

X線アナライザー(Piranha)によるX線装置の精度管理Ⅱ

福島県内における一般撮影装置のX線出力について

(公社)福島県診療放射線技師会 精度管理委員会

佐藤 政春、加藤 利夫、古川 徹、星 寿郎、佐竹 一博、篠原 宏幸、角浜 憲孝、池田 昭文、渡部 育夫

【目的】

福島県診療放射線技師会が会員施設の精度管理の向上を目的に購入したX線アナライザーを用い、一般撮影装置についてX線出力(1mの距離における1mAs 当たりの線量[$\mu\text{Gy/mAs}$])を求め被ばく線量推定の基礎データとする。また次の事についても検討する。

- ① 線発生装置、X線管装置、絞り装置の型式が同じである場合のX線出力。型式やメーカーの異なる装置間でのX線出力。
- ② 一般撮影装置の標準X線出力を決める基礎を築く。

【方法】

Piranhaを用いて管電圧、管電流、曝射時間(精度管理委員会報告I)の他、HVL,照射線量も同時に測定した。対象装置はX線発生装置、X線管装置、絞り装置の総ろ過が公称値2.5mmAl相当である一般撮影装置61台、X線管73本。このうち付加フィルタが入っていたデータと透視装置を除く、X線発生装置-X線管・61組、のべ61台を対象とした。設定曝射時間100msec、設定管電流100mA、付加フィルタは外して総ろ過2.5mmAl等量の公称値とした。設定管電圧を50kVから10kVごとに140kVまで焦点から1mの距離における線量を測定した。測定した全ての「管電圧-X線出力」データから計算ソフトを用い図1に示す「管電圧-X線出力を4次の多項式近似式」で近似させ正規化する。以下「管電圧-X線出力・多項式近似」を用いて比較した。

