

# 第9回全国シネ撮影技術研究会 助成研究発表

〔課題研究〕(最終報告)

『循環器用X線 TV モニタの実態調査と管理に関する基礎的研究』

## 循環器用X線 TV モニタの出力の管理・その一方法

東北大学医学部附属病院	佐藤州彦
山形大学医学部附属病院	岡田明男
三浦病院	渡辺喜二
横浜市立大学医学部附属浦舟病院	村山茂康
大阪大学医学部附属病院	三木弘
九州大学医学部附属病院	小川和久

### 1. はじめに

昨年我々は、ユーザー並びにメーカーに対するアンケート調査を実施した。その結果、多くの人がTVモニタの管理の必要性を認めながらも、測定方法がわからないとか測定器がないとかの理由により、実際に行っている施設はまだ少ないことを知り、できるだけ多くの人が実施できるような、定量的かつ簡便な測定方法を提言すべく活動してきた。

TVモニタの性能評価方法としては、JIS C6101「テレビジョン受信機試験方法」<sup>1)</sup>や日本医用画像工学会「医用画像表示のための標準パターンCSP委員会勧告」<sup>2)</sup>などがある。JIS C6101はテレビジョン放送を受信するための受信機の性能を比較評価するための標準試験方法について規定したもので、CSP委員会勧告は、国際的な標準化を図る上でも望ましいということで、アメリカにおいて作られたSMPTE RP 133パターンを使用したCRTモニタやマルチフォーマットカメラの画質管理法について述べてある。(MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY Vol.5 No.4 参照) これらをふまえたうえで、循環器撮影領域でのX線TVモニタの管理の一方法について述べる。

### 2. TVモニタ単体での管理

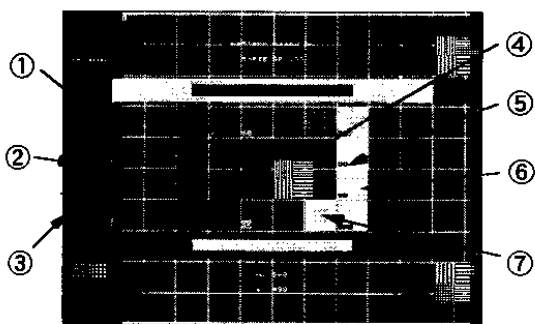
まずTVモニタの管理といっても、通常はI.I.やTVカメラを含めたシステム全体としての臨床画像やテストファントム画像といった日常画像に変化が感じられた時点で行えばよいと考える。し

かし、I.I.同様TVモニタも経時劣化が避けられないものであり、またコントラスト・ブライトネスの調整によって輝度が簡単に、大きく変わってしまうこともあるので、システムの状態を把握しておくためにも、年数回程度のI.I.、TVモニタそれぞれ単体でのチェックが必要と思われる。TVモニタを単体で管理するには、I.I.やカメラからの要因を取り除き、直接信号を入力しなければならないが、最近のデジタル装置には殆どSMPTE RP 133パターン(もしくは類似パターン)が内蔵されているので、簡便性を考える上でもこのパターンを使うのが最良と考える。

SMPTE RP 133パターンによる管理方法として、濃度の均一性(背景濃度パターン)、歪み(クロスハッチパターン)、フォーカス(文字パターン)、空間分解能(高コントラストパターン)などといったものは、目視によるチェックで十分と考える。しかし輝度に関しては視覚的評価では不十分で、数値的裏付けを取るためにも輝度計を用いた定量的測定が必要と考える。輝度測定には0から100%までの11stepのグレイスケールパターンを使用する。(Fig.1)

### 3. SMPTEパターンと輝度計による定量測定

まず実際にSMPTEパターンと輝度計によってTVモニタの輝度を測定する場合、問題となる点があつかある。これについては既に報告されているが<sup>3)</sup>、我々も同様に検討を加えた。



- ① 背景濃度
- ② クロスハッチパターン
- ③ 外周パターン
- ④ 高コントラストパターン
- ⑤ 文字パターン
- ⑥ グレイスケールパターン
- ⑦ 小コントラスト変化パターン

