Tektronix®

ハイ・ダイナミック・レンジ（HDR）

WFM/WVR8000シリーズ

アプリケーション・ノート

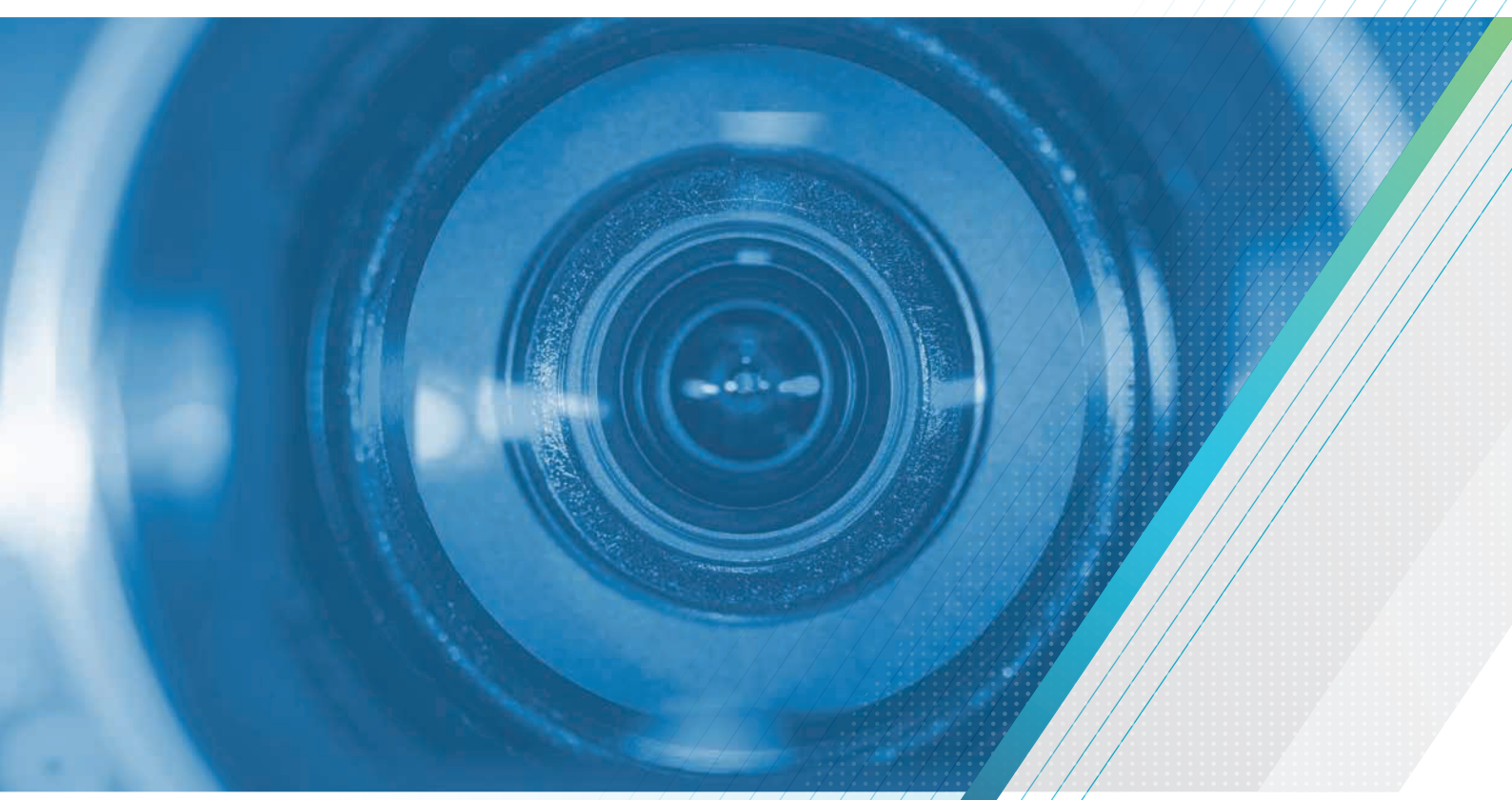


図1. HDR波形メニュー

HDR波形表示の設定方法

1. **Display Select**ボタンでタイル（1、2、3または4）を選択し、次に**WFM**ボタンを押します。
2. **Display Select**ボタンで**FULL**を選択し、波形表示をフル・スクリーン・モードにします。
3. **WFM**ボタンを長押しして Waveform メニューを表示させます。
4. 汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用し、Dynamic Rangeを選択します（図1を参照）。
5. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示させ、矢印キーまたは汎用ノブで**SDR**、**HDR**、**HDR Full**または**Camera Log**を選択します。
6. **HDR**モードを選択すると、目盛が変わります。
7. **WFM**ボタンを押してメニューを消します。
8. 左矢印キーまたは右矢印キーを押して、垂直軸スケールの単位を**NITS**、**STOPS**または**REFLECTANCE**にします（付録Aを参照）。

注：

従来のHD、3G信号の**スタンダード・ダイナミック・レンジ（SDR）**は、0.45のOETF（Optical to Electrical Transfer Function）ガンマ、ITU-R BT 1886で規定される2.4のディスプレイ・ガンマ（Electrical to Optical Transfer Function）のITU-R BT.709/2022を使用しています。

HDRでは、ARIB ST B-67 Essential Parameter values for the Extended Image Dynamic Range Television System for Programme ProductionのHLG（Hybrid Log Gamma）、またはSMPTE ST.2084 High Dynamic Range Electro-Optical Transfer Function of Mastering Reference Displaysにしたがい、ビット深度をより効率的に使い、なめらかな黒、明るいスペキュラ・ハイライトを実現しています。

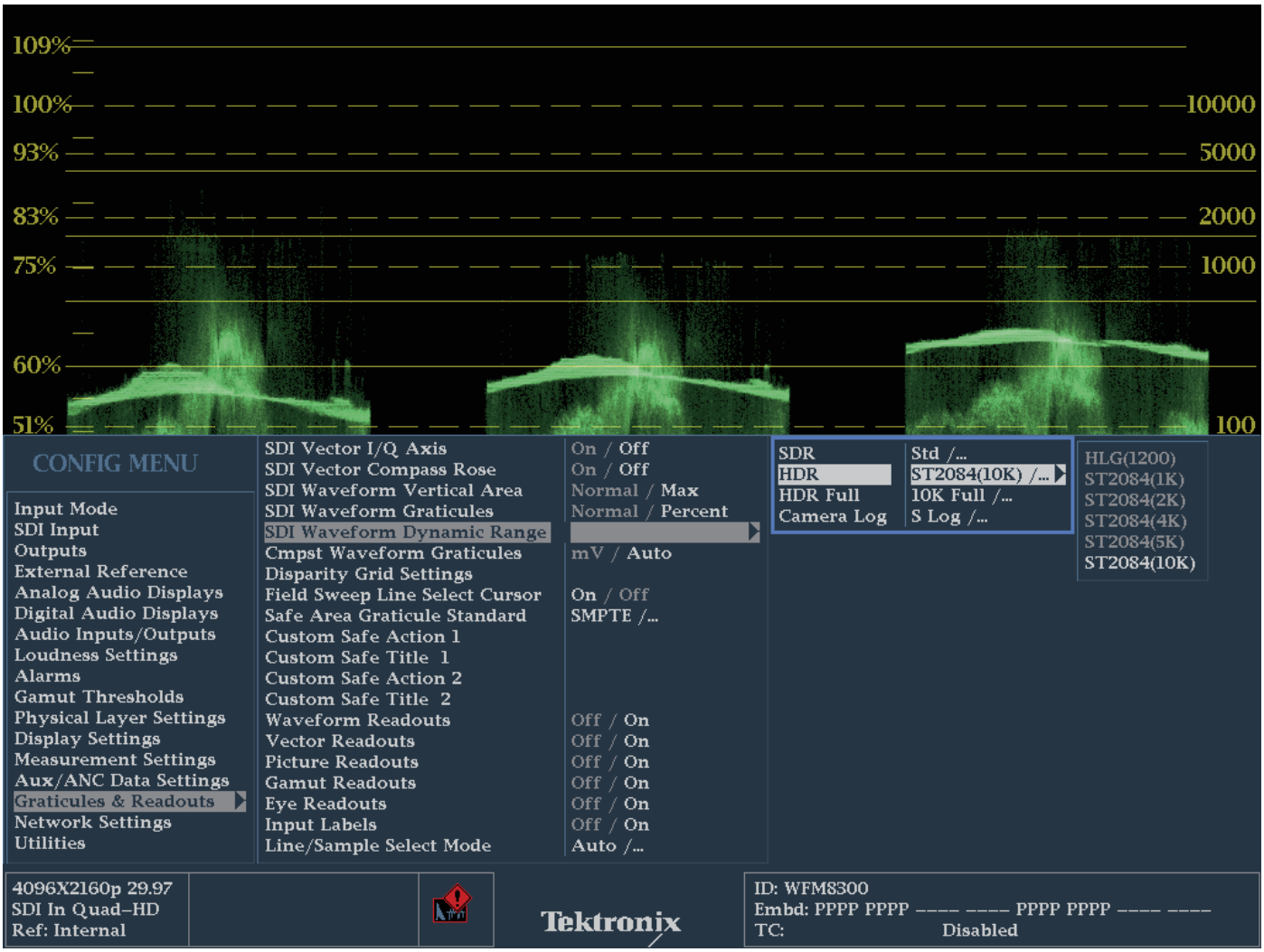


図2. SDI波形ダイナミック・レンジの設定メニュー

9. HDRスケールは、**CONFIG**ボタンを押して表示される設定メニューで変更できます。
10. 汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して、**Graticules & Readouts**を選びます。
11. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーで**SDI Waveform Dynamic Range**を選びます。
12. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーで**SDR**、**HDR**、**HDR Full**、または**Camera**を選択します。
13. サブ・メニューごとに、それぞれのモードの目盛レンジが表示されます。HDRでは、図2に示すようにHLG(1200)、ST2084(1K)、ST2084(2K)、ST2084(5K)、ST2084(10K)が選択できます。

