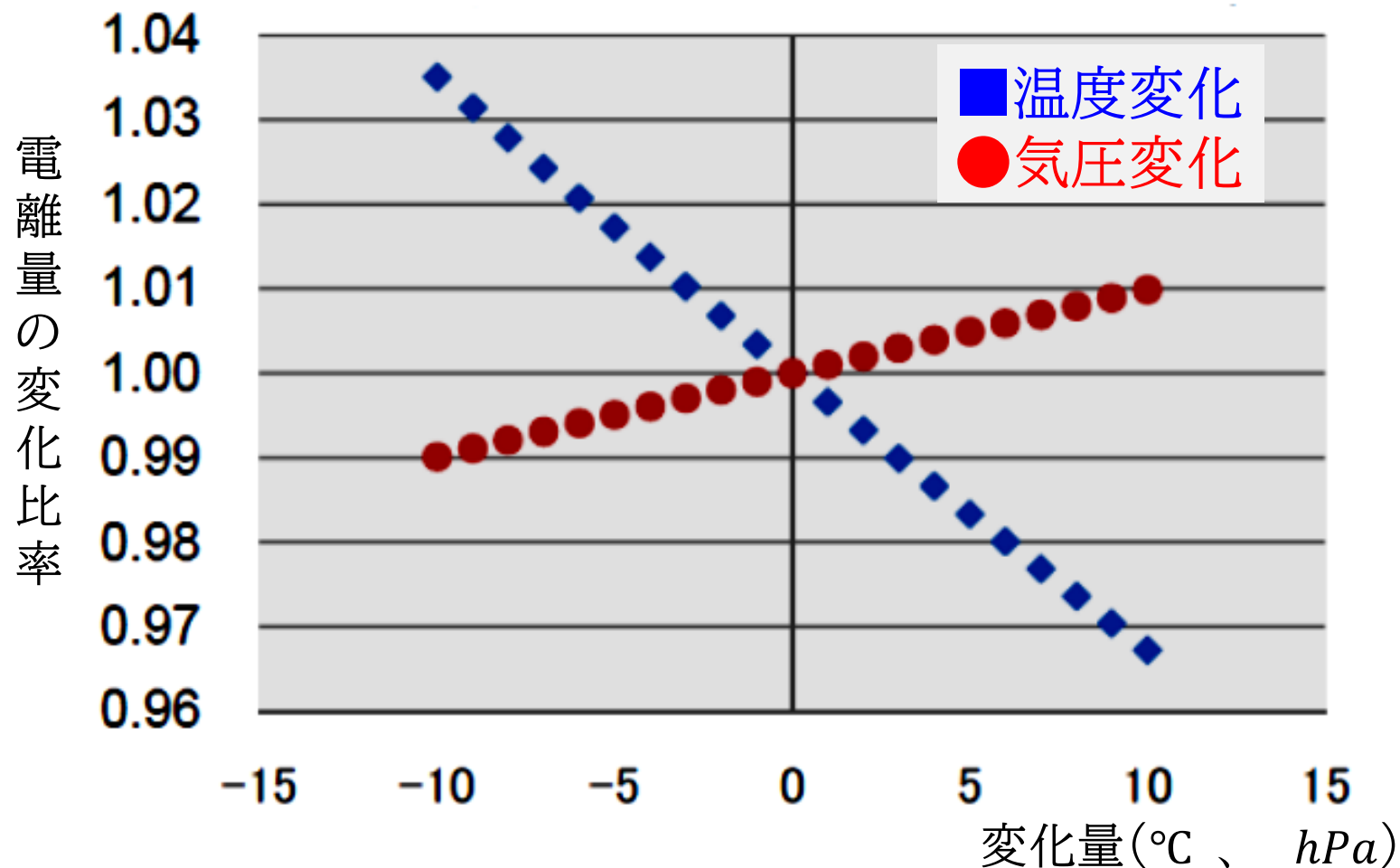
P : 温度補正後の気圧

P_1 : 気温 $t^\circ\text{C}$ での水銀柱の表示値

t : 気温($^\circ\text{C}$) (標準計測法12)

温度補正の影響が大きく、行わないと吸収線量を0.4%程度低めに評価

k_{TP} : 温度気圧補正係数



温度変化
1度 ⇒ 0.3%

気圧変化
1 hPa ⇒ 0.1%

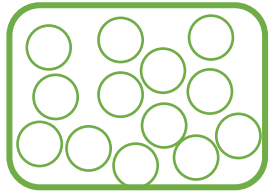
注意！
*測定中の変化
*読み間違い

気圧1016 hPaのところ1026 hPaと読んだ ⇒ 1%の線量誤差

測定中はじめと最後で水温が2°C変化した ⇒ 0.6%の線量変化

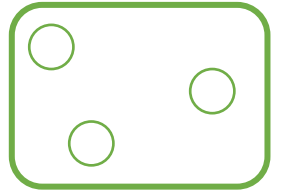
k_{TP} : 温度気圧補正係数

電離箱空洞内の温度、気圧、相互作用、電離量の関係



温度

気圧



相互作用

電離量

k_{TP} : 温度気圧補正係数

設置から10分程度で温度平衡

■ 電離箱内の温度変化

【種々のファントム材に挿入したファーマ形電離箱の温度平衡】

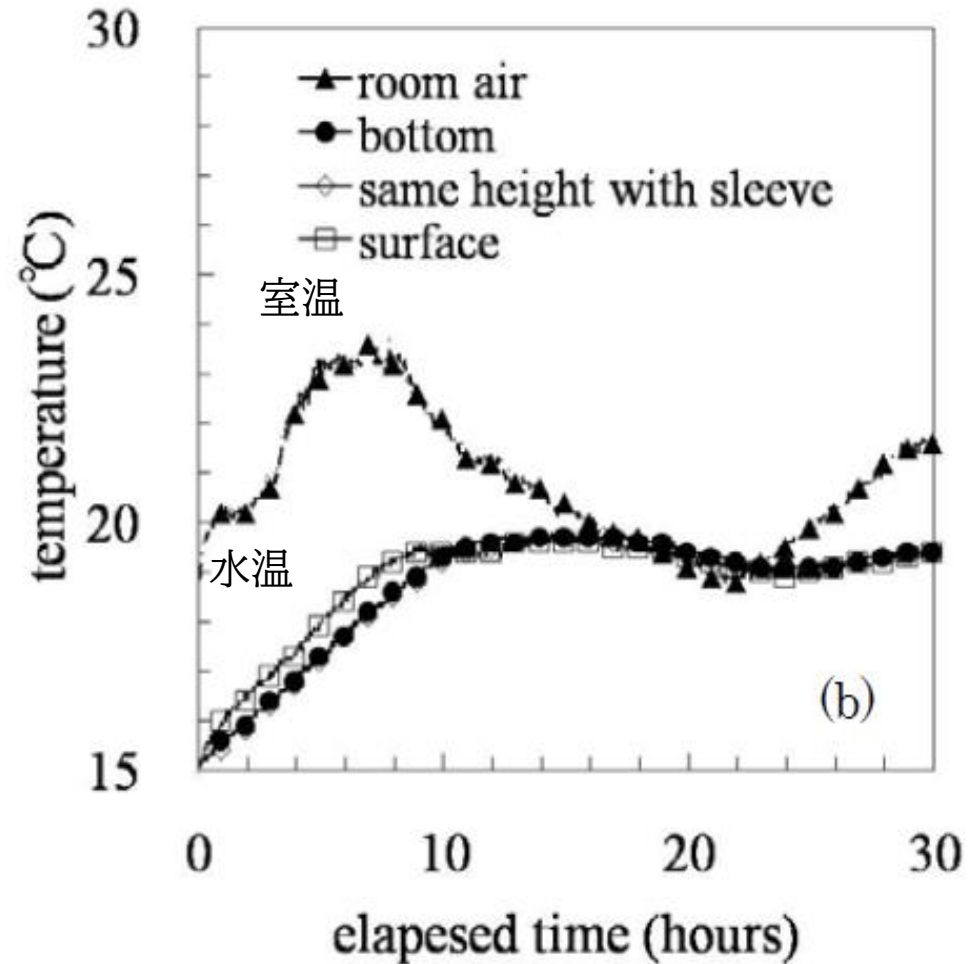
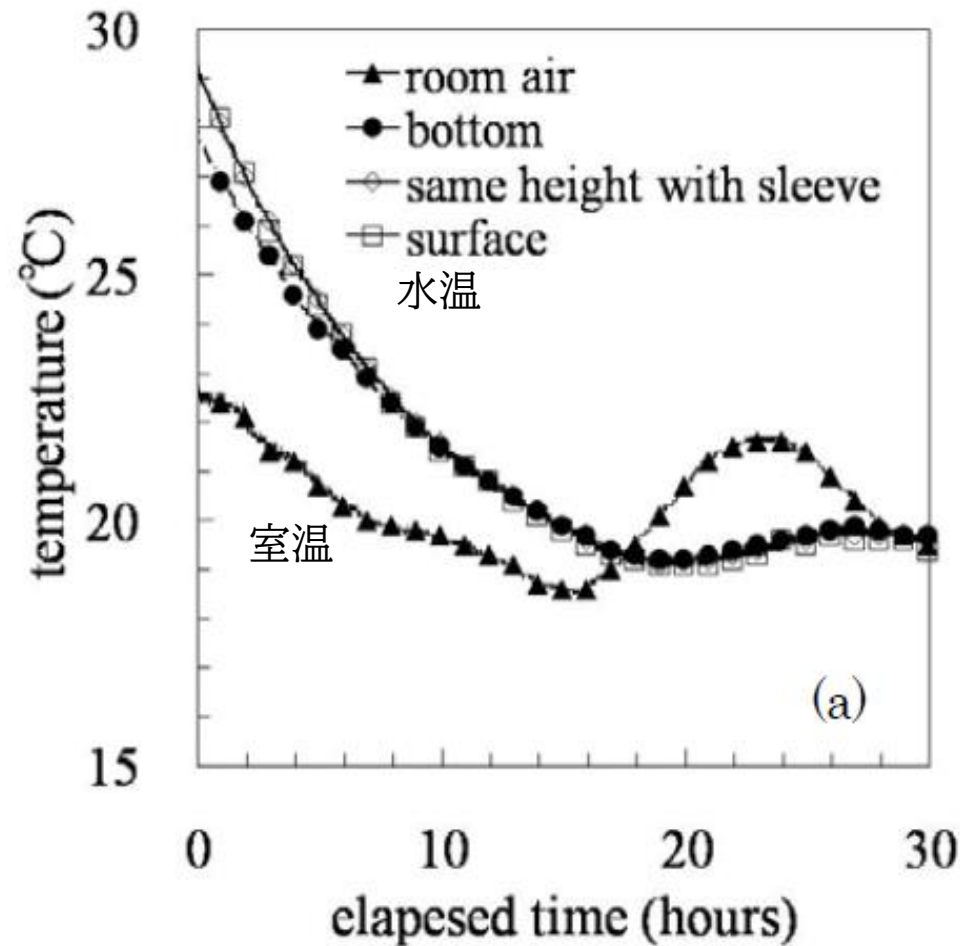
ファントム材	電離箱挿入までの 指頭部の状態	初期温度が低下する時間(分)	
		50%まで	10%まで
空気	^{60}Co 用 buildup cap カバーなし	5.7分	18分
		0.7	3.0
水	^{60}Co 用 buildup cap カバーなし	1.3	3.4
		0.2	1.3
プラスチック	カバーなし	0.3	2.3

