



デジタル・テレビへの移行における モニタリングおよび測定に関する課題

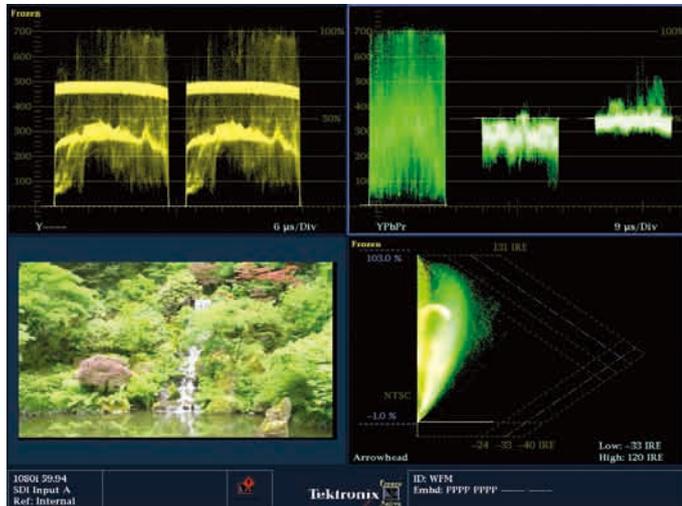
テクニカル・ノート

アナログからデジタル、標準解像度（SD）から高解像度（HD）へ移行する場合、コンテンツの取り込みから、放送波を出力するまでのプロセスが適切に行なわれるように、施設内で解決しなければならない技術的な課題が数多くあります。課題のいくつかは、新しい技術が導入された結果としてもたらされたものです。それ以外の課題は、膨大な量のデータ管理や技術移行の結果、考え出された新しいワークフローに対応しなければならないために生じたものです。

オペレータやエンジニア・グループにとって最も重要なことは、品質に対する要求を満足させるか、またはそれを超える品質のオーディオおよびビデオを継続して提供していかなければならないことです。このテクニカル・ノートでは、測定やモニタリングに関するさまざまな課題やデジタルへの移行を成功させるために必要な当社ソリューション、さらにエンジニアやオペレータ・チームの操作効率化を高める当社ソリューションについて説明します。

テクトロニクス・ソリューションの主なメリット

See & Solve™



CaptureVu®

これは表示を単に「フリーズ」するだけではありません。CaptureVuはビデオ・フレーム・データをすべて保存します。このデータはUSBメモリに簡単に保存でき、別の波形ディスプレイに表示させることができます。



物理レイヤの測定

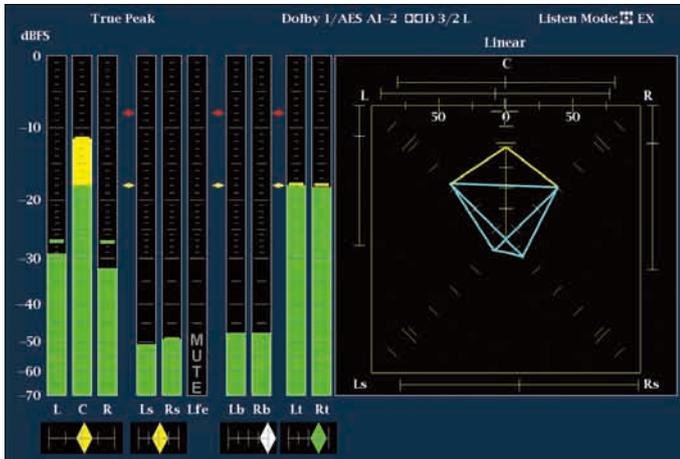
SDIステータス表示には、ジッタの概要やケーブル長の測定値が表示され、信号の特性を明確に示します。



タイミング表示

当社独自のタイミング表示（特許取得済み）では、入力信号と外部リファレンス信号間のタイミング関係、または2系統の同時SDI入力信号（SDIからSDI）間のタイミング関係を明確に表示します。

デジタル・テレビへの移行におけるモニタリングおよび測定に関する課題



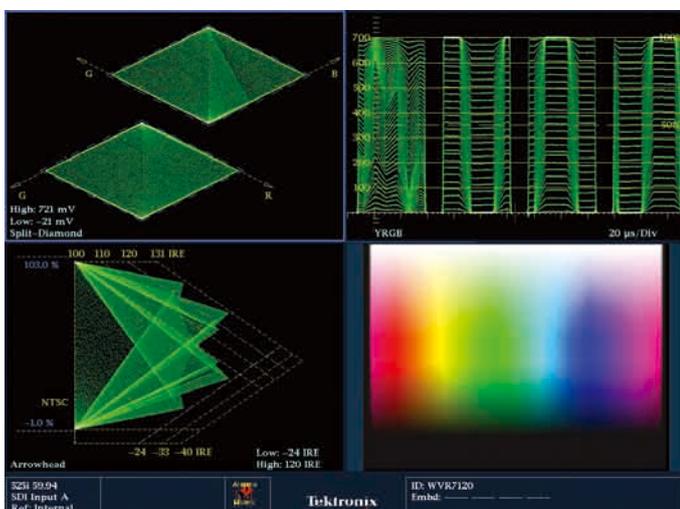
サラウンド・サウンド表示

トータル・ボリューム、ドミナント・サウンド、ファントム・ソースおよび位相インジケータの直感的な表示により、オーディオ・チャンネルの相互作用を可視化でき、効率的な調整が可能です。



オーディオ・ビデオ・ディレイ測定

当社のアウトオブサービスAVディレイ測定は、オーディオ/ビデオ同期（リップ・シンク・タイミング）問題を解決し、お客様の施設システム全体の整合性を確保します。



ダイヤモンド、アローヘッドおよびライトニング表示

当社独自のダイヤモンドおよびアローヘッド表示を使用すると、ガマット制限内に信号を保持することが簡単にできますので、必要に応じてオペレータは信号の調整を行うことができます。

ビデオおよびオーディオ・コンテンツの品質保証

オペレータおよびエンジニア・グループにとって最も重要なことは、要求品質レベルを満足させるか、またはそれを超える品質のオーディオおよびビデオを継続して提供していかなければならないことです。