注：HDR、HDR Full、Camera Logのモニタリングの場合、SDI Vertical Area、SDI Waveform Graticuleでは、図2に示すように目盛は影響を受けません。

モード	選択肢	概要
SDR	**STD**	Standard（標準）目盛であり、**SDI Waveform Vertical Area**の**Normal**または**Max**、**SDI Waveform Graticule**の**Normal**または**Percent**で設定できます。
	Narrow	Nitsのスケールとコード・バリューは、従来の信号方式による、コード・バリュー64デシマル（10bit）＝0mVまたは0%、コード・バリュー940デシマル（10bit）＝700mVまたは100%で使用します。
	Full	コード・バリュー4デシマル（10bit）＝0%、コード・バリュー1019（10bit）＝100%のフル・レンジの値で信号を表示する場合にNitsスケールを使用します。SDIでは、0～3d、1020～1023のコード・ワードは、ITU-R BT 2100で規定される0～1023を使用するフル・レンジのファイルからは除外され、クリップされます。
HDR	**HLG (1200)**	Hybrid Log Gammaは、Extended Image Dynamic Range Television System、Programme Productionにおける ARIB ST B-67 Essential Parameterの値で規定されており、目盛は最大1200 Nitsで設定されます。
	ST2084 (1K)	SMPTE ST.2084規格の曲線と、ナロー・レンジの最大値1000 Nitsを使用します。
	ST2084 (2K)	SMPTE ST.2084規格の曲線と、ナロー・レンジの最大値2000 Nitsを使用します。
	ST2084 (4K)	SMPTE ST.2084規格の曲線と、ナロー・レンジの最大値4000 Nitsを使用します。
	ST2084 (5K)	SMPTE ST.2084規格の曲線と、ナロー・レンジの最大値5000 Nitsを使用します。
	ST2084 (10K)	SMPTE ST.2084規格の曲線と、ナロー・レンジの最大値10000 Nitsを使用します。
HDR Full	**ST2084 (1K)**	SMPTE ST.2084規格の曲線と、フル・レンジの最大値1000 Nitsを使用します。付録Bを参照してください。
	ST2084 (10K)	SMPTE ST.2084規格の曲線と、フル・レンジの最大値10000 Nitsを使用します。付録Bを参照してください。
Camera Log	**S Log**	Sony S Log曲線の目盛
	S Log2	Sony S Log2曲線の目盛
	S Log3	Sony S Log3曲線の目盛
	C Log	Canon C Log曲線の目盛
	Log C	(ISO) EI 800における Arri Log C曲線の目盛
	BT709	ITU-R BT.709ガンマ曲線の目盛

表1. ダイナミック・レンジのモード

Camera Logスケールによるカメラ取込み

ガンマ	0%ブラック 10bitコード・バリュー	%	18%グレー（20Nits照度） 10bitコード・バリュー	%	90%リフレクタンス 10bitコード・バリュー	%
S Log 1	90	3	394	37.7	636	65
S Log 2	**90**	**3**	**347**	**32.3**	**582**	**59**
S Log 3	95	3.5	420	40.6	598	61
Log C Arri	134	3.5	400	38.4	569	58
C-Log Canon	128	7.3	351	32.8	614	63
BT.709	64	0	423	41.0	940	100

表2. Camera log曲線のリファレンス・レベル

最新のカメラは14～16Stopsの広いダイナミック・レンジで取込むことができるものもあり、このような情報を記録するためにはカメラ・メーカによるログ・カーブを使用して、12～16ビット、またはCamera RAWファイルとしての分解能を効率的に記録することが可能になります。カメラ・メーカごとにさまざまなLogカーブを開発しており、SonyはS-Log、S-Log2、S-Log3を、CanonはC Logを、ARRIはLog Cカーブを開発しています。

表1に示すように、CONFIGメニューからカメラ・ログを選択することができます。それぞれのカーブは、表2に示すように18%グレーと90%の反射ホワイト・レベルが規定されています。

適切なグレー・スケール・カメラ・チャート、または図3に示すSpyder Cubeを使用します。

このキューブには、スーパー・ブラック用の穴、反射ブラック・ベース、18%グレー、90%反射ホワイトがあります。上部のボールはスペキュラ・ハイライトを作成します。

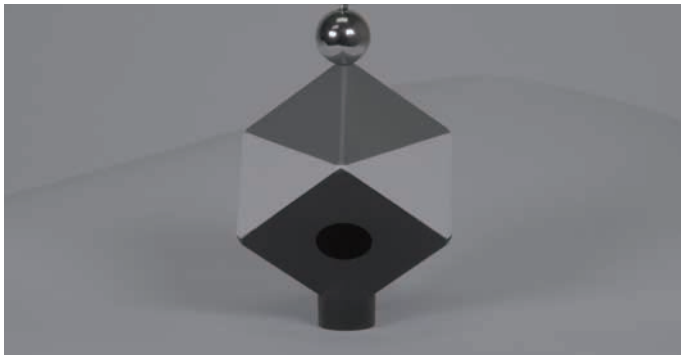


図3. DatacolorのSpyder Cube

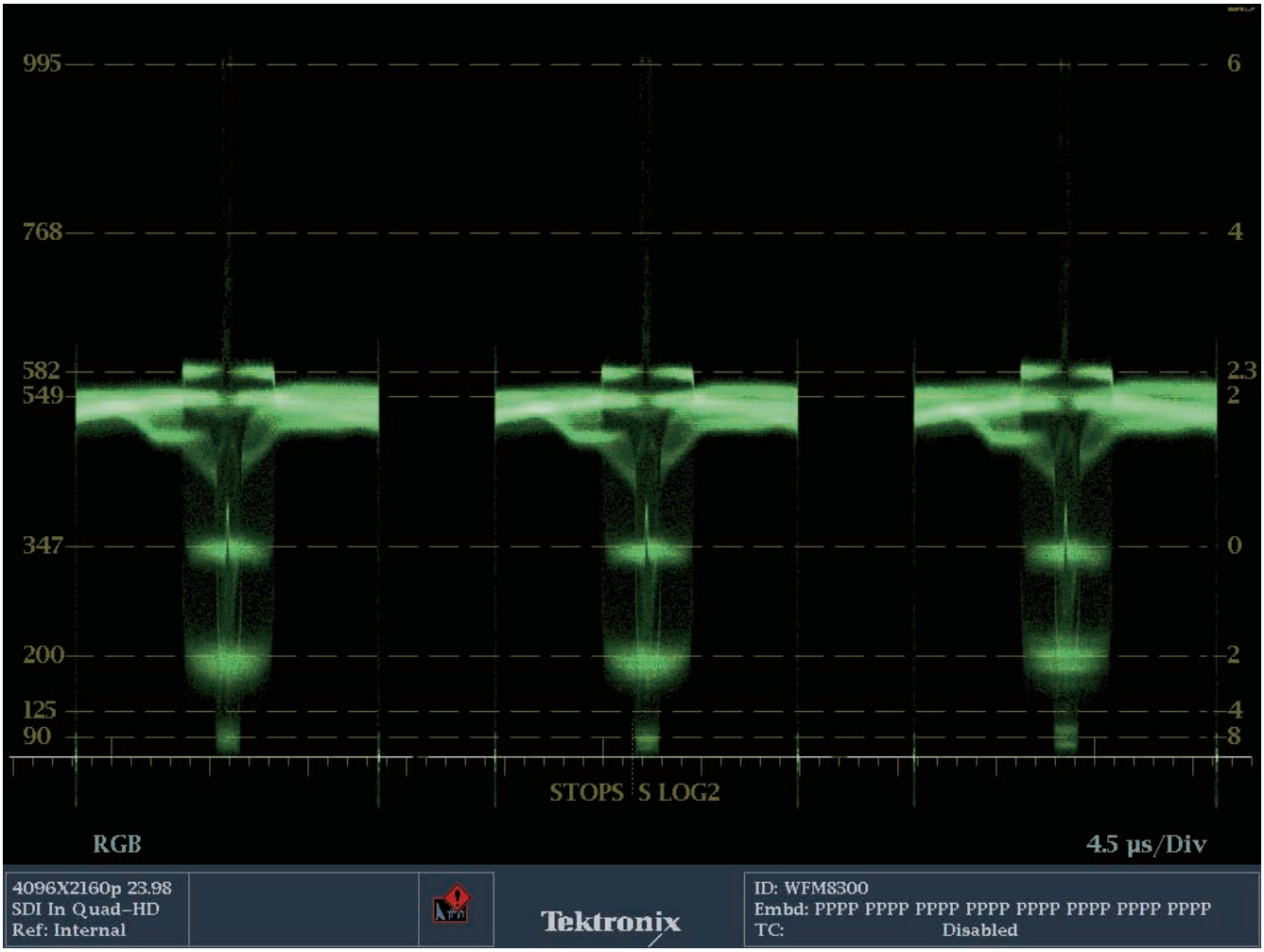


図4. S Log2カーブを使用したカメラ・ログ目盛

図4の例では、Spyder Cubeでカメラと照明を調整し、S-Log 2でイメージを取込んでいます。90%反射ホワイトが約582d（59%）（2.3Stopsと等価）に、347d（18%）グレーが32%（0Stopsと等価）になるように調整しています。

