ITE テストチャートを用いたテレビジョンシステムの評価 (I)

正会員 和久井 孝太郎^{*}, 正会員 山下 孝^{**}

1. ま え が き

講座「テレビジョン画像の評価技術」のこれまでの5回では、主として基礎的なことを検討してきた。本号以下では、より具体的な問題を取り上げることとし、これから3回はテレビジョン学会が開発した、ITE テストチャート¹⁾²⁾を用いたテレビジョンシステム評価・試験法の検討を行う。

テレビ機器やシステムを調整したり、性能を評価するためには、よくデザインされたテストチャートが必要であるし、得られたデータを用いて総合評価をしようとする、テストチャートは標準化され、その使用方法も明確なものとなっていなければならない。

従来、このようなテストチャートは、社団法人日本電子機械工業会が撮像システム評価用を中心に定めたEIAJ チャートや、各放送局、メーカー、米国のSMPTEなどが定めたいろいろなチャートが目的に応じて利用されてきた。

テレビジョン学会では、テレビ放送システムや各種のビデオシステムの技術基準の充実と、これからのデジタルテレビや高品位テレビなどの発展を見通し、学会創立30周年を機に、「テレビジョンシステム評価用テストチャート研究開発委員会」を設け、各方面の協力を得て作業を進め標準テストチャート集(以下、ITE テストチャート)を発刊することができた。

ITE テストチャートは、EIAJ チャート2種類を含む、21種類の標準チャートと、BBC および RCA の好意により採録できた2種類のレプリカチャート、標準マルチパターン発生器から得られる画像に対応するレプリカチャート1種類などから成るもので、表1に示すような構成となっている。

† NHK 技術本部

†† NHK 総合技術研究所

“Evaluation Techniques for TV Pictures (6); Evaluation Method of TV Picture Quality with the ITE Test Charts” by Kōtarō Wakui (NHK Technical Center, Tokyo) and Takashi Yamashita (NHK Technical Research Laboratories, Tokyo)

すなわち、ITE チャートは、撮像デバイス評価・試験用チャート、色再現、演色性評価・試験用チャート、テレビ受像画質評価・試験用チャート、映像機器評価試験用チャートの4つのグループに分類できる。そして、その主な特長は次の通りである。

(1) テレビシステムの評価・試験に必要なすべてのテストチャートをワンセットとして用意し、各チャートには専門委員による技術解説を加えた。

(2) 実際の照明光源のもとのシステム評価が可能のように、すべて反射形のチャートとして取揃え、カラーチャートなど必要なものには分光反射率データを付けた。

表1 ITEテストチャート集

1. 撮像デバイス評価試験用チャート
① ITE 解像度チャート/EIAJ-A チャート
② ITE 高精細度解像度チャート
③ ITE アパーチャレスポンスチャート
④ ITE サーキュラーゾーンプレートチャート
⑤ ITE インメガサイクルチャート
⑥ ITE 矢車チャート
⑦ ITE I 型グレースケールチャート ($\gamma=1$)
⑧ ITE II 型グレースケールチャート ($\gamma=0.45$)
⑨ ITE ボールチャート
⑩ ITE レジストレーションチャート/EIAJ-I チャート
⑪ ITE 高精細度レジストレーションチャート
⑫ ITE I 型中間調解像度チャート (APL 50%)
⑬ ITE II 型中間調解像度チャート (APL 25, 50, 75%)
レプリカ: ⑭ RCA P300 チャート, ⑮ BBC ゾーンプレートチャート
2. 色再現、演色性評価試験用チャート
⑯ ITE カラーチャート
⑰ ITE 肌色チャート
3. テレビ受信画質評価試験用チャート
⑱ ITE 標準絵柄——ヘアバンドの女性
⑲ ITE 標準絵柄——食堂
⑳ ITE 標準絵柄——海浜
㉑ ITE 標準絵柄——侍
㉒ ITE 標準絵柄——町の風景
㉓ ITE 標準絵柄——天気予報
㉔ レプリカ: ITE マルチパターン
4. 映像機器評価試験用チャート (技術解説のみ)