現在、規格はますます複雑になり、品質保証のための作業もそれに伴い著しく複雑になってきました。これまでは、ローカル・スタジオ、イベント会場またはパートナー・ネットワーク・ソースからのライブ供給、およびテープまたはアーカイブなどの数種類のフォーマットなど、コンテンツ・ソースは比較的少数でした。現在、コンテンツの供給は量やソース・フォーマットの種類の両面において飛躍的に増加しています。ローカルSANアーカイブ、モバイル・ビデオフォン、スタジオ、コンピュータ、ENGトラックおよびテープ・インジェストなど多種類のコンテンツは、視聴者にほとんどシームレスに表示できるように統合されなければなりません。さらに、最終コンテンツはSD、HDおよびIPまたは携帯電話配信用のストリーム・ファイルなど、さまざまな経路で送信できるように同時にフォーマットしなければならない場合があります。

当社はこの複雑な作業を容易に管理できる次世代の波形モニターやラスタライザなど、最新のツールを多数用意しています。内蔵式エラー・ログを使用することにより、ユーザはインジェスト素材の品質管理を手動操作なしで、徹底的にチェックできます。品質基準と一致させるためにオーディオおよびビデオ特性の閾値を設定でき、測定器は起こり得る問題のすべてを時刻 またはタイムコードと合わせて一覧表示します。

Error Status	Timecode	Date	Time
Black Detect Events	09:59:24.0	05-Mar-09	15:23:18
Frozen Frame Events	09:59:24.0	05-Mar-09	15:23:18
Audio Silence (1)	10:00:01:09.0	05-Mar-09	15:23:20
Luma Gamut Error (1)	10:00:01:10.0	05-Mar-09	15:23:20
Audio Mute (1)	10:00:01:15.0	05-Mar-09	15:23:20
Luma Gamut Error	10:00:02:05.0	05-Mar-09	15:23:21
Luma Gamut Error (1)	10:00:02:16.0	05-Mar-09	15:23:21
Luma Gamut Error	10:00:03:11.0	05-Mar-09	15:23:22
Luma Gamut Error (1)	10:00:05:21.0	05-Mar-09	15:23:24
Luma Gamut Error	10:00:06:16.0	05-Mar-09	15:23:25
Audio Silence (2)	10:00:29:18.0	05-Mar-09	15:23:48
Audio Silence	10:00:32:13.1	05-Mar-09	15:23:51
Audio Mute	10:00:32:18.0	05-Mar-09	15:23:51
RGB Gamut Error (1)	10:00:52:11.0	05-Mar-09	15:24:11
RGB Gamut Error	10:00:53:06.0	05-Mar-09	15:24:12
Audio Silence (1)	10:01:15:01.0	05-Mar-09	15:24:34
Audio Mute	10:01:17:01.0	05-Mar-09	15:24:36
Audio Mute (1)	10:01:31:01.0	05-Mar-09	15:24:50
Audio Mute (2)	10:01:32:01.0	05-Mar-09	15:24:51
Audio Mute (3)	10:01:33:00.0	05-Mar-09	15:24:51
Audio Silence (1)	10:01:42:11.0	05-Mar-09	15:27:01
Audio Silence (2)	10:01:43:11.0	05-Mar-09	15:27:02
Audio Mute (1)	10:01:46:03.0	05-Mar-09	15:27:05
Audio Mute (2)	10:01:47:03.0	05-Mar-09	15:27:06

図1. タイムコードに基づいてエラーを表示するエラー・ステータス・ログ

当社の波形モニターは、業界最高水準のコンテンツ・モニタリング機能を搭載しており、ビデオおよびオーディオ品質を強力かつ効率的に検証でき、オペレーション・スタッフの負担を軽減します。この優れたモニタリング機能を使用することで、問題を見落とす可能性はほとんどなく、インジェストまたは送出時のコンテンツ・チェックの時間を大幅に削減できます。図1に示すように、搭載されている機能には広範囲に及ぶ障害検出およびアラーム生成、詳細ステータス・レポート、ビデオおよびオーディオ品質統計、および高性能イベント・ログなどがあります。

デジタル・テレビへの移行におけるモニタリングおよび測定に関する課題

Audio Session								
Audio Input:	Embedded A		Signal Loss:					
Analog Output	Emb1,2		Emb3,4		Emb5,6		Emb7,8	
AES B Output	Unavailable							
Channel	1	2	3	4	5	6	7	8
Clip	0	0	0	0	0	0	0	0
Over	41	39	39	41	0	0	0	0
Loud	0	0	0	0	0	0	0	0
Mute	39	34	37	35	1	1	0	0
Silence	0	0	0	0	0	0	0	0
Peak (dBFS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
High (dBFS)	-2.2	-2.0	-1.6	-2.1	-2.0	0.0	-10.5	-9.5
Active bits	20	20	20	20	20	20	20	20
Leq(RLB)	-19.3	-19.3	-19.3	-19.3	-4.3	-49.5	-19.3	-19.3
Leq(RLB)	-163		-163		1023		-163	
Smpl Rate	48kHz		48kHz		48kHz		48kHz	

Changed since reset: Yes Run Time: 0 d, 01:18:55 Running
Press "SEL" to reset. Any "arrow key" stops/starts.

