

非接続形X線アナライザのQC(Quality control)応用

赤坂, 勉

坂本, 弘巳

<https://doi.org/10.15017/224>

出版情報 : 九州大学医療技術短期大学部紀要. 20, pp.11-18, 1993-03. Kyushu University School of Health Sciences Fukuoka, Japan

バージョン :

権利関係 :

非接続形 X線アナライザの QC (Quality control) 応用

赤坂 勉、坂本 弘巳

Quality control of X-ray generators using non-invasive X-ray analyzer
Tsutomu Akasaka, Hiromi Sakamoto

The characteristics of X-ray generators can be simply and safely measured by a non-invasive X-ray analyzer in comparison with an electric meter. Non-invasive X-ray analyzer 'KYOKKO model 100' has been used for measuring of X-ray generators in our laboratory. The present results further support the view that this method is very useful for the quality control of X-ray generators.

1. 緒言

X線は一般に X線管電圧、管電流および曝射時間により制御されるが、精度、再現性の良い X線出力 (=品質) を得るためには、適正な電氣的調整が施されていなければならない。これらの測定は通常 外部から電氣的に接続された計器により行われるが、高電圧発生装置の高圧側 (数十 kV ~ 数百数十 kV) に測定回路が挿入されるなど危険も伴い、かつ測定準備が繁雑である。

近年 X線を検出器に入射させるだけで、上記の電氣的特性を含む各種パラメータの測定、解析が行える装置が種々開発された。X線装置への電氣的接続を必要とせずに安全、簡便に測定が実施できることから、日常点検等への利用が注目されている。^{1, 2)}

本学では現在 20 数台の X線装置を保有しているが、保守点検については充分であるとはいえず、前述のように電氣的測定も日常的には困難である。この保守点検に非接続形 X線アナライザが活用されれば、多項目にわたる点検を安全かつ簡便に実施することができ、故障時の迅速な対応が期待できる。

