

スタジオ設備／CMバンク／番組・素材サーバなどの管理 および監視方法

はじめに

地上デジタル放送 (ISDB-T) がスタートして、従来の映像フォーマットに比べて極めて情報量の多い信号を使用した番組コンテンツが増えています。新たに設備されるHDTV用各種装置により、従来と大きく異なると予測されるポイントは、映像信号フォーマットがコンポーネント・ベースになること、その形式は1080i (1125/60i) あるいは720p (750/60p) など複数形式が利用できること、サイマル放送の間はフォーマット変換作業が日常茶飯事になることなどがあげられます。本書では、特に番組制作、素材サーバ、CMバンク、フォーマット変換作業、スタジオ設備運用時などにおける映像／音声信号の管理のための、基本的な監視手法を紹介し、編集やプレビュー作業時に適正な映像と音声レベルを管理することにより、番組コンテンツの品質と制作効率を向上させることで、やり直しや後処理などの無駄な反復作業を予防することができます。

コンポーネント映像の基本測定

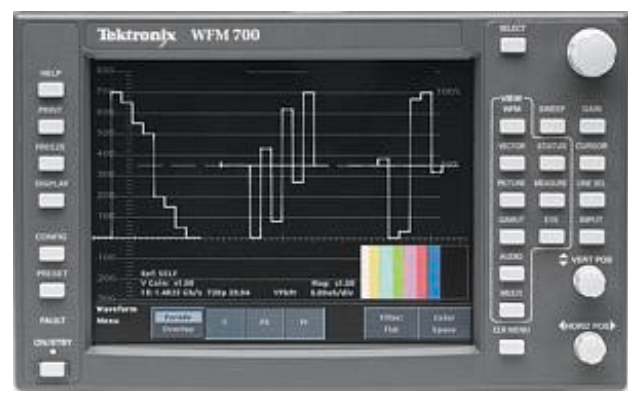
コンポーネント映像信号は高画質の映像フォーマットとして古くから運用されていますが、カメラ映像出力のRGB表示の他は、NTSCによる監視がほとんどなため、その観測方法はあまり知られていないのが現状です。世界初の統一デジタル規格D1_VTR規格 (正式にはITU-R BT.601と呼ばれています) が1982年に登場して以来、今日のHDTV規格もコンポーネント映像がベースになっています。輝度信号 (Y) と色差信号 (Pb, PrあるいはCb, Cr) 形式のコンポーネント映像信号の基本監視項目を大別すると以下のようになります。

- (1) コンポーネント間の相対信号レベル
- (2) コンポーネント間の相対タイミング
- (3) コンポーネント毎の信号特性 (リニアリティ、F特、S/N、Kファクタなど)

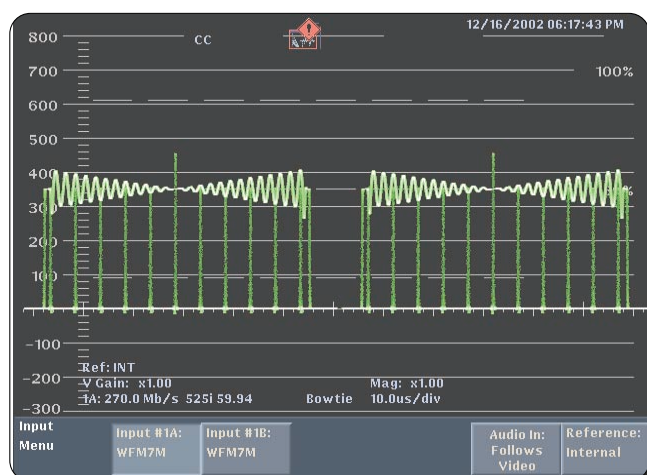
上記 (1) に問題があると、色味の正確な再現が困難になります。これに関しては、後述の「ガマット・エラー監視」の項を参照してください。また (2) に問題があると、映像の輪郭部分の解像度が劣化してぼやけたり、全体的にキレの甘い映像の原因になります。 (3) の項目は、基本的にNTSCなど従来の測定項目と同様の内容で、チャンネルごとの性能を評価します。上記 (1) と (2) がコンポーネント独自の測定項目ですが、これらを測定するための2つの便利な手法があります。