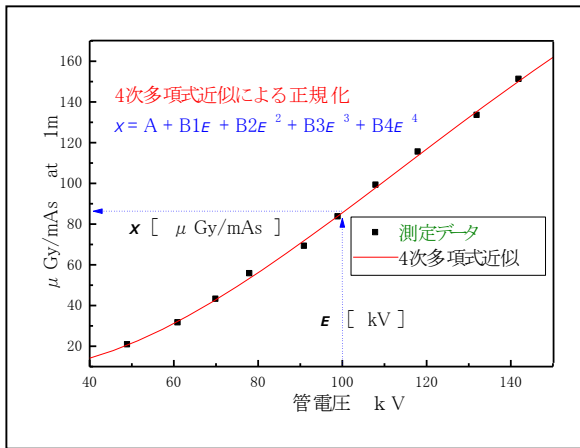


図1

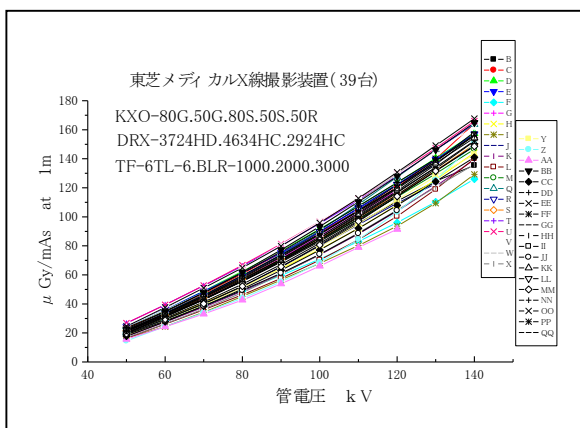


図2

【結果・考察】

東芝装置39台、島津装置12台、日立装置10台のX線出力特性を図2、図3、図4、に示す。

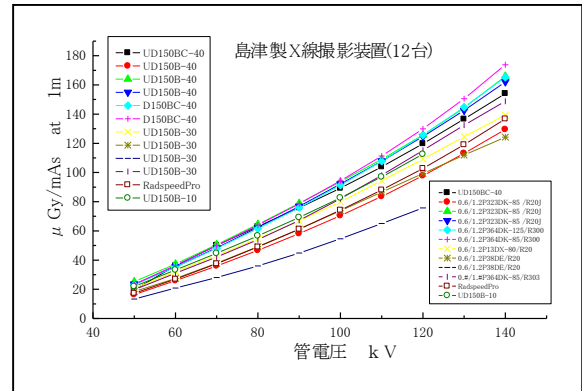


図3

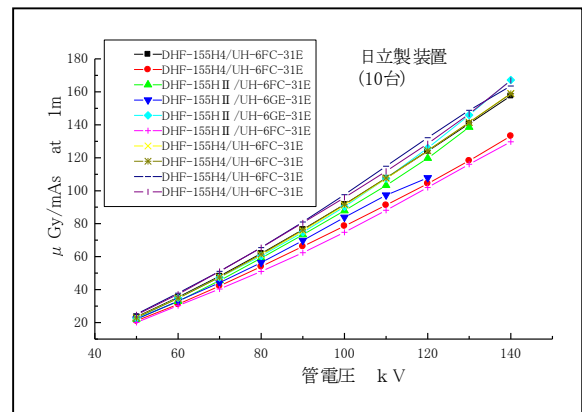


図4

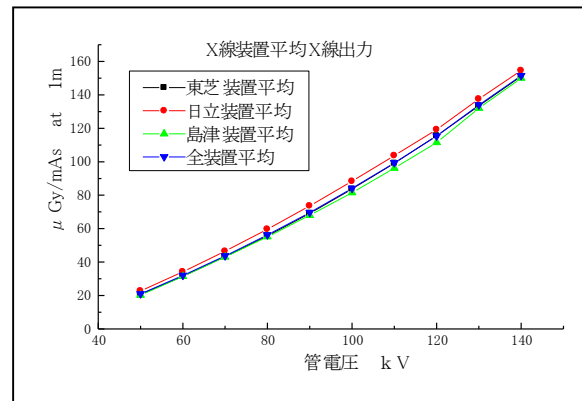


図5

X線発生装置、X線管装置、絞り装置の組み合わせやX線管の交換及び使用年数が異なるので、一致するものもあるが全体としてはばらばらとなった。しかしながら東芝、島津、日立のそれぞれの平均X線出力は図5に示す様にメーカーの違いはみられない。焦点から距離1mにおける平均X線出力 X は式(1)で示すように4次多項式で表すことができる。Eは管電圧(kV)、A,Bは定数である。図6、表1、表2に61台の