今回 KYOKKO X線アナライザ model 100 を用いて、その有用性を確かめる基礎実験と QC 応用への試みを行ったので報告する。

2. 使用機器および方法

使用機器

KYOKKO X線アナライザ model 100 の外観を図 1 に示す。右側が検出器であり、蛍光板、

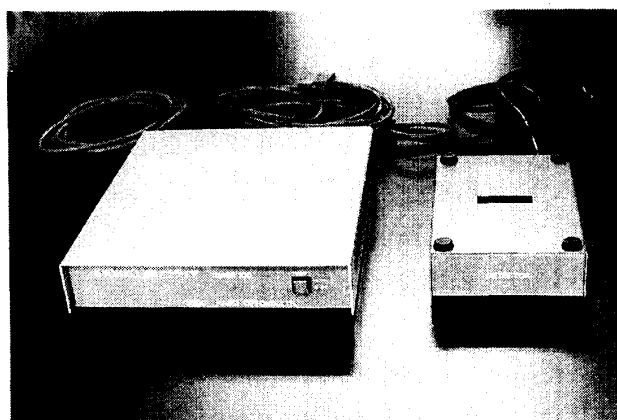


図 1 アナライザの外観

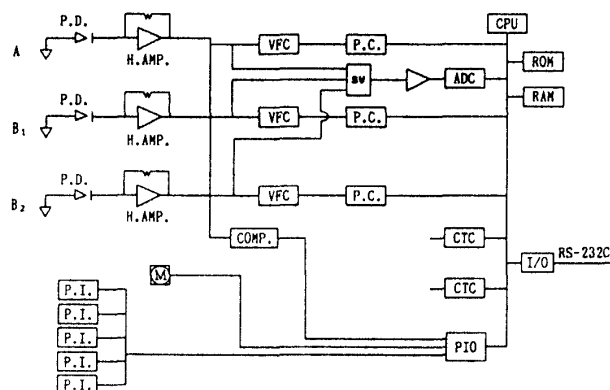


図 2 アナライザの回路構成

フォトダイオード、フィルタなどから成る。検出器からの信号は、左側のコントローラで増幅、A/D変換などの処理を経てパソコンへ入力される。図2に回路構成を示す。³⁾

本アナライザから得られる情報は、管電圧、曝射時間、線量、半価層および実効エネルギー、ならびに管電圧波形、蛍光強度波形である。

これらの情報の信頼性を確かめるための基礎実験に用いた機器を次に示す。

X線装置	東芝	KXO-15 (单相2ピーク形)
X線管	東芝	DRX-90S
多重絞	東芝	TE-6TL-3
管電圧波高計	アルコ	KV-201D
管電流計	アルコ	MA-1201DC
電離箱式線量計	応用技研	AE-132

(1) 基礎実験の方法

① 管電圧

高電圧発生装置の二次側に電氣的に接続された管電圧波高計の値と比較した。

管電圧波高計は、X線投入後4パルスを過ぎてから20ms間の最大値を示すよう設定した。一方アナライザからは、X線投入後10ms毎に区切った各々の区間での最大値が10個まで表示されるが、このとき管電圧波高計の値と対応するものは4、5番目の値の大きい方であると考えられる。

管電圧約70kVについて10回測定した。

② 曝射時間

アナライザは、单相2ピーク形X線装置の場合は

$$\text{有効パルス数} / (\text{電源周波数} \times 2)$$

により算出された値を、三相装置の場合は管電圧波形におけるピーク値の75%に相当する立上がり、立下がり部の時間間隔を表示する。

得られた管電圧波形よりこれを求め、比較した。

③ 線量

管電圧60kV、70kVについて、線量計との同時測定を数回行い、線量計の照射線量 (R) 値を空気吸収線量 (Gy) に換算して比較した。

④ 半価層

我々が過去に発表した⁴⁾ 同一X線装置におけるアルミ半価層の測定結果と比較した。この半価層測定は極めて高精度に求められたものである。

(2) QCの方法

今回は初回の測定であることから、1つのX線管につき各種の照射条件で測定を行った。測定装置は14台、X線管は22台にのぼる。

原則的な照射条件として以下のことを設定した。

- X線管-撮影台間距離を100cmとし、撮影台上に検出器を置く。
- X線空間強度分布の不均一性の影響を除くため、検出器入射窓の長軸方向とX線管長軸方向を直交させた。
- 照射野は入射窓よりやや広い3×8cmに設定した。
- X線照射条件は、小焦点-100mA、大焦点-200mAの各々について、管電圧は60kV、70kVを選んだ。大容量のX線管については80kVについても測定した。曝射時間については、その信頼性を調べるため60kV、100mA、0.05sの条件で1回、その他はすべて0.1sに設定した。

3. 基礎実験とQC応用について 結果と考察

(1) 基礎実験について

① 管電圧

管電圧波高計の値を基準にとると、+0.2~-0.8kV (+0.28~-1.1%、平均-0.53%) となり極めて高い信頼性を示す結果となった。測定回数は少ないものの他の管電圧についても、最も誤差の大きなもので-2.5%であり仕様にある±3% (または±3kVのいずれか大きい方) の精度と一致している。

② 曝射時間

得られた管電圧波形より求めた値とよく一致した。これはQC実施時の他の单相2ピーク形X線装置や三相装置についてもよく一致した。

③ 線量

線量計の値を基準にとると、60kVで約-35%、70kVで約-25%と信頼性の低い結果となった。これについては同様な結果を示した発表³⁾もあり、今後追試、検討を重ねてみたい。

④ 半価層

測定結果を表に示す。いずれの管電圧においてもFree Air Chamberでの値より低い値を示したが、最大誤差を示したものでも7%以下であり信頼性はほぼ良好であると思われる。

表 アルミ半価層 (mm) の比較

	Free Air Chamber	アナライザ	誤差%
60kV	1.74	1.69	-2.9
80kV	2.18	2.03	-6.9
100kV	2.71	2.59	-4.4