まず最初に、ボウタイ (Bowtie) 表示機能について紹介します。専用テスト信号を被測定機器やシステムに接続して、その出力信号を専用波形モニターで監視します。HD測定用として、YとPb、Pr信号は5MHzを中心周波数として同一の振幅と位相になっていますが、色差信号のみ中心部分から両サイドに向かって2kHzオフセットされています。その結果、図2に示すように蝶ネクタイ (Bowtie) のような波形表示になります。左側はY-Pb、右側はY-Pr表示になっています。Yと色差信号の振幅とタイミングが一致していれば、中央部分で振幅がゼロ (Null) になります。実際には、1ns間隔のマーカを使用して測定します。これは当社が開発した独自の測定手法ですが、現在では他社製品にも採用されています。

次に、カラー・バー信号を使用して、同様の測定ができるライトニング (Lightning) 表示機能を紹介し、1画面を上下に分割して、上部はYとPbの直交表示、下部は (－) YとPrの直交表示でできています。まるで稲妻 (Lightning) のような波形表示になることから、このように呼ばれています (図3参照)。各コンポーネント映像信号の適正振幅は、 $\pm 2\%$ の四角形でマークされた部分におさまるように調整します。タイミング測定は、G (グリーン) からM (マゼンタ) に変化する軌跡 (トレース) が中央部分を横切る点で測定します。HDTVの場合は、中央部から順に $\pm 2\text{ns}$ 、 $\pm 5\text{ns}$ 、 $\pm 13.5\text{ns}$ 、 $\pm 27\text{ns}$ の遅延を示すドット・マークが表示されています。 ((3) に関しては、当社アプリケーション・ノート「マルチスタンダード&マルチフォーマット対応のビデオ・システムにおけるタイミングと同期の調整法」をご参照ください。)



▶ 図1：コンポーネント波形表示 (WFM700シリーズ)



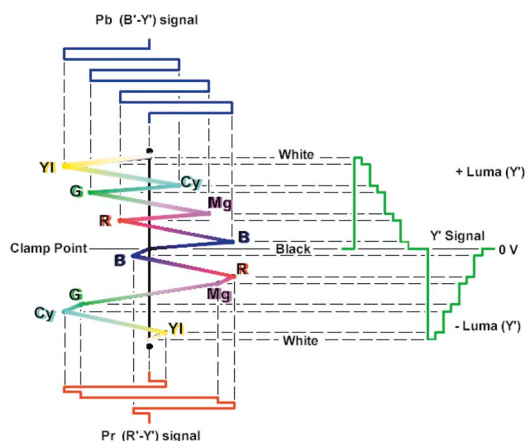
▶ 図2：ボウタイ表示例

デジタル映像のガンマット・エラー監視

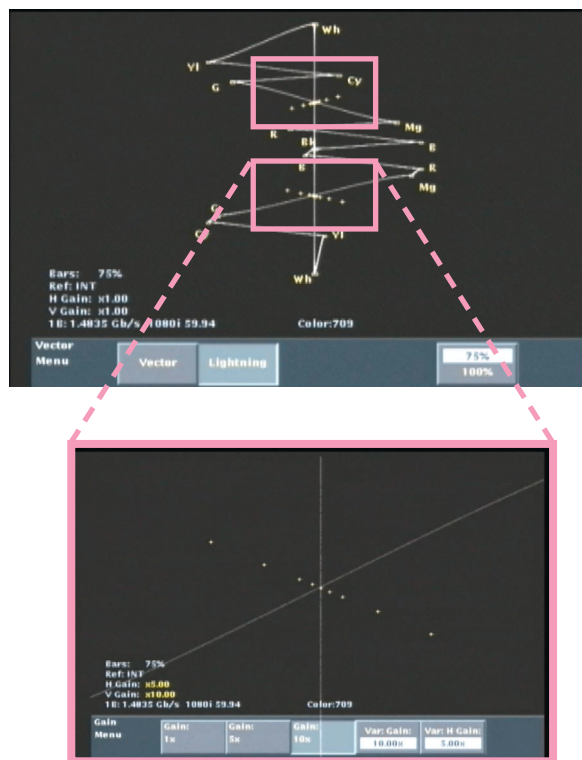
最近ガンマット (GAMUT) という言葉を雑誌や技術資料でもみるようになりましたが、これを辞書で確認すると「全領域」と記されています。ここでは、特に「表示可能な映像の全範囲」という意味で使用しています。また、最終エンド・ユーザ側においても「適正に再

