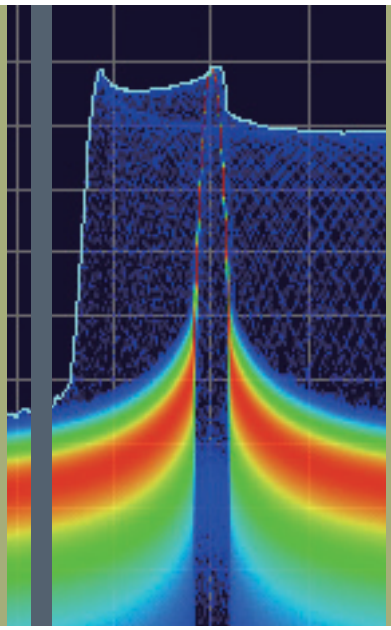

リアルタイム・スペクトラム・アナライザにおける DPX技術の基礎

入門書

目　次

信号の検出、トリガ、取込み、解析が可能な革新的ツール ・・・・・・・・・・・・・・・・・・3

DPX（デジタル･フォスファ）スペクトラム表示 ・・・・・・4

DPXの動作原理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5

スペクトラム・データの収集 ・・・・・・・・・・・・5

フレームのアップデート ・・・・・・・・・・・・・・・6

発生頻度による色表示 ・・・・・・・・・・・・・・・・7

カラー・マッピング・カーブ ・・・・・・・・・・・・・8

DPX掃引 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9

高速イベントの確実な取込み ・・・・・・・・・・・・・・・10

DPXリアルタイム・スパンでの確実な取込み ・・・10

DPX掃引スパンでの確実な取込み ・・・・・・・・・11

DPX Density測定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11

マーカによる密度測定 ・・・・・・・・・・・・・・12

DPXビットマップのマーカ・ピーク検出 ・・・・・12

ボックス（設定範囲）による密度測定 ・・・・・・・13

パーシスタンス ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・15

密度に与えるパーシスタンスの影響 ・・・・・・・・15

Z軸（輝度）分解能 ・・・・・・・・・・・・・・・・・16

パーシスタンスの設定 ・・・・・・・・・・・・・・・16

DPX Densityトリガ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・17

Trigger On This™ ・・・・・・・・・・・・・・・・・18

Trigger On Thisによる自動スレッショルド設定 ・・18

DPX Densityトリガ・タイミング ・・・・・・・・・19

パーシスタンスとDPX Densityトリガ ・・・・・・19

DPXの特長 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・19

信号の検出、トリガ、取込み、解析が可能な革新的ツール

時間と共に変化する信号の特性評価、解析、診断、問題解決には、まず信号を検出することから始まります。利用可能な帯域でのチャンネル数の増加、新しいアプリケーションによる無線伝送の活用、RFシステムのデジタル化などにより、複雑な信号の動作や相互動作などを解析するための効率的なツールが求められています。

RSAシリーズ・リアルタイム・スペクトラム・アナライザに標準で搭載されているテクトロニクス特許のDPX®（デジタル·フォスファ）技術により、従来のスペクトラム・アナライザやベクトル・シグナル・アナライザでは完全に見逃していた信号を取込むことができ、詳細な解析が行えます。実際のRF信号を欠落のないライブ動画のように表現するDPXスペクトラム表示により、今まで観測できなかった信号が表示でき、問題の発見と解析に要する時間を大幅に短縮できます。DPX技術は、当社のすべてのRSAシリーズに搭載されています。

この入門書では、DPXスペクトラム表示、DPX掃引、DPX Density™測定、DPX Densityトリガについて説明します。

- DPX掃引は、アナライザの持つ測定周波数帯域全体に対応するため、DPXスパンを拡張してスペクトラム解析が行える画期的な新技術です。アナライザは、数十MHz帯域幅の多数のリアルタイム・セグメントが含まれるワイドスパンを取込むことができます。この多数のリアルタイム・セグメントは、まとめて1画面上にDPXスペクトラム表示されます。
- DPX Densityトリガは、DPXスペクトラム表示により信号を検出する全く新しい方法で、ほとんどの場合、他の信号に埋もれている測定信号を検出する唯一の方法です。問題を診断するには、DPX表示でこのような信号を観測するだけでも十分ですが、より詳細な解析には、その信号のデータを取込むことが必要となります。

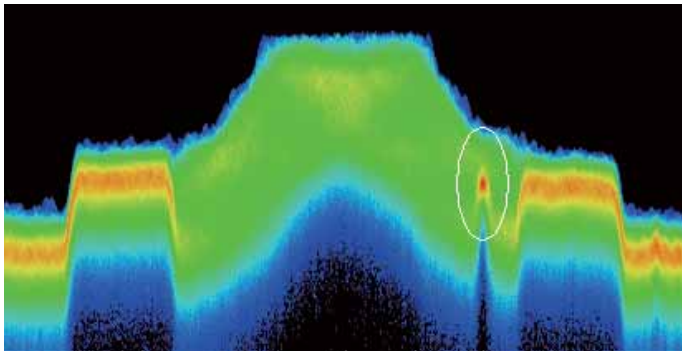

図1. 楕円で囲まれた信号は、高品位FMラジオ信号に埋もれた狭帯域干渉伝送信号

検出が困難な信号例としては、図1に示すFM信号に埋もれた偶発的に発生する狭帯域伝送信号があります。時間ドメインや周波数ドメインでの従来のトリガ方法では、このような信号でイベント・トリガをかけて検出することはできません。DPX Densityトリガは、信号の時間密度でトリガをかける方式のため、このような信号でもトリガをかけることができます。

第二世代のDPX性能と機能は、解析スピードと輝度分解能が大幅に改善されています。最高で毎秒292,000回の高速スペクトラム変換により、最小10.3μs幅のイベントを取込むことができ、またトランジェント信号の視覚的な識別が容易になっています。DPXスペクトラム表示の高分解能Z軸（輝度）表示により、どの周波数と振幅ポイントの信号密度でも正確に測定できます。密度を表示するカラー・スケールは、ユーザ設定可能なマッピングにより表示性能が向上しています。

新しいアナライザやアップグレードされたアナライザでは、これらの新機能が1クリックで実行される自動測定機能により、電源投入後数分で使用可能になります。最初の新機能は、どのような信号が表示されていても、DPXビットマップのカラー・レンジが素早く設定できるオート・カラーです。次はTrigger On ThisTM機能で、ポップアップ・メニューのDPX Densityトリガをオンにして各パラメータを設定することにより、画面上でクリックした信号を取込こむとができます。

この入門書で説明しているDPX性能と機能は、当社のスペクトラム・アナライザによっては搭載されていないものもありますが、RSA6000シリーズ・スペクトラム・アナライザでは、これらすべての性能と機能が搭載されています。

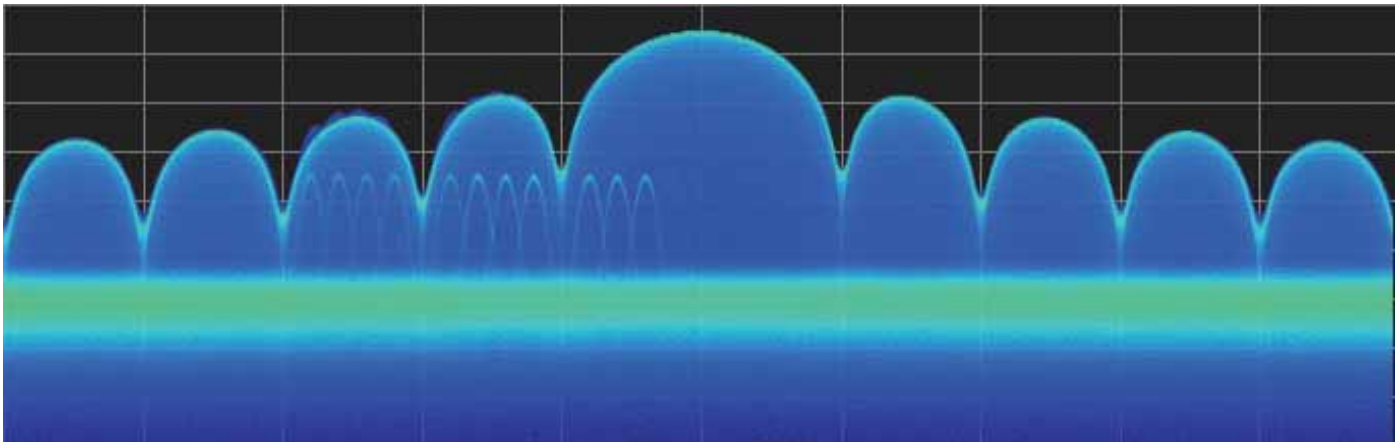

図2. 大きな信号に埋もれた低振幅信号が、はっきりと表示できるDPXスペクトラム表示

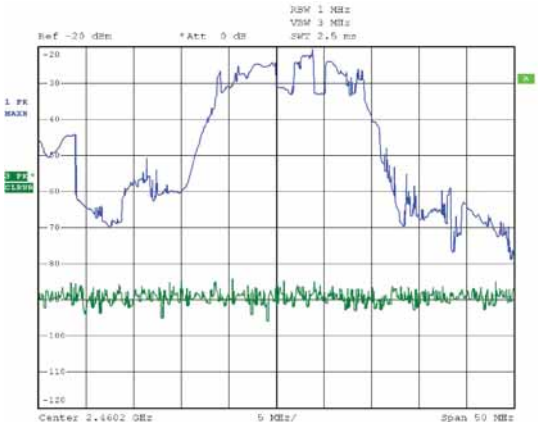

図3. 掃引型スペクトラム・アナライザの正ピーク検出を使用したマックスホールド波形と、通常のスペクトラム表示。マックスホールド波形では、ノートPCの大きい信号は表示されますが、アクセス・ポイントの低振幅伝送信号は、どちらの波形でも表示されません。

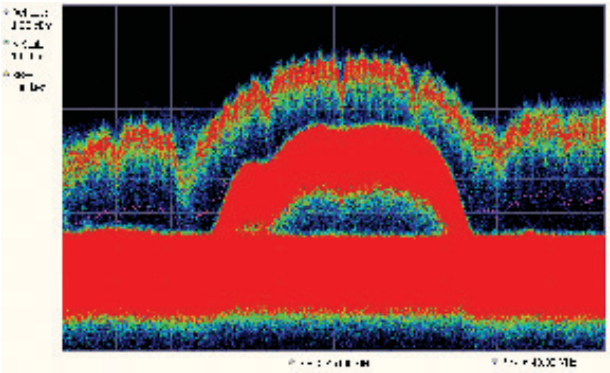

図4. RSA6000シリーズのDPXスペクトラム表示で、ノートPCからの伝送信号、アクセス・ポイント信号、バックグランド・ノイズをライブな動きを持つビットマップ波形として表示