図2. オーディオ・セッション表示

オーディオおよびビデオ・セッション表示には、お客様のモニタリング・システムのオーディオおよびビデオ・コンテンツの詳細統計値がリアルタイムで表示されます。これらのツールにより、視聴者が品質の劣化を認識できるレベルの問題を素早く特定し、解決できます。クリップ、ミュート、オーバーおよび無音状態などの広範囲のオーディオ情報はオーディオ・チャンネル別に要約されます（図2を参照）。同様に、ビデオ・セッション表示により、ユーザはビデオの有無およびフォーマット、ルミナンスおよびガンマット・エラー、CRC統計（図3を参照）を追跡調査することでシステムに発生している問題を特定できます。

Video Session				
Input:	SDI A	Signal:	Locked	
Effective:	Auto 1080i 59.94 - HD SDI 422 - 292M 1.485/M Gbps			
Selected:	Auto Format - Auto Structure - Auto Transport			
352M Payload:	None			
SAV Place Err:	OK	Y Stuck Bits:	-----	
Field Length Err:	OK	C Stuck Bits:	-----	
Line Length Err:	OK			
Line Number Err:	OK			
Ancillary Data:	Y and C Present			
Statistics	Status	Err Secs	Err Fields	% Err Fields
RGB Gamut Error	OK	35	641	1.3222 %
Cmpst Gamut Error	OK	764	37220	76.7755 %
Luma Gamut Error	OK	31	594	1.2253 %
Y Chan CRC Error	OK	22	255	0.5123 %
C Chan CRC Error	OK	22	255	0.5123 %
Y Anc Checksum Error	OK	18	31	0.0622 %
C Anc Checksum Error	OK	21	73	0.1466 %
Black Events:	4	Frozen Events:	1	

Changed since reset: N/A Run Time: 0 d, 00:16:36 Running
Press "SEL" to reset. Any "arrow key" stops/starts.

図3. ビデオ・セッション表示

放送設備内でフォーマットやソースの変換処理を行っている際には、装置が予測しないタイプのコンテンツを受信してしまうなど多くの問題が発生します。フォーマット・タイプに互換性がないと、「放送時」に明らかに適さない状態、つまりフリーズ状態またはブラック・フレーム状態を引き起こす可能性があります。このような状態または品質問題が発生した場合、直ちに解決する必要があります。残念ながら一部のモニタリング・システムではこのようなタイプの問題を見落としてしまう場合があります。基本的な部分の信号は適合性を確保しているため、他のモニタリング・ツールでは通過してしまいます。当社の最新の波形モニタは、このような一般的な状態を警告する機能を備えており、信号をバックアップに切り替えなければならない時、装置をリセットしなければならない時の判断を素早く行うことができます。

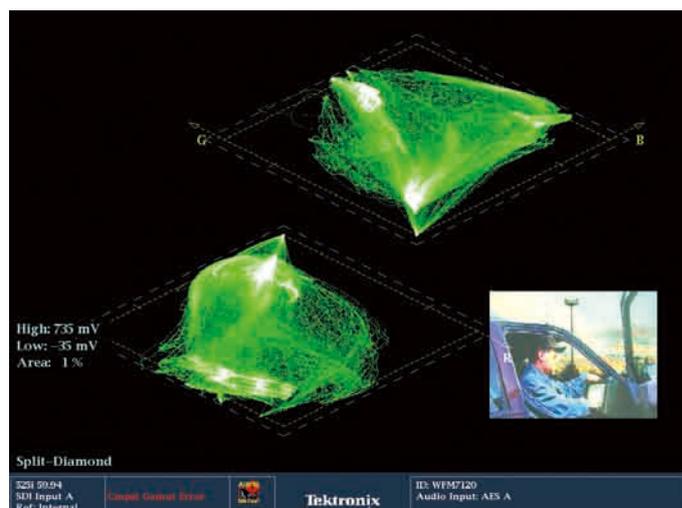
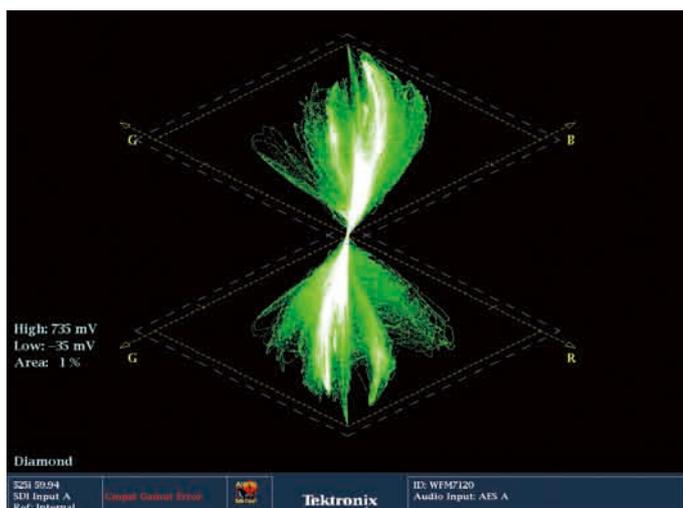


図4. ダイヤモンドおよびスプリット・ダイヤモンド表示。

ガマットのモニタリング

コンテンツは最初にフィルムかビデオで制作され、それに視覚およびオーディオ効果を施すことで、芸術的な印象を付加することができます。カラー処理することで雰囲気、注目箇所（見せ場）、およびカラリストなら誰でも知っているような効果を演出でき、さらにあるシーンから他のシーンへ魅力的な継続感を作り出すことができます。カラー・コンテンツの制御処理はカメラ操作に始まってポストプロダクション段階まで継続して行なわれます。テレビ放送素材であれ映画素材であれ、一端配信用メディアとなったものは、適切な色であると見なされて処理されます。この時点では、最大許容制限を超えるガマット・エラーはクリップされ、コンテンツに演出された芸術的効果に悪影響を与えます。大多数のカラリストやポストプロダクションの担当者は、「ガマット・エラー」の問題を修正することよりコンテンツに芸術性を持たせることに最大限時間を費やす方を望みます。しかしオリジナル・コンテンツが多種多様に再利用されていくなかで、コンテンツ制作およびポストプロダクション段階でガマット・エラーに配慮していくことは重要なことです。

ガマットの管理は信号の適合性および有効性を確保することです。

- ビデオ信号で使用される色は許容可能な適正範囲内の色でなければなりません。
- 信号は使用中のフォーマットに対してガマット適合範囲内であればなりません。
- 有効な信号として扱われるには2つの制約事項を満たさなければなりません。現行フォーマットに適合すること、および他のカラー・フォーマットに適切に変換されたときに引き続き適合性を確保すること。