1. **Display Select**ボタンでタイル（1、2、3または4）を選択し、次に**WFM**ボタンを押します。
2. **Display Select**ボタンで**FULL**を選択し、波形表示をフル・スクリーン・モードにします。
3. **WFM**ボタンを長押しして Waveform メニューを表示させます。
4. 汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用し、**Dynamic Range**を選択します。
5. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、矢印キーまたは汎用ノブで Camera Log を選択します。
6. 波形目盛と0Stopsが18%グレー・レベルになっていることを確認します。
7. **WFM**ボタンを押してメニューを消します。
8. **Camera Log**のスケールは、**CONFIG**ボタンを押して表示される設定メニューで変更できます。
9. 汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して、**Graticules & Readouts**を選びます。
10. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して**SDI Waveform Dynamic Range**を選びます。
11. 次に**SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して**Camera Log**を選択します。
12. サブ・メニューごとに、それぞれのモードの目盛レンジが表示されます。例えば、**Camera Log**は**S Log**、**S Log2**、**S Log3**、**C Log**、**Log C**、**BT709**が選択できます。この例では、**S Log2**が選択されています。

    注：プリセットされたカメラ・ログ目盛のないカメラの場合、波形モニタの%目盛と%カーソルで90%反射ホワイトと18%グレー・ポイントを設定できます。例えば、Panasonic の Varicam カメラの場合、V Log カーブを使用し、18%グレーを42%（433d 10bit）に、90%反射ホワイトを62%（602d 10bit）に設定します。

図5. カーソルによるカメラ・ログ

1. **Display Select** ボタンでタイル（1、2、3または4）を選択し、次に **WFM** ボタンを押します。
2. **Display Select** ボタンで **FULL** を選択し、波形表示をフル・スクリーン・モードにします。
3. **WFM** ボタンを長押しして Waveform メニューを表示します。
4. 汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用し、**Dynamic Range** を選択します。
5. **SEL** ボタンを押してサブ・メニューを表示させ、矢印キーまたは汎用ノブで **SDR** を選択します。
6. 波形目盛と0Stopsが18%グレー・レベルになっていることを確認します。
7. **WFM** ボタンを押してメニューを消します。
8. **SDR** スケールは、**CONFIG** ボタンを押して表示される設定メニューで変更できます。
9. 汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して、**Graticules & Readouts** を選びます。
10. **SEL** ボタンを押してサブ・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して **SDI Waveform Dynamic Range** を選びます。
11. 次に **SEL** ボタンを押してサブ・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して **SDR** を選択します。
12. サブ・メニューごとに、それぞれのモードの目盛レンジが表示されます。例えば、**SDR** は **Std**、**Narrow**、**Full** が選択できます。この例では、**Std** が選択されています。
13. **Graticules & Readout** では、**SDI Waveform Vertical Area** が **Max** に、**SDI Waveform Graticule** が **Percent** に設定されていることを確認します。
14. **CONFIG** ボタンを押してメニューを消します。
15. **CURSOR** ボタンを長押ししてカーソル・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーで **Voltage Cursor Units** を選び、**SEL** ボタンを押して％カーソルを使用します。
16. 注：Set 100%を使用する場合、％カーソルで使用する電圧レンジを設定できます。0～100%の通常のデフォルトは0～700mVであり、90%と18%グレー・レベルを設定する前に確認する必要があります。
17. **CURSOR** ボタンを押してメニューを消します。
18. 汎用ノブでカーソルを61%と42%のレベルに移動します（図5を参照）。

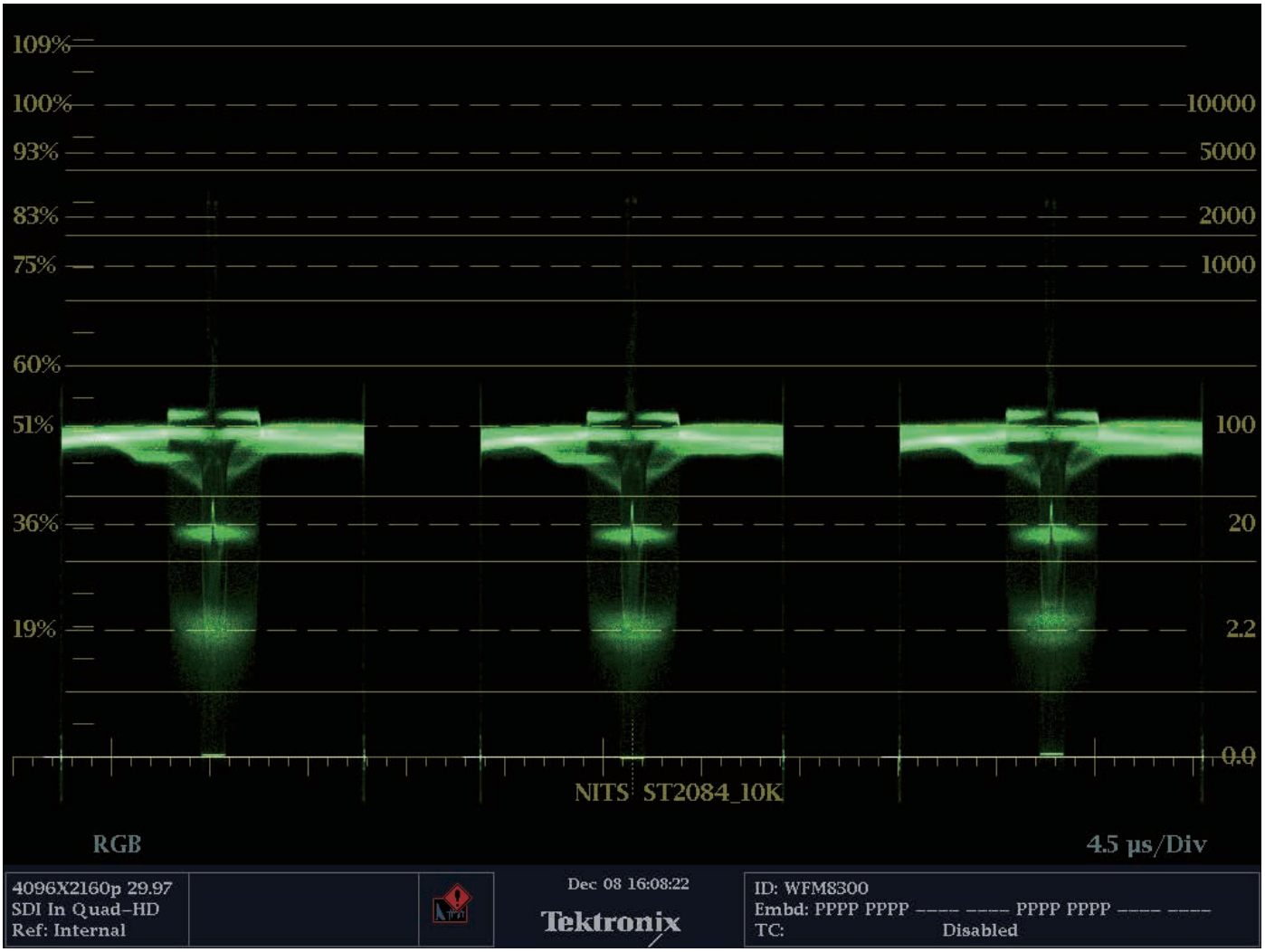


図6. ST2084 10KによるCHDR目盛

ポストプロダクションにおけるルック・アップ・テーブル（LUTS）の使用

Camera Rawファイルは、一般にカーブのために低コントラストの不飽和イメージであり、適切なイメージにするためには追加的な処理が必要になります。ライブ制作では、LUTボックスを使用して、適用するカーブに応じてカメラRaw出力を709イメージ、またはHDRイメージに変換します。編集またはカラー補正では、同様のルック・アップ・テーブル、またはリフト、ガンマ、ゲイン調整を適用して適切なイメージを生成します。

この例では、S LogカメラのRawイメージを使用し、ルック・アップ・テーブルを使用して部分的にSMPTE ST.2084に変換し、S Log2とST.2084 PQ（Perceptual Quantizer）の間で基本カーブ調整を行います。次に、カラー補正ツール内で微調整して最終イメージを作成します。

1. **Display Select**ボタンでタイル（1、2、3または4）を選択し、次に**WFM**ボタンを押します。
2. **Display Select**ボタンで**FULL**を選択し、波形表示をフル・スクリーン・モードにします。
3. **WFM**ボタンを長押しして Waveformメニューを表示します。
4. 汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用し、**Dynamic Range**を選択します。
5. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、矢印キーまたは汎用ノブで**HDR**を選択します。
6. 波形目盛と0Stopsが18%グレー・レベルになっていることを確認します。
7. **WFM**ボタンを押してメニューを消します。