電離箱は短時間で水ファントムの温度に達する⇒水温管理が重要

k_{TP} : 温度気圧補正係数

■ 水ファントムの温度変化

温度平衡には10時間程度必要



逆に水温 = 室温になるには時間がかかる(室温に近づける)

温度気圧補正係数 k_{TP} を求める際に実際(水温:25度, 気圧:1025 hPa)のところを

水温:20度と読み間違ってしまった。 線量への影響は何%あるか？

標準計測法12における水吸収線量評価

$$D_w = M \times X \text{ (各種校正定数)}$$

M : 補正後の表示値

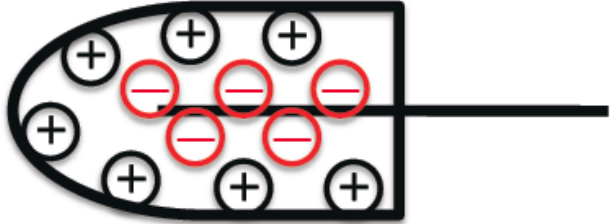
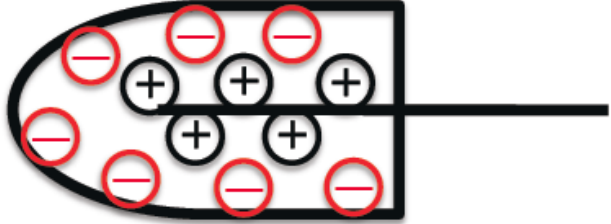
$$M = M_{\text{raw}} \times k_{\text{TP}} \times k_{\text{pol}} \times k_{\text{S}} \times k_{\text{elec}}$$

(補正後表示値) (表示値) (各種補正係数)

極性効果補正係数

k_{pol} : 極性効果補正係数

- 電離箱内で発生した電離を電圧を印加して収集する ⇒ 電荷量
- 印加電圧の極性の違いにより、電荷量の測定対象(+か-)が異なる

印加電圧	中心電極の極性	捕集	イメージ図
-300V	正	電子(-)を捕集	
+300V	負	正イオン(+)を捕集	

※ 印加電圧の符号は電位計の種類により異なる

k_{pol} : 極性効果補正係数

- 電離箱線量計の印加電圧の極性 (+、-) を変える事によって生じる電離箱線量計の応答 (電離量) の違いを補正する係数
プラス極性とマイナス極性の平均値が真値

$$k_{\text{pol}} = \frac{M_{\text{raw}}^+ + M_{\text{raw}}^-}{M_{\text{raw}}}$$

円筒形電離箱は影響が少なく、
平行平板形は影響が比較的大きい

M_{raw}^+ : プラス印加電圧の表示値
 M_{raw}^- : マイナス印加電圧の表示値
 M_{raw} : 通常使用する印加電圧の表示値

標準計測法12における水吸収線量評価

$$D_w = M \times X \text{ (各種校正定数)}$$

M : 補正後の表示値

$$M = M_{\text{raw}} \times k_{\text{TP}} \times k_{\text{pol}} \times k_s \times k_{\text{elec}}$$

(補正後表示値) (表示値) (各種補正係数)

イオン再結合補正係数

k_s : イオン再結合補正係数

- 照射によって電離箱内にできたイオン対が再結合により失われることに対する補正係数

電離箱内にできたイオン対を全部収集したときの値が真値

⇒ イオン再結合補正

イオン再結合 ⇒ 「初期再結合」と「一般再結合」

k_s : イオン再結合補正係数

■ 「初期再結合」と「一般再結合」

初期再結合: (α 線みたいな飛跡) 線量率により変化しない.

⇒ 無視していい

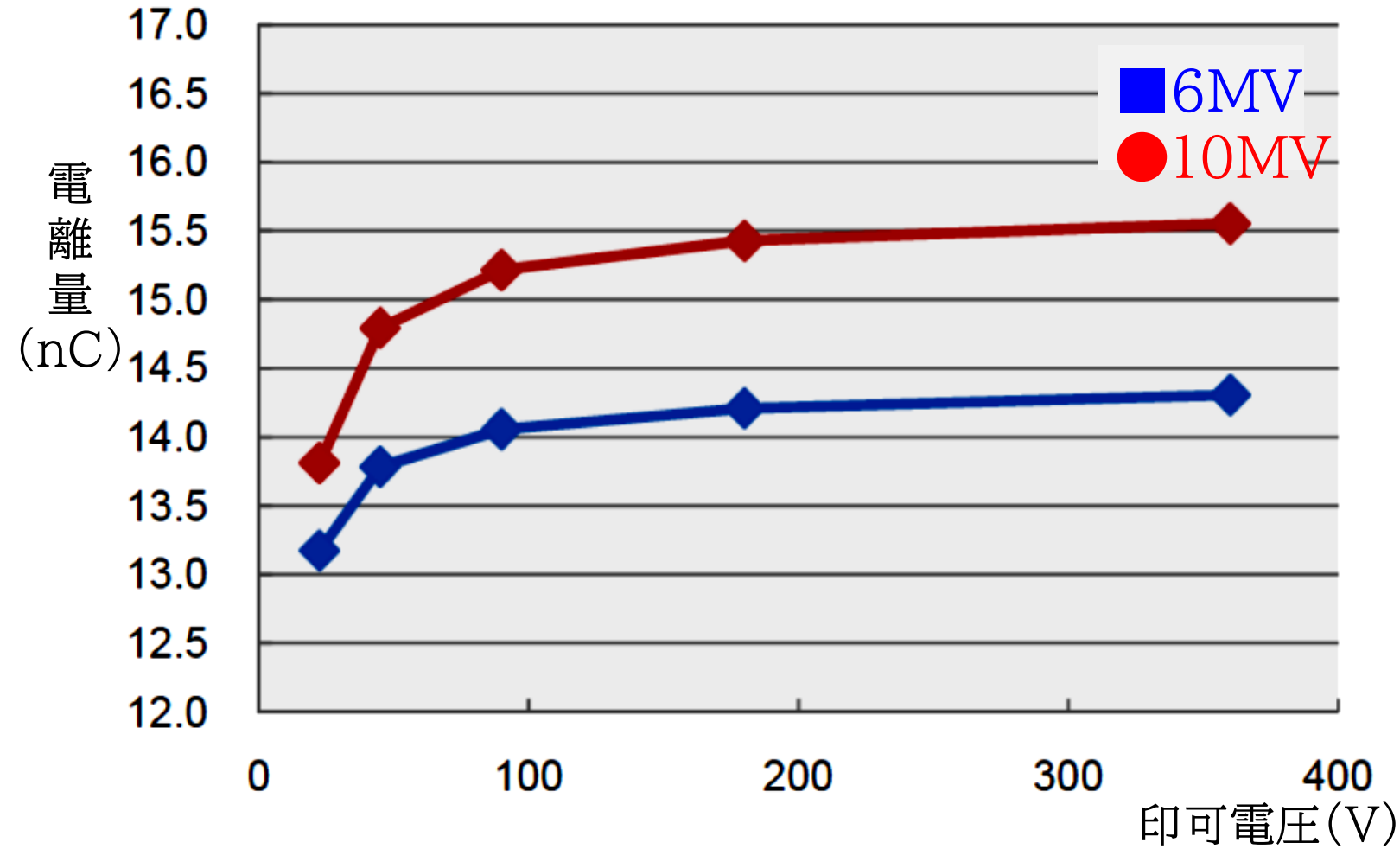
一般再結合: (X線や γ 線みたいな飛跡)

線量率、電離箱の大きさ・形・印可電圧により変化

⇒ 無視できない

リニアックでは、パルスの線量率が高いため k_s が大

k_s : イオン再結合補正係数



印加電圧が低いと
再結合が多くなり
する

印加電圧と電離量の関係が
安定する領域で使用する

k_s : イオン再結合補正係数

- 照射によって電離箱内にできたイオン対が再結合により失われることに対する補正係数

求め方

- ① Boagの計算式 印可電圧を変更できない線量計の時
- ② 2点電圧法 簡単。印可電圧を変えることができる線量計
- ③ 飽和曲線 電圧を印可した時の電離電流値の変化を利用

k_s : イオン再結合補正係数

■ 2点電圧法

$$k_s = a_0 + a_1 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + a_2 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2$$

M_1 : 印加電圧 V_1 (通常使用電圧)

M_2 : 印加電圧 V_2

a_0, a_1, a_2 : V_1 と V_2 の比率により決まる

V_1/V_2	パルス放射線		
	a_0	a_1	a_2
2.0	2.337	-3.636	2.299
2.5	1.474	-1.587	1.114
3.0	1.198	-0.875	0.677
3.5	1.080	-0.542	0.463
4.0	1.022	-0.363	0.341
5.0	0.9745	-0.1875	0.2135
6.0	0.9584	-0.1075	0.1495

標準計測法12における水吸収線量評価

$$D_w = M \times X \text{ (各種校正定数)}$$

M : 補正後の表示値

$$M = M_{\text{raw}} \times k_{\text{TP}} \times k_{\text{pol}} \times k_{\text{S}} \times k_{\text{elec}}$$

(補正後表示値) (表示値) (各種補正係数)

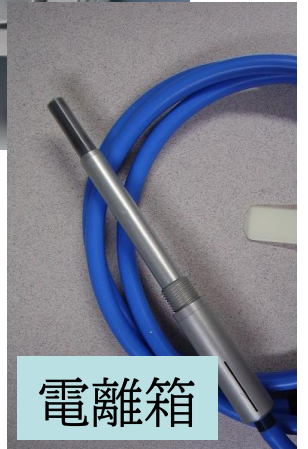
電位計校正定数

k_{elec} : 電位計校正定数

- 電位計指示値を[C]の真値にする校正定数
- 電位計と電離箱を一体の線量計として校正
一体校正 $\Rightarrow k_{elec}=1.00$
- 電位計と電離箱を別々に校正.