当社の波形モニタは、独自のディスプレイや機能を使用してコンテンツ制作およびポストプロダクションで発生したエラーを検証することができます。これらの機能は「初期段階で常にコンテンツに適合性を持たせる」のに役立ちます。また、これにより、費用のかかる再作業、あるいは将来のプロジェクトに影響する顧客の苦情などを未然に防ぐことができます。これらの機能には、鮮やかなピクチャ表示、波形およびベクトル表示、ビデオ・セッション表示、10,000件のエラー・ログ、さらにガマット適合検証に使用する当社独自のダイヤモンド、スプリット・ダイヤモンド（図4を参照）およびアローヘッド表示があります。

図4に示されるダイヤモンド表示の構成は、ガマット・エラーを引き起こしている色成分（複数の色成分）および色成分のどの特性に障害が発生しているかを簡単に特定して目視することができます。

次のページの図5にあるスクリーンショットをご覧ください。左上のタイル表示に示されるYPbPr入力信号が適切でも、コンポジット・アナログに変換するときにガマット範囲外の色を生成する可能性があります。左下のピクチャ表示では、画像のどの部分がガマット範囲外なのかを容易に確認できます。アローヘッド表示は、信号がユーザ設定された閾値をどの程度の範囲で超えているかを示します。しかし、注意すべきことは、この信号が右上のタイル表示に示されているようにRGBに変換された場合です。FlexVu®はディスプレイ表示をカスタマイズして、同時にこれらの状況を確認できます。ある1つのフォーマットで作業していても、フォーマット変換で生じる結果を確認できれば、問題発生を予防することができます。それができない場合、予想外の問題が発生し、修正のための再作業コストがかかってしまう可能性があります。

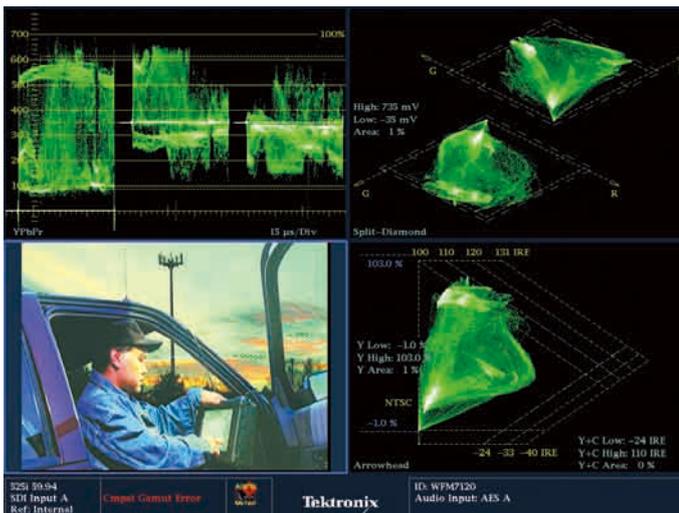


図5. YPbPr波形、スリットダイヤモンド、ピクチャおよびアローヘッド表示を示すFlexVu®

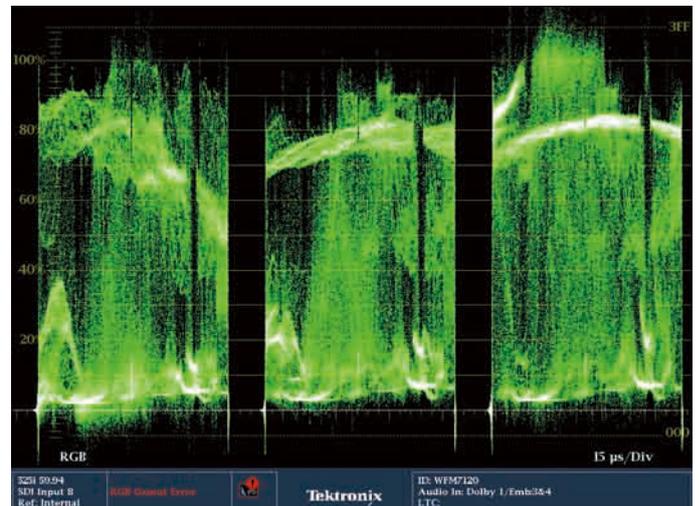
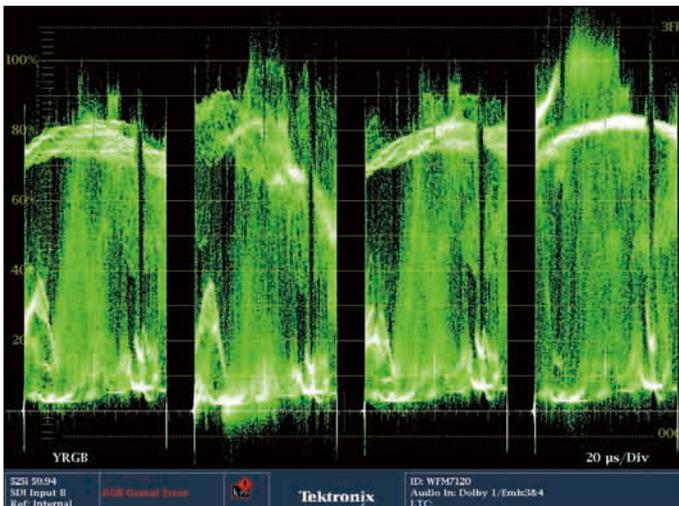


図6. YRGBおよびRGB波形表示

ポストプロダクションで作業されている方は、ノンリニア編集システムで図6で示すようなYRGBまたはRGB表示に慣れ親しんでいるため、このモードの方を好むかもしれません。

10,000エラー・イベントまでログ可能なエラー・ログ機能を使用して、コンテンツのガンマット・エラーの解析プロセスを高速化でき、簡単にエラーの特定および修正を行うことができます。エラー・ロギング・イベントをトリガする前にエラーがどのように

悪影響を及ぼすかを知るために、カスタマイズ可能な閾値を主観解析に適用して試みるすることができます。設定をカスタマイズする機能により、事前設定された重大なエラーをログするだけでなく、無駄な時間を省けます。

エラー・ログのキャプチャやログを取り出す機能はコンテンツの記録・保存時の確認に最適です。またプレビュー時のチェックや、エラー修正結果の確認を素早く行うことができます。



