

VSA (Vector Signal Analyzer) Quick Guide

Agilent Technologies

電子計測本部

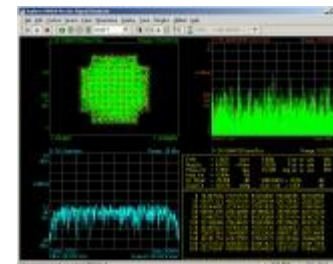
アプリケーションエンジニアリング部

無線通信課



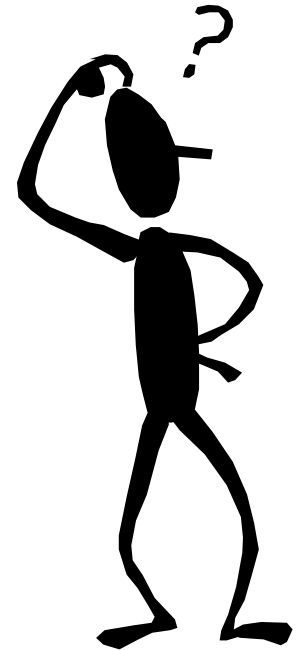
Agenda

- VSA製品の概要
- VSAソフトウェアの詳細
- VSA製品の動作原理
- 信号の解析(周波数領域)
- 信号の解析(時間領域)



本日の目的

- VSA (Vector Signal Analyzer) の基礎を学んで頂く
- VSAでどのような事が出来るのかを把握して頂く



Agenda

- VSA製品の概要

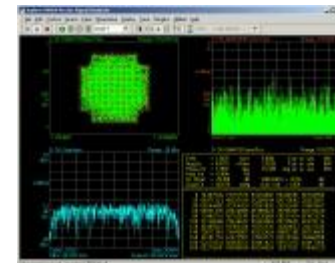


- VSAソフトウェアの詳細

- VSA製品の動作原理

- 信号の解析(周波数領域)

- 信号の解析(時間領域)



Agilent 89600 VSA製品のご紹介



ハードウェア
VXI Module
Spectrum Analyzer
Oscilloscope
Logic Analyzer
N4010A etc...

ソフトウェア
Windows NTベース

使い慣れたWindowsベースソフトウェアで
周波数、時間、変調の各領域を
組み合わせた測定/表示可能な製品

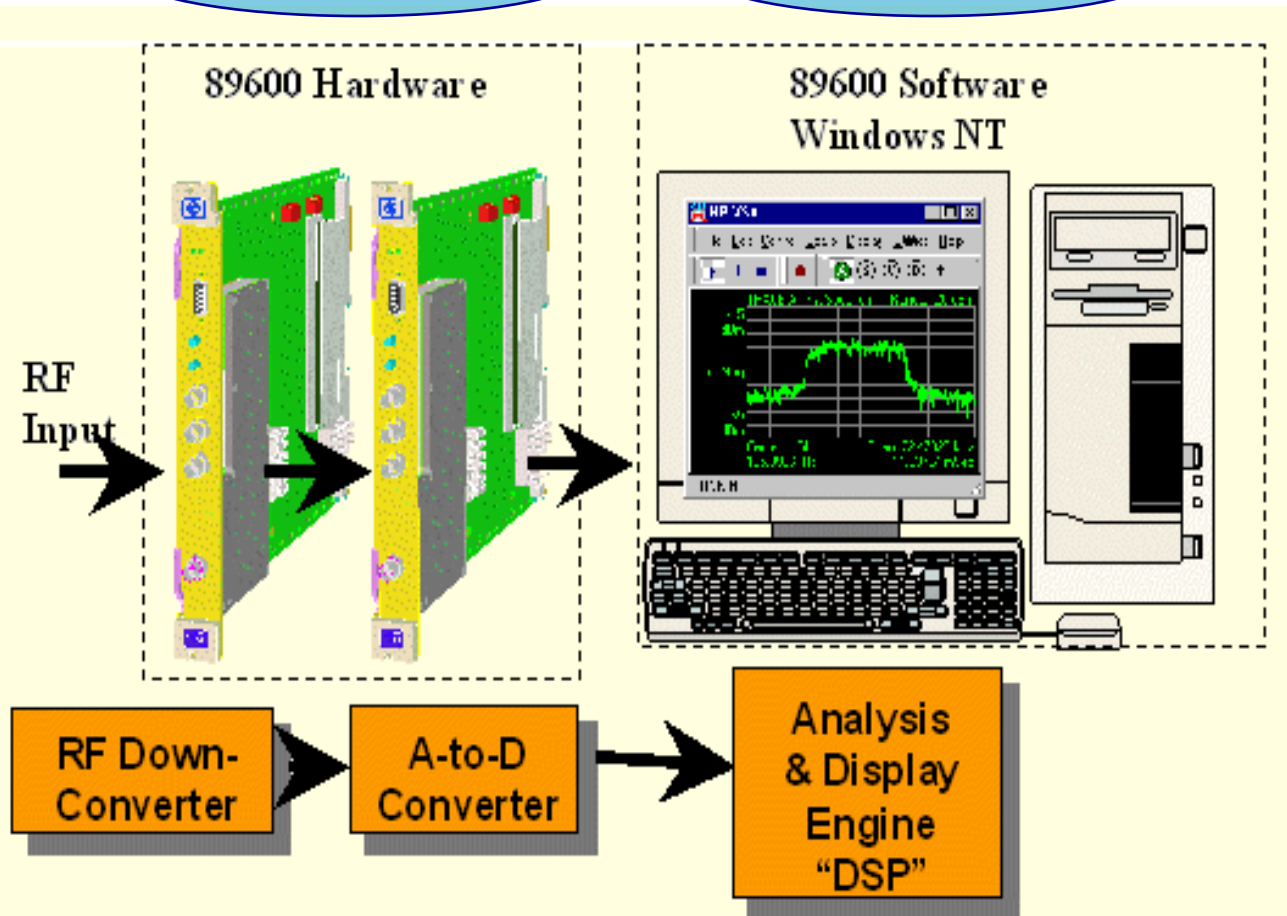


89600システムの概念

FFTベースのアナライザ

ハードウェア

ソフトウェア



< 解析帯域幅 >
AD変換器の
サンプリング速度に依存

時間軸データをソフトウェアに転送して高速に解析

VSAと接続可能なハードウェア

オシロスコープ

ESA



PSA



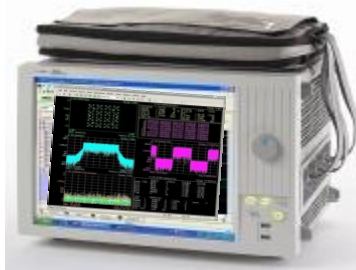
N4010A



MXA



Logic Analyzer



VXI モジュール



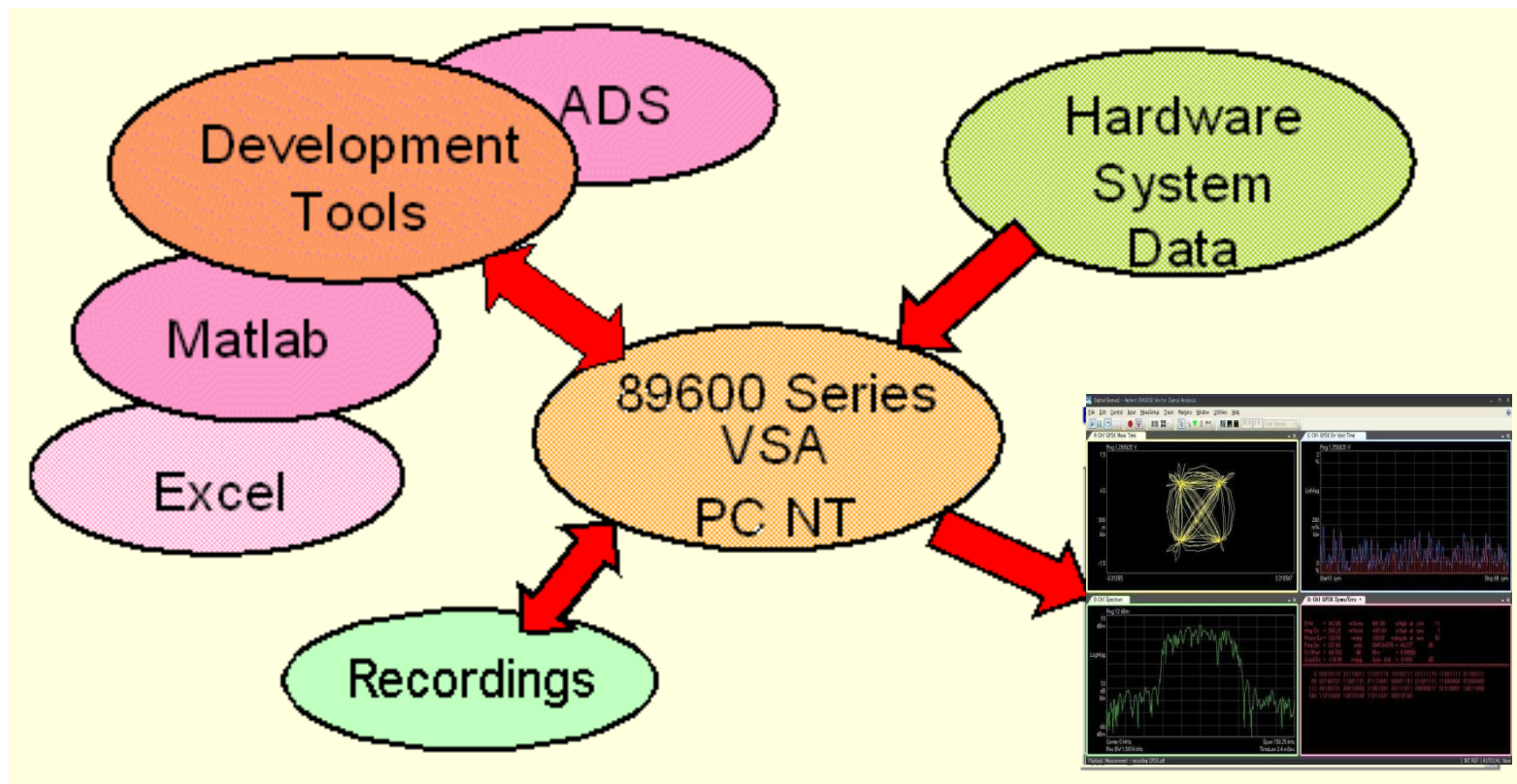
様々な測定器(Digitizer搭載モデル)と接続可能

様々なハードウェアとの接続例

	Capture Hardware	Frequency Range	Bandwidth	Resolution (Bits)	Input	Max. Capture Memory
専用VXI ハードウェア	89641A	DC – 6 GHz	36 MHz	12	RF / 2chRF	384MSa
	89610A	DC – 40 MHz	39 MHz	12	IF / IQ	384MSa
送信機 テスト	E4406A	7 MHz – 4 GHz	8 MHz (RF) 5 MHz (IQ)	14	RF / IQ	900kSa
	N4010A	2.381 - 2.519 GHz 4.800 - 5.875 GHz	40 MHz	14	RF / IF	656kSa
スペクトラム アナライザ	PSA	3 Hz – 50 GHz	80 MHz	14	RF	128MSa
	Xシリーズ	3 Hz – 26.5 GHz	140 MHz	16	RF	512MSa
	ESA E4407B	9 kHz – 26.5 GHz	10 MHz	12	RF	124kSa
オシロ スコープ (Infiniium)	DSO81304B	DC – 13 GHz	13 GHz	8	RF / IQ / 2ch RF	2MSa (64M)
	DSO/MSO8104A	DC – 1 GHz	1 GHz	8	RF / IQ / 2ch RF	128MSa
	DSO/MSO6104A	DC – 1 GHz	1 GHz	8	RF / IQ / 2ch RF	8MSa
ロジック アナライザ	16900A	1.5Gb/s, 34～9792ch (使用モジュールに依存)			Digital IQ/IF	64MSa (128M)
	16800A	450Mb/s, 34,68,102,136,204ch			Digital IQ/IF	32MSa
	1680AD/1690AD	200Mb/s, 34,68,102,136ch			Digital IQ/IF	1MSa
ベースバンド スタジオ	N5110B (N5101A,N5102A)	(200Mb/s x 32ch) or (400Mb/s x 16ch)			Digital IQ/IF	512MSa
ファイル	ADS、MATLABやC++などで作成したシミュレーションデータを復調・解析					

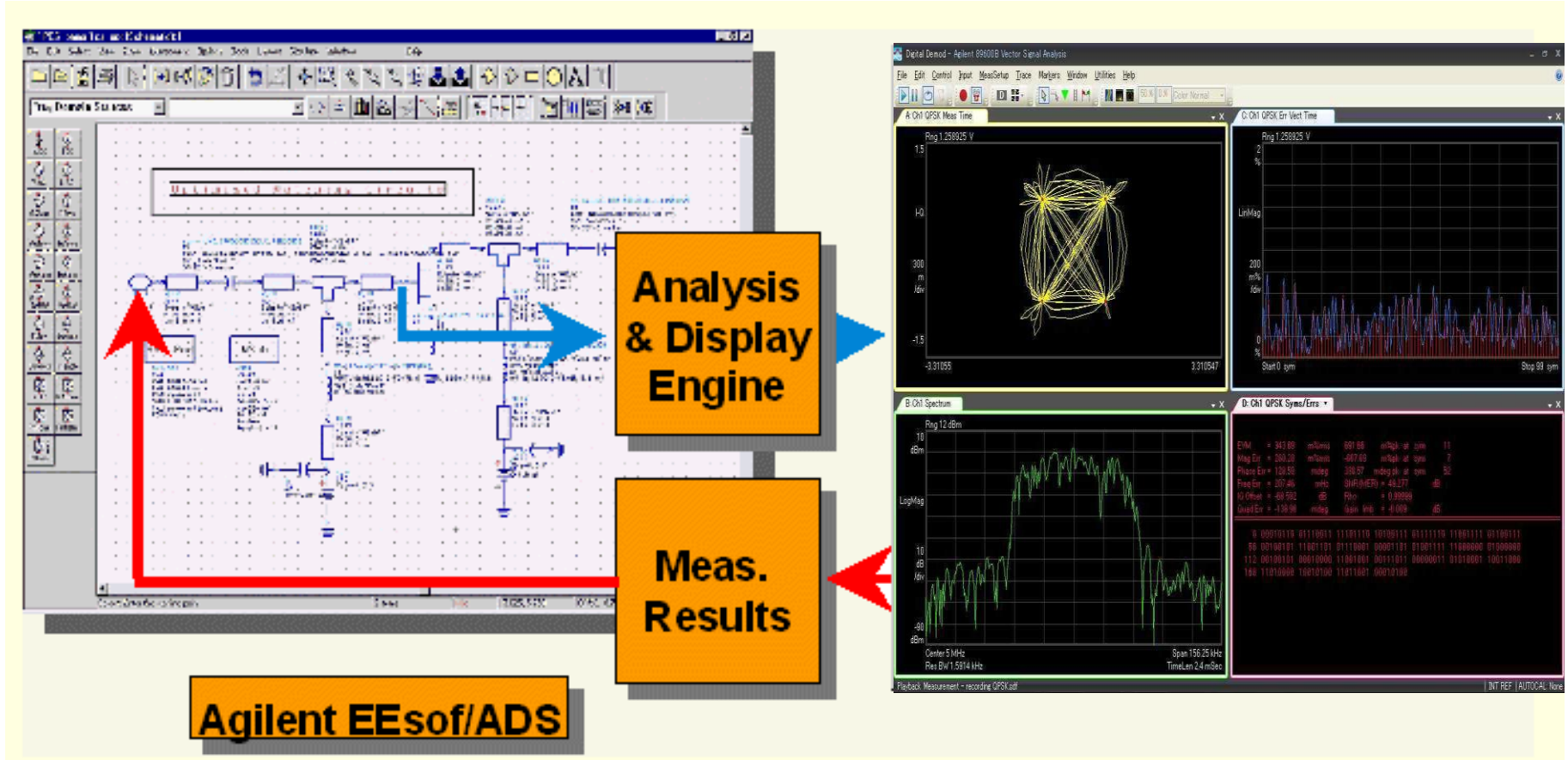
様々なソースからのデータを解析

ハードウェア(測定器)以外にも
様々なデータをVSAソフトウェアは解析可能



読み出すデータは、いつも同じ、時間軸のIQデータ

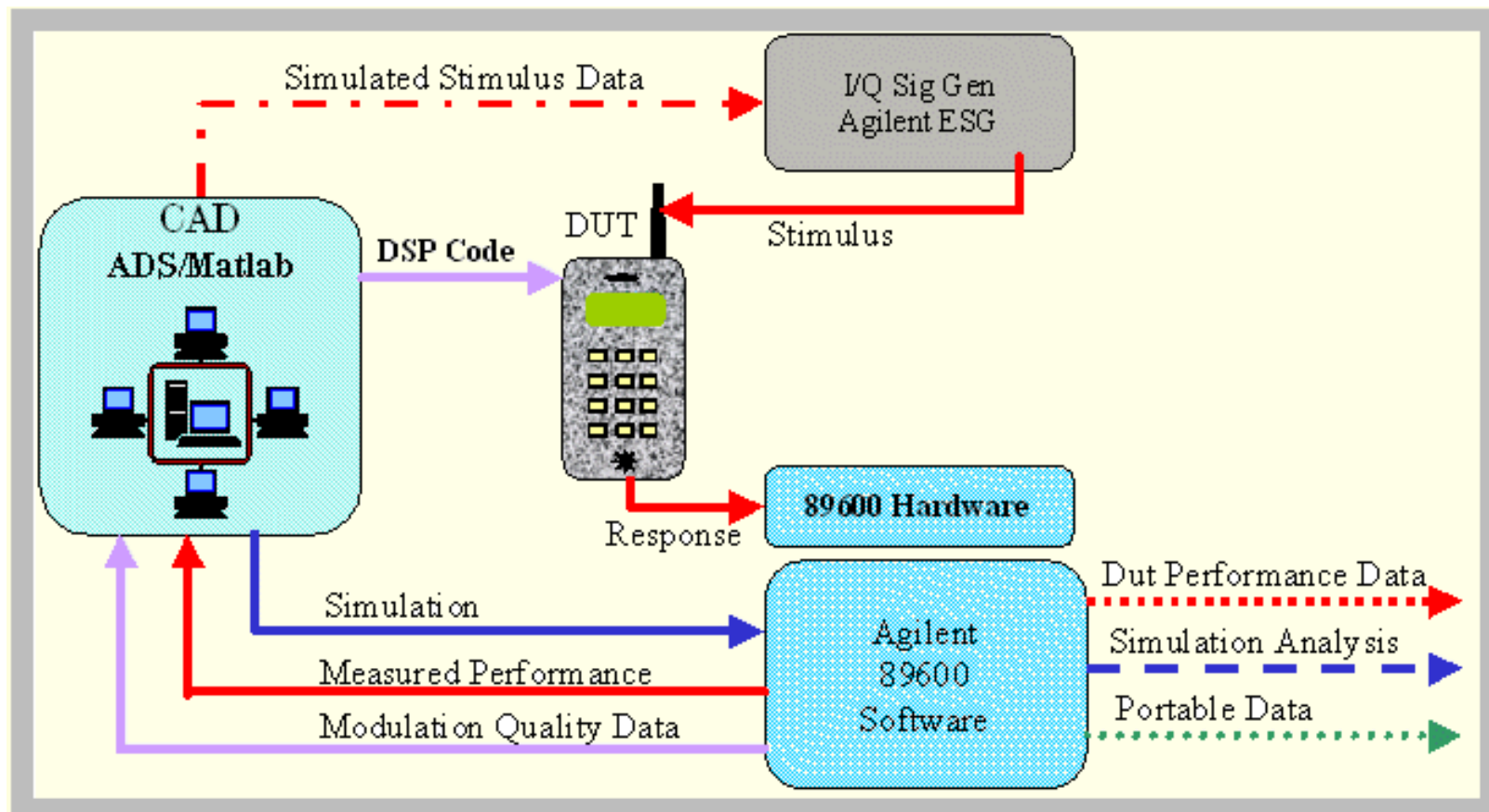
Agilent ADSシミュレータとの統合解析



VSA製品はAgilent ADSと緊密に統合されており、ADSツールセットの一部となっております。VSAソフトウェアの解析ウィンドウはADSシミュレーションの任意のポイントにドロップでき、シミュレーション実行中にリアルタイムに解析できます。

