

ライトニング表示を使用したアナログ・コンポーネント信号システムのモニタと調整

テレビジョン機器アプリケーションノート

はじめに

ライトニング表示は、米国テクトロニクス社が開発したアナログ・コンポーネント信号システムのモニタと調整を行う際に、非常に有効な測定表示方法です。標準カラー・バー信号を使用し、3本のコンポーネント・チャンネルすべての振幅およびタイミング情報を表示します。ライトニング表示という呼び方は、表示波形が稲妻のようにジグザグ状であることに由来しており、当社 WFM-300A 型波形モニタ（図1参照）に標準装備されています。ここでは、ライトニング表示を使用したアナログ・コンポーネント・システムの測定について簡単にご紹介します。



図1 WFM-300A型波形モニタ。コンポーネント・テスト信号ゼネレータ、1720型ベクトルスコープ組み合わせ例

特別な配慮を必要とするアナログ・コンポーネント信号

アナログ・コンポーネント信号の大きな特長は、クロマキーイングを行うなどコンポーネントが必要な場合、TV信号をデコードし、記録する毎に再びエンコードしなくてもよい点です。TV信号は、エンコードもしくはデコードする毎に品質が低下しますが、プロダクションおよびディストリビューション・プロセス全体を通して、3つのアナログ・コンポーネントに分離しておくことで、高品質の画像が得られます。しかし、何もせずにアナログ・コンポーネント信号を正確に得られるわけではありません。通常の信号伝送と同様に歪が蓄積することがあるため、ステップ毎に信号の品質に注意を払うことが重要です。これは、コンポーネント信号のみならずコンポジット信号についても言えますが、アナログ・コンポーネント信号には、さらに品質管理面での別な問題があります。いずれも、異なったソースからの信号の振幅とタイミングが正しい関係になっていることを条件としています。アナログ・コンポーネント信号では、さらにそれぞれのアナログ・コンポーネント信号を形成するコンポーネントについても、チャンネル間の振幅とタイミングが正しい関係になっている必要があります。アナログ・コンポーネント信号は、3本のそれぞれ独立した信号線路に分配され、1つの整合された集まりとなるため、コンポーネントの中に正しく調整されていないものが1つでもあると、画像が歪んでしまうため注意が必要です。たとえば、コンポーネント間で振幅誤差があると、画像の色や彩度が微妙に変化します。また、タイミングがずれているコンポーネントがあると、

横方向の微妙なずれにより、画像の縦のエッジや細部がぼやけたり、色が変わってしまいます。これらの現象は、初期段階であればごく微かなため、ピクチャ・モニタ上では特に目立ちません。ただし、それ以降は発生していくにつれ次第に大きくなり、目立つようになります。始めから終わりまですべて管理しておかないと、最後にどのような結果となるかまったく予想がつかなくなります。

ライトニング表示ではどのように比較を行うか

アナログ・コンポーネント信号をモニタするには、ライトニング表示以外にも、パレード表示、オーバレイ表示、ボータイ表示がありますが、いずれの方法にも一長一短があります。たとえば、パレード表示は振幅測定には最適ですが、タイミング測定には不向きです。それに対し、オーバレイ表示は振幅測定よりもタイミング測定に向いています。従って、この2種類の表示方法の長所を最大限に利用するためには、切替えながら使用する必要があります。また、ボータイ表示は、振幅とタイミングの両方の測定に最適で、ライトニング表示を含む他のどの表示方法よりもタイミングの解像度が優れ、その上モニタの画面から離れた場所でも表示が読み易いという特長もあります。ただし、ライトニング表示とは異なりボータイ表示には、専用のボータイ・テスト信号が必要です。使い易さの点から見ると、3種類のいずれの表示方法もすぐその場で測定したり、セットアップする作業には向いていません。いずれも1種類の表示方法だけでは足りないか、あるいは専用のテスト信号を必要とします。ライトニング表示は、アナログ・コンポーネント信号を総合的に解析するために、最も一般