DPX（デジタル･フォスファ）スペクトラム表示

DPXスペクトラム表示により、最小10.3μs幅のトランジェント信号が検出でき、正確な解析が行えます。専用のハードウェアにより、最高で毎秒292,000回のスピードで、デジタル化された入力信号がスペクトラムに変換されます。次に、ビットマップを使用して、変換したすべてのスペクトラムを表示します。このカラー・グレード・ビットマップは、大きな信号に埋もれた、同じ周波数で異なる時間に発生する低振幅の信号が検出できます。

図2に示すDPXスペクトラム表示の大きな信号は、一定周波数の繰り返しパルスを表しています。この表示では、同じ周波数スパン内を周波数が高速でステップ変動する低振幅の連続波（CW）信号も観測されています。パルスがオンのときは、2信号のパワーは加算されますが、パルスのエンベロープ形状にはほとんど差はありません。パルスがオフのときは、ステップ変動する信号のみが検出され、本来の信号形状が表示されます。DPX表示がアップデートされる前に、少なくとも1サイクルのパルスが発生しているため、ビットマップで両方の信号が観測できます。

図3の従来の掃引型スペクトラム・アナライザ表示と、図4のリアルタイム・スペクトラム・アナライザのDPXスペクトラム表示を比較してみてください。表示している信号は、近くにあるPCと、離れた場所にあるネットワークAP（アクセス・ポイント）間の一般的な無線LAN相互通信の信号です。ノートPCの信号は、測定アンテナにより近いため、APの信号より30dB大きくなっています。

図3に示すように、従来の掃引型スペクトラム・アナライザでは、各周波数ポイントで、最大、最小または平均化されたパワーの振幅レベルを持ったライン状の波形として表示されます。何回もの掃引後、マックスホールド表示により、ノートPCからの大きな信号のおおまかなエンベロープが表示されます。より頻繁に発生するAPの小さな信号を取込むため、正ピーク検出機能を使用して波形を表示させても、バーストが発生するのは短時間のため、掃引中にこのバーストが検出される可能性は非常に低くなります。掃引型スペクトラム・アナライザのアーキテクチャにより、バースト信号全体のスペクトラムの全容がわかるまで統計的に取込むためには、長い時間が必要となります。

RF入力からスペクトラム処理までの多段処理を単純化したフロー

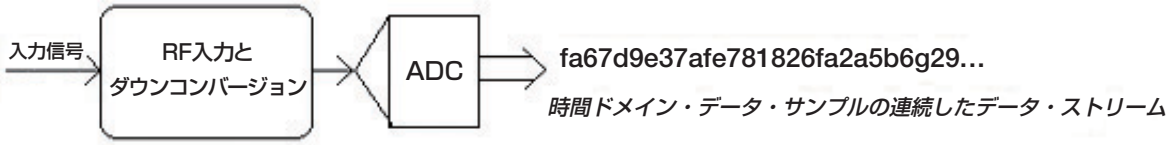

図5a. ダウンコンバートされたRF信号をサンプリングして出力された連続データ・ストリーム

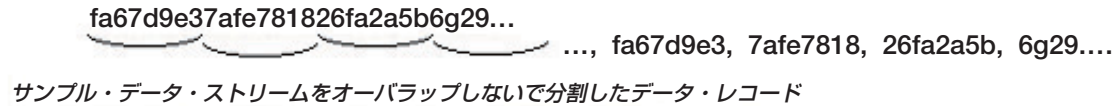

図5b. 設定した分解能帯域幅でFFT処理するため、データ・レコードに分割されたサンプル・データ・ストリーム

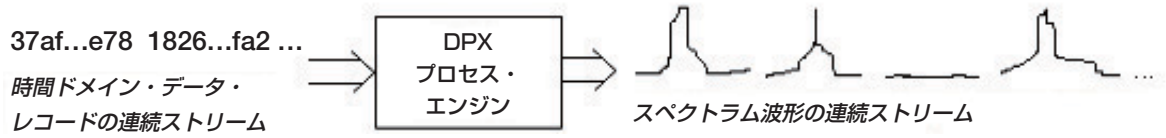

図5c. データ・レコードは、DPX変換エンジンで処理されスペクトラム波形に変換

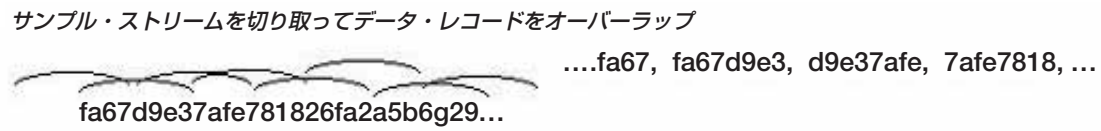

図5d. 機種によっては、最小取込みイベント幅を改善するため、オーバラップFFT処理を使用

図4に示すDPXスペクトラム表示では、同じ信号でもより詳細で正確な測定が行えます。この波形は、ライン状ではなくビットマップ・イメージで表示されるため、アップデート周期内で発生する多くの信号が識別でき、また同じ信号でも時間と共に変化する状態が観測できます。図4に示す波形の一番下にある幅が太く赤い線は、ノートPCとAPどちらも信号を伝送していないときのバックグランド・ノイズです。その上の赤い半円形部分は、AP信号がオン状態の波形です。一番上の細い線のスペクトラムが、ノートPCの伝送波形です。ここで使用しているTemperature配色（温度表示用配色）では、暖色系の赤い色は、寒色系の青い色に比べてより信号の発生頻度が高いことを表しています。黄、緑、青で表示されている一番上のノートPCの信号振幅は大きくなっていますが、この波形が取込まれたとき、ノートPCはファイルをダウンロードしていたため、AP伝送信号に比べて発生頻度は高くはありません。

DPXの動作原理

ここでは、DPXスペクトラム表示の内部動作について説明します。RF入力信号は、通常のスペクトラム・アナライザと同じように、整形された後ダウンコンバージョンされ、デジタル化されます。デジタル化されたデータは、高速スペクトラム変換を実行するFPGAに送られ、周波数ドメイン波形に変換された後、ビットマップにするためマトリックス状の多数のピクセルに分解されます。

DPXのビットマップは、周波数を表すX軸、振幅のY軸、ヒット数のZ軸の各値を表すピクセルから構成されます。機種によっては、ヒット数の代わりにZ軸を密度測定用に機能追加できます。図5aから図5dに示すように、多段処理は入力信号のA/D変換から始まり、最後はビットマップに変換されます。

スペクトラム・データの収集

信号のサンプリングとデジタル化は、連続して行われます。デジタル化されたデータ・ストリームは、RBW（分解能帯域幅）に応じて決まるデータ・レコード長に分割されます。DPX変換エンジンは、分割された各データ・レコードをDFT（離散型フーリエ変換）し、連続してスペクトラム波形に変換します。

a）RF信号は、ダウンコンバートされた後サンプリングされ、連続したデータ・ストリームとして出力されます。

b）サンプル・データ・ストリームは、設定した分解能帯域幅でFFT（高速フーリエ変換）処理するため、データ・レコードに分割されます。

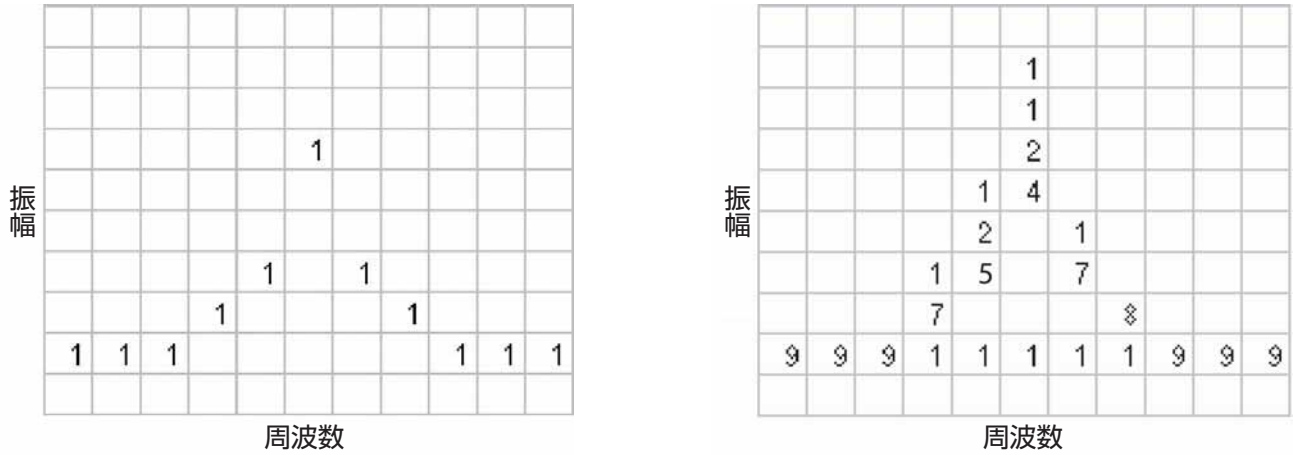

図6. 左図は、1回目のサンプル・データで、右図は、9回目までのサンプル・データの3次元ビットマップ・データベース表示例。各縦1列のヒット数の合計はすべて同じになる

c）データ・レコードは、DPX変換エンジンで処理されます。

d）機種によっては、取込み可能な最小イベント幅の性能を改善するため、オーバラップFFT処理が使用されます。

アクイジション・データ・レコードが出力されるよりも高速でスペクトラム変換が実行されると、データ・レコードは時間的にオーバラップして変換されるため、データ・レコード間のイベントも取込むことができます。保証される最小イベント幅は、変換されるデータ・レコード長によって異なります。イベントの正確な振幅を測定するためには、イベントは2個の連続したデータ・レコード以上の幅を持つ必要があります。それよりも幅の短いイベントの場合、検出して画面上で観測はできますが、振幅は減衰します。データ・レコード長は、DPXスペクトラム表示のRBW（分解能帯域幅）設定によって異なります。帯域幅の狭いRBWフィルタの時定数は、幅の広いRBWフィルタよりも長くなります。時定数が長くなると、よりポイント数の多いFFTが必要となり変換スピードは遅くなります。この最小イベント幅についての詳細は、この入門書の後半の“高速イベントの確実な取込み”で説明します。