Fig. 1 SMPTE RP 133 パターン

1) 使用機器

輝度計

トプコン・BM-3 (視角 0.2/2.0°  
測定距離 0.2m~∞, 精度 ±4%)

パターンジェネレータ

西本産業 ・MPG-100

内蔵パターン

シーメンス・デジトロン 3VA

東芝 DFP2000A

TV モニタ

シーメンス・ビデオメッド N (625line)

・ビデオメッド H (1249line)

東芝 ・TVM-150MT

オシロスコープ

岩通製 ・SS5710 (60MHz)

2) 測定距離に対する依存性

CRT 管面と輝度計の距離を 20、28、40cm と変えて視角 2° にて SMPTE パターンを測定した。(Fig.2)

管面と輝度計間距離の変化による、入力信号レベルに対する輝度値の変動はなかった。ちなみに視角 0.2° にての 40cm、および 150cm の測定値もほぼ同じ値を示した。しかしパターンの

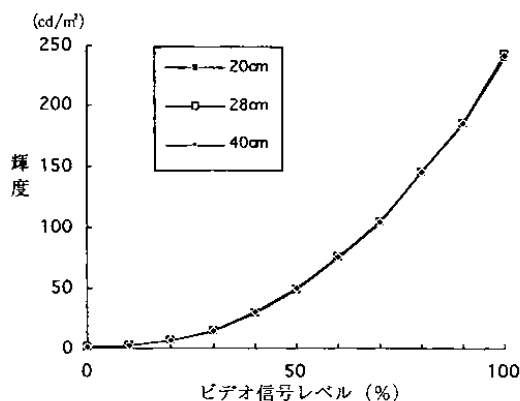


Fig. 2 測定距離に対する依存性

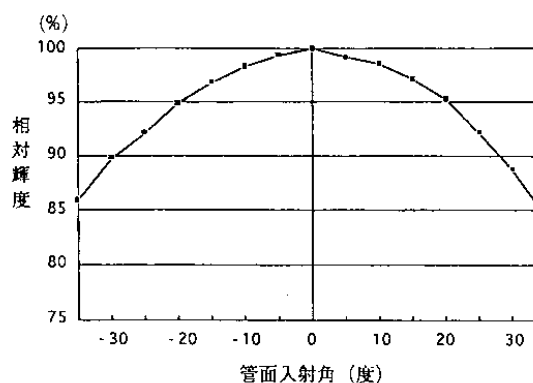


Fig. 3 測定角度に対する依存性

大きさと測光領域の大きさの関係によっては、測定値が変動してくるので注意しなければならない。また管面に密着して測定するタイプの輝度計では、測光領域の大きさが可変できないので、前面にマスクを付加するなどして、アパーチャーサイズを変更しなければならない。このように測定距離に対する依存性はないものの、パターンサイズと輝度計の種類により、それぞれ適した距離、方法が生じる。

3) 測定角度に対する依存性

輝度計が CRT 管面に対して 0~±35° の角度をなすように設置し、画面中央に 50% 信号レベルの方形パターンを表示してそれぞれ 5° 間隔で測定した。(Fig.3)

管面に対する角度 (管面に対して垂直を 0° とする) が大きくなると測定値が下がるので、できれば垂直で測定したい (TOPCON BM-3

の場合)。しかし±15°では測定器の精度内に収まっていることもあり、煩雑さを考えれば三脚で固定して、首を振ってそれぞれの領域を測定した方が、よほど楽で作業性も良いと思われる。