図7. AFD情報を示す補助データ・ステータス



図8. アクティブ・フォーマット・ディスクリプション情報を示すピクチャ表示

補助データ（アンシラリデータ）およびメタデータ

SDI信号はさまざまな独自、および業界標準のメタデータに対応できます。このメタデータはオーディオおよびビデオ信号のパラメータに関する情報だけでなく、クロズド・キャプション（字幕）およびテレテキスト（文字多重放送用）などのコンテンツ特有の情報も搬送します。オーディオおよびビデオの処理方法を設定するために各種オペレーション装置でこのデータを使用します。このように、ワイドアスペクトSDおよびHDビデオ、AESエンベデッドまたはDolbyオーディオなど有効フォーマットの数が急増していくということは、つまりデータの組み合わせも合わせて増加していくということです。結果として、信号にデータが含まれているかどうかを確認することは重要ですが、その確認のために時間がかかってしまうという問題があります。

当社の波形モニタは、信号内のデータを把握したり、データがサービスに影響を与えているときに素早くトラブルシューティングする場合に便利な独自のツールを多数装備しています。特に、アンシラリデータ・ステータス表示は、信号内の重要なデータ情報の概要を表示します。これにより、ユーザはブロードキャスト・フラッグ、タイムコード、クロズド・キャプション、WSS、ビデオ・インデックスおよびSMPTE 2016に準拠したアスペクト・レシオAFD（アクティブフォーマット・ディスクリプション）に関する情報を容易にチェックできます（図7を参照）。

ユーザは、ステータス情報を確認する代わりに、データ設定の結果を目視する方が簡単な場合があります。そのため、ラスタライザまたは波形モニタのピクチャ・モニタリング画面で、さまざまなデータ・サービスを実行し確認することができます。例えば、テレテキスト（文字多重放送用）またはクロズド・キャプション（字幕）をビデオ画像に表示でき、字幕情報の存在や内容確認が簡単にできます。さらに、608および708クロズド・キャプションを異なるピクチャ表示に同時に表示でき、送信されたコンテンツに関する適合性を素早く確保するのに役立ちます。エンベデッドからのAFD結果も波形モニタまたはラスタライザのピクチャ表示に直接表示できます（図8を参照）。

アナログ、デジタルおよび Dolbyのオーディオ・モニタリング

臨場感を向上させるために、ホームシアタによるマルチチャンネル・オーディオの普及が拡大し、5.1マルチチャンネル・オーディオの放送がステレオ音声に代わり、ますます増えています。5.1マルチチャンネル・オーディオは、左(L)、右(R)、中央(C)、左サラウンド(Ls)および右サラウンド(Rs)チャンネルの5チャンネルで構成されます。これによりサラウンド音場を創り出し、多数の特殊効果を演出します。小型サテライト・スピーカにより構成されたサラウンド・サウンド・システムの低音を増強するためにLfe (Low Frequency Effect) チャンネルが追加されています。このLfeチャンネルは5.1マルチチャンネル・オーディオの「1」チャンネルに相当します。

5.1マルチチャンネル・オーディオをモニタするサラウンド・サウンド表示を使用すると、オペレータは素早く問題を特定でき、エンジニアは効率的に問題を切り分けることができます。この表示はチャンネルのRMS信号レベルをもとに、5.1オーディオ・システムの5つのプライマリ・チャンネルの各オーディオ・レベルを表示します。これは重み付けされないRMS、またはA-weightingフィルタまたは周波数重み付けされたRLB-weightingフィルタ (ITU-R BS.1770) などのフィルタを使用することができます。これらのフィルタは、オーディオ信号を人間の聴覚系の周波数特性に合わせて調整し、視聴者が感じるラウドネス (音の大きさ) に近いオーディオ値を表示するために使用されます。番組とコマーシャルでサウンド・レベルが異なると適切なラウドネス・レベルを維持するために視聴者は音量をその度に調整しなければなりません。これでは視聴にフラストレーションを与えてしまいます。このため、オーディオ・ラウドネスを連続してモニタリングすることは重要なことです。

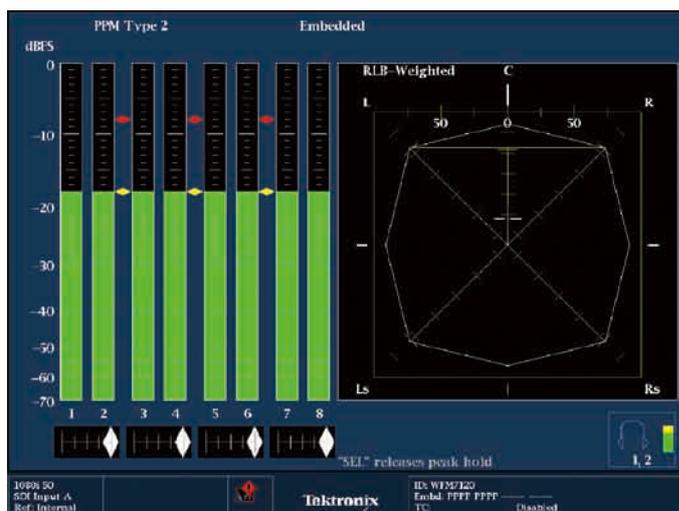


図10. サラウンド・サウンドモニタリング機能を持つオーディオ表示。RadioTechnische Werksütten GmbH and Co. KG (RTW) からライセンス供与を受けたオーディオ・サラウンド・サウンド表示

サラウンド・サウンド表示では、オーディオ・レベルはTVI (Total Volume Indicator) と呼ばれるポリゴン (多角形) として表示されます。TVIはメイン・チャンネルとサラウンド・チャンネル間のレベル・バランスを示し、また全体のサラウンド・サウンド・バランスを示します。ポリゴンのサイズが大きくなると同時にオーディオ・ボリュームも高くなります。また、TVIは隣接チャンネルの信号間の相関量を示します。隣接チャンネル間の正相関は全体のオーディオ・ボリュームを増加させ、一方で隣接チャンネル間の負相関は全体のオーディオ・ボリュームを減少させます (図10を参照)。

