

カメラの調整、アライメント、 マッチング測定について

はじめに

画像品質は、ロケ現場またはスタジオで撮影するカメラを正しく調整することから始まります。光を電気信号に変換する場合、画質に影響を及ぼす数多くのプロセスがあります。高品質な画像にするため、またエラーにならないようにするため、適切なカメラ・チャートや波形モニタを使用して調整することの重要性について説明します。ポストプロダクション・プロセスで修正するのはコストのかかる作業になります。

ホワイト・シェーディング

カメラの調整では、ホワイト・シェーディングは非常に重要な項目ですが、見過ごされることがあり、これを理解していない人が、正しく調整されていない機器を使用することさえあります。これに欠かせないのが、テクトロニクス社のWFM8300/8200型、WFM7120/7020型またはWFM5200/5000型などの波形モニタと、DSC Ambi Illuminatorのデフューザ・パネルなどの非常にフラットな光源です。このアプリケーション・ノートでは、主にテクトロニクス社のWFM5200型波形モニタを使用したさまざまな測定方法をご紹介します。適切な信号確度のためには、カメラのHD-SDI出力を使用するのが望ましいのですが、SDでも同様の手順で実行できます。

すべてのカメラ・オペレータは、画像全体を均一な明るさにするため、ホワイト・シェーディングの手順に慣れておく必要があります。固定のレンズを使用し、制御された同一の条件で使用するスタジオのカメラでは、頻りにレンズを交換するようなデジタル

映画制作に比べると、頻りにホワイト・シェーディングをチェックする必要はありません。この測定は、各チャンネルが正しく校正されている条件のもと、専門のオペレータが実行する必要があります。調整された結果は、レンズやフィルタを変更してもすばやく呼び出せるよう、シーン・ファイルとして保存します。

ホワイト・シェーディングは、カメラの光学システムで主に発生する明るさやカラーの誤差を電氣的に補正するプロセスです。一般的な問題として、イメージの中央は周辺に比べて明るくなります。この種の光収差は、プリズムや光学ブロックなど、カメラの光学システムの違いによって発生し、古いタイプのレンズで見受けられます。また、フィルタを交換する場合にも収差が発生することがあります。カラー・シフト、均一画像におけるニュートラル・シフトでも差が生じます。例えば、Wrattenニュートラル密度フィルタを追加すると、明るさは低下し、画像は暖色になります。レンズ交換によっても配色は変わりますが、一般的にその影響は少ないものです。エッジでの明るさが変わる大きな原因は、イメージ中央のホットスポットによります。

ホワイト・シェーディングの調整では、DSC Lab社のAmbi Illuminatorなどの非常に均一な光源を使用することで正確で均一な照射フィールドが得られます。Ambi Illuminatorはさまざまな光源が使用できますが、意図的に業界標準の3200Kタングステン・ソースを照射します。タングステンによる照射は、HMI (Hydrargyrum Medium-arc Iodide、メタル・ハイドランプ) または蛍光灯よりもフラットなスペクトル曲率になっています。ガス放電ランプはAmbi Diffuserに対して均一な光を照射できないため、ホワイト・シェーディングでの使用はお勧めできません。



図1a. パターンなしのAmbi Illuminator

図1b. グリッド付のAmbi Illuminator

ホワイト・シェーディング測定

カメラ、波形モニタ、DSC Ambi Illuminatorの電源を入れ、カメラのHD-SDI出力をWFM5200型波形モニタに接続します。光源、システムが通常の動作温度で安定するまでウォームアップします。

図1aに示すAmbi Diffuserは、垂直方向に調整可能な光源です。しかし、高い確度のためには、デバイスからの光出力をルミナンス・スポット・メータで測定し、AmbiMirrorと光源で調整します。オプションのAmbiGrid（図1bを参照、デフューザの前面に取り付け、均等に矩形分割）を使うと、デフューザ・エリアを均等に分割できます。分割されたそれぞれの長方形の中心にルミナンス・スポット・メータを当て、ルミナンスと色温度を記録します。光源からそれぞれの長方形までの距離が可能な限り均一になるよう、バーン・ドア、DCS AmbiLightからAmbiMirrorまでの垂直距離を調整します。測定偏差±0.5%が代表値ですが、1%以上ある場合は適切ではありません。

カメラのゲインは0dBに設定する必要があります。また、KNEE（ニー）と他のカメラ・ガンマ・コントロールもオフにします。カメラをAmbi Diffuserの前にセットし、パネルの中心を使うよう、少しオーバーショットになるくらいにズーム・インします。

カメラ・レンズをマニュアル・アイリス・モード、ゼブラを95%に設定し、イメージ全体をカバーするようにします。スポット・メータが均一に使用できず、ゼブラがイメージ全体をカバーしていないと光が均一にならないことがあるため、ゼブラがイメージ全体をカバーするまで、上記の手順を繰り返します。カメラのレンズ絞りはf4～f5.6に調整します。実際には、fストップ・レンジになるよう、カメラとAmbiLightまでの物理的な距離を調整します。この手順では、光源が均一になるようにAmbiLightを調整して上記の手順を繰り返す必要があるかもしれません。

セットアップが完了したならば、カメラのホワイト・バランスを実行し、照度計と波形モニタを使ってホワイト・バランスが正しくとれていることを確認します。ホワイト・バランス後の色温度のリードアウトは3200Kでなければなりません。この値にするためには、カメラのR、Bチャンネルのゲインを調整します。

カメラのピントをわずかにずらし、デフュージョン・エラーをソフトにします。カメラのシェーディング・メニューで垂直／水平のSAW（ソー）を50に調整します。垂直／水平PAR（パー）のベースラインを0に設定します。この値がオフになっている場合は、ガンマ・コントロールがオンになっていることがありますのでこれをオフにします。

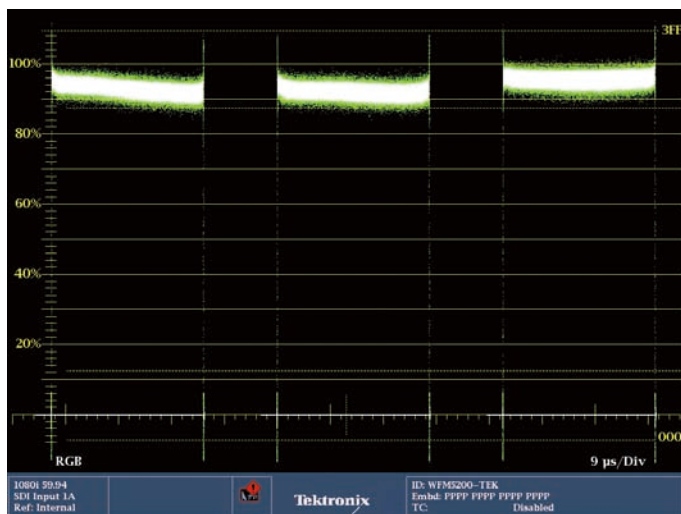


図2. WFM5200型による、ホワイト・シェーディング調整前のRGBパレード表示

WFM8300型、WFM7120型、WFM5200型またはWFM5000型で、波形モニター・モードを選択します。WFMボタンを長押ししてメニューを表示し、RGBパレード表示に設定します。すべてのチャンネルが図2のように選択されていることを確認します。パレード表示の詳細については、「補足」の章を参照してください。

カメラにおいて、G、R、Bの順でホワイト・シェーディングを調整します。カメラによっては、G、R、Bのチャンネルを独立に調整できるものもあります。まず、波形モニターでGチャンネルだけオンにし、他の2つのチャンネルをオフにして、波形がフラットになるようにHとVのSAWを調整します。次に、Gチャンネルの波形がフラットになるようにHとVのPARを調整します。同様の手順で、Rチャンネルを表示し、他の2つのチャンネルをオフにしてRチャン

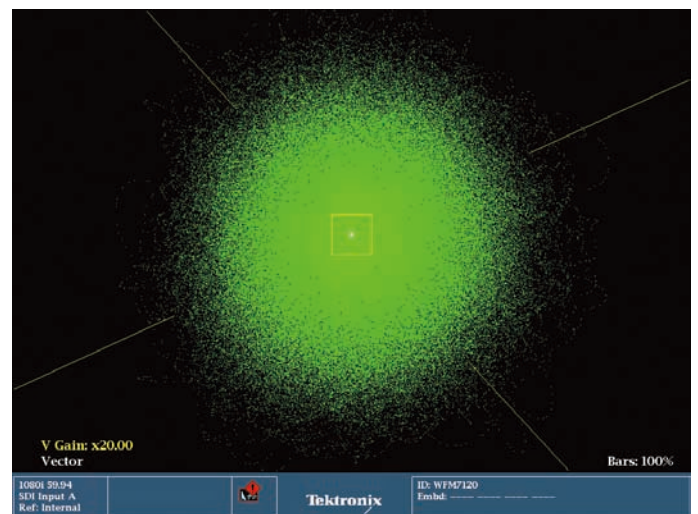


図3. 正しくホワイト・シェーディングが調整されたカメラのベクトル表示（20倍、ベクトル表示）

ネルを調整します。次に、Bチャンネルのみ表示し、G、Rチャンネルの波形表示をオフにします。BチャンネルでSAW、PARを調整し、波形がフラットになるようにします。これらの調整が完了したならば、波形モニターでベクトル表示をオンにし、表示ゲインを最大にします。波形モニターのGainボタンを長押ししてメニューを表示させます。5Xのゲインを選択し、可変ゲインを有効にします。次に、ベクトルスコープ表示のディスプレイ左下に表示されるゲインが、最大の20Xになるまで汎用ノブを回します。図3に示すように、小さな丸い波形がディスプレイ中央に表示されていることを確認します。ベクトル表示の詳細については、付録の章を参照してください。