図7. ST2084 10K HDR目盛におけるズーム・モード

8. **SDR**スケールは、**CONFIG**ボタンを押して表示される設定メニューで変更できます。
9. 汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して、**Graticules & Readouts**を選びます。
10. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して**SDI Waveform Dynamic Range**を選びます。
11. 次に**SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して**HDR**を選択します。
12. サブ・メニューごとに、それぞれのモードの目盛レンジが表示されます。HDRでは、**HLG(1200)**、**ST2084(1K)**、**ST2084(2K)**、**ST2084(4K)**、**ST2084(5K)**、**ST2084(10K)**が選択できます。この例では、**ST2084(10K)**が選択されています（図6を参照）。

100 Nits以上のスペキュラ・ハイライトを観測する場合、1K、10KのHDRモードにはズーム機能があり、**上矢印キー**を押すとズーム機能がオンに（図7を参照）、**下矢印キー**を押すとズーム・モードがオフになります。注：ゲイン、ライン選択、カーソルでも矢印キーを使用します。ズーム・モードを選択する場合は、この機能を無効にする必要があります。垂直軸ポジションとゲイン機能は、ズーム・モードではロックされます。

注：HDRモードでは常に可変ゲイン機能が有効になり、ズーム・モードと、設定したい他のカスタム・ゲイン選択が切り替えられます。

図8. ST2084 10K HDR目盛で使用されるNitsカーソル

HDR/HDR Fullモードでは、Nitsカーソルと％カーソルが選択できます。Nitsカーソルは、スペキュラ・ハイライトの最大信号レベルを測定するのに便利です（図8を参照）。

1. **WFM**表示が選択され、**Dynamic Range**が**HDR**または**HDR Full**のモードになっていることを確認します。
2. **CURSOR**ボタンを長押ししてメニューを表示します（図8を参照）。
3. 矢印キーまたは汎用ノブで**HDR Cursor Units**を選び、**SEL**ボタンを押して**Nits**または％のカーソルを選択します。

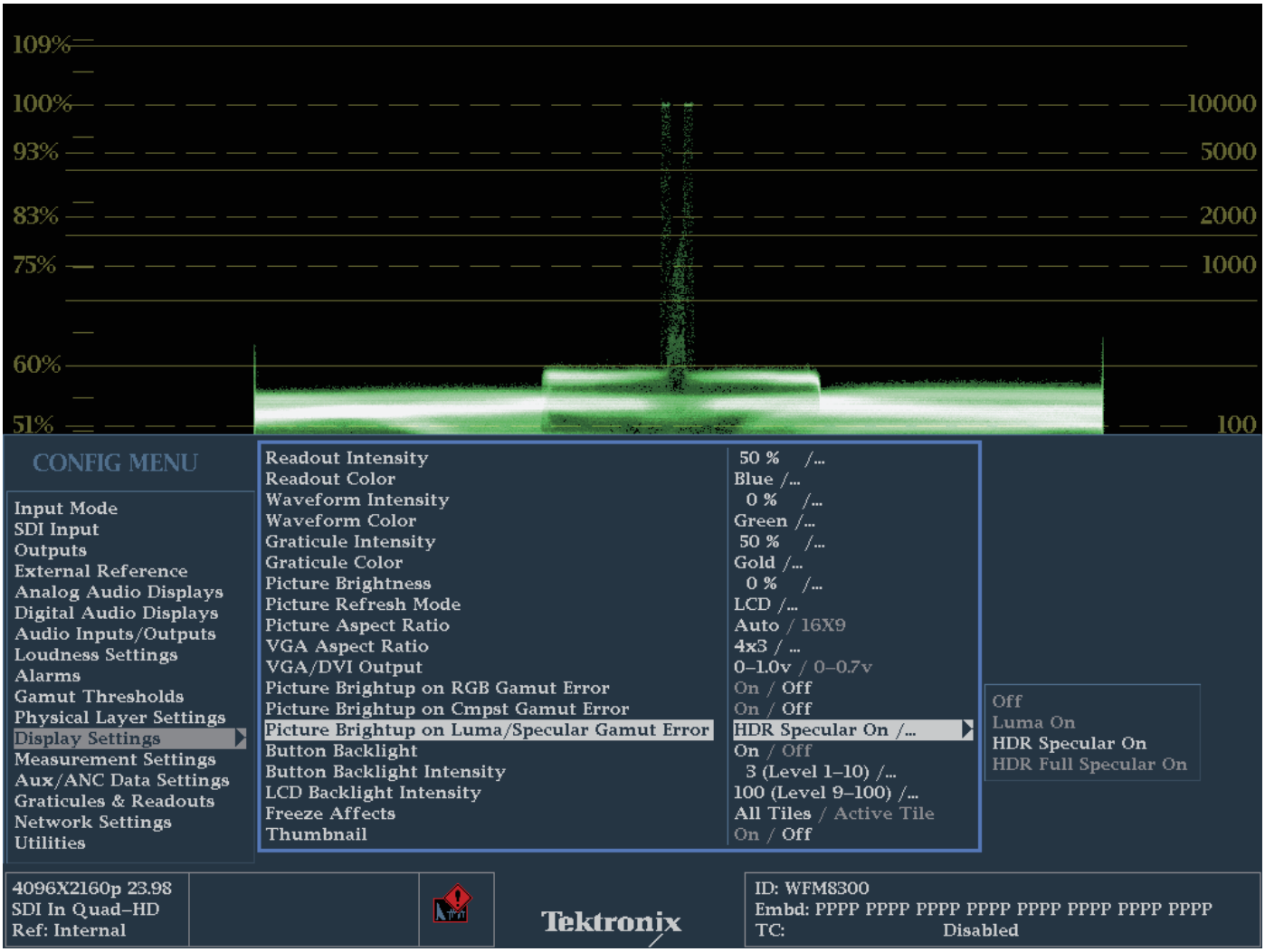


図9. ピクチャ表示内でスペキュラ・ハイライト・ゼブラ・パターンを有効にするための設定メニュー

エディタまたはカラリストは、イメージのどの部分が100 Nitsのレベルを超えているか知りたいことがあります。

スペキュラ・ハイライト・ゼブラ・パターンは、HDRまたはHDR Fullの設定メニューで有効にでき、特定のHDR OETFの100 Nitsを超えるイメージ部分にゼブラ・ハイライトを適用します。スペキュラ・ハイライト・モードを有効にするには、以下の手順を実行します。

1. **CONFIG**ボタンを押して設定メニューを表示し、矢印キーまたは汎用ノブで**Display Settings**に合わせます。
2. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用して**Picture Brightup on Luma/Specular Gamut Error**を選びます。
3. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、使用するHDRフォーマットに応じて**HDR Specular On**または**HDR Full Specular On**を選択します。この例では、**HDR Specular On**が選択されています（図9を参照）。
4. **CONFIG**ボタンを押してメニューを消します。
5. **Display Select**のボタンを押してタイル（1、2、3または4）を選択して**PICT**ボタンを押します。100 Nitsを超える信号があると、ピクチャ表示でゼブラ・パターンが表示されます。

注：スペキュラ・ハイライト・ゼブラ・パターンは、特定のOETFカーブ、100 Nitsを超えるスペキュラ・ハイライトの大きな領域で主に使用されます。輝度ガマット・エンジンで実行される高周波フィルタリングで観測される、詳細なスペキュラ・ハイライトは観測されません。HDRスペキュラ・ハイライト・モードでは、輝度ガマット・アラームは無効になります。