#### 4) 測定の再現性

時間を隔てて、その都度輝度計を設置し直して（この場合、測定距離はおおよそ一定となるように設置）SMPTEパターンを測定した。（Fig.4）

測定結果はほぼ一致しており、経時的に測定していくうえでの再現性としては十分であると考える。

#### 5) 周辺の明るさ（環境照明）による影響

室内を明るくした状態と暗室状態でのSMPTEパターンを測定した。（Fig.5）

明るい状態では、周辺光による管面反射によ

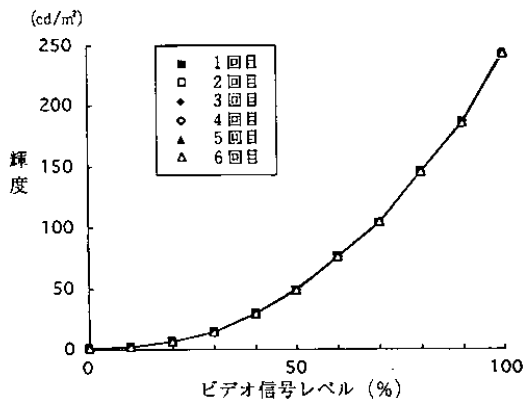


Fig. 4 測定の再現性

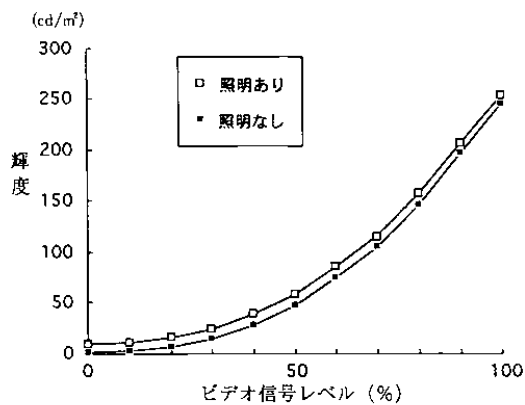


Fig. 5 周辺の明るさによる影響

り輝度値が上昇する。経時比較するには常に同一条件で測定しなければならず、そのためにも、測定は暗室状態、もしくは照度計で室内照度を一定にしたり、輝度計で信号を入力しない状態での管面輝度が一定となるように設定して行わなければならない。

#### 6) コントラスト・ブライツネスの設定による変化

TVモニターはコントラスト・ブライツネスの設定によって大きく輝度に変化する。（Fig.6）

そこで経時的にTVモニターの性能をチェックするうえでは、測定時にコントラスト・ブライツネスの初期設定をどうするかということが一番問題となる。この初期設定をどうするかには種々の考え方があると思うが、常に同一の初期条件で測定するために、一番設定しやすいのはコントラスト・ブライツネスともに最大に合わせる方法であるとする。しかし、この設定方

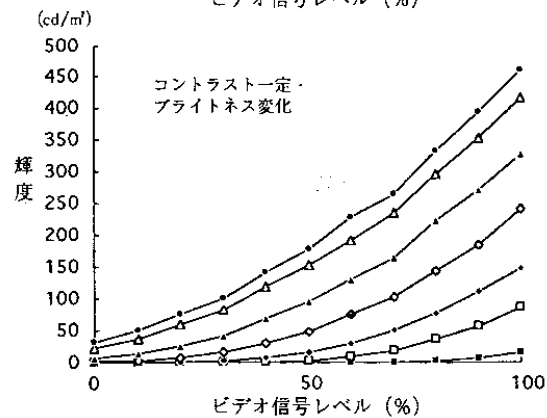
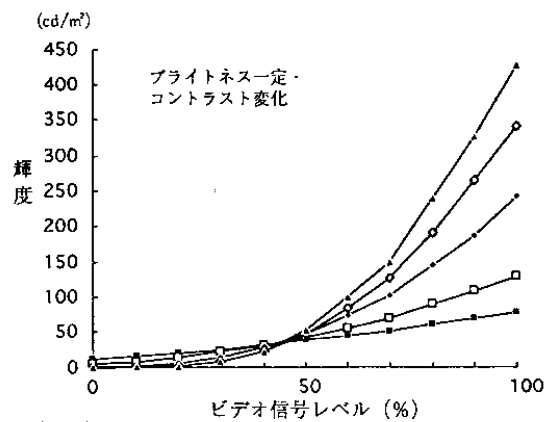