分離校正 $\Rightarrow k_{elec}$: 電位計の読み値(rdg)を電荷量(C)へ変換

$$M(\text{nC}) = M_{\text{raw}}(\text{rdg}) \times k_{\text{TP}} \times k_{\text{pol}} \times k_{\text{S}} \times k_{\text{elec}} (\text{nC/rdg})$$



標準計測法12における水吸収線量評価

計算により電離量 M (nC)から水吸収線量 D_w (Gy)を求める

$$D_w = M \times X \text{ (各種の校正定数)}$$

X : 各種校正定数

$$X = N_{D,w,Q} = N_{D,w,Q_0} \times k_{Q,Q_0}$$

(施設のビーム) (基準ビーム)

吸収線量評価の流れ(標準計測法12)

N_{D,w,Q_0} (水吸収線量校正定数 “基準線質 ^{60}Co ”)

k_{Q,Q_0} (線質変換係数)

$TPR_{20,10}$ (線質指標)

$N_{D,w,Q}$ (水吸収線量校正定数 “施設のビームに対応”)

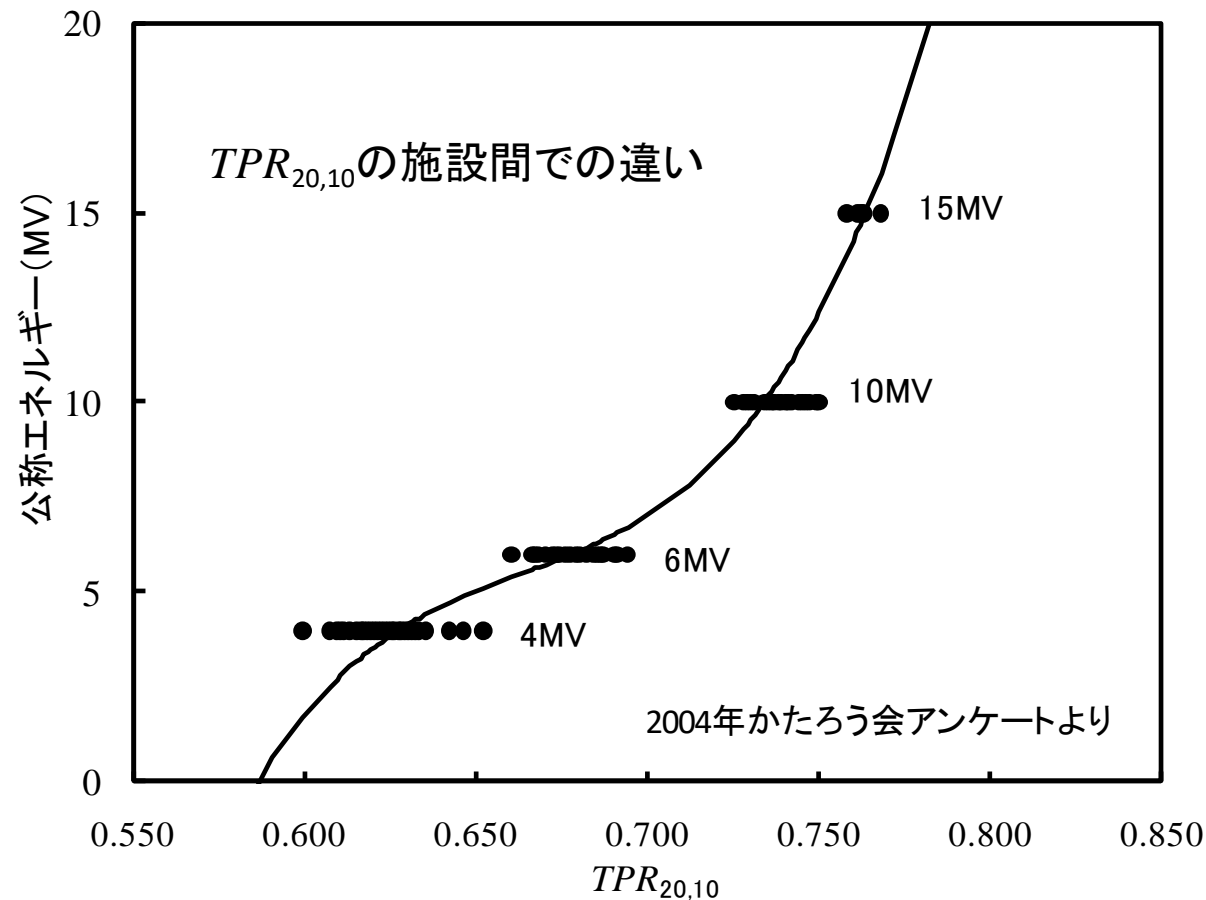
$$D_{w,Q} = M_Q \times N_{D,w,Q} = M_Q \times N_{D,w,Q_0} \times k_{Q,Q_0}$$

(施設のビーム)

(基準ビーム)

線質指標： $TPR_{20,10}$

エネルギーを間接的に示す物差しのことを線質指標という。
公称エネルギーが同じでも施設間で異なった値をもつ



施設ごとに
エネルギー(線質指標)
を求める必要がある

深部線量関数(PDD、TAR、TMR、TPR)

_____ (: percentage depth dose)

_____ (: tissue-air ratio)

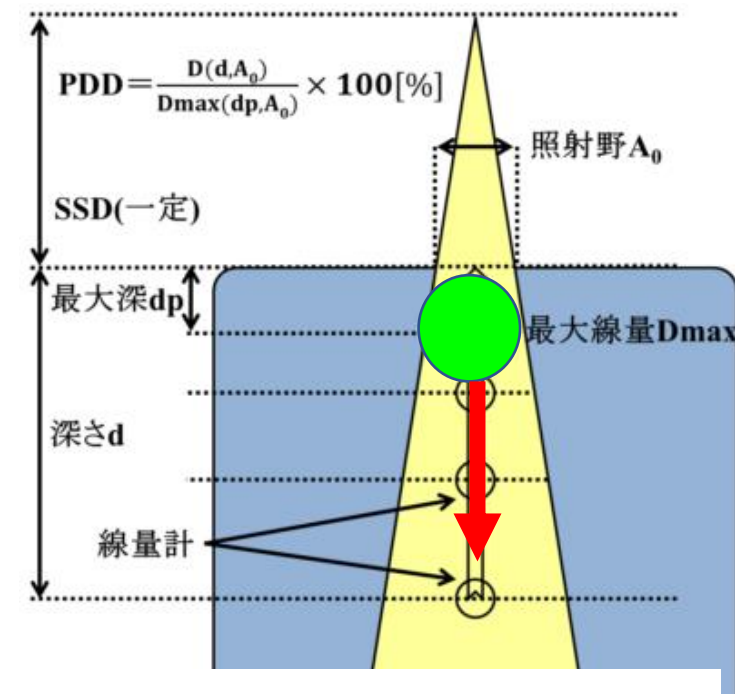
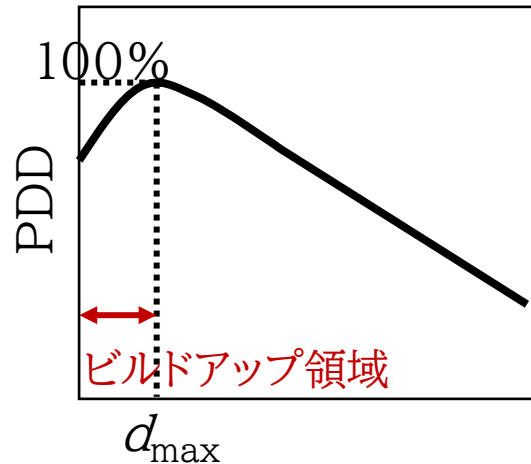
_____ (: tissue-phantom ratio)

_____ (: tissue-phantom ratio)

深部線量関数(PDD、TAR、TMR、TPR)

深部量百分率(PDD: percentage depth dose)

表面の照射野 A_0 、
線量が最大となる深さ d_{max} の
吸収線量 $D(d_{max}, A_0)$ を100%とした
ときのビーム軸上の深部線量曲線。
ビームデータ測定で良く用いられる。



深部線量関数 (PDD、TAR、TMR、TPR)

深部量百分率 (PDD: percentage depth dose)