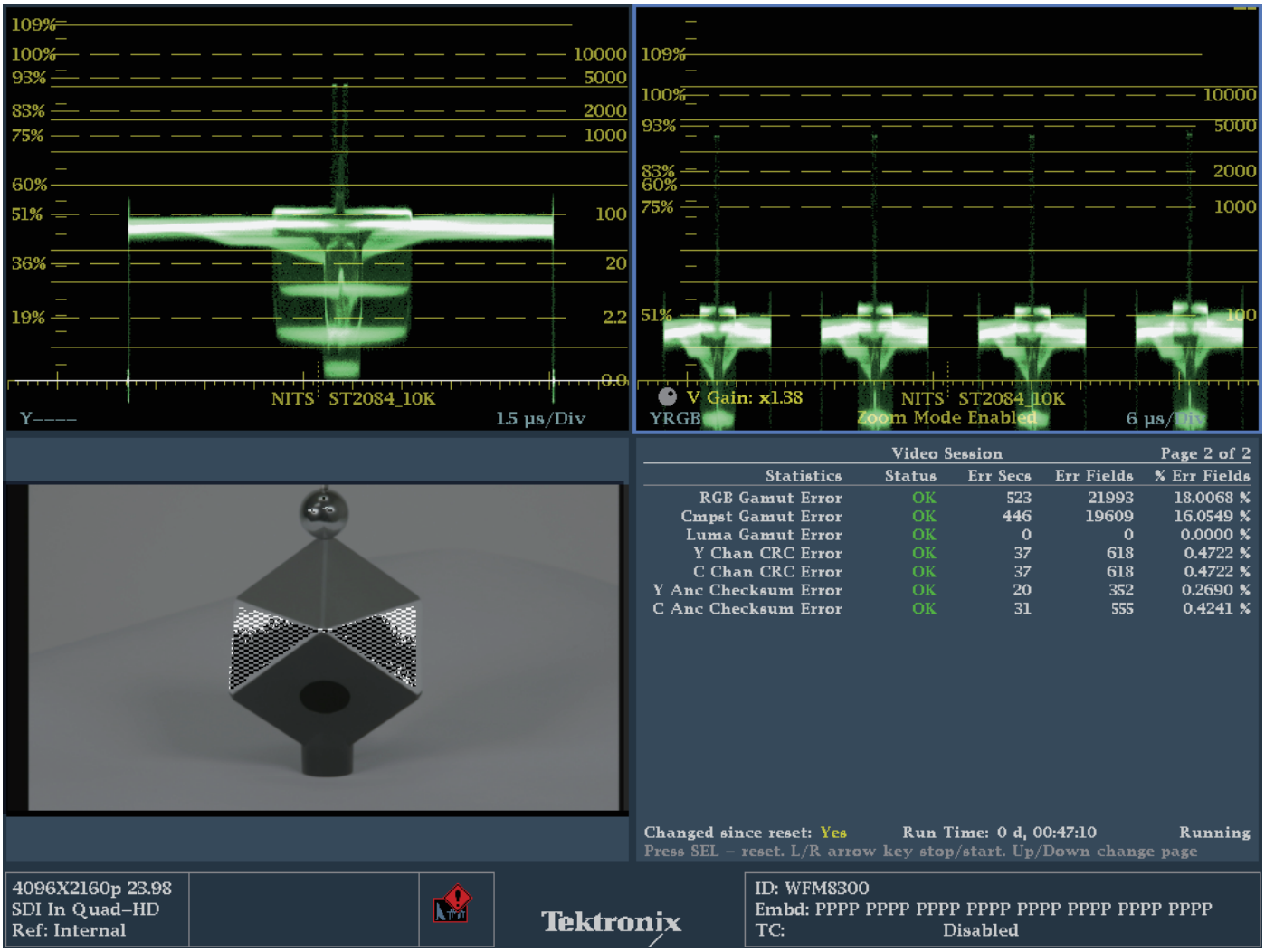
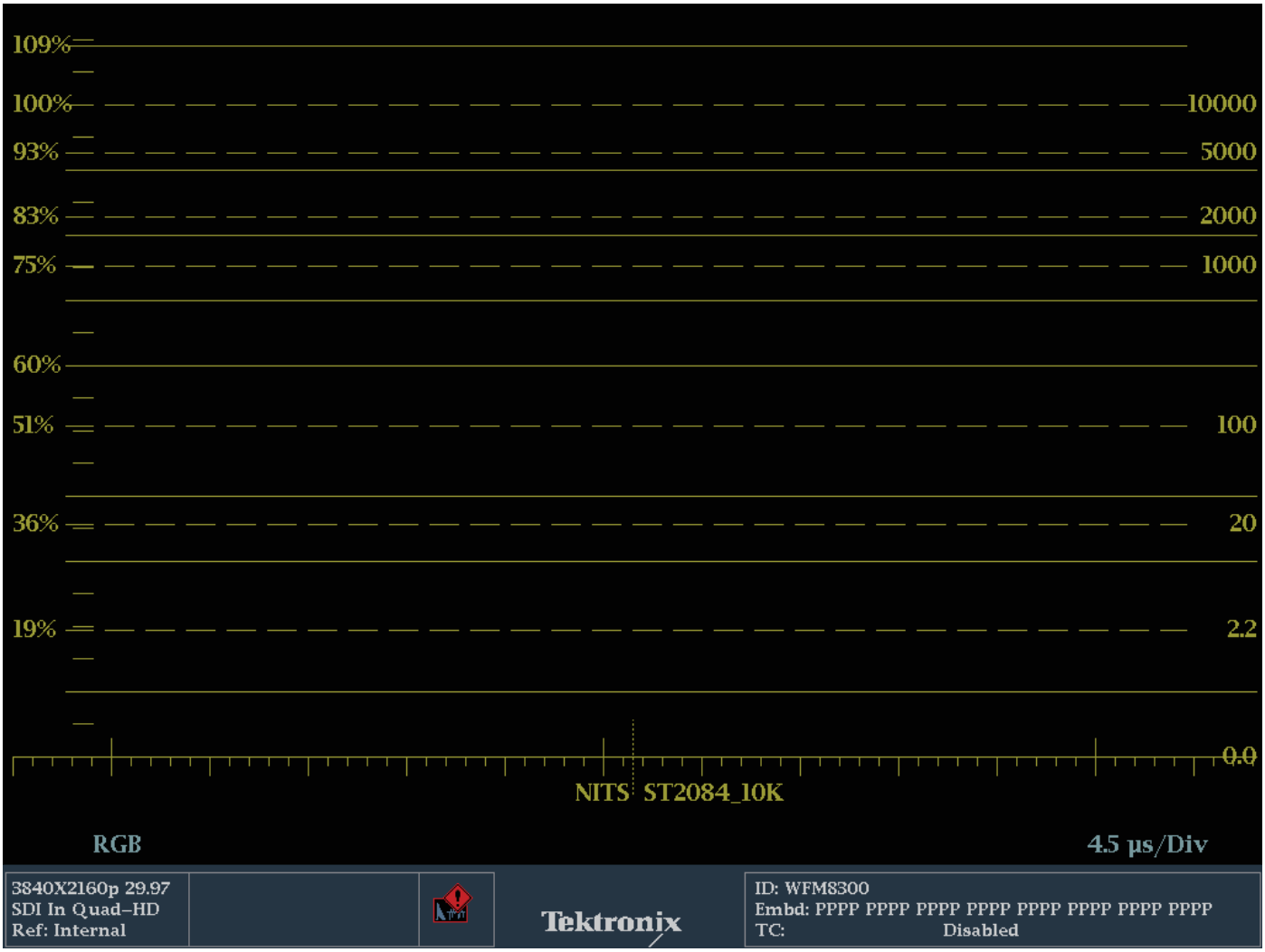


図10. WFM8300型の4タイル表示によるピクチャ表示でのスペキュラ・ハイライト・ゼブラ・パターン

図10は、ホワイトを100 Nitsに調整する必要のあるSMPTE ST2084(10K)のHDRイメージです。タイル3のピクチャ表示のスペキュラ・ハイライトではゼブラ・パターンが確認でき、Spydercubeのホワイトの部分が100 Nitsを超えていることがわかります。

タイル1は、波形表示の標準のルミナンスY波形を示しています。タイル2はズーム・モードでYRGB波形表示を示しており、100 Nitsから最大スケールまでのレベルが詳細に表示されています。波形の白い部分が100 Nitsを超えており、少し調整してイメージのバランスをとる必要があります。