また、VSA製品で測定したデータをシミュレーションに戻すのも簡単です。

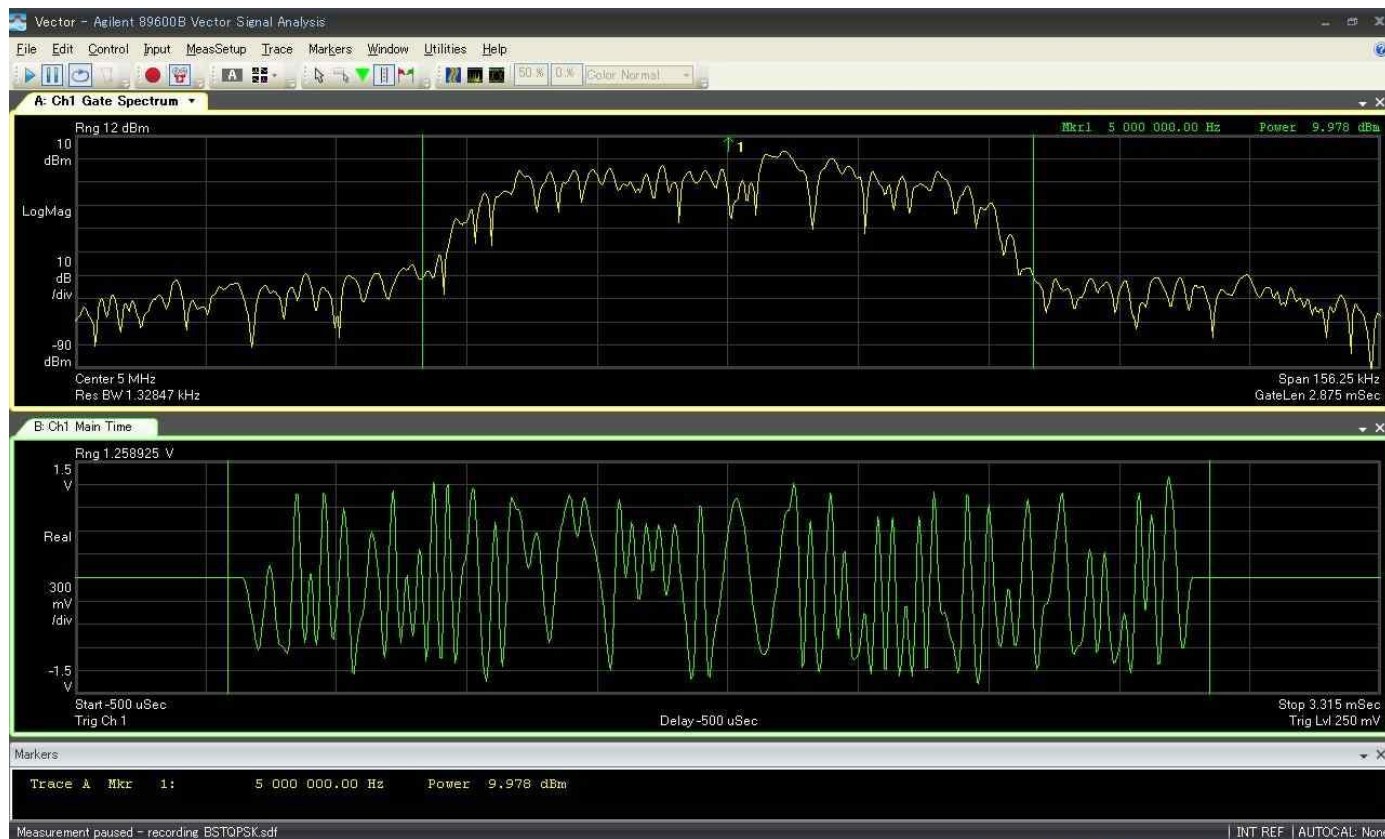
デザインサイクル中のVSA



**ADS/Matlabを用いたデザイン段階から
試作機を用いた実測まで、全てVSA製品で測定 & 解析可能**

VSA製品の特徴1 タイムゲーティング

バーストのオン区間のみのスペクトラムを解析



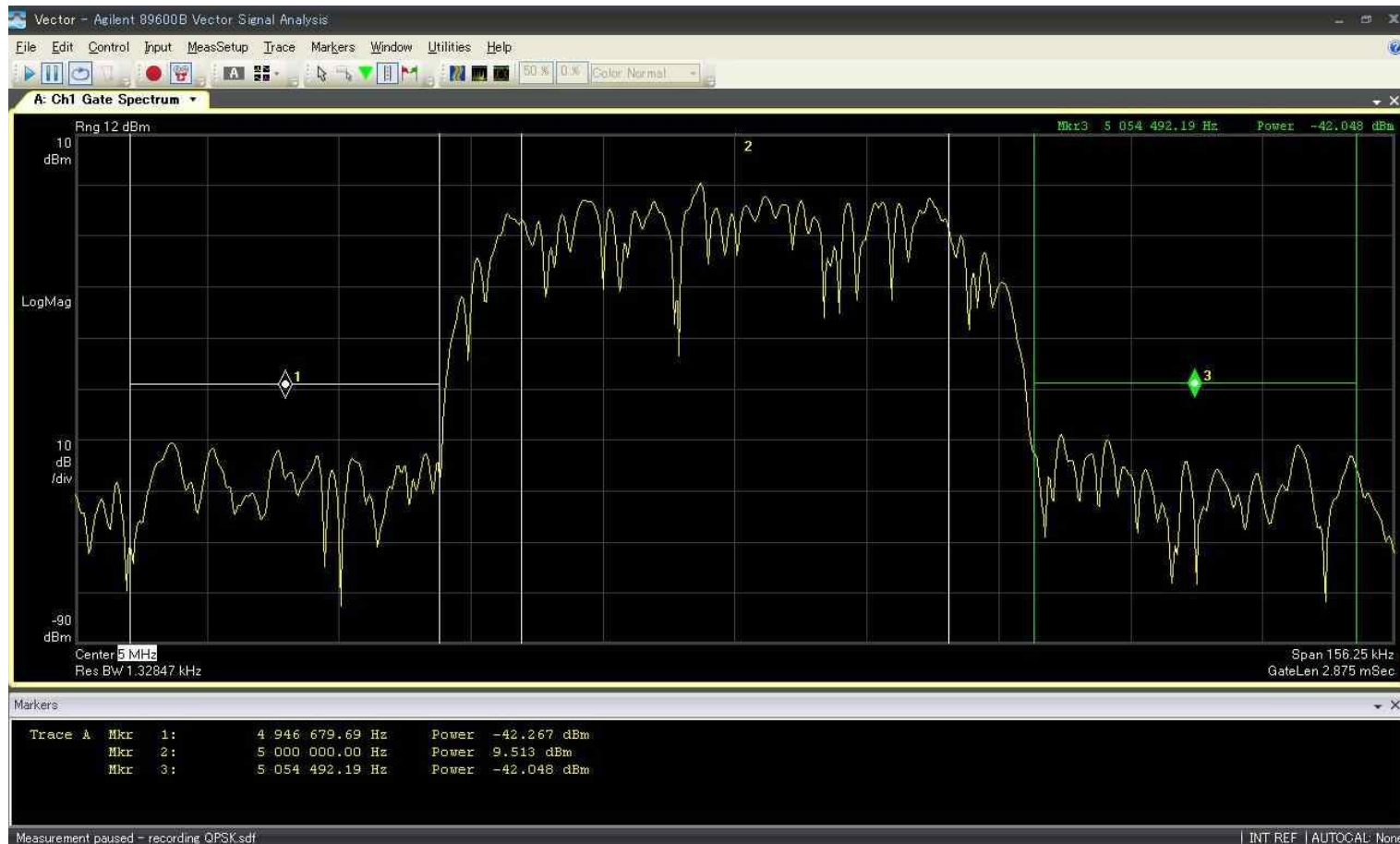
周波数軸
スペクトラム

時間軸
データ

掃引型スペクトラムアナライザでは困難なタイムゲーティング機能が使用可能

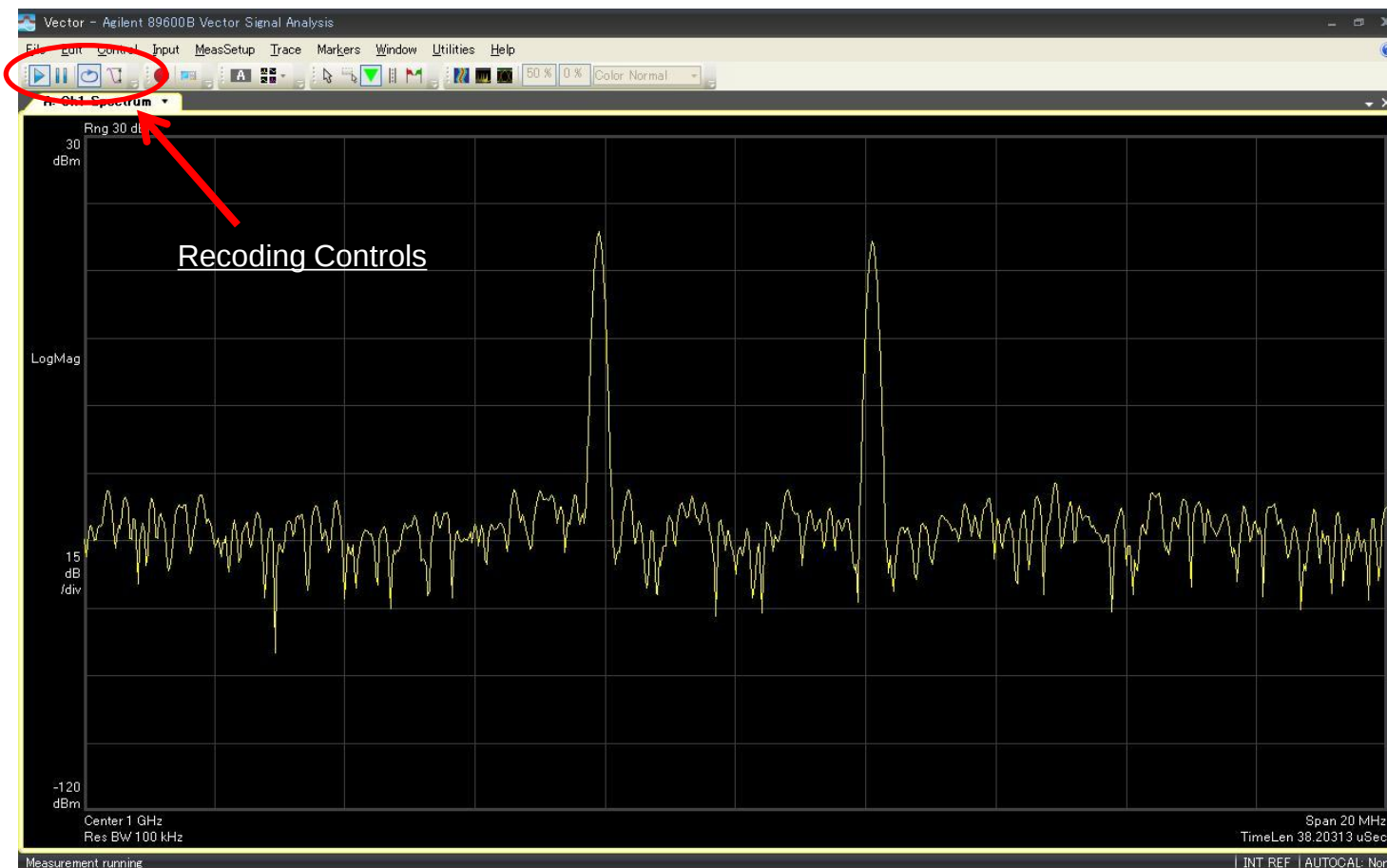


VSA製品の特徴2 Marker、パワー測定機能の充実



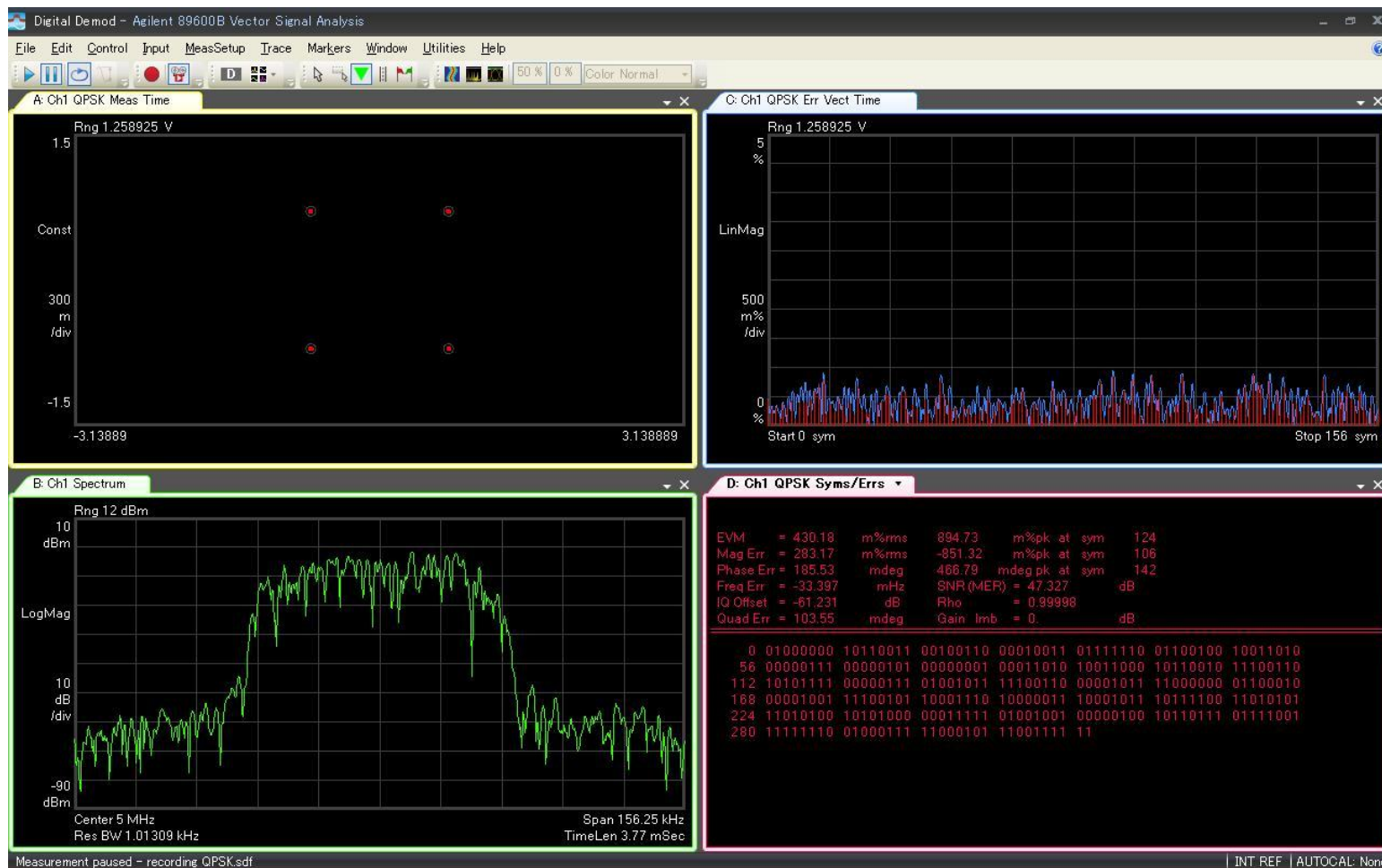
BandPowerMarker, OBW, ACPRが簡単に測定可能

VSA製品の特徴3 レコーディング機能



信号を記録 (レコーディング) し、ポストプロセッシング、データ保存、モデリング・ツールへのエクスポートなどに利用

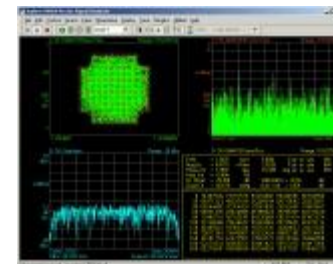
VSA製品の特徴4 デジタル復調解析 (Opt AYA)



デジタル復調器を用いて、変調エラーを解析可能

Agenda

- VSA製品の概要
- VSAソフトウェアの詳細 ←
- VSA製品の動作原理
- 信号の解析(周波数領域)
- 信号の解析(時間領域)



Required Hardware Spec

<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5990-6553JAJP.pdf>

PC要件		
オペレーティング・システム	Microsoft® Windows® XP Professional, Service Pack 2	Windows、Windows 7 Business、EnterpriseまたはUltimate
CPU	600 MHz以上のPentium® またはAMD-K6（2 GHz以上を推奨）	1 GHz 32ビット（x86） （2 GHz以上を推奨）
RAM	512 MB（1 GBを推奨）	1 GB（2 GBを推奨）
ビデオRAM	4 MB（16 MBを推奨）	128 MB（512 MBを推奨）
ハードディスク	1 GBの空き容量	1 GBの空き容量
インタフェース・サポート	LAN、GPIB	LAN、GPIB



VSA製品の動作に必要な2種類のソフトウェア



Agilent Signal Analysis

ベクトル変調解析を行うソフトウェア



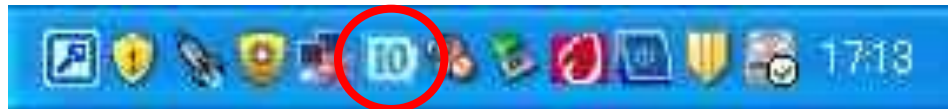
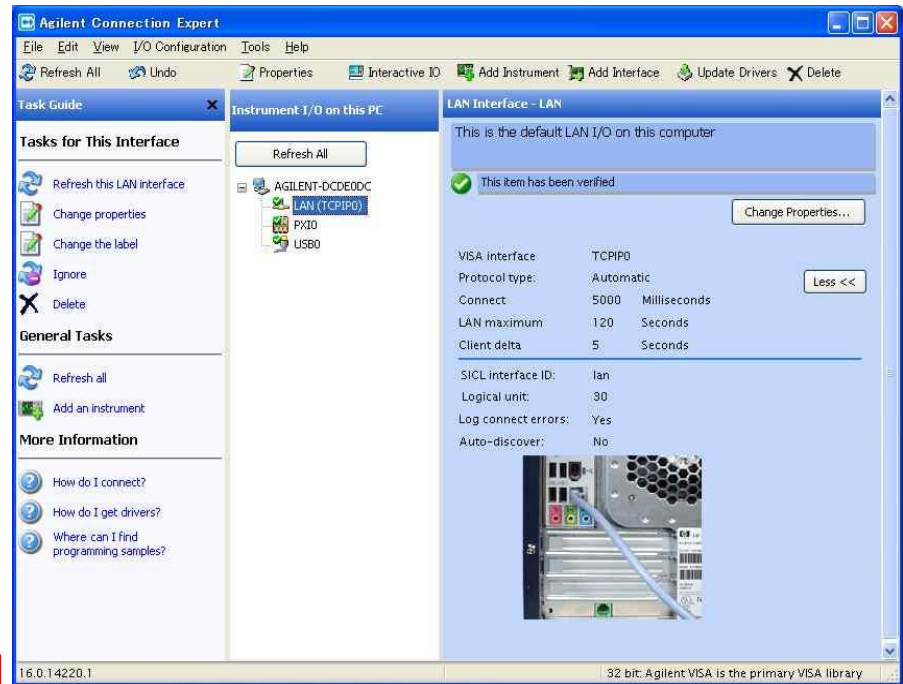
Agilent IO Control

測定器とPCのドライバの役割を果たすソフトウェア



Agilent Connection Expert (IO Libraries Suite)

VSAソフトウェアとは独立した、ソフトです



デフォルトで常駐されます

測定器と、Windows PCを接続
する際の、ドライバ的な役割
を果たすソフトウェア

VSAソフトウェア起動前にチェックする項目

- 測定器とPCとの接続と測定器の起動
- Agilent Connection Expertから、測定器の認識 (注1)

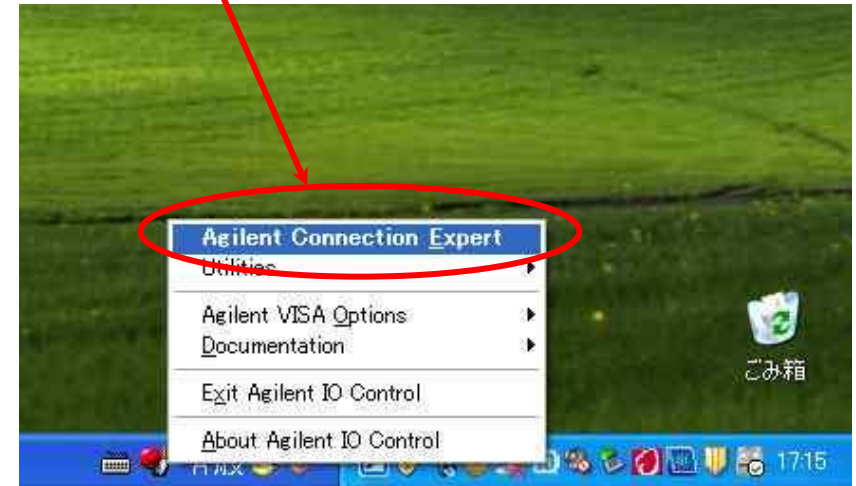
(注1) Agilent Connection Expertから、測定器の認識を毎回行う必要はございませんが、PCと測定器を初めて接続する場合、及び、PCと測定器の接続インターフェースが変更となった場合は、再度Agilent Connection Expertから測定器の認識を行う必要があります。

再設定が必要な例:

- 接続インターフェースがGPIB → LANに変更
- 測定器のLAN IP Addressが変更された場合

Agilent Connection Expert 起動方法

② Agilent Connection Expertをクリック



測定器の登録方法（LAN接続の測定器）

The screenshot shows the Agilent Connection Expert interface. The 'Add Instrument' button in the top toolbar is circled in red. A yellow callout box with red text points to it, stating: ①Agilent Connection Expert を起動し“Add Instrument”をクリック. Below this, the 'Add Instrument' dialog box is shown. It contains a table with columns 'Interface Name', 'Status', and 'Description'. The first row is 'Add LAN instrument on LAN (TCPIP0)' with status 'Available' and description 'LAN interface'. The second row is 'PXI0' with status 'Available' and description 'PXI interface'. The third row is 'USB0' with status 'Unavailable' and description 'USB interface(s)'. A blue arrow points from the 'Add LAN instrument on LAN (TCPIP0)' row to the 'OK' button, which is also circled in red. A yellow callout box with blue text points to the 'OK' button, stating: ②LAN(TCPIP0)を選択し OKをクリック.

①Agilent Connection Expert を起動し“Add Instrument”をクリック

Interface Name	Status	Description
Add LAN instrument on LAN (TCPIP0)	Available	LAN interface
PXI0	Available	PXI interface
USB0	Unavailable	USB interface(s)

②LAN(TCPIP0)を選択し OKをクリック

測定器の登録方法2（測定器のIP “127.0.0.1”を例に）

Add LAN Instruments
Discover or locate LAN instruments. Select any number of them to add to the configuration.

Auto Find
Discover local instruments

Add Address
Manually add a known IP address or hostname

Search
Explore a network address range

Add Other
Other instruments reachable through the LAN

Enter Instrument Address:
☐ Use Hostname
or
☒ Use IP Address: 127 . 0 . 0 . 1

Optional Socket Connection:
☐ Use socket connection Port number: 5025

Test Connection

Instrument Identification:
☒ Web information (recommended)
☐ *IDN query
☐ None

Identify Instrument

Instrument Web Interface

OK

①IP Addressに“127.0.0.1”と入力し
Test Connection / Identify Instrument
をクリック

Optional Socket Connection:
☐ Use socket connection Port number: 5025

Test Connection ☒ The instrument is present

Instrument Identification:
☒ Web information (recommended)
☐ *IDN query
☐ None

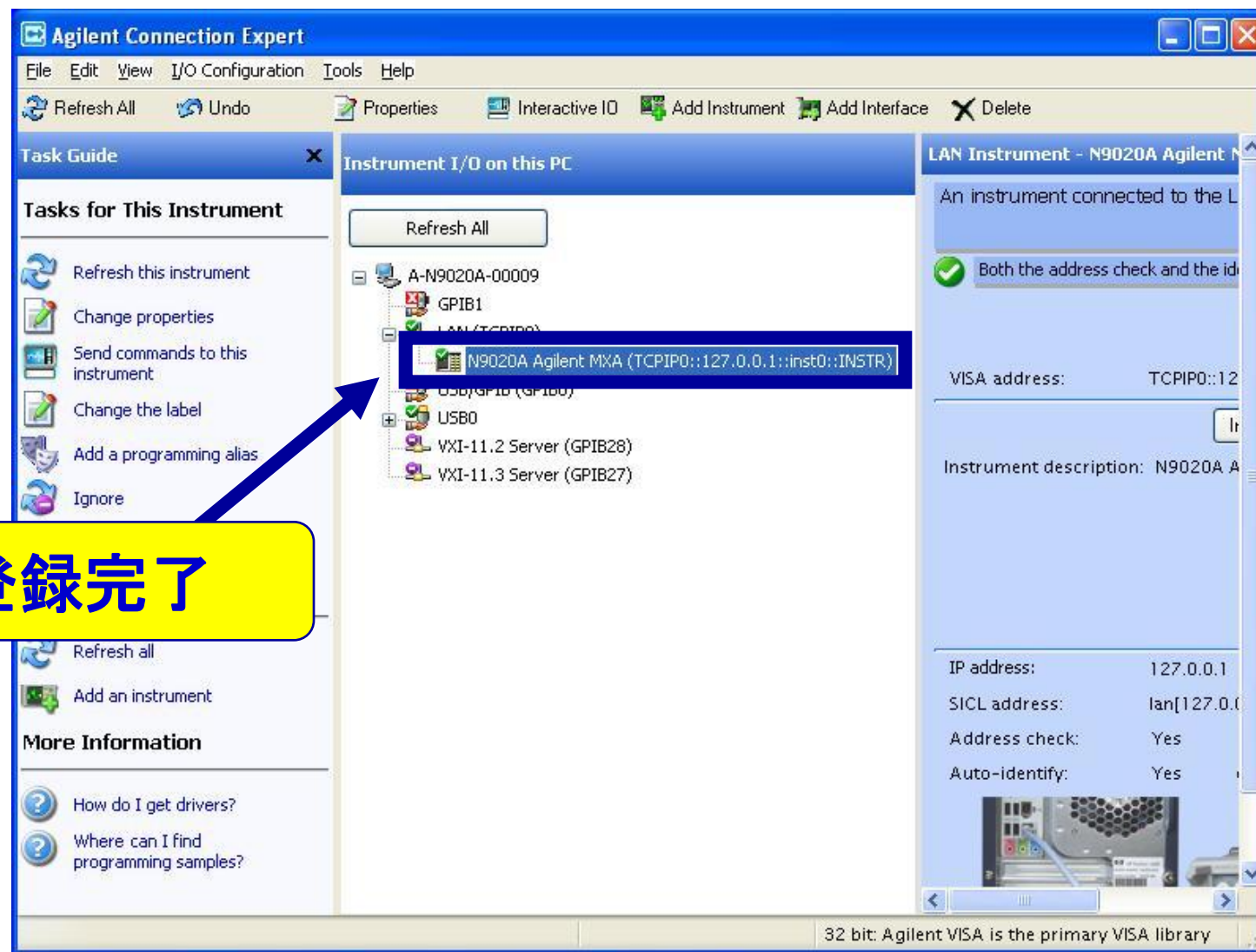
Identify Instrument Agilent N9020A Signal Analyzer - MY49100009