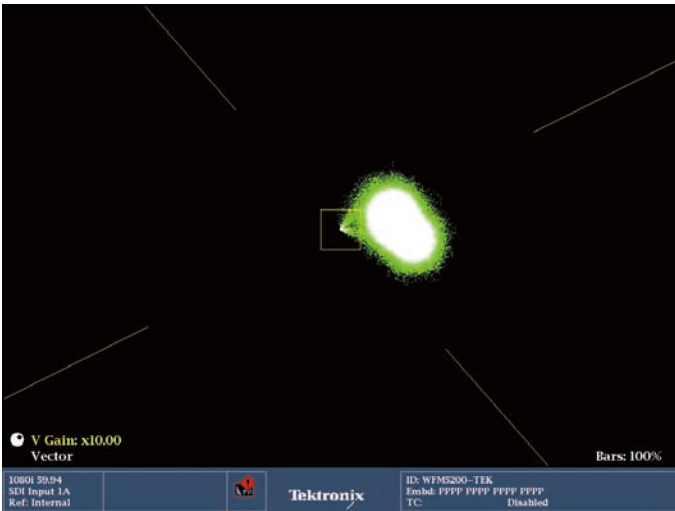


図4. カメラ出力が正しく調整されていない場合のベクトル表示

カメラによってはRGBのシェーディング・パラメータが個々に調整できないものもありますが、代わりに絶対値によるマスタ・コントロールを使用します。この場合、ベクトルスコープ表示でゲインを最大にし、丸い表示になるようにマスタ・コントロールを調整します。図4のように卵形になる場合は、シェーディングが正しくないことを示していますので、マスタ・コントロールを使用して図3のように極力丸くなるように調整します。ベクトル表示のセンターからのずれは、イメージの色かぶりを示しています。こ

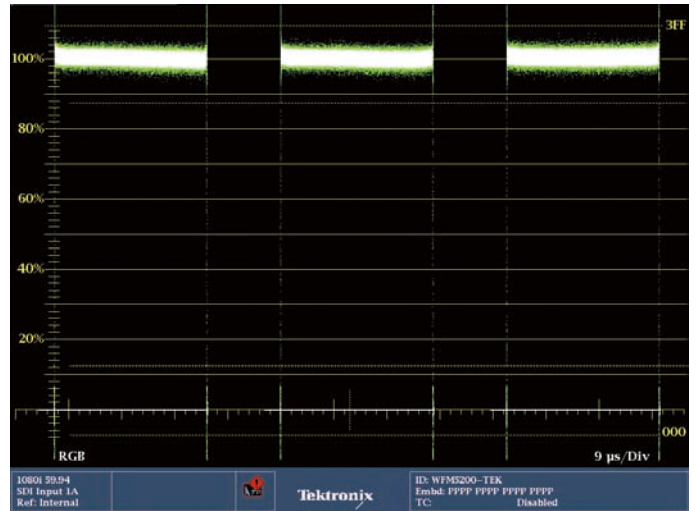


図5. カメラのホワイト・バランスが正しくとれた例 (WFM5000型による表示)

のような場合、白のイメージは薄い色になり、色相 (Hue) の要素は、ずれの角度によって異なります。カメラで調整することで、このエラーは補正できます。この調整が完了したら、設定をレンズの新しいファイル・プリセットとして保存します。これで、このレンズを使用した場合の正しいホワイト・シェーディングが完了です。以上の手順を別のレンズ、フィルタで繰り返し、設定を保存しておきます。図5は、カメラのシェーディングが完了した後のRGB信号のパレード表示の例です。

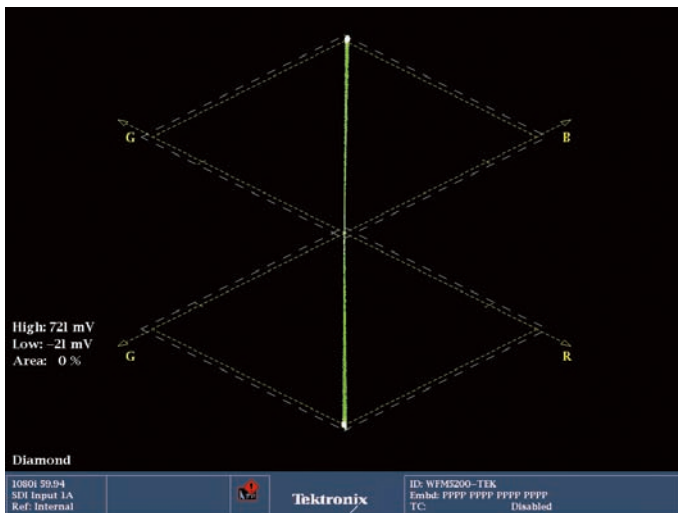


図6. ホワイト・バランスが正しくとれたカメラのダイヤモンド表示

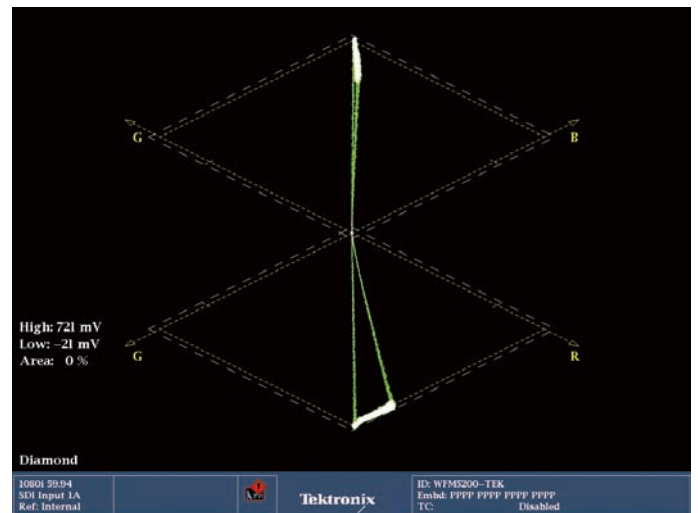


図7. 赤 (R) のゲインの強いダイヤモンド表示の例

ダイヤモンド表示は、ホワイト・バランスとカメラ・シェーディングの調整で使用します。ダイヤモンド表示では、カメラの入力プロセスと同様にRGBカラー空間の信号を処理します。R'、G'、B'の値が等しい場合 ($R'=B'=G'$)、グレーの信号が生成されます。カメラが正しく調整されると、グレースケールのカメラ・チャートまたは均等に表示されるホワイト・フィールドは、上下のダイヤモンドの垂直ラインが図6のようになります。ダイヤモンド表示の詳細については、付録の章を参照してください。わずかなずれでも、ダイヤモンド表示を使用すると簡単に確認できます。図7の例では、上のダイヤモンドにおいてGとBのチャンネルにわずかなずれが、下のダイヤモンドにおいてGとRのチャンネルに大きなずれが確認できます。カメラは、R、G、Bのレベルが等しく、図6

のように垂直のラインになるように調整します。ダイヤモンド表示に慣れると、すべてのチャンネルの相互関係が容易に確認できます。

さまざまな原因でホワイト・バランスが正しくとれないように、カメラのホワイト・シェーディングが正しくとれないことにもさまざまな原因があります。青みがかった紙または不均一な照明によるホワイト・バランスの問題は、しばしば見過ごされることがあります。同様のことが、ホワイト・シェーディングにも言えます。均一性が変動すると幾何学的な歪みを生じるように、RGBチャンネルのSAWとPARの特性のためには、均一な光源または照射面が必要になります。

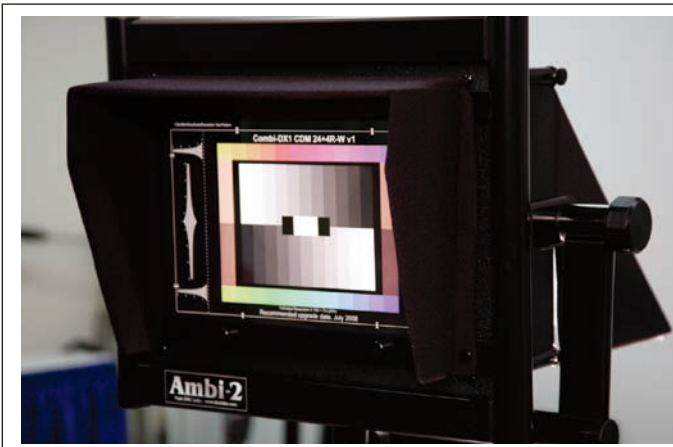


図8a. CamAlign (背面投影)

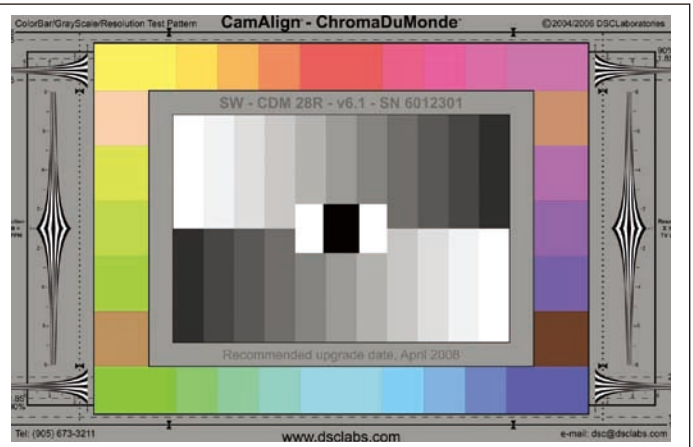


図8b. Combi ChromaDuMonde (前面投影)