ボウタイ表示は、輝度 (Y) 信号と色差 (Pb Pr) 信号間の振幅レベルとタイミングを差分表示します。2つの表示のうち、左側はY-Pb、右側はY-Prを示します。理想的な場合は、それぞれ中心点において振幅がゼロになります。タイミング・エラーは、マーカを使用して数値で表すことができます。VTRやサーバなどの素材を記録再生する機器はもちろんですが、カラー補正処理を施す各種機器の出力では、この特性を正確に把握した上で、チャンネル間のレベルと位相を適性に調整する必要があります。一機種当りの誤差はわずかでも、そのパスを信号が通過するたびに加算されて大きなエラーになると、画質劣化の原因になります。(この測定には、専用のテスト信号をご使用ください。当社TG700型 (HDVG7型・DVG7型が必要) など出力できます。)

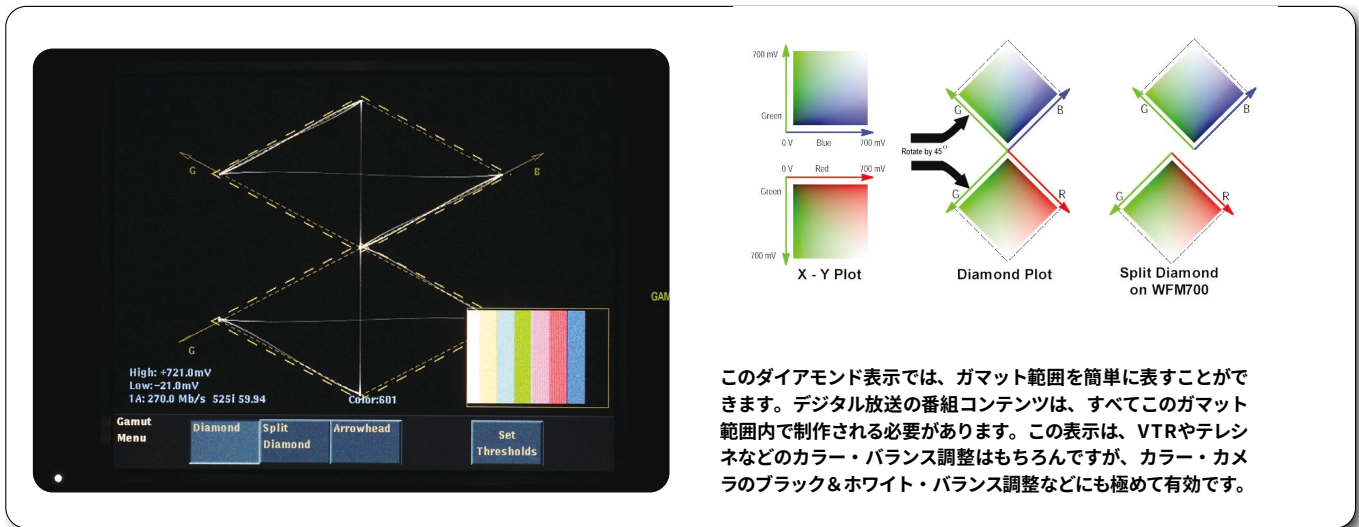
現可能な映像レベル」と言い換えることもできます。これは一見むずしうに感じられるかもしれませんが、実態は極めて簡単な規則に基づいています。HDTVの標準規格はARIB BTA-S002B、SMPTE 240M /274MそしてITU-R BT709になりますが、これらの規格にはカメラのRGBからYPbPrへの変換式が明記されて



ライトニング表示は、3つのコンポーネント信号 (Y、Pb、Pr) を同一画面上で同時監視する手法です。カラー・バー信号が適正に記録された素材やテスト信号があれば、この表示機能を使用できます。各色の適正位置を示す□マークに入っていれば、相対振幅差が±2%以下であることがわかります。色の適正位置を示すマークが、2つある点に注目してください。上側はYとPb、下側はYとPrの相対関係を表しています。VTRやテレシネなどのカラー・コレクタの調整にも有効です。