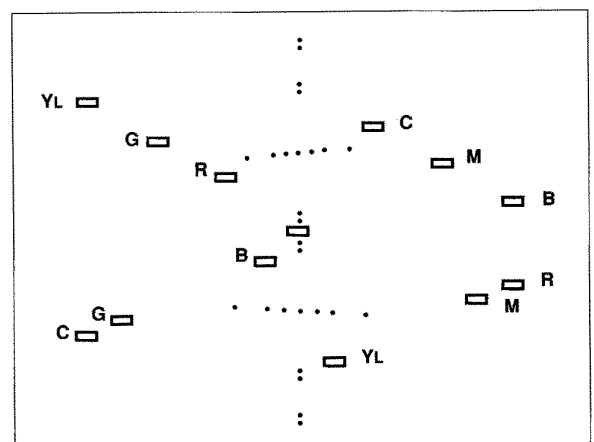


図2 ライトニング表示の電子グラディカルを用いると、振幅とタイミングの誤差が簡単に測定できます(60HzのBetacamの75%カラー・バー)。

的なテスト信号であるカラー・バーを使用しており、観測が容易な1つの表示にまとめている点が、他の表示方法とは異なります。ライトニング表示の校正された電子グラティカルを用いると（図2）、チャンネル間の振幅とタイミングの誤差が一目で分かり、ただちに修正が行えます。WFM-300A型に表示されるライトニング・グラティカルは、GBRを含む7種類のコンポーネント・フォーマットによる75%振幅のカラー・バーと3種類のフォーマットによる100%振幅のカラー・バーに対応しています。

どのようにライトニングが作られるか

ライトニング表示は、共通のルミナンス信号を持つ2つのXYプロットにより構成されています。XYプロットは、ベクトルスコープのベクトル表示と似ていますが、ベクトルスコープはB-Yに対しR-Yをプロットするのに対し、ライトニング表示は、画面の上半分にB-Yに対するルミナンス信号（Y）、画面の下半分にR-Yに対する反転ルミナンス信号（-Y）をプロットします（図3参照）。ライトニング表示により、3つのコンポーネント間で、正しい振幅とタイミング関係を維持するために必要なすべての情報が得られます。図3のブロック図から、表示される前に各コンポーネントがバックボーチ・レベルでクランプされていることが分かります。クランプすることで、APLが変動しても、3つのコンポーネントのゼロ信号基準レベルが維持されます（2つのプロットが表示の中央で一緒になる点が、安定した基準レベルです）。コンポーネントは、雑音や高周波ビデオ信号などによる影響を取り除き、見やすい表示が得られるように、1.5MHzローパス・フィルタを通過してから、偏向回路に送られます。

注：色差信号は、使用するコンポーネント・フォーマットによって、B-YとR-Yではなく、 P_B と P_R あるいはUとVで示すことがあります。いずれの信号も、ゲインとセットアップが異なるだけ本質的に同じです。ここでは、色差信号はすべてB-YとR-Yに統一して使用しています。

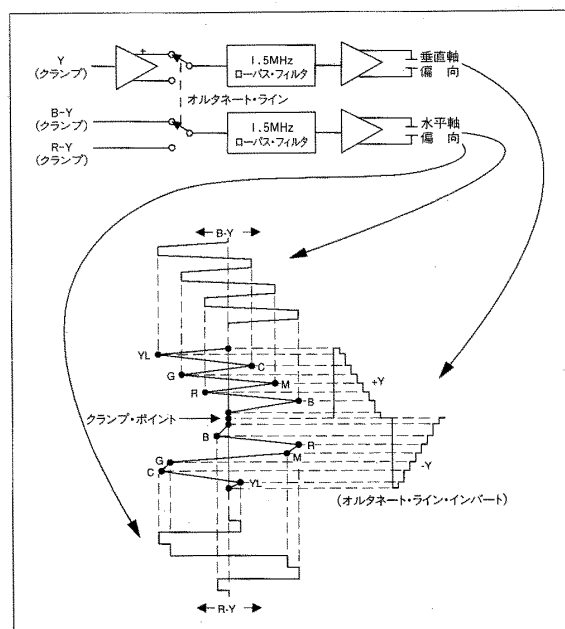


図3 ライトニング表示はB-Yに対するYとR-Yに対する-Yのプロットを交互に繰り返します。2つのプロットは表示の中央にある点で一致します。

振幅エラーの見つけ方

振幅エラーは、3つのコンポーネントのいずれにも関係する問題です。僅かなエラーでも色の歪みがラインの下まで及ぶため、初期の段階で発見し、修正することが重要です。ライトニング表示の電子グラティカルにより、どのコンポーネントが不良で振幅が大きいのかあるいは小さいのか、また修正処置により正しい結果が得られたかどうかは、一目で分かります。ライトニング表示のグラティカルには、 $\pm 14\text{mV}$ の振幅を示すボックスがあり、正しいコンポーネント・レベルを合わせる目標となっています。3つのコンポーネントの振幅が許容範囲内であると、各々のボックスの中には対応するカラー・バー・レベルを示すドットが入ります（図4参照）。