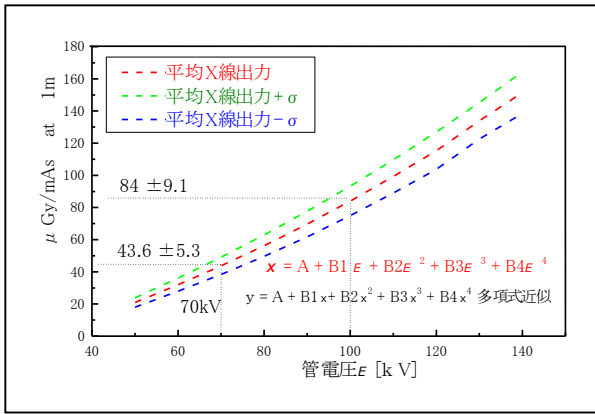


図 6

平均X線出力、標準偏差を示す。

$$X [\mu Gy/mAs] = A + B_1E + B_2E^2 + B_3E^3 + B_4E^4 \dots (1)$$

A	-41.989690
B ₁	1.630240
B ₂	-0.012680
B ₃	1.1894900E-04
B ₄	-2.9283200E-07

表1

式(1)で表すX線出力は福島県内の平均X線出力であり相対的な比較の基準となる。

管電圧 kV	平均 X 線出力 μ Gy/mAs @1m	標準偏差 σ
50	20.9	2.9
60	32.0	4.1
70	43.7	5.4
80	56.2	6.7
90	69.6	7.9
100	84.0	9.1
110	99.3	10.3
120	115.3	11.6
130	133.9	11.3
140	151.4	12.9