▶ 図3：ライトニング表示

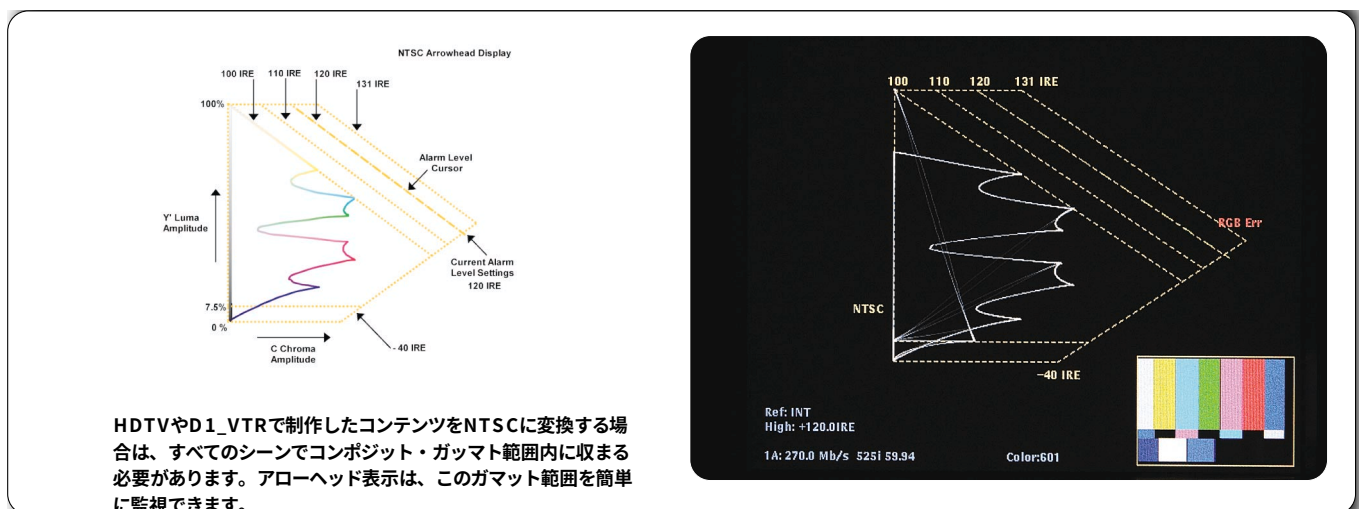


▶ 図4：ダイヤモンド表示

います。通常のHDTVシステムはYPbPrベースで構築されていますので、このコンポーネント映像のガマット領域をどのように監視できるかという点がポイントになります。

この領域は、図4のダイヤモンド表示で簡単に確認することができます。デジタル放送用の番組やCMなどの映像コンテンツは、すべてこの範囲内で制作されることが必須条件の1つになります。この範囲を超えたシーンがある場合は、速やかに修正しなければなりません。当社のWFM700シリーズ波形モニターを使用すると、エラー箇所の特定もちろん、RGBガマット・エラーとして検出して、タイム・コードや時間情報とともに記録を残すことができるので、修正作業が容易になります。

さらに、もう1つ注意をしなければならない監視項目があります。それは、2011年までは現行NTSC放送のサイマル放送が続けられるため、最新のHD設備で制作した番組コンテンツをNTSCにダウンコンバートして使用する場合などに遵守しなければならない映像領域の監視です。これはコンポジット・ガマット領域と呼ばれています。この領域は、図5のアローヘッド表示で簡単に確認できます。この範囲を超えたシーンがある場合は、速やかに修正しなければなりません。WFM700シリーズを使用すると、エラー箇所の特定もちろん、コンポジット・ガマット・エラーとして検出して、タイム・コードや時間情報とともに記録を残すことができるので、修正作業が容易になります。



▶ 図5：アローヘッド表示



RGBガマットとコンポジット・ガマット・エラーが検出されると、この映像セッション表示内にエラー発生頻度が表示されます。デジタル放送コンテンツではRGBガマット・エラーを、NTSCコンテンツに変換する場合はコンポジット・ガマット・エラーを最小限にするように、適正な品質管理を行う必要があります。

▶ 図6：映像セッション表示例

ガマット・エラーが検出されると、その発生回数をカウントして、頻度を測定することができます。現在はこの数値ガイドラインは策定されていませんが、高品質なコンテンツを管理するには1%以下が望ましいでしょう。このエラーの発生頻度が数%超の場合は、問題箇所を修正する必要があります。この際イベントログの時間又はタイムコード情報を使うと便利です（図6、図7参照）。また、WFM700シリーズのYPbPr出力をピクチャ・モニタに接続すると、エラー箇所をハイライト表示できるので、簡単に特定できます。