Fig. 6 コントラスト・ブライツネス設定による変化

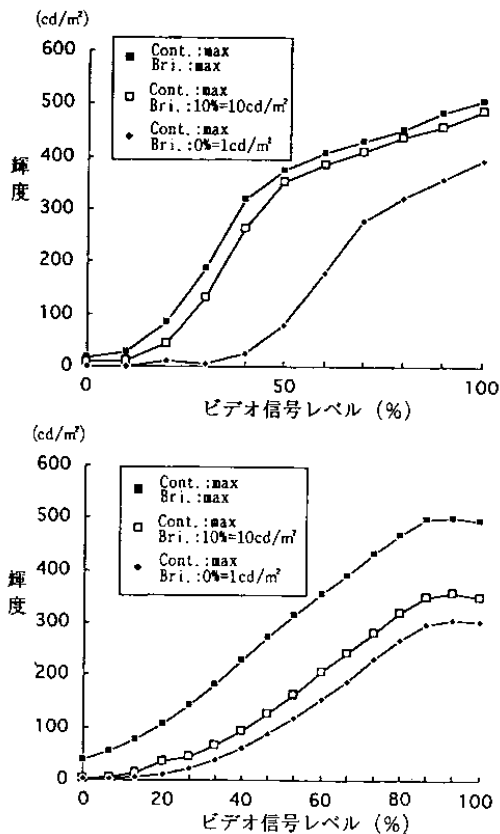


Fig. 7 設定条件による違い

法では最高輝度の評価にはよいが、実際に臨床で見ている低・中輝度領域が高くなってしまふ場合がある。そこで、コントラストを最大にしおき、ブライトネスを調整して低輝度レベルの0%とか10%の部分がある一定値に合わせるようにすると、低輝度から高輝度までの全体の評価がしやすくなる。実際の臨床での使用状況を見ると、バラツキはあるものの0%が0.2~2.0cd/m<sup>2</sup>、10%は5~20cd/m<sup>2</sup>程度だった。そこで0%を1cd/m<sup>2</sup>に設定したところ、モニタによっては最高輝度がずっと低くなり、信号レベルの低い方が低輝度になりすぎ評価しにくくなるものも見られた。(Fig.7)

これらのことから、とりあえず我々としては10%の信号レベルを10cd/m<sup>2</sup>になるように設定する方法をすすめる。ただしモニタによっては、この値に設定できないものもあり、そういう場合には他との単純比較はできなくなるが、0%を1cd/m<sup>2</sup>に設定するとか、コントラスト・

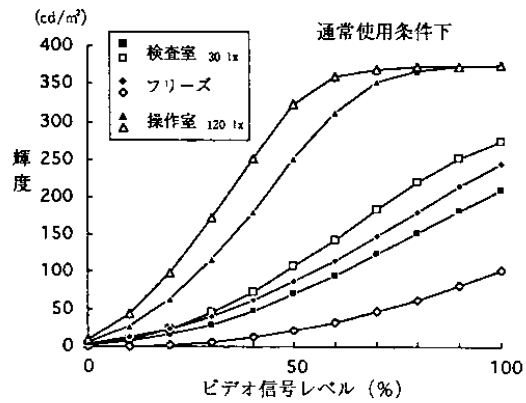


Fig. 8 施設内での各モニタ輝度比較

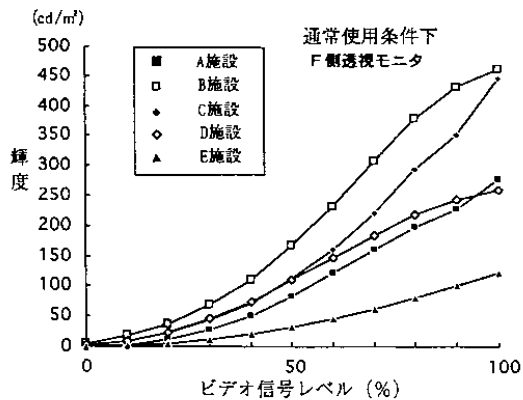


Fig. 9 施設間でのモニタ輝度比較

ブライトネスを最大に設定するとか、それぞれ可能な方法をとって、同一個体に関しては常に同一の初期条件で測定するようにだけはしてほしい。

#### 4. 測定結果

##### 1) 現在の使用状況での比較

ある施設での、現在の使用状態での各TVモニタの輝度を比較してみた。(Fig.8)