Instrument Web Interface

OK

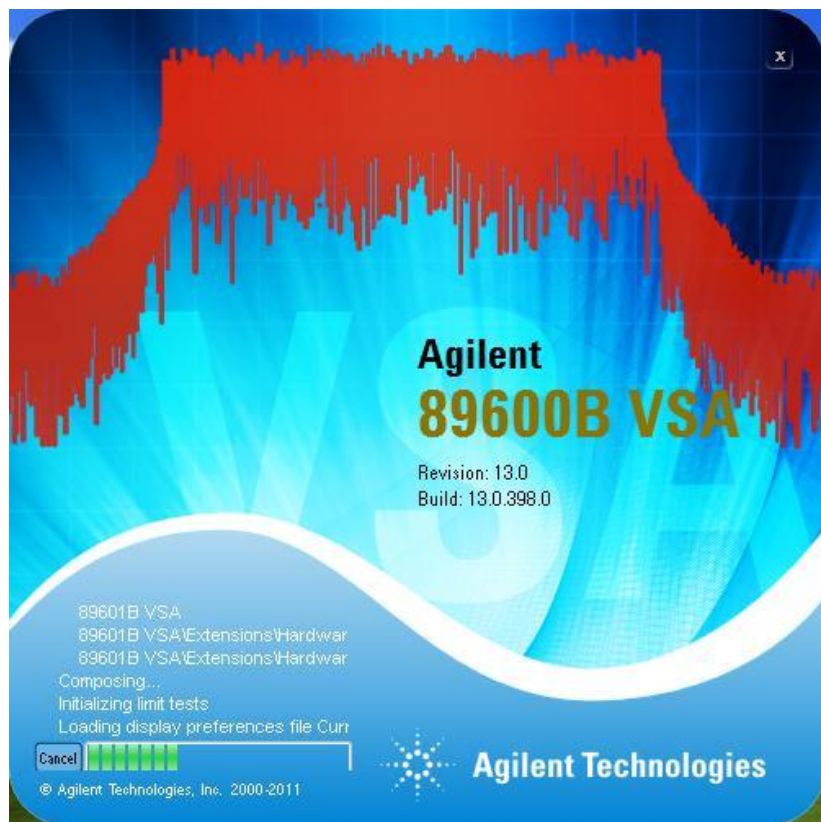
②測定器が認識された事を確認し
OKをクリック

測定器の登録方法 3

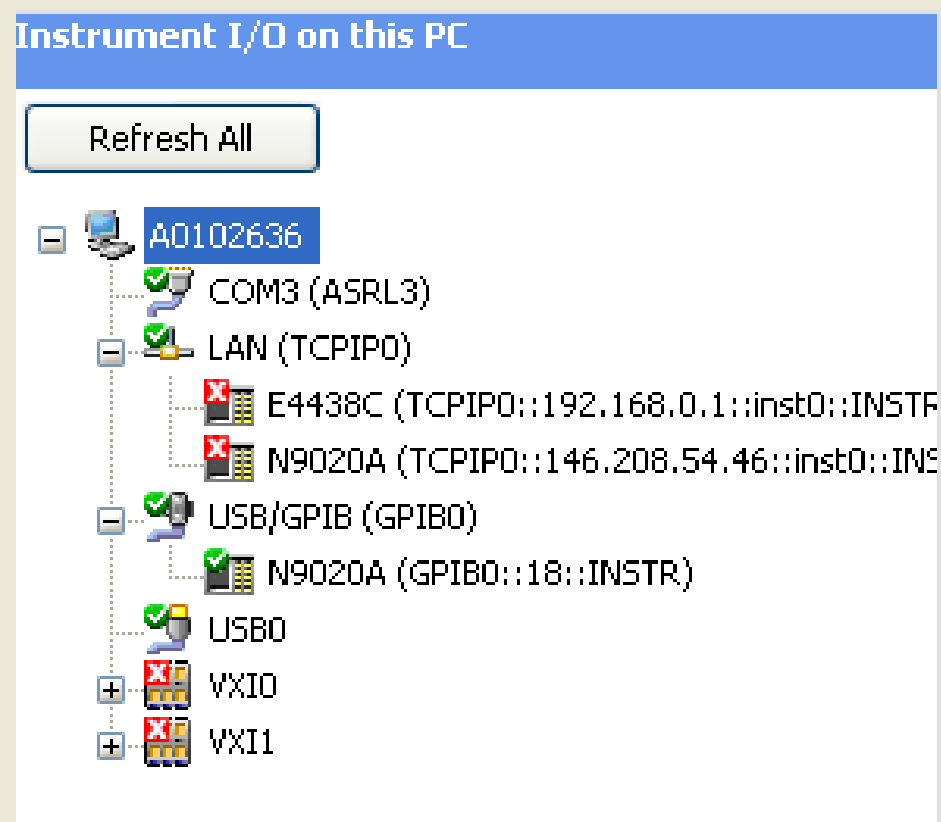


VSAソフトウェアの起動

VSAソフトウェア起動時に、Agilent Connection Expertで登録されている測定器と接続を試みます



VSAソフトウェア起動画面



Agilent Connection Expert画面



トラブルシューティング:

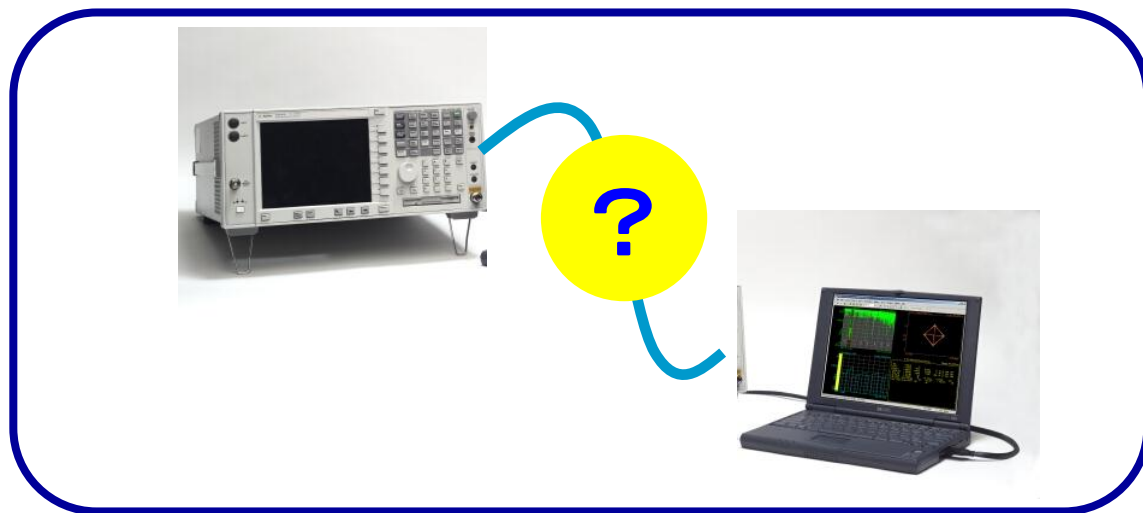
VSAソフトウェアからハードウェア(測定器)が認識されない場合

1. VSAソフトウェアがSimulated Hardwareモードになっている

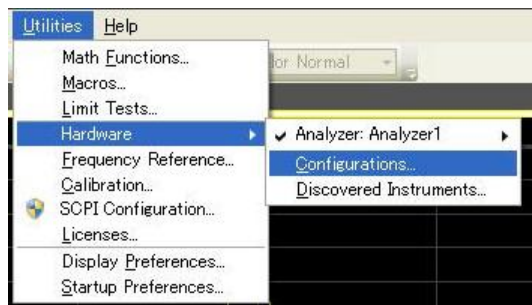
→ 次スライド参照

2. Agilent Connection Expertでうまく測定器が認識されていない

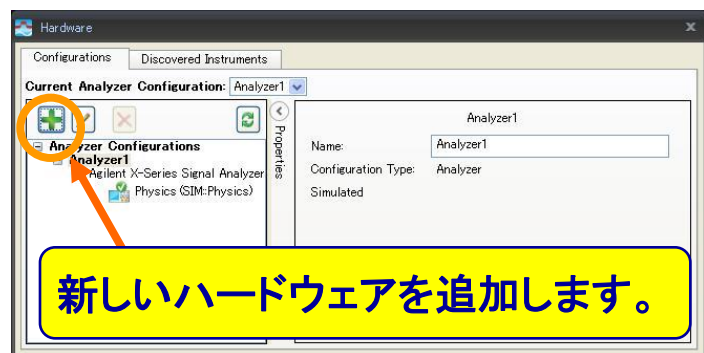
→ Agilent Connection Expertを開いて、測定器が認識されているかご確認下さい



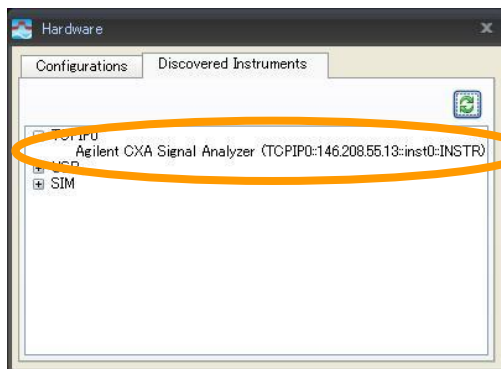
Hardware設定 (1)



Utilities - Hardware - Configurations



ハードウェアの追加・編集・削除します。



Hardware設定 (2)

1

☐ Simulate Hardware

☒ Simulate Hardware

チェックしない場合、接続した測定器が表示されます。

チェックした場合、模擬した測定器を選択することが可能です。

New Hardware Configuration

1. Select the logical instrument(s) to use. Sources and Analyzers cannot be mixed within the same configuration.

☒ Simulate Hardware

Possible Logical Instruments

- Analyzer
- Agilent 89610 Vector Signal Analyzer
- Agilent 89611 Vector Signal Analyzer
- Agilent 89640 Vector Signal Analyzer
- Agilent 89641 Vector Signal Analyzer
- Agilent ESA-E Series Spectrum Analyzer
- Agilent Infiniium Series Oscilloscope
- Agilent InfiniVision Series Oscilloscope
- Agilent N4010 Digitizer
- Agilent PSA Series Spectrum Analyzer
- Agilent VSA Logic Analyzer Input
- Agilent VSA Stream
- Agilent X-Series Signal Analyzer

Configuration

Agilent X-Series Signal Analyzer

Hints:

2. Select the instrument(s) to use for each logical instrument in the configuration.

ADC Agilent MXA Signal Analyzer SIM:Physics

3. Name the configuration.

Analyzer2

OK Cancel

2

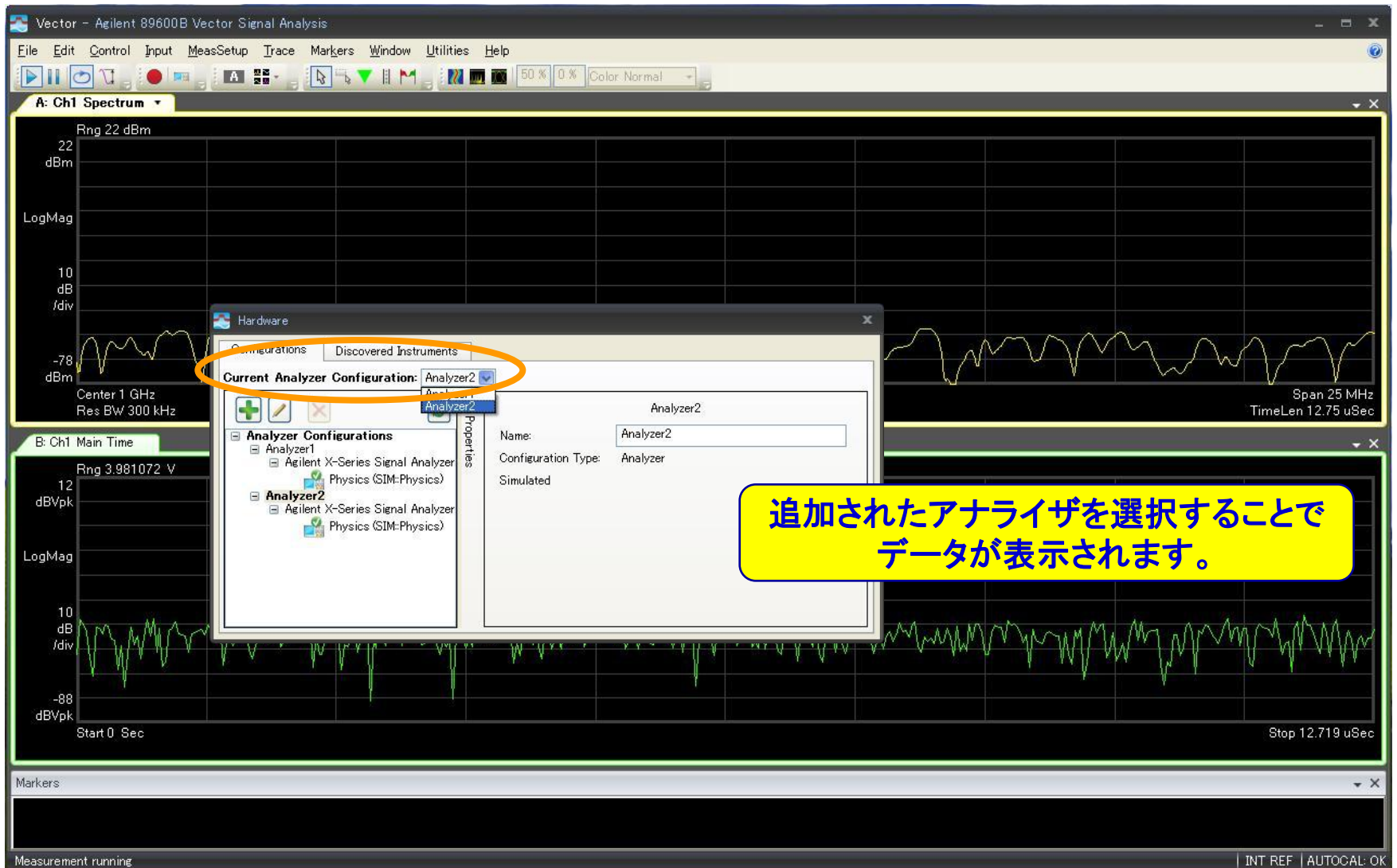
追加する測定器を選択します。“>”ボタンをクリックすることで、Configuration側にインポートされます。

3

追加した測定器の論理機器を設定します。次に表示するコンフィグ名前を設定します。設定完了後、“OK”ボタンをクリックします。

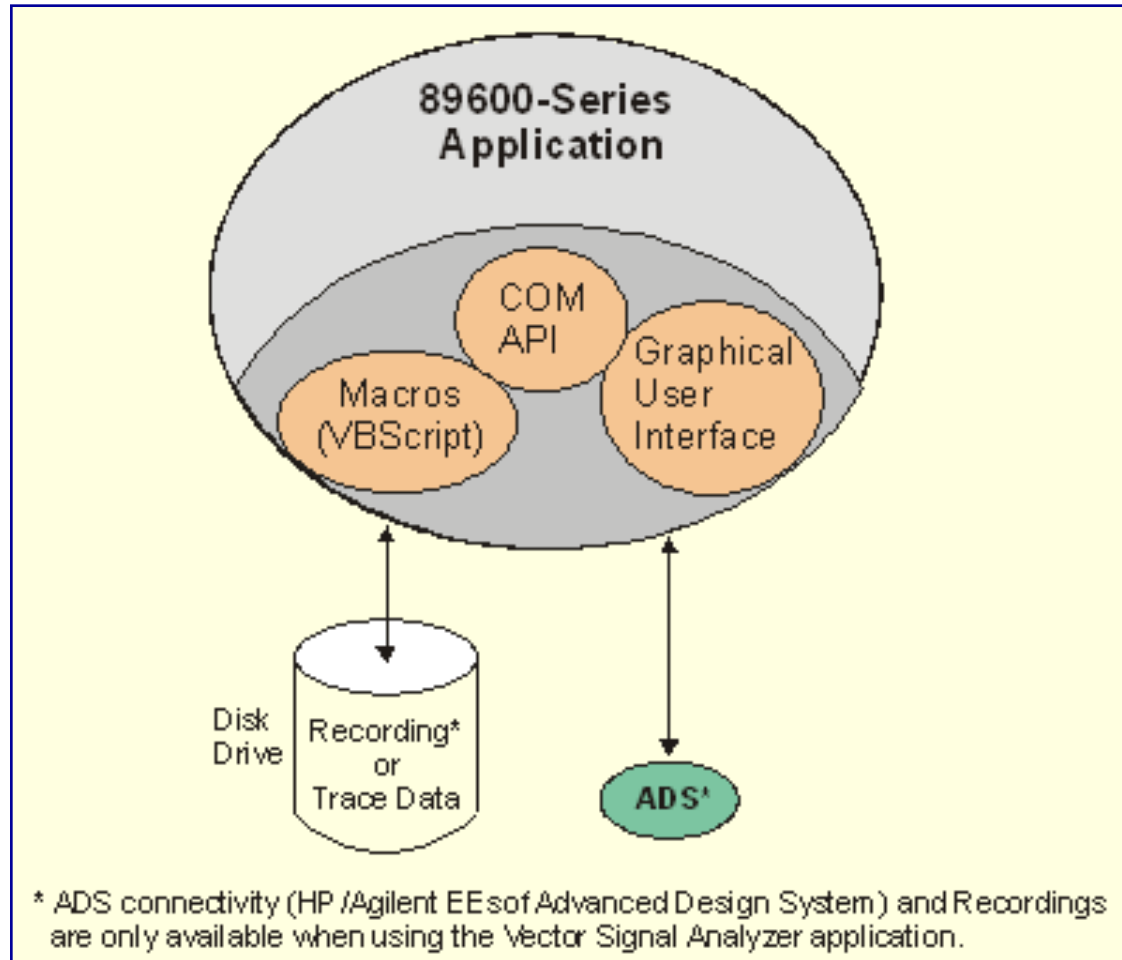


Hardware設定 (3)



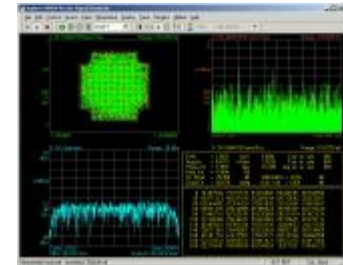
VSAソフトウェアアプリケーションの制御

Windows GUI操作以外にも、Macro / COM APIに対応

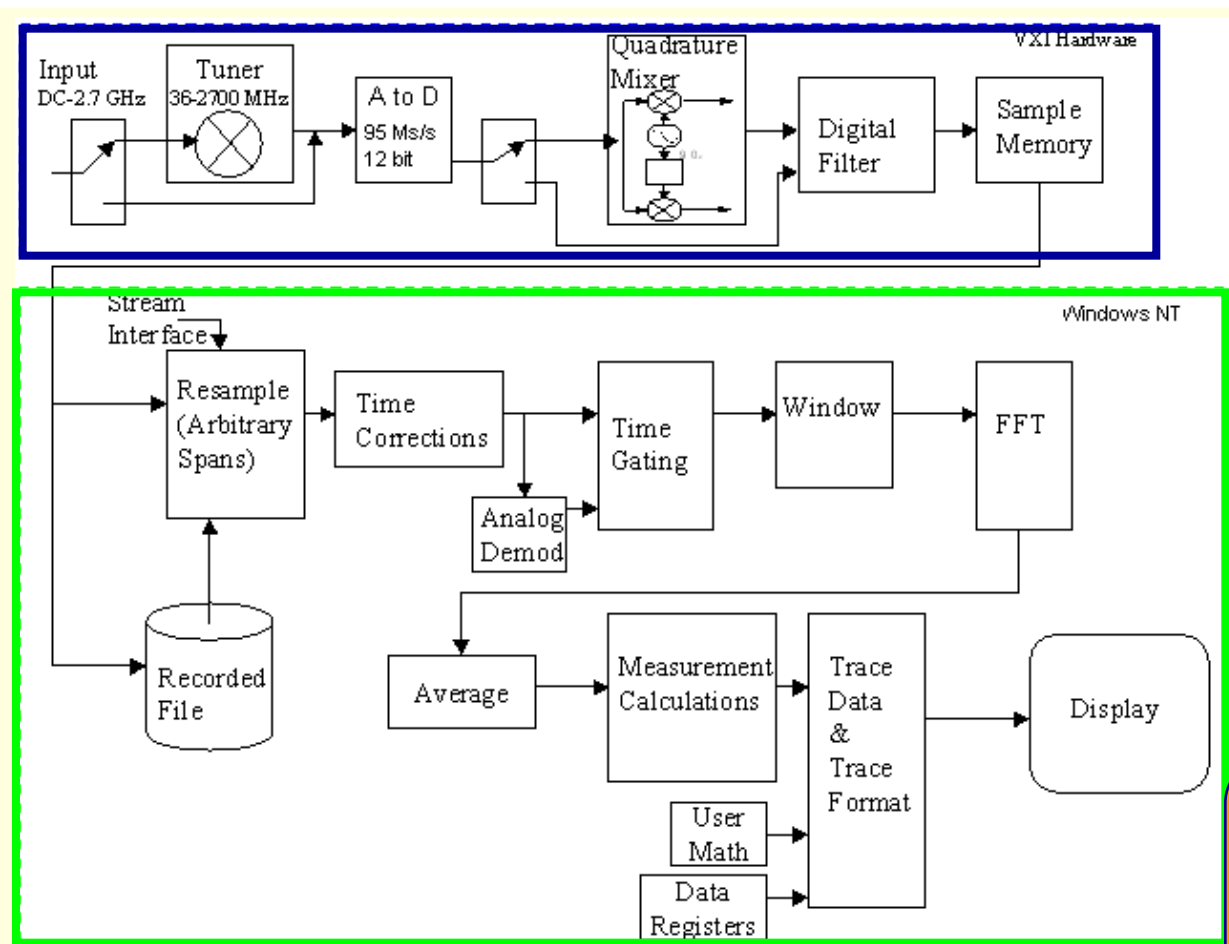


Agenda

- VSA製品の概要
- VSAソフトウェアの詳細
- VSA製品の動作原理 ←
- 信号の解析(周波数領域)
- 信号の解析(時間領域)



VSAの動作原理 — システムのブロック図

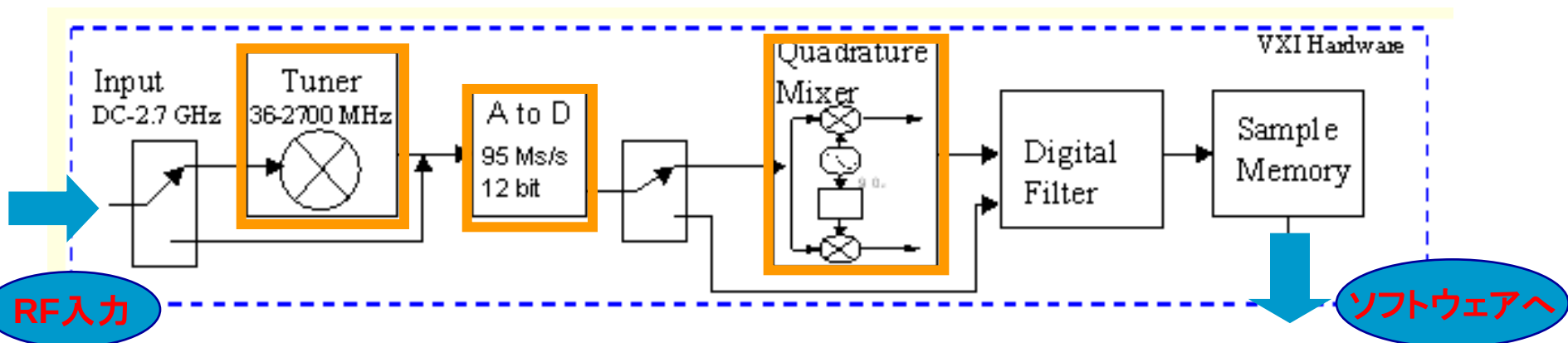


VSA ハードウェア

VSA ソフトウェア

VSA Hardware
VSA Software
順番に説明致します

VSA動作原理 Hardware編



Tuner RFチューナ

高周波信号を、AD変換可能な中間周波数(IF)にダウンコンバートします。

A to D AD変換器

入力したアナログ信号を、時間軸データ(デジタル)に変換します。

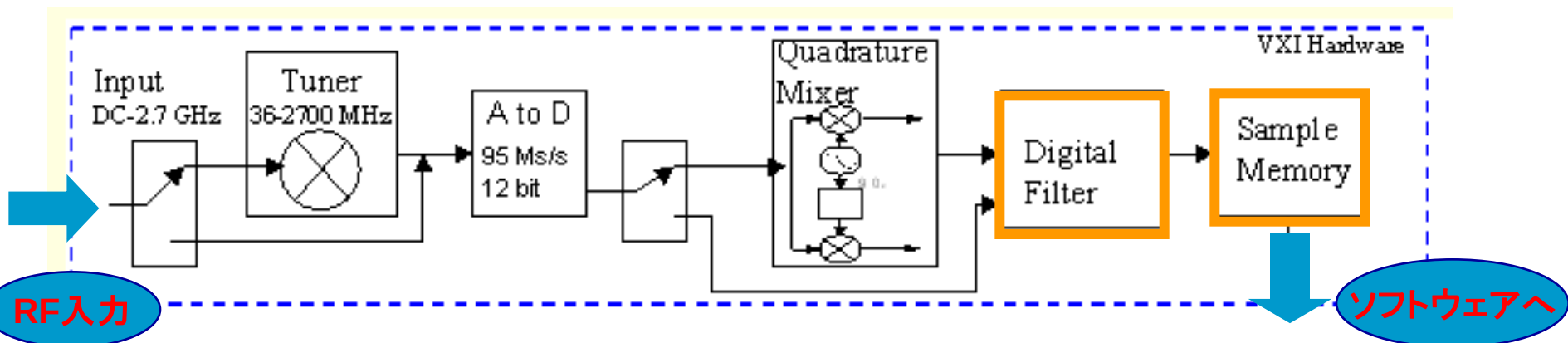
Quadrature Mixer 直交ミキサ

直交変調ミキサとも呼ばれ、ディジタル化された信号をAD変換機から受け取ってサンプルに、サイン、及びコサインを乗算します。

結果は各サンプルを直交座標の実数と虚数(IQ)で表したものとなります。

注： 図中の値 (Input / Tuner / A to D) は、VXI Moduleを使用した例です。
他の測定器をVSA Hardwareとして利用した場合は、各々の仕様に読み替えて下さい。