(注) ITE はテレビジョン学会の英文略称

(3) 現行方式のみならず、将来方式のテレビシステムの評価・試験が可能となるように、高精度化やデジタル化の特性が充分把握できるような各種のチャートを用意した。

(4) 受像機やホームビデオシステムなど民生用機器の評価・試験が効率的に行えるような複合チャートを制定し、これと等価な電気信号を発生させるデジタル方式による標準マルチパターン発生器も別途開発した。

(5) 各チャートの精度を確保したうえで、コストダウンをはかるため、必要な色相と彩度を持った新しい印刷インクを開発すると共に最新の印刷技術を駆使して製品化した。

チャート標準化のために放送文化基金から助成を受けるとともに、チャートの製品化と出版にあたっては大日本印刷(株)の協力を得た。

本講座では、会員各位の日常の業務に役立ててもらうことを第一のねらいとして、ITEテストチャートの中から幾つかなの特長あるチャートを選抜し、技術的な詳細と使用法を具体的に説明する。そして、いろいろな業務を通して得られるであろう会員各位のデータや、感想を我々にフィードバックしてもらい、次なる機会の改良に役立てるとともに、テレビ技術のいっその発展に寄与して行きたいと考えている。

2. テレビカメラの特性とテストチャート

図1は動きを持った画像を扱う代表的なシステムである、映画とテレビを比較したものである。これらのシステムが対象とする情報源(被写体)は、通常、空間位置情報に関して3次元(x, y, z)、色(λ)、動きに対応して時間(t)なる光学的5次元情報である。しかし、映画でもテレビでも、特別に立体情報を扱うシステムを除いて奥行情報

(z)は、結像光学系で処理することによって、演出的に消去してしまっている。

そこで、映画、テレビシステムともに $I=f(x, y, \lambda, t)$ なる光学情報を取扱うシステムであると考えてよい。この中でテレビシステムの特長は、光・電気変換および電気・光変換と走査による情報の1次元化(映像信号 $i=f(t')$)、各種の映像信号処理法にある。

テストチャートは標準的な被写体を提供するためのものであるから、本来からいえば動きを持つものであるべきであるが、動きに関しての標準化は現在研究の途中にあり、まだ充分なものが得られていない。これらは帯域圧縮技術の開発などに深く関連するものであり、今後できるだけ早い機会に、標準化に到達したいと考えている。

ITEテストチャートは $I=f(x, y, \lambda)$ なる静止画の標準チャートである。動きを除いてテレビジョンの主要な特性に関する、ほとんどのものを評価、試験できるように工夫してある。

図1 映画とテレビジョン

図2 シンプルなテレビシステム

図 3 テレビカメラの特性とテストチャート

図2に示したようなテレビカメラは、テレビシステムの入力装置にあたり、システムの機能を左右する最も大きな因子である。現存する画像システムの中で最大のシステムであるテレビ放送のシステムを例にとって考えると、カメラがどのような機能であるかは、番組の質に関係するだけでなく、番組制作や取材活動に要する人員数、時間などの直接コストや間接コストにも大きな影響を与える。ITEテストチャートは、このようなテレビカメラの日常調整や特性測定に役立てることができる。

図3は、テレビカメラの画質を中心にいろいろな特性をまとめて示したものである。なお図中の数字は、表1にあるITEテストチャートの番号で、評価・試験に当該テストチャートを利用できることを示している。

3. 撮像デバイスの特性評価

撮像デバイスの特性は、画質との関連において、感度(SN比)、分光感度(色再現)、光電変換特性(階調特性)および静・動解像度特性(ディテール再現)が優れていることの他に、画質劣化の要因となる偽信号など(図3参照:例えば、残像、焼付、シェーディング、暗電流、フレヤ等)の少ないことが要求される。これらの諸特性を総合的に試験評価することによって撮像デバイスの性能が決定される。また評価条件についていえば、最近のようにカメラのSN比が向上する

につれて、カメラをgain up(照明が充分得られない時)の状態で運用することが多くなり、それにつれて撮像デバイスの評価条件も標準撮像条件はもとより、低照度条件下での性能評価も行われている。