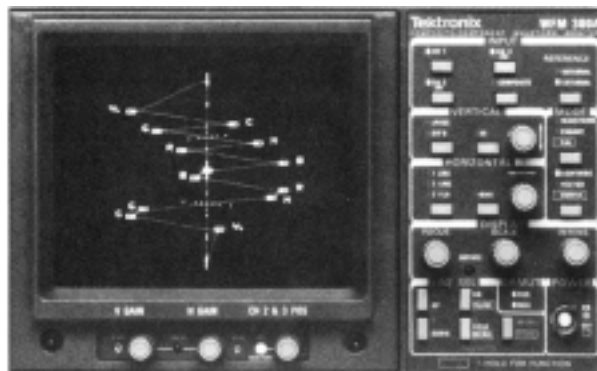


図4 このライトニング表示では、正しい関係にある振幅とタイミングが示されています。

ルミナンスが大き過ぎる場合には、画面の上半分にあるドットは四角い枠よりも上になり、下半分にあるドットは四角い枠よりも下になります（縦軸の下半分は-Yを示しており、ルミナンスが増加するにつれ画面の下半分で下に向かってプロットされます）。ルミナンスが低過ぎる場合は、ドットは表示の中心近く（上半分の四角い枠より下、下半分の四角い枠より上）に寄ります（図5参照）。

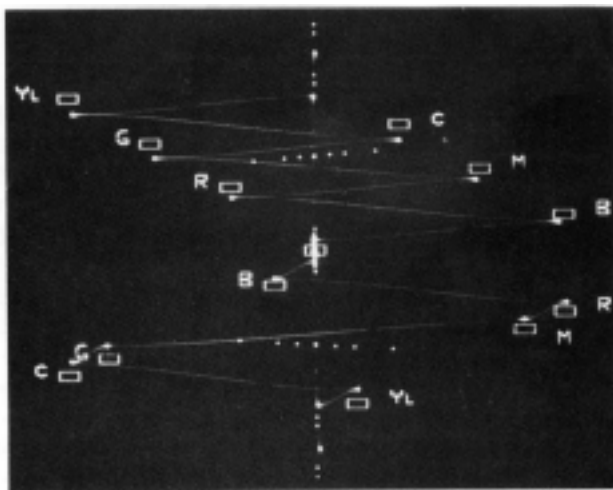


図5 ライトニング表示の中央に向かってドットが縦に圧縮されている場合は、ルミナンスの振幅が小さいことを意味しています。

同様なことが色差信号にも言えますが、これらの信号が変動するのは左右方向で、変動が生じるのは画面に割り当てられている範囲に限られます。従って、B-Y の振幅が大き過ぎる場合は、画面の上半分のドットが左右にずれて中央から離れ（図6）、B-Y が小さ過ぎる場合は、画面の中央に向かって圧縮されます。R-Y の振幅が正しくない場合も、画面の下半分で同じようなずれが発生します。

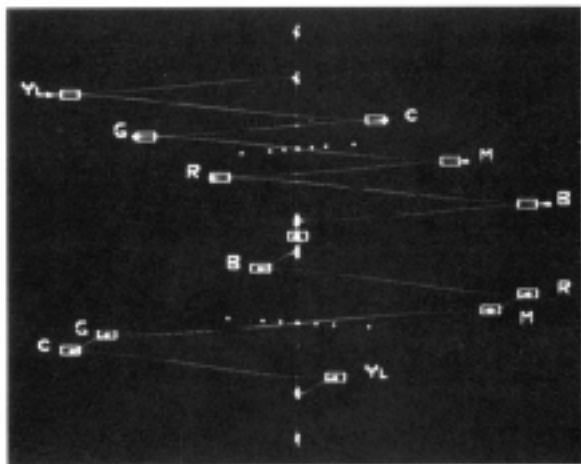


図6 このライトニング表示の上半分にあるドットは左右にずれ中央から離れており、B-Yの振幅が大き過ぎることを示しています。

常に同じような振幅誤差が発生する訳ではなく、図7ではルミナンスが大き過ぎるため、すべてのドットが上下にずれ中央から離れ、R-Y の振幅が小さ過ぎるため画面の下半分のドットが中央に向かって横軸が圧縮されています。振幅のずれを評価する際は、ドットが中央から離れていると関連する振幅が大きく、ドットが中央に寄っていると振幅が小さいことが分かります。