VSA動作原理 Hardware編 2



Digital Filter

選択したスパンのサンプリングに必要な量のサンプル以外を破棄するデシメータの役割を果たします。

Sample Memory

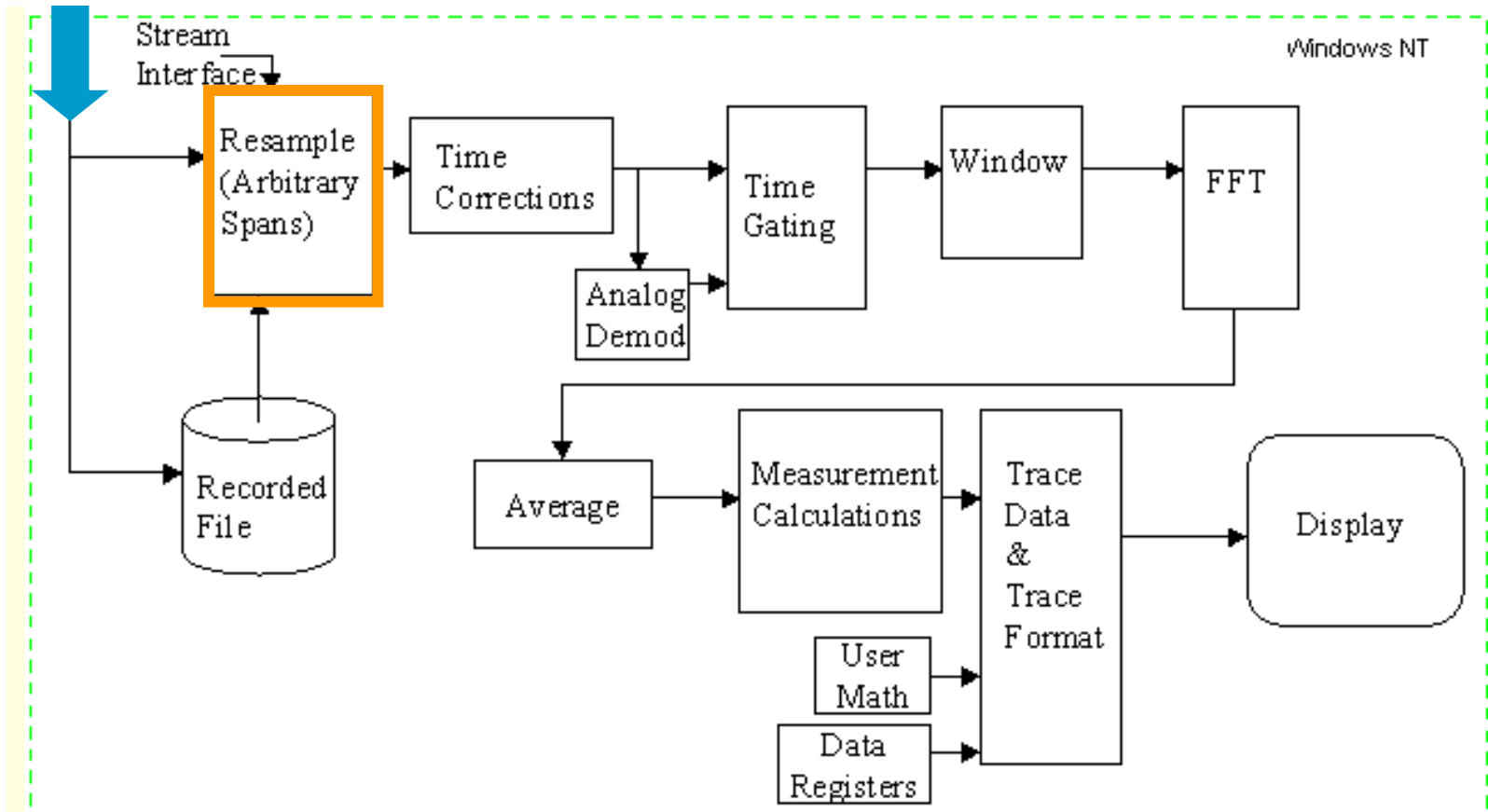
フィルタを通った後のサンプルはPCに転送されるまでここにバッファリングされます。

VSAソフトウェアで使用するデータは***IQ*** サンプル

注： 図中の値 (Input / Tuner / A to D) は、VXI Moduleを使用した例です。
他の測定器をVSA Hardwareとして利用した場合は、各々の仕様に読み替えて下さい。

VSA動作原理 Software編

VSA ハード
ファイル等

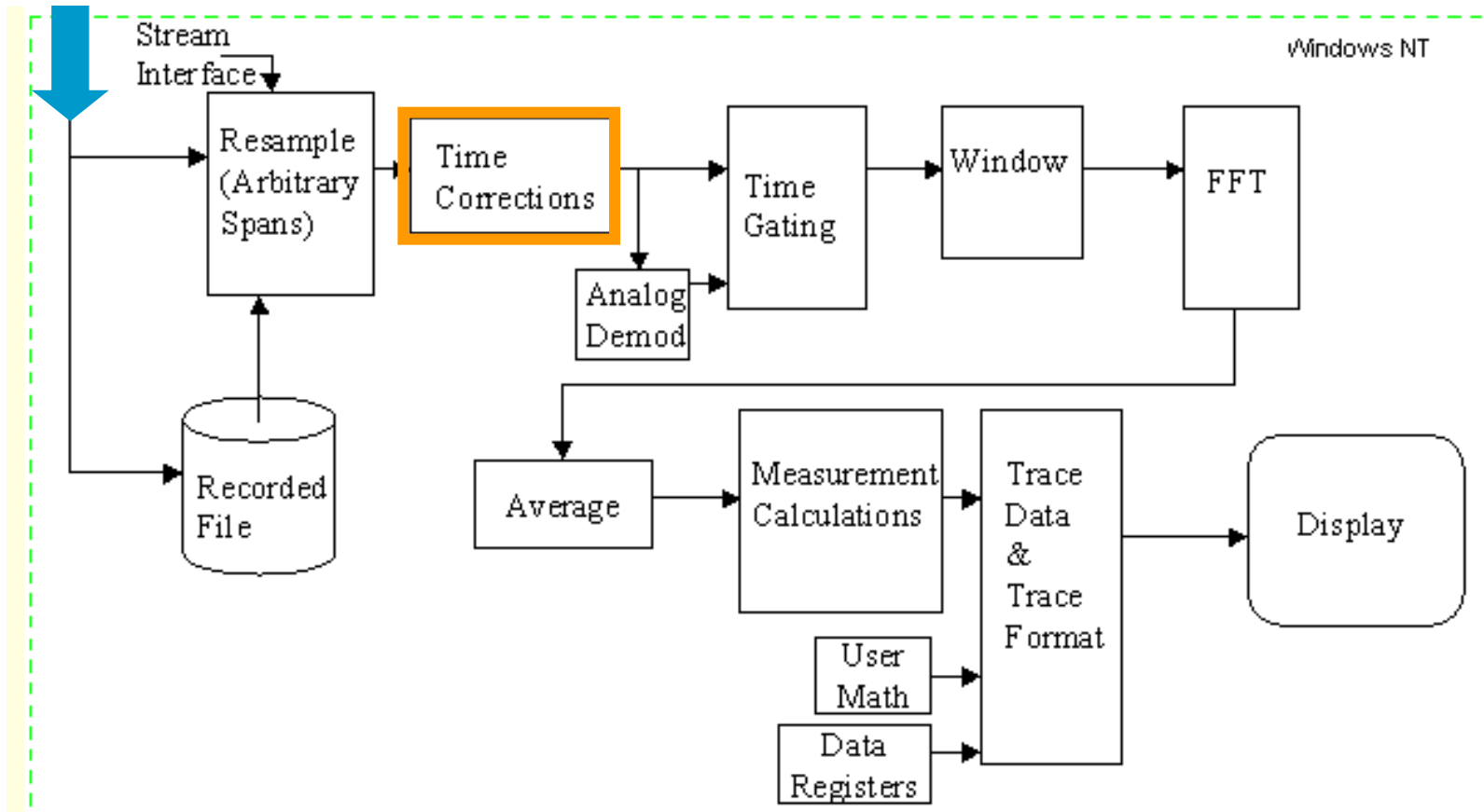


Resample 再サンプリング

デジタルフィルタでは、サンプルを整数分の一に間引くことしか出来ません。
そこで、ユーザの任意のスパンに対応する為、このブロックで信号をリサンプルします。

VSA動作原理 Software編 2

VSA ハード
ファイル等



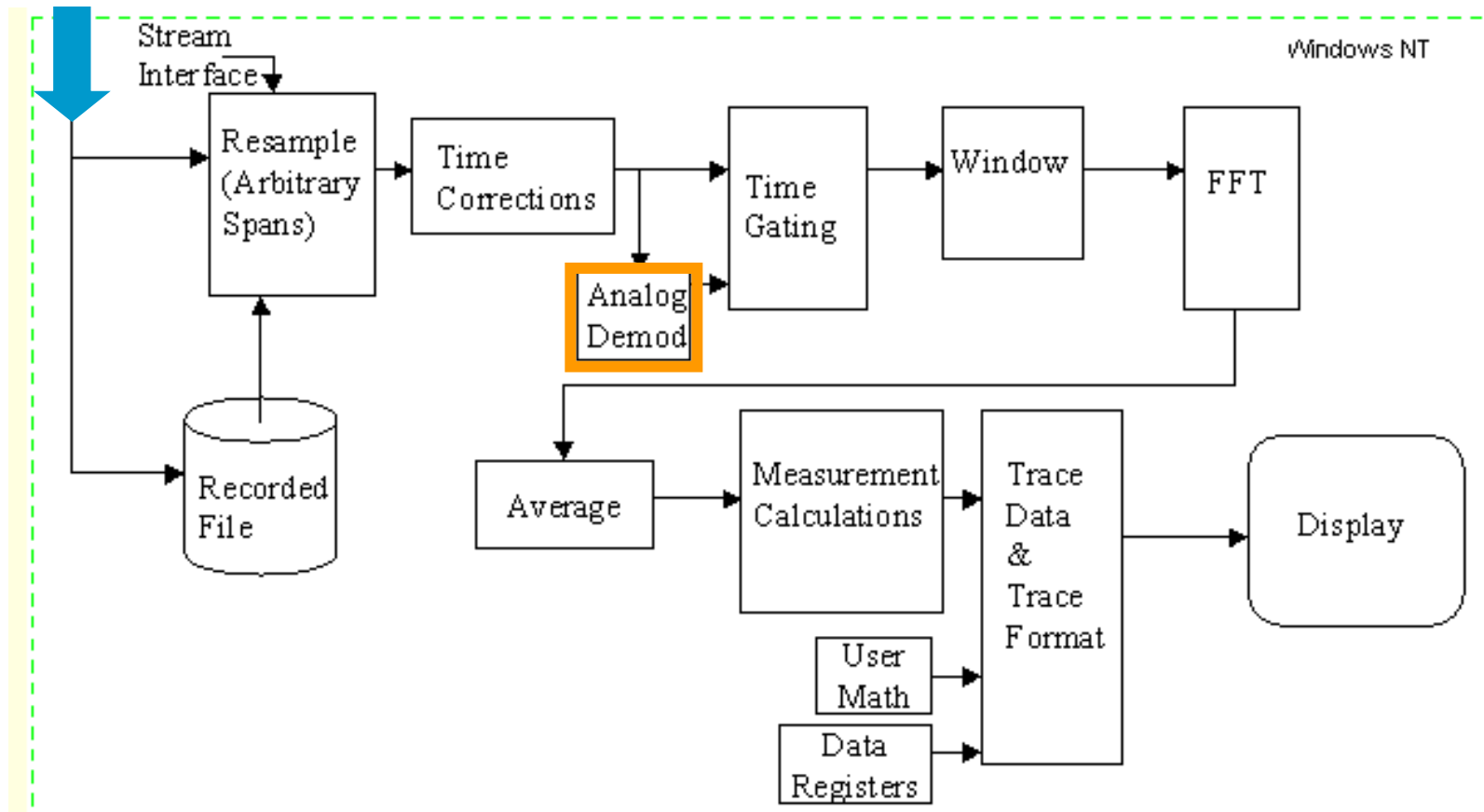
Time Corrections 時間補正ブロック

ここでは周波数応答と群遅延に対する補正が行われます。

これらの補正係数は、構成プロセスの間に収集され、その測定結果から構成係数が導かれます。

VSA動作原理 Software編 3

VSA ハード
ファイル等

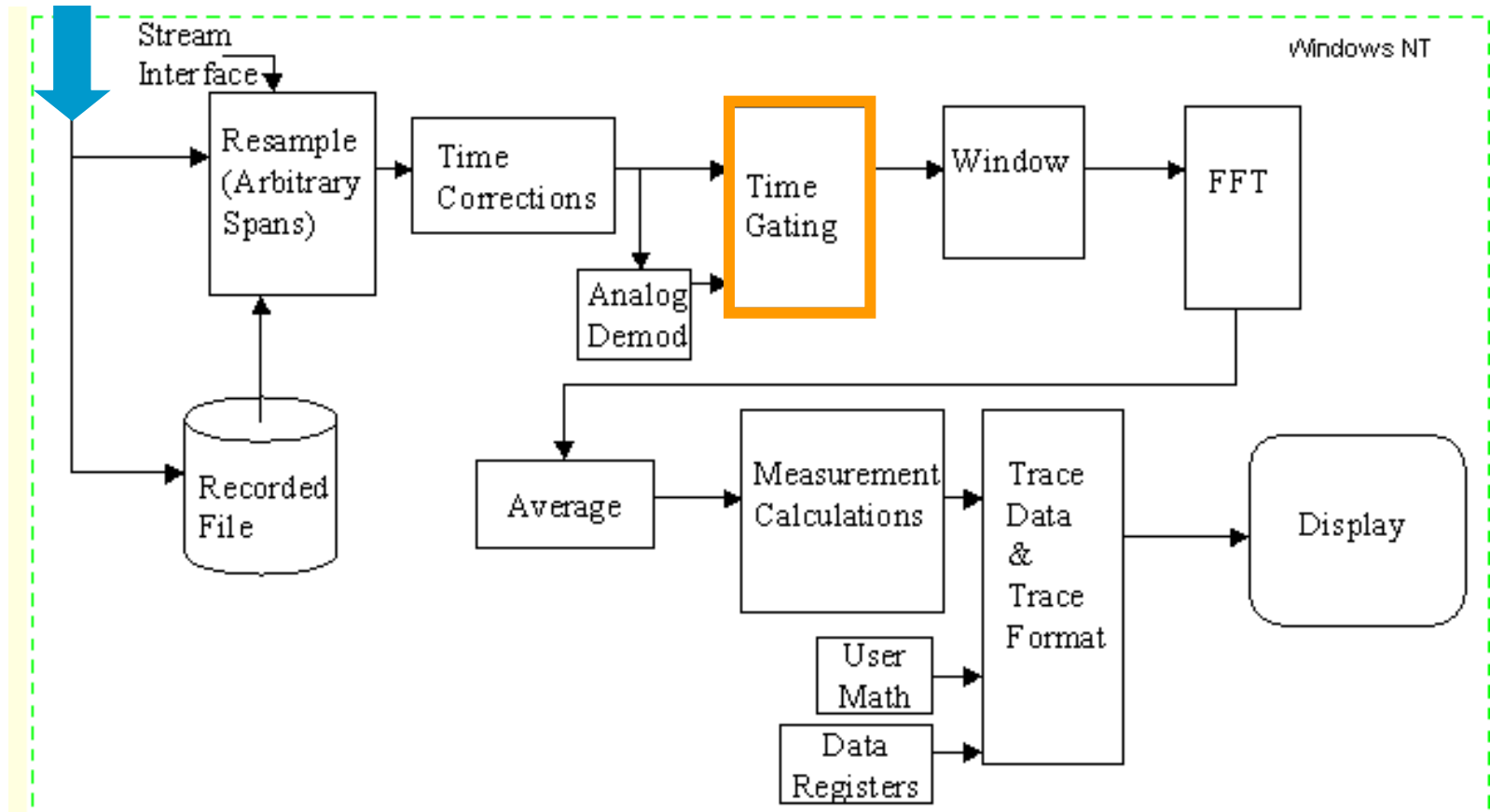


Analog Demod アナログ復調ブロック

ここでは、IQサンプルを処理して、信号の振幅、周波数、位相特性を抽出します。
これにより復元されたAM/FM/PM復調に対してアナライザのDSPツールを適用可能となります。