スペクトラム波形は、ビットマップ・データベースと呼ばれるヒット数が入力されるグリッド（マス目）のセルに書き込まれます。データベースのセルに書き込まれたヒット数が、Z軸の値になります。図6に示す11×10の配列に単純化したビットマップ・データベース例では、スペクトラム波形は11ポイントで構成されています。1波形は、各周波数（X軸）に対応した1振幅値（Y軸）を持っています。グリッドに波形が書き込まれると、各セルは波形ポイントがヒットするごとにそのヒット数を増加させていきます。

図6の左図は、最初のスペクトラム波形が、データベースのグリッドに書き込まれた状態を示しています。空白のセルにはゼロの値が入っており、これはスペクトラム波形のポイントがまだヒットしていないことを表しています。

右図は、さらに8回のスペクトラム変換後、スペクトラム波形がデータベースのグリッドに書き込まれた後、セルにヒットした回数を示しています。9回のスペクトラム変換のなかで、1回は信号がないときに書き込まれていますが、このときの連続した"1"の値はノイズ・フロアによるものです。

フレームのアップデート

スペクトラム波形に変換する可変フレーム長周波数変換の最高レートは、毎秒292,000回です。RBWを狭い帯域幅に設定した場合、またはDPXスペクトラム表示でビットマップの波形ポイント数を増加させたときは、この変換レートは遅くなります。ただし最も遅い変換レートでも、表示の物理的応答速度や肉眼で観測できるスピードと比べると十分に高速なため、通常、画面や測定をこのレートでアップデートする必要はありません。グリッドは、およそ50msの時間、数千の波形を集めてフレームにします。この50msのフレームには、最高14,600波形まで含まれます。各フレームの波形は、グリッドにマッピングされ、セルのヒット数は色に変換されて、DPXのビットマップに書き込まれます。このビットマップのアップデート・レートは、毎秒およそ20回になります。

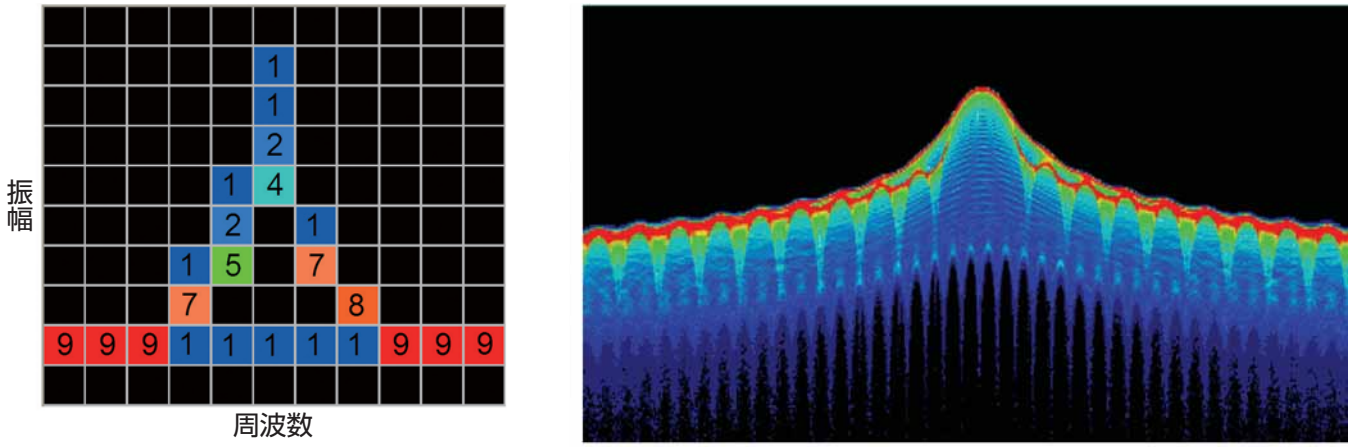

図8. 低分解能のカラー・コーディング表示例(左図)と、実際のDPX表示（右図）

発生回数	色
0	黒
1	青
2	水色
3	シアン
4	青緑
5	緑
6	黄
7	橙
8	赤橙
9	赤

図7. カラーマッピング・アルゴリズム例

フレーム長は、DPX測定の時間分解能に影響します。1フレーム持続時間の10%（50ms中の5ms）で、72.3MHzの−10dB信号をビットマップした場合、実際の信号が、1個の5msパルスなのか、100個の50μsパルスなのか、またはその間のパルスなのかDPX表示からは判断できません。このような場合は、信号の詳細なスペクトラムを測定するか、または周波数対時間や振幅対時間などの高時間分解能表示を使用する必要があります。

発生頻度による色表示

毎秒およそ20回で、グリッド値は次の処理ステップに転送されます。Z軸の値は、ビットマップのピクセル・カラーにマッピングされ、図7に示すようにデータは色情報に変換されます。暖色系の色（赤、オレンジ、黄）は、発生頻度がより高いことを表しています。色パレットはユーザ設定可能ですが、ここでは初期設定のTemperatureパレットを使用しています。

図8では、データベースのセルが9回のスペクトラム波形によって書き込まれたヒット数を、ピクセルごとに色分けしてDPX表示しています。

色パレットの設定の他に、最大、最小、カーブのZ軸スケール設定ができます。最大に設定すると、パレットの最高色で発生頻度がマッピングされます。最小設定では、最低色で発生頻度がマッピングされます。Temperatureパレットでは、最高色は濃い赤で、最低色は紫に近いダーク・ブルーになります。発生頻度が最小の設定より少ない場合、ピクセルは黒になり、また最大の設定以上は赤になります。最大と最小の間の値は、パレット内の他の色で表されます。

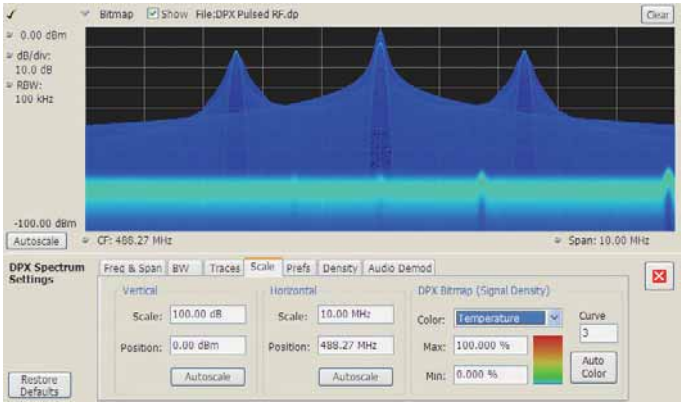

図9. 初期設定の色カーブを使用した、DPXビットマップ（信号密度）によるDPXスペクトラム表示

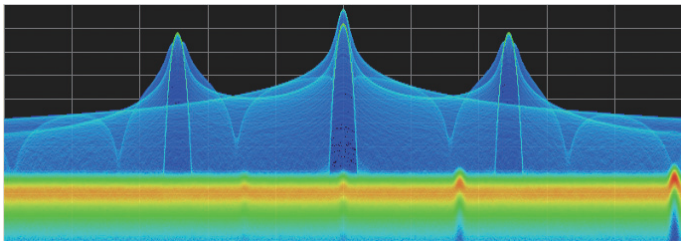

図10. オート・カラー設定により、識別しやすい色で表示されたビットマップ表示のスペクトラム

黒よりも少し明るい色に最小を設定すると、発生頻度が中程度から高い信号に対しては色分解能が高くなり、同じような発生頻度を持った別々の信号が視覚的に識別しやすくなります。

図9と図10を比べてみると、カラー・スケール設定の有効性がよくわかります。図9のスケール・タブで、最大は100%に設定されているため、色の範囲は0～100%の全Z軸密度範囲に相当します。ここでビットマップされている信号は、周波数と振幅の範囲が比較的広く、ほとんどのピクセルの発生頻度または信号密度が低いため、色パレットの上側半分（暖色系）は使用されていません。

オート・カラーを選択すると、図10で表示されているビットマップの最高ピクセル値に最大が設定されるため、すべての色が使用されるようになります。またオート・カラーにより、色パレット全体が発生頻度数に対応してマッピングされるため、信号密度の低い信号でも視覚的な分解能は改善されます。DPXスペクトラム表示で**オート・スケール**を選択すると、3軸とも表示されている信号に対応したスケールに設定されます。

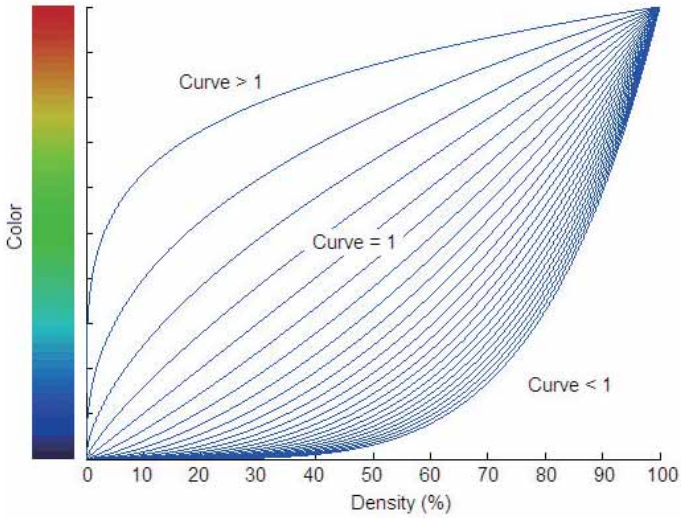

図11. Temperatureパレットによるビットマップ表示の代表的な色カーブ・マッピング

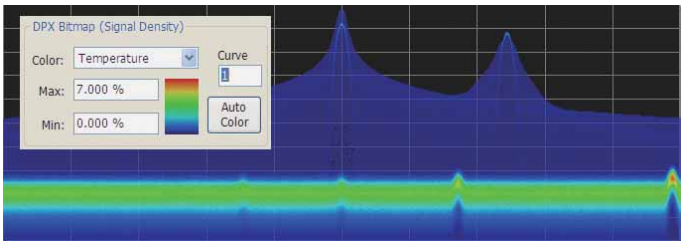

図12. 色カーブを1に設定したときの、信号密度範囲が狭い信号のDPXスペクトラム表示

カラー・マッピング・カーブ

Z軸の値と色とのマッピングは、リニアである必要はありません。カーブ・コントロールにより、マッピング・カーブの形状が選択できます。カーブ設定1では、直線が選択されます。カーブ設定番号が高くなるにつれてカーブは上側左方向に近づき、信号密度が低い信号用の色分解能になります。1以下に設定すると、カーブは逆方向となり、信号密度が高い信号用の色分解能になります。図11に、マッピング・カーブを表示しています。