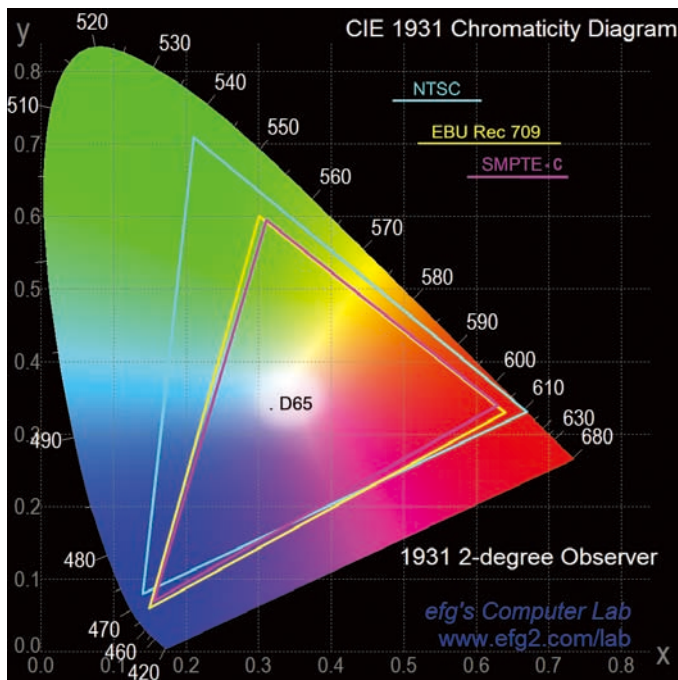


図9. 1931 色度図

カラリメトリと露出の正しい設定

シェーディングは主に信号の輝度調整ですが、イメージのカラー忠実度を確かめる上でも非常に重要です。その目的は、モニターまたはテレビの画像をオリジナルの画像に限りなく忠実に再生することにあります。このためには、リファレンス・パターンを生成する、正確なテスト・チャートが必要です。カメラは、この光イメージをCCD (Charged Coupled Device、電荷結合素子) によりデジタルの電圧レベルに変換します。次に、この信号をHD-SDI

信号に変換します。この信号をテクトロニクスWFM8300型、WFM7120型WFM5200/5000型波形モニターで測定し、信号特性を定量化します。

正確なテスト・チャートは、カメラ内蔵の特性評価機能に含まれている電気テスト・パターン・ゼネレータを否定するものではなく、これを補完するものです。「特性評価機能」とは、カメラが光を電気信号に変換する際のさまざまな要素を表す用語です。この要素としては、レンズやアダプタ、プリズム・ブロック、ダイクロイック/トリム・フィルタ、CCDのカラー特性、その他のイメージ・デバイスなどが含まれます。特性評価機能は、シーン照明の色温度やスペクトル分布が変わっても影響を受けます。

正確に評価するには、DSC Laboratories社製Combi DX-1 (背面投影、図8a参照) またはChromaDuMonde (前面投影、図8b参照) テスト・パターンなどの正確なテスト・チャートが必要です。これらのテスト・パターンは、カメラの調整、画像制御などで有効なテスト信号を提供します。チャートに含まれるグレースケールとカラー・ステップの特性は、カメラのセットアップ・コントロール調整で使用します。画像の最適化は、それぞれのカメラの調整機能によって大きく変わります。DSCのカラー・パターンは、最新のITU (International Telecommunication Union) -R BT.709カラリメトリ規格とHD規格 (SMPTE 274M、296M) に準拠して設計されています。図9に、NTSC規格の優れたワイド・カラー・ガマットを示しています。この規格を使用したテレビは画像が暗く、暗い部屋で観なければならなかったため、あまり売れませんでした。このため、NTSC規格のカラリメトリはSMPTE Cに変更されました。これによりカラー・ガマットは大幅に低下し、より明るい画像を提供できるようになりました。

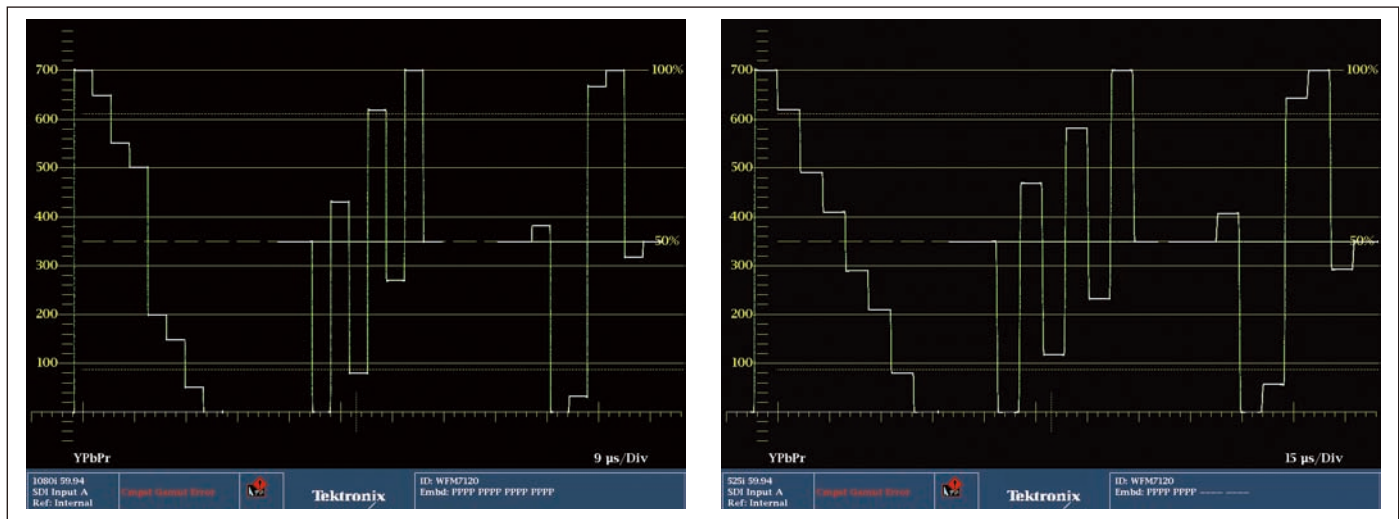


図10. HD (左)、SD (右) における100%カラー・バー信号表示

波形モニタの表示では、HDとSDのフォーマットによる100%カラー・バーのカラリメトリの違いを理解することが重要です。図10は、YPbPr波形表示によるHDとSDフォーマットの100%カラー・バー信号を示しています。HDとSD信号のYチャンネル、グリーン-マゼンタのトランジションのの違いにご注意ください。SD信号に慣れている方は、まずHD信号が正しく調整されていないと思われるのではないのでしょうか。この理解は正しくありません。カラー・コンポーネントごとのレベル差は正常であり、HDとSDフォーマットで使用されるカラリメトリの式が異なっているのです。

波形モニタを使用したグレースケールの調整

グレースケール・チャートを使用して露出を正しく設定することは比較的簡単な手順ですが、真にニュートラルなグレースケールでないと、深刻なトラッキング・エラーの原因となります。一般的なグレースケール・チャートは光の中では黄色味がかり、黒になるにつれニュートラルに向かいます。このようなチャートを使用すると、画像は明るい色調の青あるいは冷たい色になります。視聴者は暖かい画像を好むので、好ましいものではありません。DSC Labs特許の技術によるグレースケールのニュートラル手順により、この問題を解決します。

グレースケール・テスト・パターンを使用する場合、手順と手順の間のダイナミック・レンジとプログレッションの両方が重要になります。テレビの普及当初、カメラのダイナミック・レンジはわずかに25 : 1しかなく、グレースケール・パターンもそれに応じた狭いダイナミック・レンジしかありませんでした。最新のチャートは、11ステップのパターンを持っています。プログレッション・レートは、9ステップと11ステップのパターンでは異なります。9ステップの反射は対数ですが、11ステップはリニア電

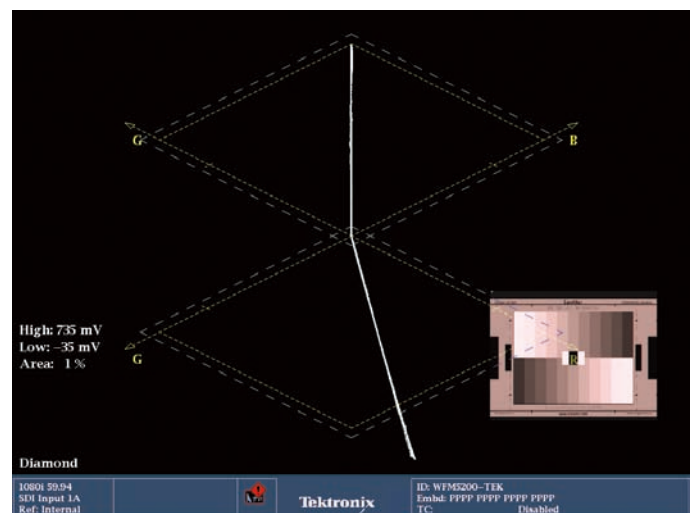


図11. Rチャンネルのグレースケール・エラーによるダイヤモンド表示

圧のステップを生成するように設計されています。9ステップ・チャートの最も明るいステップでは、60%の光が反射します。一方、11ステップ・チャートの端の白では、90%が反射します。図8bのDSCチャートは11ステップのグレースケールです。11ステップのパターンは9ステップのパターンに比べてダイナミック・レンジが広く、端の白はより明るく、端の黒はより暗くなっています。テスト・パターンの濃度の違いにより、9ステップ・チャートと11ステップ・チャートによるカメラからのイメージ再生は異なったものになります。ダイナミック・レンジの狭いグレースケールで調整すると品質の悪い画像になり、修復できないものになります。ダイヤモンド表示は、グレースケール・チャートの調整に使用します。正しく調整された場合は、図6のように垂直方向にまっすぐな線になります。直線にならない場合は、RGB成分にエラーがあることを示します。図11の例はR軸方向に曲がっており、Rチャンネルが正しく調整できていないことを示しています。