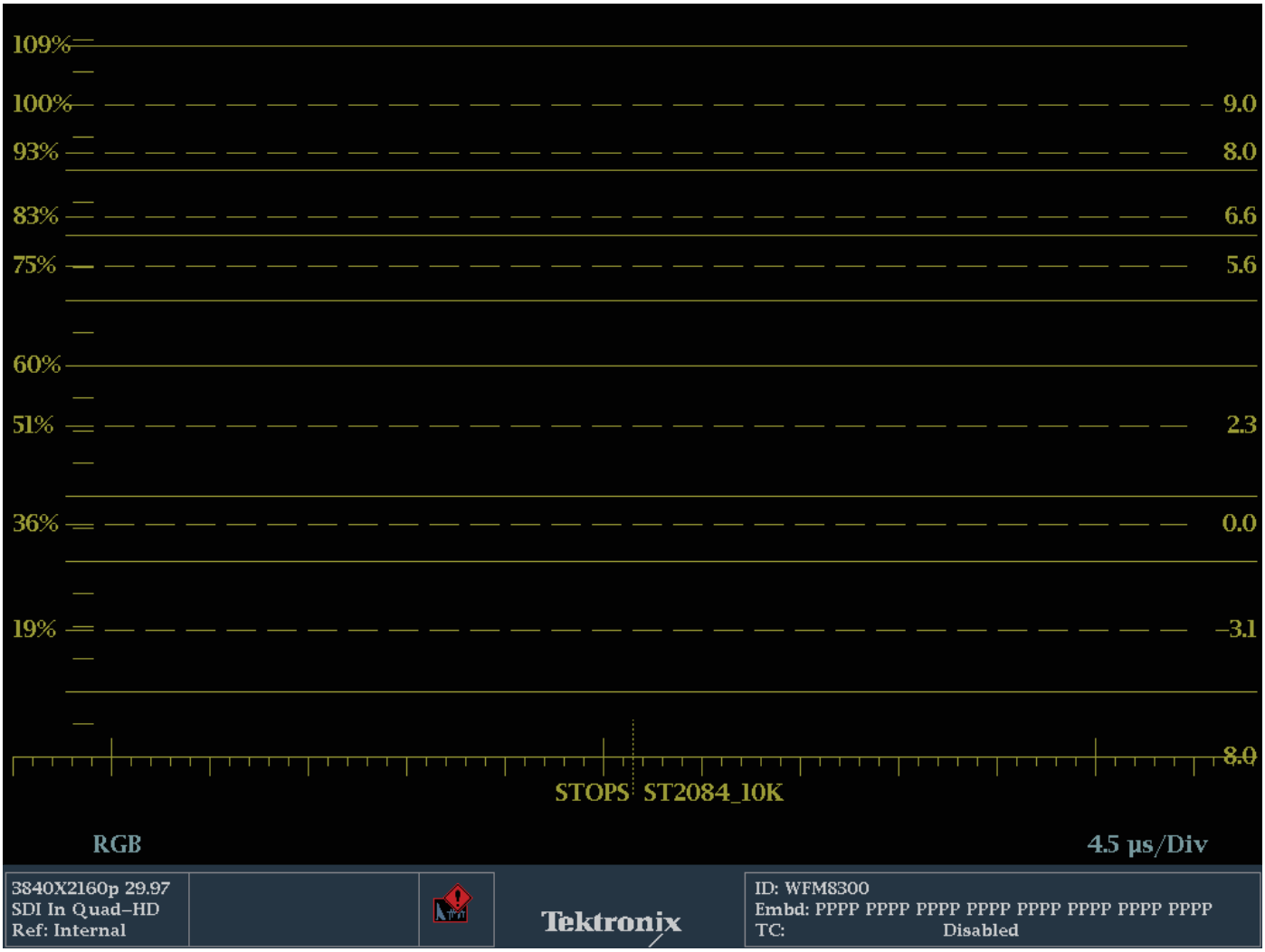


図A1. 100%反射ホワイトのSMPTE 2084 PQ 10000NITスケール

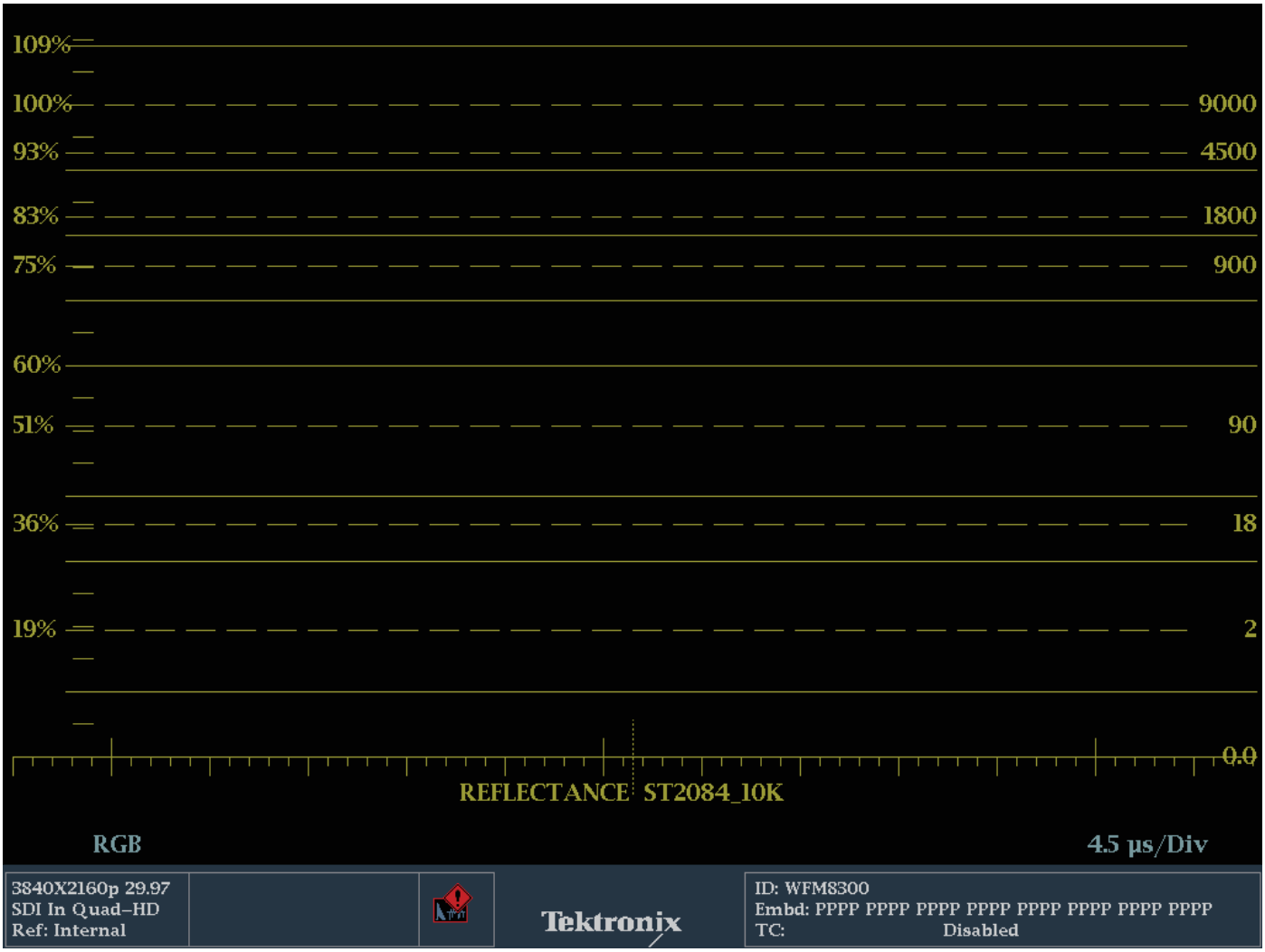
付録A. HDR波形目盛

図A1に示すスケールは、CONFIGメニューで設定可能な**ST2084(10K)**のNits目盛スケールです。左側には%のスケールが、右側にはNitsのスケールが表示されています。SMPTE ST.2084のコンコード・コンテンツでこの目盛を使用すると、信号の90%反射ホワイト・レベルは100 Nits等価の51%になり、18%のグレー・レベルは20 Nits等価の36%になります。このスケールを使用すると、100%レベルは10,000 Nitsになります。

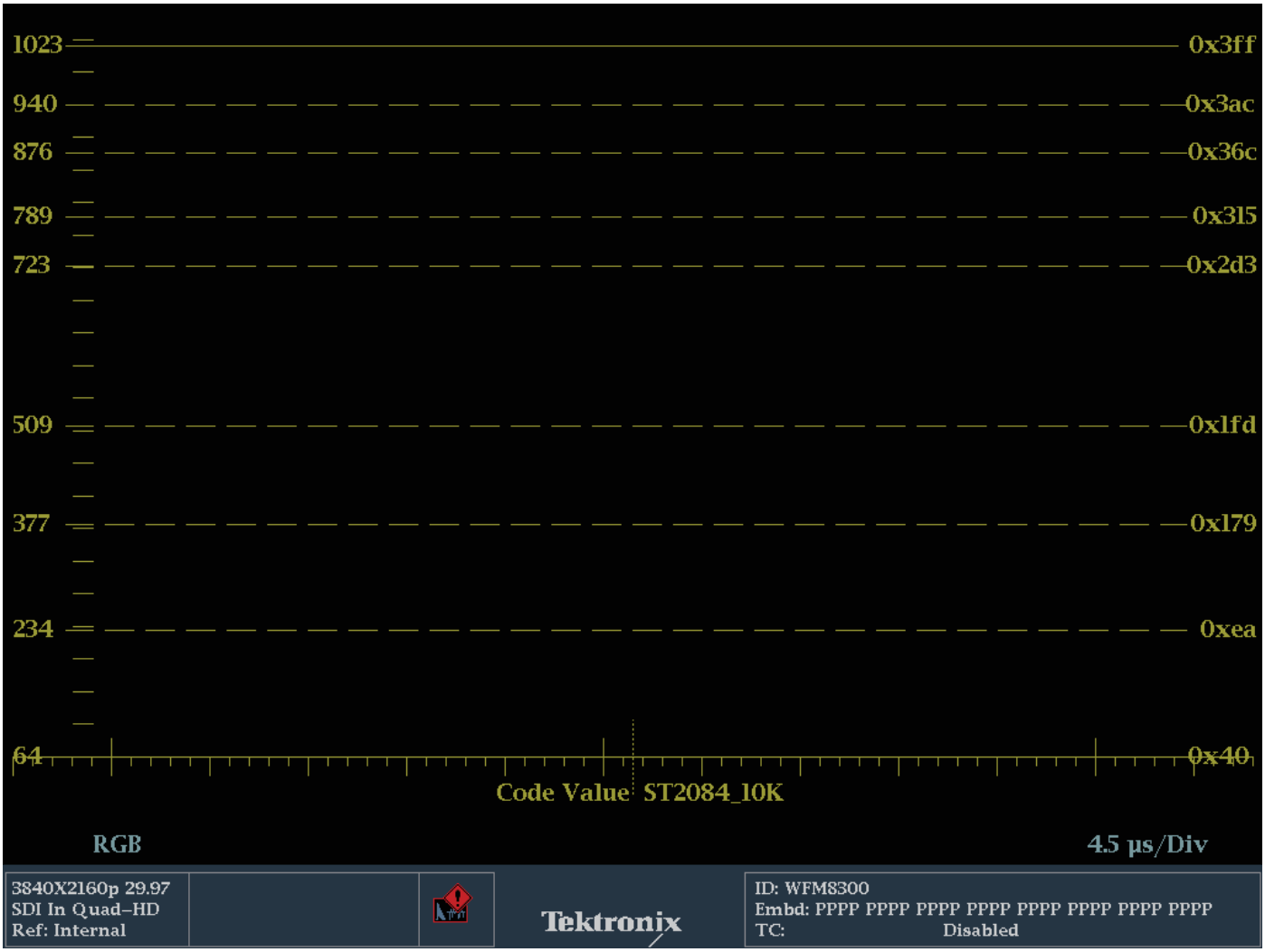
HDRまたはHDR FULLの目盛で左矢印キーまたは右矢印キーを押すと、垂直軸の値が**NITS**、**STOPS**、**REFLECTANCE**、**コード・バリュー**で切り替わります。