VSA動作原理 Software編 4

VSA ハード
ファイル等



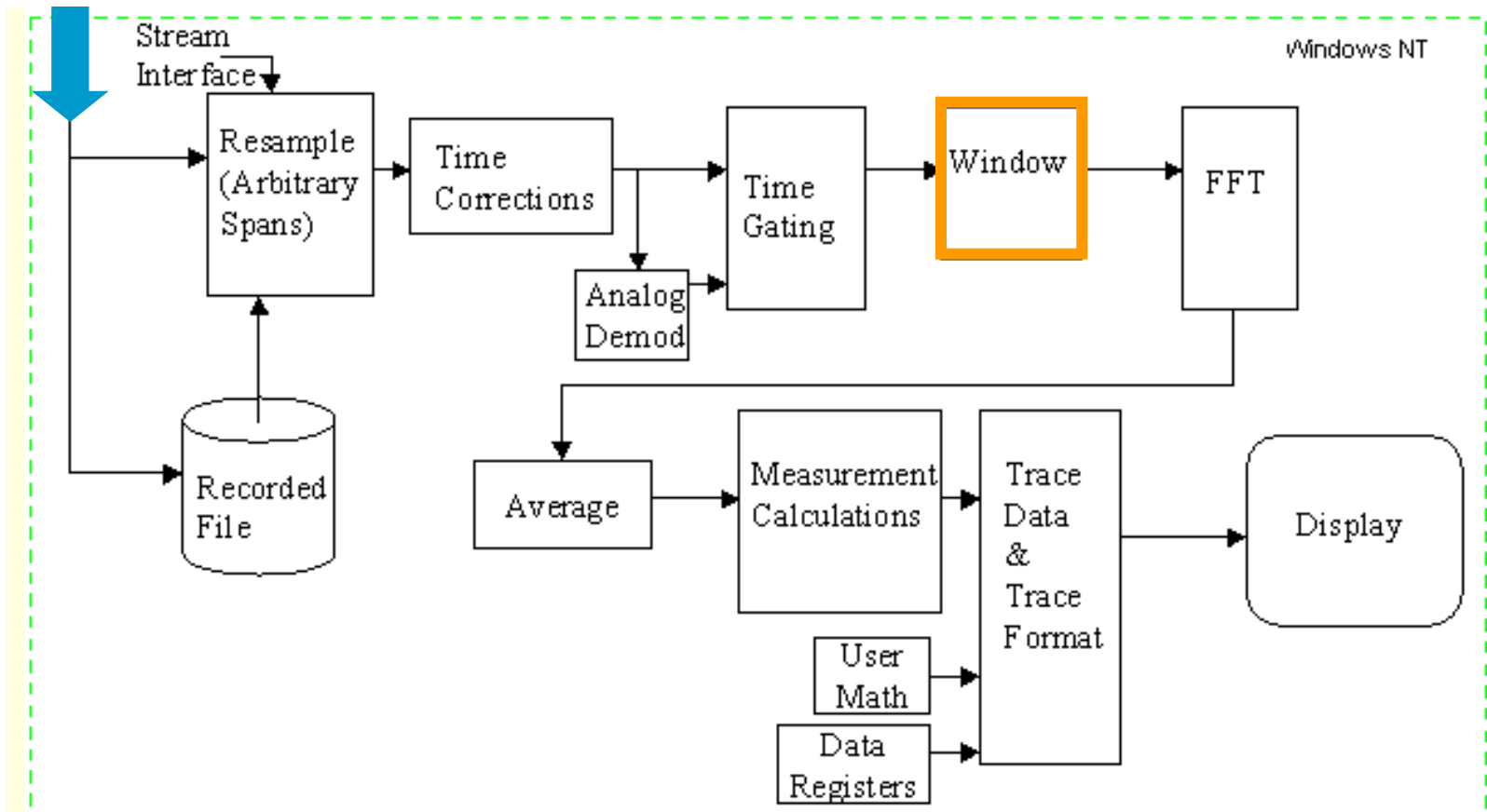
Time Gating 時間ゲーティングブロック

これは、ユーザが時間波形の時間的限定(ゲーティング)を行う為の場所です。
ゲート内部に入るサンプルだけが信号プロセッサに進むことを許されます。

VSA動作原理 Software編 5

VSA ハード
ファイル等

後ほど解説スライドあります



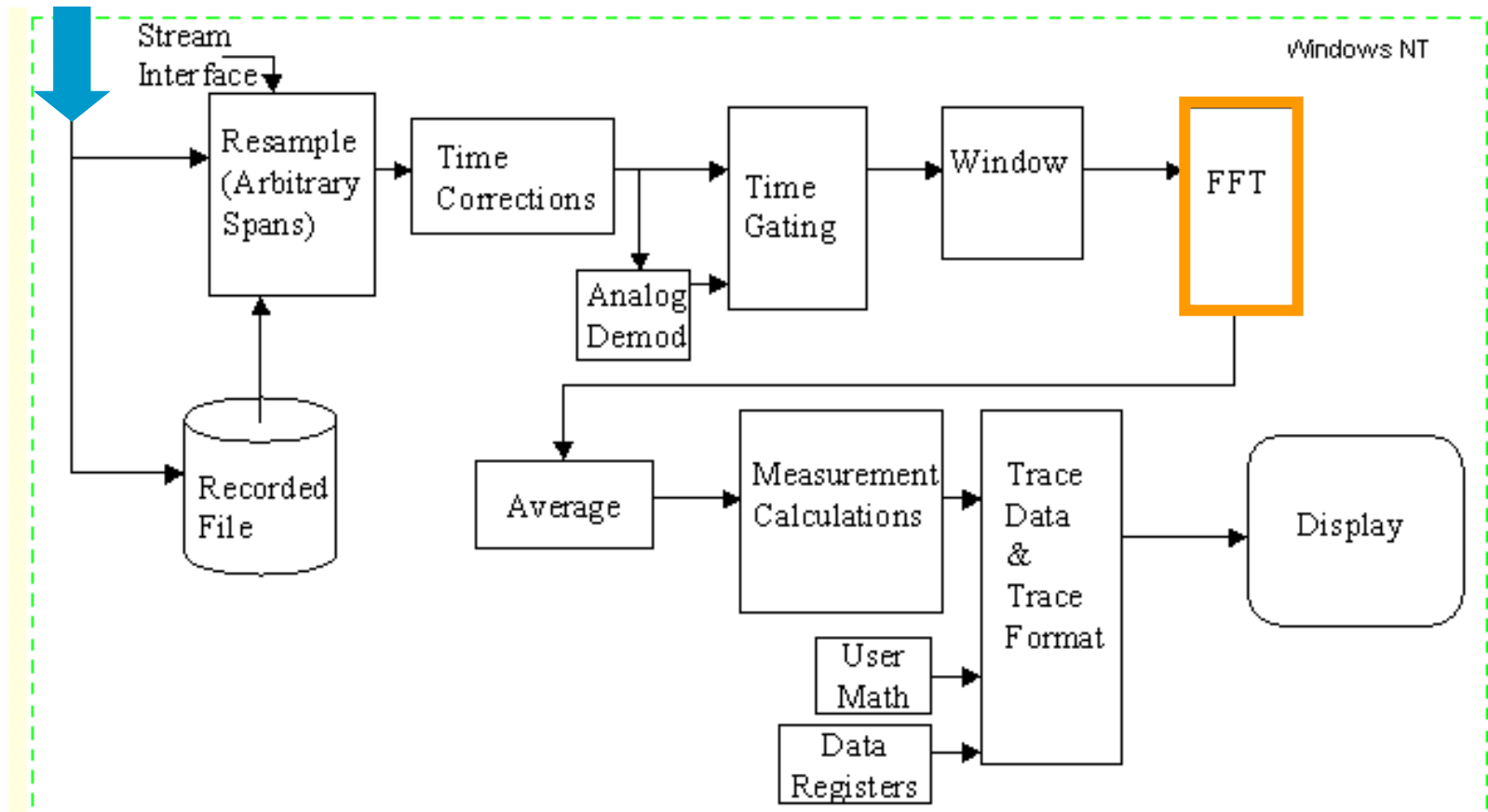
Window ウィンドウ関数

ウィンドウ関数は、重み付のタイムパス・フィルタです。

時間領域レコードにウィンドウ関数を適用する事により、フーリエ変換で生成されるスペクトラムの品質が向上します。

VSA動作原理 Software編 6

VSA ハード
ファイル等

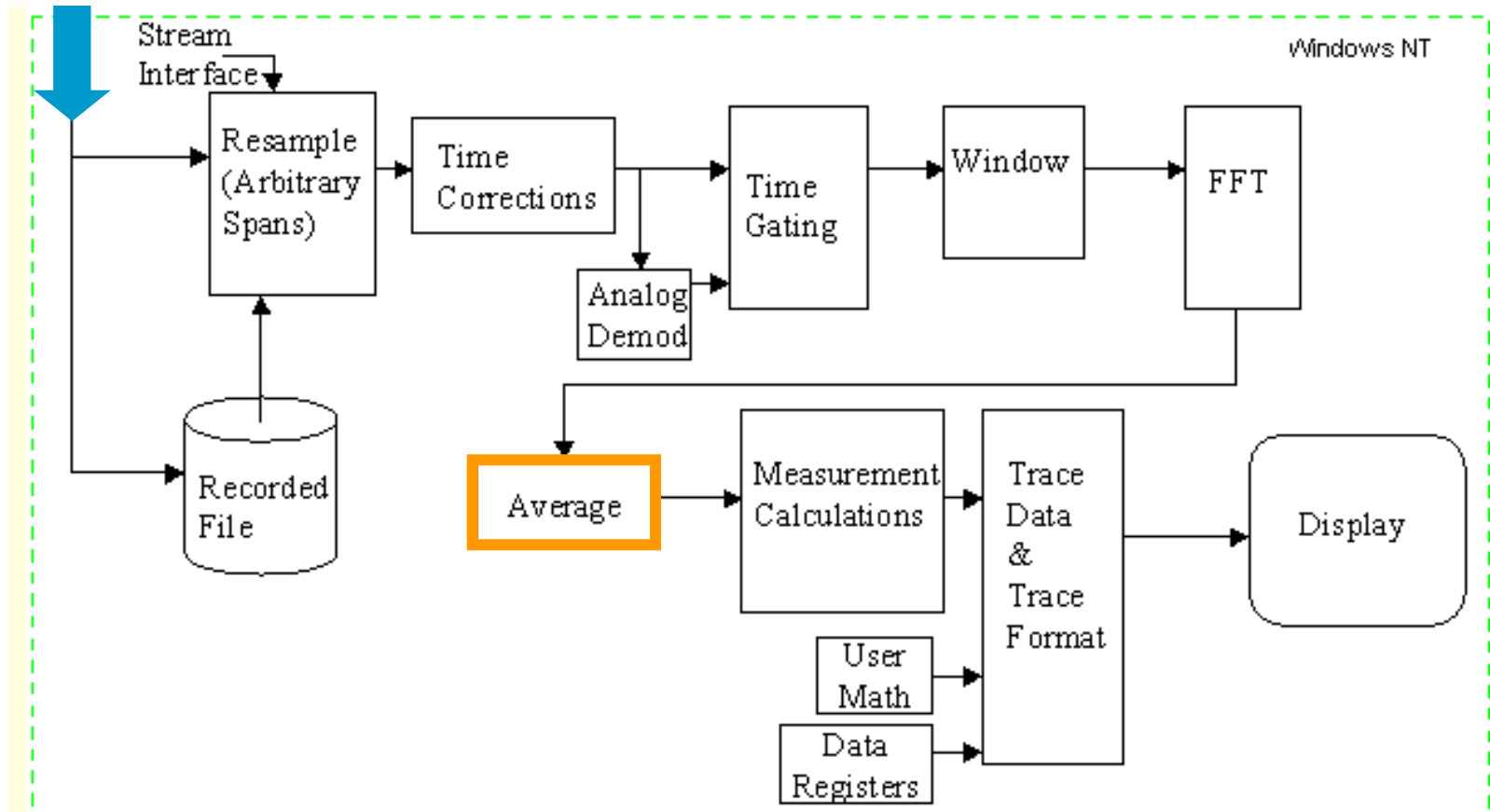


FFT 高速フーリエ変換ブロック

フーリエの理論によれば、任意の複素時間領域信号は周波数と相対位相が異なる正弦波の和で表されます。FFTは時間一周波数変換の役割を果たし、時間レコードと呼ばれる2の累乗個の時間サンプルの配列(N)を受け取って、周波数スペクトルにN/2本のスペクトル線を生成します。

VSA動作原理 Software編 7

VSA ハード
ファイル等

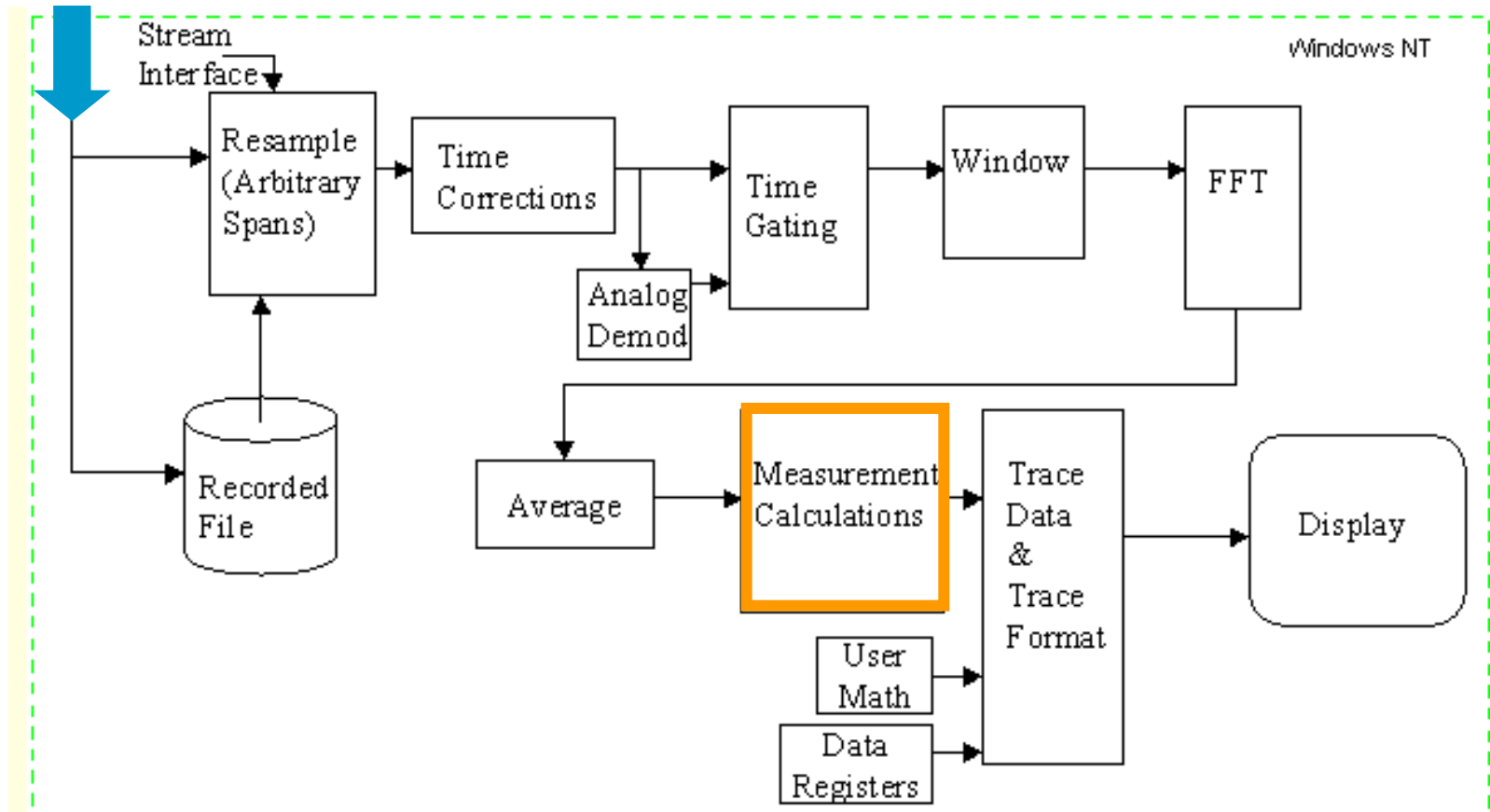


Average アベレーシングブロック

何種類かの強力なアベレーシング・ルーチンをサンプルに対して適用できます。

VSA動作原理 Software編 8

VSA ハード
ファイル等

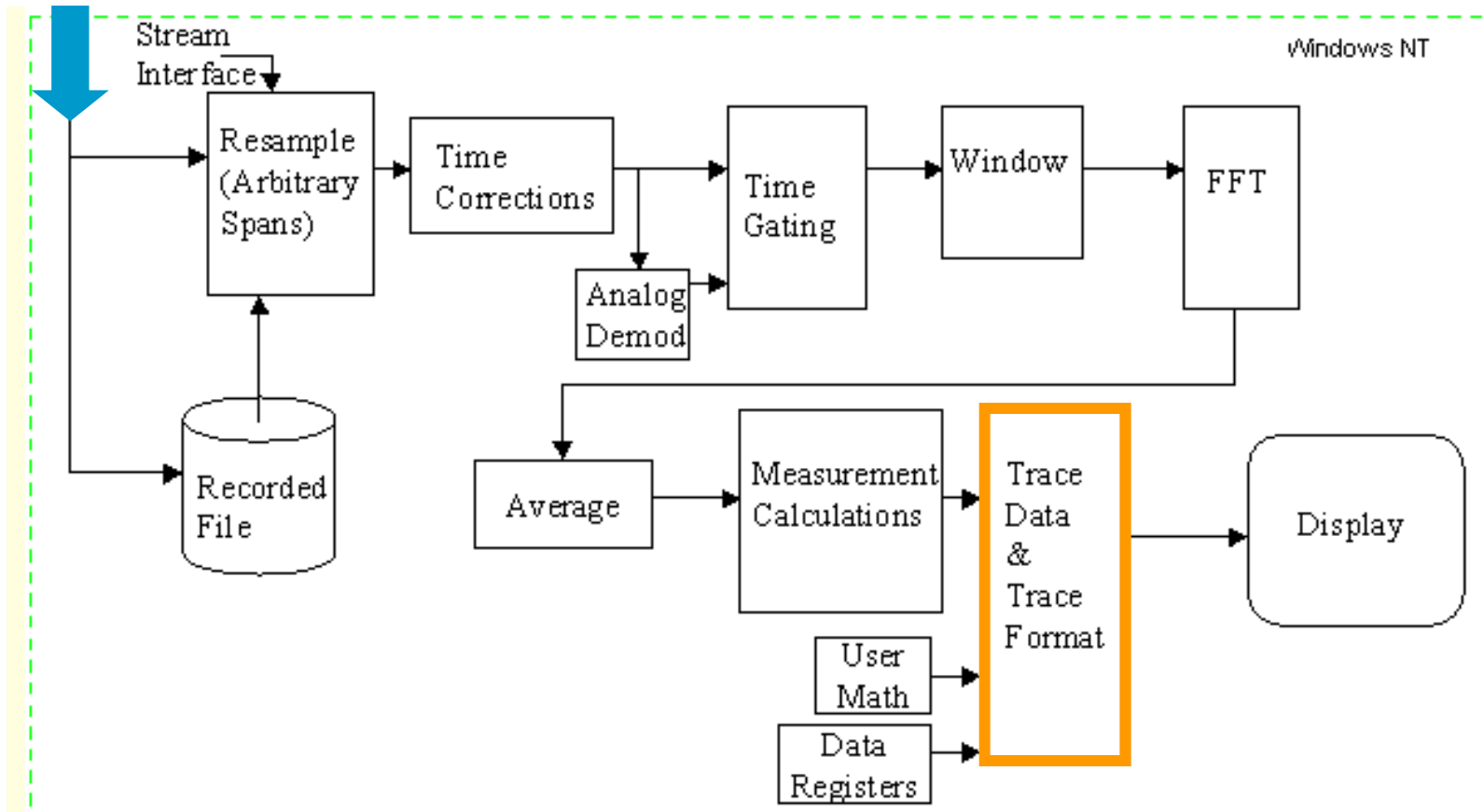


Measurement Calculations 測定計算

測定計算部は、1チャンネルまたは2チャンネルの測定の計算を実行します。
結果はトレースデータ/トレースフォーマットに渡され、さらに計算を行う事で選択された
トレースデータと目的のトレースフォーマットが実現されます。

VSA動作原理 Software編 9

VSA ハード
ファイル等

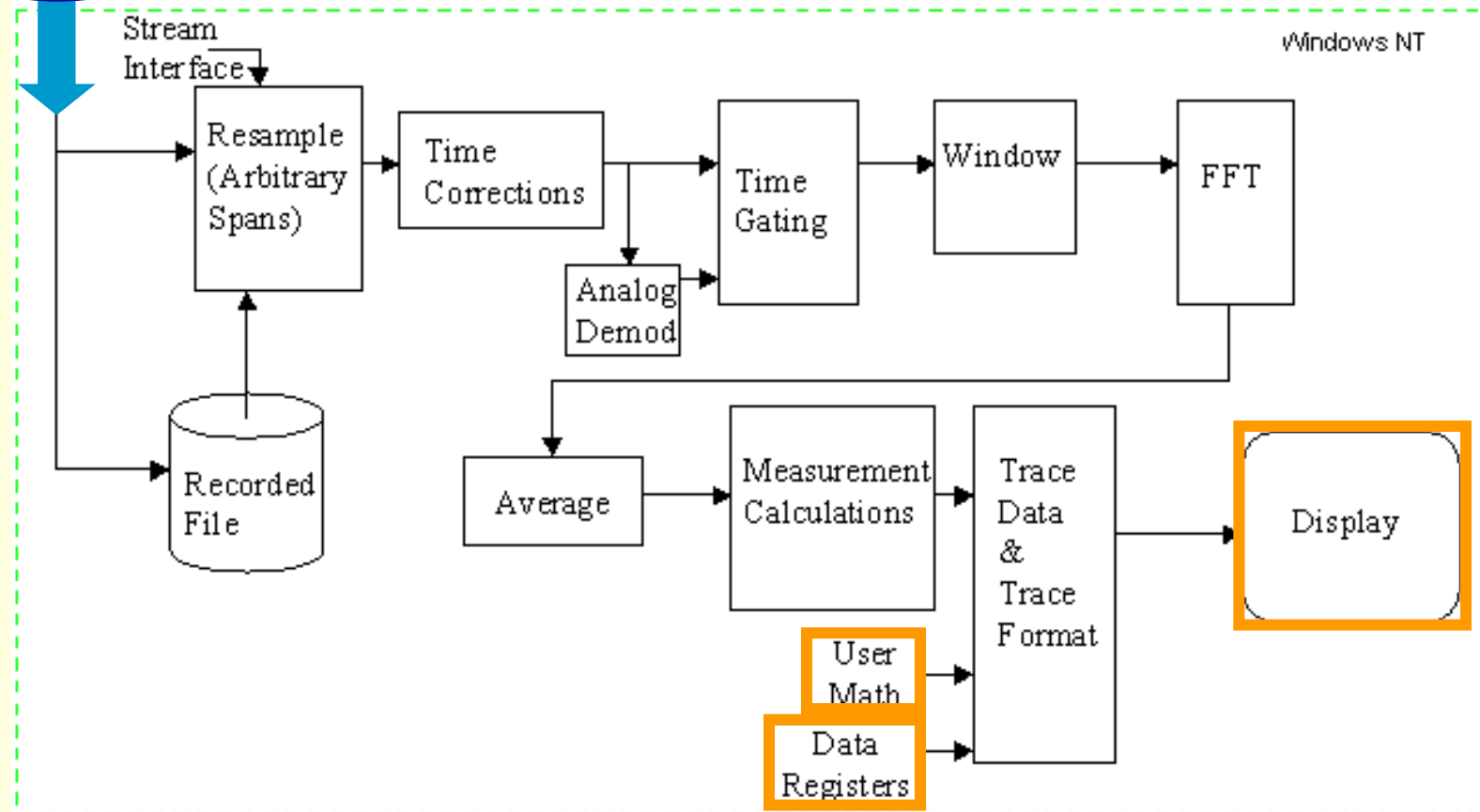


Trace Data & Trace Format

このブロックでは、時間や周波数などの適切な配列が選択され、対数、リニア、直交座標、球座標などユーザが選択したフォーマットに変換されます

VSA動作原理 Software編 10

VSA ハード
ファイル等



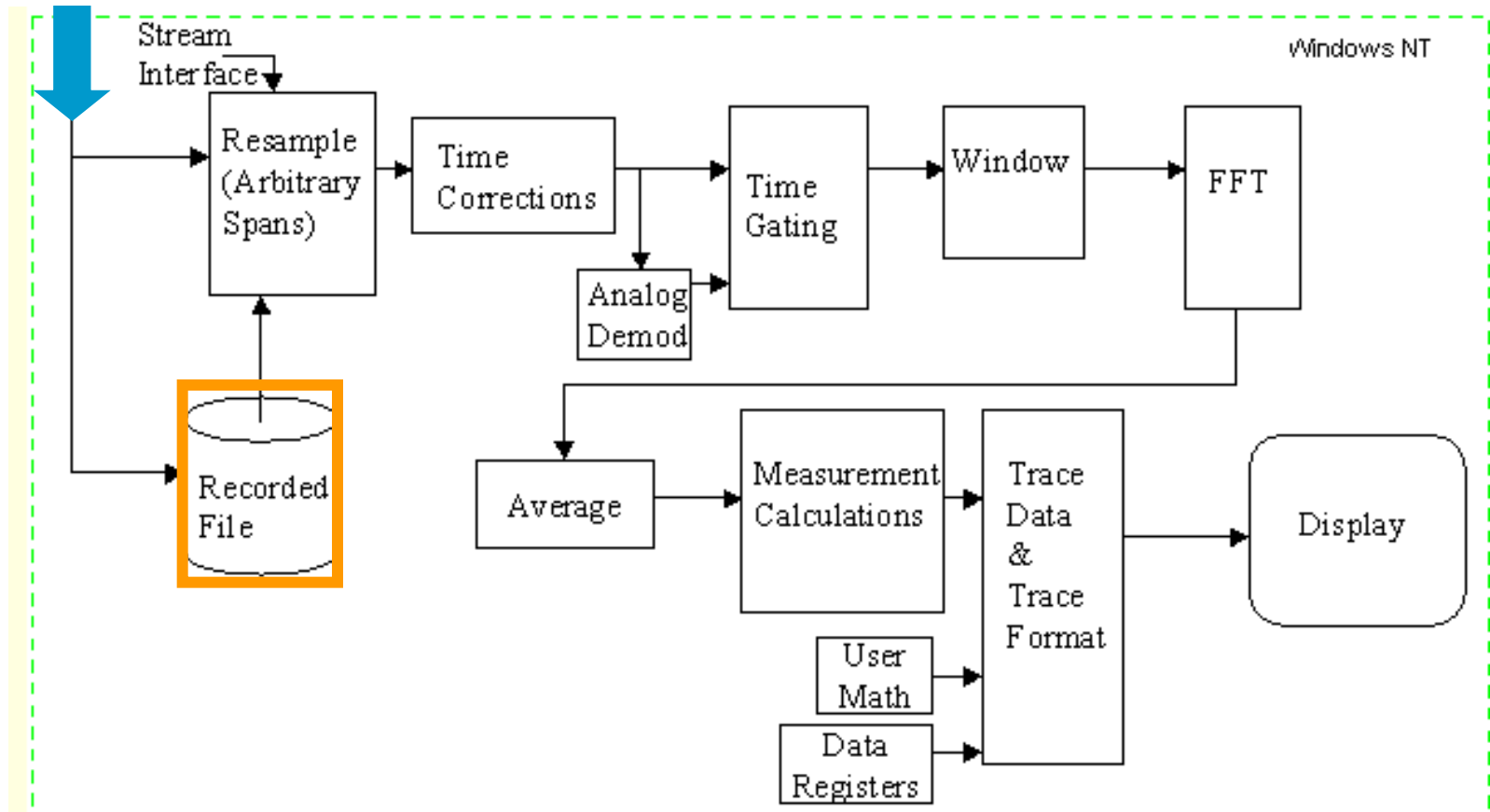
Display WindowsNTの表示サブシステムです。

User Math Utilityメニューには、測定データに対する独自の複素演算を定義できる機能があります。定義した演算はここで測定データに適用されます。

Data Register データレジスタは、測定トレースやその他のデータを保持する為に使用できます。このデータは表示したり、ユーザ演算機能で使用可能です。

VSA動作原理 Software編 11

VSA ハード
ファイル等



Recorded File 記録ブロック

測定された信号から得られたサンプルをこの記録ブロックに蓄えて、後で再生する事が出来ます。また、ファイルに記録されたモデル信号をこのブロックにロードし、信号プロセッサを通じて再生することもできます。

VSA ウィンドウ関数編



VSA動作原理 Window関数編

フーリエ反復

時間レコードに対してフーリエ変換を行う場合、レコードは、連続した周期信号から得られたものと仮定されます。従って、変換は時間レコードを何度も反復（ループ）するのと同じ効果を示します。

レコードの先頭と末尾に不連続部があると、元信号に歪が生じます。この歪みは周波数領域では元信号に存在しないスペクトラムとして現れます。

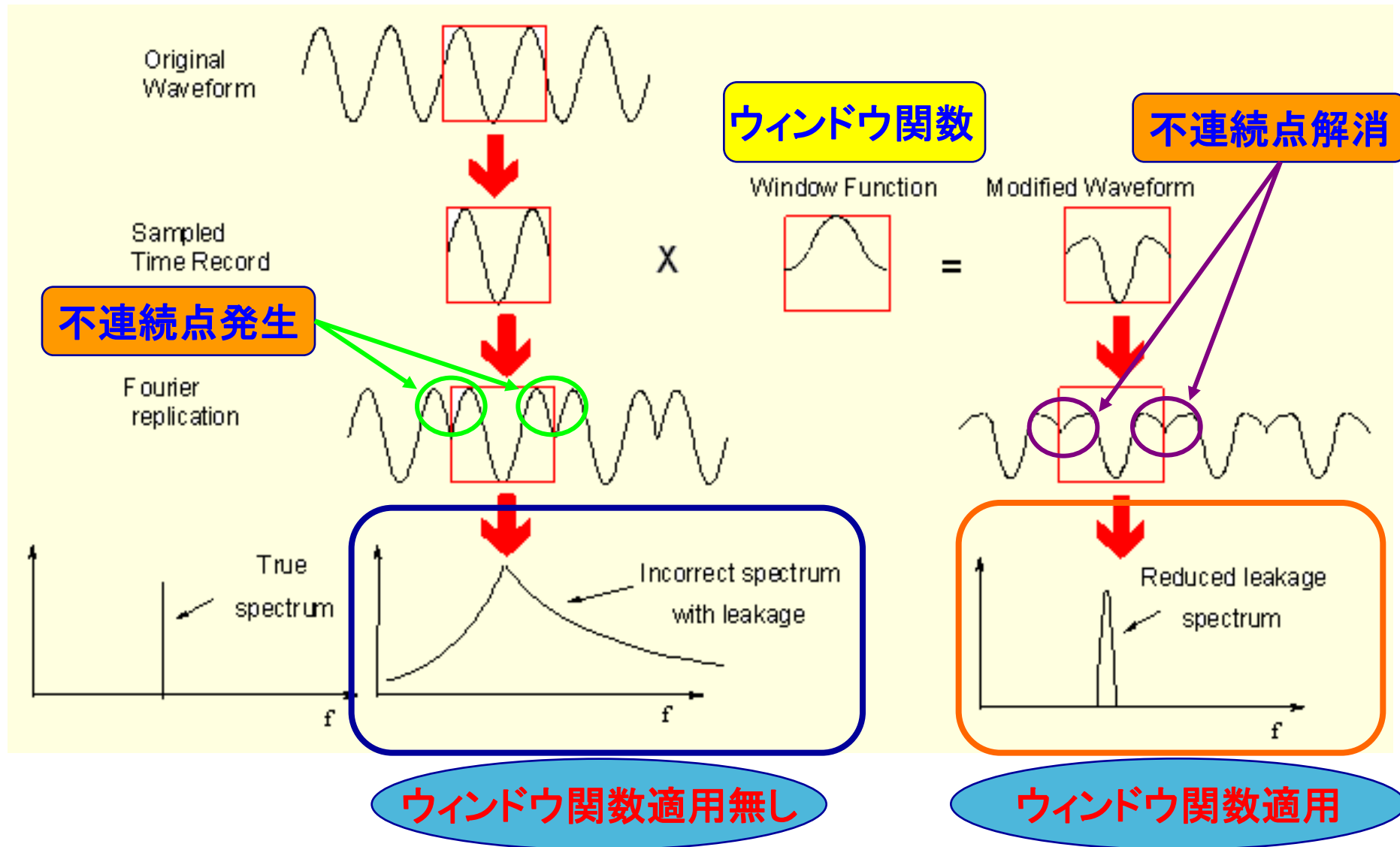
ウィンドウ関数

サンプリングされた時間レコードに適用される時間重み関数です。**この関数は時間レコードの先頭と末尾で振幅をほぼ0に低下させます。**

VSAソフトウェアで利用できるウィンドウ関数の形状は、フラットトップ、ガウス型、ハニング、ユニフォームがあります。



VSA動作原理 Window関数編



Window関数の種類

- ユニフォーム ウィンドウ関数をかけない事と等価
- ハニング 汎用
- フラット・トップ 高振幅確度 (default)
- ガウス・トップ 高ダイナミックレンジ