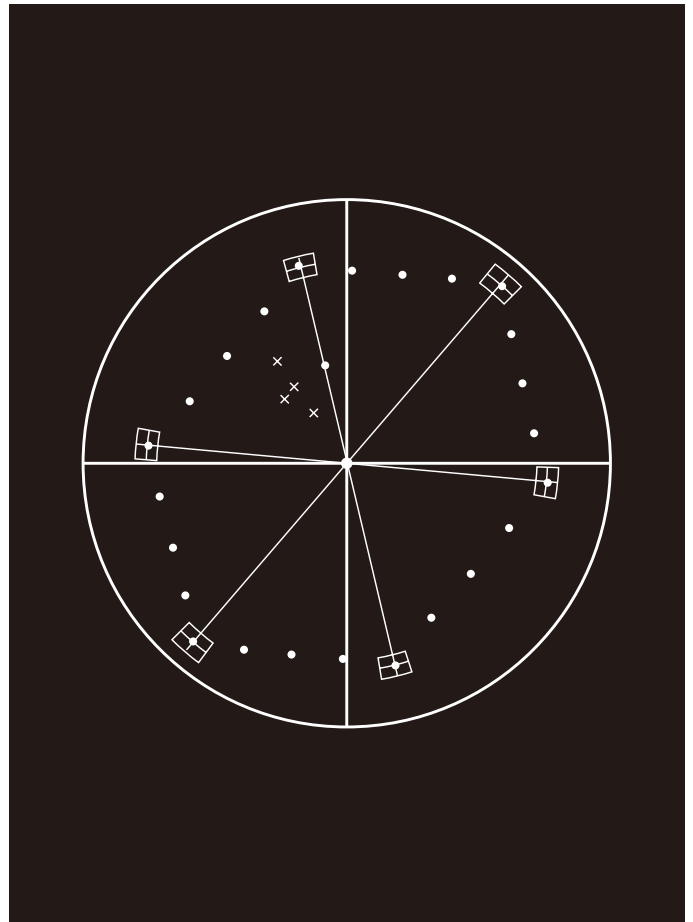
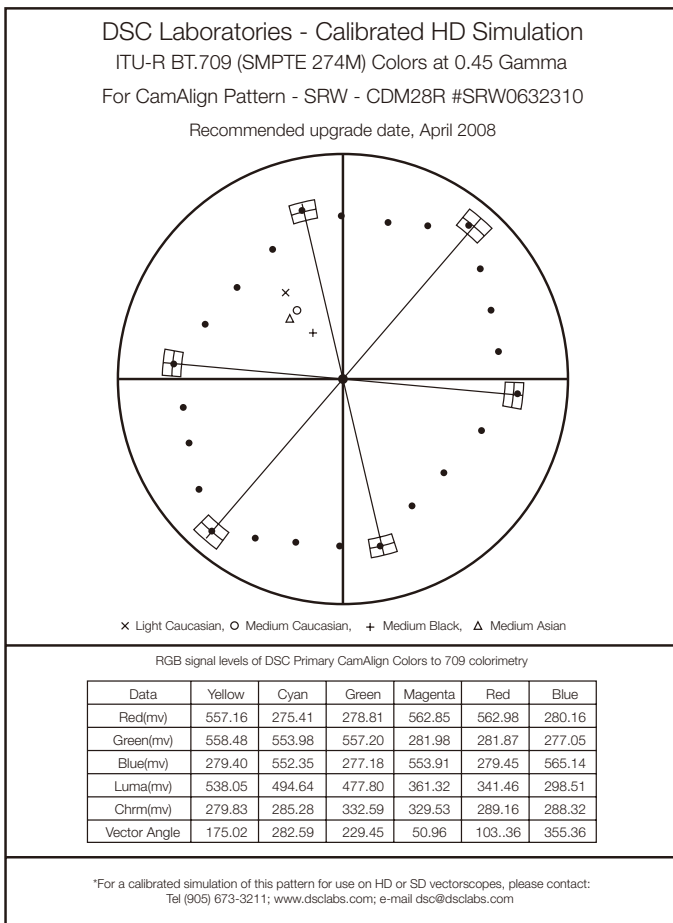


図12. DSC CamAlignの原色とベクトル表示

エンジニア、DP (Director of Photography、撮影監督) ごとに独自のカメラ調整方法がありますが、一般的な手順を以下に示します。

均一にライティングされたChromaDuMondeまたは背面投影のCombiパターンにカメラのフォーカスを合わせ、アイリスを中間スケール (一般にf4~f8) に、露出/アイリスをDSCグレースケールの端の白である700mV (100%) に設定します。RGBチャンネルのトラッキングをチェックし、グレースケール全般でニュートラルな再生できるようにします。次に、ブラック・バランスを設定します。(ちなみに、すべてのDSCカラーを組み合わせるとニュートラルなカラー・バランスとなり、ほとんどのカメラでDSCカラー・チャートを使ってホワイト・バランスをとると、本当の白のボードと同じように正確にホワイト・バランスをとることができます。) CamAlignまたはChromaDuMondeの端の黒は、通常0mVに近く設定されます。DSC CaviBlackのテスト・パターンでは、より正確にブラック・ポイントに設定できます。カメラのNTSCコンポジット出力をモニターする場合、北米では7.5IREのブラック・セットアップ・レベルを使用します。しかし、日本のNTSC信号にはセットアップがないため、黒のリファレンスは0mVになります。11ステップ・チャートのガンマまたはクロスオーバー・ステップは、一般に直線になるように調整されます。こうすることで、正確なグレースケールが再生できます。カメラ

はグレースケールを完璧に再生できるようになりましたが、カラー再生はまだ終わっていないことにご注意ください。

WFM5200型のベクトルスコープ機能を使用したカラー調整

DSCのカラー・バーは、実際の生活で見られる彩度レベルになるように設計されています。このため、75%スケールにセットされたベクトルスコープを使用すると、CamAlign、ChromaDuMondeのカラー信号はターゲット・ボックスから外れます。しかし、単純にベクトルスコープのゲインを2.0Xにすると、すべての原色信号はボックス内に入り、カメラは正確にカラーを再生します。ChromaDuMondeには合計で28のカラー・パッチがあります。4つのコーナ、上下の四角の水平センターの原色は、ベクトルスコープのそれぞれのボックスに入ります。他の色は、原色間でまっすぐな線になります。図12は、ベクトルスコープ表示で予測される原色を示しています。

最新のカメラには優れたマルチマトリックス設定機能があり、それぞれの原色をベクトルスコープのボックスの中に入れることができます。しかし、全体のカラー・ガンマを低下させてしまうこともあります。