撮像デバイスの性能試験に当っては、次のことを充分考慮して、再現性のある総合評価を行う必要がある。

撮像デバイスの性能に影響する問題として、調整の問題(デバイスと光学系の光軸および光学トラッキング、ビームフォーカス、ビームアライメント、ラスターサイズ、回路系の周波数特性等)、周辺部品ならびに機器(レンズ光学系、ヨークアセンブリ、映像モニター、被写体のコントラスト、照明等)、デバイスの動作条件(信号電流、ビーム電流、バイアスライト量、動作電圧・電流等)、温度依存性などがある。

また、解像度特性などは、カメラの信号処理回路(γ 補正、輪郭補正)を通った信号では、撮像デバイス単体の性能だけを分離して評価することは容易なことではないので、通常 $\gamma=1$ 系で評価されている。

今回取り扱う撮像デバイスの評価試験は、撮像デバイス評価用のITEテストチャートおよびRCA-P300が適用できるものについて行う。なお、テストチャートについては、グレイスケールを除いて、大部分が解像度とラスターひずみに関するものである。

以下、これらのチャートの説明と使用法を含め、具

体的な評価について述べる。

3.1 解像度チャート

写真1には撮像デバイスやテレビシステム系の解像度評価用の解像度チャートを示す。このチャートは、EIAJのテストチャートA³⁾と同一規格である。

チャートの中心部分と周辺部分には、水平および垂直方向に白と黒のくさびパターンが配置されているので、映像モニター上で中心部と周辺部の解像度や限界解像度を総合的に評価することができる。またシェーディングは背景の明るさの均一度や4つのグレイスケールの明るさのバランスの程度を波形や映像モニターで評価する。

そのほか、映像モニター上で評価または調整することのできるものとして、

回路の周波数特性に関するもの——ストリーキング(中・高域特性):2.4, 4, 4.9および8.2 TV本相当の水平方向の黒色バーの白または黒の尾引きの有無の程度、リングング(高域特性):100~300, 350~500 TV本相当の水平方向の黒色バーのリングングの有無の程度。

撮像管固有のもの——走査ビームのインターレース:対角線方向の黒線のギザギザの程度、走査の直線性:大小円の変形の具合、ビームアライメント:撮像管のビームフォーカスの変化に対するチャート中心像のずれ具合、走査の縦横比などがある。

次に、高精細度テレビシステムなどの高解像度を要求される解像度の評価には、写真2に示す解像度チャート¹⁾²⁾が適している。このチャートの基本的構成はITE解像度チャートに準じているので、評価項目も同様である。

解像度評価用の白と黒のくさびパターンは、中心部で200~500, 400~1000, 800~2000 TV本、周辺部で400~1600 TV本相当のものが水平および垂直方向

写真1 ITE 解像度チャート

写真2 ITE 高精細度解像度チャート

に配置されている。また、 $\pm 45^\circ$ 方向には400~1000 TV本に相当するくさびが配置されている。

さらに、このチャートは垂直サイズを規定のサイズに合わせたまま水平サイズを三角印のマークに従って変化させれば、アスペクト比を5:3, 4:3, 1:1に設定できるので、それぞれのアスペクト比での画質評価が行える。

3.2 アパーチャーレスポンスチャート

撮像デバイスの解像度評価に正弦波応答特性、すなわち Modulation Transfer Function (以下 MTF) を適用すると、解像度の MTF は、チャートのコントラスト、レンズ、撮像デバイス、集束・偏向系、増幅器などの各要素の MTF の積で表現できる利点がある。反面、レンズや撮像デバイスの MTF を求めるには、輝度が一方方向へ正弦波的に変化するチャートを用いて、それぞれの正弦波応答特性 (MTF) を測定する必要がある。しかし実際には低域から高域までの周波数を含む正弦波チャートを得るのは難しいので、製作が容易な方形波の白黒チャートを使用して、後述するように方形波応答特性、すなわち Contrast Transfer Function (CTF) から MTF を求める手法が一般的である。

