

## コンポーネント・アナログ・ビデオ・システムの測定と評価

### テレビジョン機器アプリケーションノート

#### はじめに

コンポーネント・アナログ・ビデオ (CAV) システムにおいて、各コンポーネント・アナログ・ビデオ信号は、3本の独立した並列信号線路に分散されて伝送されます。信号の品質を保つためには、これらの3本のチャンネルの利得とタイミングが常に整合している必要があります。ここでは、コンポーネント・アナログ・ビデオ (CAV) システムの保守で、最も重要性の高いチャンネルの整合について簡単にご紹介します。

#### 必要な機器

チャンネルの整合を測定するのに必要な機器は、当社 TSG130A 型 (525 / 60)、TSG131A 型 (625 / 50) または複数のフォーマットを発生する TG2000 型などの TV 信号ゼネレータと WFM - 300A 型コンポーネント / コンポジット波形モニタが必要です。WFM - 300A 型は、525 / 60 または 625 / 50 をメニュー選択でき、使用するコンポジット方式により IRE 単位 (NTSC)、mV 単位 (PAL) でマークがされたグラティクルが用意されています。

#### テスト信号の選択

CAV システムの測定を行う際、最初に使用するテスト信号を決める必要があります。この決定には多少のトレードオフを伴うことがあります。たとえば、全振幅信号は利得試験では分解能が最大になりますが、被測定機器が十分な直線性を備えたチャンネルでない場合、振幅 75% のカラー・バーなど振幅の小さい信号の方がより高精度で測定が行えます。また、システム全体について同一テスト信号を使用して測定するのが一般的ですが、複数の信号フォーマットが存在するシステムでは、テスト信号がバリッドであるか確認する必要があります。バリッド信号とは、問題を発生させずに複数のフォーマットに対応するシステムを通過できる信号を指しています。「リーガル」、「バリッド」という用語は、コンポーネント・アナログ・ビデオの分野で使用しています。用語の解説は、本アプリケーション・ノートの最後をご参照下さい。コンポーネントの内部接続は各種あり、振幅 75% のカラー・バーについても大別して3種類の規格があります。そのため、システムの内部接続フォーマットに対応する信号を選択する必要があります。

#### チャンネル利得を整合する理由と方法

コンポーネント・システムでは、利得誤差が 2% 以下でも明らかな色相の変化として現れるため、チャンネル利得を正確に測定する必要があります。カラー・バー信号は、代表的なバリッド信号で、コンポーネント・システムの3本のチャンネルすべてを用いる完全に飽和されたクロミナンスから構成されており、利得の試験には通常カラー・バー・テスト信号を使用します。WFM - 300A 型によるカラー・バーを用いた利得試験では、パレード、オーバーレイ、ライトニングの3種類の表示ができます。パレード表示とオーバーレイ表示は、電圧対時間を各チャンネルについてプロット

し、ライトニング表示は、ベクトルスコープと同様に信号対信号をプロットします。パレード表示では、Y、P<sub>B</sub>、P<sub>R</sub> の各信号が左から右に順番に並ぶため、それぞれの信号レベルが簡単に比較でき、相対および絶対振幅測定の両方について有用です (図 1 参照)。オーバーレイ表示は、3本のチャンネルすべてを重ね合わせるため、各チャンネルの対応する信号レベルが簡単に比較できます (図 2 参照)。また、コンポーネントの状態遷移がどのように並んでい

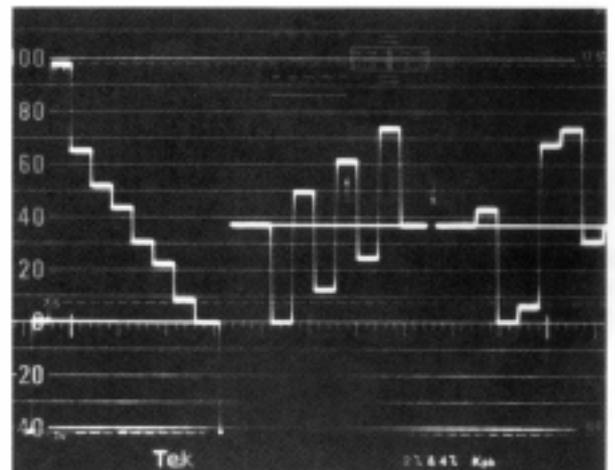


図1 SMPTE/EBUカラー・バーのパレード表示では、左側にY信号、中央にP<sub>B</sub>信号、右側にP<sub>R</sub>信号を表示します(色差信号は、最小レベルを0IREに合わせられています)。