透視、VTR、DSA用などと用途が異なったり、周辺の明るさの違いなどがあるので一概には言えないが、同一施設でもTVモニタの輝度曲線には結構バラツキが見られる。

次に施設間での、検査室F側透視モニタについての比較では(Fig.9)、周辺の明るさ、モニタの性能低下の程度など、いろいろな要素が入ってくるだろうが、同様にバラツキが目立つ。こ

これらの曲線が周辺の明るさをパラメータとしてある程度一致してくると、TV モニタの最適調整が見えてくるのではと思われる。

### 2) 輝度曲線パターン

輝度曲線には大きく分けてリニアとプラトの2つのタイプがあった。(Fig.10)

この2つのパターンは、アンプの特性の違いによるものなのだろうが、このパターンの違いによる劣化の早さに有意差がないかどうか興味のあるところである。

### 3) 輝度劣化の一例

ある施設での設置年度の異なる TV モニタの輝度を比較してみた。(Fig.11) (このデータは SMPTE パターンではなく7段のグレイステップを測定した)

同一個体についての経時的データではないが、

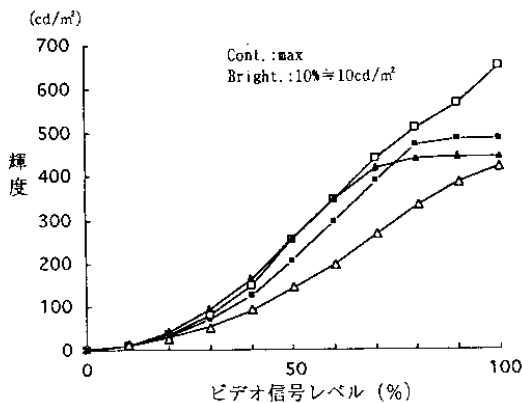


Fig.10 輝度曲線パターン

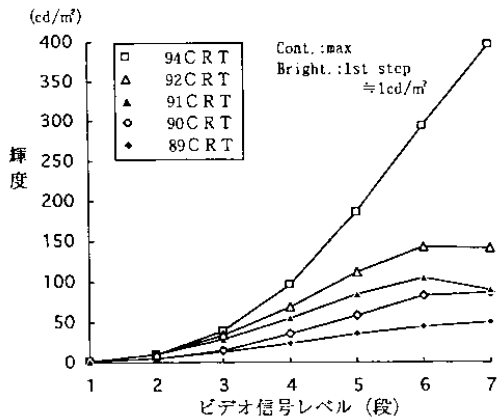


Fig.11 CRT輝度経年劣化

TV モニタの劣化の程度をよく表している。装置、使用条件等異なり、全てがこのようになるとは言えないが、少なくともこういう機種があることは確かであり、これから数多くのデータを得て TV モニタの輝度劣化の概要がつかめればと思う。

### 5. 自作照度計による測定

輝度を定量測定する場合、輝度計が必要になる。他の放射線関係の測定機器と比較すれば安価なのだろうが、それでも簡単に購入できるものではないと思う。そこで市販の安価な照度計キットによる輝度管理が可能かどうか探ってみた。

フォトダイオードをセンサとする、アンプと電圧計ユニットによる照度計キットであるが、この自作照度計と輝度計 (BM-3) での同一試料の測定値を比較すると、かなりの相関が得られた。これにより安価な簡易照度計でも十分輝度測定が可