一方、方形波チャートを使用した時の撮像デバイスの解像力を表す指標として Amplitude Response (以下 AR と略称) が(1)式で定義されている。

$$AR(N) = \frac{N \text{ TV 本の方角波に対する振幅応答特性}}{\text{直流に近い方角波に対する振幅応答特性}} \times 100(\%) \quad (1)$$

写真3は AR 特性と解像アパーチャーの非点収差の影響を評価するためのチャート¹⁾²⁾である。

このチャートは現行のテレビ方式のみならず、高精細度を要求される方式にも適用できるように、中心部分と周辺部分の8カ所へ15 TV本から最高1500 TV

写真 3 ITE アパーチャーレスポンスチャート

本に相当する白と黒の縦縞, 150 TV から最高 1500 TV 本に相当する斜め縞および 400 TV 本に相当する白と黒の山形縞が配置された構成となっている。

チャートの縦縞の AR を測定するためには, 映像増幅器の帯域は測定する周波数帯域以上まで充分な余裕を持たせる必要がある。その点, 斜め縞に対しては, 比較的狭い帯域の増幅器で評価することができる。

山形の縞は, 垂直線に対して互いに 45° の傾斜を持たせているので, 解像アパーチャーが円形であれば, 山形の左右の縞に相当する AR 値は等しくなるが, 走査線に対して斜めに傾いた楕円形であれば, AR 値に差があるのでオシロスコープ (CRO) のラインセレクト波形から非点収差を評価することができる。

3.3 RCA-P 300 チャート

撮像管の AR 特性が白と黒の縞パターンの傾きによって変化することは経験的に知られている。例えば, 図 4 に示すように解像アパーチャーの形状によって AR が一義的に決まるもの (a 図) と決まらないもの (b, c 図) とがある。このような AR の不揃いを包含

図 4 解像アパーチャーの形状と AR 特性

写真 4 RCA-P 300 チャート

した新しい解像度の評価法が RCA から提案された⁴⁾⁵⁾。

写真 4 に示すチャートを用いて撮像管の解像アパーチャーの形を計測し, 解像度を, 実効振幅レスポンスと非対称性および MTF 指数の 3 つのパラメーターで定義することによって撮像管の解像力を規定することができる。その基礎となるのが MTF 理論である。

撮像管の解像度は (1) 式で定義された AR 値で表されるが, この AR 値には, 撮像管, 集束・偏向系, レンズ, パターンのコントラストおよび増幅器の各々に対する方形波応答特性が含まれている。

撮像管と集束・偏向系の方形波応答特性を CTF, 正弦波応答特性を MTF とすると, 系が線形であれば Coltman の関係式⁶⁾より,

$$\begin{aligned} \text{MTF}(N) &= \frac{\pi}{4} \left[\text{CTF}(N) + \frac{1}{3} \text{CTF}(3N) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{5} \text{CTF}(5N) + \dots \right] \\ &= \frac{\pi}{4} \text{CTF}(N) \end{aligned} \quad (2)$$

で表される。ただし, $\text{CTF} \leq 0.6$ とする。

撮像管の MTF は $\exp[-(\omega/\omega_0)^K]$ で表され⁷⁾, 一方, 走査ビームの開孔はガウス分布と考えられ, 開口径 r_s を 3σ と仮定すると,

$$\begin{aligned} \text{MTF}(N) &= \exp[-(\omega/\omega_0)^K] = \exp\left[-\left(\frac{\pi N}{l} \cdot \frac{r_s(\theta)}{3\sqrt{2}}\right)^K\right] \\ &= \exp\left[-\left(\frac{\pi}{6\sqrt{2}} \cdot \frac{N}{N_s}\right)^K\right] \approx \frac{\pi \text{AR}(N, \theta)}{4F(\theta) \cdot L(N)} \end{aligned} \quad (3)$$

ただし, $\omega = \pi N/l$, $N = l/2r$, l : 画面高, $N_s = l/2r_s$, $r_s(\theta) = 3\sqrt{2}/\omega_0$, ω_0 : 定数, K : MTF 指数, $\text{AR} = \text{CTF} \cdot L \cdot F$, $F(\theta)$: パターンのコントラスト ≈ 0.9 , $L(N)$: レンズの MTF ≈ 0.9 とする。