デジタル・テレビへの移行におけるモニタリングおよび測定に関する課題

Audio Session								
Audio Input:	Embedded A		Signal Loss:					
Analog Output	Emb1,2		Emb3,4		Emb5,6		Emb7,8	
AES B Output	Unavailable		Unavailable		Unavailable		Unavailable	
Channel	1	2	3	4	5	6	7	8
Clip	0	0	0	0	0	0	0	0
Over	41	39	39	41	4	5	0	0
Loud	0	0	0	0	0	0	0	0
Mute	39	34	37	35	1	1	0	0
Silence	0	0	0	0	0	0	0	0
Peak (dBFS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
High (dBFS)	-2.2	-2.0	-1.6	-2.1	-2.0	0.0	-10.5	-9.5
Active bits	20	20	20	20	20	20	20	20
Leq(RLB)	-19.3	-19.3	-19.3	-19.3	-4.3	-49.5	-19.3	-19.3
Leq(RLB)	-16.3		-16.3		10.23		-16.3	
Smpl Rate	48kHz		48kHz		48kHz		48kHz	

Changed since reset: Yes Run Time: 0 d, 0h18:55 Running
Press "SEL" to reset. Any "arrow key" stops, starts.

図11. オーディオ・セッション表示

Dolby Audio Status		Program: 1
Program Desc Text:	Prog 1	
Dolby Format:	Dolby E 20-bit	Dolby Surround Mode: N/A
Channel Mode:	21, 3/21	Copyright Bit: Yes
Program Config:	51	Original Bitstream: Yes
Metadata Source:	Embedded 3-4	DC Filter: Yes
Dolby Data Rate:	Not Specified	Lowpass Filter: Yes
Bitstream Mode:	Complete Main	LFE Lowpass Filter: Yes
Dolby E Frame Rate:	25 fps	Surround 3 dB Alter: Yes
Dolby E Frame Loc:	Line 42 Ft 0079	Surround Phase Shift: Yes
Dynamic Range Parameters		Extended DSI
Dialogue Level:	-27 dB	Preferred Stereo Dmxc: L1/R1
Program Loudness:	-14.70 dBFS	L1/R1 Center Mix Lvl: -3 dB
Average Loudness:	-12.88 dBFS	L1/R1 Surrrnd Mix Lvl: -3 dB
Line Mode Cmpr:	Film STD	L1/R1 Center Mix Lvl: -3 dB
RF Mode Cmpr:	Film STD	L1/R1 Surrrnd Mix Lvl: -3 dB
RF Overmod Prot:	Disabled	Surround EX Mode: N/A
Center Mix Lvl:	-3 dB	Headphone Mode: N/A
Surround Mix Lvl:	-3 dB	A/D Converter Type: STD
Mixing Level:	N/A	SMPTE Timecode: E65:00:00
Room Type:	N/A	

1000 50 SDI Input A Ref: External Tektronix ID: WES2120 Audio In: Dolby 1/Emb3-4 TC Disabled

図12. Dolby Eのメタデータ表示

オーディオ・ラウドネスのモニタリングの他に、オーディオ・クリップ、オーバー、ミュートおよび無音（サイレンス）、さらに5.1オーディオ・チャンネルの真のピークの最大値およびメタバーのオーディオ・レベルの最高値をモニタすることも重要です。これにより、放送信号のオーディオ・コンテンツの整合性を確保できます（図11を参照）。

定義された帯域幅内でマルチチャンネル・オーディオを配信または放送するために、オーディオ・チャンネルの圧縮が必要になります。Dolby Eは制作、ポストプロダクションおよび配信用のマルチチャンネル・オーディオ圧縮フォーマットです。またDolby D（AC-3として知られています）は家庭向けのマルチチャンネル・オーディオ圧縮フォーマットです。

Dolby DとDolby Eは共にオーディオ・メタデータを利用して、オーディオ信号とともにオーディオ・ストリーム情報をデコーダに送ります。Dolby Eでは、オーディオ・メタデータはSMPTE 2020に準拠したVANC（Vertical Ancillary Data）パケットとして送信することもできます。オーディオ・メタデータにはモニタしなければならないDolbyメタデータ・パラメータが多数あります（図12を参照）。この中で重要なパラメータはDialog Normalization（Dialnorm）、Dynamic RangeおよびDownmixの3つです。

DialnormはDolbyオーディオ・デコーダに会話レベルを均一再生するために必要な情報を提供します。Dynamic Rangeはデコーダが大音量レベルを制限する情報を提供し、視聴者の異なるリスニング環境に応じて再生レベルを制御します。この実例として、昼間の環境には高い背景雑音が存在し、夜間の環境では背景雑音が低くなります。Downmixはデコーダに5.1 Dolbyサラウンド・サウンド・オーディオをDolby Surround Downmixと呼ばれるステレオ・オーディオ・ペアにダウンミックスするために必要な情報を提供します。

制作およびポストプロダクションでは、Dolby Eオーディオ・データ・パケットがビデオ・フレームに適切に割り付けられているかを確認することは重要なことです。Dolby Eオーディオ・データ・パケットがビデオ信号のスイッチング・ポイント・インターバル（Dolbyガードバンドとして知られています）内にある場合、Dolby Eオーディオ信号は編集またはビデオ・ソースの切り替え時に破損する場合があります。Dolbyガードバンドの測定では、Dolby Eフレームのライン位置が測定されますので、スイッチング・ポイント・インターバル内にDolby Eフレームが存在するかどうかオペレータおよびエンジニアは簡単に特定できます（図12を参照）。



図13. FlexVu表示を使用した同時SD/HD入力

マルチキャスト伝送SDおよびHD

モニタリング施設に装備された波形モニターが1台でも、同時に表示できる信号は1つとは限りません。当社のオプションSIM (Simultaneous Input Option) を使用すると、図13に示すように、2つの異なる入力、または同時に異なる2つのフォーマットで同じコンテンツを見ることができます。例えば、フォーマット・エンコーダの入力および出力を目視で確認できれば、エンコーダがフォーマット変更以外の処理を施した内容を素早く知ることができます。ロゴが削除されていないかどうか、またはセーフ・タイトルおよびセーフ・エリアが認識され、適切に処理されているかなど確認する必要があります。これらのことを同時に確認でき、CaptureVuを利用してコンテンツ・プロバイダまたは機器製造メーカーに対し適切な指示を行うことができます。