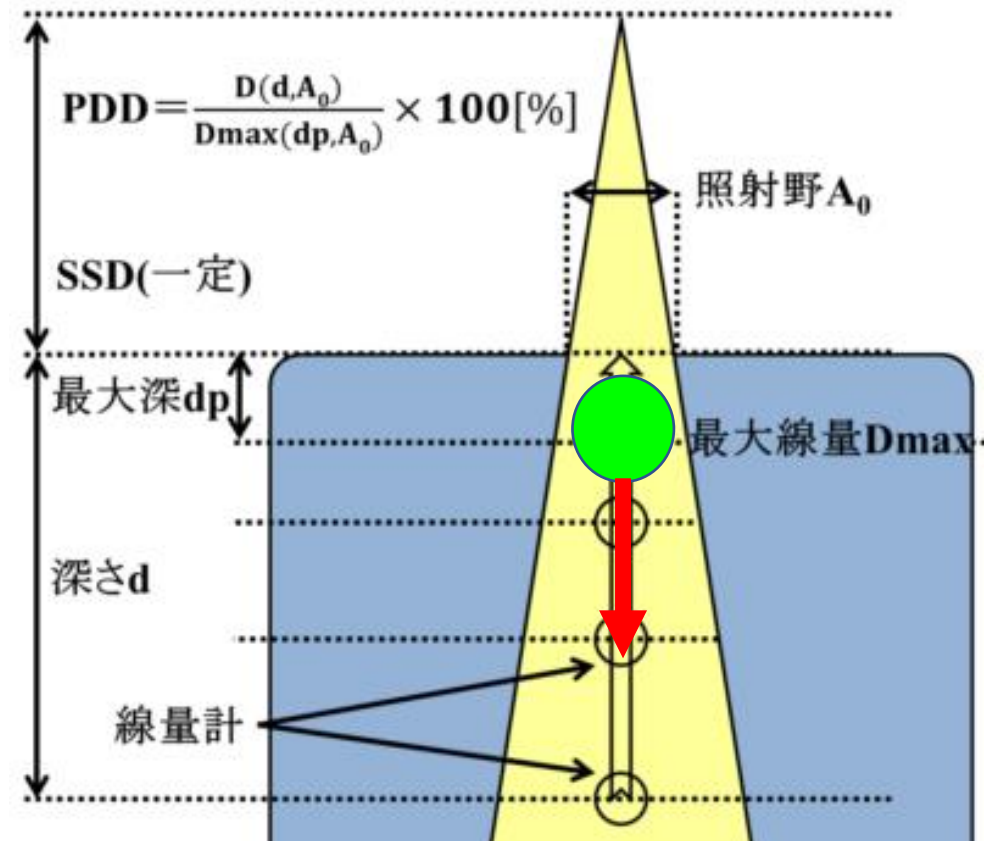
SSD (線源表面間距離) 一定.

表面の照射野 A_0 、

線量が最大となる深さ d_{max} の

吸収線量 $D(d_{max}, A_0)$ を 100%.

$$PDD(\%) = \frac{D(d, A_0)}{D(d_{max}, A_0)} \times 100$$

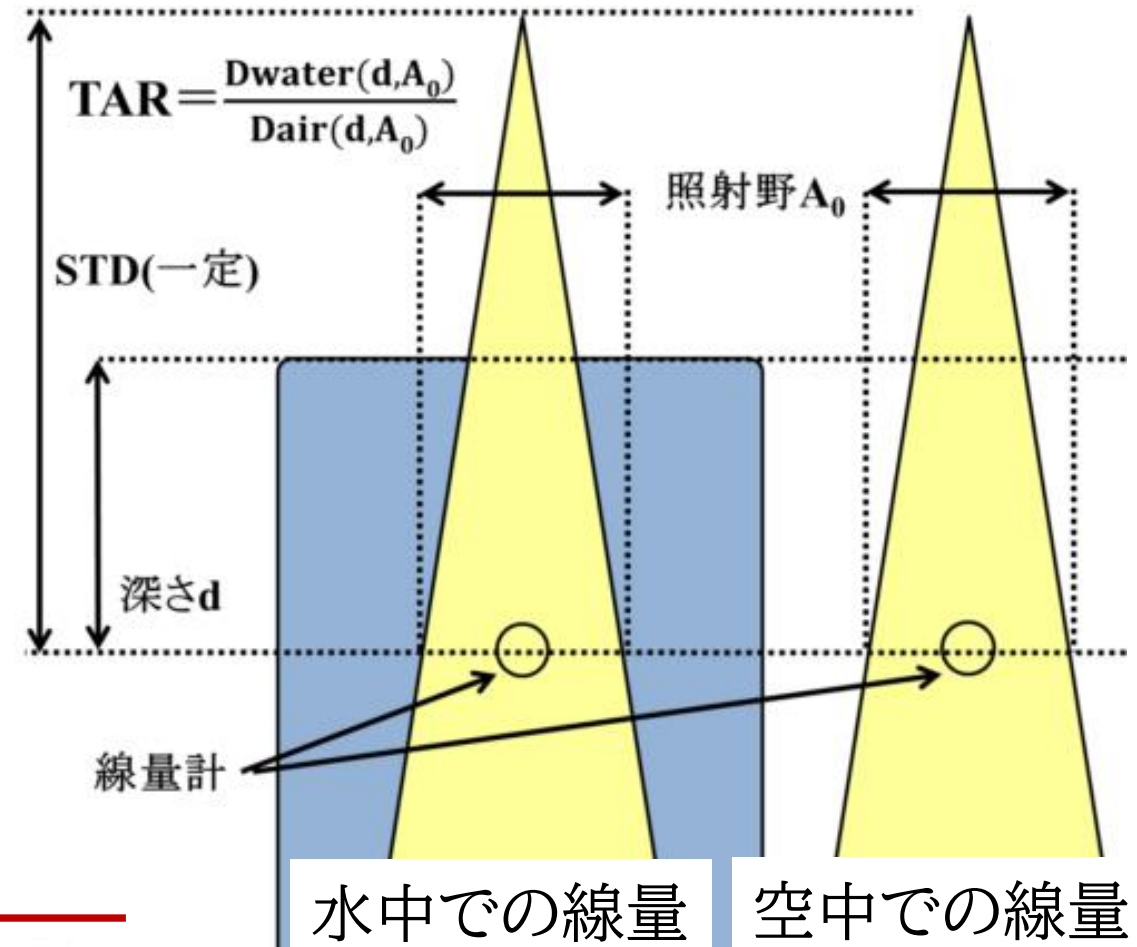


線量計だけを上下させる

深部線量関数 (PDD、**TAR**、TMR、TPR)

組織空中線量比 (TAR: tissue-air ratio)

ビーム軸上の深さd、
そのときの照射野A₀としたときの
空中と組織(水中)の吸収線量の比



深部線量関数 (PDD、**TAR**、TMR、TPR)

組織空中線量比 (TAR: tissue-air ratio)

SCD (STD 線源電離箱間距離) 一定

ビーム軸上の深さ d 、

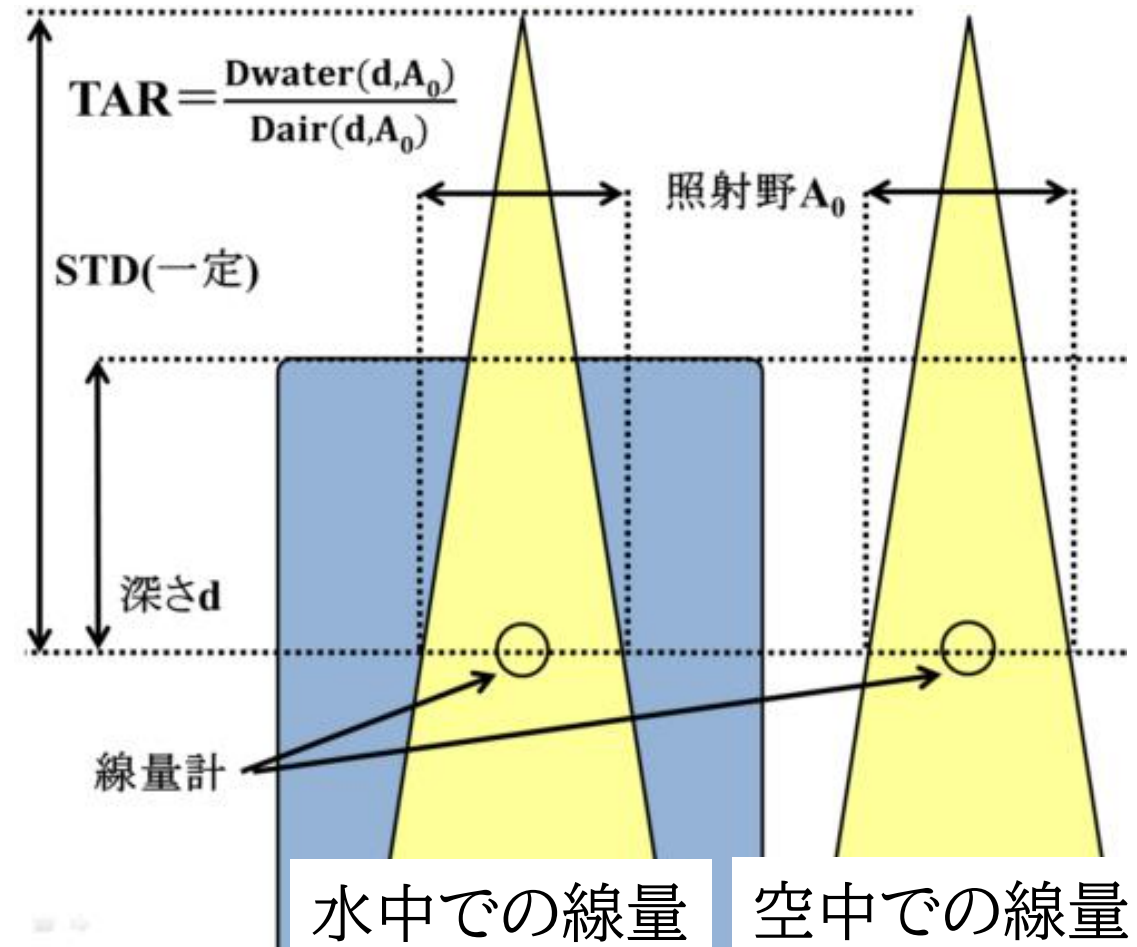
そのときの照射野 A_0 としたときの

空中と組織 (水中) の吸収線量の比

$$TAR = \frac{\text{水中での線量}}{\text{空中での線量}}$$

(水中)