(3) 式より解像アパーチャーの半径 $r_s(\theta)$ は, 次式

で求めることができる。

$$r_s(\theta) = \frac{3\sqrt{2}}{N\pi} \left\{ -\ln \frac{\pi \cdot AR(N, \theta)}{4F(\theta) \cdot L(N)} \right\}^{1/K} \quad (4)$$

また、MTF 指数 K は (3) 式において N を変化させることによって求めることができる。

$$K = \frac{\partial(\ln \ln MTF(N))}{\partial(\ln N)} \quad (5)$$

RCA-P 300 チャートは、MTF 指数 K を求めるための傾斜角が 30° 一定の 100~600 TV 本に相当する白黒の縞と解像アパーチャー径を求めるための斜の縞、すなわち傾斜角が走査線方向に対して $\pm 22.5^\circ$, $\pm 45^\circ$, $\pm 67.5^\circ$ および 90° の 400 TV 本に相当する縞から構成されている。

MTF 指数 K は次の手順で求めることができる。すなわち、100~600 TV 本に相当する $AR (\leq 0.6)$ の値を図 5 のノモグラフにプロットし、(5) 式が示すように直線近似的傾斜が MTF 指数 K である。

また、解像アパーチャーの半径 $r_s(\theta)$ は、傾斜が変化している $N=400$ TV 本に相当する $AR(N, \theta)$ 値を (4) 式へ代入すれば求めることができる。 $r_s(\theta)$ から長軸半径 r_{smax} と短軸半径 r_{smin} が求まると、実効アパーチャーの半径 r_{eff} は $r_{eff} = \sqrt{r_{smin} \times r_{smax}}$ 、非対称比は r_{smax}/r_{smin} の定義式から求めることができる。

以上の計算結果から得られた K , r_{smin} , r_{smax} および r_{eff} を (3) 式へ代入すれば、 $MTF_{max}(N)$, $MTF_{min}(N)$ および $MTF_{eff}(N)$ が求まる。また実効アパーチャーレスポンス AR_{eff} は次式で表される。

$$AR_{eff} = \exp(-\sqrt{\ln AR_{min} \times \ln AR_{max}})$$

以上述べたように、この評価方法によれば開口径が円形でないものでも解像力の評価が可能となる。

図 5 MTF 指数 K

写真 5 ITE インメガサイクルチャート

3.4 インメガサイクルチャート

このチャート¹⁸⁾は、撮像デバイスや撮像デバイスを含めた映像回路系の水平解像度を測定するためのもので、写真 5 に示すように、映像周波数が 0.5 MHz から 6 MHz までに相当する白黒の縞が垂直に配置されている。

映像周波数 f [MHz] と TV 本で表した解像度 m との関係は、白黒の 1 対の縞が 1 Hz に相当するので、

$$f = \frac{1}{2} mn f_v \frac{W}{H} \frac{1}{1-\alpha} \times 10^{-6} \quad (6)$$

で表すことができる。ただし、 n : 走査線数 (本), f_v : フレーム周波数 (Hz), W/H : アスペクト比, α : 水平帰線率とする。

このチャートを使い、撮像デバイスの水平解像度を評価するには、CRO のラインセレクト波形より 0.5 MHz における振幅を 100% にとり、(1) 式に従って各周波数の振幅を規格化して AR 値を求めればよい。

3.5 矢車チャート

撮像デバイス、特に撮像管の場合は、同一 TV 本の白黒縞を撮像しても、縞の傾きによって解像力に差の生じることがある。これは低速度ビームランディングにおけるセルフシャープニング効果⁹⁾によって、撮像管のターゲット上を走査しているビームが信号電荷を读出す時に、ビームの形状が元の形と異なって実効的に変形することから起こる現象である。同じ撮像管であっても、動作条件やターゲットの走査位置によって電子ビームの形状 (解像アパーチャー) が変化することもある。このような解像アパーチャーの形状による解像力の異方性を評価するには、写真 6 に示した矢車チャート¹⁾が適している。