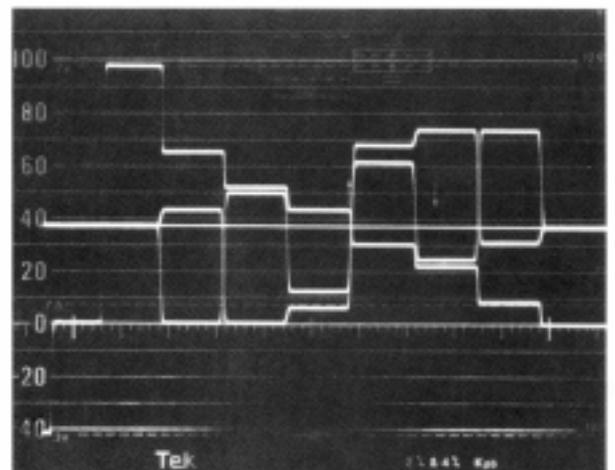


図2 オーバーレイ表示では、図1に示されている3つの波形を重ね合わせ、それぞれの波形について対応するレベルが簡単に比較できます。

るかを観測して、タイミングを評価するのにも利用できます。このように、オーバーレイ表示は、相対的な振幅の測定とタイミング関係の評価に有用です。

ライトニング表示は、カラー・バー信号のレベルに相当するボックスのある電子グラティクルを使用します。飽和度やセットアップ・レベルにより、さまざまなフォーマットのグラティクルが用意されており、メニュー選択できます。図3に示すように、カラー・バーの電圧レベルを示すドットがボックス内に収まっていれば、チャンネル利得はリーガルです。

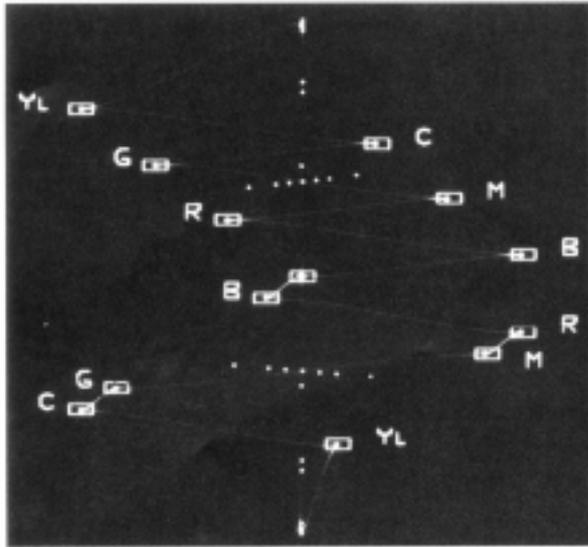


図3 ライトニング表示は、1種類の表示と標準カラー・バーを使用するだけで、コンポーネント・システムのチャンネル利得とタイミングの測定が行えます。

ライトニング表示の各グラティクルには、チャンネル間タイミング評価用マークも付いており、コンポーネント・システムの利得とタイミングの両方を同時に評価できます(ライトニング表示の詳細については、アプリケーション・ノート「ライトニング表示を使用したアナログコンポーネント・システムのモニタと調整」をご参照下さい)。コンポーネント・アナログ・ビデオの信号規格には3種類ありますが、パレードおよびオーバーレイ表示を使用する場合は、それぞれの規格に合わせた測定方法が必要です。使用するシステムの内部接続フォーマットに合った信号を選択し、以下で説明する利得整合方法を使用して下さい。

### SMPTE / EBU N10 フォーマット

このフォーマットではセットアップ・レベルは0%です。振幅が75%のカラー・バーの電圧範囲は3本のチャンネルすべてについて共通です。

100%基準レベル 700mV

ルミナンス

最小(セットアップ) 0

最大 525mV

範囲 525mV

色差

最小 - 262.5mV

最大 262.5mV

範囲 525mV

カラー・バーをパレードまたはオーバーレイ表示で観測して、利得

の整合を調べます。まず、ルミナンス波形のブランキング・レベルがグラティクルの“0”線上来るように、ルミナンス波形の位置を管面上で調整してから、表示の左側の100%ルミナンス・レベルが“0.7V”ラインと一致していることを確認します。次に、WFM - 300A型のCH2とCH3ポジション・ノブを使用して、それぞれのクロミナンス・レベルの最小が“0”ライン上来るように調整し、クロミナンス・レベルの最大が重なり合っていることを確認します(図1および図2参照)。ルミナンス・チャンネルにレベル基準信号が挿入されていたり、Plugeとクリッピング検出のための基準信号が付いているカラー・バー信号を使うと、ルミナンスに対するクロミナンス利得を確認できます。(図4参照)。