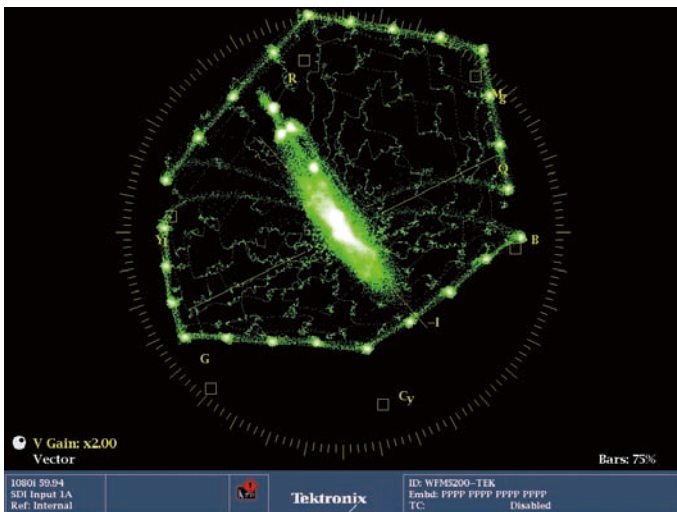


図13. 調整前のデフォルトのカメラ設定

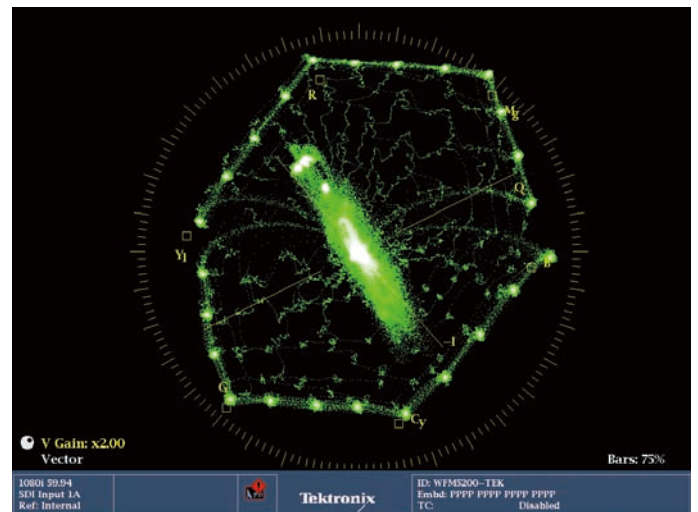


図14. 調整後のカメラ出力

図13は、調整前のカメラ出力のデフォルト設定を示しています。WFM5200型のベクトル表示は、75%カラー・バー目盛、2Xゲインに設定されています。カメラのデフォルト設定は、赤の成分が強調され、緑とシアン成分のゲインが他のカラー成分に比べて著しく低下していることがわかります。カメラのマトリックスを調整する際、特定のカラーの感度を上げると、他のカラーのポジショニングに影響を及ぼすことがあります。このため、この手順には忍耐が必要で、カメラを正しく調整するためには何回も同じ作業を繰り返さなければならないことがあります。Combi DX-1またはChromaDuMondeのすべてのDSC原色は、どの原色も同じRGBレベルの組み合わせであるため、この調整手順が簡単に行えます。パターンが異なった輝度の関係になっている場合、カラー・マトリックス調整は間違った原色が本当の原色のように

ガマットを置き換えてしまい、作業カラー空間を歪ませることになります。これは、カメラのマトリックス設定でカラー感度を調整する場合に実証されます。多くの場合、特定のカラーはそれ自身選択されません。その代わりに、B-Y、R-Bのように選択されます。これらの設定が増えたり減ったりすると、ベクトルスコープのその他のすべてのカラーはシフトします。このため、一つのカラーを間違って調整すると、他のカラー空間に影響を及ぼすことに注意する必要があります。調整とアライメント実施後のカメラ出力のベクトル表示を、図14に示します。カラー成分は理論計算値にぴったり合っていないかもしれませんが、これが何回かの調整手順を実行した後のカメラ調整の最適な妥協点です。すべての調整が完了したならばカメラの設定は保存することができ、後で再利用することができます。

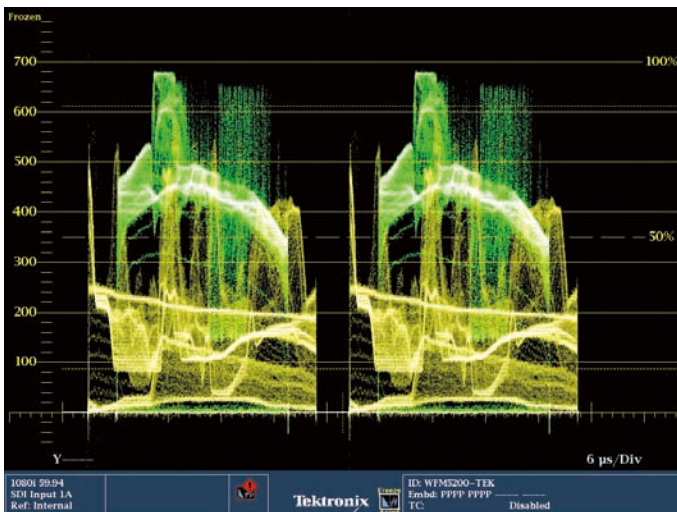


図15. WFM5200型のフリーズ機能によるビデオ信号の比較

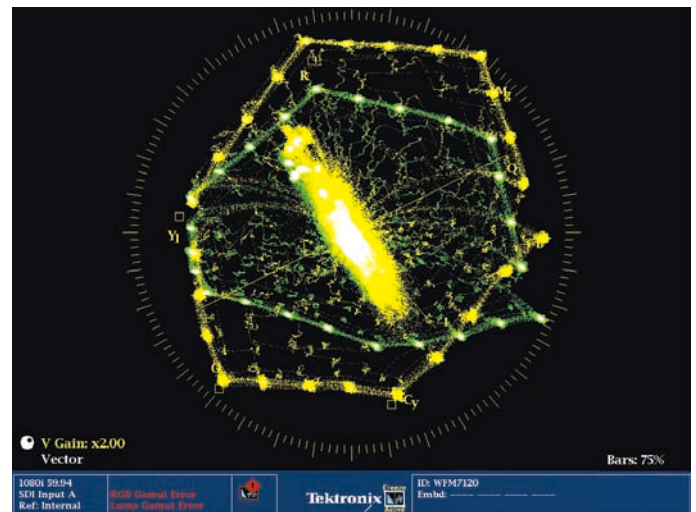


図16. WFM7120型のCaptureVu機能で比較した、カメラ出力（緑の波形）と以前取込んだ正しく調整された信号（黄色の波形）

カメラ・マッチング

このカメラの調整は終わりましたが、スタジオにある他のカメラも同様の手順を実行する必要があるかもしれません。スタジオなどで複数のカメラを使用する場合、他のカメラも、この調整されたカメラとマッチングをとることが重要になります。マッチングをとることで、シーンからシーン、カメラからカメラに切り替わった場合でも同様の画像が得られます。まったく同じカメラは2台とないため、1台のカメラの設定を単に他のカメラにアップロードすることは信頼できることではありません。複数のカメラを効率的にマッチングする唯一の方法は、同じ照明条件のもとで同じ正確なテスト・チャートを使用して、それぞれのカメラのマトリックス設定を調整することです。一貫性のある画像を得るためには、これまで説明した手順でカメラ調整し、露出レベル、ホワイト・バランスを設定し、そしてベクトルスコープでカラー調整します。

カメラ・マッチングでは、WFM5200/5000型で利用可能なフリーズ機能を使用し、ライブ信号とフリーズ表示を比較します。この機能により、さまざまな入力またはカメラのプリセットを比較表示できます。まず、リファレンスのカメラ入力を計測器に接続し、フリーズ・ボタンを押して現状のスクリーンショットを取込みます。フリーズ画像は黄色の波形で表示され、図15に示すようにライブ波形、フリーズ波形またはライブ波形とフリーズ波形と切り替えることができます。次に、このモードでフリーズ信号に対して他のカメラ入力を比較し、2つのカメラのマッチングをビジュアル化します。こうすることですばやくカメラを調整することができ、シーンからシーンでマッチングがとれ、制作を通して同様な画質が得られます。

WFM8300型またはWFM7120型波形モニタには、CaptureVu®と呼ばれる、優れた波形取込機能があります。CaptureVuは、ビデオ・データの完全なフレームをバッファ・メモリに保存します。保存されたデータは、任意の波形またはピクチャ表示に再構築できます。CaptureVuで保存されたデータはフリーズ機能と同様に黄色の波形で表示され、ライブ波形と容易に比較できます。図16は、以前に調整したカメラと、調整中の他のカメラを比較表示しています。カメラを調整し、以前に調整したカメラに近づけるようにマッチングをとることができます。CaptureVuのデータは、WFM8300型またはWFM7120型の前面パネルに装着できるUSBメモリにも保存することができます。これにより、さまざまなカメラ間でカメラ調整を比較したり、時間経過とともにずれた場合でも再調整することかできます。取込んだデータをWFM8300型またはWFM7120型に戻す場合、現状のビデオ入力と同じビデオ・フォーマットにする必要があります。したがって、保存するファイルのファイル名はビデオ・フォーマットがわかるようにしておく便利です。フル・ビデオ・フレームの取込みを保存できるため、CaptureVu機能を備えたWFM8300型またはWFM7120型はカメラ・マッチングに最適であり、USBメモリに保存されたカメラ出力のデータ記録から、時間による劣化をモニタリングすることができます。

ChromaDuMondeパターンのテスト信号は、テクトロニクスTG700型TVゼネレータ・プラットフォームおよびHD3G7型モジュール用に作成されています。このテスト・パターンは、カメラ出力との比較のためのリファレンスとして使用でき、最適な性能のためのカメラ調整に使用できます。

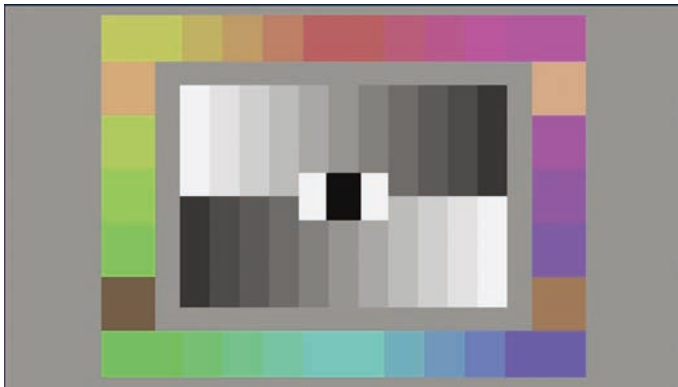


図17. TG700型、HD3G7型用のChromaDuMondeのテスト・パターン

シーンの最初または最後の数秒間、DSCテスト・パターンを記録することで、カラリストが知るべきほとんどすべてが取込めるため、ポストプロダクションにおけるカラー補正またはシーンのマッチングが行えます。これにより、ポストプロダクションでの手順が簡素化でき、コストのかかるエラーを減らすことができます。