チャートの構成は、200~800 TV 本に相当する白と黒のくさびが矢車パターンとして配置されており、

写真 6 ITE 矢車チャート

画面 9 カ所の限界解像度および解像力の方向性が観察できる。また、CRO のラインやセレクト波形から撮像デバイスの解像アパーチャの形状によって影響される波形の左右対称性を評価することができる。

3.6 グレイスケールチャート

テレビ系として正確な階調特性を得るためには、撮像デバイス、信号処理系、伝送系、受像デバイスを含めた総合の γ 値を 1.0 とする必要がある、通常撮像デバイスや受像デバイスの γ は固有の値を持っているので、入射光量と出力光量が比例するように信号処理系の γ 回路で補正を行っている。これらの関係を式で表すと、

$$E_o = k E_i \gamma_P \gamma_T \gamma_R \quad (7)$$

ただし、 E_o : 受像デバイスの面輝度、 k : 比例定数、 E_i : 撮像デバイスの光電面照度、 γ_P : 撮像デバイスの γ 値、 γ_T : 信号処理回路系の γ 値、 γ_R : 受像デバイス系の γ 値 ($\gamma_R \approx 2.2$)。

$E_o \propto E_i$ とするためには、 $\gamma_P \cdot \gamma_T \cdot \gamma_R = \gamma = 1$ の関係に保つ必要がある。

カメラ装置に使用されているビジコン以外の光導電形撮像デバイスの γ_P はほぼ 1 のものが多い。 $\gamma_P = 1$ の撮像デバイスを使用する場合は、信号処理回路 (γ 補正回路) の γ_T の値は $\gamma_T = 1 / (\gamma_P \cdot \gamma_R) = 0.45$ に合わせる必要がある。このように系の γ 特性 (階調) の調整を行うには $\gamma = 0.45$ (写真 7) のグレイスケールを用いて、各ステップに相当する信号出力が等間隔になるように γ 補正を行えば、系の γ を 0.45 に設定できるように各ステップの反射率が決められている。

また、撮像デバイス (この場合の回路系の γ_T は 1 で測定)、または撮像デバイスと回路系の γ_T を含めた γ 特性を測定するには、 $\gamma = 1$ (写真 8) のグレイスケールチャートを用い、カメラ出力信号の黒レベルからのグレイスケール信号までの振幅を測定し、この値

写真 7 ITE II 型グレイスケールチャート ($\gamma = 0.45$)

写真 8 ITE I 型グレイスケールチャート ($\gamma = 1$)

表 2 グレイスケールの反射率および濃度

ステップ番号	$\gamma = 0.45$		$\gamma = 1$		EIAJ-A の グレイスケール 反射率 (%)
	反射率 (%)	濃度	反射率 (%)	濃度	
(1) 白	83.0	0.08	83	0.08	60.0以上
(2)	71.0	0.15	74.9	0.13	60.0
(3)	57.0	0.24	66.8	0.18	41.3
(4)	46.0	0.34	58.7	0.23	28.4
(5)	37.0	0.43	50.6	0.30	19.5
(6)	27.4	0.56	42.5	0.37	13.4
(7)	19.5	0.71	34.4	0.46	9.2
(8)	13.4	0.87	26.3	0.58	6.3
(9)	8.3	1.08	18.2	0.74	4.4
(10)	4.75	1.32	10.1	1.00	3.0
(11) 黒	2.0	1.70	2.0	1.70	—
バックグラウンド	18.0	0.74	18.0	0.74	12.0

を対数目盛の縦軸にとり、横軸にはグレイスケールの各反射率または濃度の対数をとって変換特性を求め、この曲線の傾斜からそれぞれの γ 値を求めることが

写真 9 ITE ボールチャート

できる。表 2 には、グレイスケールの反射率および濃度を示す。

なお、グレイスケールはシェーディングを考慮して 2 つの階段状のグレイスケールを逆向きにし、さらにレンズ系の周辺光量低下による誤差を除くため中心にグレイスケールの最も反射率の高いステップと同一の反射率 (83%) を持つ白を配置してある。

