テレビジョンシステム評価用テストチャート

——テレビジョン学会テストチャート集の刊行に寄せて——

正会員 和久井 孝太郎^{†*1}

正会員 日下 秀夫^{†*2}

テストチャートは、テレビジョンシステムの性能評価を行ううえでの必需品であるにもかかわらず、従来高価なものであった。今回当学会で高精度なテストチャート集の実用化を目指し、高度な印刷技法を駆使して発刊することになった印刷画像によるチャート集について、特徴を紹介する。

1. ま え が き

最近のテレビ技術の発展は目覚ましいものがあり、放送の充実はもとより、小形カメラ、家庭用 VTR、ビデオディスクなど、産業界から家庭まで広くビデオ機器が浸透している。

このようなビデオ機器を正しく調整したり性能の評価をするためには、良くデザインされたテストチャートが是非とも必要になってくる。

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で、撮像システム評価用を中心に、EIAJチャートが定められており、この他、各放送局やメーカーで独自のチャートを定めて利用しているのが現状である。

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精細度テレビ（以下 HDTV と略記）などの発展を踏まえ、テストチャートの標準化を行う必要があると判断し、学会創立 30 周年を期に、「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検討を進めて来た。

このたびテストチャート 21 種（EIAJ チャート 2 種を含む）、信号発生器（マルチパターン）のレプリカ 1 種、海外の特徴的なチャートのレプリカ 2 種とその技術解説書を、記念事業の一環として発刊することになった。

テストチャートは、テレビシステムにとって必需品で

あるにもかかわらず、従来高価なものであった。今回は、チャートを精密な写真技術と高度な印刷技術を駆使して、印刷画像として作成することにし、低価格で高精度なテストチャート集を実用化することを目指した。

表 1 テレビシステム評価用テストチャート集の内容

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 サーク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 ($r=1$)
 - ⑧ ITE II 型グレースケールチャート ($r=0.45$)
 - 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: RCA P300 チャート, 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
 - ① ITE カラーチャート
 - ② ITE 肌色チャート
3. テレビ受信画質評価試験用チャート
 - ① ITE 標準絵柄——ヘアバンドの女性
 - ② ITE 標準絵柄——食堂
 - ③ ITE 標準絵柄——海浜
 - ④ ITE 標準絵柄——侍
 - ⑤ ITE 標準絵柄——町の風景
 - ⑥ ITE 標準絵柄——天気予報
 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

† NHK 総合技術研究所

*1 テレビジョン学会出版委員会委員長、「テレビジョンシステム評価用テストチャート集」編集企画委員会委員長

*2 同上委員、幹事

“Television System Test Charts” by Kotaro Wakui and Hideo Kusaka (NHK Technical Research Laboratories, Tokyo)

以下に、本チャートの内容を紹介する。

2. テストチャート集の内容

本テストチャート集には、表1に示したように、ITEチャート21種類(EIAJチャート2種類を含む)とレプリカ3種類が含まれている。

チャートは、B4判の大きさに印刷されており、カメラに付属している標準的なレンズ、あるいはズームレンズで画枠一杯に撮ることができる。収容されている化粧箱からは1枚1枚別々に取り出せるようになっており、単独で利用できる。それぞれのチャートについては、B4判約30頁の技術解説により詳細説明が行われている。

以下に、今回集録したチャート集の中から主要なものを取上げて紹介する。

3. 撮像システム評価用チャート

3.1 高精細度解像度チャート

このチャートはHDTVなど、高解像度を要求されるシステムの解像度特性を主として評価するため、新たに開発したものである。

チャートの図柄を図1(カラー頁)に示す。基本的構成は従来の解像度チャート(EIAJ-Aチャート)に準じている。

アスペクト比は垂直を外枠で示された規定サイズで撮像したまま水平の撮像サイズを変化して、三角印の先端が画面の縁になるように設定する。その状態でアスペクト比は三角印の内側の数字に等しく、△で5/3、△で4/3、△で1/1の3種のアスペクト比が得られる。最高解像度の表示は2000本になっている。

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は、(1)式で定義されたAmplitude Response(AR)が適用されている。

$$AR(N) = \frac{N \text{ TV本の方行波パターンの振幅応答}}{\text{直流に近い方行波パターンの振幅応答}} \cdot 100(\%) \quad (1)$$

このチャートでは現行の走査線数525本のテレビ方式のみならず、高精細度テレビ方式にも使用できるように、15 TV本から最高1500 TV本に相当する白黒の縦縞、150 TV本から最高1600 TV本に相当する斜め縞、および400 TV本に相当する白黒の山形縞の配列によって構成されている。