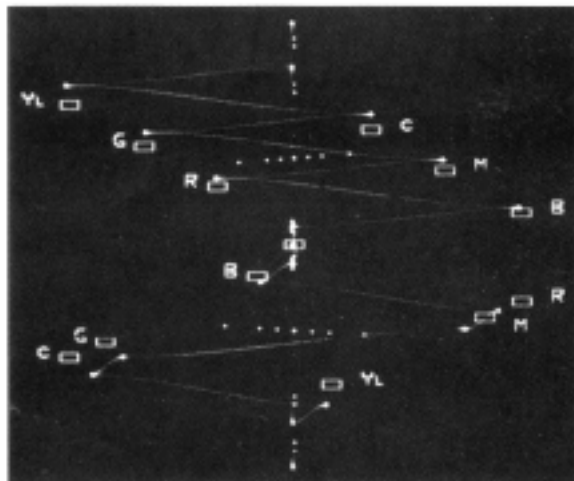


図7 このライトニング表示では、ルミナンスが大き過ぎるのとR-Yが小さ過ぎるという2種類の振幅のずれを示しています。

チャンネル間のタイミング誤差の調べ方

アナログ・コンポーネント信号が持つ明瞭で高品質の画像を得るには、チャンネル間のタイミング誤差を発生した初期の段階で発見し、修正することが必要です。ライトニング表示により、コンポーネント間で比較して遅れているか進んでいるか、また修正処置により正しい結果が行なわれているか一目で分かります。ライトニング表示は、緑からマゼンタへの変位点を利用して、チャンネル間のタイミング誤差を評価します（緑からマゼンタへの変位点がタイミング測定に用いられるのは、3個のコンポーネントすべてについて振幅がかなり大きくなるためです）。ライトニング表示のグラフィカルには、チャンネル間のタイミング評価ができるように、緑からマゼンタへの変位部分を通る点が並んでいます。コンポーネント間の相対的なタイミングが正しければ、図4に示されるように、画面の上半分と下半分の両方で、緑からマゼンタへ移り変わる部分が並んでいる点の中央を通ります。チャンネル間のタイミング誤差は、ライトニング表示を見ればすぐに分かります。色差信号がルミナンス信号と比べて遅れたり進んでいる場合は、緑からマゼンタへの変位部分は並んでいる点の中央は通りません。ライトニング表示のタイミング評価方法は、2つの信号がそれぞれ50%のレベルを同時に通過するときに、正しいタイミング関係になっているという原理に基づいています。緑からマゼンタへの変位部分を通っている点の真ん中の点は、横座標が色差信号の緑とマゼンタの中間に、縦座標がルミナンス信号の緑とマゼンタの中間になるような位置にあります。従って、XYプロットは信号が正しいタイミング関係になっていれば、真ん中の点を通ります（緑からマゼンタへの移り変わる部分が直線でもなく、GとMと書かれた四角い枠で示された正しい点を始点と終点とし、連続する点の真ん中を通過していればタイミングは適正です。）

トラブルシューティングについて

チャンネル間の振幅とタイミングの誤差は、アナログ・コンポーネント信号システムのある部分で発生します。原因として、機器や分配増幅機のゲインの不適正、ケーブルの終端ミス、コンポーネント信号の負荷の不均衡、ケーブル長の不揃い、フィルタの遅延が補正されていないなどが考えられます。アナログ・コンポーネント信号システムを正しくセットアップあるいは調整するための唯一の方法は、正確なテスト信号を使用して作業を開始することで、これにより、誤差を発見したときにシステム内のどの部分で発生した誤差か判断できます。システム内の機器で出力信号に歪みが生じている場合は、まず入力信号が適正であるかどうか調べます。入力に問題が無ければ、装置に歪を発生する原因となる不良箇所があることになります。入力に歪があるとすれば、信号の流れと逆方向に適正な信号が見つかるまで、システムを調べる必要があります。基本的には、誤差が最初に見つかった部分を調整するのではなく、不良箇所を正確に突き止め、その発生源で不良を修理することが基本です。ただし、カラー・バー信号がテープヘッドに既に記録されている場合は除きます。なぜなら、記録後に時間やスペースを置いて再生した場合は、元の信号の精度を確認することが不可能になるためで、プレーヤからできるだけ最良の結果を得る以外方法はありません。こうした状況では、記録中に発生した誤差を補正する必要があります。また、記録されたテスト信号は、時間が経つと利用できなくなるため、こうした調整は短時間に行う必要があります。このように時間が重要な役割を果たす場合は、簡単な操作で行えるライトニング表示が他のどの方法よりも優れています。ここでは、ライトニング表示を使用したコンポーネント VTR の試験を例にとって、アナログ・コン