以上アナライザから得られる情報は、線量を除いては良好な信頼性を有する事が確認できた。

(2) QC応用について

測定結果の例として、図3に单相2ピーク形X線装置のものを、三相12ピーク形装置のものを図4、コンデンサ放電形装置(20mAsの波尾切断を行っている)のものを図5に示す。

これらは1回の測定で得られるすべての情報を一つの図に表示させたものであるが、各情報について説明をつけ加えると、

データ番号 1回の測定毎に更新される番号で、データ保存用ディスクの保存単位となる。

装置番号 X線装置室とX線管番号を対応させた。この番号をもとに主要パラメータのリスト表示を行うこともできる(後述)。

設定値 X線装置の照射条件を入力する。ここで入力された管電圧値により検出器のフィルタが自動的に切換わる。

測定に際してはX線入射直前に“開始キー”を押してX線を曝射すればよく、X線入射終了と同時に測定も自動的に終了する。

今回のQC実施中に設定値よりも約10kVも高い管電圧値を示した装置が1台発見された(図6)。学生実習に使用する直前であったため、急きよ

電氣的調整を行って適正な状態に復帰させることができたが、これもQC応用の一つの成果であると評価することができた。

このようにアナライザを用いた測定では、1回の曝射を行うだけで多項目にわたる情報を極めて短時間に得ることができる。測定準備も数分間で完了することができ、その簡便性も十分に確かめられた。

装置番号毎の主要パラメータのリスト表示例を図7に示すが、これによりQC結果の経時的変化を把握することもできる。

また今回は据置形のパソコンをプリンタとともにキャスターに搭載してX線装置各室を移動したが、室内の狭さもあってかなりの不便さを感じた。可搬形の小形パソコンの使用が望まれる。

4. 結 語

線量評価に課題を残したものの、基礎実験ではQC利用としてその有用性が確かめられ、QCの実施についてもその簡便性を十分に確認することができた。装置の故障に対してもこれらの結果をもとに迅速な対応を期待することができる。今後本学のX線装置の日常的な保守管理に本アナライザを活用したい。

5. 参考文献

- 1) 早矢仕智恵：X線アナライザによるX線装置設置時の性能評価、日本放射線技師会雑誌、37巻、p1158、1990
- 2) 上遠野 昭：非接続形測定器240AによるX線発生装置の管理、日本放射線技術学会雑誌、48巻、p1298、1992
- 3) 三宅周作、鈴木尚生：X線アナライザについて、極光X-RAY、No. 28、p25~45、1990
- 4) 赤坂 勉、坂本弘巳、竹井 力：各種電離箱による半価層測定(第2報)、第41回日本放射線技術学会総会予稿集、p219、1985
- 5) 斎 政博：Non-invasive型X線アナライザの性能比較(第3報)、日本放射線技術学会雑誌、48巻、p1299、1992