図9と図10の同じ信号を比べてみると、カラー・スケールとカーブ・コントロールの設定による違いがよくわかります。図12では、スケール・タブのカーブ・コントロールは1に設定されていますが、カーブ番号を変更すると、色パレットもそれに従って変化するのがわかります。カラー・マッピングがリニアの場合、全信号密度範囲にわたって均等に配色されます。

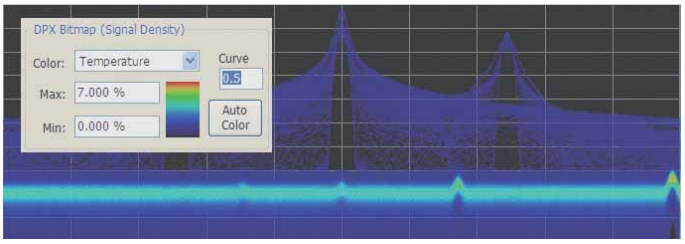

図13. 間欠的に発生し、時間と共に変化するイベントの場合、1以下の色カーブ設定では、Temperatureパレット表示のコントラストは減少

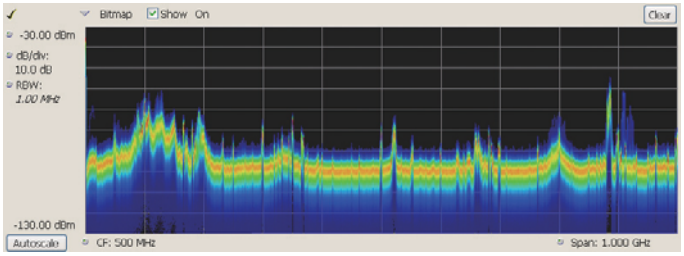

図15. 停波状態のときの周囲信号を、1GHzスパンで掃引DPX表示

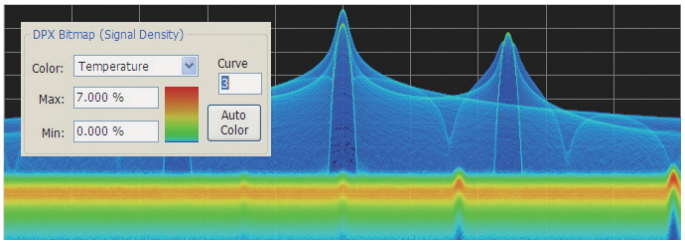

図14. 間欠的に発生するパルス・イベントの場合、1以上の色カーブ設定では、Temperatureパレット表示のコントラストが改善

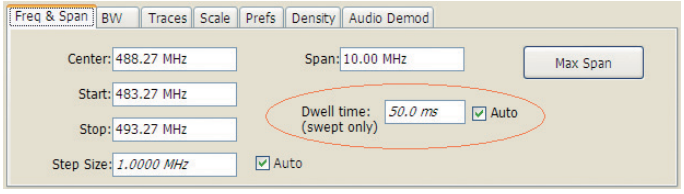

図16. DPX掃引表示のドエル（滞留）時間コントロールにより、DPXスペクトラム表示を構成する各セグメント・ステップの観測時間を設定

図13に示すように、カーブ・コントロールを0.5に設定すると、最適色分解能は信号密度範囲の上側半分になり、50%以下の信号密度はすべて紫に近いダーク・ブルーになる

図14に示すように、カーブ・コントロールを3に設定すると、使用される色のほとんどは信号密度スケールの右下側になるが、50%以上の信号密度に対しては橙と赤系統の色も使用される

DPX掃引

DPXスペクトラム表示が、リアルタイム帯域幅によってスパンが制限されることはありません。リアルタイム帯域幅を超えるスパンを観測する場合は、全スパンを複数のリアルタイム周波数セグメントで分割し、各セグメントを通常のスペクトラム表示と同じように波形とビットマップのDPXスペクトラム表示を行い、ワイドスパン表示を可能にします。

スペクトラム・アナライザは、最高で14,600個のスペクトラムで構成されるDPXフレームの各周波数セグメントに一定時間滞留します。この滞留時間は設定可能で、次のセグメントに移動するまで最高100秒間、各セグメントが観測できます。セグメントに滞留している間、その周波数バンド内の信号のPOI（Probability Of Intercept、捕捉確率）は、最小10.3μs幅のイベントを100%の確率で取込むことができる通常のリアルタイム・スパンと同じです。

セグメントごとに構成されるピクセル・ビットマップは、周波数セグメントを表示するのに必要な縦列数まで水平方向に圧縮されます。圧縮は、複数ポイントのピクセル密度を平均化することにより行われます。最終的な掃引ビットマップは、掃引しないときのビットマップと同じピクセル・ビットマップ分解能になります。波形は、セグメント全体で構成され、ユーザが設定した全スパンの波形ポイント数まで水平方向に圧縮されます。

各周波数セグメントの数と幅は、複雑なアルゴリズムによって設定されます。この演算式の変数としては、ユーザ設定可能なスパン、RBW、波形ポイント数およびRFとIFの最適化手法、アクイジション帯域幅などがあります。本体に組み込まれているハードウェア・オプションも、スパンのセグメント化に影響します。1掃引のセグメント数は、1GHzで10から50の間の値になります。

セグメント数は、各セグメントを取込むときのアクイジション帯域幅により異なります。Acq BW（アクイジション帯域幅）の設定は、サンプリング・パラメータ・タブのAcquireコントロール・パネルにあります。Acq BWは、通常、表示されている全測定画面に応じて自動的に設定されますが、手動でも設定できます。どちらの場合も、表示帯域幅は、DPX掃引スペクトラム表示の各周波数セグメントで使用されます。セグメントの幅は、最適性能になるように設定されます。

DPX掃引は、アナライザのGHzオーダの全周波数帯域に対応します。DPXが各セグメントに滞留する時間は、簡単なコントロールで設定できます。図16の楕円で囲んだボックスの設定により、50msから100秒まで設定できます。

スパン (MHz)	RBW (kHz)	スパン／RBW 比	FFT 長さ	スペクトラム／秒	MSD 100% POI（μs）
110	1000	110	1024	292,969	10.3
110	300	367	2048	146,484	20.5
110	100	1100	4096	73,242	41.0
110	30	3667	16384	18,311	163.9
110	20	5500	32768	9,155	327.7

表1. オプション110とオプション200を装備したRSA6000シリーズ・スペクトラム・アナライザで、パラメータ設定を変えたときの最小信号時間幅性能

高速イベントの確実な取込み

掃引同調型およびステップ同調型のスペクトラム・アナライザが、間欠的に発生する信号に対して100%のPOI（捕捉確率）を実現できない主な原因は、掃引が行われる間に周波数スパンの各セグメントに同調する時間がわずかしかないことです。同調していない周波数のイベントが発生しても、そのイベントは検出されず表示もされません。また、掃引が終わり次の掃引が始まるまでのリトレース時間でも、入力信号を取込むことができません。ベクトル・シグナル・アナライザなどのFFTベースのアナライザも、アクイジション間では入力信号を取込むことができません。この種のアナライザにおけるPOIは、スパン、FFTポイント数、アクイジション時間、メモリ・リード／ライト時間、信号処理スピードなどによって変わります。ベクトル・シグナル・アナライザは、シーケンシャルに信号を処理するため、データのリード／ライトや信号処理を実行している間は次のデータを取込むことはできません。

一方、RSAシリーズでは、リアルタイム・スパン内の全周波数帯域のデータをアクイジションごとに取込むことができます。当社独自の周波数マスク・トリガとDPX Densityトリガを使用することにより、POIは100%になり、トリガ設定に適合したスペクトラム・イベントを確実に取込むことができます。RSAシリーズを単純なスペクトラム・アナライザのようにフリーランで動作させた場合のPOIは、各アクイジション間は取込むことができないFFTベースのアナライザと同じような値になります。この場合の信号処理は、アクイジションと同時に行われます。

DPXリアルタイム・スパンでの確実な取込み

DPXスペクトラム表示では、リアルタイム帯域幅内の最小10.3μs幅の信号を取込むことができます。この性能は、毎秒292,000回までのスペクトラム変換により実現可能となります。スペクトラム・アップデートが速ければ速いほど各アクイジション間の時間は短くなり、信号が検出できる確率は高くなります。

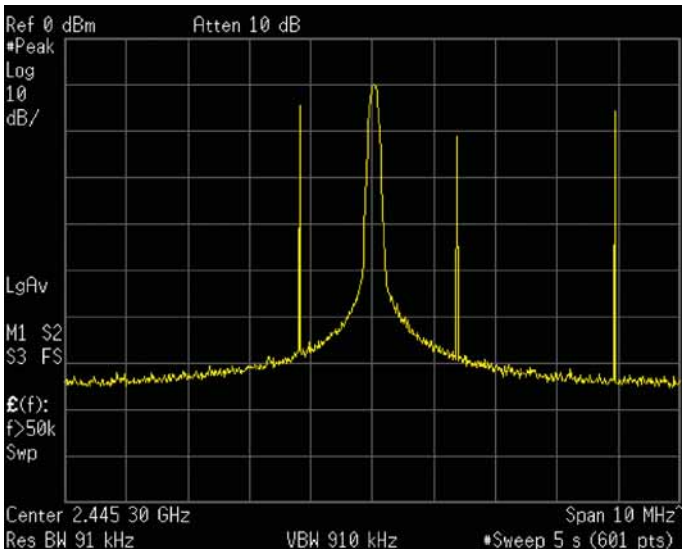

図17. 掃引型スペクトラム・アナライザによる5秒後のマックスホールド波形表示

表1は、RSA6000シリーズ代表機種のDPXスペクトラム表示において、スパンとRBWの組合せによって変わる100%POIのMSD（最小信号時間幅）性能を示しています。表からわかるように、MSDはいろいろな要素に影響されます。バイステーブル信号を使用して、実際のPOIを測定してみます。周期的に不安定な2.4453GHzの連続正弦波を使用します。1.28秒ごとに約100μsの間、周波数が変化し、また元の安定状態に戻ります。このトランジェント信号のデューティ比は、0.01%以下です。

図17は、掃引型スペクトラム・アナライザで5秒間掃引したときのマックスホールド波形を表示しています。図からわかるように、信号付近で何がしかのトランジェント信号が発生しています。このときの掃引レートは、このような信号を短時間で取込めるよう、経験則から得られた最適なレートに設定しています。この場合掃引時間を高速にすると、掃引中にトランジェント信号を取込む回数が少なくなり、結果的にPOIが下がります。