ポーネント信号のセットアップや保守に応用できる方法を簡単に紹介します。アナログ・コンポーネント信号 VTR の試験・調整に用いる装置のセットアップ方法を図 8 に示します。信号源ではなく VTR が原因で発生した誤差が、ライトニング表示上に異常状態として必ず表示されるには、高品質なコンポーネント信号ゼネレータを使用する必要があります。

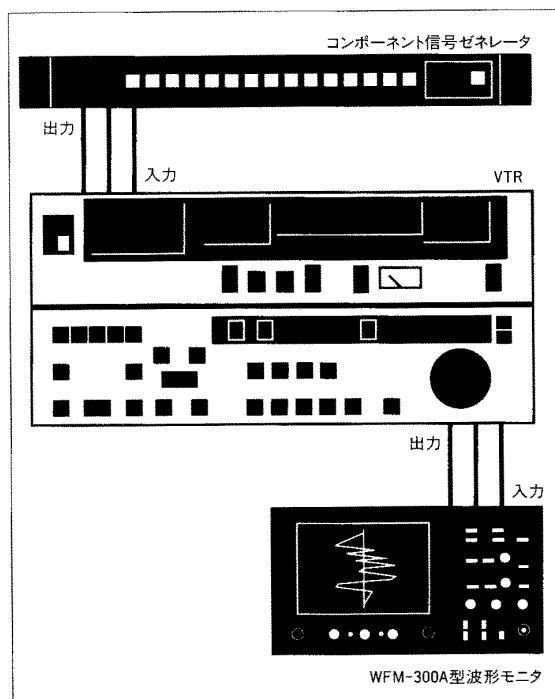


図 8 ライトニング表示を使用してコンポーネント VTR の調整を行うために必要な機器は、VTR にカラー・バー信号を供給するためのテスト信号ゼネレータと VTR 出力をモニタする WFM-300A 型波形モニタです。

テスト信号ゼネレータは、VTR の入力にコンポーネント・フォーマットのカラー・バー信号を出力し、VTR の 3 つの出力を WFM-300A 型に接続します。WFM-300A 型の 7 種類のフォーマット・メニューから適正なものを選択し、ライトニング表示のグラフィカルをカラー・バーの振幅 (75% または 100%) に合わせます。振幅調整をするために、アナログ・コンポーネント VTR の前面パネルには、ビデオ総合利得とクロマ利得を調整するつまみがあります。最初に、点の並びが四角い枠と同一線上に並ぶようにビデオ利得を設定し、次に点の並びが四角い枠の中に入るようにクロマ利得を変更します。前面パネルの 2 個のつまみを使用して、すべての点を四角い枠内に入れることができない場合は、内部調整によって 2 つの色差信号の振幅を校正する必要があります。アナログ・コンポーネント VTR の前面パネルには、タイミング調整ができるように、Y-C 遅延 (ルミナンス対クロミナンスのタイミング) を調整するつまみがあります。チャンネル間のタイミング誤差は、緑からマゼンタへ変位する部分がライトニング・グラフィカルの真ん中にある点を通るように Y-C 遅延を調整することで修正できます。VTR の Y-C 遅延調整つまみを使用して、緑からマゼンタへ変位する両方の部分を真ん中の点に通すことができない場合は、内部調整により 2 つの色差チャンネルのタイミングを校正する必要があります。図 9 に示すように、ライトニング表示を拡大するとタイミング調整がより正確に行えます。