(空中)



深部線量関数 (PDD、TAR、**TMR**、TPR)

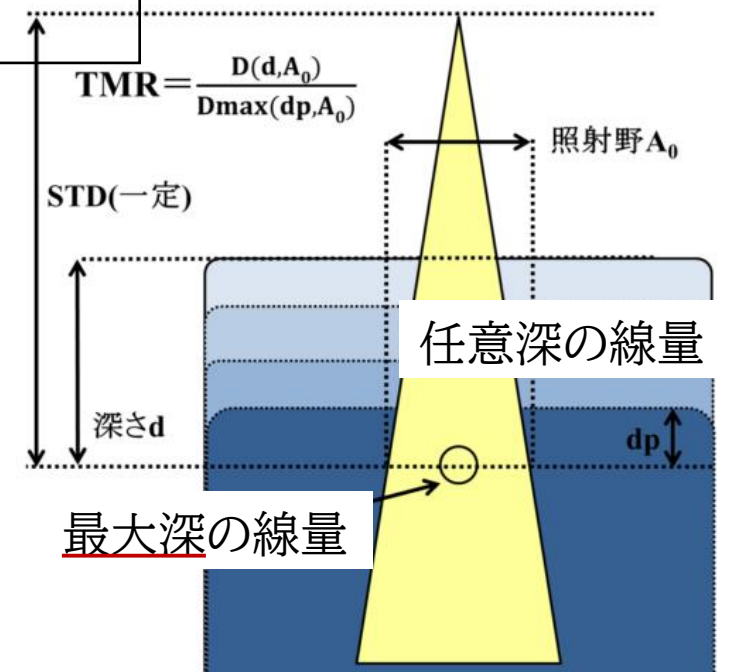
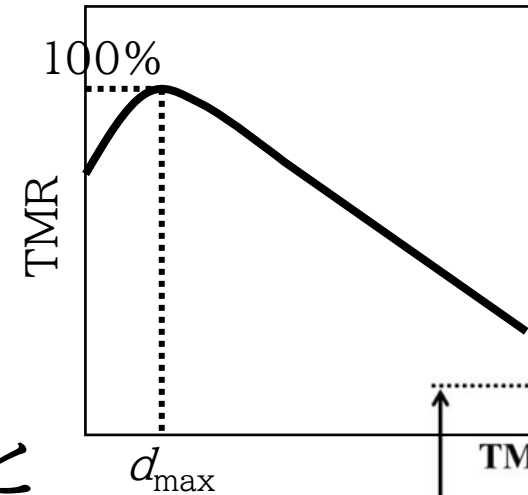
組織最大線量比 (TMR: tissue-phantom ratio)

SCD (STD 線源電離箱間距離) 一定

照射野 A_0 としたときの、

ビーム軸上の組織中 (水中) の最大深と

ある深さ d の吸収線量の比



深部線量関数 (PDD、TAR、**TMR**、TPR)

組織最大線量比 (TMR: tissue-phantom ratio)

SCD (STD 線源電離箱間距離) 一定

照射野 A_0 としたときの、

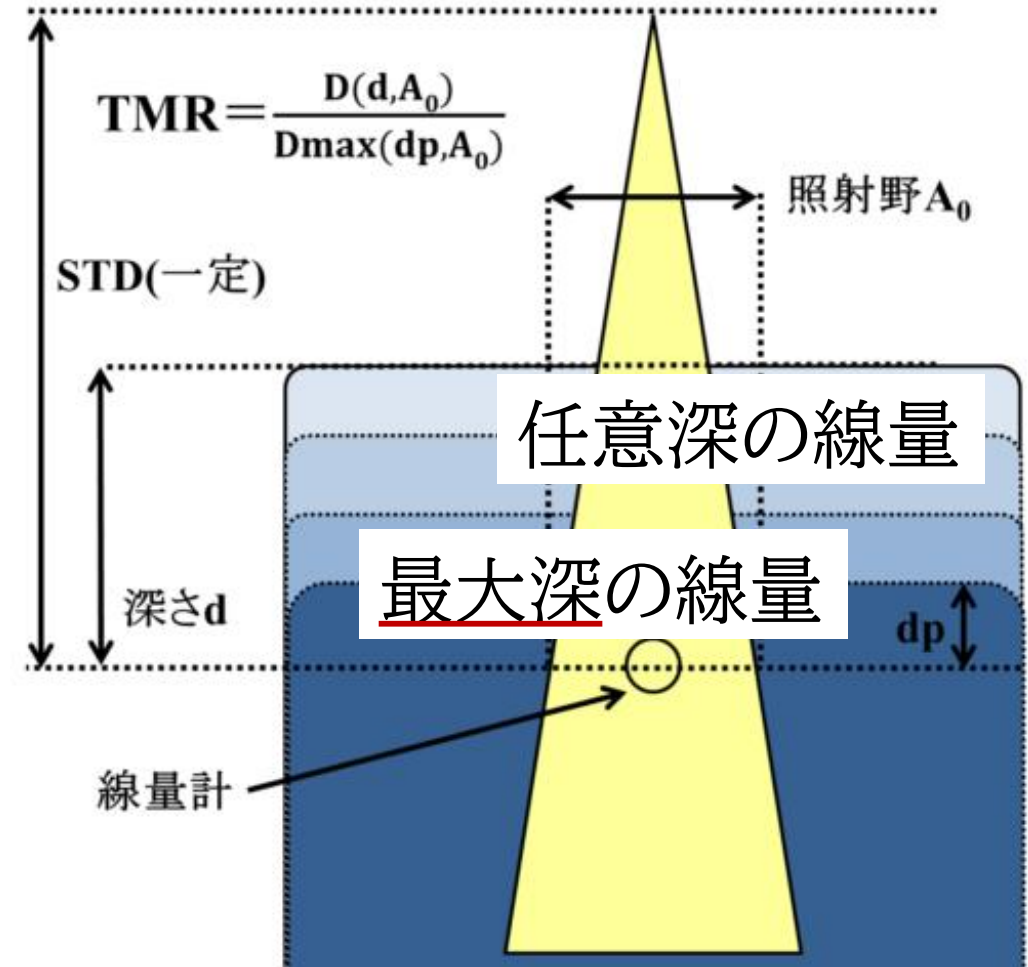
ビーム軸上の組織中 (水中) の最大深と

ある深さ d の吸収線量の比

$$TMR = \frac{\text{任意深}}{\text{最大深}}$$

(任意深)

(最大深)



深部線量関数 (PDD、TAR、TMR、**TPR**)

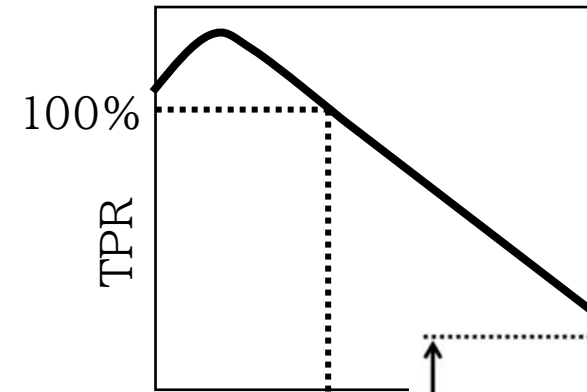
組織ファントム線量比 (TPR: tissue-phantom ratio)

SCD (STD 線源電離箱間距離) 一定

照射野 A_0 としたときの、

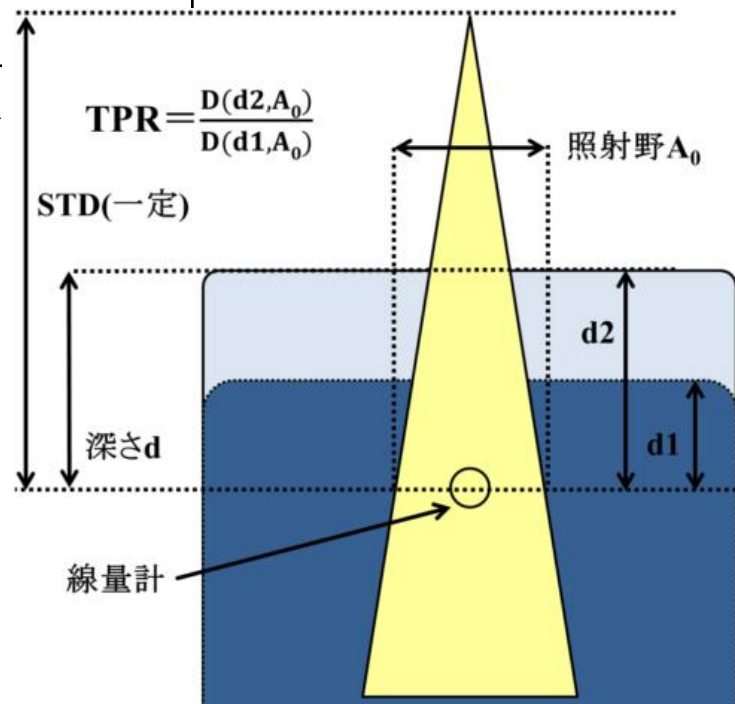
ビーム軸上の組織中 (水中) の基準深と

ある深さ d の吸収線量の比



基準深10cm

$$\text{TPR} = \frac{D(d2, A_0)}{D(d1, A_0)}$$



対策ノートより

深部線量関数 (PDD、TAR、TMR、**TPR**)

組織ファントム線量比 (TPR: tissue-phantom ratio)