図14. 608および708キャプションの同時デコード

オプションSIMは以下の内容を同時に表示できます。

- 複数の画像
- 波形、ベクトルおよびガマットなどの表示
- ステータスおよびアラーム表示
- 独自のタイムスタンプ付の各エラー・ログ
- タイミング表示
- オーディオ
- 当社独自のANCデータ・インスペクタを使用したANCデータ表示

図14に、左下のタイル表示にCEA708、右下のタイル表示にCEA608クローズド・キャプションを示します。これにより、クローズド・キャプションを持つ同じコンテンツを一つのピクチャ表示内に主言語で表示し、もう一方で副言語でのクローズド・キャプションを示すことができます。

デジタル・テレビへの移行におけるモニタリングおよび測定に関する課題



図15. ステータスおよびアラーム表示

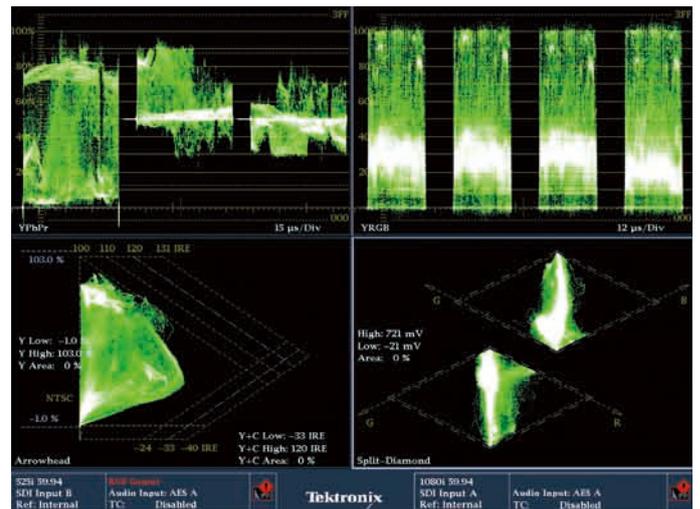


図16. 同時入力モニタリング機能を持つ複数トレース表示

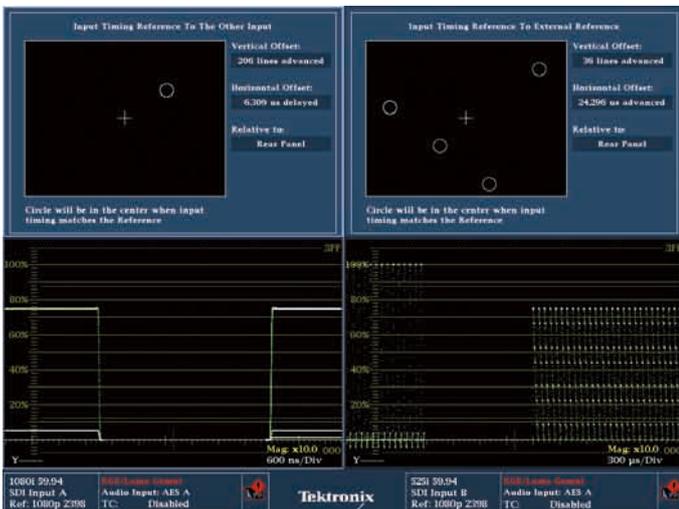


図17. HDおよびSDの同時タイミング表示

異なるコンテンツを複数の場所に送る必要があるとき、読みやすい表示のステータスおよびアラーム表示は潜在的な問題をオペレータに警告する最適なツールと言えます。現在、図15で示されるように2つの異なる入力に対してステータス表示およびエラー・ログを同時にモニタできます。これは1台で2台分の測定機能を備えていることと同じことです。当社は2つの信号ソースを同時にモニタできる包括的なツール・セットを提供しています。

コンテンツの技術的検証を掘り下げてみる必要がある場合、図16に示されているように、同時トレース表示に切り替えることができると、原因を素早く診断し、特定することができます。最高32のプリセット・メモリを装備し、設定を素早く呼び出すことができるため、診断作業を効率よく進めることができます。

1つの施設の中でアナログおよびSD、HDを扱う場合、タイミングを正確に維持することが必要です。当社のタイミング表示は業界のデファクト・スタンダードとして利用されています。

当社はWFMおよびWVRシリーズの波形モニタおよびラスタライザを用いて、アナログおよびデジタル施設でタイミングを取る独自の方法を開発しました。タイミング表示には、シンプルなグラフィカル表示（外部リファレンス信号と入力信号間の相対的なタイミングを示す）および2つの信号間の差異を示す数値表示（ラインおよびマイクロ秒（ μ s））があります（図17を参照）。入力信号はHD-SDI、SD-SDIまたはアナログ・コンポジット信号のいずれかになり、入力タイミングはアナログ・ブラック・バーストまたは3値シンク外部リファレンス入力信号と比較されます。

当社独自のタイミング表示と同時入力機能とを組み合わせることにより、Digital-to-Digital間だけでなくAnalog-to-Digital間のタイミングを取ることが可能になります。オプションSIMを使用してDigital-to-Digital間のタイミングまたはDigital-to-Analog間のタイミングを取ることにも可能です。

物理レイヤ

今日の放送局の施設はアナログ、SDデジタルおよびHDデジタルを混在して放送を行っています。このような状況では、各フォーマットに適合したパッチ・パネル、ケーブル・タイプおよび終端抵抗が使用されていないと様々な悪影響が発生します。例えば、アナログ信号用の75Ω終端抵抗の周波数応答は1.5GbpsのHD-SDI信号で使用するのに適していないにも関わらず、この終端抵抗を誤ってHD-SDI信号に使用してしまう可能性もあります。これは信号を劣化させ、システムに悪影響を及ぼします。1つのアナログ終端抵抗ではシステムへの影響は小さいかもしれませんが、複数の終端抵抗がシステム内に使用されるとシステムの動作を不安定にする可能性があります。信号レベルの減少や、特性の変化のシステムに対する影響は、ある一定レベルまでは正常に動作していても、限界を超えると急に異常となる「デジタル・クリフ」をもたらし、処理機器によっては信号損失またはフリーズ画像を生成します。