図A2. STOPSの目盛スケールによる、SMPTE 2084(10K)の90%反射ホワイト



図A3. REFLECTANCEの目盛スケールによる、SMPTE 2084(10K)の90%反射ホワイト

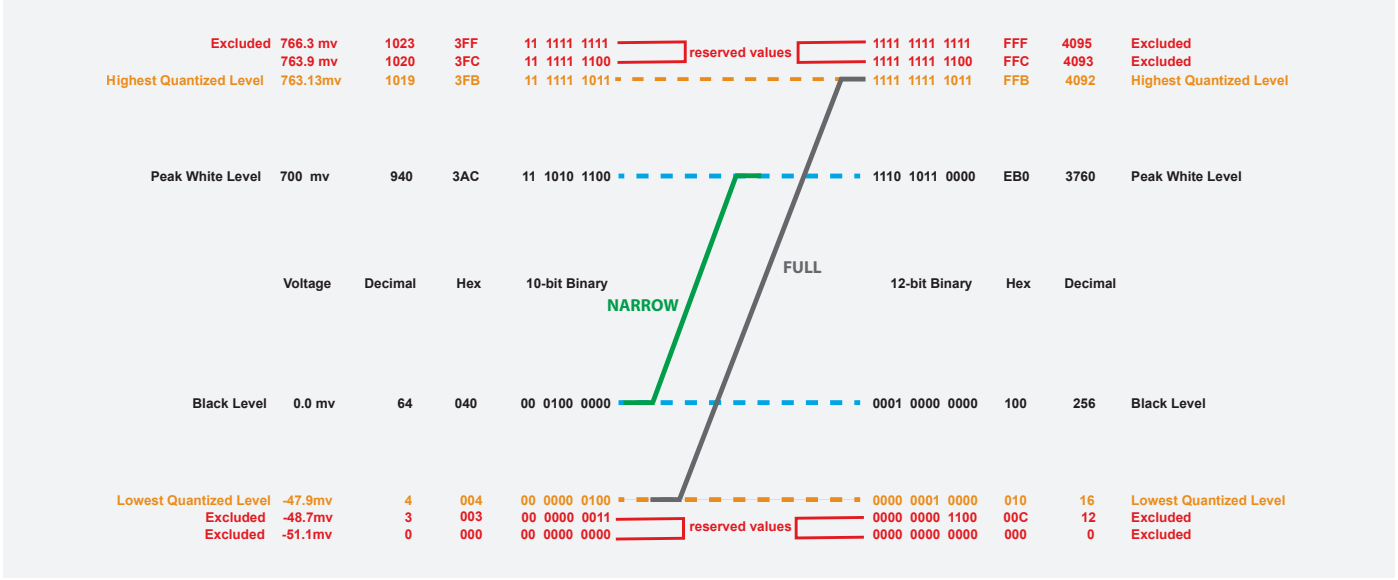


図A4. コード・バリューの目盛スケールによる、SMPTE 2084(10K)の90%反射ホワイト

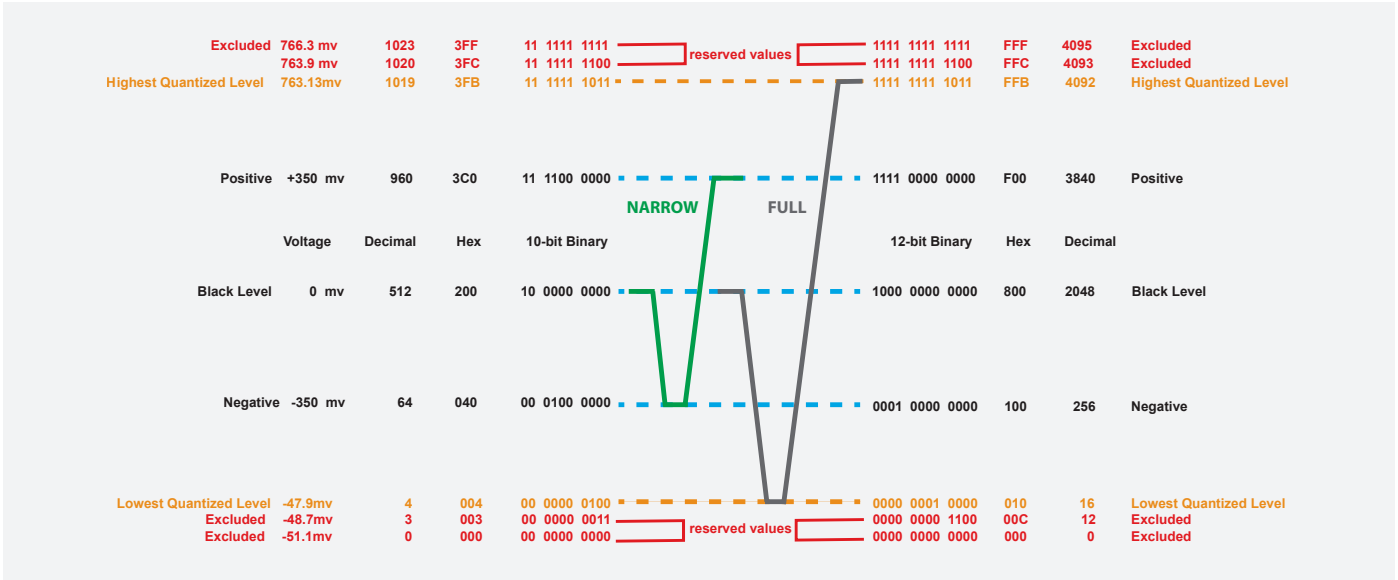
付録B：ナロー・レンジとフル・レンジ

従来のSDIは0～700mVでブラックからホワイトのレベルを表し、一般には0～100%または0 IRE～100 IREと呼ばれます。10ビット・システムでは、このレンジはブラックが64デシマル、ホワイトが940デシマルで表わされ、ビデオ信号でオーバーシュートとアンダーシュートが可能であり、ITU-R BT.2100でナロー・レンジと呼ばれています。

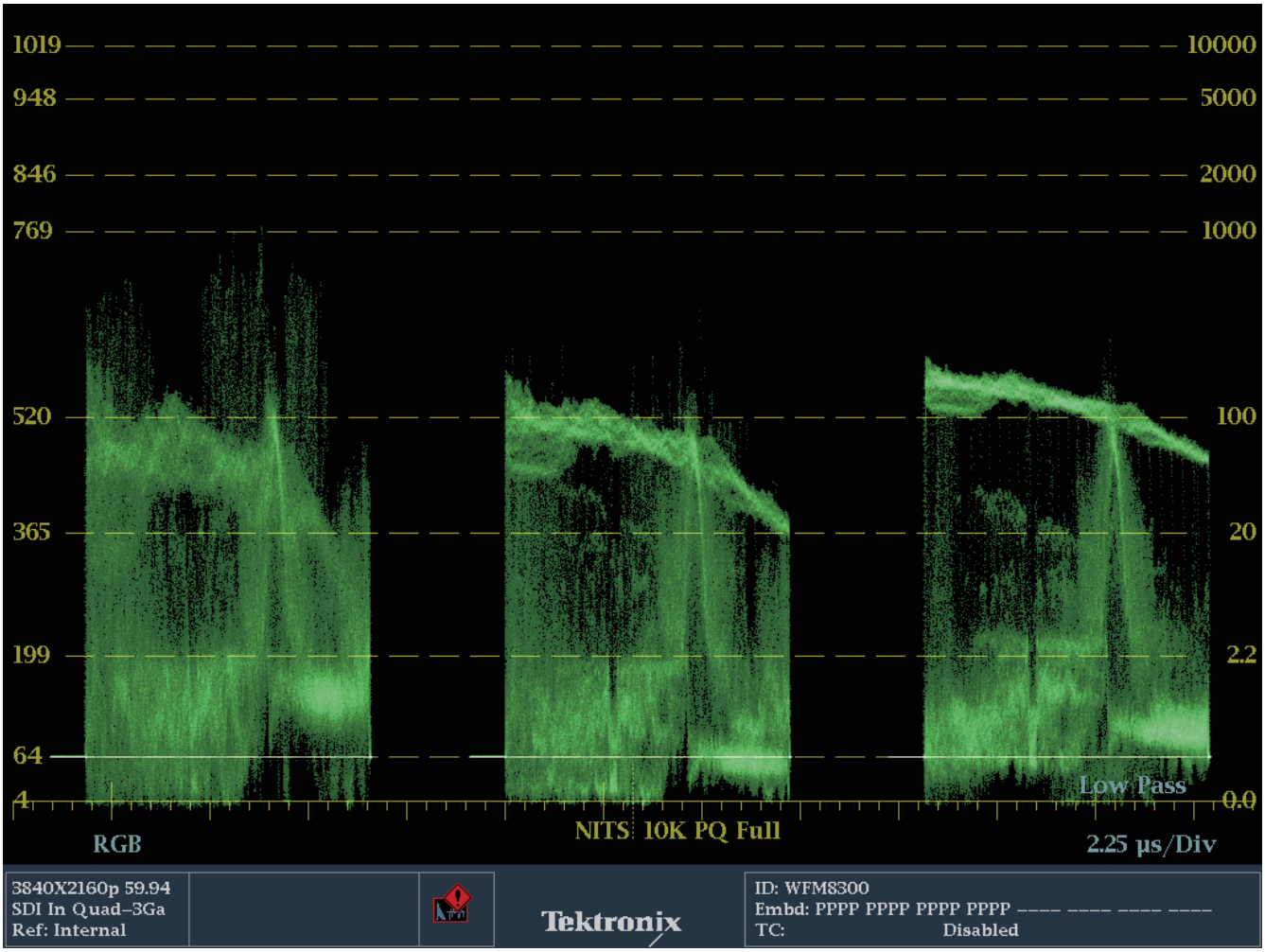
しかし、ファイルベースのワークフローでは、フル・レンジのビデオ・レベルは10ビットまたは12ビット・システムのカラー変換の確度改善に使用されます。10ビットではブラック、ホワイトは1023デシマルで表わされますが、SDIのコード・ワードではビット0～3d、1020d～1023dが使用され、アクティブ・ビデオ信号からは除外されます。このため、ファイルがSDIに変換されると、デバイスによって異なりますが、ブラックの4dからホワイトの1019dの許容されるレンジのSDIレベルでスケーリングまたはクリップされます。同様に、12ビットのワークフローでは、許容される値のレンジは16dで表わされるブラックから、4092dで表わされるホワイトになります（図B1を参照）。