SCD (STD 線源電離箱間距離) 一定

照射野 A_0 としたときの、

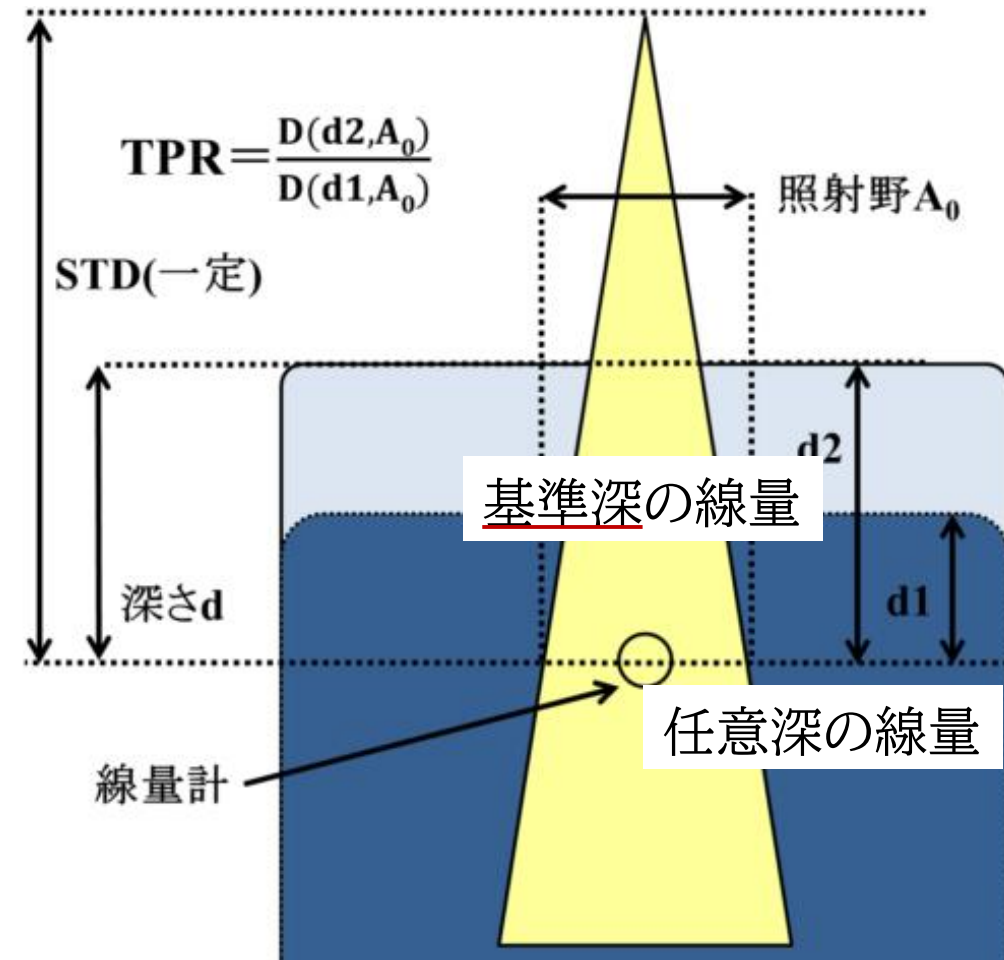
ビーム軸上の組織中 (水中) の基準深 d_1 と

ある深さ d_2 の吸収線量の比

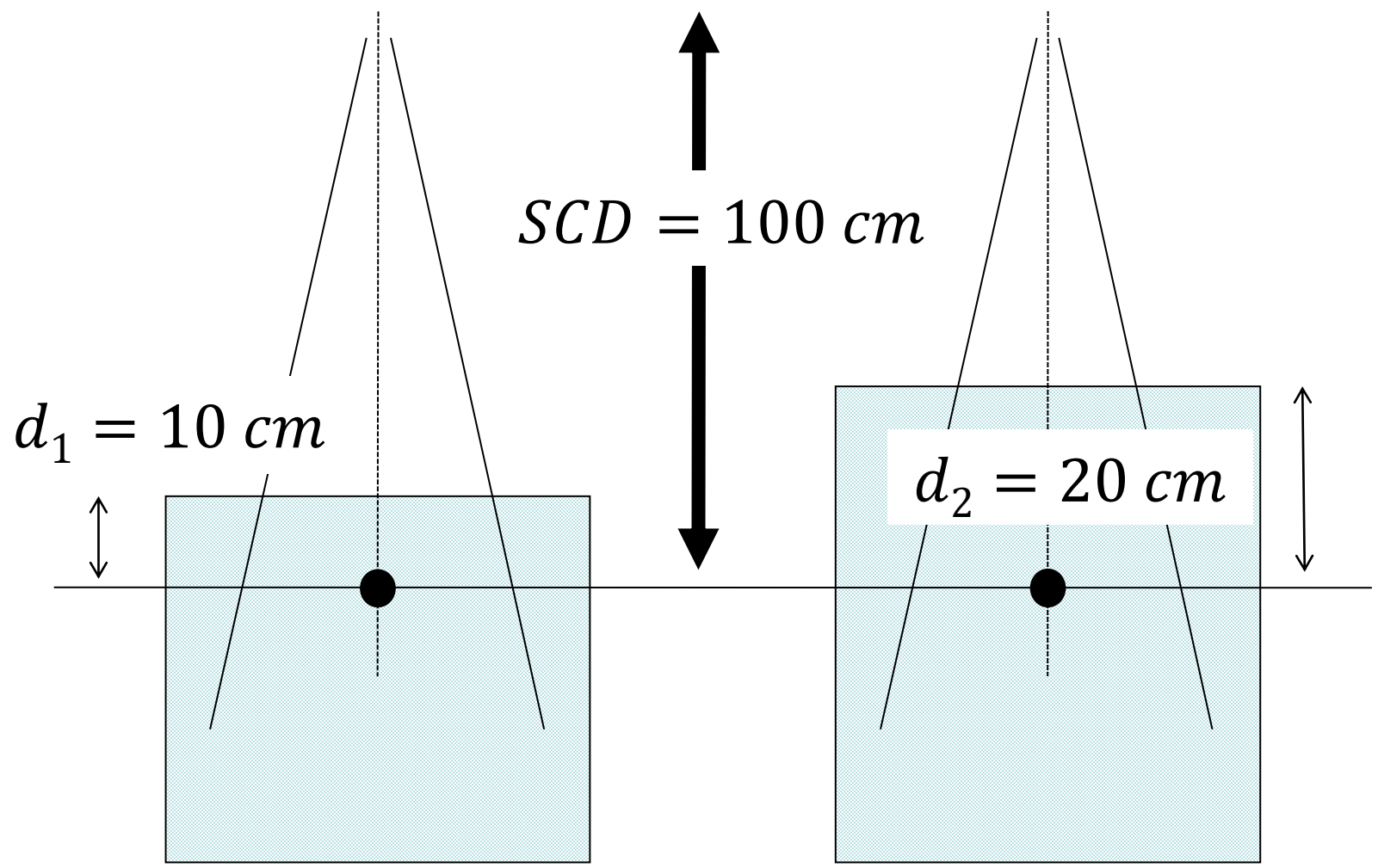
$$TPR = \frac{\text{任意深}}{\text{基準深}}$$

(任意深)

(基準深)



$TPR_{20,10}$ の求め方 (10 cm深と20 cm深の電離量の比)



10MV-X線
10×10 cm²
線量計(PTW 30013)

10 cm深 15.81 nC
20 cm深 11.70 nC

$TPR_{20,10} = \frac{11.70}{15.81} = \underline{0.74}$

(電離箱の _____ に合わせて測定)

国家試験過去問

40 PDD 、 TAR 、 TPR の定義で正しいのはどれか。2つ選べ。

ただし、 $D(d, A)$ 、 $D(d, A_0)$ は深さ d における照射野 A 、 A_0 のときの吸収線量で、 $D(d_r, A)$ 、 $D(d_r, A_0)$ は基準深吸収線量、 $D_{\Delta m}(A)$ は空中組織吸収線量である。

$$1. \quad TAR(d, A) = \frac{D_{\Delta m}(A)}{D(d, A)}$$

$$2. \quad TPR(d, A) = \frac{D(d, A)}{D_{\Delta m}(A)}$$

$$3. \quad TPR(d, A) = \frac{D(d, A)}{D(d_r, A)}$$

$$4. \quad PDD(d, A) = 100 \cdot \frac{D(d, A)}{D(d_r, A)}$$

$$5. \quad PDD(d, A_0) = 100 \cdot \frac{D(d, A_0)}{D(d_r, A_0)}$$

表1

表面からの深さ(cm)	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	8.0	10.0	15.0	20.0
線量計の値(nC)	198	200	196	186	175	150	135	104	80
深部量百分率(PDD)(%)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

表2

表面からの深さ(cm)	2.0	2.5	3.5	5.0	8.0	10.0	15.0	20.0	26.0
線量計の値(nC)	197	200	199	192	179	171	148	128	108
深部量百分率(TMR)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

吸収線量評価の流れ(標準計測法12)

N_{D,w,Q_0} (水吸収線量校正定数 “基準線質 ^{60}Co ”)

k_{Q,Q_0} (線質変換係数)

$TPR_{20,10}$ (線質指標)

$N_{D,w,Q}$ (水吸収線量校正定数 “施設のビームに対応”)

k_{Q,Q_0}

Q0(コバルト)をQ(施設のエネルギー)に変換するということ

線質変換係数： k_{Q, Q_0}

コバルトに対応した N_{D, w, Q_0} を

自施設のビーム(線質)に対応した $N_{D, w, Q}$ に変換する係数

N_{D, w, Q_0} (水吸収線量校正定数 “基準線質 ^{60}Co ”)

k_{Q, Q_0} (線質変換係数)

$TPR_{20, 10}$ (線質指標)

$N_{D, w, Q}$ (水吸収線量校正定数 “施設のビームに対応”)

線質変換係数： k_Q, Q_0

実際の業務的に k_Q, Q_0 を求める

と

より表から求める

表 3.3 光子線に対する線質変換係数 k_Q (つづき)