3.3 RCA-P 300 チャート¹⁾

最近RCAから図2(カラー頁)に示すようなチャートを用い、撮像管の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、非対称性、MTF指数の3つのパラメーターで定義する方法が提案された。

RCA-P 300チャートはMTF指数を求めるため、100 TV本から600 TV本に相当する傾斜角が30°一定の斜め縞と、解像アパーチャーを求めるための傾斜角が走直線方向に対して±22.5°、±45°、±67.5°および90°の400 TV本に相当した斜め縞から構成されている。

MTF指数には100~600 TV本に相当するAR値を用いて、ノモグラフから求めることができる。

3.4 ゾーンプレートチャート²⁾³⁾

ゾーンプレートチャートがテレビシステムにおける2次元空間周波数特性評価用のチャートとして提案されている。ゾーンプレートには、その形状から円形のサーキュラーゾーンプレート(以下CZP)および、直角双曲線形のハイパボリックゾーンプレート(以下HZIP)がある。

(1) サーキュラーゾーンプレートチャート

図3(カラー頁)にCZPチャートを示す。このパターンの円の方程式は中心から n 番目の環の半径を r_n 、中心環の半径を r_0 とすると、次式で表すことができる。

$$x^2 + y^2 = r_n^2 = nr_0^2 \quad (2)$$

したがって、 n 番目の環における空間周波数は、

$$f_n = r_n / r_0^2 \quad (3)$$

となり、このパターンの空間周波数は半径に比例して直線的に周波数が変化する2次元のスweepパターンであることがわかる。

図4(カラー頁)はBBCが設定したCZPチャートである。

2次元のリニアースweepであるから、映像信号増幅系および映像モニターの周波数特性が平坦であるならばその撮像デバイスのアパーチャーの2次元フーリエ変換がモニター上で直接見られる。撮像デバイスに非点収差等のある場合は、その様子も観察できる。またCZPを応用することにより、カメラ、映像モニター等の水平・垂直のアパーチャー補償量の調整もできる。

撮像管では走査線により垂直方向にサンプリングされ

図5 固体撮像板カメラによるゾーンプレートチャートの撮影例

図1 ITE 高精細度チャート

図2 RCA-P300チャート

図3 ITE サークュラーゾーンプレートチャート

図4 BBC ゾーンプレートチャート

図7 ITE 肌色チャート

図 8 ITE マルチパターン

図 9 ITE 標準絵柄例 “天気予報”

ている。また固体撮像板カメラや単管カラーカメラでは水平、垂直あるいは斜め方向のサンプリングを受けている。このような場合は、表示された CZP パターン画面上にはそのサンプリング周波数に相当する座標を中心としたリング状の偽信号を生ずる。

固体撮像板カメラでゾンプレートチャートを撮影したときの画像を図 5 に示した。

4. 色再現、演色性評価試験用チャート⁴⁾

本項目のチャートは、カラーカメラの製造や運用に携わる現場で、比較的容易にカラーテレビシステムの色再現性や、照明光源の演色性を評価することができるようにデザインされたもので、2種類のチャートが用意されている。第1のチャートはカラーチャートと呼ばれ、第2のチャートは肌色チャートと呼ばれる。

カラーチャートは標準的なカメラでこれを撮像したとき、ベクトルスコープ上の基準的な位相角と振幅値にほぼ一致するよう、分光反射率を選定した印刷による基準色で仕上げられている。

チャートの内容は、輝度順カラーバーで表示される6つの色と、I, Q 軸, R-Y, B-Y 色差軸上の補色対の計14色の印刷色票が、基準となる“白”とともに黒地の上に帯状に配置されている。

本カラーチャートに使用されている14色のインキは、各色とも今回新たに開発したもので、インキを混合して各色を得る方法と基本的に異なる。この結果、図6に示すように、混色による彩度低下のない高彩度カラーチャートが実現した。

カラーチャートの使用法は、チャートを撮像したカメラからの NTSC 信号をベクトルスコープに表示し、複数台カメラ相互間の色再現の相異や、照明光源の性質に基づく相異（演色性評価）をスコープ上で観察する。前者は、例えば標準配備されているカメラに臨時のカメラ

を加えて番組制作をするような場合の色合せに都合が良い。後者は、夜間照明下での中継などで、きわめて簡単に演色性の評価を行うことができ、現場での迅速な色合せに効果を発揮する。

カラーチャート各色の分光反射率特性が掲載されているので、解説に従って計算を行えば色再現性を理論的に導くこともできるようになっている。

このチャートによって、カラーテレビカメラ相互の色再現性、照明光のカラーテレビカメラに対する適合性、あるいは VTR 自動編集を行う際の色合わせの参照色 (reference) などとして、広い範囲にわたって利用することができる。