データ番号 : 99
 装置番号 : 211
 測定日 : 92年10月08日
 測定時間 : 19時40分19秒

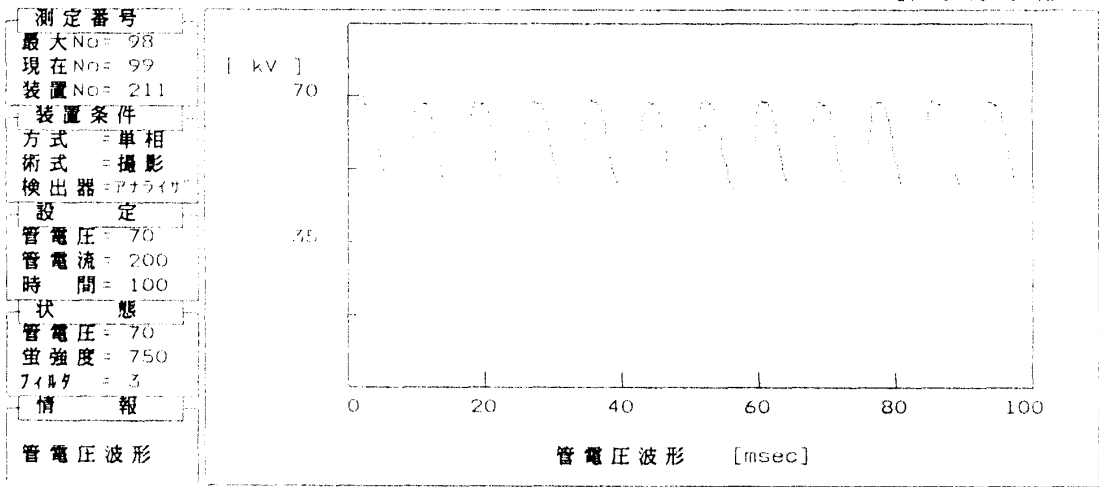
[設定値]
 管電圧(kV) 管電流(mA) 時間(msec)
 70.0 200.0 100.0

[測定値]
 最大管電圧(kV) 平均管電圧(KV) 積分管電圧(kV) 時間(msec) 吸収線量(mGy)
 67.7 67.4 69.9 100.0 0.43
 線量当量(mSv) 線量当量率(mSv/m) 7%半価層(mm) 銅半価層(mm) 実効エネルギー(keV)
 0.45 269 2.08 0.065 28.9