デジタル放送用のコンテンツはその利用方法が多岐に及ぶ可能性があるため、素材ごとに適切な履歴情報と共に管理することで高い品質を維持し、総合的な利用効率を上げることが期待できます。映像素材のガマット管理は、番組を制作する場合はもちろんですが、番組コンテンツを送受信する場合や素材を受入検査してファイリングする場合などに基本的な監視項目として利用できます。（ガマット／ガマット測定についての詳細は、当社アプリケーション・ノート「ガマット測定入門－色とガマットを理解するために」をご参照ください。）

デジタル音声の基本的なエラー監視

デジタル放送により、映像がHDTVになると誰の目にも明らか高画質が実現しますが、音声に関しても24ビット化されて5.1サラウンド放送されると、家庭でも劇場にいるような臨場感を味わうことができるようになります。このように音源が複数になった場合でも、チャンネルごとのレベルとチャンネル間の位相を監視することが基本として必要です。最新の機器では独自の5.1サラウンド表示によって、レベルと位相に加えて視聴空間をシミュレーションで



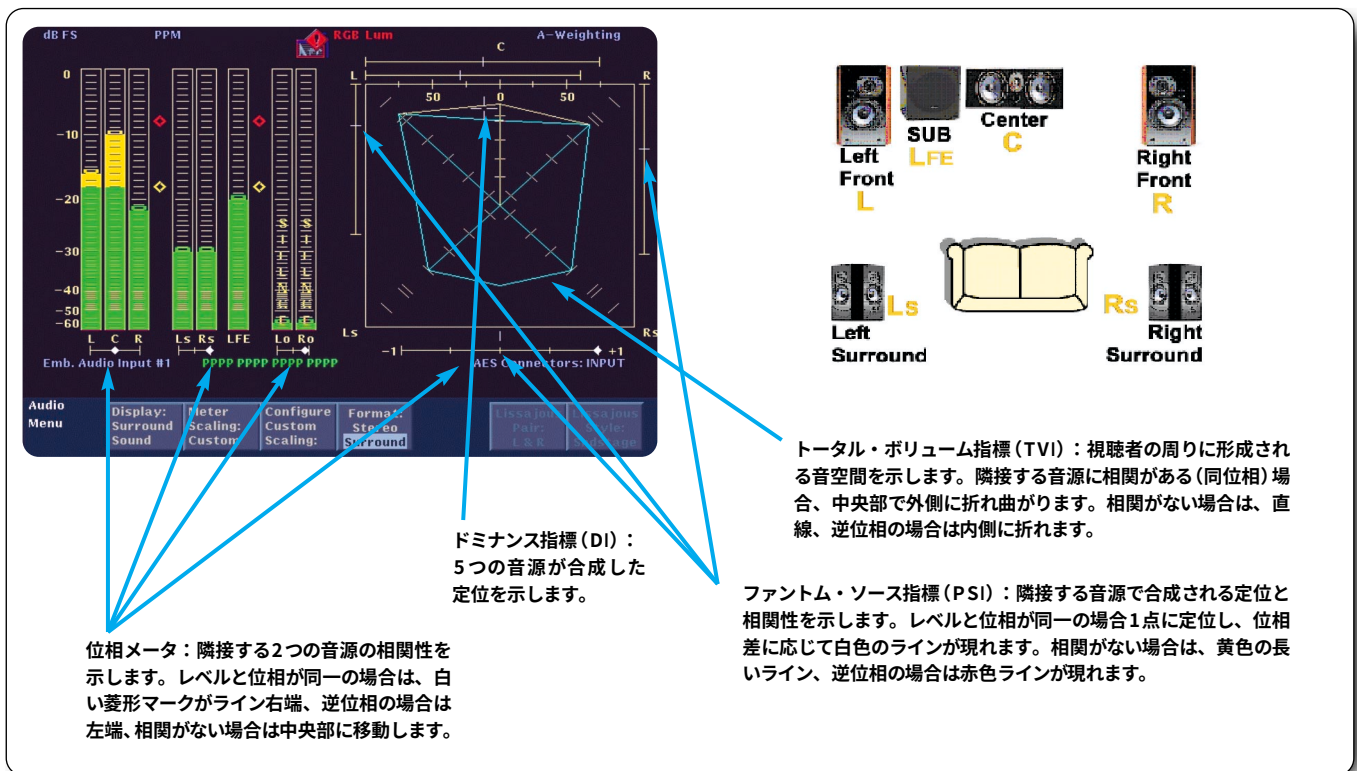
映像セッション中に測定されたガマット・エラーを、イベント・ログに時刻情報やタイム・コード情報と共に記録して保存できます。特にエラー箇所を特定したり修正する場合には、このデータが有効です。また、コンテンツの品質履歴管理などにも応用できるため、素材の受入検査やファイリング作業にも便利です。