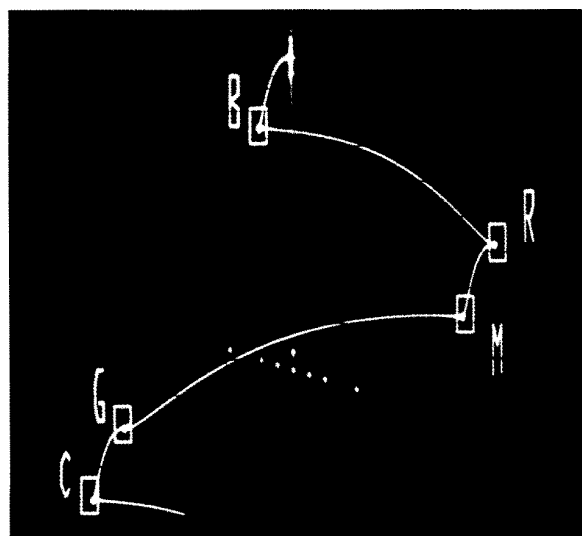


図 9 ルミナンス対クロミナンスのタイミング誤差を示す緑からマゼンタへ変位する部分を拡大した図

アナログ・コンポーネント信号の画像品質を維持する上で重要なことは、ルミナンス対クロミナンス (Y-C) タイミングの調整です。誤差は、繰返されるにつれ蓄積されるため、画像にとって好ましくない影響が非常に顕著になります。Y-C タイミング誤差の修正では、クロミナンスがルミナンスと比較して遅れているか、あるいは進んでいるかを知る必要はありません。ライトニング表示では、正しい方向に調整が行われているかどうかその場で分かるようになっています (ただし、2 つの色差信号のタイミングを修正しておかないと、Y-C タイミング誤差が正しく修正できません)。

まとめ

アナログ・コンポーネント信号は、コンポジット・システムに比べてより高品質な画像が得られますが、コンポジット・システムとは異った品質管理が要求されます。その理由は、アナログ・コンポーネント信号は 3 本の独立した経路を通るため、誤差が発生する可能性がコンポジット・システムの 3 倍になるためです。アナログ・コンポーネント信号システムのもつ特長を最大限に活用するためには、コンポーネントの各チャンネルを常に確実にモニタするのが最善の方法です。ライトニング表示により、3 本のコンポーネント・チャンネル間の相対的な振幅とタイミングのモニタや調整が簡単に行えます。また、ライブのビデオ信号が存在していても、ホワイト、ブラック、ガンマの各バランスを評価・修正できます (「ライトニング表示を使用した色の補正」をご参照下さい)。現在、アナログ・コンポーネント信号システムのセットアップや評価を短時間に簡単な操作で行え、また多くの目的のために使用できる表示方法として、ライトニング表示が最も優れている表示方法と言えます。

◆ライトニング表示を使用した色の補正◆

ライトニング表示は、色補正を行う際にも利用できます。ホワイトとブラックのバランスが不適切な状態で撮影されたり、全体の色調を変更する必要がある場合など、ライトニング表示により、客観的に各パラメータを評価できます。ライトニング表示をルミナンス・チップ・チャートと組み合わせると、理論的にはそれぞれのルミナンス・レベルが明るい点で示された連続した縦線が現れます。（図10 参照）。ホワイト、ブラック、ガンマの各バランスあるいはこれらを組み合わせたものに誤差があると、縦線に傾きが生じます。