[管電圧の時間変動[kV(10msec)]]
 66.9 67.6 67.4 67.5 67.3 67.3 67.7 67.5 67.2 67.1

KYOKKO X線 アナライザ 100

92年10月08日
19時43分42秒



KYOKKO X線 アナライザ 100

92年10月08日
19時44分52秒

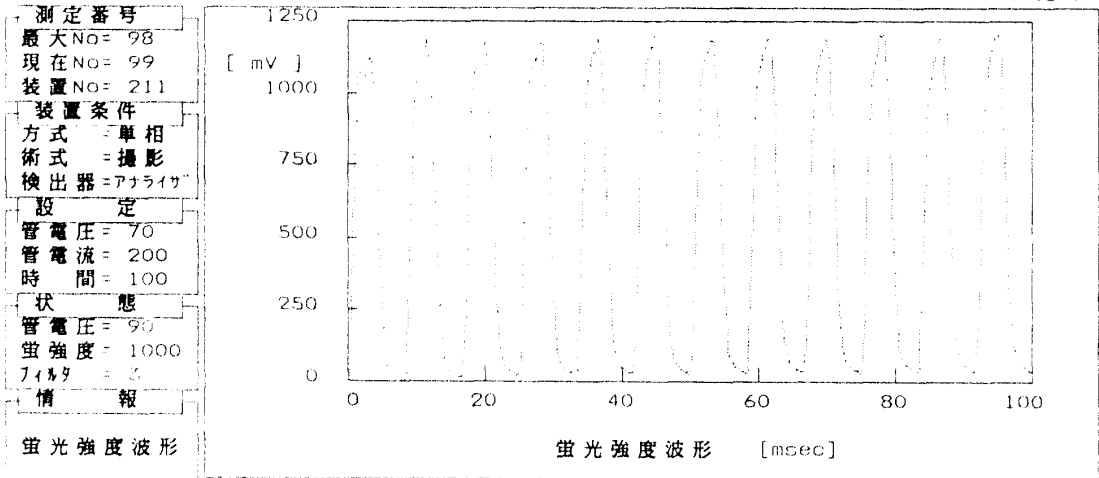


図3 単相2ピーク形X線装置の測定例

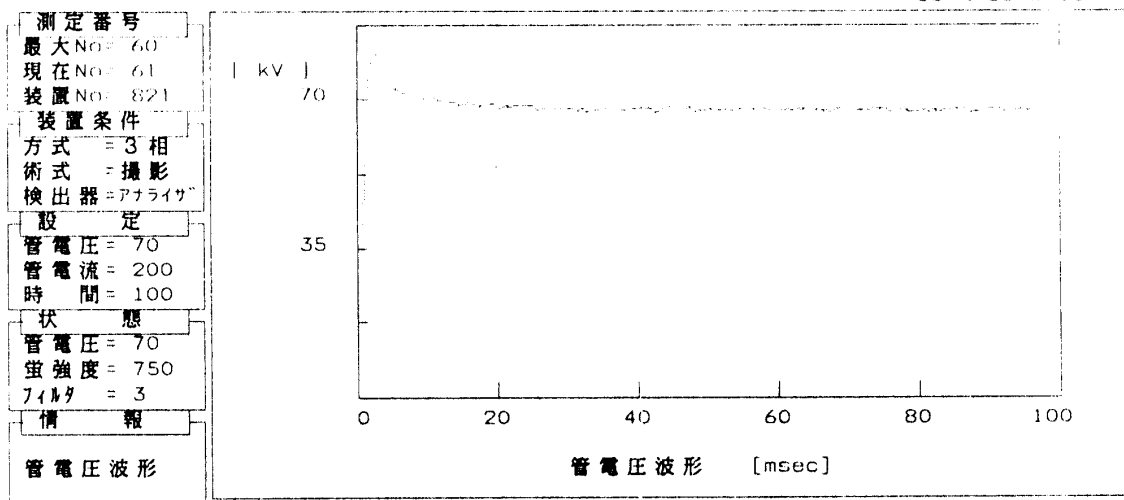
データ番号 : 61
 装置番号 : 821
 測定日 : 92年09月25日
 測定時間 : 15時35分27秒

[設定値]
 管電圧(kV) 管電流(mA) 時間(msec)
 70.0 200.0 100.0

[測定値]
 最大管電圧(kV) 平均管電圧(KV) 積分管電圧(kV) 時間(msec) 吸収線量(mGy)
 77.6 69.0 69.3 104.4 0.97
 線量当量(mSv) 線量当量率(mSv/m) 7#半価層(mm) 銅半価層(mm) 実効I₀時'(keV)
 1.11 639 2.62 0.082 31.3