▶ 図7：イベント・ログの例

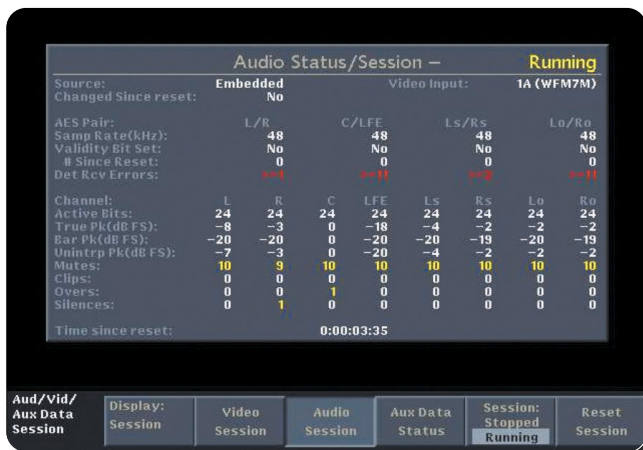
きる機能が登場しています。図8にその表示例を示します。このような表示は、今後増えることが予測される映画や音楽、スポーツなどで従来に無い音響効果を演出する際に有効になります。（5.1サラウンド表示についての詳細は、当社英文アプリケーション・ノート「サラウンド・サウンド・オーディオのモニタリング」をご参照ください。）

完全にデジタル化されると、音声レベルの表示単位が従来のVUやdBmからdBFSに変わります。この「FS」とはフル・スケールの略称で、音声信号を符号化する際的全範囲を意味しています。つまり、24ビットのデジタル音声扱える符号の範囲は、全ビットがゼロ（0）の場合から1の場合だけです。それ以外にデータは存在しません。アナログの最大出力レベル（MOL）は許容できる全高調波歪みで規定されましたが、デジタルでは0dBFSが最大信号レベル（MSL）を表します。したがって過大なアナログ音声符号化する場合は、この最大信号レベルを超えないように注意する必要があります。このレベルを超えた箇所があれば、クリップされて一定期間同じデータが連続し、再生時に不快な高調波ノイズとなって現れる恐れがあります。デジタル音声を監視する場合、このクリップの他に、ミュートと呼ばれる無音箇所の検出や一定レベルを超えて連続する過大／過小音声箇所の検出が重要な監視項目になります。このような現象が発生した場合は、速やかに問題箇所を特定し、補正しなければなりません（図9）。標準音声信号レベルとして、アナログでは0VU（または0～8dBm）を基準にしていますが、デジタルの場合はSMPTE RP155などで-20dBFSが推奨されています。

前述した映像のガマット監視と同様に、音声のクリップ、ミュート、サイレンス、オーバなどを発生させないように、コンテンツを収録あるいは制作編集・ファイリング段階で管理できれば、後処理として不要なトラブルに対処する無駄を未然に防止できます。



▶ 図8：5.1サラウンド・サウンド表示例



▶ 図9：オーディオ・エラー監視例

オーディオ・セッション表示では、デジタル音声を個別に監視できます。アクティブ・ビット、真のピーク値などは数値で、ミュート(無音)、クリップ、オーバ・レベル、サイレンスは、発生頻度をカウントすることができます。それぞれのエラーの検出条件は任意に設定できます。また、エラーが発生した場合の情報を時間とともにログ・データとして記録できます。このようなエラーが発生した場合は、速やかに修正する必要があります。

字幕データなどの補助データ監視

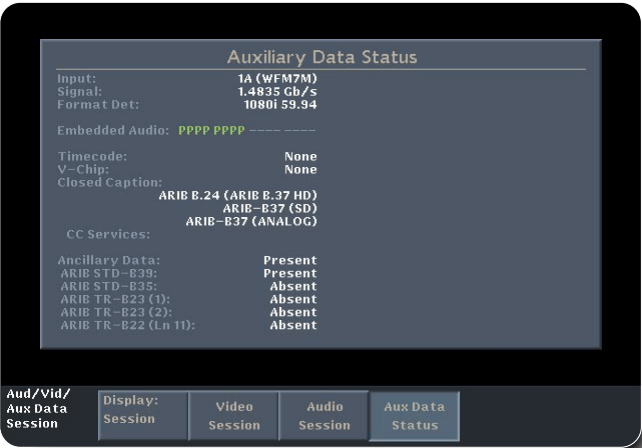
デジタル化により高品質な映像や音声の制作が可能になるのに伴い、コンテンツ保護の対応が検討されています。今後コンテンツの相互利用が活発化するなかで、各社が独自運用方法を使用し統一がとれていないと、それが業界にとってデメリットになることが予想されます。ARIB（電波産業会）では、デジタル映像コンテンツに多重する補助データに関する運用指針を勧告しています。その主なものを下記表に記載します。