表2

今回の X 線出力は空中線量であるがBSF (後方散乱係数) を乗ずると表面入射線量になる。BSFは通常 1.2~1.3 といわれている (図7)

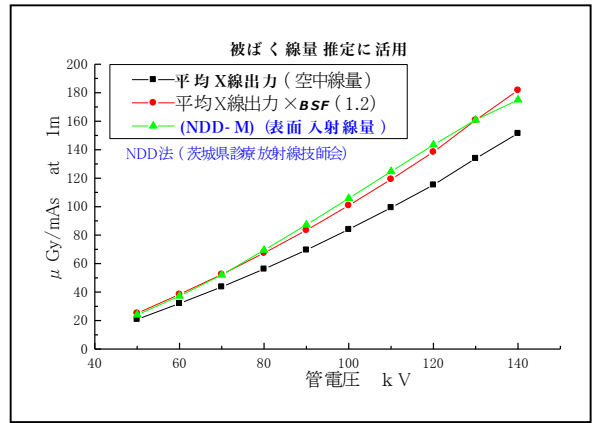


図 8

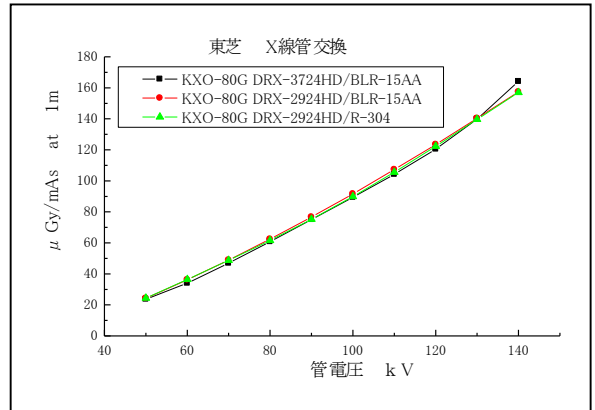


図 9

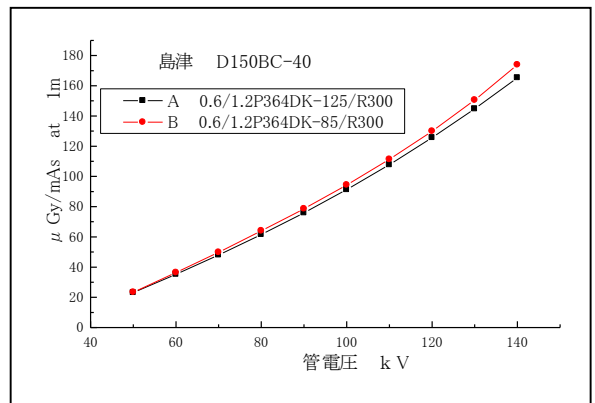


図 10

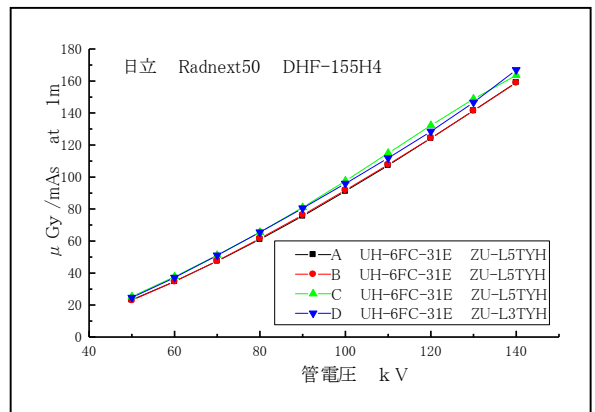


図 11

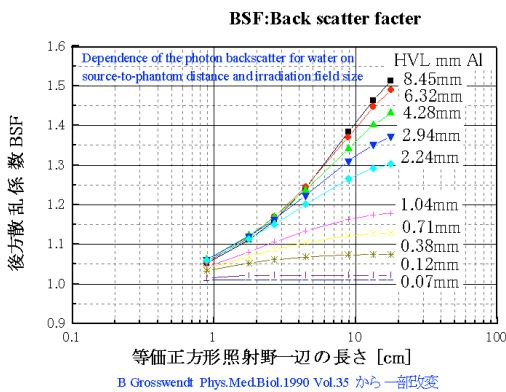


図 7

平均 X 線出力に BSF1.2 を乗じると図8に示すように茨城県診療放射線技師会が報告した NDD-M の係数の値にほぼ一致し NDD 法が被ばく線量推定の概算方法として妥当であることが確認できた。図9は X 線管

を交換して 2 年以内の東芝装置 3 台である。図 10 は X 線装置据付後 2 年以内の島津装置 2 台、図 11 は据付後 2 年以内の日立装置 4 台である。これらの構成は X 線発生装置、X 線管装置、絞り装置が同型かまたは同型に近い構成である。X 線出力は近似した結果となった。

これらX線管使用年数が2年以内のX線出力と平均X線出力とを一緒に表したものが図12である。(図中-■-は平均X線出力を表す)

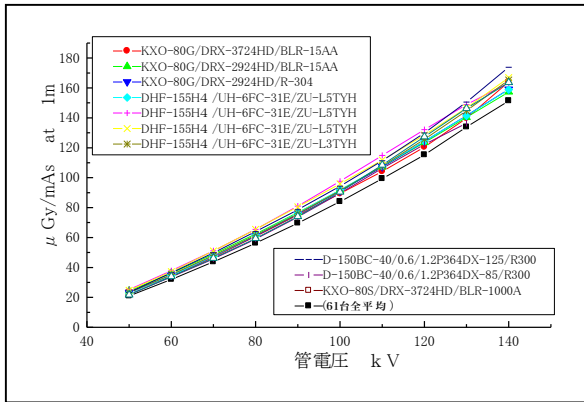


図12

メーカー即ちX線発生装置、X線管装置、絞り装置がそれぞれ異なっているにもかかわらずX線出力は近似した結果となりメーカー、装置の違いはみられない。またX線出力は平均X線出力より高くなった。一方使用経年数の多い装置でのX線出力は平均X線出力より低い傾向にありバラツキが大きい。