[管電圧の時間変動[kV(10msec)]]
 77.6 70.0 68.3 67.9 67.9 67.7 67.9 67.7 67.7 67.6

KYOKKO X線アライヤ' 100
 92年09月25日
 15時36分03秒



KYOKKO X線アライヤ' 100
 92年09月25日
 15時37分06秒

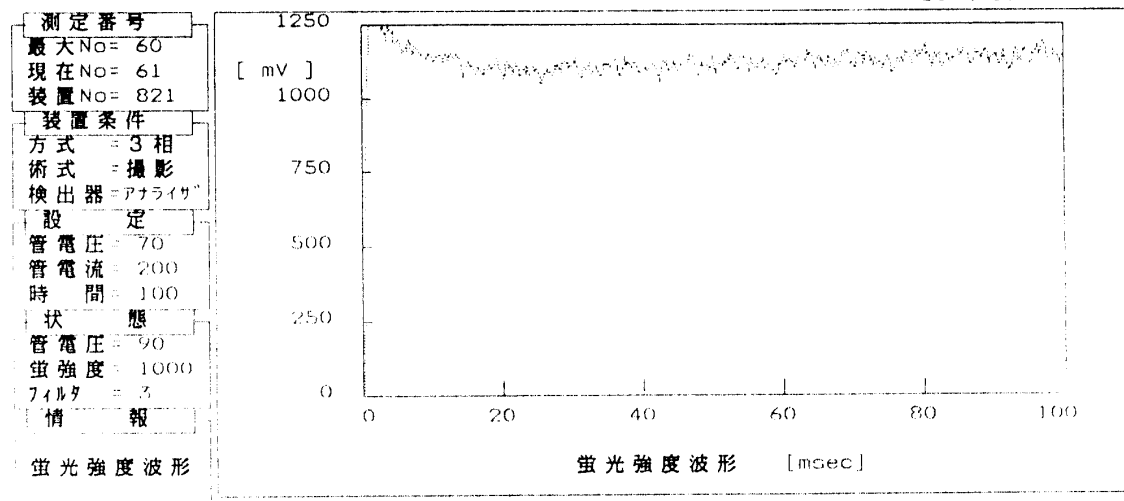


図4 三相12ピーク形X線装置

データ番号 : 150
 装置番号 : M03
 測定日 : 92年10月14日
 測定時間 : 13時58分16秒

[設定値]
 管電圧(kV) 管電流(mA) 時間(msec)
 70.0 20.0 1000.0

[測定値]