グレイスケールを使って評価や調整することのできる主な項目は、撮像デバイスの γ 特性、カメラの白・黒バランス、 γ バランス、シェーディング、ニースロープ、ニーポイント、ホワイトクリップ、ビームセット、感度、輪郭補正、雑音などがあり、グレイスケールは、カラーカメラのセットアップ調整用として重要なチャートであるから、具体的な使用法や調整などについては、本講座第 10 回の「テレビカメラの測定」を参照されたい。

3.7 ボールチャート

撮像デバイスから得られる画像の図形ひずみは、①レンズの画像ひずみ、②撮像デバイスが撮像管である場合には撮像管およびそのコイルアセンブリーによるラスタースタビリティひずみ、③偏向回路系のひずみ、が原因で発生する。それぞれは独立したひずみではあるが、写真 9 に示したチャート¹⁾では、これらを総合したひずみを測定する。

ボールチャートは、二重リングが縦方向 14 列、横方 17 行の位置に配列されている。

このチャートを用いて図形ひずみの評価を行うには、ボールチャートの映像信号をモニター上で電気的な格子縞信号 (縦縞 315 kHz、横縞 900 Hz のグレイティング信号) と重畳し、モニター画面を見ながら、格子縞の交点ができるだけボールの中央を通るように

カメラの偏向サイズ、偏向の直線性などを調整した後、両者の重なり具合の程度からひずみの量 (0.5% 以内、0.5~1%、1~1.5%、1.5~2% および 2% 以上の 5 段階) を評価することができる。

4. む す び

本稿では、まず IET テストチャートの開発経緯やテレビカメラの特性とテストチャートの関連について述べた。次に、撮像デバイス評価・試験用チャート個々の規格概要とこれらのテストチャートの使用法について述べた。しかし、単管や固体撮像デバイスについては今のところ統一された測定法が確立されていないので、個々の評価について詳述しなかったが、解像度評価については、モワレによる偽解像度を充分考慮して行えば、すでに述べた解像度に関するテストチャートは大部分役立つ。また、ゾーンプレートチャートについては、次回の講座で詳述されることになっている。なお、レジストレーション (現行用と高精度度用) および中間調解像度チャートについては、スペースの関係で省略したが、詳しくは参考文献 1) を、さらに、解像度の自動計測については参考文献 10) を参照されたい。

最後に、本稿の執筆に当り、参考文献を引用させていただいた関係各位に深く感謝する。

〔参 考 文 献〕

- 1) 和久井孝太郎ほか：「テレビジョン・システム評価用チャート解説書」，テレビ学会，pp. 8-20 (1982)
- 2) 和久井孝太郎ほか：「テレビジョンシステム評価用テストチャート」，テレビ誌，36，3，pp. 39-41 (1982)
- 3) 日本電子機械工業会撮像管技術委員会：「ET-81A 撮像管試験法」，日本電子機械工業会，p. 20 (1976)
- 4) L. D. Miller：「A New Method of Specifying the Resolving Power of Television Camera Tubes Using the RCA P-300 Test Chart」，SMPTE J.，89，4，pp. 249-256 (1980)
- 5) 尾関幸宏：「RCA P-300 テストチャートを用いた新しいテレビカメラ撮像管解像力測定法」，テレビ誌，35，6，pp. 517-518 (1981)
- 6) J. W. Coltman：「The Specification of Imaging Properties by Response a Sine Wave Input」，Journal of the Optical Society of America，44，6，pp. 468-471 (1954)
- 7) C. M. Tomasetti：「MTF Analysis of Beam Cross-Section」，Internal Correspondence，12，21 (1978)
- 8) テレビ学会編：「テレビジョン測定技術」，日本放送出版協会，pp. 64-65 (1973)
- 9) 倉重光宏：「低速度ビームランディングにおけるセルフシャープニング効果」，NHK 技研月報，25，5，pp. 13-19 (1982)
- 10) 会田田人ほか：「撮像管用解像度測定器の開発」，テレビ学技報，3，44 (1980)