複数のカメラのマッチング

番組制作時、同一の見え方になるよう、カメラごとに常に調整が必要になります。スタジオでは、ベストな撮影になるようにカメラは移動するため、画像の全体の明るさまたはカラー忠実度に影響を及ぼすことがあります。このため、制作全体を通して同一の見え方になるよう、カメラごとのすばやい調整が必要になることがあります。カメラごとのビデオ・レベル出力をすばやく比較するため、WFM5200型Opt. CAM、またはWFM8300型 / WFM8200型にはカメラ・バランス・モードが用意されています。カメラ・バランス・モードでは、最大4つの波形をフル・スクリーン・モードで同時に観測することができます (WFM8300型または

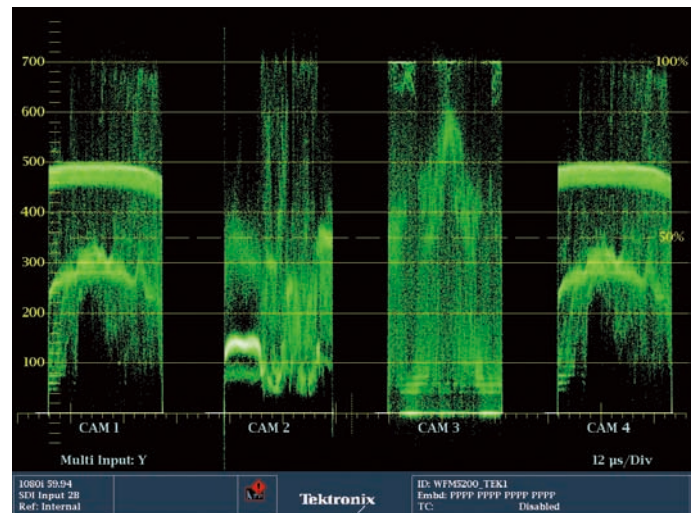


図18. 4台のカメラ入力の輝度波形をパレード・モードで表示したカメラ・バランス・モード

WFM8200型で4つのSDI入力をモニタするためには、Opt. 2SDIが必要です)。4つのカメラ入力のビデオ・レベルが同時に比較できるため、すべてのカメラのホワイト/ブラック・バランスを合わせるすることができます。それぞれのチャンネルにラベルを作成することができるため、すばやくカメラが特定でき、個々の信号を簡単に、最適に調整することができます。図18は、WFM5200型によるカメラ・バランス・モードを示しています。この例では、1台のカメラの黒のセットアップにエラーがあり、他のカメラ入力と異なっていることが容易に確認できます。CAM-1、CAM-2、CAM-4のラベルのついたブラック・レベルは、CAM-3のカメラのレベルに合わせる必要があります。あるいは、CAM-3のレベルを他の3台のカメラに合わせる必要があります。

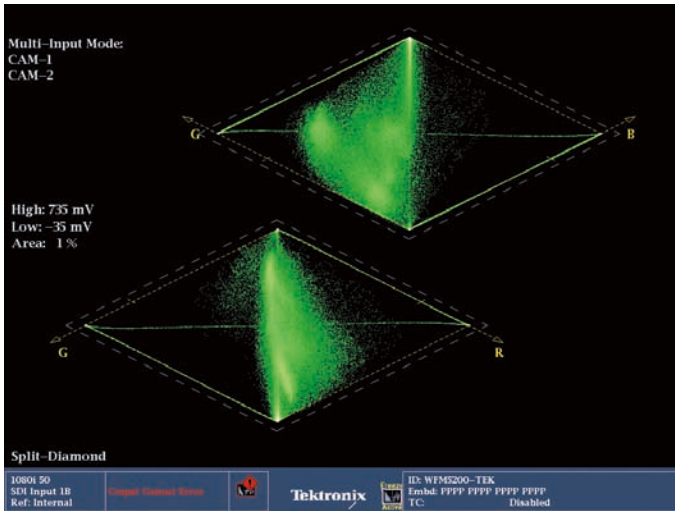


図19. 複数の入力を重ね合わせたダイヤモンド表示

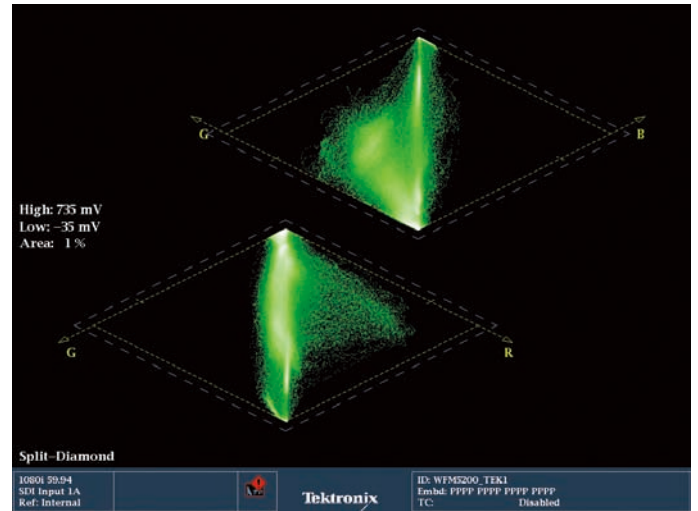


図20. ライブ画像のダイヤモンド表示

カメラ・バランス・モードは、ベクトル、ライトニング、ダイヤモンド、スプリット・ダイヤモンド、スピアヘッド、アローヘッドの各波形表示で使用できます。これらの表示では、複数の入力を重ね合わせて比較することができます。入力のボタン操作ですばやく表示のオン/オフができ、図19のように特定の入力と比較できます。

スタジオや現場などのライブ制作では、ダイヤモンド表示、スプリット・ダイヤモンド表示は迅速なカメラ調整に最適であり、スタジオの影や直射日光での画像のバランスをとることができます。中央から頂点までの垂直軸は、信号の輝度成分です。十分にバランスのとれた画像は、より多くの垂直輝度成分があります。表示の上半分に偏っている場合は、青のチャンネルを調整します。表示の下半分に偏っている場合は、赤のチャンネルを調整します。

また、ダイヤモンド表示では、ガンマト上限までどの程度の余裕があるかがわかります。ダイヤモンド表示の水平軸は信号の彩度の量を示し、カメラ間のマッチングまたは画像のカラー忠実度を高めるために使用します。ブラック・レベルの調整ではスプリット・ダイヤモンド表示を使用し、ブラック・レベル以下の信号成分を観測します。図20は、ライブ信号におけるスプリット・ダイヤモンド表示を示しています。輝度波形全体が上下の頂点から垂直方向にあり、バランスのとれた画像であることがすばやく確認できます。しかし、上のダイヤモンドの頂点がより明るくなっていることから、ガンマト範囲に収めるためにクリッピングされているように見えます。また、黒の中央も明るくなっていることから、各チャンネルのブラックにおいて同様のクリッピングが見られます。

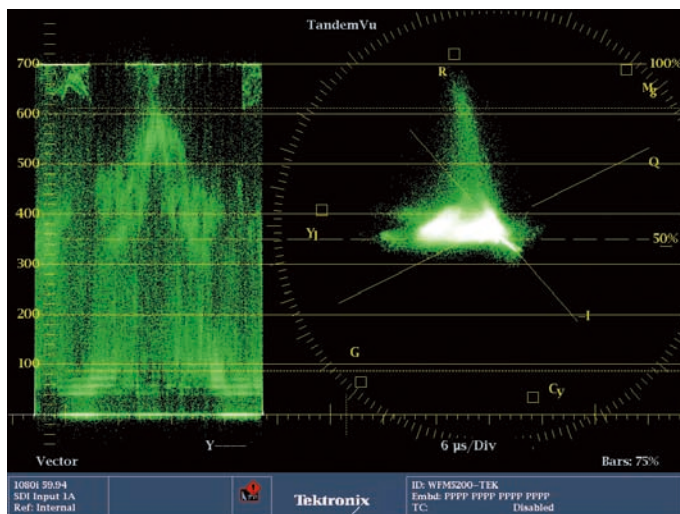


図21. ベクトル表示内のTandemVu表示による輝度（Yチャンネル）と彩度信号

TandemVu®

輝度（Y）と彩度（C）が同時に観測できれば、カメラのレベルを調整してオンスクリーンのタレント・カメラの肌色のビデオ・レベルを最適にでき、ベクトルスコープで色相と彩度が確認できます。WFM5200型およびその他の5000シリーズ波形モニタにはTandemVu表示機能があり、波形とベクトルが同時に表示できます。アプリケーションに応じて、波形とベクトルの表示はさまざまな方法で重ねることができます。カメラ調整では、輝度Yチャンネルを2ライン・スイープで表示し、波形を左いっぱいに移動することで1ラインのみ表示します。ベクトル表示は、ディスプレイの右側に移動します（図21を参照）。こうすることで、1つのディスプレイで輝度レベルと彩度信号を同時に観測しながら簡単にカメラを調整することができます。

まとめ

ここで紹介した手順でカメラのシェーディングと調整を行うことで、DSC Precision Test PatternsとAmbi Illuminatorの正しい使用方法が習得でき、カメラで取込んだ画像を正しく校正し、調整することができます。テクトロニクスの波形モニタを使用することで、これらの画像の出力をモニタし、カメラのビデオ出力が正しいこと、またカラーが正しく調整され、他のカメラともマッチングがとれていることを確認できます。波形、ベクトル、ダイヤモンド、スプリット・ダイヤモンドなど、さまざまな波形表示方法を理解することで正しい調整が可能になり、カメラ調整におけるビデオ・イメージを正しく、最適な忠実度にするのが可能になります。波形、ベクトル、ダイヤモンド表示は、スタジオまたは現場でのライブ制作における正しいカメラ・バランスで使用できます。