表1 補助データに関するARIB運用規定

ARIB STD-B35	データ放送トリガ信号
ARIB STD-B37	デジタル字幕データ
ARIB STD-B39	放送局間制御信号
ARIB TR-B22	デジタルHDTV素材伝送補助データ
ARIB TR-B23	ユーザ・データ(1)&(2)

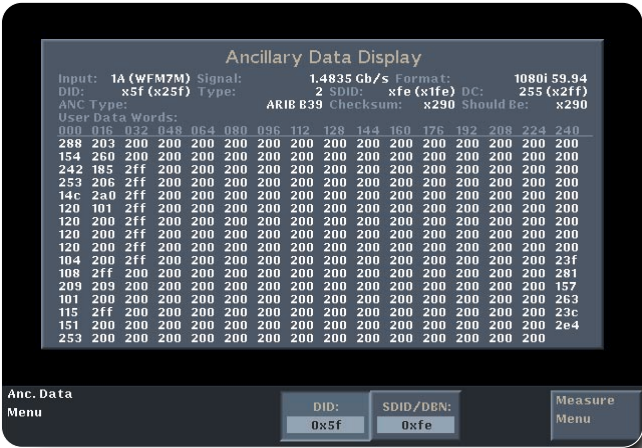
これら以外にも、エンベデッド音声やタイム・コードなども、同様に補助データの1つとして規定されています。番組や映像コンテンツを扱う場合、各種補助データ情報の有無はもちろんですが、ユーザ・データのステータスなども重要な管理情報になります。特にデジタル字幕放送サービスに関しては、総務省が2007年までにニュース・スポーツ中継などの生番組を除いて付与可能な全番組に字幕を付けるガイドラインを示していることもあって、制作レベルでの対応が求められています。

図10に補助データのサマリ表示、図11にRaw_Data表示例を示します。今後世界標準の運用規定が検討されています。このような新たな仕様に対応するために、補助データ・パケットのDID（データID）とSDID（第2データID）を独立に指定することで、任意のユーザ・データ情報が簡単に監視できます。



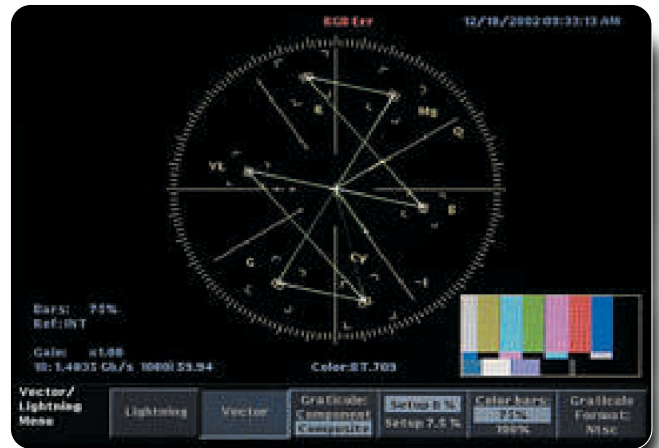
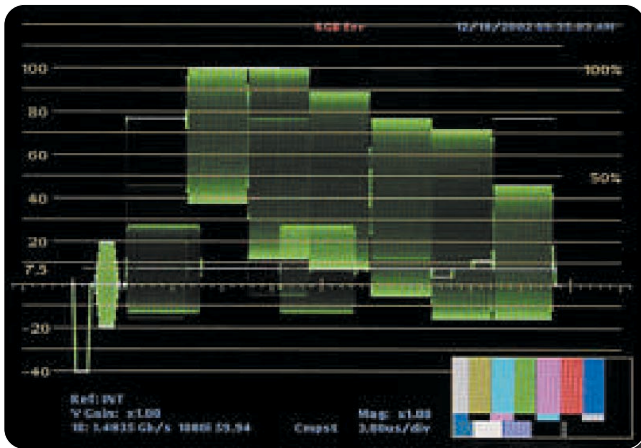
ARIB独自の補助データを自動的に検出して表示します。エンベデッド音声チャンネル、タイム・コードの他に、デジタル字幕データ、放送局間制御信号、データ・トリガ信号、ユーザ・データなどを表示します。