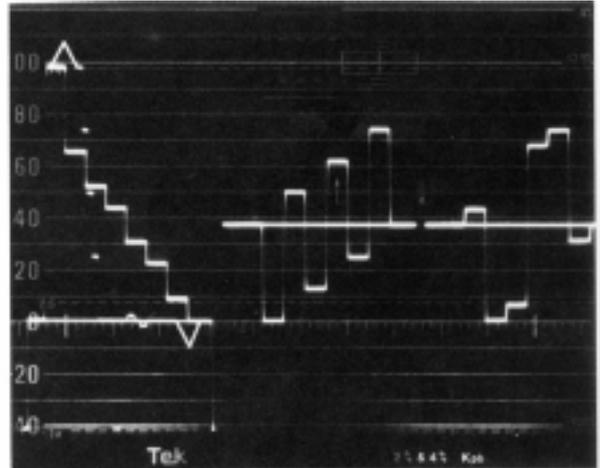


図4 SMPTE/EBU N10カラー・バーのあるルミナンス・チャンネルに数本のレベル基準信号を入れると、ルミナンスに対するクロミナンス利得を測定できます。

### M

525 / 60M フォーマットの75%カラー・バーにおける規格値を下記に示します。

	セットアップ付	セットアップ無し
100%基準レベル	700mV	700mV
ルミナンス		
最小(セットアップ)	52.5mV (7.5%)	0mV (0%)
最大	538.1mV	
範囲	485.6mV	
色差		
最小	- 242.8mV	
最大	242.8mV	
範囲	485.6mV	

パレードまたはオーバーレイ表示を使用してチャンネル利得を調べる場合は、ルミナンス波形の黒レベル(ブランキング・レベルではない)をグラティクルの“0”線上来に調整し、WFM - 300A型のCH2とCH3ポジション・ノブを使用して、色差波形の最小レベルも“0”レベルになるように調整します。次に、3本のチャンネルすべての最大レベルが同一線上来に並んでいることを確認します。次にブランキング・レベルが“0”位置にしたとき、100%のホワイト・フラグ(オーバーレイ表示の管面の右端)が700mVグラティクル・ライン上来れば、相対チャンネル利得と絶対チャンネル利得の両方が検証できたこととなります(図5参照)。

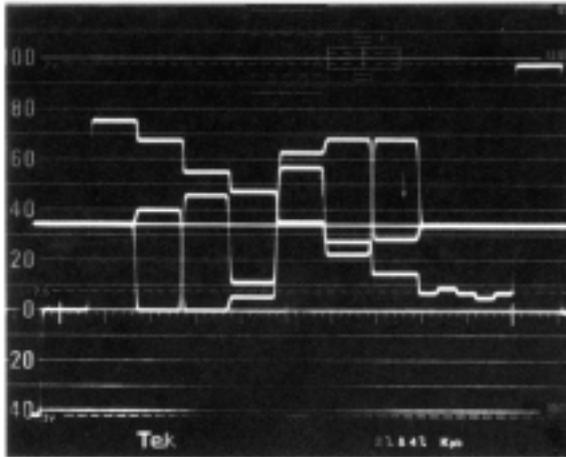


図5 この図の525/60MIIフォーマットのカラー・バーでは、100%ホワイト・フラグがルミナンス信号の最後に現れるため、相対チャンネル利得だけではなく絶対チャンネル利得も確認できます。