次スライドの補足事項です。次スライドの図と併せてご覧下さい

* 最大振幅誤差は、信号が周波数ビン 間の中間にあるときに発生します。

** 周波数分解能は、等価振幅信号(すなわち隣接した2個の正弦波)には最適ですが、サイドロープが大きいので、一般的には貧弱です。

ウィンドウ・シェープファクタと等価ノイズ帯域幅

ウィンドウ・シェープファクタは周波数比であり、-60dBにおける周波数に対する-3dBにおける周波数の比を表します。ウィンドウ・シェープファクタは、ウィンドウ選択度とも呼ばれます。

等価ノイズ帯域幅(ENBW)とは、ウィンドウを理想的な方形フィルタと比較したときに、ウィンドウと同じ量の白色雑音を通過させる方形フィルタの等価帯域幅をいいます。

表には、ノーマライズされたENBWが示されています。ENBWを計算するには時間レコード長で除算します。

例えば0.5秒の時間レコードに対するハニング・ウィンドウのENBWは、3Hz(1.5Hz-sec/0.5sec)となります。

ENBWは3dB帯域幅よりもわずかに大きくなります。

本アナライザは、分解能帯域幅(RBW)に対して等価ノイズ帯域幅の値を使用します。

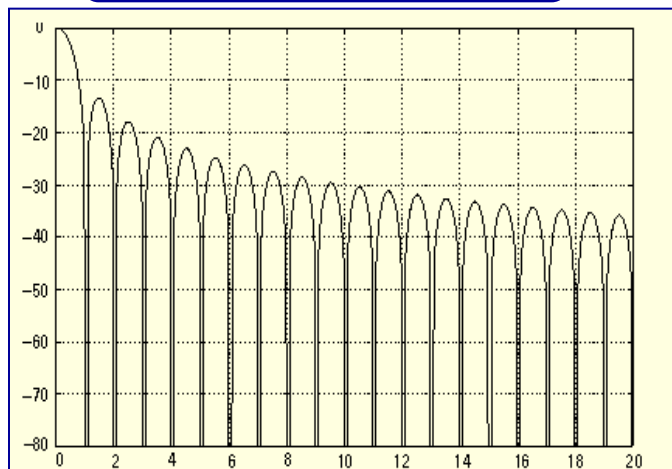
Window関数のまとめ

パラメータ	ユニフォーム	ハニング	ガウス トップ	フラット トップ
リーケージ性能	貧弱	比較的良好	最高	良好
周波数分解能: 固定メイン 長	貧弱**	比較的良好	良好	貧弱
周波数分解能: 固定分解能 帯域幅	貧弱**	良好	良好	最高
ノーマライズド等価ノイズ帯 域幅	1.00 Hz-sec	1.50 Hz-sec	2.215 Hz-sec	3.8194 Hz-sec
3dB帯域幅	0.8844 Hz-sec	1.438 Hz-sec	2.091 Hz-sec	3.767 Hz-sec
ウィンドウ・シェープファクタ	716:1	9.1:1	4.0:1	2.45:1
最大振幅誤差*	3.92 (dB)	1.42 (dB)	0.68 (dB)	< 0.01 (dB)
最大サイドローブ	-13 (dB)	-31 (dB)	-125 (dB)	-95 (dB)
サイドローブ・フォールオフ	-20 dB /decade	-60 dB /decade	-20 dB /decade	-20 dB /decade

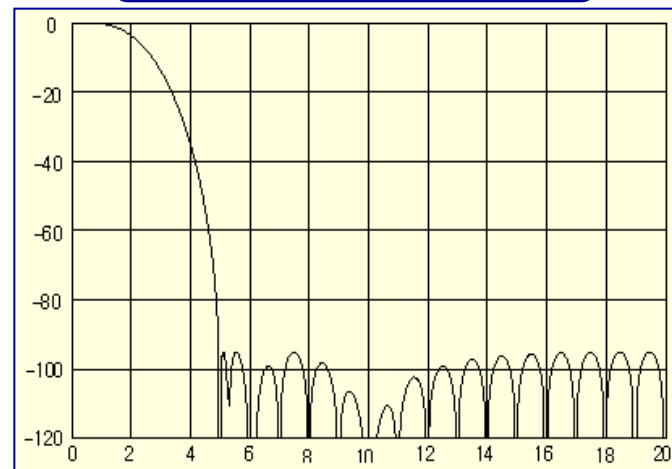


Window関数の周波数応答

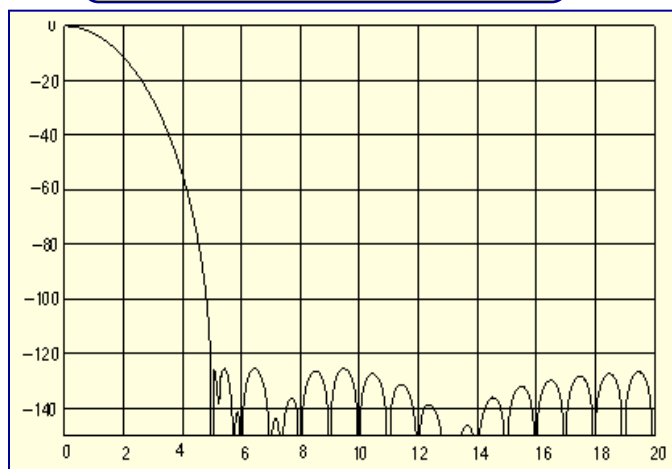
ユニフォーム



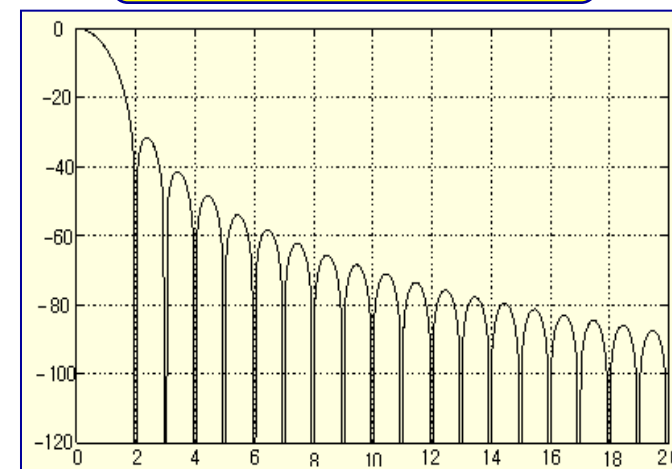
フラットトップ



ガウス



ハニング

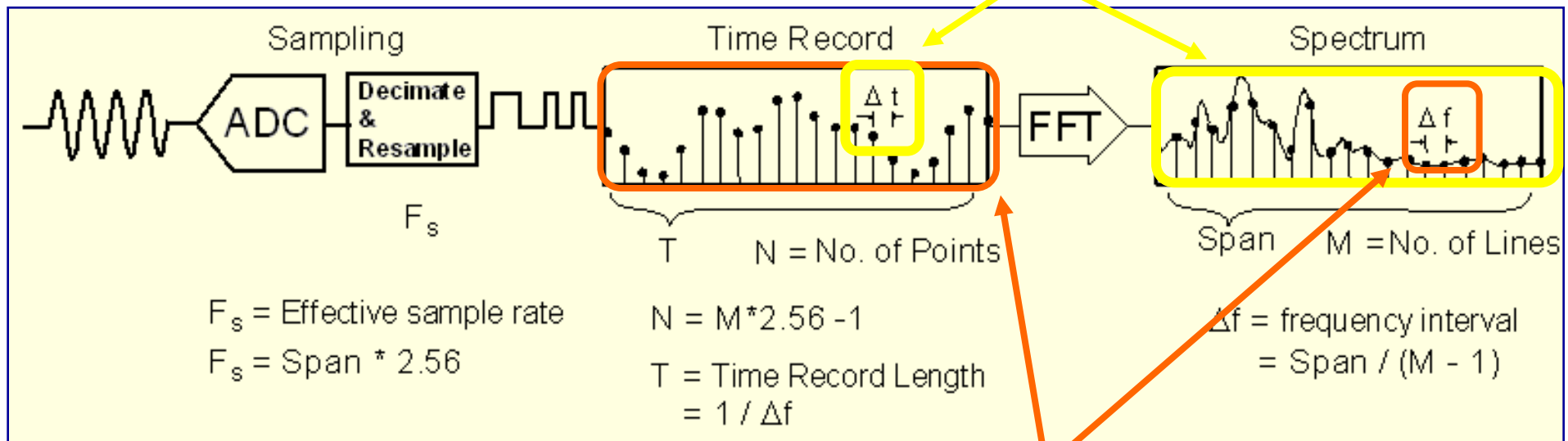


VSA RBW編

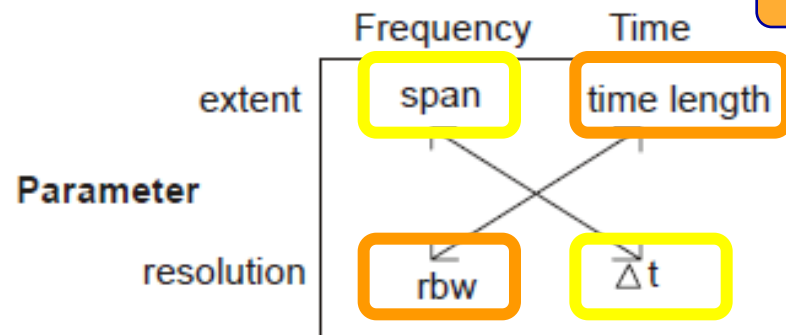


周波数領域と時間領域の関係

AD変換器サンプリング時間間隔 $\Leftrightarrow$ スパン

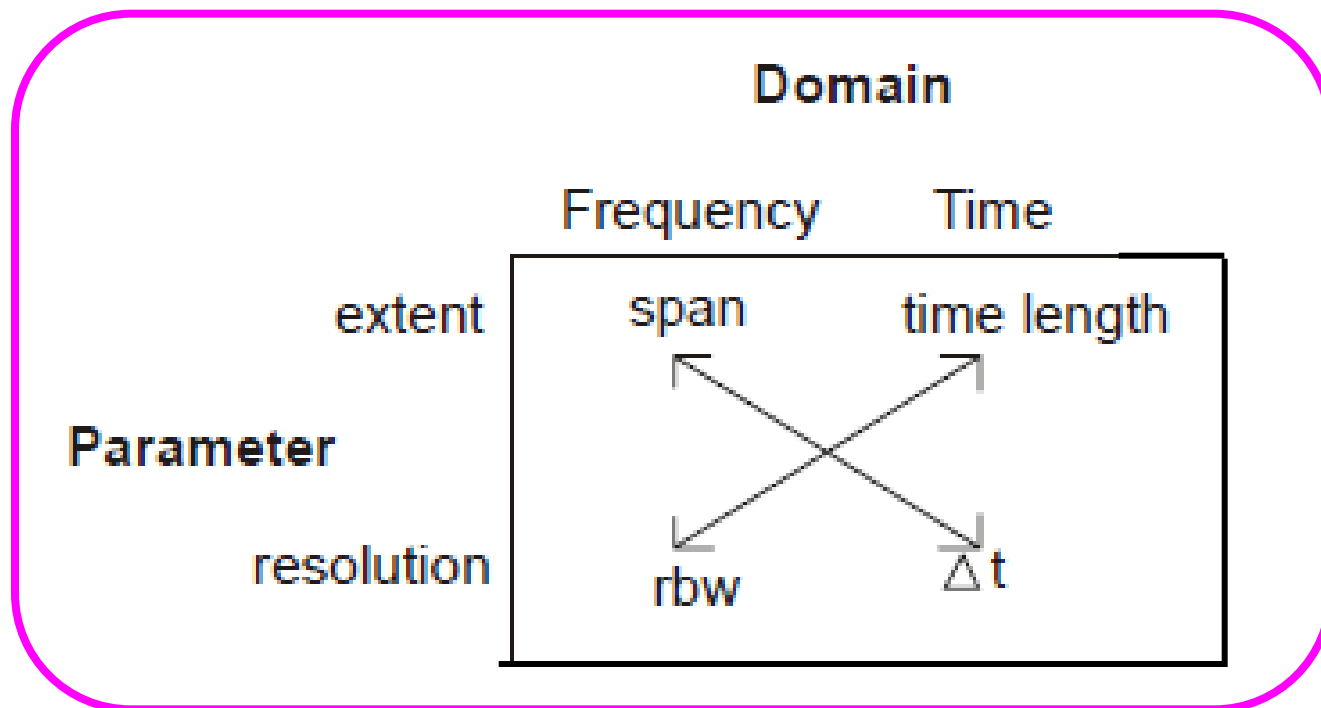


Domain



キャプチャ時間 $\Leftrightarrow$ スペクトラム分解能

パラメータの相互作用

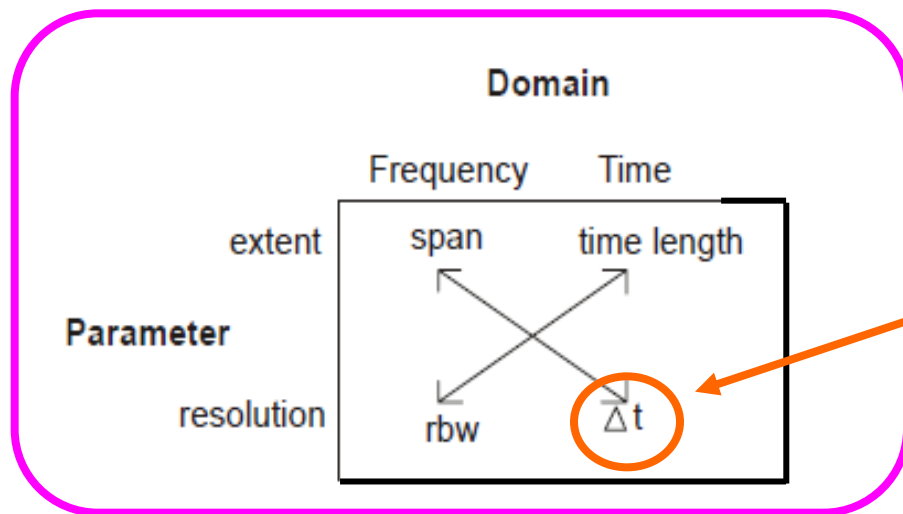


例1: rbwを1/10倍にすると、time lengthは10倍になる

周波数軸(スペクトラム)の分解能を10倍にすると、
FFT計算に必要な時間軸データが10倍必要

パラメータの相互理解

- 分解能帯域幅を変更すると、ウィンドウの時間長が必ず変化します。
- 時間長を変更すると、分解能帯域幅が必ず変化します。
- スパンを変更すると、 Δt が必ず変化します。
- Δt はサンプル・レートと関係しており、ユーザからは設定できません。スパンが変更された場合のみ変化します。
- **スパンと分解能帯域幅は独立に調整できます。**



VSAでは変更不可
spanに応じ、
自動的に決定されます

分解能の改善

< VSAに関する事実 >

周波数領域は時間領域からFFTによって計算されます。
時間情報が多いほど周波数分解能(RBW)は向上します。

< 分解能を改善する理由 >

大信号に近い小振幅信号を分解するため
ノイズ・フロアを下げするため(ノイズ・パワーはRBWに比例)



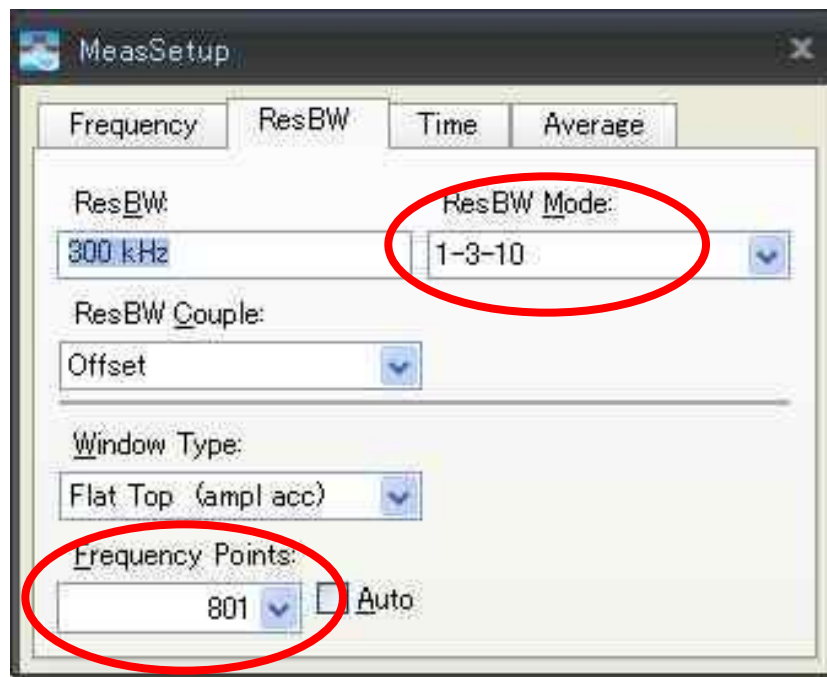
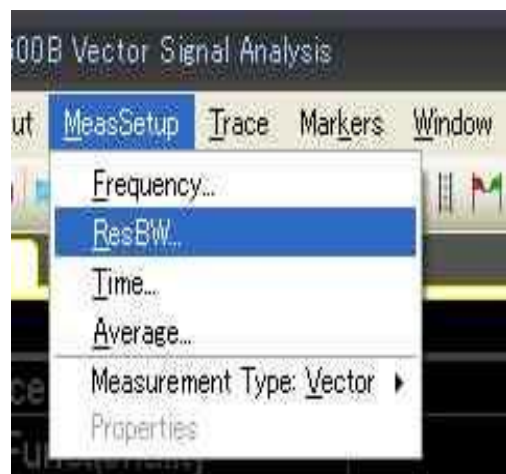
< VSAが収集する時間データを増やす方法 >

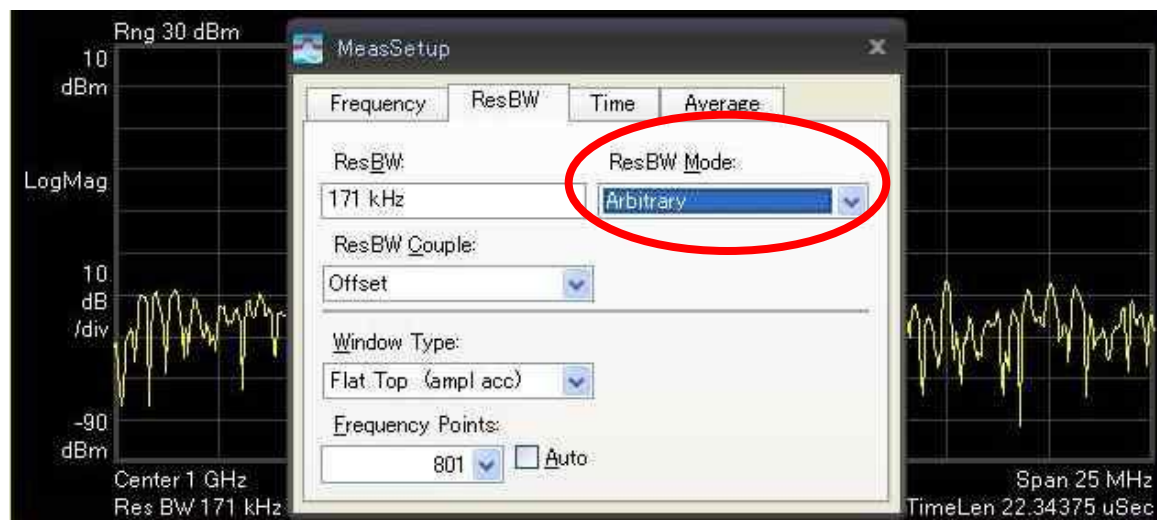
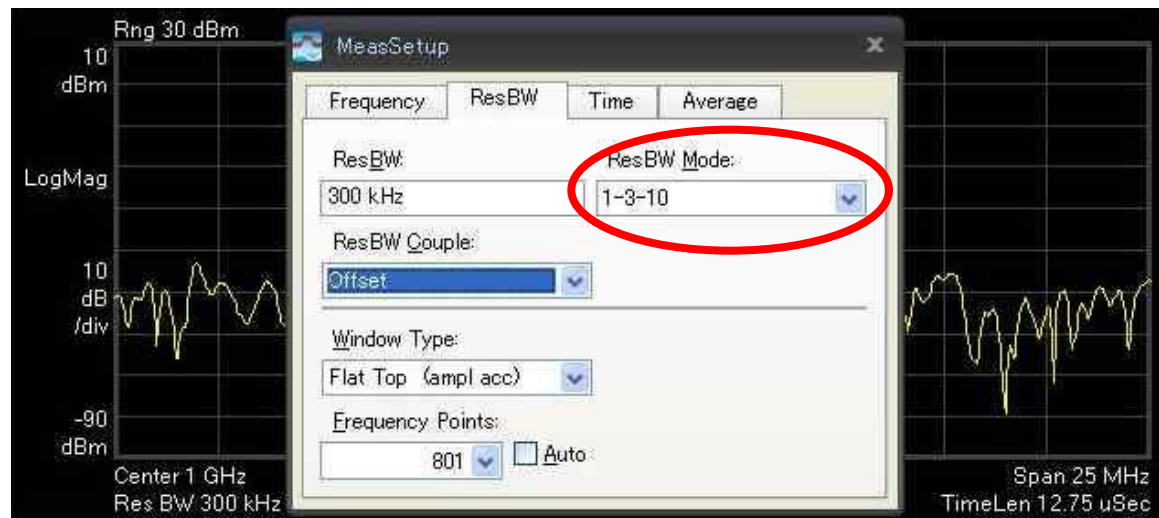
周波数スパンを小さくする。