電離箱	$TPR_{20,10}$										
	0.56	0.59	0.62	0.65	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80
PTW											
23323 (in vivo)	1.000	0.998	0.996	0.993	0.989	0.985	0.982	0.977	0.972	0.965	0.958
23331	0.999	0.998	0.996	0.993	0.989	0.985	0.982	0.977	0.971	0.965	0.958
23332	0.999	0.998	0.996	0.993	0.988	0.985	0.981	0.976	0.971	0.964	0.957
23333	0.999	0.998	0.996	0.993	0.989	0.985	0.981	0.976	0.971	0.964	0.957
30001	0.999	0.998	0.996	0.993	0.989	0.985	0.981	0.976	0.971	0.964	0.957
30010	0.999	0.998	0.996	0.993	0.989	0.985	0.981	0.976	0.971	0.964	0.957
30002/ 30011	1.002	1.000	0.999	0.996	0.993	0.989	0.986	0.981	0.975	0.969	0.962
30004/ 30012	1.002	1.001	0.999	0.997	0.994	0.991	0.987	0.983	0.978	0.971	0.964
30006/ 30013	0.999	0.998	0.996	0.993	0.989	0.985	0.981	0.976	0.971	0.964	0.957
31002/ 31010	0.999	0.998	0.996	0.993	0.989	0.985	0.981	0.977	0.971	0.965	0.958
31003/ 31013	0.999	0.998	0.996	0.993	0.989	0.985	0.981	0.977	0.971	0.965	0.958
31006	0.999	0.998	0.997	0.994	0.990	0.987	0.983	0.979	0.974	0.968	0.961
31014	0.999	0.998	0.996	0.993	0.988	0.985	0.981	0.976	0.971	0.964	0.957
31009	0.999	0.998	0.997	0.994	0.990	0.987	0.984	0.979	0.974	0.968	0.961
31015	0.999	0.998	0.996	0.993	0.988	0.985	0.981	0.976	0.971	0.964	0.957
31016	0.999	0.998	0.996	0.993	0.988	0.985	0.981	0.976	0.971	0.964	0.957
23322 (in vivo)	0.999	0.998	0.996	0.993	0.989	0.985	0.981	0.977	0.971	0.965	0.958

フーマー形電離箱線量計を用いたX線の線質指標 $TPR_{20,10}$ の測定において、
10MV-X線、 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 、線量計(PTW 30013)の条件で
 $D_{20\text{cm}} = 0.629\text{Gy}$ 、 $D_{10\text{cm}} = 0.850\text{Gy}$ を得た。

この結果より以下の換算表を用い、線質計数 k_Q を求めなさい

1. 0.965
2. 0.970
3. 0.975
4. 0.980
5. 0.985

$TPR_{20,10}$	0.56	0.59	0.62	0.65	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78
k_Q	0.999	0.997	0.996	0.994	0.991	0.987	0.984	0.980	0.975	0.969

線質変換係数： k_Q, Q_0

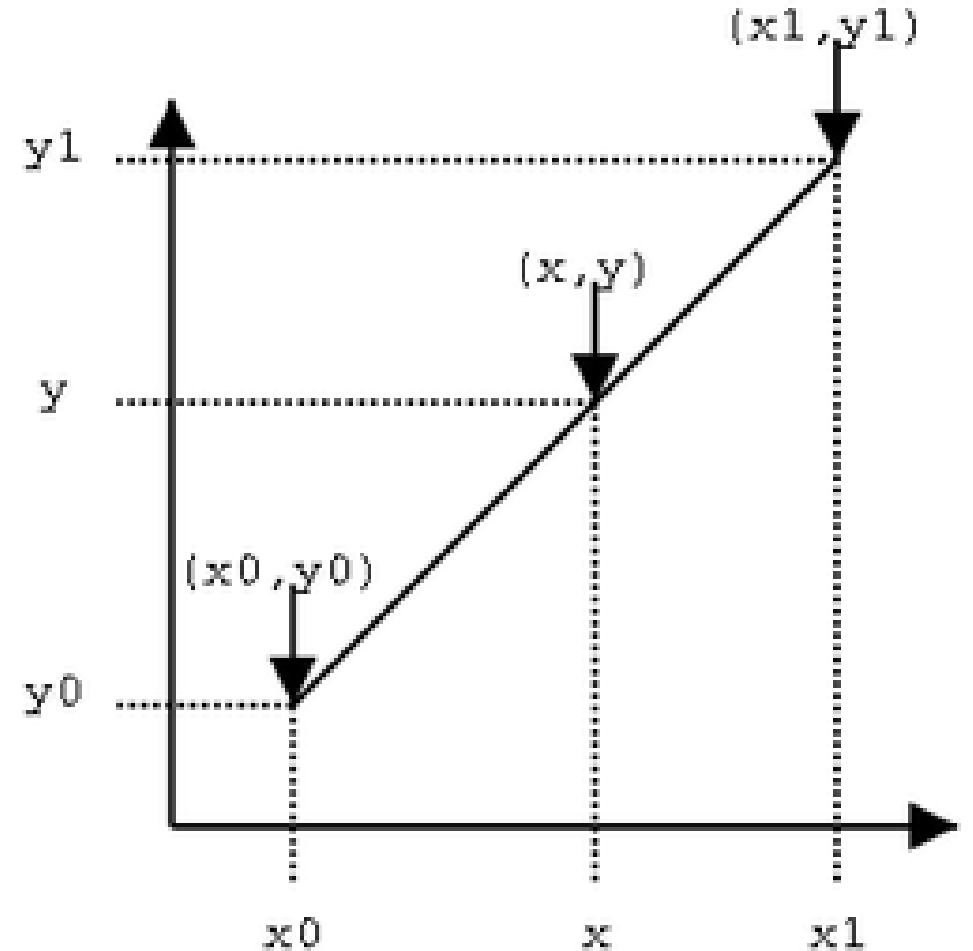
ユーザービームの線質が表の $TPR_{20,10}$ の中間にある場合

線形補間の方法

$$y = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

$$x = TPR_{20,10}$$

$$y = KQ$$



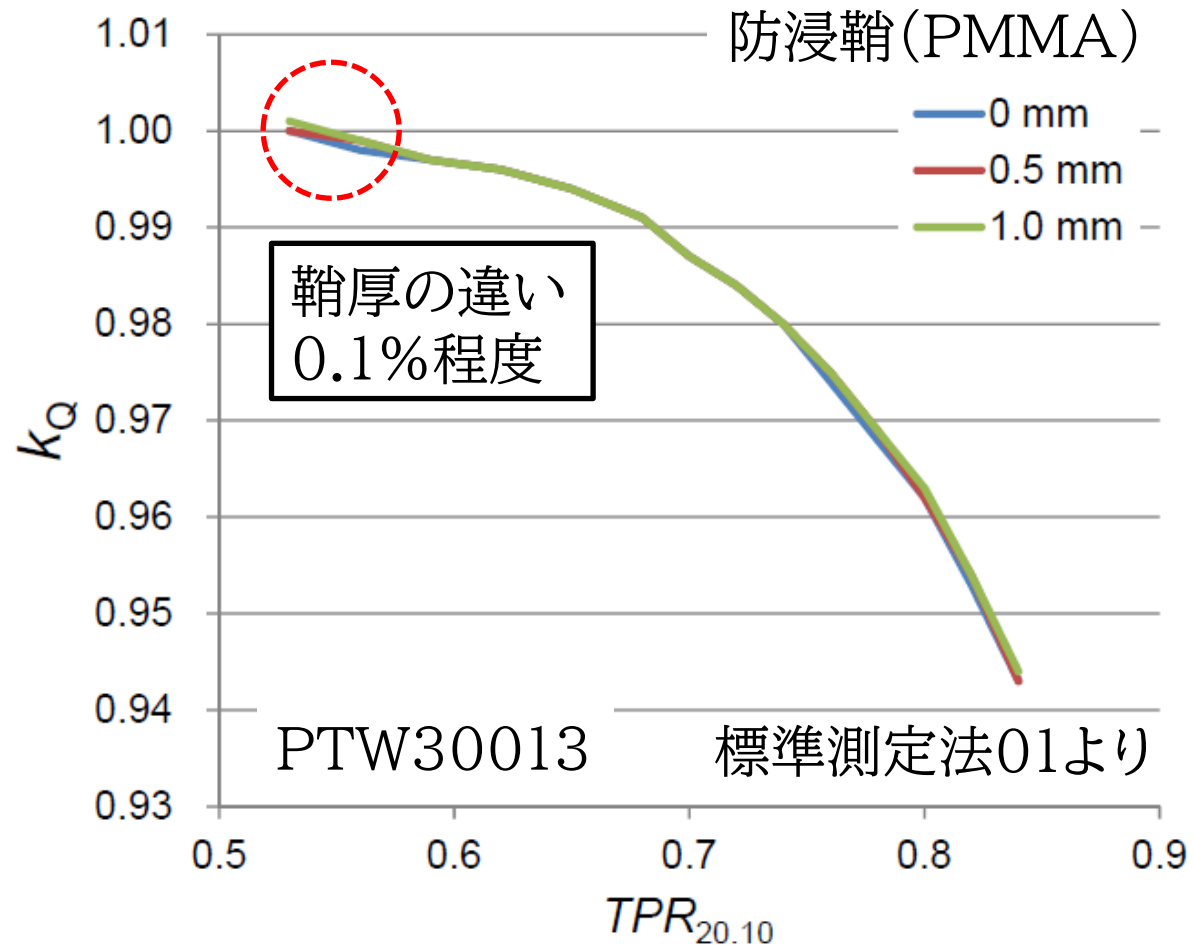
Wikipediaより

線質変換係数： k_Q 、 Q_0

■ 防浸鞘



防浸鞘
非防水の電離箱を
水に浸けて使用する
ための鞘



標準測定法01

靴厚により、異なる k_Q

標準計測法12

靴厚の有無による k_Q の変化は小さい

(0 mmと1 mmの P_{wall} の平均値)