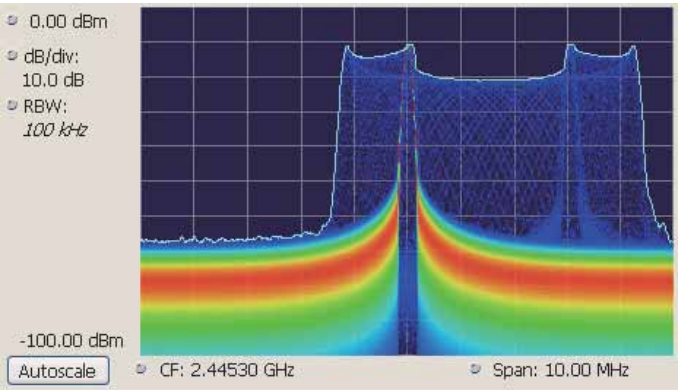

図18. 信号を5秒間取込んだときのDPXスペクトラム表示。間欠的に発生する信号を赤で表示するように、ビットマップ・カラー・マッピングを“Temperature”（温度配色）に設定し、マックスホールド波形は青で表示している

					4					
					6					
					13					
					18					
				1	3	1				
		1	2	4		4				
1	2	1	43	41	2	38	6	1	2	2
47	46	47	5	4	3	7	43	47	46	47
2	2	1			1		1	2	2	1

図19. 各グリッドは、50波形後のセルのヒット数を表示。各縦列のZ軸の合計は50になる

図18は、図17と同じイベントをDPXスペクトラム表示により5秒間信号を取込んだ状態を示しています。トランジェント信号に関してより多くの情報が表示されています。この信号は、3MHzの周波数遷移（ホッピング）がおこなわれ、遷移する時に1.2MHz周波数オーバシュートしていることが表示からすぐにわかります。

DPX掃引スパンでの確実な取込み

掃引しないDPX動作（POIは10.3μs幅まで100%）では、DPXが滞留しているセグメントと他のセグメントのPOIは同じになります。ただし、従来の掃引型スペクトラム・アナライザのようにアクイジションが1セグメントに同調している間は、他のセグメントの信号を取込むことができないため、同調しているセグメント以外のPOIはゼロになります。しかしDPX掃引はリアルタイム帯域幅が広く、またスパンに必要なセグメント数は掃引型スペクトラム・アナライザよりも少なくて済むため、POIはDPX掃引の方が極めて高くなります。

0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	26%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	36%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	2%	6%	2%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	2%	4%	8%	0%	8%	0%	0%	0%	0%
2%	4%	2%	86%	82%	4%	76%	12%	2%	4%	4%
94%	92%	94%	10%	8%	6%	14%	86%	94%	92%	94%
4%	4%	2%	0%	0%	2%	0%	2%	4%	4%	2%

図20. ヒット数が信号密度のパーセント値に変換されたグリッド表示。各縦列のセルの合計信号密度は100%になる

POIに影響する他の要素としては、波形ポイント数があります。ビットマップでは常に801ポイント幅ですが、波形ポイント数はユーザ設定可能です。801ポイントは初期設定値で、他には2,401、4,001、10,401ポイントの設定があります。2,401ポイント以上の波形の周波数変換はより長い時間がかかり、波形アップデート・レートも遅くなるため、検出できる最小信号時間幅はそれに比例して大きくなってしまいます。これは、DPX掃引および掃引しないDPXに共通のため注意が必要です。波形ポイント・コントロールは、DPXコントロール・パネルのPrefsタブにあります。

DPX Density測定

密度測定では、設定した時間内にDPXスペクトラム・ビットマップの特定エリアに信号が存在する時間を測定します。クリーンな連続正弦波の密度は100%で、1msごとに1μsオンになるパルスの密度は0.1%になります。ここでは、ヒット数から密度を計算する方法について説明します。図6で使用した9波形のグリッド例にさらに41波形を書き込んだ場合、各縦列の合計は図19に示すように50になります。縦列の各セルの密度は、セルのヒット数を50で割った値となり、図20に示すようにパーセントで表示されます。計算式は簡単で、たとえばセルのヒット数が24のときは48%の密度になります。ここでは、理解しやすいように50波形で説明しましたが、実際には、密度ビットマップがアップデートされるごとに、数千の波形フレームが書き込まれます。

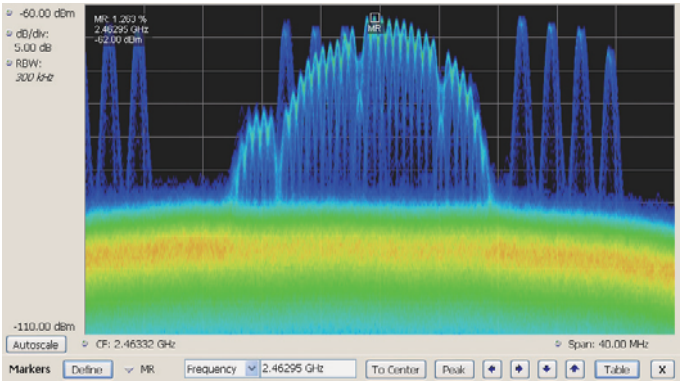

図21. リファレンス・マーカを、ピーク検出に設定したときの無線LANとBluetooth信号のDPXスペクトラム表示

マーカによる密度測定

パーシスタンスがオフに設定されている場合、フレームがアップデートされるごとにヒット数はゼロにリセットされます。ピクセル密度は、最新の50msフレームが各ピクセルをヒットする時間のパーセントで表されます。マーカにより画面の複数ポイントの密度が測定できるので、DPXスペクトラム表示上のどのポイントの信号密度も求めることができます。

図21は、2.4GHz ISMバンドのBluetooth信号と、無線LAN信号が同時に発生している状態を解析しているDPXスペクトラム表示です。通常Bluetoothのような周波数ホッピングする信号や無線LANパルスは、測定が非常に困難です。

パーシスタンスがオフの場合には、マーカにより、ビットマップに保存されているピーク信号が検出できます。図21の左上にあるマーカ・リードアウトは、マーカで選択したピクセルの密度、振幅、周波数を表示しています。もう1本のマーカを追加することにより、2信号間のどのポイントの密度差でも測定できます。

DPXビットマップのマーカ・ピーク検出

DPXビットマップのマーカは、スペクトラム波形のマーカ・ピーク検出と同じようにピークを検出します。ビットマップ表示では、ユーザが目視で信号を識別するのは比較的簡単です。ユーザは、直感的に隣接した明るいピクセルを識別できますが、コンピュータにとってはそんなに簡単ではありません。アナライザがピークを検出する場合、ピークを持つ信号を識別するため、最初にピクセル密度を解析します。次に、密度のピークを探して、最終的に振幅のピークを検出します。

ビットマップの各縦列のピクセルのZ軸密度は、信号の存在を示す密度ピークを検出するため、内部でヒストグラムに変換されます。図22aの表は、図20で使用した密度測定グリッド例の真ん中の縦5列を表示しています。中央の灰色で表されている各ピクセルの密度は、図22bの棒グラフのY軸方向にプロットされています。棒グラフのX軸は、ビットマップの縦列の上からの番号を表わしています。

0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	8%	0%	0%
0%	0%	12%	0%	0%
0%	0%	26%	0%	0%
0%	0%	36%	0%	0%
0%	2%	6%	2%	0%
4%	8%	0%	8%	0%
86%	82%	4%	76%	12%
10%	8%	6%	14%	86%
0%	0%	2%	0%	2%

図22a. 密度の数値を表示したビットマップの各セクション

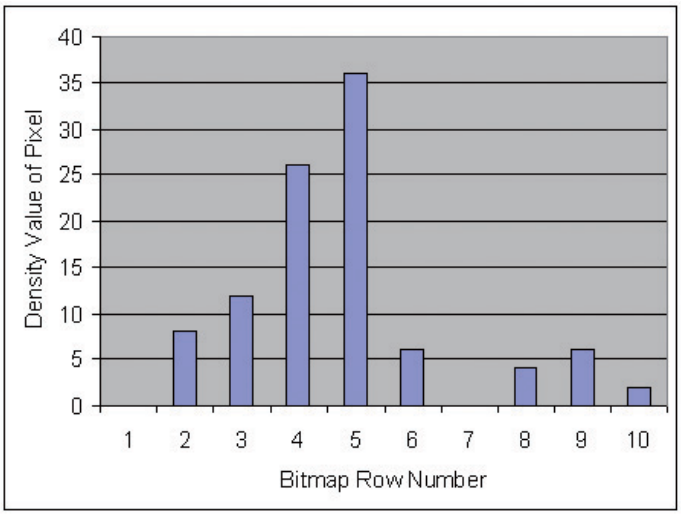

図22b. 図22aのビットマップで、灰色の縦列の密度棒グラフ

ここでは仮に密度スレッショルドと密度変化を、共に5%に設定します。棒グラフのX軸方向1番左から、スレッショルド設定に対する結果を見ていきます。X軸の左から2番目は、このスレッショルド設定を超えています。次に、一つ前の番号の密度に比べて次の密度が、密度変化設定値の5%より小さいか確認します。ここでは6番目がそれに該当します。これによりX軸の2番目から5番目まで信号があり、また密度のピークは5番目にあるのがわかります。

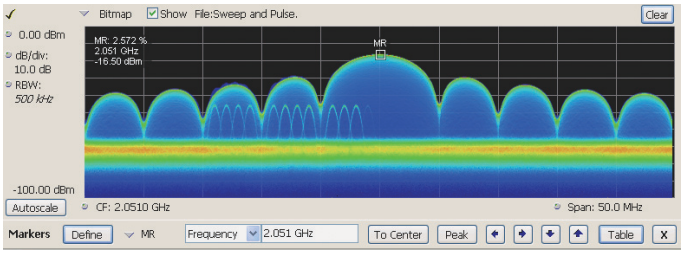

図23. マーカによるピーク検出。リファレンス信号の密度、周波数、振幅をDPXスペクトラム表示の左側に表示

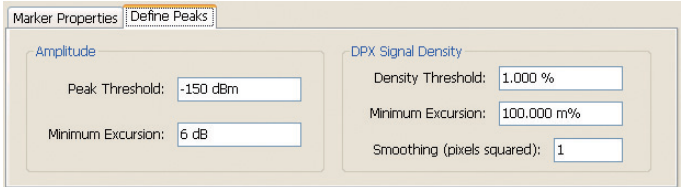

図24. ピーク信号を検出するために、振幅と信号密度の各パラメータを調整

さらに、次のピークを検出します。右方向に棒グラフを見ていくと、9番目がスレッショルド設定値を超える密度を持っていますが、その右側の10番目は密度変化設定値を超える値を持っていないため、9番目は信号ではないと判断します。