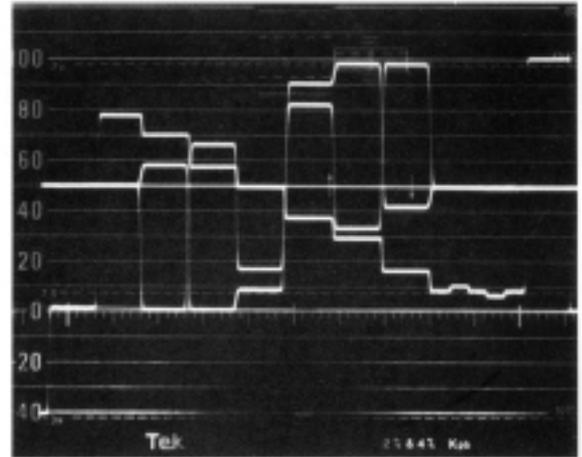


図6 Betacam525/60フォーマットには714mVホワイト・レベルと700mVp-pクロミナンス信号があり、絶対チャンネル利得を検証するには2本のグラティカル・ラインを使用する必要があります。

### Betacam

525 / 60Betacam は、NTSC のコンポーネント仕様に類似し、75% カラー・バーでは次のような規格になっています。

	セットアップ付	セットアップ無し
100%基準レベル	714.3mV	714.3mV
ルミナンス		
最小(セットアップ)	53.6mV (7.5%)	0mV (0%)
最大	549.1mV	535.7mV
範囲	495.5mV	535.7mV
色差		
最小	-350mV	-378.4mV
最大	350mV	378.4mV
範囲	700mV	756.8mV

ルミナンス信号の範囲は、クロミナンス信号の範囲と異なっているため、利得を直接比較できません。ただし、パレードまたはオーバーレイ表示で3つのコンポーネント波形すべての絶対利得をグラティカルと比較して検証したり、 $P_B$ 、 $P_R$  間の比較は可能です。WFM - 300A 型を 525 / 60 フォーマット用に設定すると、グラティカル の “100” は 714mV に対応し、ルミナンス・チャンネルの絶対利得を測定できます。この場合、ブランキング・レベルを “0” ラインに合わせ 100%のホワイト・フラグ(オーバーレイ表示の管面の右端)を “100” ラインと比較します。次に、WFM - 300A 型の CH2 と CH3 ポジション・ノブを使用してクロミナンス波形の最小レベルが “0” ライン上にくるように調整し、最大レベルが 700mV グラティカル・ライン (“100” ラインのすぐ下にある点線)に触れていることを確認します(図6参照)。

### チャンネル・タイミングを整合する理由と方法

コンポーネント・システムのチャンネル間にタイミング誤差があると、左右に多少のずれが生じ画像の縦エッジや細部がぼやけたり、色が変化してしまいます。WFM300A 型では、オーバーレイ表示やライトニング表示を使用して、カラー・バーによりタイミングを測定できますが、ポータイ表示を使用すると、より高精度のタイミング測定が可能です。ポータイ表示には、専用のテスト信号としてポータイ信号が必要となります。テスト信号はルミナンス・チャンネルに 500kHz、色差チャンネルに 502kHz 正弦波を用います。この2つの正弦波パケットは、中央で完全に位相が一致し、中央から離れるにつれ位相がずれるため、ルミナンス信号と色差信号の差分は、ちょうどポータイ(蝶ネクタイ)のような波形が得られます(図7参照)。

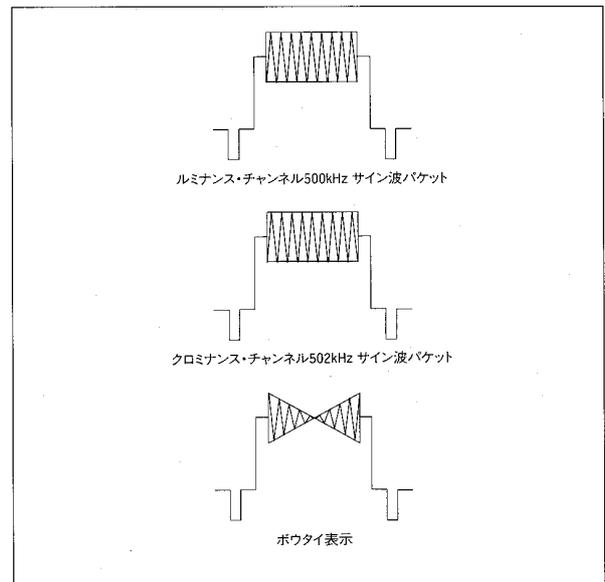


図7 ルミナンス・チャンネルの500kHz正弦波パケットからクロミナンス・チャンネルの502kHz正弦波パケットを引くとポータイ表示となります。

ポータイ状の2つの正弦波のタイミングが完全に一致すると、ポータイ表示が最も細くなっている部分が中央にきて、「ポータイ」が左右対称となります。2つの正弦波のタイミングがずれていると、最も細くなっている部分が移動し左右非対称となります(図8参照)。