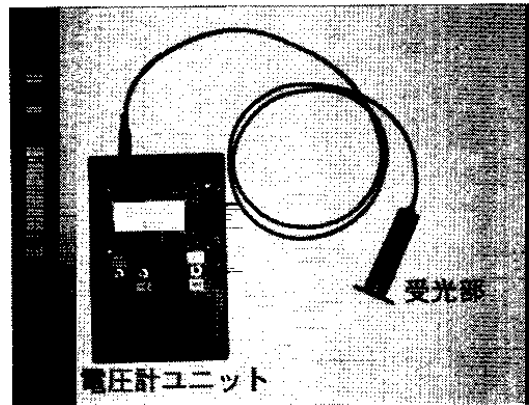


Fig.12 自作照度計

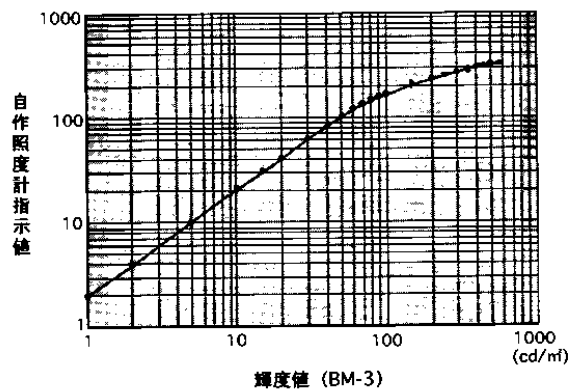


Fig.13 自作照度計と輝度計の測定値比較

能であると考えられるので、皆さんもぜひ試してみたい。(Fig.12、Fig.13)

## 6. まとめ

TV モニタは、あまりに身近な存在であるために、今までそれ程重要視されてこなかったように思われる。しかし画像をより良い状態に維持するためには、システム全体としてだけでなく、TV モニタ単体での定期管理も必要となってくる。そこでTV モニタ単体での管理を行うに当たっては、現在最も利用しやすい SMPTE パターンによる管理方法が最適ではと思われる。パターン出力のできない装置については、パターンジェネレータによる信号入力が必要となるが、このパターンジェネレータも今まで高価でなかなか購入できないものだったが、最近とてもリーズナブルなものも出ている。また定量測定のためには輝度計が必要となるが、簡易照度計でも十分管理できる可能性もある。そして、これを経時的に比較していけば、TV モニタ単体としての性能劣化が把握でき、交換時期の決定や、交換要求も出やすくなるのではないだろうか。また同一施設内での TV モニタの設定条件を同一に近づけるためにも、SMPTE パターンの使用はとても有用である。

SMPTE パターンによる管理の具体的方法としては、

- 1) 濃度の均一性、歪み、フォーカス、空間分解能等は目視でチェックする。
- 2) 経時劣化が避けられないうえ、目視評価の難しい輝度については、パターン内のグレイスケール部分を輝度計で測定して行う。
- 3) パターンの大きさと輝度計の種類により適切な距離で、暗室状態もしくは無信号時の管面輝度を一定にした状態にて測定する。
- 4) コントラスト最大でブライトネスは 10% 信

号レベルが  $10\text{cd}/\text{m}^2$  になるように調整する。

- 5) この状態で 0 から 100% 信号レベル領域の輝度を測定し、各入力信号に対する輝度値としてプロットする。

## 7. おわりに

できるだけ簡便な方法をとりたいながらも、定量性を持たせるためには多少煩雑にならざるを得なかった。しかし、こうして実際に TV モニタの輝度を測定してみると、各施設での使用状況の違いや、モニタそのものの特性の違いなど、いろいろと興味の持たれることが多くあった。

これからの多くの施設でデータの積み重ねによって、TV モニタの使用限界や最適調整といった所が見えてくるのではないだろうか。ぜひ各施設でも実際に測定してみて、特に新設の装置に関しては設置時からのデータを取り、現状把握と TV モニタ管理の今後に役立てて欲しいと思う。

輝度計はある程度高価なものだが、安価に作れる簡易照度計でも十分測定できそうなので、ぜひ一度 try してみて欲しい。

そしてメーカーサイドに対しては、装置の維持管理、画像の向上のためにも、劣化が少なく、かつ低価格のモニタの開発をぜひお願いして、終わりとする。

## 参考文献

- 1) JIS C 6101 テレビジョン受信機試験方法, 日本規格協会
- 2) 日本医用画像工学会 CRT 標準パターン基準作成委員会: 医用画像表示のための標準パターン CSP 委員会報告, MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY, 5, 394-408, (1987).
- 3) 横山英辰: CRT の維持管理と評価法, 北海道放射線技術雑誌, 52, (1992).