ビットマップの全縦列で密度のピークが検出されると、次に振幅のピークを検出します。**ピーク**・ボタンを選択すると、アナライザはビットマップの各縦列のヒストグラムをチェックし、最高振幅を持つ密度ピークを検出します。振幅検出でも振幅スレッショルドと振幅変化の設定があり、単位はdBmとdBで表されます。**Next Peak Down**コマンドを選択すると、次の密度ピークを現在の縦列内で検出します。**Next Peak Right**では、マーカのある縦列から右方向に、振幅ピークに対応する密度ピークを検出します。

マーカによるピーク検出の有効性を実証するため、この入門書の最初の部分で使用した複数の振幅レベルを持つ時間多重信号を例として使用します。

図23に示すように、リファレンス・マーカはピーク信号を検出しています。ピーク信号は、密度スレッショルド設定も超えている最高振幅ポイントになります。

図23の下側にあるマーカ・ツールバーにより、ピーク信号（**Peak Left**、**Peak Right**、**Next Peak Up**、**Next Peak Down**）の設定が簡単に行えます。左右矢印キーにより、他の周波数の振幅と密度のピークがマーカ検出でき、また**Next Peak Up**と**Next Peak Down**の上下矢印キーでは、同じ周波数で他の密度ピーク・ポイントがマーカ検出できます。

図24で示すDefine Markersコントロール・パネルのDefine Peaksタブにある密度スレッショルドと密度変化の設定を変えると、ピーク検出にどのように影響するかが確認できます。振幅スレッショルドと振幅変化の設定は、DPXスペクトラム表示のマーカ検出にも有効です。複数のピクセル密度をまとめて平均化するスムージングにより、同一信号内の複数のピークをマーカ検出しないようにできます。ただしスムージングは、マーカによる単一ピクセルの測定結果には影響しません。

ボックス（設定エリア）による密度測定

1ピクセルの密度は、特定時間内にヒットする可能性に対する実際のヒット数との比で、マーカはこの値を表示します。1ピクセル以上の範囲の密度を測定する場合、オプション200ではマウスまたは指先により、DPXスペクトラム表示で測定範囲を表すボックスの大きさを変えたり移動したりできます。

ボックスを極端に小さくすると、1縦列ピクセルの数ポイントしか含まれないため、そのボックスの密度は、ボックス内ピクセルの各密度の合計になります。たとえば、ボックス幅が1で高さが3ピクセルの大きさのボックスにおいて、密度がそれぞれ4、2、7%とすると、3ピクセルの合計密度は13%になります。ボックスが1ピクセルの幅で、縦列全体の高さに設定した場合、入力信号の振幅が画面中央近くですべてヒットしたとすると、ビットマップに書き込まれる波形の100%がそのボックスを通過するため、ボックスの密度は100%になります。

エリアの密度 =（全ピクセルの合計密度）
（縦列の数）

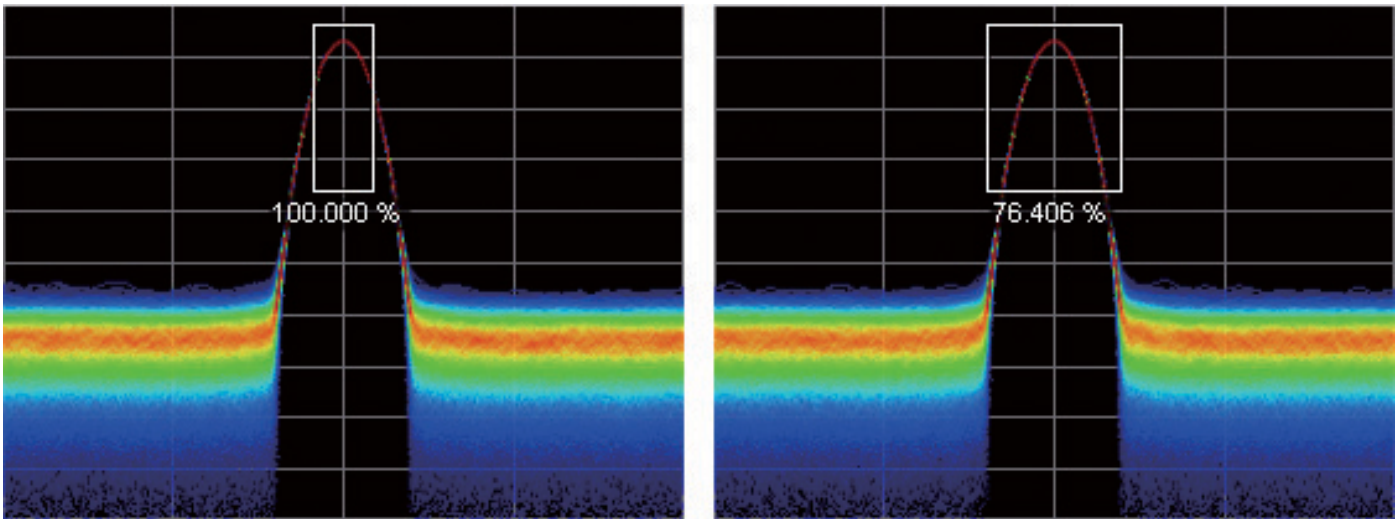

図25. エリアで設定されたボックスの信号密度。左図は、連続波信号の正しいエリア設定による密度測定で、ボックスのすべての縦列に信号が含まれる。右図は、間違ったエリア設定。測定自体は正確だが、測定結果は予想したものとは違ってくる。ボックスにヒットしない縦列があり、密度を平均化するときにゼロの値が結果に影響する

広い周波数範囲の密度を測定するためボックスを大きくすると、ソフトウェアは、ボックス内の各縦列のピクセルの合計密度を計算します。縦列の密度の合計を縦列数で割ることで平均密度が求められ、それがボックスの合計密度になります。ボックスの上側と下側境界線で信号がヒットしない場合、密度は100%になります。その場合の波形は、上下境界線を越えずに、ボックスの左側境界線から入り、右側境界線から出ていきます。図25に、連続波信号上に2個の異なるボックスを表示しています。左図では、ボックスの上下に波形が越えていないので信号密度は100%になります。右図では、ボックスの下側境界線を波形が越えているため、信号密度は100%より小さくなります。

密度測定ボックスの垂直方向の大きさと位置は、測定にどのような単位を選択しても、常にdBとdBmで表示されます。振幅コントロール・パネル>単位タブ・ボックスの単位をアンペア、ボルト、ワットなどのリニアな単位にすると、ボックスがドラッグできなくなりますが、DPX設定>密度またはトリガ>イベント・タブの周波数と振幅コントロールを使用してボックスの大きさと位置が設定できます。ドラッグできない理由は、垂直スケールがリニアでないため、ボックスの垂直位置をドラッグして移動させようとしたときに、ボックスの大きさが変化して設定しにくくなるからです。

特定エリアの平均信号密度を測定する場合、図26のDPX設定コントロール・パネル> Densityタブで測定エリアを設定します。

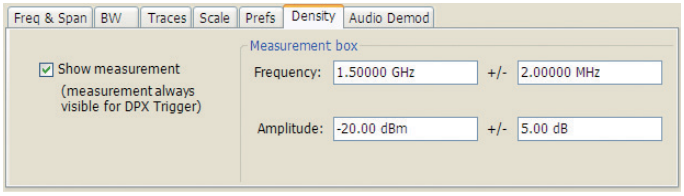

図26. DPX Densityコントロール・パネルにより、DPX Density測定のエリアを設定

測定結果を示すリードアウトは、画面上に表示されます。ボックスが画面上にないとき、リードアウト内の矢印でボックスが隠れている方向を示します。この密度リードアウトを、マウスまたは指先で測定したいエリアにドラッグすることで、そのエリアの密度が測定できます。

ボックスの大きさを変えるには、マウスを使用してボックスのサイドまたはコーナをドラッグするのが最も簡単な方法です。ボックスをより正確に設定するには、ノブ、矢印キーまたはキーボードを使用してボックスの周波数と振幅値を入力します。これらのコントロールは、コントロール・パネルの密度タブの右側にあります。マーカで測定した1ピクセルの密度と、広いエリアで測定した平均密度とを比較することもできます。

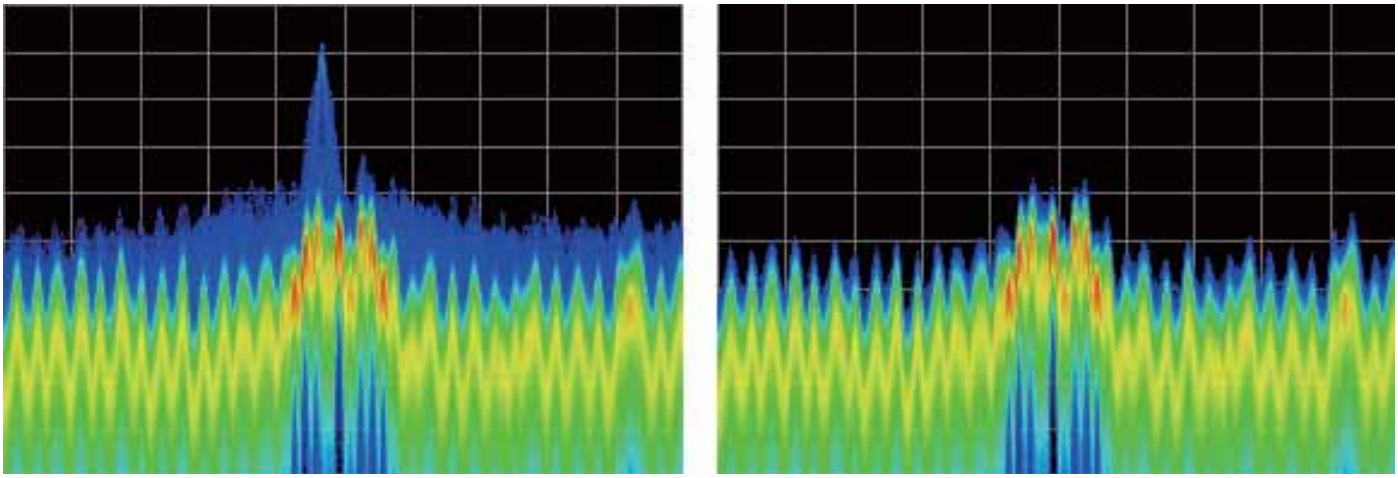

図27. 可変パーシスタンスがオンとオフのときの高速トランジェントの検出例。左図の10秒の可変パーシスタンス表示では、通常の信号中に間欠的なスパイク状の1秒以下のトランジェントが表示されています。このトランジェントが発生しなくなっても、表示はすぐには消えずしばらく残っています。右図のパーシスタンスがオフの表示でこの間欠的なトランジェントを観測するには、常に画面を注視していなければなりません。