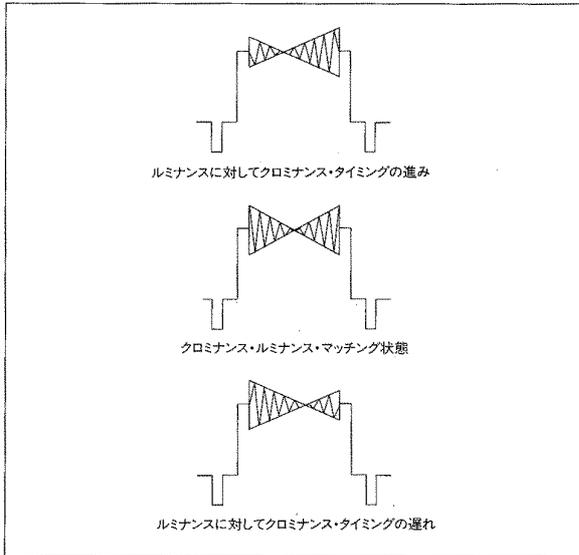


図8 クロミナンスとルミナンス信号のタイミング関係は、ポータイ表示の最も細くなっている部分と中央の位置を観測するとわかります。

WFM - 300A 型のポータイ表示によるタイミングの評価の方法について、簡単に説明します。コンポーネント信号ゼネレータは、3本のチャンネルすべてに必要な正弦波パケットを発生します。VTRのプリエンファシス回路により、ポータイ信号に歪が発生しないように、正弦波パケットの振幅は350mVp-pに制限しています(このため、テスト信号は50%ポータイと呼ばれています)。Yチャンネルに350mVのオフセットが加えてあります。20ns間隔の11個のマーカがタイミング誤差を示し、中央のマーカの左右両側に5ns位置を示すマーカがあります(図9参照)。テスト信号とマーカが別々のテレビ・ラインに置かれ、時多重表示を形成しています。ポータイ表示を選択すると、「CH1 - CH2」と「CH1 - CH3」の結果がそれぞれ表示されます。WFM - 300A型のCH1入力にY、CH2にB-Y、CH3にR-Yが接続されていると、図10に示されるようなポータイ表示が得られます。左側の波形は、Yに対する $P_B$ のタイミングを、右側の波形はYに対する $P_R$ のタイミングを示します。

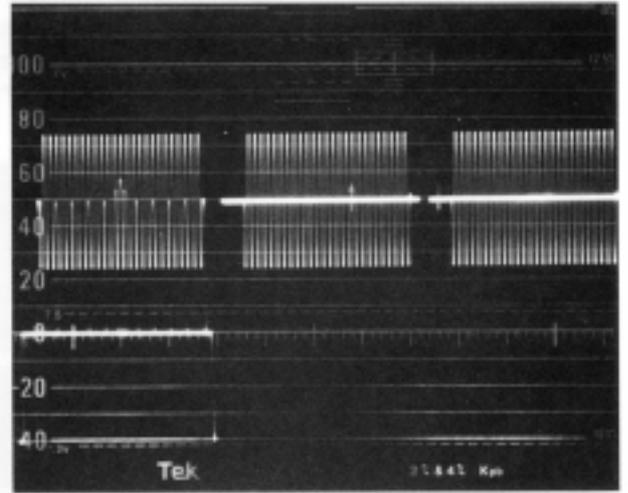


図9 WFM-300A型をパレード表示モードにすると、50%ポータイ波形を成す3個の正弦波パケットが表示されます(左側の基準波形上のタイミング・マーカに注目して下さい)。

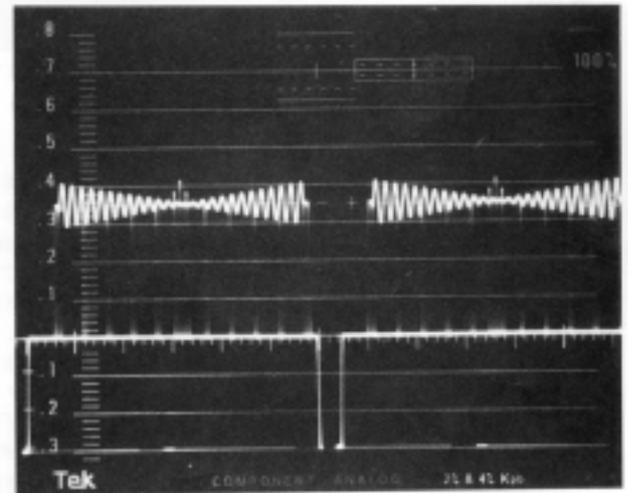


図10 WFM-300A型とTSG-370型/371型により、ルミナンス・チャンネルに対する2つの色差チャンネルのタイミングを同時に測定できるポータイ表示が得られます。