 最大管電圧(kV) 平均管電圧(KV) 積分管電圧(kV) 時間(msec) 吸収線量(mGy)
 72.0 68.1 65.8 55.4 0.69
 線量当量(mSv) 線量当量率(mSv/m) 鉛半価層(mm) 銅半価層(mm) 実効エネルギー(keV)
 0.74 806 2.27 0.071 29.8

[管電圧の時間変動[kV(10msec)]]
 72.0 70.0 67.9 66.3 64.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

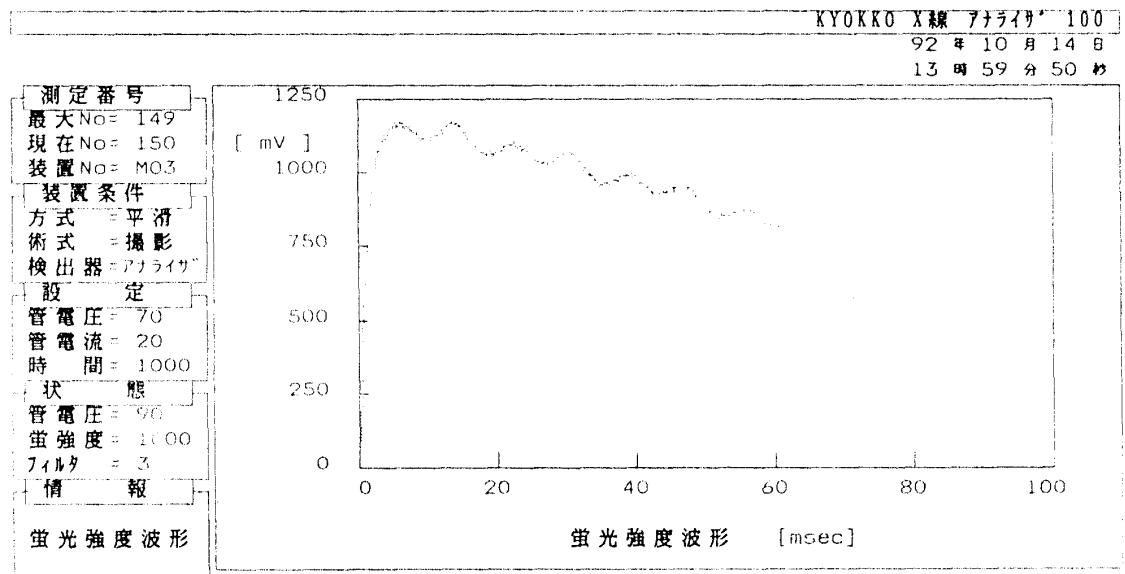
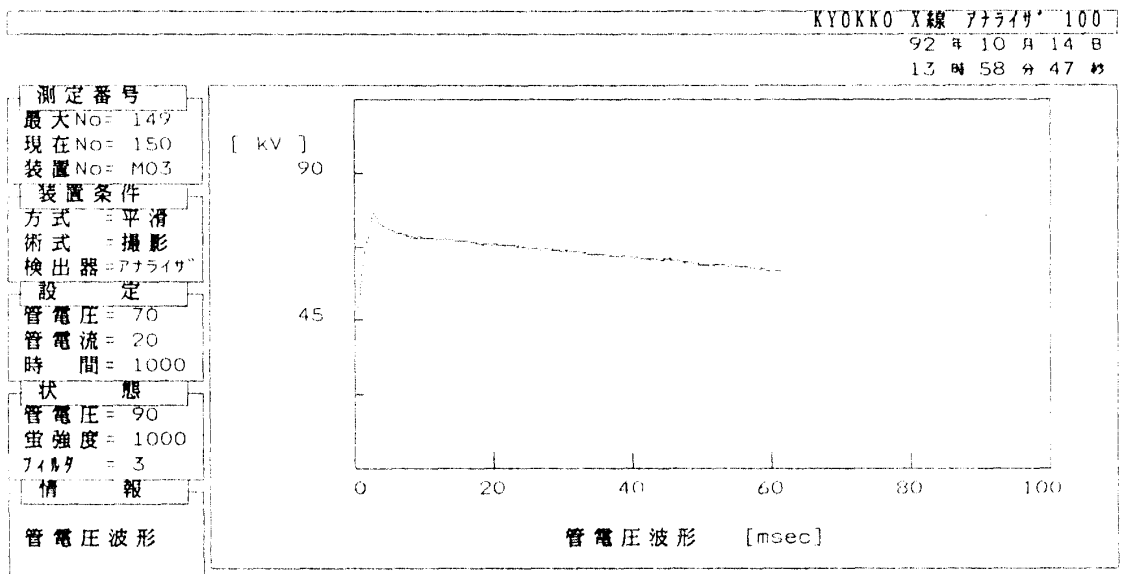