パーシスタンス

これまでの説明では、パーシスタンスはDPXビットマップに使用されていませんでした。パーシスタンスを使用しない場合、グリッドのヒット数はフレームのアップデートごとにゼロにリセットされます。ここでは、パーシスタンスがどのようにDPXビットマップに影響するのか、可変パーシスタンスよりも単純な無限大パーシスタンスを使用して説明します。

無限大パーシスタンスがオンの場合、次のフレーム・アップデートでもヒット数はリセットされません。アナライザが連続アクイジションに設定されているときのヒット数は、アクイジションをストップさせるまで、またはDPX表示の**Clear**ボタンをクリックするまで増加し続けます。その間、ソフトウェアは波形の合計数を計算し続けます。このときの信号密度は、セルの合計ヒット数を合計波形数で割った値になります。

可変パーシスタンスの場合、少しややこしくなります。単発信号をビットマップで表示した場合、次のフレーム・アップデートですぐに消えてしまうことはありませんが、永久には表示されず徐々に消えていきます。信号が消えるまでの時間は、ドット・パーシスタンス・コントロールの時定数により設定できます。徐々に信号が消えていくフェージングは、各フレームのアップデート後に、パーシスタンスの時定数にしたがって各セルのヒット数を減少させることで行われます。時定数を長くすると、ヒット数の減少は少なくなります。

可変パーシスタンスでは、単発信号をしばらくの間表示できるだけでなく、次のヒットも追加されます。セルの値は、本来のヒット数とは異なり、新しい波形のヒット数と、時定数によって減少した以前のフレームのヒット数とを加算したヒット数になります。

新しいソフトウェア・アルゴリズムでは、ヒット数を密度に変換するときに、パーシスタンスによる影響と新しいヒットによる増加が識別できる有限級数式を使用しています。そのため、パーシスタンスによるヒット数の増加の影響を取り除くことができるので、密度は、パーシスタンスの持続時間で変化したヒット数と、実際のヒット数との比で表すことができます。

これにより、可変パーシスタンス使用時の密度計算は、0.01%以下のエラーで信号密度が求められます。ただし、可変パーシスタンスや無限大パーシスタンスを使用しない方が、より正確な密度測定が行えます。

パーシスタンスのその他の特長は、間欠的に発生する信号の密度測定時のスムージング効果です。ここではオンの時間が10msで、オフの時間が90msの100ms周期のパルスを例として使用します。説明を簡単にするため、1DPXフレーム（50ms）がアップデートされる前に、常にパルスのオン時間全体がフレーム内に含まれるものとします。パーシスタンスを使用しないときの密度測定は、個々のフレームで計算されます。測定結果は、オン時間を含むフレームの密度は20%、含まない他のフレームは0%になります。無限大パーシスタンスのときの密度測定は、2番目のフレームの後徐々に10%に近づき、その後パルスが連続する間は10%になります。可変パーシスタンスのときの密度は、複数のフレームで実効的に計算されます。

密度に与えるパーシスタンスの影響

パーシスタンスは、密度ベースのビットマップの色には影響しません。ただし、密度が計算される時間が長くなる効果により、パーシスタンスが持続している時間は信号イベントが観測できるようになります。

	RSA6000シリーズ 標準	RSA6000シリーズ Opt. 200
ヒット数	16ビット整数	36ビット・カスタム・フロート（33ビット整数に等価）
最大ヒット数	2^{16}（65,536）	2^{33}
オーバフローするまでの最少時間（100%密度のピクセル）	<50ms	8.1時間

図28. 標準とオプション付き機種での、DPXのZ軸分解能と飽和への影響の比較

密度測定と長ヒット・カウンタが導入される以前は、パーシスタンスの影響でヒット数が増加するに従って彩度が高くなり、飽和したような色になっていました。パーシスタンス持続時間が長くなると、さらに飽和状態に近い色になり、信号が濃い赤の帯状になってしまいます。ヒット数が密度に変換されると（RSA6000シリーズ・オプション200が必要）、このような色の変化は起こらなくなります。入力信号が安定した繰り返しレートとデューティ・サイクルを持っているときは、グリッド・セルのヒット数が増加し続けても、密度は一定の値になります。

以前のヒット数ベースのパーシスタンス表示に慣れているユーザは、繰り返し信号を密度ベースのビットマップで無限大パーシスタンス表示させたときに、時間が経過しても彩度は高くならず濃い赤にもならないので奇異に感じるかもしれません。このときの密度測定アルゴリズムを簡単に説明すると、密度は、ヒット数をパーシスタンス持続時間内の合計波形数で割った値になります。たとえば、信号を15分間取込んだ後に密度が50%だとすると、15分間の中でヒット数が徐々に増加し続けても、密度は15分間にわたって50%になっています。

Z軸（輝度）分解能

飽和状態の色になるその他の原因としては、ヒット・カウンタのオーバフローがあります。もしピクセルが1,000ヒットまでしかカウントできないとすると、密度と色の値は1,000ヒットで100%に飽和してしまい、同じピクセルにさらに波形ポイントが入力されても書き込むことはできません。波形ポイントが300k/sに近いレートでビットマップに書き込まれる場合、高速繰り返し信号が入力されると非常に高速でヒット数がカウントされ増加します。カウント容量の大きいカウンタは、多くのヒットが入力でき、図28に示すようにオーバフローするまでの時間が長くなります。

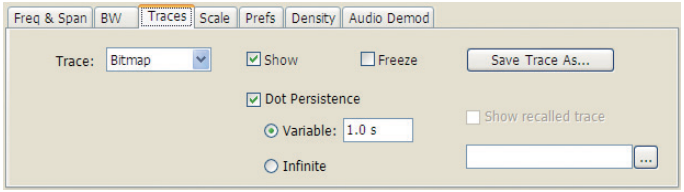

図29. ユーザ定義のパーシスタンス設定ができる波形設定コントロール・パネル

1個以上のセルのカウンタがオーバフローするまでの時間は、オプション200では数時間から長いときは数日間かかります。

カウント容量の大きいカウンタのもう一つの利点は、密度の目視分解能が向上することです。最高性能のDPXハードウェアが装備されたRSAシリーズでは、ヒット数のカウントにフローティング・ポイント数を使用しているため、99dB以上のダイナミック・レンジを持った密度測定が、1ヒット分解能で数十億波形のカウントまで可能です。まれにしか発生しない信号でも、無限大パーシスタンスで取込むことにより、μ%、n%、f%レンジで密度測定が行えます。

密度と色の直線マッピング（図11のカーブ設定1）の分解能は、パレットの色の数で固定されます。1以外のカーブ設定のノンリニア・マッピングでは、ほとんどの色は密度スケールの上限か下限に集中しているため、その範囲のわずかな密度差でも識別することができます。

パーシスタンスの設定

設定コントロール・パネルのトレース・タブのビットマップで、ドット・パーシスタンスが選択でき、パーシスタンスは無限大か、可変に設定できます。図29に示すように可変パーシスタンスでは、信号のフェージング時間を秒単位で設定できます。

時定数を変えることにより、パーシスタンス持続時間の長短の差による表示の変化が観測できます。信号が間欠的でなく、またホッピングもしない連続信号のときは、信号をオン、オフしてパーシスタンスの効果を確認できます。

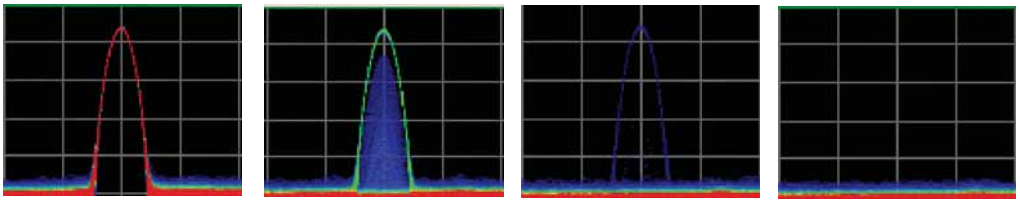

図30. DPXスペクトラム表示で短時間取込んだ連続波信号が、設定した時間消えずに残っている可変パーシスタンス表示

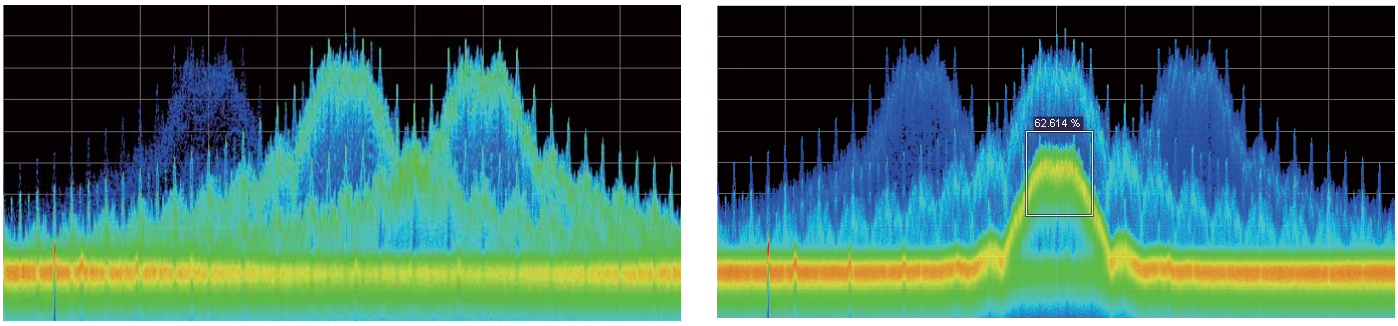

図31. 密度トリガを使用しないときと使用したときの表示例。左図は、周波数が変動するパルスのフリーランDPXスペクトラム表示。間欠的に発生する幅の狭いパルスが画面中央に短時間表示されるが、Run/Stopボタンでこのパルスを取込むのは困難。右図は、トリガDPXスペクトラム表示により、左図のトリガなしではほとんど観測できなかった低振幅のパルスがはっきりと観測できる。ユーザが設定したボックスの平均密度が50%以上のときに、トリガがかかるように設定されている