本アプリケーション・ノートの作成にあたり、DSC Laboratories (www.dsclabs.com) のMichael Kent氏のご協力に感謝します。

画像は、Greg Foad、Sean Sealey、およびDSC Laboratoriesの許可のもとで掲載しています。

補足

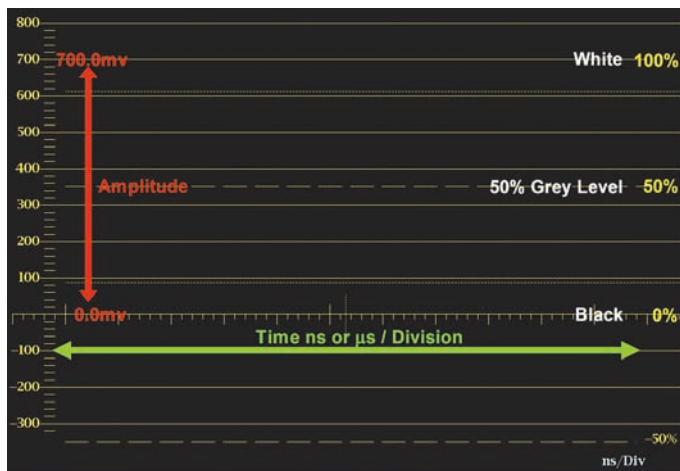


図1a. 波形表示

波形モニタ表示を理解する

波形モニタはビデオ信号を視覚化するためのもので、垂直軸に振幅レベルをとります。レベルが低いとイメージは黒レベルであることを、レベルが高いと輝度が高いことを意味します。黒レベルは0%で、白は100%の波形目盛（700mV）で表示されます。

水平軸には時間が左から右に表示されます。信号の個々の成分表示にはさまざまな方法があり、パレード表示では各成分を並べて、オーバーレイ表示では各成分を重ねて表示します。目盛あたりの時間は、ディスプレイの下に表示されます。

ビデオ信号はいくつものラインで構成されてイメージとなっています。このラインは、さまざまな方法で波形モニタ上に表示することができます。ライン・モードではすべてのラインが重ね書きで表示され、信号全体の振幅が観測できます。特に明るい部分はそのレベルにおいて信号がたくさんあることを意味します。フィールド・モードでは、信号のラインは交互に表示され、イメージを通して信号の変動を確認することができます。

ベクトル表示を理解する

ベクトル表示は、水平軸にPb (B'-Y') を、垂直軸にPr (R'-Y') をとって色差成分をX-Yプロットしたものです (図1bを参照)。ベクトル表示では、75%または100%の目盛が選択できます。測定の際には、ソースの信号振幅がベクトルの目盛に合っていることを確認します。100%または75%のカラー・バー信号を入力し、適切な波形目盛を選択すると、波形モニタに表示される波形は各カラー成分のボックス目盛の中に入ります。いずれかのカラー成分の振幅が正しくない場合は、ボックス目盛の中にドット(点)が入りません。例えば、Prのゲインが高過ぎると、ドットは上半分のボックスの外側に外れ、下半分のボックスの内側に外れます。極座標は、クロマ信号の相対位相として色相を測定します。各色を示すポイントは、クロマ信号の振幅を増すことで中心から外側に移動します。また、あるポイントから他のポイントを結ぶ線からタイミングに関する情報を得ることができます。コンポーネント間のタイミング差により、各色を結ぶ線に湾曲や、ループが発生します。

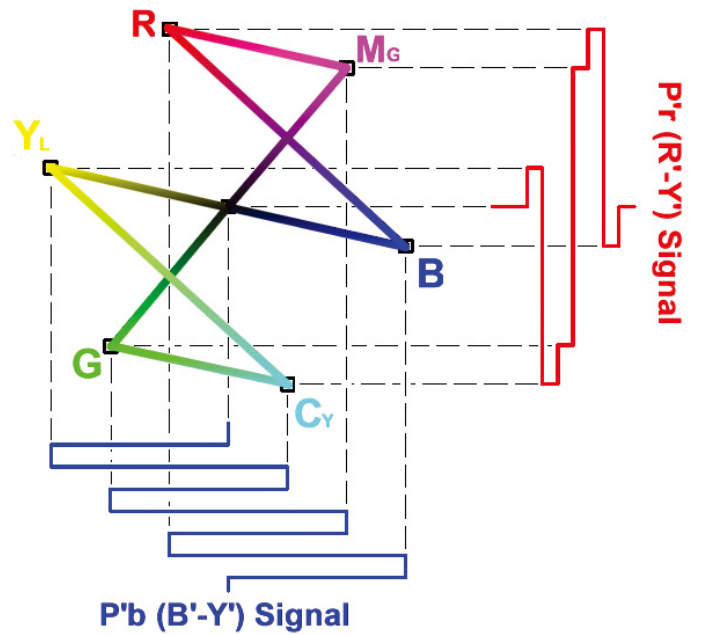


図1b. コンポーネント・ベクトル表示のX-Yプロット

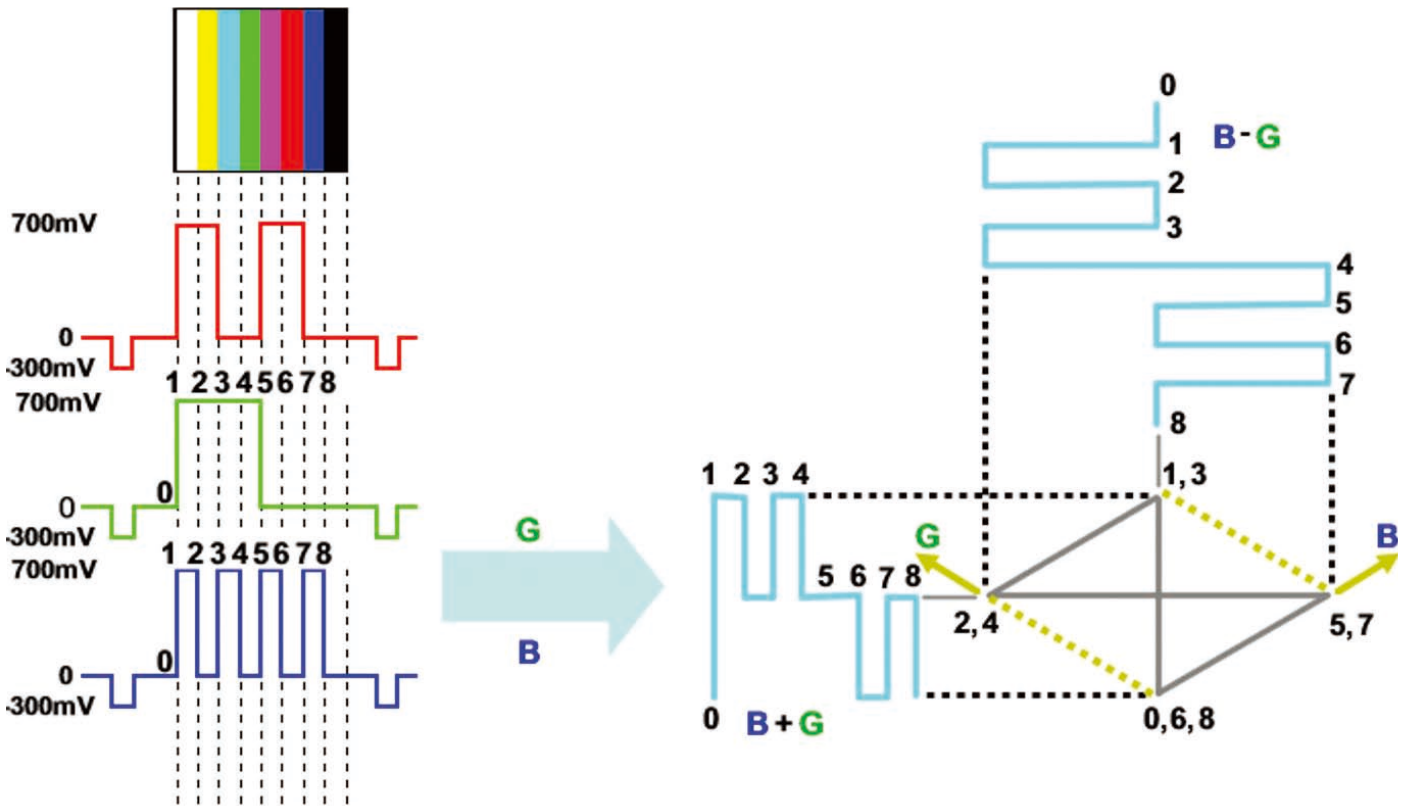


図1c. 100%のカラー・バー信号はG、Bの上のダイヤモンドに表示される

テクトロニクスのダイヤモンド表示を理解する

テクトロニクスのダイヤモンド表示は、R、G、B成分の関係を視覚化するためのものです。R'、G'、B'信号を二次元で組み合わせることによって生成しています。

最初に100%カラー・バー信号をダイヤモンド表示で見ると、どのようにしてこのような表示になるのか、すぐには理解できないのではないのでしょうか。しかし、ダイヤモンド表示の構築方法を理解し、RGBカラー空間でどのように使用できるかを理解すると、カメラ調整が大幅に簡素化できます。