図5 コンデンサ放電形X線装置

データ番号 : 92
 装置番号 : 111
 測定日 : 92年10月08日
 測定時間 : 09時12分14秒

[設定値]

管電圧(kV) 管電流(mA) 時間(msec)
 70.0 200.0 100.0

[測定値]

最大管電圧(kV) 平均管電圧(KV) 積分管電圧(kV) 時間(msec) 吸収線量(mGy)
 82.0 80.8 82.6 100.0 0.70
 線量当量(mSv) 線量当量率(mSv/m) 7M半価層(mm) 銅半価層(mm) 実効I_{eff}-(keV)
 0.78 468 2.44 0.076 30.5

[管電圧の時間変動[kV(10msec)]]

82.0 81.4 81.0 80.7 80.5 80.5 81.2 80.4 80.4 80.4

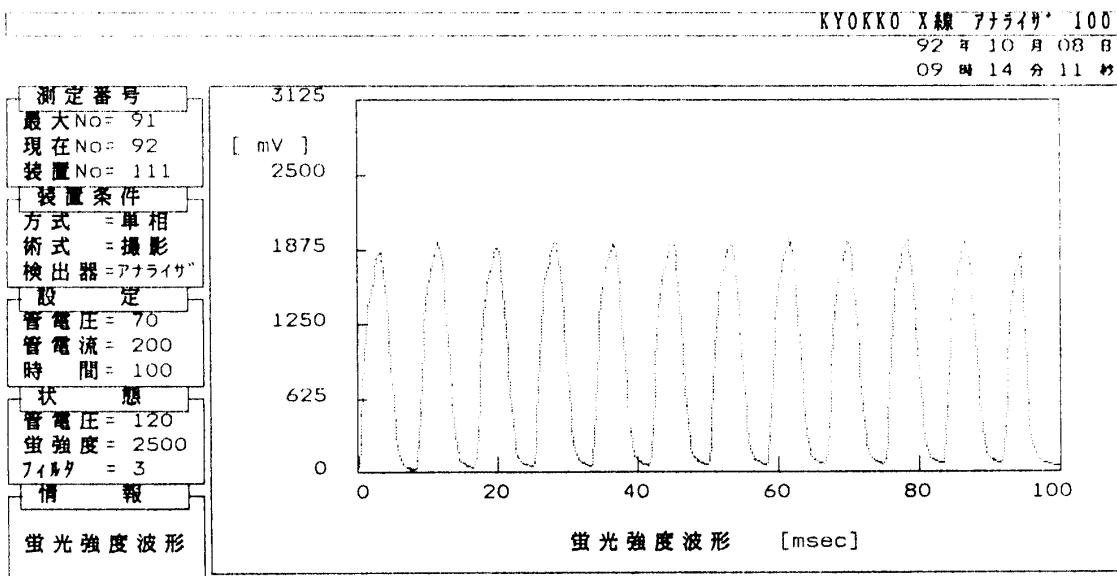
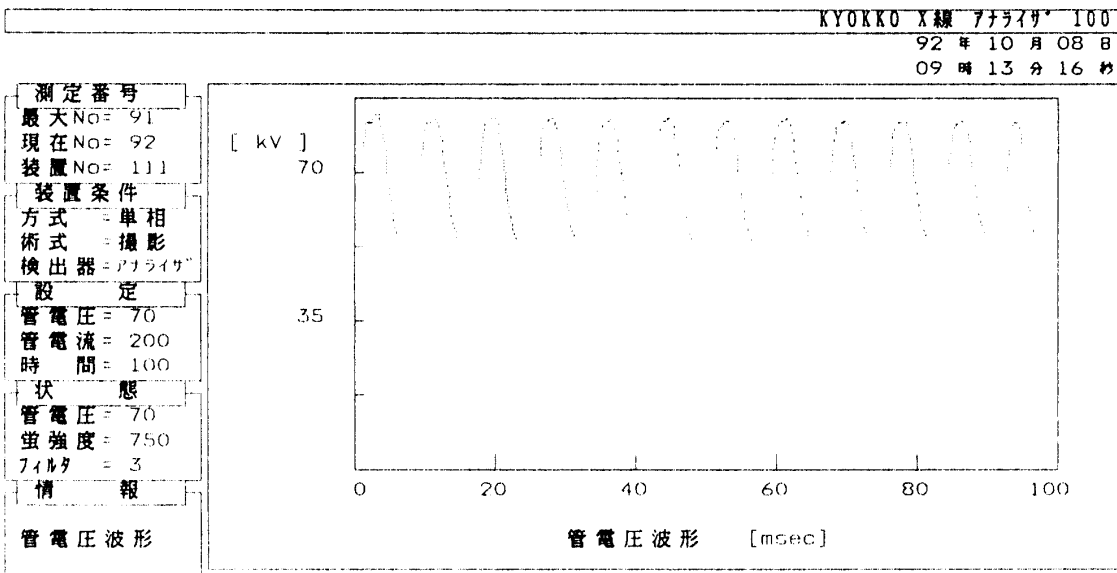


図6 管電圧が設定値よりも高い値を示していた例

KYOKKO X線 アナライザ 100									
92年11月06日									
13時33分37秒									
チャンネル/リスト	番号	測定日	装置	管電圧	時間	実効	線量	蛍(Ca)	蛍(Gd)
最大NO.= 211	<年/月/日>	<kV>	<msec>	<keV>	<mGy>	<C>	<C>		
チャンネル = リスト2	127	92/10/12	114	62.3	50.0	28.2	0.08		
リストNO.= 114	128	92/10/12	114	63.2	91.7	28.2	0.14		
チャンネル-1	129	92/10/12	114	73.0	100.0	29.8	0.23		
番号 =	130	92/10/12	114	73.2	100.0	29.8	0.24		
入力 =	131	92/10/12	114	55.6	91.7	26.8	0.23		
チャンネル-2	132	92/10/12	114	68.0	108.3	29.0	0.47		
番号 =	133	92/10/12	114	68.3	100.0	29.0	0.44		
入力 =									
情報 - 1									
管電圧 = 150									
蛍強度 = 5000									
情報 - 2									

チャンネル	番号	データ	管波形	蛍波形	選択	レベル	時間	プリント	終了
F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10

図7 装置番号毎の主要パラメータのリスト表示例