図30は、連続波信号が最初のフレーム後オフになったときの、Temperatureパレットを使用した可変パーシスタンス表示です。イベントが1フレームの瞬間的な発生でも、可変パーシスタンスの持続時間設定により、信号が消えるまで各色パレットの低密度へ変化していく様子が観測できます。

DPX Densityトリガ

標準のDPXスペクトラム表示でも、トランジェントや検出が困難な信号をはっきりと表示できます。RSA6000シリーズ・オプション200の新しいDPXバージョンでは、さらにこのような検出が困難な信号でトリガをかけ、アクイジション・メモリに取込んで詳細な解析が行えます。DPXビットマップで信号が観測できれば、ポイントとクリックの簡単な操作でトリガをかけることができます。

振幅スレッショルドや振幅対周波数マスクのような他のトリガ方式でも信号を検出できますが、特定周波数の信号を、同じ周波数で振幅の大きい信号がときどき発生する中で検出することはできません。ラント・トリガにより、大きい信号に埋もれた小さい信号でトリガをかけることができますが、すべての場合に適合するというわけではありせん。DPXスペクトラム表示で観測さえできれば、測定信号の特性がわからなくとも、図31に示すようにDPX Densityトリガにより信号の正確な振幅と周波数が検出できます。

DPX Densityトリガは、DPX Density測定と同じ画面上の測定ボックスを使用します。測定信号が発生していない間は、ボックス内の通常の信号の密度測定を行います。測定信号が発生したときは、密度は増加します。トリガ・システムは、密度測定結果をモニタし、その密度が密度スレッショルドを越えたときにトリガをかけます。ユーザは、通常の密度と、問題を起こしそうな信号の密度との間にスレッショルド・レベルを設定するだけです。アナライザのソフトウェアが、自動的に密度スレッショルド値を計算してくれます。

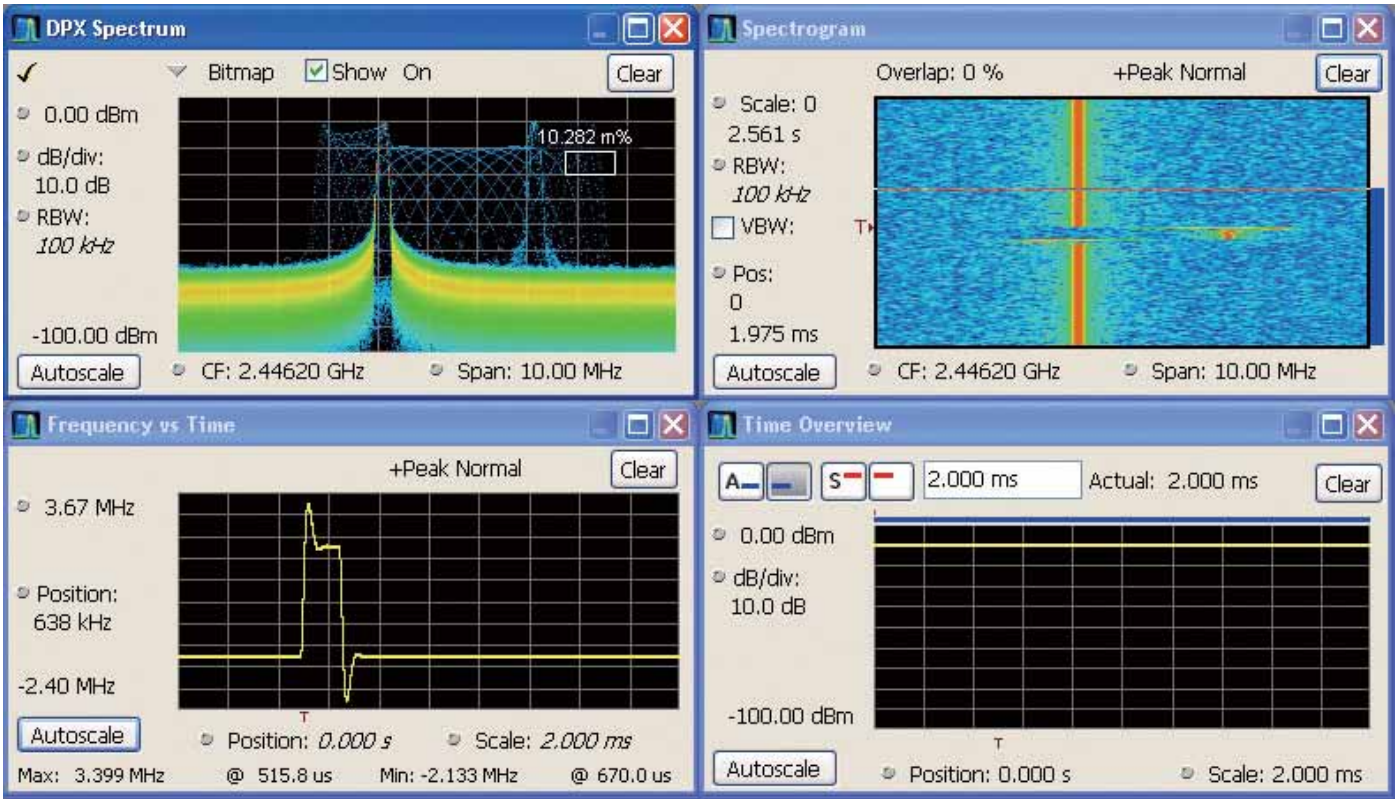

図32. DPX測定ボックスの密度が、トリガ・オン・ジスで設定したスレッショルドを越えたときにトリガをかける。トリガをかけたイベント信号が、高速に周波数ホッピングしている状態のスペクトログラムと周波数対時間表示である。タイム・オーバビューでは、信号の振幅は変化しないため、パワー・レベル・トリガは動作していない

Trigger On This™

Trigger On This機能により、ポイントとクリックでDPX Densityトリガの設定を行うことができます。ここでは、時間とともに変化する信号を例として使用します。DPXスペクトラム表示でマウスを右クリックするか、またはRSA6000シリーズのタッチスクリーン表示を指先で約1秒間押すと、メニューが表示されます。Trigger On Thisを選択すると、DPX Densityボックスが表示され、DPX Densityトリガのスレッショルドを自動的に設定します。入力信号が、この自動で設定された密度スレッショルドを越えたときに、DPXスペクトラム表示はアップデートされます。信号によって設定を変える必要がある場合は、トリガ・コントロール・パネルを開き、イベントが確実に取込めるように、密度スレッショルドまたは測定ボックスの大きさを設定します。

Trigger On Thisによる自動スレッショルド設定

Trigger On Thisでは、測定値の80%にトリガ密度スレッショルドが自動的に設定されます。Trigger On Thisを選択したときにすでに信号が取込まれていると、スレッショルドは信号密度より20%小さく設定されます。信号が十分長い時間、または十分な回数取込まれた後で密度スレッショルドを越えると、トリガがかかります。Trigger On Thisを選択したときに信号が存在しないときは、スレッショルドはさらに小さく設定されます。信号が全くない表示部分をクリックしたときは、スレッショルドはゼロに設定されます。図32に示すように、観測できさえすればどのような信号でもトリガをかけることができます。

DPX Densityトリガ・タイミング

DPX Density測定の時間分解能は、およそ50msのフレーム長です。DPX Densityトリガはフレーム単位で動作するため、フレーム内で発生したトリガ・イベントはフレームの終わりまで認識されません。そのため、ワースト・ケースのトリガ不確実度は50msになります。

しかしDPX Densityトリガは、常にフレームの終わりまで待たなければいけないというわけではありません。測定密度がスレッショルドを越えたときに動作する通常の密度トリガでは、各フレーム内の密度が何度も計算され、その密度がスレッショルドを越えるとすぐにトリガをかけます。

スレッショルドがゼロの場合を考えてみます。測定ボックス内に1波形がヒットしたときは、密度はゼロよりも大きな値になります。5%または10%密度をテストするには多少時間がかかりますが、100%近くのスレッショルドではさらに長い時間かかります。

DPX Densityトリガでは、測定密度がスレッショルドより低いときでも動作するように設定できます。これは、信号がある時間発生しなくなる状態を検出するときに有効です。連続波信号の場合、信号のピーク密度が100%より小さくなったときにトリガを動作させるようにも設定できます。DPX Densityトリガのlower than設定を使用したときの時間分解能は、次の理由で1フレームになります。実際の密度は、全テスト時間の少なくとも85%まで経過したときに、たとえば15%以下なのかどうかわかりません。RSAシリーズは、トリガ動作を簡単で高速にするため、“lower than”比較をするときに各50msフレームの終わりまで待ちます。

パーシスタンスとDPX Densityトリガ

密度測定時のパーシスタンスによるスムージング効果は、最適なスレッショルドを設定するのに有効です。パーシスタンスがオフのときは、間欠的な信号の密度は信号のオン、オフとともに高くなったり低くなったりジャンプするため、このように変動している密度を読み取るのは困難です。パーシスタンスをオンにすると、長い時間で密度を平均化するように設定できます。このときの密度は、オンとオフの各密度の間の密度になり、これは最適なトリガ・スレッショルドになります。

DPX Densityトリガは、DPX Density測定とは違って、パーシスタンスによって影響されません。DPX Densityトリガの密度は、パーシスタンスが動作する前に、個々のDPXフレームのヒット数データにより計算されます。表示されている密度測定結果が、パーシスタンスにより多くのフレームで平均化された場合でも、トリガは各フレームの密度を計算し、スレッショルド設定とフレームごとに比較します。

図33. RFスペクトラム表示により、周波数ドメインで時間とともに変化するトランジェント信号を、ライブな動きを持った色表示により直感的にわかりやすく観測できるため、設計の安定性を確認することができ、また障害が発生した場合でも問題をただちに表示することができる

DPXの特長

DPX技術を使用した当社スペクトラム・アナライザは、最小10.3μs幅の間欠的に発生する信号イベントの100% POI（捕捉確率）を保証しています。また、同じ周波数帯域を占有する複数の信号が識別できる機能を持っています。DPX技術の新機能として、信号密度測定、観測可能な信号でのトリガ、DPXスペクトラム表示での数GHzスパン表示などがあります。

高速に変化する信号であっても、DPXスペクトラム表示でははっきりと観測でき、問題を素早く検出して解決することができます。これは、どのような技術的仕様よりも価値あることです。信号の大きさや形状も、また発生場所さえもわからなくても、DPXであれば簡単に観測することができます。

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
湘南カストマ・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。Microsoft、Windowsは、米国Microsoft Corporation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。

09/09 37Z-19638-4

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