さて、もう一方の肌色チャートは、カラーテレビカメラの色再現を規定する場合に最も重要な色の一つである肌色の再現性を評価するためのものである。肌色は人間の重要な記憶色であり、色票によるカラーチャートのような小面積、高彩度の色では把握できない微妙な差が問題となる。

番組制作現場においては、カラーテレビカメラ調整の最終段階で肌色（顔の色）を中心とした微細な調整を行い、複数台カメラのトーン合せをする場合が多いが、肌色チャートはこのような目的にも利用できる。

肌色チャートはカメラ調整現場の経験を活かしてデザインされたものであり、若い女性の顔のアップ像である。画像の内容は肌色と髪の毛の面積が大きく、きめ細かな変化と無彩色の背景と小面積の原色、僅かに差のある白い衿などを含んだ構図になっている（図7、カラー頁）。

以上述べたように、この2つのチャートは、カラーテレビカメラの画質評価のための基準色を提供するものであるが、反射形チャートとして設計されているので、実際の照明条件下で評価試験ができる特長があり、従来の透過形チャートと比較して、より現実的な結果が得られる。

5. テレビ受像画質評価試験用チャート

5.1 マルチパターン

マルチパターンはテレビ受信機器の画質評価および試験用として多種類の情報を含む複合パターン信号である。わが国では従来より白黒複合パターンとカラーバー信号をそれぞれ別個に使用する例が多かったが、白黒およびカラーテレビの両者に共通利用できる複合パターン信号の標準化が長年の課題であった。

今般、当学会で作成したマルチパターンは、送受信系を含む電気的特性と受像デバイスなど画像表示部分における電気-光変換特性を迅速かつ客観的に評価、

図 6 カラーチャート色票（印刷物）の色度範囲

測定できるように輝度信号とカラー信号を組み合わせ、数多くの試験信号を電子的に1フレームに編集したものである。

図8(カラー頁)にマルチパターンを示した。マルチパターンは一般的には、マルチパターン信号発生器により純電子的に発生させ、マルチパターン映像信号の形で受像機その他の機器、システムの評価試験に利用するものである。ここではマルチパターン信号発生器を構成するためのパターン規準を与えている。

なお、チャート集にはマルチパターンの反射形チャートが採録されているが、これは参考用であり、明度や色相などが必要な精度までに校正されたものではない。しかし、ビデオシステムの簡単なチェックなどには充分利用することができる。

マルチパターン映像信号を用いれば階調再現特性、色相や色飽和度など色再現特性、輝度信号系および色信号系における解像度、鮮鋭度および振幅位相特性、輝度信号とカラー信号間の相対遅延時間特性、偏向系における直線性やひずみ、コンバーゼンス特性等、テレビ受信機の基本的特性を目視あるいは測定器類を用いて試験や評価ができる。またオーバースキャン目盛、文字多重放送における表示エリアのチェック、インターレースなど同期回路の安定度、高圧回路の安定度に依存する画像への影響なども評価できるのが特徴である。

5.2 受像画質評価試験用標準絵柄

一方、受像画質評価試験用チャートとして今回当学会が選定した標準絵柄は、日常のテレビ番組シーンから最大公約数的な6種類が選ばれている。それぞれの絵柄には種々の画質要因が自然な形で含まれており、画質の総合評価に加えて、画質を左右する多くの要素を詳細に試験できる絵柄になっている。

これらの標準絵柄のチャートは、先にNHKが選定し市販されている35m/mスライド標準画像に準じており、カラー受像画質を評価するための“ものさし”として使用できるものである。

今回は、市販されている絵柄6種のうち“ポートレート”と“天気予報”の2種を新たに制作し直し、前者は“ヘアバンドの女性”とした(表1参照)。

本チャート集を利用して受像機の画質を評価するときには、印刷されたチャートをオペークカードとして用いるか、別売りのスライドを用い、試験信号を発生させて利用する。

以下に、6種の標準絵柄の特長、着眼点を紹介し、購入の際の参考にしていただきたい。なお、チャート集には、より詳細な解説がなされている。

(1) ヘアバンドの女性

この絵柄は、肌色と植物の緑色の再現性を主として見る。また毛髪と着衣の布目で解像力を見ることができ、襟の白色は100%近い明るさを持っているので、白つぶれの程度を観察する。口紅の部分で輝度信号と色信号の時間ずれによる色ずれを見ることができる。