図B1. 10ビット、12ビットのYまたはRGBのコード・バリュー



図B2. 10ビット、12ビットのCb、Crのコード・バリュー



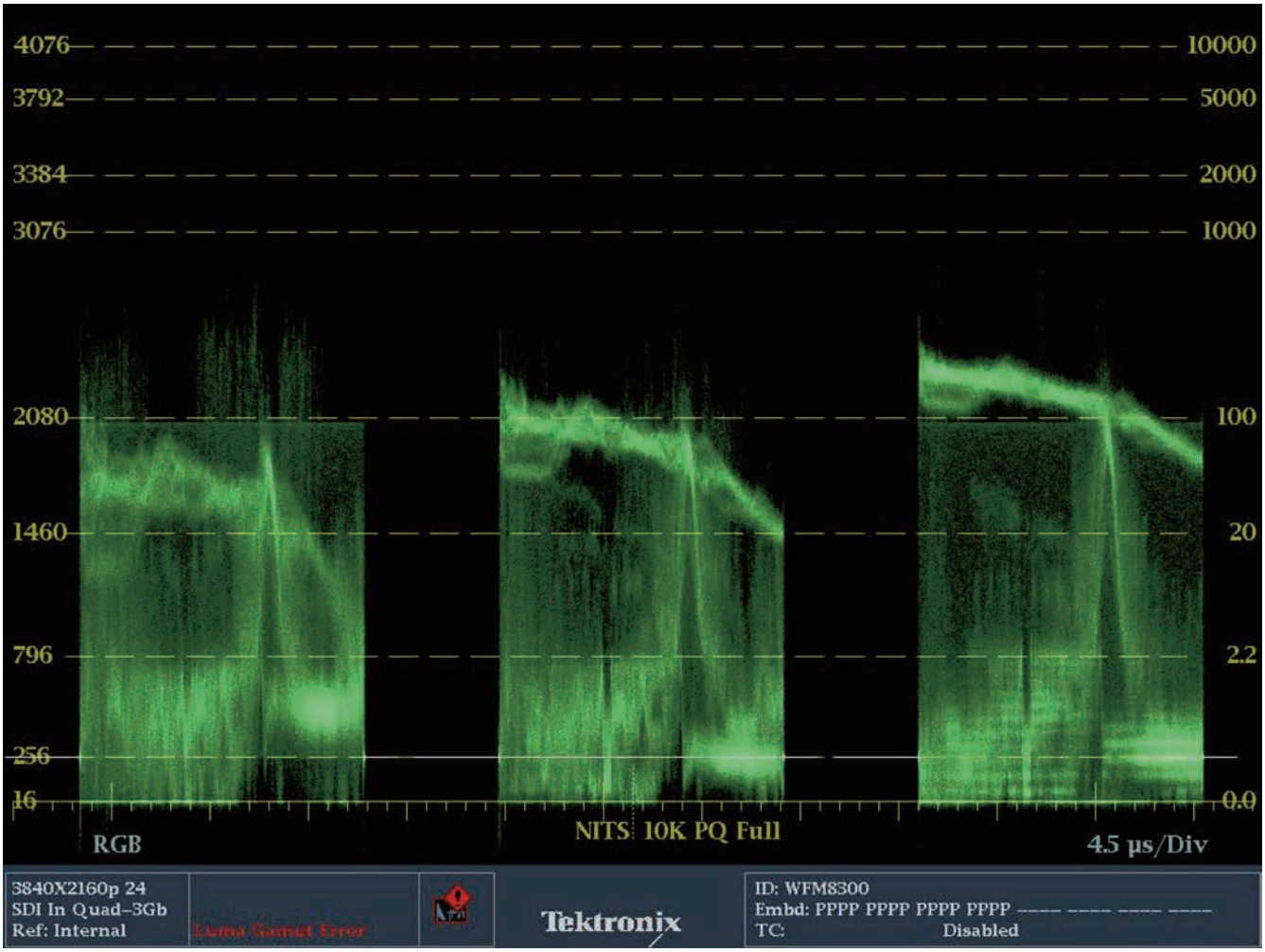
図B3. HDR ST2084 10K PQ Full レンジによるRGB波形表示

注：コード・バリューは、ビデオ・トランスポートまたは設定メニューのフォーマットに応じて、自動的に10ビットまたは12ビットに変更されます。

HDRのフル・レンジ・ビデオでは最大量子化レベルが使用され、この変更により、ST2084の1K、10K目盛への変更に対応したフォーマットのビデオ・レベルになります。

以下の手順を実行すると、%カーソルでフル・レンジの値を示すことができます。

1. **Display Select**ボタンでタイル（1、2、3または4）を選択し、次に**WFM**ボタンを押します。
2. **Display Select**ボタンで**FULL**を選択し、波形表示をフル・スクリーン・モードにします。
3. **WFM**ボタンを長押しして Waveform メニューを表示します。
4. 汎用ノブまたは上下の矢印キーを使用し、**Dynamic Range**を選択します。
5. **SEL**ボタンを押してサブ・メニューを表示し、矢印キーまたは汎用ノブで**HDR Full**を選択します。
6. **WFM**ボタンを押してメニューを消します。
7. **CURSOR**ボタンを長押ししてメニューを表示します。**Nits**カーソルが選択されていることを確認します。
8. 汎用ノブを回して一つのカーソルをスケールの一番上に移動します。
9. 上矢印または下矢印のキーを押してカーソルを切り替え、もう一本のカーソルをスケールの一番下に移動します。
10. **CURSOR**ボタンを長押ししてメニューを表示します。矢印キーまたは汎用ノブで**HDR Cursor Units**を選び、**SEL**ボタンを押して**Nits**から%のカーソルに切り替えます。
11. 次に、**Set 100%**を選び、**SEL**ボタンを押すとレンジを100%スケールに設定できます。



図B4. 12ビット値の目盛スケールのSMPTE ST2084(10K)

図B4は、12ビット・フル・レンジでのHDR波形を表示しています。ビデオ・レベルは従来の256dではなく、16デシマルから始まっています。ST2084 10K PQでHDR Full Dynamic Rangeを使用すると、100 Nitsが目盛左側のスケールの2080dになります。

お問い合わせ先：

オーストラリア 1 800 709 465
オーストリア 00800 2255 4835
バルカン諸国、イスラエル、南アフリカ、その他ISE諸国 +41 52 675 3777
ベルギー 00800 2255 4835
ブラジル +55 (11) 3759 7627
カナダ 1 800 833 9200
中央／東ヨーロッパ、バルト海諸国 +41 52 675 3777
中央ヨーロッパ／ギリシャ +41 52 675 3777
デンマーク +45 80 88 1401
フィンランド +41 52 675 3777
フランス 00800 2255 4835
ドイツ 00800 2255 4835
香港 400 820 5835
インド 000 800 650 1835
インドネシア 007 803 601 5249
イタリア 00800 2255 4835
日本 81 (3) 6714 3086
ルクセンブルク +41 52 675 3777
マレーシア 1 800 22 55835
メキシコ、中央／南アメリカ、カリブ海諸国 52 (55) 56 04 50 90
中東、アジア、北アフリカ +41 52 675 3777
オランダ 00800 2255 4835
ニュージーランド 0800 800 238
ノルウェー 800 16098
中国 400 820 5835
フィリピン 1 800 1601 0077
ポーランド +41 52 675 3777
ポルトガル 80 08 12370
韓国 +82 2 6917 5000
ロシア +7 (495) 6647564
シンガポール 800 6011 473
南アフリカ +41 52 675 3777
スペイン 00800 2255 4835
スウェーデン 00800 2255 4835
スイス 00800 2255 4835
台湾 886 (2) 2656 6688
タイ 1 800 011 931
イギリス、アイルランド 00800 2255 4835
アメリカ 1 800 833 9200
ベトナム 12060128

2016年4月現在

jp.tek.com

テクトロニクス／ケースレーインスツルメンツ

お客様コールセンター： 技術的な質問、製品の購入、価格・納期、営業への連絡
TEL: 0120-441-046（ヨッ!良い オシロ） 営業時間／9：00～12：00・13：00～18：00（土日祝日および当社休日を除く）

サービス・コールセンター： 修理・校正の依頼
TEL: 0120-741-046（なんと良い オシロ） 営業時間／9：00～12：00・13：00～17：30（土日祝日および当社休日を除く）

〒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

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。

Copyright © 2018, Tektronix. All rights reserved. TEKTRONIX およびTEK はTektronix, Inc. の登録商標です。
記載された製品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

2018年1月　25Z-61044-0