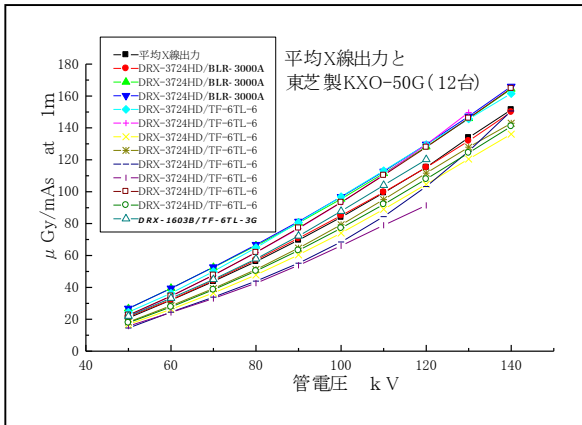


図13

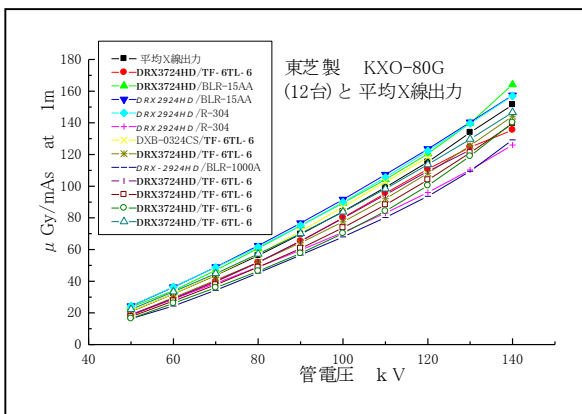


図14

図13、図14は据付から経年数の多い東芝装置KXO-50G、KXO80G各12台である。X線管の交換から経年数の多いX線管ではX線出力が平均X線出力より低下するものが多い。しかし平均X線出力を上回るものもあり、実際には経年数ではなくX線管の使用曝射回数に依存して変化すると考えられが今回の調査のみではX線出力の経年的変化を捉えることは困難で今後継続的に追跡調査をすることにより明らかになると思われる。図15は約1年後の経年変化比較であるが撮影件数が少ないこともありほとんど変化していない。尚この装置は電流値が指示値

より10%以上少なかったので1年後の測定前にメーカーの電流調整点検を実施している。

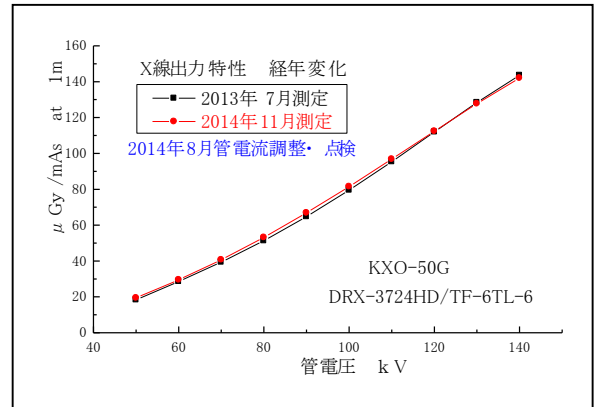


図15

【まとめ】

1. X線出力は全体的にはかなりバラツキがみられたもののメーカー別平均X線出力はほぼ一致し、メーカー間の違いはなかった。
2. 61台の平均X線出力にBSF1.2を乗じるとNDD-Mの値にほぼ一致しNDD法の数値が妥当な値であることが確認できた。
3. 同一メーカーで構成の同じ装置の場合、経年数の少ない時期においてX線出力はほぼ一致した、しかし年数の経過した装置間ではかなりバラツキがみられた。
4. 経年数の少ない時期においてはメーカーが異なる装置であってもX線出力はかなり一致した。
5. X線出力の装置間のバラツキはX線管の経年数即ち総曝射回数に関わっていることが示唆された。経年的にX線出力がどのように変化するかは、今後も継続的に追跡していくことで明らかになると思われる。
6. 管電圧とmAsで被ばく線量を推定する(NDD)方法に今回の平均X線出力が活用できる。しかしながら平均X線出力は目安であり、管電圧、管電流の指示が正しいことが条件である。被ばく線量をより正確に推定するには個々の装置でX線出力を測定すべきである。
7. 非接触型アナライザー(Piranha)は、従来のアナライザーでは測定できなかった管電流値と管電流波形が簡単に測定できるのが特徴であり、電圧、曝射時間、半価層、線量といったQC、QAに不可欠なデータが一度に測定できるので精度管理測定器として非常に有用である。

参考文献

1. Fewell TR 他、Handbook of CT X-ray Spectra FDA 1981
2. Tucker DM 他 Semi empirical model for generating tungsten X-ray spectra Med.Phys. 1991
3. IPEM Report No.78 (CD-ROM) 1997
4. (社) 日本放射線技師会誌、48・1、5~14、2001
5. (社) 茨城県放射線技師会 X線診断領域における患者の表面入射線量簡易換算式 -NDD法-
6. B.Grosswendt、Phys.Med.Biol Vol.35No.9 1990

謝辞

今回の調査にご協力いただきました各施設の方々に感謝します。