RBWモードを1-3-10からArbitraryに変更する。

周波数ポイントの数を増やす。

変更の後、画面上のRBWをクリックして値を減らす。



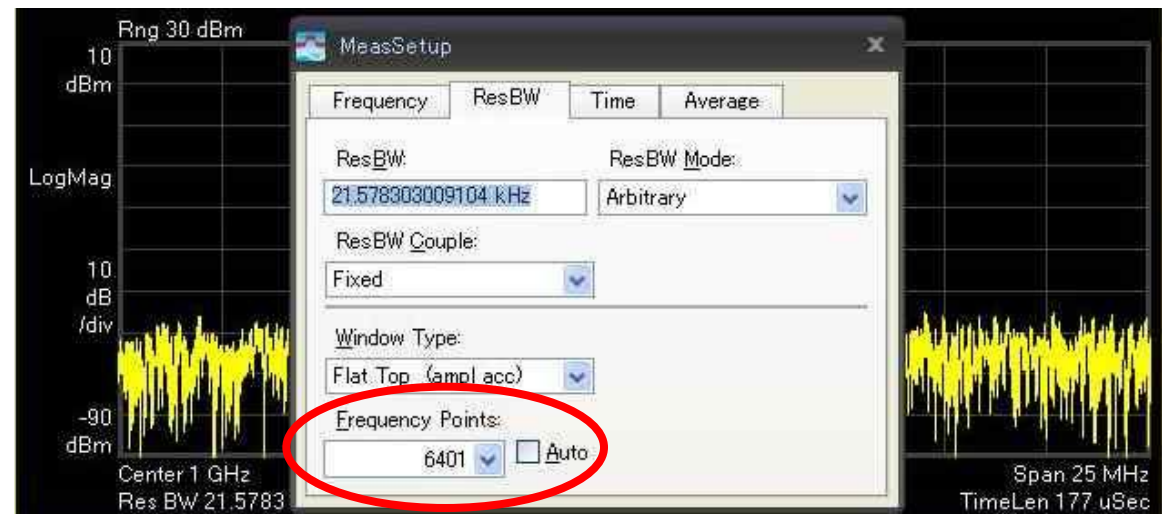
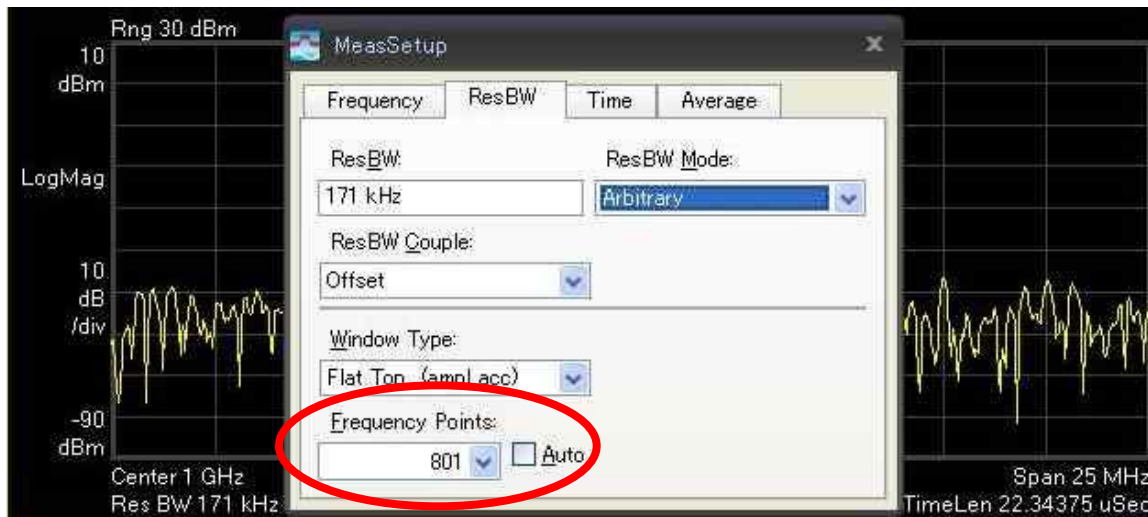


< VSAが収集する時間データを増やす = RBWを小さくする >

RBWモードを1-3-10からArbitraryに変更する

RBW 300KHz ⇒ 171KHzへ

Time Length 12us ⇒ 22usへ



< VSAが収集する時間データを増やす = RBWを小さくする >

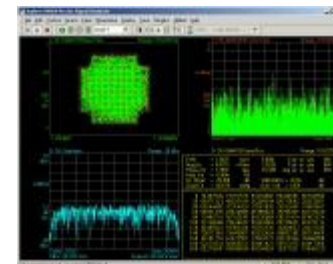
周波数ポイントの数を増やす 801 ⇒ 6401へ

RBW 171KHz ⇒ 21KHzへ

Time Length 22us ⇒ 177usへ

Agenda

- VSA製品の概要
- VSAソフトウェアの詳細
- VSA製品の動作原理
- 信号の解析(周波数領域) ←
- 信号の解析(時間領域)



信号の解析（周波数領域）

- 測定を行う9つのステップ
- Marker機能のご紹介
- Band Power Markerのご紹介
- Set up Fileの作成方法
- Averaging機能

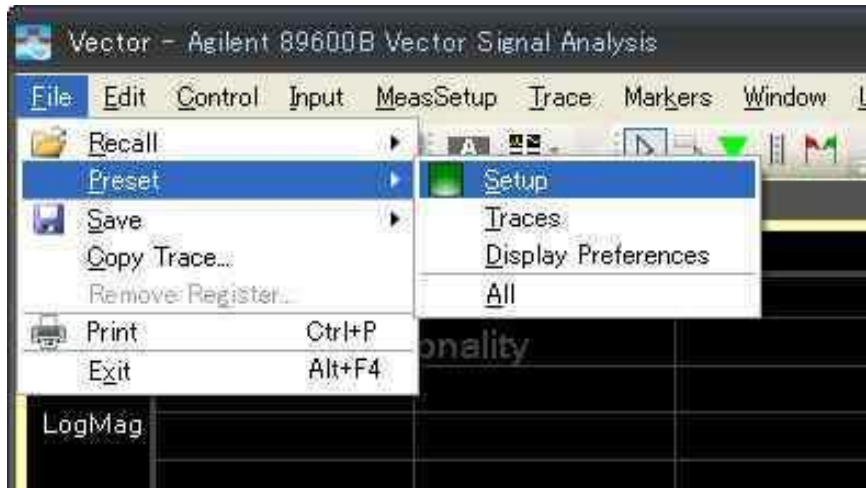


VSAで信号解析を成功させるための9つのステップ

1. アナライザを初期設定します。
2. アナライザへの入力をRF、ベースバンド、ファイルのうちから選択します。
3. 予測される信号パワーに合わせてアナライザのレンジを設定します。
4. 目的の信号を含むように周波数とスパンを設定します。
5. 画面上の測定トレースの数と配置を設定します。
6. 目的のトレース・データを選択します。
7. トレース・フォーマットを選択します。
8. トレースのスケーリングまたはオートスケールを実行します。
9. マーカ機能を適用して測定結果を得ます。



1. アナライザの初期設定



File - Preset - Setup

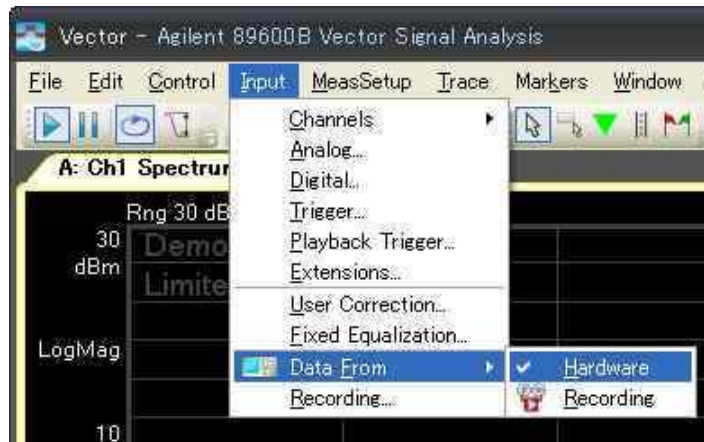
Setup ベクトル・シグナル・アナライザとそのパラメータの 多くが初期化されますが、復調器のセッアップ、データ・レジスタ、演算機能、保存されたその他の 機器ステートはリセットされません。

Traces 各モードの初期状態へ戻します。

Display Appearance ディスプレイのカスタマイズ、カラー、フォントなどが工場設定状態に戻ります。カスタム・ディスプレイ・セッアップはFile – Saveで 保存できます。

All システム全体を工場設定状態に戻します。

2. アナライザへの入力選択

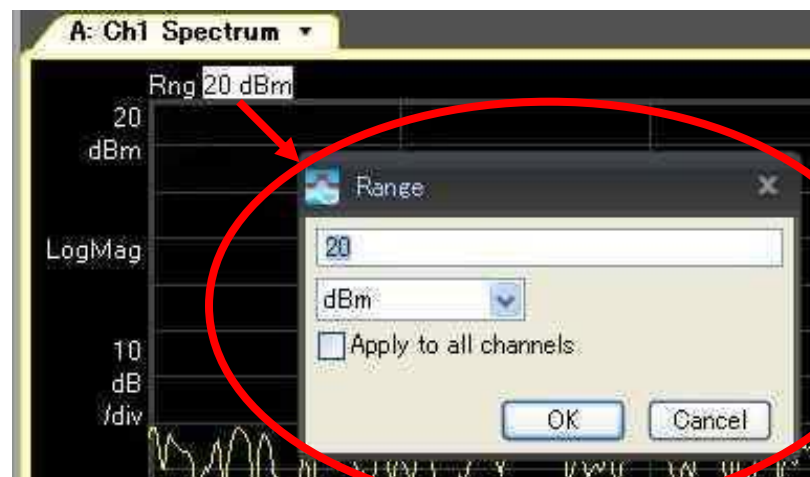


Input

- **Channels** オプションの第2チャンネルが使用可能な場合、入力チャンネルの選択が可能です。
- **Analog** アナログ測定の設定が可能です。
- **Digital** デジタル測定の設定が可能です。
- **Trigger** アナライザのトリガー設定が可能です。
- **Playback Trigger** Recording File 再生時のトリガ設定が可能です。
- **Extensions** ハードウェアのデータ取得に関する設定が可能です。
- **User Correction** アナライザハードウェアと実デバイス間のcorrection設定が可能です。
- **Fixed Equalization** イコライゼーションの設定が可能です。
- **Data From** アナライザがハードウェア、または「Recording」からデータを読み取るかを指定します。
- **Recording** 信号記録/再生のセットアップと制御を行います。

3. アナライザのレンジ設定

Range フィールドをダブルクリック



Range アナライザの入力における全信号パワーの最大値に合わせてレンジを設定すると、ダイナミック・レンジを最大化し、アナライザの歪みを最小化するようにアッテネータとゲイン・ステージがシステムによって自動的に構成されます。

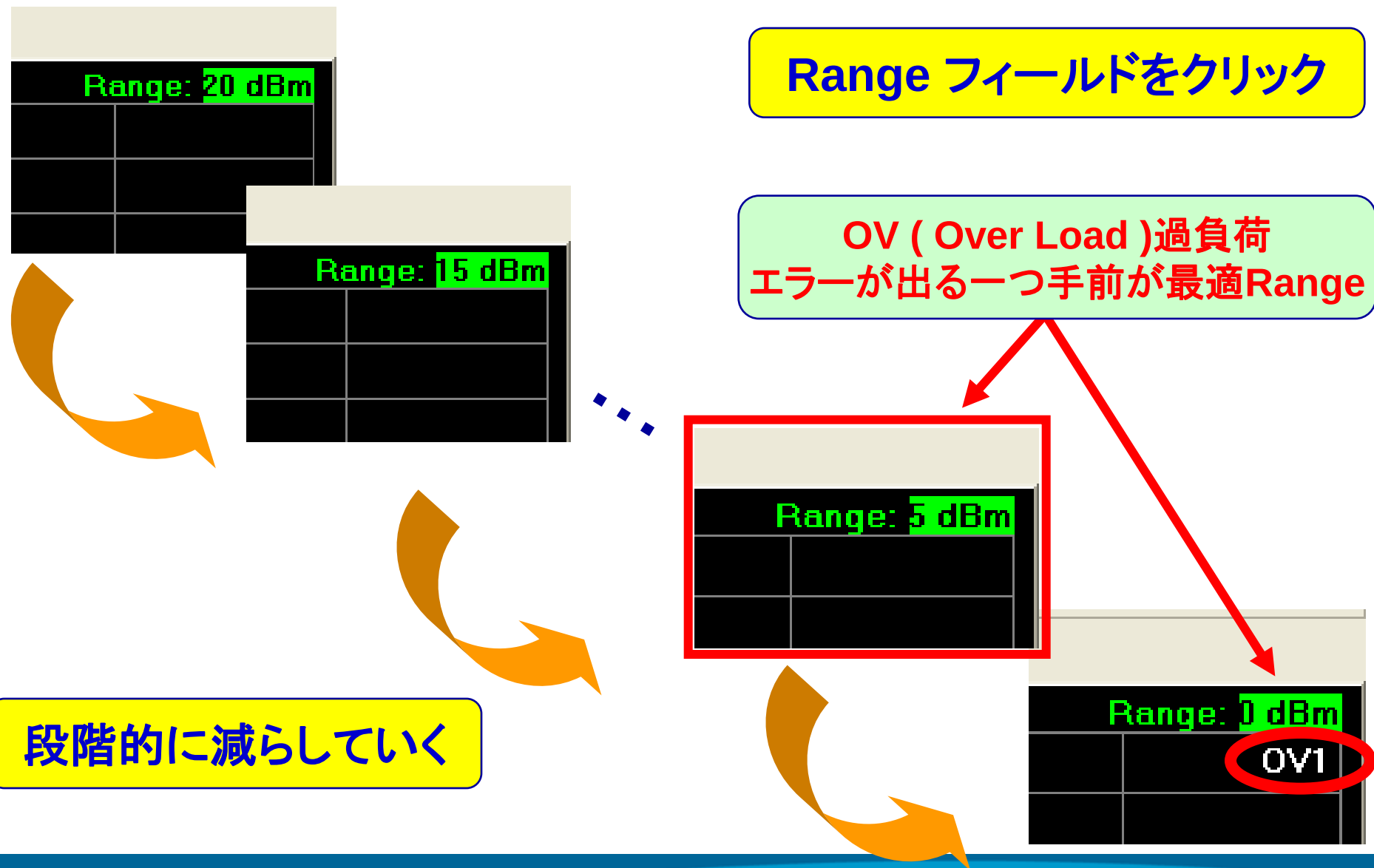
Rangeの調整方法

- Rangeフィールドをダブルクリックし、直接値を入力
- Rangeフィールドをクリックし、段階的に増減
- Input – Range (全ページスライド参照)から設定

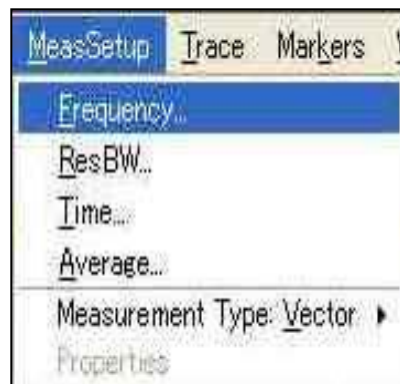
最適Rangeの設定方法

Rangeフィールドをクリックし、段階的に減らしていき、**OV1error**が出る 一つ大きな値が、最適Range

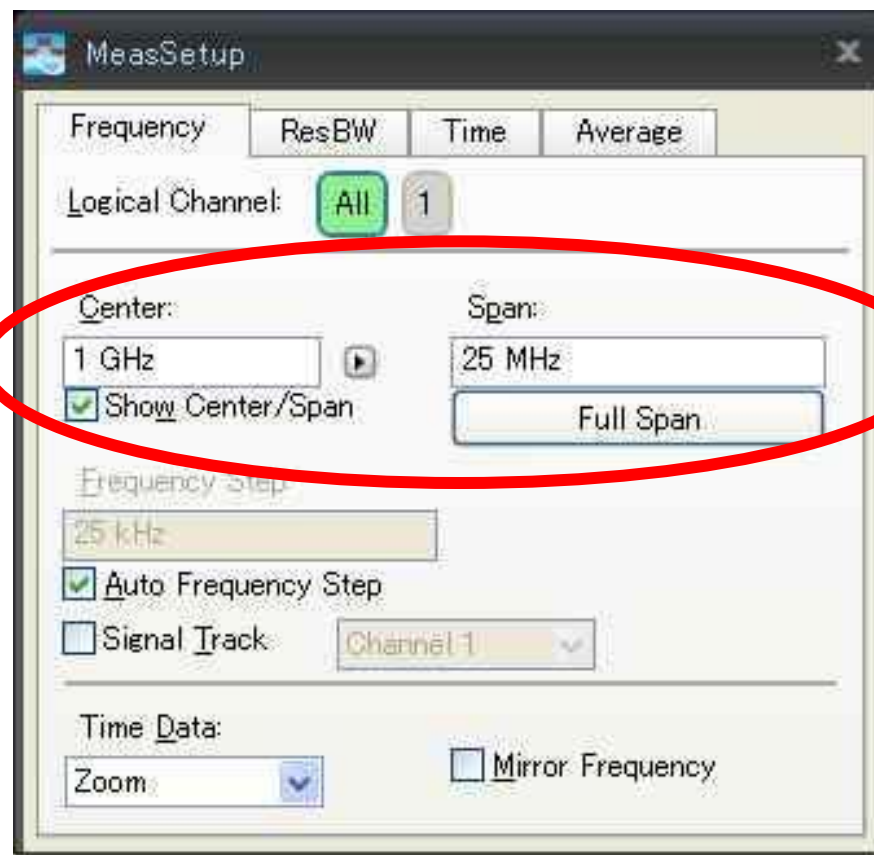
最適Rangeの設定方法



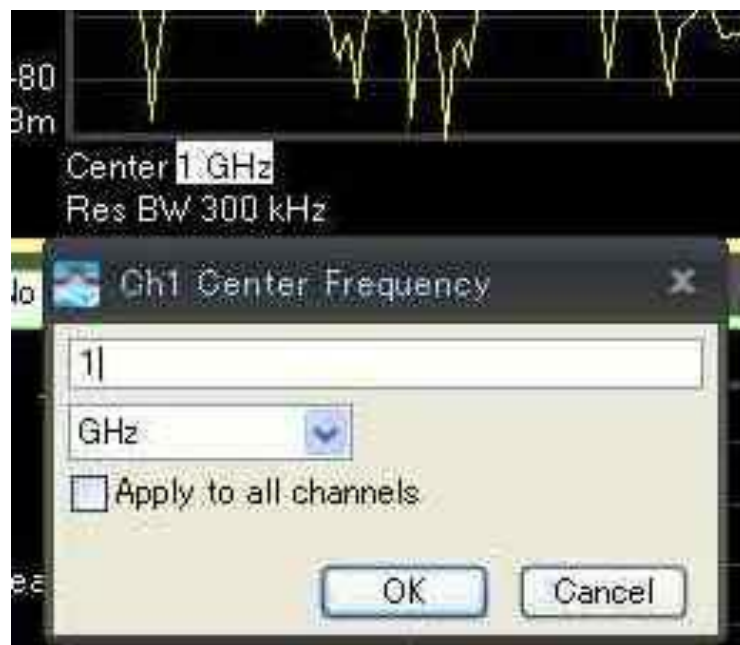
4. 目的の信号を含むように周波数とスパンを設定



MeasSetup - Frequency

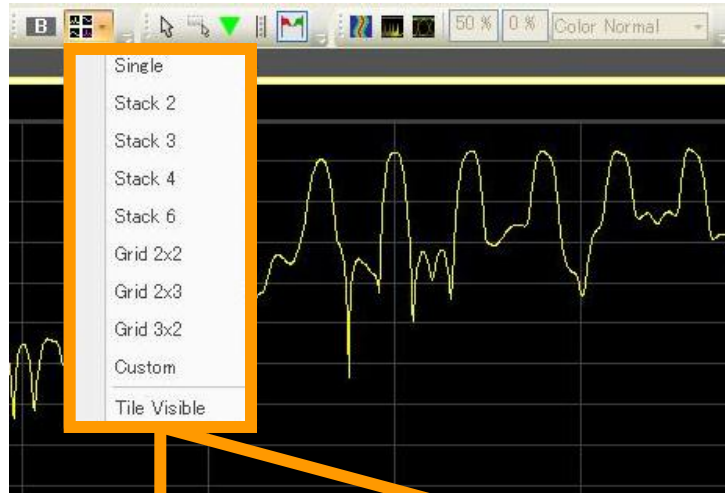


4. 目的の信号を含むように周波数とスパンを設定 (2)



Center及び、Spanフィールドをクリックし、キーボードの上下の矢印キーで値を増減するか、各々のフィールドをダブルクリックし、値を直接入力します。

5. 画面上の測定トレースの数と配置を設定



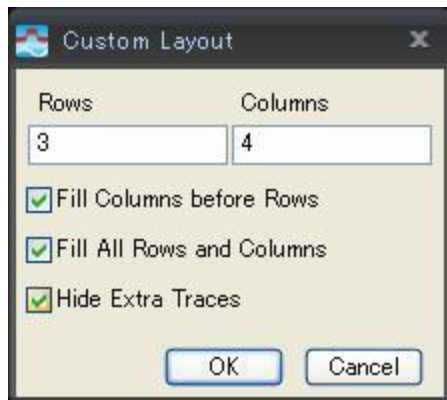
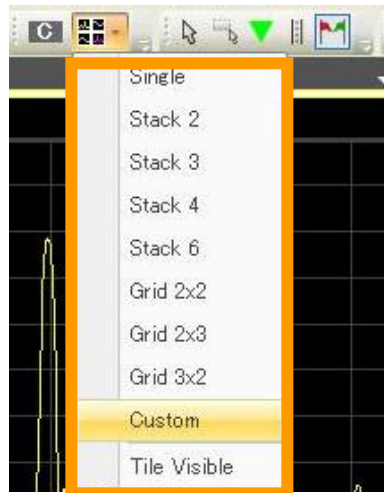
最大20トレースまで同時に表示可能
Display - Layout及び、左図の表示ツールバー
で設定可能

アクティブトレース/レイアウトを設定可能

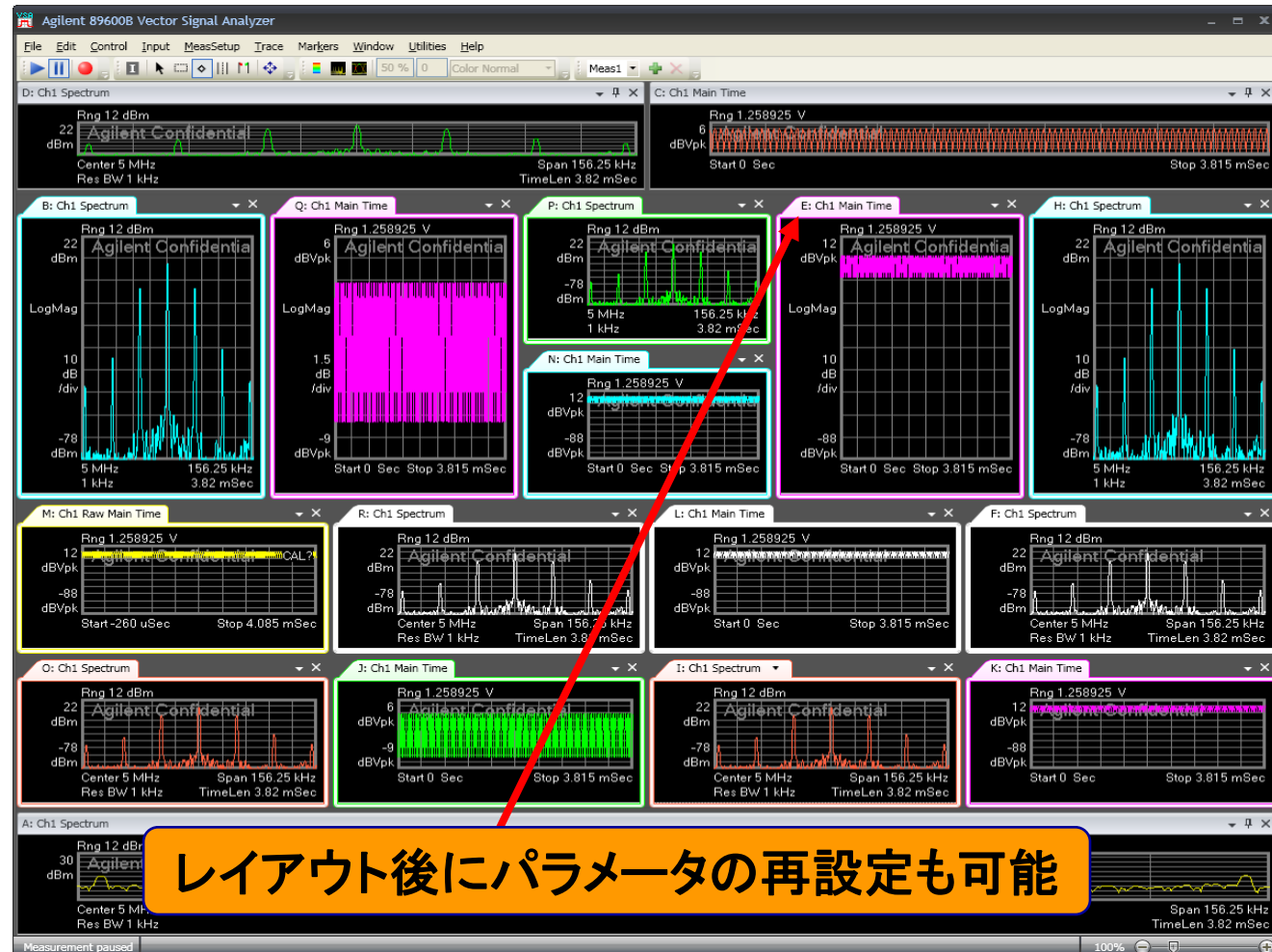


5. 画面上の測定トレースの数と配置を設定 (2)