▶ 図10：補助データのサマリ表示例



任意のDIDとSDIDにより、多重された補助データのユーザ・データ・ワード（UDW）を抽出して表示できます。このRaw_Data表示機能により、既に策定されている規格の表示はもちろんですが、将来新たに追加されるデータに対しても対応が考慮されています。

▶ 図11：補助データのサマリ表示例



これらはデジタルHDTVの映像信号なのですが、アナログとの違いがすぐわかるでしょうか。
元々のコンポーネント情報を演算処理して、表示上NTSC映像信号のイメージで表しています。波形モニタと同様にベクトルスコープも使用できるため、従来と同じ方法で観測できるのがポイントです。

▶ 図12：擬似NTSC表示の例（波形モニタ）

▶ 図13：擬似NTSC表示の例（ベクトルスコープ）

デジタルHDTVの擬似NTSC表示機能

ここまでは、デジタル放送設備の中でも特にスタジオやCMバンクなど、HDTV番組素材の制作および管理をする上で重要な監視手法に焦点を当てて解説してきましたが、最後にNTSC映像の監視で培われた経験や豊富なノウハウを、今後のデジタルHDTVの監視業務でも活用できる便利な機能を紹介します。冒頭でも述べましたが、デジタル放送設備を運用する際はHDTVが中心になりますが、現状はコンポーネント映像信号の監視業務に精通された技術者は決して多くありません。

そこで表示の段階でデジタルHD映像情報をエンコードしてNTSCイメージで表示する機能が好評です(図12、図13参照)。



▶ 図14：当社の波形モニタ群 左：WFM700シリーズ波形モニタ、右：WFM7100型波形ラスタライザ

終わりに

デジタル放送システムでは、各業務が機能的に細分化されて、専門化場合があります。番組素材を収録保存したりや番組制作あるいはCM/CGコンテンツやスタジオを管理する部門などでは、コンテンツの信号品質を適正に管理することが重要になります。本書が少しでもお役に立ては幸いです。

Tektronix お問い合わせ先:

東南アジア諸国/オーストラリア/パキスタン (65) 6356-3900

オーストラリア +43 2236 8092 262

ベルギー +32 (2) 715 89 70

ブラジルおよび南米 55 (11) 3741 8360

カナダ 1 (800) 661 5625

中央ヨーロッパおよびギリシャ +43 2236 8092 301

デンマーク +45 44 850 700

フィンランド +358 (9) 4783 400

フランスおよび北アフリカ +33 (0) 1 69 86 80 34

ドイツ +49 (221) 94 77 400

香港 (852) 2585-6688

インド (91) 80-22275577

イタリア +39 (02) 25086 1

日本 81 (3) 6714-3010

メキシコ、中米およびカリブ海諸国 52 (55) 56666-333

オランダ +31 (0) 23 569 5555

ノルウェー +47 22 07 07 00

中華人民共和国 86 (10) 6235-1230

ポーランド +48 (0) 22 521 53 40

大韓民国 82 (2) 528-5299

ロシア、その他の旧ソ連共和国およびバルト海諸国 +358 (9) 4783 400

南アフリカ +27 11 254 8360

スペイン (+34) 901 988 054

スウェーデン +46 8 477 6503/4

台湾 886 (2) 2722-9622

イギリスおよびアイルランド +44 (0) 1344 392400

アメリカ 1 (800) 426-2200

アメリカ(輸出販売) 1 (503) 627-1916

その他の地域からのお問合せ :Tektronix, Inc.1 (503) 627-7111

Updated August 13, 2004

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。



Copyright © 2005, Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix製品は、米国およびその他の国の取得済みおよび出願中の特許により保護されています。本書は過去に公開されたすべての文書に優先します。仕様および価格は予告なしに変更することがあります。TEKTRONIXおよびTEKはTektronix, Inc.の登録商標です。その他本書に記載されている商品名は、各社のサービスマーク、商標または登録商標です。

8 www.tektronix.co.jp/video_audio

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い合わせください。

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

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

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