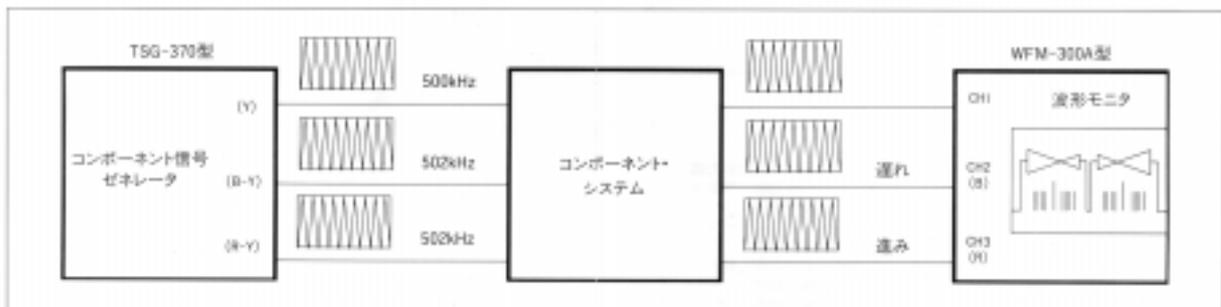


図11 ポータイ表示では、ルミナンス・チャンネルに対する両方のクロミナンス・チャンネルが表示され、チャンネル間のタイミングが簡単に測定できます。ここでは、 $P_B$ が遅れ、 $P_R$ が進んでいるように示されていますが、実際にはこうした状況が発生することはまれです。

信号ゼネレータからのボータイ信号をコンポーネント・システムの入力に接続し、WFM - 300A 型の表示を観測すると、チャンネル間に存在するタイミングの誤差がその場で分かります。ボータイの傾きを調べると(図 11 参照)、ルミナンスと比較してクロミナンス・チャンネルがどの程度遅れているか、また進んでいるかが分かります(図 12 参照)。

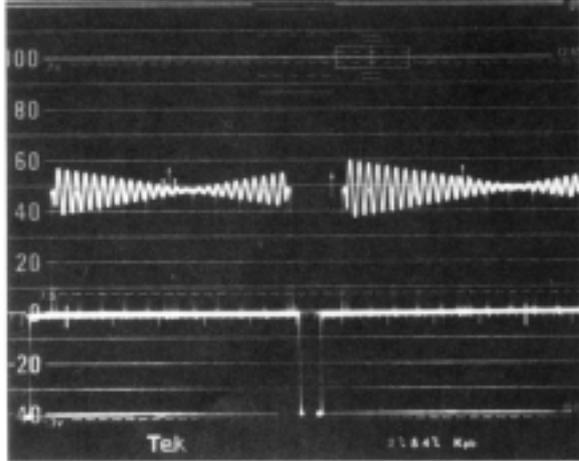


図12 このボータイ表示は、P<sub>U</sub>チャンネルがルミナンスと比較して約20ns遅れ、P<sub>S</sub>チャンネルが約40ns遅れていることを示しています。

また、ボータイ表示は、チャンネル間のタイミングを正確に測定するのに最適ですが、チャンネル間利得の不均衡をその場で検出することもできます。タイミングが正しいか否かとは無関係に、最も細くなる部分で、ボータイ波形がゼロになるのが理想的です。ボータイの最も細い部分の振幅がゼロでなければ、チャンネル利得が一致していないことを意味します(絶対利得の測定では、ライトニング表示の方がボータイ表示よりも精度が高く、操作性も向上しています)。また、ライトニング表示は、チャンネル間タイミングの評価と調整にも利用できます。ライトニング・グラテイクルには、緑からマゼンタへの帰線の部分にいくつかのドットが並んでいます。図 13 に示されるように、色の移り変わる部分が連続するドットの中央を通過していると、タイミングは正常です。タイミング・エラーは、ライトニング表示を拡大するとはっきり見えます(図 13 参照)。