物理レイヤに影響を及ぼす問題を回避する場合、シリアル・デジタル・インタフェース (SDI) の状態をモニタするためにさまざまなツールが使用できます。HDでは、簡易CRC (Cyclic Redundancy Code) がルミナンスおよびクロマ信号用の各ラインに付加されます。アクティブラインワードの開始からラインナンバーワードの終了までの合計を計算したCRC値を使用してデジタル・アクティブ・ラインのエラーを検出できます。この値はEAV (End of Active Video) の終わりに埋め込まれ、信号の送信パスに搬送されます。受信端ではCRC値をデータから抽出し、新しく計算されたCRC値と比較されます。値が同じであれば、信号送信中にエラーは発生しなかったと見なされます。2つのCRC値が異なる場合、送信中にエラーが発生したと判断され、問題を解決する必要があります。

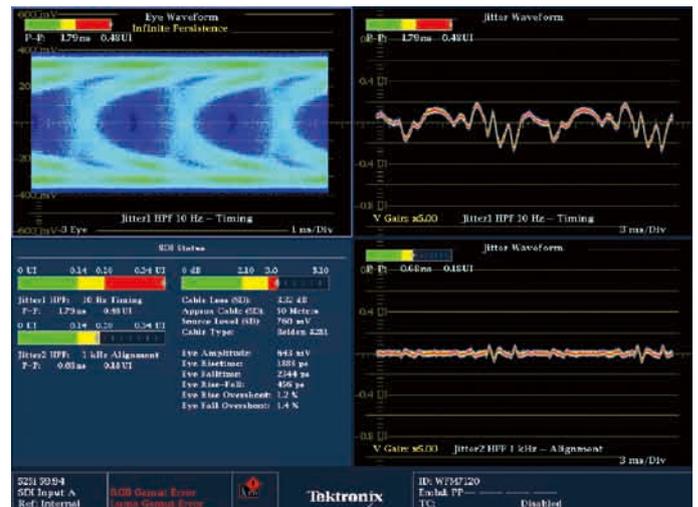


図18. FlexVu物理レイヤ測定

デジタル・テレビへの移行におけるモニタリングおよび測定に関する課題

波形モニタはビデオ・セッション表示のセッション中に発生するCRCエラー数を示すことができます（図3を参照）。まれに発生するエラー（1日に1、2回程度）だとシステムにとってそれが重大なエラーかどうか判断できません。これらのエラーの頻度が1分に1回、1秒に1回と高まってくると、物理レイヤの健全性を損なう潜在的な問題を含んでいる状態だと判断され、伝送パスの検査が必要になってきます。

WFM7120型のEYE（アイ・パターン）やジッタ表示は、物理レイヤが健全であるかどうかを確認するツールとして最適です。アイ表示では、SDI信号のアイ・パターンの開き具合を測定することができます。この結果を使用して受信側で信号からクロックおよびデータのリカバリを損なう現象を認識することができます。エンジニアは波形モニタを使用してEYE開口を目視確認できます。ジッタ・メータはデータが適切な時間的位置からずれているか、その変動量を計測できます。WFM7120型またはWVRシリーズのオプションPHYでビデオ・ラインおよびフィールド・レートに関連する物理レイヤのジッタ波形を表示し、信号に重大なジッタがあるかを確認できます。さまざまなバンドパス・フィルタを適用して、ビデオ信号のラインおよびフィールド・レートに対応したさまざまな周波数にジッタを分離できます。標準で、タイミン

グ・ジッタ（カットオフ10Hzのバンドパス・フィルタ）およびアライメント・フィルタ（カットオフSD：1kHz、HD：100kHzのバンドパス・フィルタ）が装備されています。

波形モニタ1台だけで、信号内に発生したジッタを評価するのに必要なタイミングやアライメント・ジッタを同時に測定できます（図18を参照）。通常、10Hzからアライメント・バンドパス・フィルタのカットオフ周波数までのジッタは受信側のPLLによって追従されます。しかしアライメント・ジッタ測定に高いジッタ値が存在している場合、受信側のPLLではジッタに追従することが難しく、結果的にクロック・エラーまたはデータ・エラーを生じさせます。これらのエラーが発生すると、受信側で信号をリカバリできず、「デジタル・クリフ」に落ち込んでしまうことになります。オプション PHYでは、この他にアイ振幅、オーバーシュート／アンダーシュート、立上り／立下り時間、ジッタの自動測定機能、ケーブル長およびソース振幅の推定機能を持っています。図18に示すように、これらの測定結果はSDIステータスに表示されます。これらのツールを使用して、エンジニアは信号が「デジタル・クリフ」に落ち込み、システムでの信号損失および障害を引き起こす前に潜在的な物理レイヤの問題を診断できます。

本技術資料で説明されたテクトロニクス製品について詳しく知りたい方は、以下のウェブサイトアクセスしてください。

WFM6000/7000シリーズ

TG700型

www.tektronix.co.jp/video_audio

Tektronix お問い合わせ先：

日本

本社 03-6714-3111

SA営業統括部 03-6714-3004

ビデオ計測営業部 03-6714-3005

大宮営業所 048-646-0711

仙台営業所 022-792-2011

神奈川営業所 045-473-9871

東京営業所 042-573-2111

名古屋営業所 052-581-3547

大阪営業所 06-6397-6531

福岡営業所 092-472-2626

湘南カスタム・サービス・センタ 0120-7-41046

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 30 October 2008

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.co.jp) または www.tektronix.com をご参照ください。

TEKTRONIXおよびTEKは、Tektronix, Inc.の登録商標です。Dolbyは、米国Dolby Laboratories, 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。

07/09

2BZ-23974-0

Tektronix

Enabling Innovation

日本テクトロニクス株式会社

www.tektronix.co.jp

〒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

技術的なご相談は、お客様コールセンターまでお問い合わせください。

TEL:03-6714-3010 E-mail:ccc.jp@tektronix.com

電話受付時間／9:00～12:00・13:00～18:00 月曜～金曜(休祝日は除く)

■ 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