(2) 食堂

この絵柄は、全体としては画像の鮮鋭度を見る。時計の文字や細かい所では、分の目盛、秒針等に注目して判断する。女性の着物の縞でクロスカラーを観察する。

(3) 海浜

この絵柄は、全体として奥行感や水面の質感を見る。水面のさざ波で画像の鮮鋭度がわかる。ヨットの船腹の青線の部分で電子ビームのフォーカス具合、すなわち縦の鮮鋭度が観察できる。ヨットのマストが大小多数あるが、輝度信号の過渡応答がよく観察される。

(4) 侍

この絵柄は、平均輝度が大変低くなっている。主として受像機の黒レベルの変動を観察することができる。他の絵柄が正しく再生できるように調節した受像機で、この絵柄の黒い部分が適正に再現されるか観察する。

(5) 町の風景

この絵柄は、主として細かい部分の再現性や画像のひずみなどの観察に使用する。ビルの外形が作り出している縦の線や斜の線が不自然に曲がって見えないか調べる。

様々な大きさの窓がある。これらの縁取りがはっきり見えているか注目して観察する。

(6) 天気予報

この絵柄は、色の乗りや色の解像度を観察するのに適する。女性の肌色は自然に美しく再現されているか、着衣の赤の彩度は充分か、背景と赤の境目の所で色の過渡応答にも着目する。背景は無色の2段の明るさを持っているので、それぞれの境目で調べる。また、白い襟と赤の境目にも注目する(図9、カラー頁)。

4. 映像機器評価試験用チャート

最近のテレビ放送システムには、タイムベースコレクター、フレームシンクロナイザーなどのデジタル映像機器や、カメラのオートセットアップのようなマイコンを利用したデジタル制御技術の進展が目覚ましい。

本項のチャートの内容は、これらデジタル信号系に特有の現象を評価するための障害見本と、オートセットアップ用テストチャートの見本、およびそれぞれの技術解説とから成っている。

前半は、デジタルテレビ系で生ずる符号誤りによる雑音、エッジビジネス、量子化雑音、折り返し雑音など

図 10 オートセットアップ用チャートの例(NHK 技研による)

について解説し、障害の典型的な例を画面の写真で示している。

後半部分は、カラーカメラのオートセットアップ用基準チャートの見本とチャートの解説とから成っている。

オートセットアップとは、レジストレーションやカラーバランスなど、カラーカメラの調整の基本要素をマイクロコンピュータを用いて自動的に制御することをいう。このため、カラーカメラの初期調整で、特殊な図柄をもったチャートを撮像する。このとき使用されるのがオートセットアップ用テストチャートである。

オートセットアップ用チャートは他のチャートとは異なり、メーカー間で本質的に統一化になじまない一面を持っている。それは、制御のアルゴリズムと密接に関係し、チャートが制御のハードウェアと一体になっていること、実用化のための開発が現在進行中であることなどの原因によっている。

そこで本チャート集では、NHK やメーカーが提案しているオートセットアップ用チャートの見本を紹介し、それぞれの特長を解説した。

図 10 は、オートセットアップに用いられるチャートの一例である。

5. む す び

テレビシステム評価テストチャート集の概要を述べた。本文で紹介した以外に、紙数の関係で触れることが

できない幾つかのチャートのあったことをおことわりする。

本チャート集は、単に放送局やメーカーの関係者のみならず、広く学校関係や一般の方々にも使っていただけるよう充分配慮したつもりである。これは、昨今のビデオカメラやホーム VTR の普及を考えれば当然であろう。本誌の読者から、職場の関係者はもとより、会員外の方々へも声をかけていただければ幸いである。

本チャートが、皆様方のお役に立つことを念じて筆をおく。

謝 辞

本チャート集を発刊するに当たり、チャートのデザイン設計、印刷インキ、多色印刷などの研究開発に対し、財団法人放送文化基金より助成をいただいた。ここに記して謝意を表します。また、本チャート集の印刷関係の作業を担当された大日本印刷(株)鈴木和男氏に感謝する。快くチャートの引用を許可して頂いた BBC, RCA の両社に謝意を表わす。

また、発刊に至るまで、終始激励と御指導をいただいた当学会 高橋会長はじめ各役員の方々、直接製作の労をとられた学会テストチャート研究開発委員会、および出版委員会、学会事務局の方々に厚く御礼申し上げる次第である。

なお本文は、チャート集の解説文の中からその多くを引用させていただいた。

(昭和 56 年 12 月 15 日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 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**, Apr. (1980) 249-256
- 2) J. O. Drewery: The Zone Plate as a Television Test Pattern, SMPTE J., **88**, Nov. (1979) 763
- 3) VG Electronics 社カタログ; Zone Plate Generator VGE-1032, Sussex TN 341 YQ, England, U. K., Telex 95221 VACGENG
- 4) 光源の演色性評価方法 'JIS Z 8726 (1975), 日本規格協会発行