^{60}Co による校正時の

靴厚は1 mmを使用

線質変換係数： k_{Q, Q_0} コバルトから自施設のエネルギーに変換

$$X = M_{D, W, Q} = M_{D, W, Q_0} \times k_{Q, Q_0}$$

↓ 計算式は

$$k_{Q, Q_0} = \frac{\left[\left(\frac{\bar{L}}{\rho} \right)_{\text{air}}^{\text{water}} P_{\text{wall}} P_{\text{cav}} P_{\text{dis}} P_{\text{cel}} \right] Q}{\left[\left(\frac{\bar{L}}{\rho} \right)_{\text{air}}^{\text{water}} P_{\text{wall}} P_{\text{cav}} P_{\text{dis}} P_{\text{cel}} \right] {}^{60}\text{Co}}$$

阻止能 ↓

↑ 擾乱補正係数

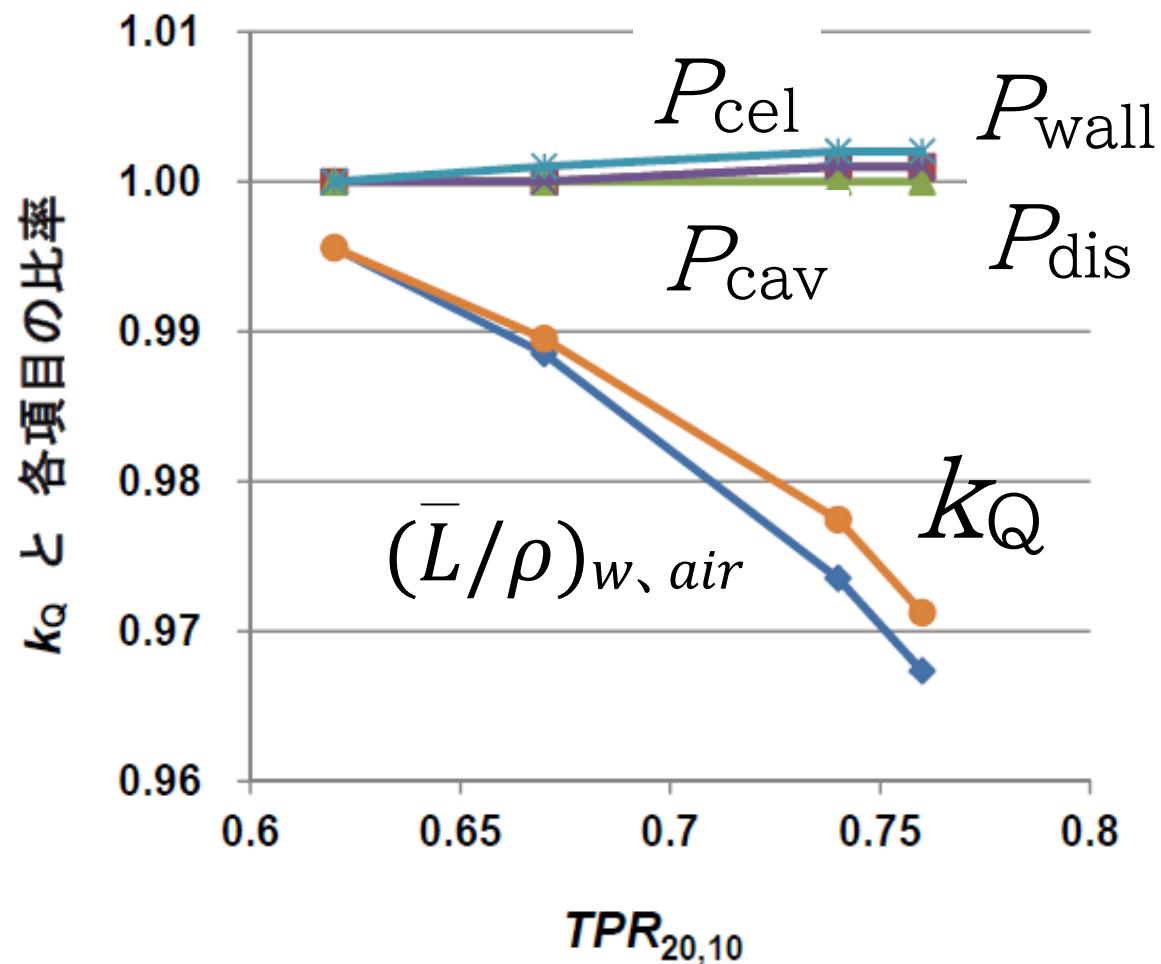
エネルギーの違いにより電離箱の反応が異なるため、
線質の違いの補正が必要(つまり)

(水中に電離箱をおくことで生じる
放射線場の乱れを補正)

線質変換係数： k_Q, Q_0

■ k_Q, Q_0 への寄与の内訳

PTW30013 Farmer



$$k_{Q,Q_0} = \frac{\left[\left(\frac{\bar{L}}{\rho} \right)_{air}^{water} P_{wall} P_{cav} P_{dis} P_{cel} \right]_Q}{\left[\left(\frac{\bar{L}}{\rho} \right)_{air}^{water} P_{wall} P_{cav} P_{dis} P_{cel} \right]_{60Co}}$$

線質変化による、

k_Q, Q_0 の変化には

を与える

線質指標と阻止能比の関係

線質指標

プロトコル

特徴

$PDD(10)_x$

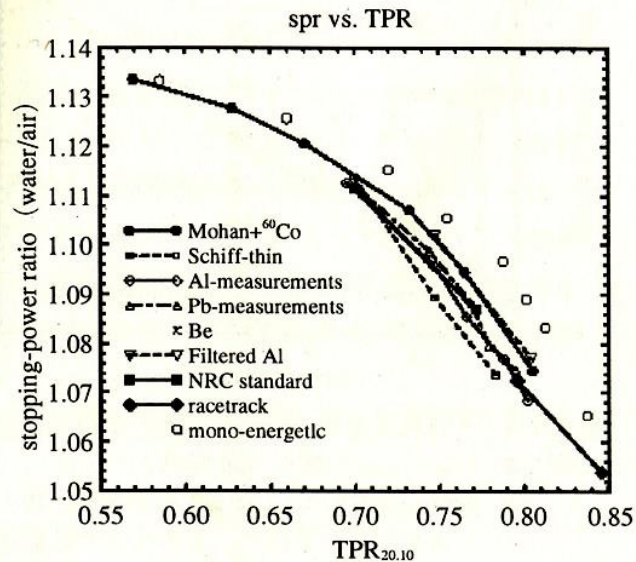
AAPM TG-51, BJR

線質指標として最も優秀。測定法が複雑

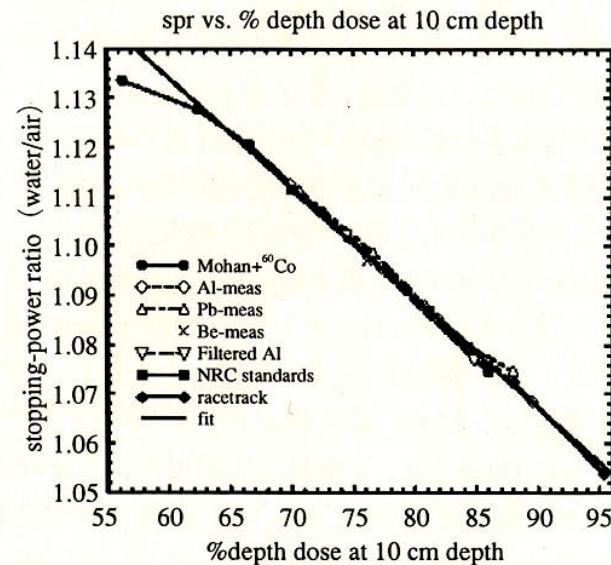
$TPR_{20,10}$

標準計測法12, IAEA

測定が容易、電子混入の影響が少ない
 $PDD(10)_x$ と0.4%以内で一致



(a) $TPR_{20,10}$ 法



(b) $PDD(10)_x$ 法

図 A 5.3 線質指標 $TPR_{20,10}$ および $PDD(10)_x$ に対する $(\bar{L}/\rho)_{w,air}$ の変化¹⁸⁾

標準計測法12

吸収線量測定において

線質指標は

阻止能を求めるために用いられる

阻止能との相関が重要

国家試験過去問

82 電離箱線量計を用いた高エネルギー X 線の線量計測で**必要ない**補正項目はどれか。

1. 温 度
2. 極性効果
3. 線量率依存性
4. イオン再結合
5. エネルギー依存性

国家試験過去問

39 外部放射線治療における校正深の水吸収線量測定で**必要ない**のはどれか。

1. 気 圧
2. 線質指標
3. 軸外線量比
4. 線質変換係数
5. 水吸収線量校正定数

標準計測法12における水吸収線量評価 まとめ

計算により電離量(nC)から水吸収線量(Gy)を求める

$$D_W(\text{Gy}) = M(\text{nC}) \times N_{D, W, Q_0}(\text{Gy/nC}) \times k_{Q, Q_0}$$

$D_W(\text{Gy})$: 水吸収線量

$M(\text{nC})$: 表示値 電離量に各種補正係数をかける

$N_{D, W, Q_0}(\text{Gy/nC})$: 水吸収線量校正定数 電離量を水吸収線量に変換する

k_{Q, Q_0} : 線質変換係数 コバルトに対応した N_{D, W, Q_0} を
自施設のエネルギ-の $N_{D, W, Q}$ に変換する

標準計測法12における水吸収線量評価 まとめ

計算により電離量(nC)から水吸収線量(Gy)を求める

$$D_w(\text{Gy}) = M(\text{nC}) \times N_{D,w,Q_0}(\text{Gy/nC}) \times k_{Q,Q_0}$$

電離箱線量計で、真の測定値を得るには補正が必要

(毎測定 変化因子)

$$M(\text{nC}) = M_{\text{raw}}(\text{nC}) \times k_{\text{TP}} \times k_{\text{pol}} \times k_{\text{s}} \times k_{\text{elec}}$$

(補正後表示値) (表示値) (各種補正係数)