〔課題研究発表〕(最終報告)

座 長 集 約

川崎医科大学附属病院 中央放射線部 久保田 壽 一

昨年、循環器用X線 TV モニタに関するアンケート調査の結果が報告された。TV モニタの管理の必要性は各施設が認めていながらも、管理方法についての指針が定まっていなかった。

今回は「循環器用X線 TV モニタの出力の管理・その一方法」として、SMPTE パターンと輝度計による定量、定性測定について、実験による基本的事項が詳細に報告された。

特に、輝度計に関しては、測定距離に対する依存性について、距離の因子が影響しないこと、測定角度に対しては振角 15° 以内をすることによって測定値への影響が少なくなることを実証し、また測定の再現性も管理上問題がないとのことであった。さらに、測定時の環境の明るさの問題も暗室状態がベターとの結果を示した。

一方、SMPTE パターンは最も利用しやすい方法で、濃度の均一性、歪み、フォーカス、空間分解能等は目視でチェックすることで十分であるとしている。コントラストは最大で、ブライトネスは 10% 信号レベルを 10cd/m<sup>2</sup> になるように設定する方法を提唱した。

今回の輝度計と SMPTE パターンを用いた管理方法を各施設で実施され、日常業務に多大な貢献をするものと確信する。

以下に、質疑応答の要旨を示す。

天内 (横浜市大) 2 年間の研究の中で、パターンの変化と更新の関係、劣化の判断の可能性に関して、何か傾向がつかめたかどうか。

佐藤 (東北大) 輝度計を持っている施設が少ないのがネックで、データが少ない。力説したいのは、安価な照度計のキットで、輝度計代用ができるのではないかと感触を得た。各施設で多くのデータを作成してほしい。

粟井 (国立循環器病センター) 抄録集 10 頁に推

奨している SMPTE パターンによる具体的方法のうち、コントラスト最大でブライトネスは 10% 信号レベルが 10cd/m<sup>2</sup> になるように調整して、この状態で 0 ~ 100% 信号レベル領域の輝度を測定し、各入力信号に対する輝度値としてプロットする。この方法だと、コントラストの変化は判るが、モニタの絶対的輝度低下が把握できないのではないかと。

佐藤 (東北大) コントラスト、ブライトネスがマックスだと絶対的な明るさは出ないが、それに近い値が得られる。マックス、マックスで調整すると図で示したように下の方の 0 ~ 30% のレベルが上がる。調整の段階で負荷をかけているとの懸念があった。これが一番良い方法かどうか判らないので、各施設で色々試されて、もっといい方法が見いだせばと考える。

菊池 (横浜市大) スライドや資料の中の代表的輝度曲線パターンは、どのような状態で測定されたか判らないが、50% からフラットになっていると、TV モニタとしては役にたたないのではないかと。

アンプの性能よりも劣化と考えていいのではないかと。

佐藤 (東北大) 劣化のパターンではないが、実際にあったので示している。

昨年に続き、課題研究『循環器用 X 線 TV モニタの出力の実態調査と管理に関する基礎的研究』を、佐藤先生に発表していただいた。

中間報告に際しては、アンケート資料の集約を主に、TV モニタ管理の必要性を力説され、今回の最終報告においては測定方法に主眼をおき、SMPTE パターンを用いた管理方法を提唱された。再三再四にわたり強調されていたことは、各施設で実際測定して、データを多くだしてほしいとの

要望であった。それには、安価な照度計を用いることで輝度計の代用ができるとの感触を得たことを提言された。昨年のデータより、測定器の所有が16.2%と低いことから考慮すると、安価な照度計は今後の管理に多大な福音をもたらすのでは

ないかと考える。多くの施設で活用されることを期待したい。

最後になりましたが、共同演者の先生方に厚くお礼を申し上げます。