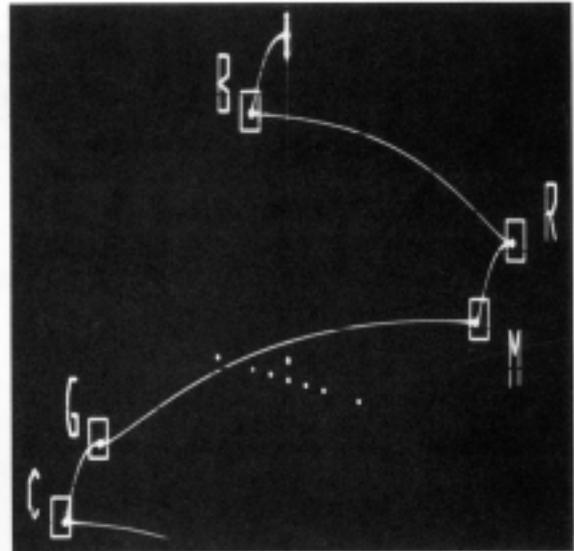


図13 緑からマゼンタに変わる部分が連続しているドットの中央を通過していないため、拡大されたライトニング表示はチャンネル間のタイミング・エラーを示しています。

#### まとめ

コンポーネント・システムを最良の状態に保つためには、チャンネル利得とタイミングの両方の整合を十分に配慮する必要があります。測定表示方法には、バレード、オーバレイ、ボータイなどの表示がありますが、それぞれ一長一短あります。たとえば、標準カラー・バーを使用したバレード表示とオーバレイ表示は、利得とタイミングの両方の測定が行えますが、バレード表示は利得測定、オーバレイ表示はタイミング測定に向いているため、測定用途により使い分ける必要があります。ライトニング表示も標準カラー・バーを使用しますが、利得とタイミングの両方を一つの表示上で評価できます。3チャンネルの利得を一度に調整する場合には、ライトニング表示が最も適しています。専用のテスト信号を必要とするボータイ表示は、クロミナンス対ルミナンスの相対利得の評価や高精度なタイミング調整に最適です。また、ボータイ表示にはモニタから離れた場所からでも表示が読みやすいという特長もあります。当社 TSG - 130 型 / TSG - 131 型 / TSG - 370 型 / 371 型 / TSG - 300 型コンポーネント・テスト信号ゼネレータと WFM - 300A 型コンポーネント / コンポジット波形モニタにより、これらの表示方法を用途に応じて使い分けることで、CAV システムのチャンネル間の利得とタイミングを、簡単かつ正確にモニタおよび調整できます。

### 「リーガル」と「バリッド」の意味

本アプリケーション・ノートで使用している「リーガル」と「バリッド」という用語について簡単に説明します。各コンポーネント・フォーマットの内部接続規格は、3本のビデオ・チャンネルについて、それぞれ電圧範囲を指定しています。たとえば、SMPTE/EBUフォーマットは、Yチャンネル0~700mV、色差チャンネル±350mV、GBRフォーマットは、3本のチャンネルすべてについて0~700mVと規定しています。システムが動作している間に各チャンネルで信号が指定された範囲内にあれば、信号は「リーガル」であると言えます。問題が発生する可能性が高いのは、信号を別のフォーマットに変換する場合で、あるフォーマットではリーガルな信号でも、別のフォーマットではリーガルではないこともあります。どのフォーマットでもリーガルな信号は「バリッド」であるということになります。ちなみに、GBRフォーマットに変換されリーガルであれば、その信号はバリッドであると言えます。カメラ信号とコンポーネント信号で、コンポジット信号からデコードされたり、またはGBRフォーマットから変換されたものは通常バリッドです。しかし、カラー・コレクタやペイント・ボックスなどの出力のように、生成されたり修正されたテスト信号などはバリッドでない場合があります。また、歪により信号がインバリッドになることもあります。標準SMPTE/EBUカラー・バーをY、P<sub>B</sub>、P<sub>R</sub>フォーマットからGBRフォーマットに変換する場合を考えてみます。図14にY、P<sub>B</sub>、P<sub>R</sub>信号(0~700mV範囲で比較ができるように、色差信号に350mVの表示オフセットを印加)を示します。これらの信号をGBRフォーマットに戻したものを図15に示します。ルミナンス・チャンネルの総利得が0.9で、色差チャンネルの利得が1.0であると仮定します。このシステムを通過したY、P<sub>B</sub>、P<sub>R</sub>フォーマットのカラー・バーは、Yチャンネルで振幅が