ビデオ信号がYPbPrなどの他のフォーマットの場合、各コンポーネントは、まずR'、G'、B'のカラー空間に変換されます。上のダイヤモンドは、B'+G'を垂直軸に、B'-G'を水平軸にし、トランスコードされた信号をXYプロットしてできあがっています。下のダイヤモンドでは、-(R'+G')を垂直軸に、R'-G'を水平軸にしています。2つのダイヤモンドは、交互に表示されて二重のダイヤモンド表示となります。適切なローパス・フィルタを使用することで、ルミネンス成分と色差成分間の帯域の違いによって生ずる短時間のアウトオブリミット信号を除去します。

アプリケーション・ノート

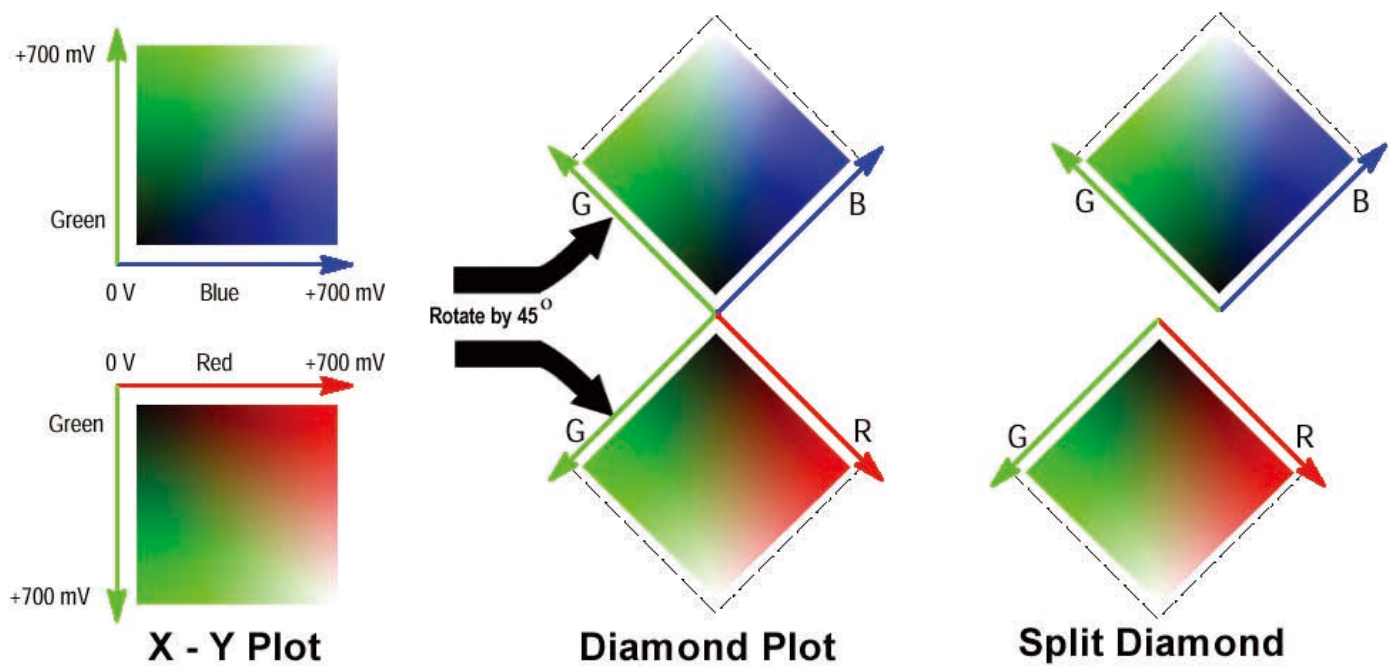


図1d. ダイヤモンド表示、スプリット・ダイヤモンド表示の生成

G'とB'のXYプロットを上ダイヤモンドに、G'とR'を下ダイヤモンドに表示します。波形が目盛の境界ボックス内に入っている場合は、各成分がRGBのガンマに入っていることを容易に確認できます。波形が目盛の外に外れる場合は、ガンマ・エラーということになります。グリーンがエラーの場合は、両方のダイヤモンドに等しく影響します。ブルーのエラーは上のダイヤモンドに、レッドのエラーは下のダイヤモンドに影響します。テクトロニクスダイヤモンド表示をさらに強化したものがスプリット・ダイヤモンドであり、信号のブラックの成分のエラーがより簡単に観測できるようになっています（図1dを参照）。

ダイヤモンド表示は、輝度信号のカメラ調整に最適なツールです。カメラがグレースケールの白のチャートをポイントしている、正しくバランスがとれている場合は、中央（ブラック）から上と下（ホワイト）に垂直なまっすぐな線になります。信号成分でバランスがとれていない場合は、この線が曲がります。

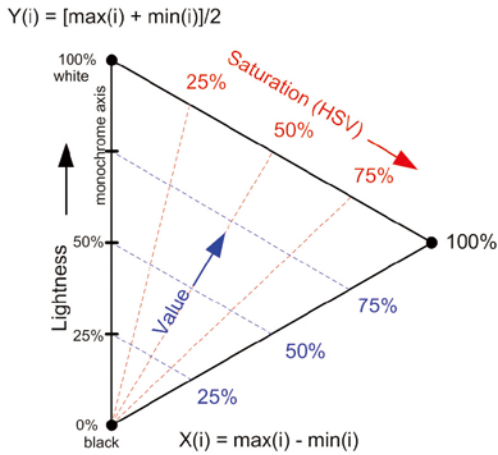


図1e. 一定の彩度と明度を持った目盛ラインによるスピアヘッド表示

テクトロニクス独自のスピアヘッド表示によるカラー補正

テクトロニクスの最新のガマット表示がスピアヘッド表示であり、RGBのガマット・リミットを持ったカラー彩度とカラー明度または明るさの優れたマトリックスを示します。カラリストは、有効な信号ガマット・レンジ内におけるHSV（色相、彩度、明度）空間でライブ・ビデオ信号を調整することができます。スピアヘッド表示は、各サンプルのR'、G'、B'のカラー明度の最大値とこれらの値の最小値をプロットすることで作成されます。その結果として表示されるエリア（図1e）は三角形となり、RGBのフル・カラー・ガマットを表しています。この三角形は、垂直軸 $[\max(i) + \min(i)]/2$ が明るさを、水平軸 $(\max(i) - \min(i))$ が非正規化の彩度を表すように回り、スケーリングされます。

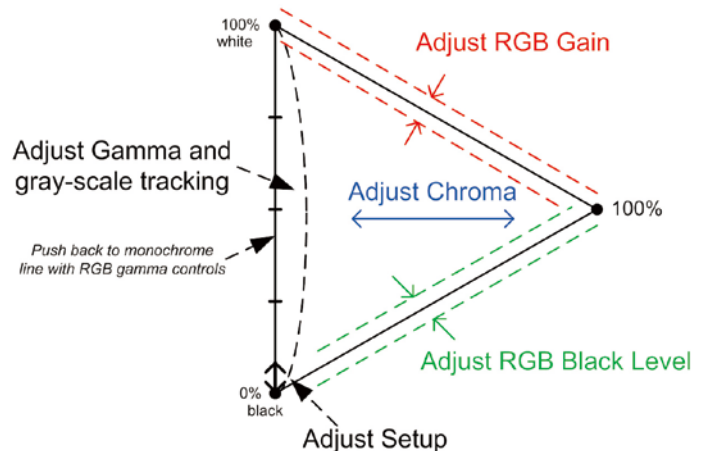


図1f. カラー補正でスピアヘッド表示を使用した例

スピアヘッド表示は、図1fに示すようにすばやいカラー補正の調整に使用できます。セットアップ（黒）レベルは、スピアヘッドの三角の左下隅にあるイメージ・ドットの位置を調整することで設定できます。R'G'B'の白（ゲイン）は、三角形の左上軸上のイメージ・ドットの位置として表され、調整によって色の明度が増減します。R'G'B'の黒レベルは、スピアヘッドの三角形の右下軸上のイメージ・ドットの位置として表され、調整によって色の彩度が増減します。クロマ・レベルの調整により、水平方向のイメージ・ドットが伸びたり縮んだりし、彩度と明度が変化します。R'G'B'ガンマのグレースケール・バランスは、スピアヘッド左にあるモノクロ成分の位置となって表れます。

注： $\max(i) = \text{maximum } r(i), g(i), b(i) \text{ (mV)}$
 $\min(i) = \text{minimum } r(i), g(i), b(i) \text{ (mV)}$

Tektronix お問い合わせ先：

日本
お客様コールセンター
0120-441-046

地域拠点

米国 1-800-426-2200
中南米 52-55-54247900
東南アジア諸国／豪州 65-6356-3900
中国 86-10-6235-1230
インド 91-80-42922600
欧州／中近東／北アフリカ 41-52-675-3777
他 30 カ国

Updated 9 October 2009

詳細について

当社は、最先端テクノロジーに携わるエンジニアのために、資料を用意しています。当社ホームページ (www.tektronix.com/ja) をご参照ください。



TEKTRONIX および TEK は、Tektronix, Inc. の登録商標です。記載された商品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

08/11

25Z-27159-0

Tektronix®

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階
テクトロニクス お客様コールセンター TEL: 0120-441-046
電話受付時間 / 9:00~12:00・13:00~19:00 (土・日・祝・弊社休業日を除く)

www.tektronix.com/ja

■ 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。
© Tektronix