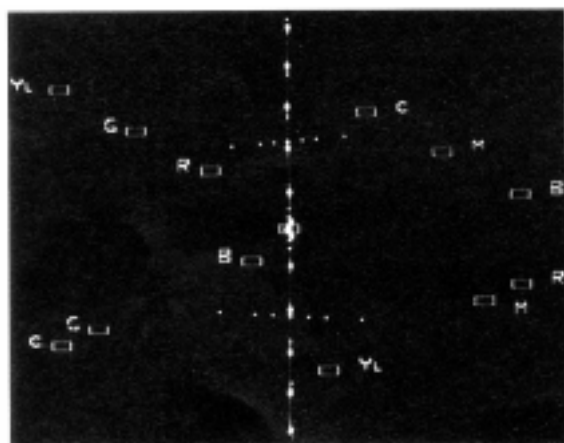


図10 ルミナンス・チップ・チャートのライトニング表示は、すべてのバランスが取れていると縦の直線を成します。

ホワイトバランスが不適切だと、線の上半分と下半分が傾き、外側の終点が中央からずれます。傾きの量と方向は、対応する成分の誤差の大きさと方向を示しています。例えば、青が多いと縦線の上半分が傾き、外側の終点が中央より右側に奇ります（図11 参照）。図11において線の下半分は反対側に多少傾いている点に注目して下さい。これは、Y成分に青が多少入っているためで、青が大きくなるにつれR-Yは小さくなります。同様に、緑の成分のバランスが不適切だと、B-YとR-Yの両方に影響が出ます。緑の成分が非常に少ないと、線は右側に傾き、緑の成分が多すぎると、線は左側に傾きます。ブラック・バランスが不適切だと、線の上半分と下半分が移動し、内側の終点が中央からずれます。この場合も、移動量と方向は対応する成分の誤差の大きさと方向を表しています（図12 参照）。最後に、ガンマのバランスは不適切でもホワイトとブラックのバランスがとれていれば、終点は中央にきますが、終点と終点を結ぶ縦線は湾曲します。

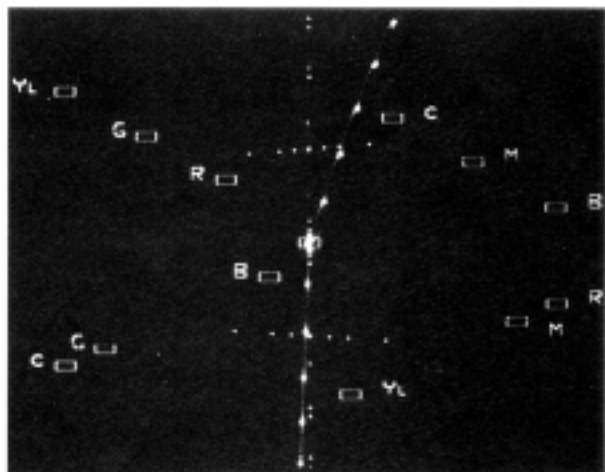


図11 縦線の上半分が右に傾き、青が多過ぎることを示しています。

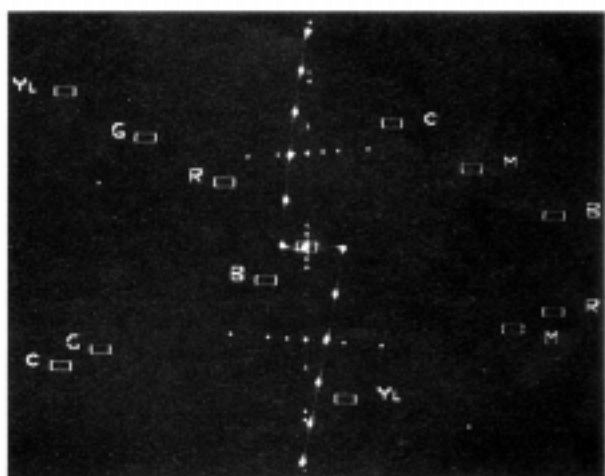


図12 黒のバランスが不適切だと、2本の縦線の内側の終点が中央からずれます。ここでは、赤が多いため縦線の下半分が右側に移動し、上半分が左側に僅かに移動しています。

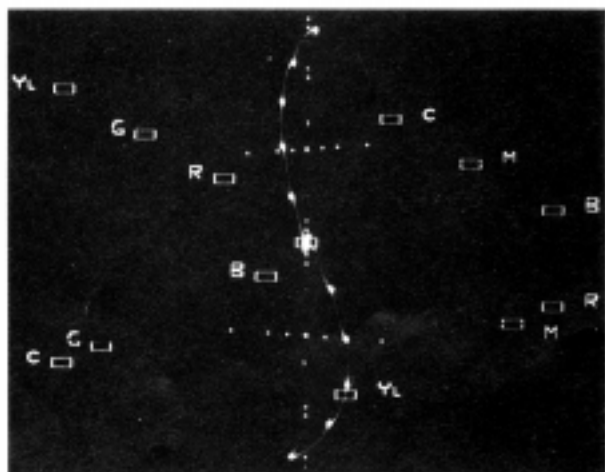


図13 ガンマのバランスが不適切だと、終点と終点を結ぶ縦線が湾曲します。

©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。

ライトニング表示を使用したアナログ・コンポーネント信号システムのモニタと調整