小さくなります(図16参照)。これらの歪が生じたY、P<sub>B</sub>、P<sub>R</sub>信号は、各チャンネルについて指定された範囲内にあるためリーガルですが、GBRフォーマットに変換した場合はイリーガルとなります(図17参照)。従って、図17にある信号はバリッドではありません。図16にある3個のGBR信号すべての負の部分を取り除いてしまうと、情報が失われ回復できない状態となります。ここに示した例では、信号がイリーガルになる1つのケースを取り上げただけであり、これ以外に、利得やタイミングの歪により、過大な振幅を持つGBR信号が発生することもあります。また、1つの信号に利得とタイミングの両方の歪が存在することもあります。イリーガルな信号から取り出されたGBRコンポーネントは、ゼロ以下の値と700mV以上の値を持つ可能性もあります。つまり、ルミナンスが高い部分または低い部分、あるいはその両方にクリッピングなどの問題が発生することがあります。

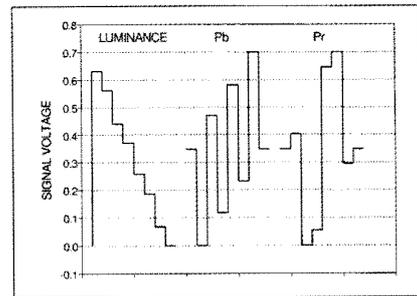


図14 Y、P<sub>B</sub>、P<sub>R</sub>フォーマットの標準SMPTE/EBUカラー・バーはリーガルかつバリッドです(色差信号に350mV表示オフセットを印加)。

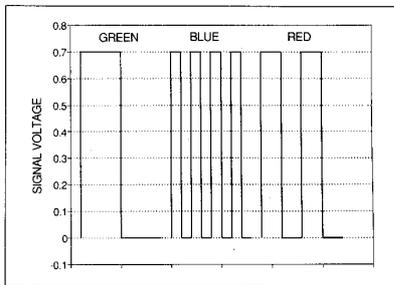


図15 図13にあるY、P<sub>B</sub>、P<sub>R</sub>フォーマットのカラー・バー信号をフォーマット変換すると、リーガルなGBR信号が得られます。これは、Y、P<sub>B</sub>、P<sub>R</sub>信号がバリッドかつリーガルであるためです。

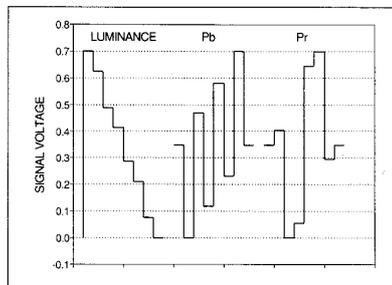


図16 ルミナンス・チャンネルの利得が0.9のシステムを通過したSMPTE/EBUカラー・バーで、リーガルではありますが、バリッドではありません。

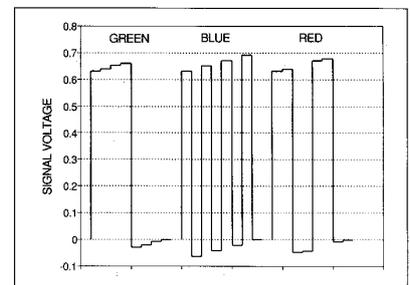


図17 図16にあるY、P<sub>B</sub>、P<sub>R</sub>フォーマットのカラー・バーから変換したGBR信号は0mV以下の部分がありリーガルではありません。

©1999, Tektronix Japan, Ltd

不許複製

**Tektronix**

Enabling Innovation

**日本テクトロニクス株式会社**

東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階 〒108-6106  
製品についてのご質問・ご相談は、お客様コールセンターまでお問合せください。

**TEL 03-6714-3010 FAX 0120-046-011**

電話受付時間/9:00~12:00/13:00~19:00 月曜~金曜(祝日は除く)

当社ホームページをご覧ください。http://www.tektronix.co.jp/  
お客様コールセンター ccc.jp@tektronix.com

●記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

コンポーネント・アナログ・ビデオ・システムの測定と評価