20トレースまで自由にレイアウト可能



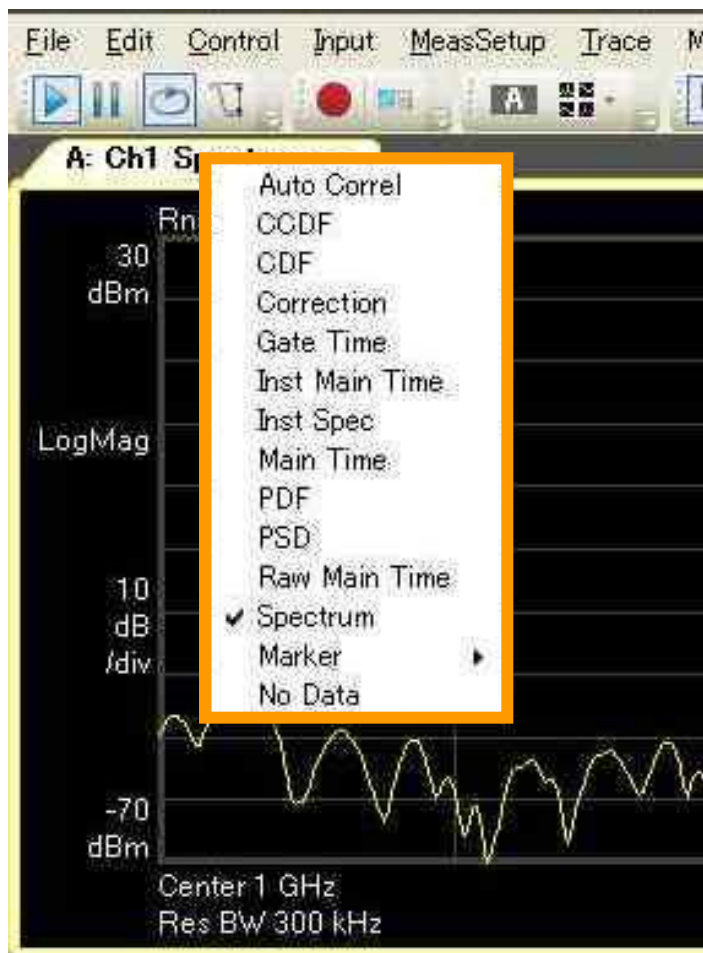
Custom Layout



レイアウト後にパラメータの再設定も可能



6. 目的のトレース・データを選択

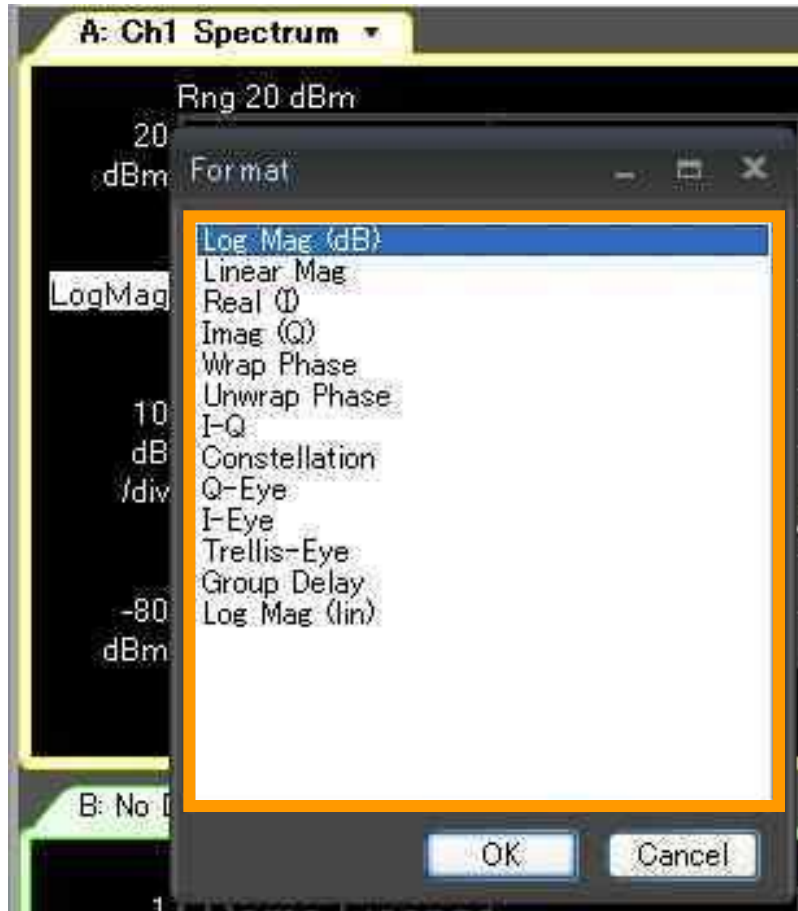


Traceタブを右クリック

各トレースに、
任意のトレース・データを表示可能
Trace – Dataからも選択可能

**現在の設定で表示可能な
トレースデータが表示されます**

7. トレース・フォーマットを選択



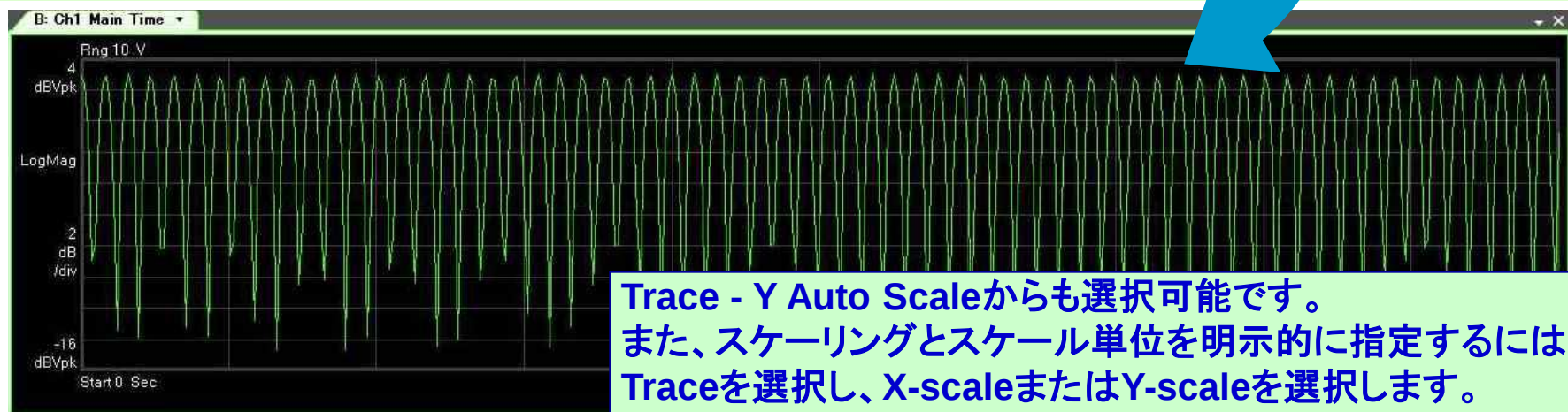
Format フィールドをダブルクリック

トレース・データのタイプに応じて、それぞれ適切なフォーマットがいくつか存在します。
例えば、周波数領域データに対しては
対数振幅フォーマットが有用です。
本アナライザでは、すべてのデータに対してほぼ
あらゆるフォーマットが適用可能です。

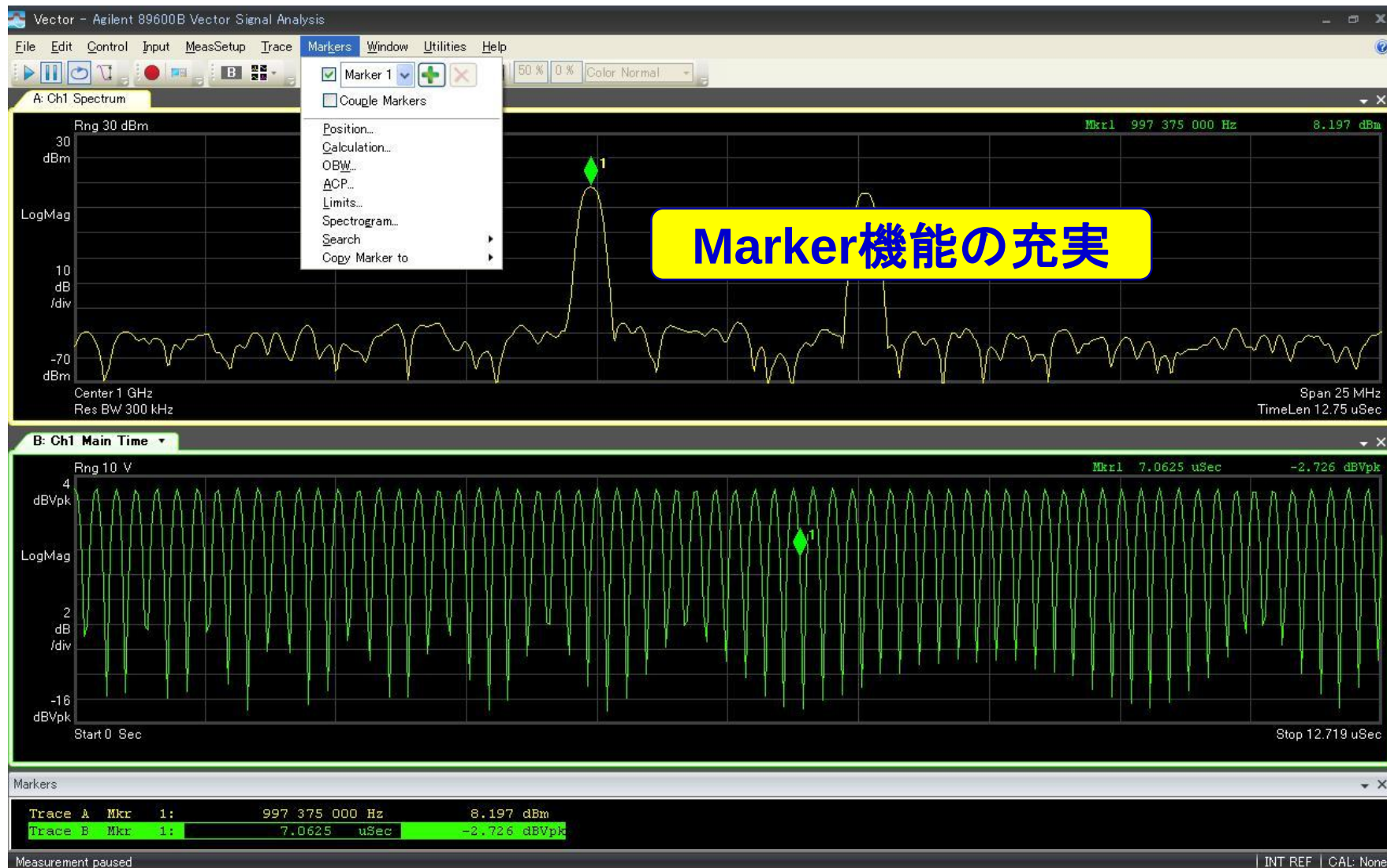
Trace - Formatからも選択可能です

様々なフォーマットが適用可能

8. トレースのスケーリングまたはオートスケール



9. マーカ機能を適用して測定結果を取得



信号の解析(周波数領域)

- 測定を行う9つのステップ
- Marker機能のご紹介
- Band Power Markerのご紹介
- Set up Fileの作成方法
- Averaging機能



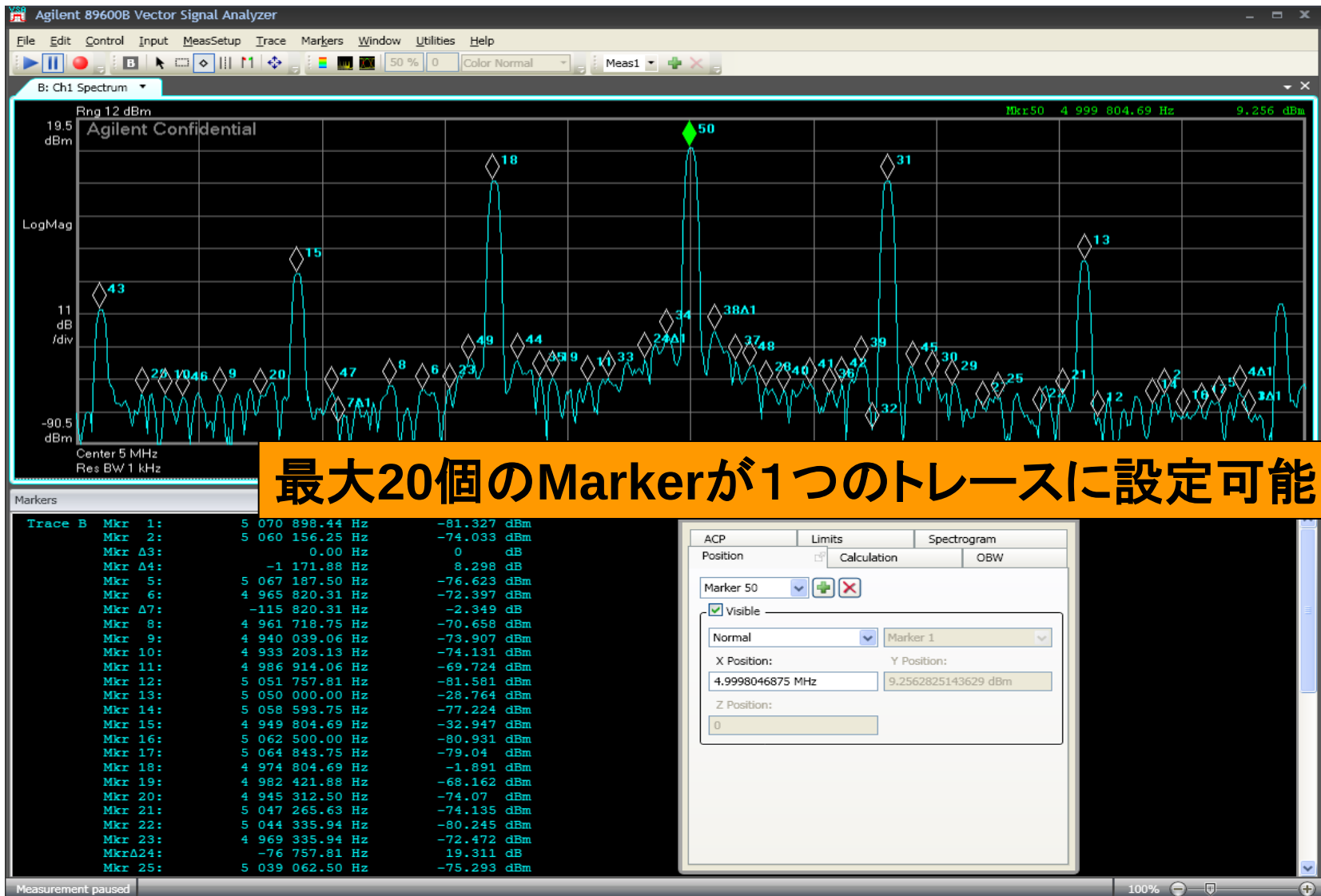
基本的なマーカ機能 (1)

Markersメニューから
マーカの全機能にアクセス可能

マーカツールをクリック①してから、
トレースをクリック②すると
トレース上にマーカドロップ③

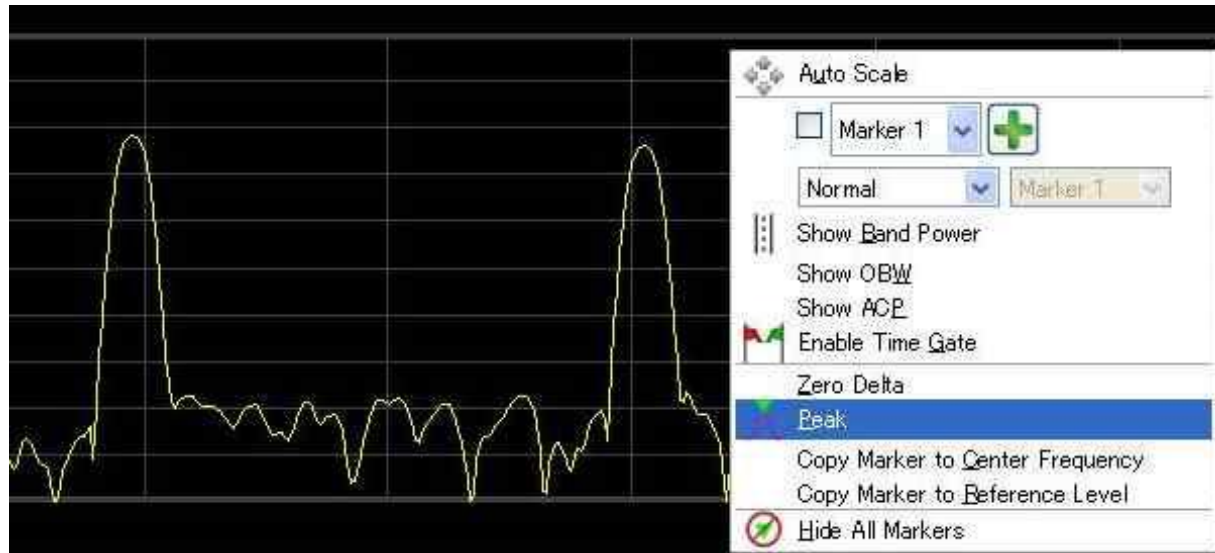


基本的なマーカー機能 (2)



最大20個のMarkerが1つのトレースに設定可能

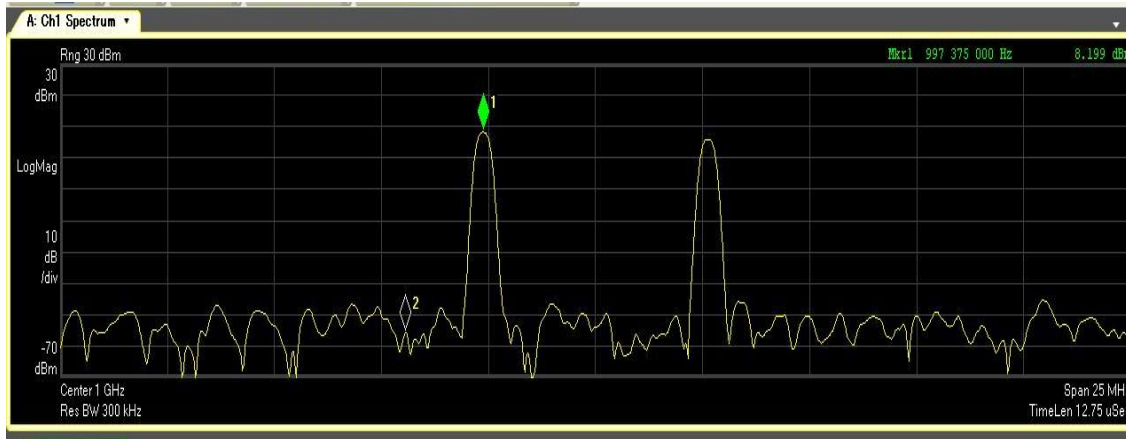
Marker機能の紹介1 Peak Search



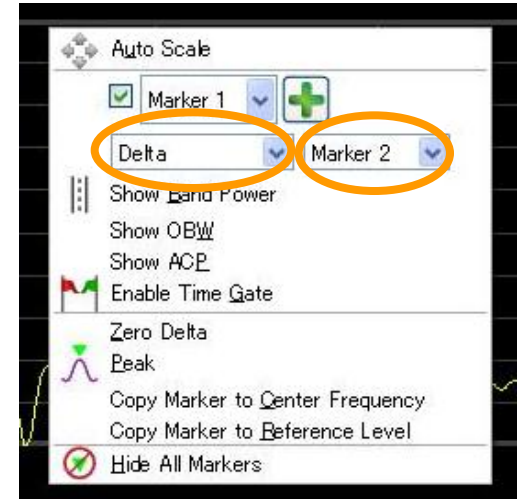
測定グリッドを右クリック
Peak

Trace A Mkr 1: 998 950 000 Hz 8.287 dBm

Marker機能の紹介2 Delta Marker



測定グリッドを右クリック



マーカのタイプを「Delta」に指定

対象となるマーカを指定

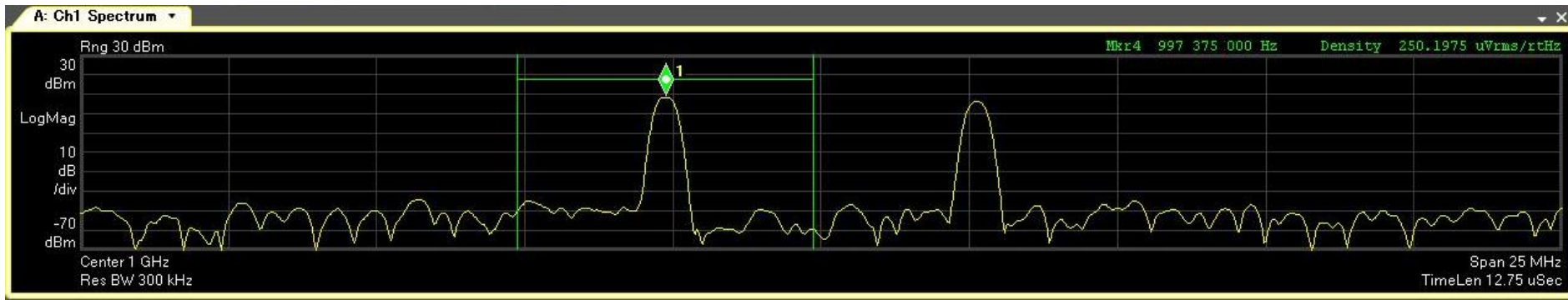
Trace A	Mkr 1Δ2:	1 812 500 Hz	63.982 dB
	Mkr 2:	995 562 500 Hz	-55.783 dBm

信号の解析（周波数領域）

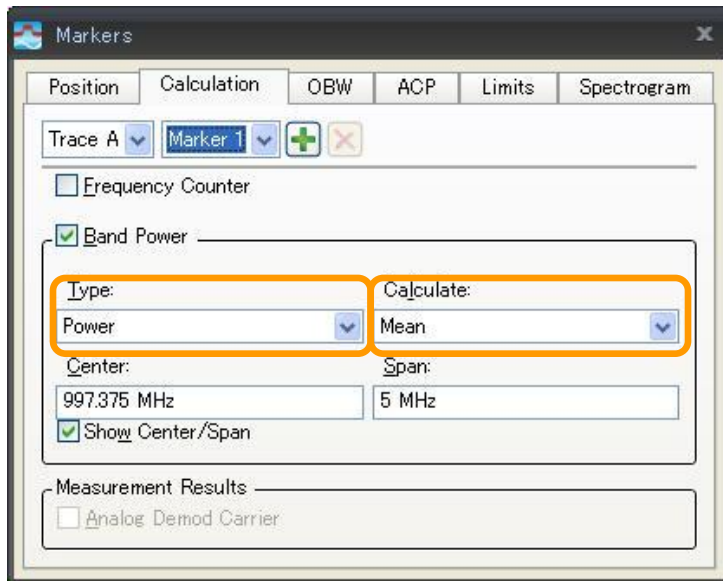
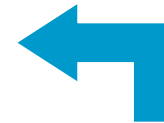
- 測定を行う9つのステップ
- Marker機能のご紹介
- Band Power Markerのご紹介
- Averaging機能
- Set up Fileの作成方法



Band Marker機能の紹介



Trace A	Mkr	1:	997 375 000 Hz	Power 7.966 dBm
	Mkr	2:	997 375 000 Hz	RMS 559.4586 mVrms
	Mkr	3:	997 375 000 Hz	Density -59.024 dBm/Hz
	Mkr	4:	997 375 000 Hz	Density 250.1975 uVrms/rtHz



[Marker1]

Type: Power

Calculate: Mean

[Marker2]

Type: Power

Calculate: Rms

[Marker3]

Type: Density

Calculate: Mean

[Marker4]

Type: Density

Calculate: Rms



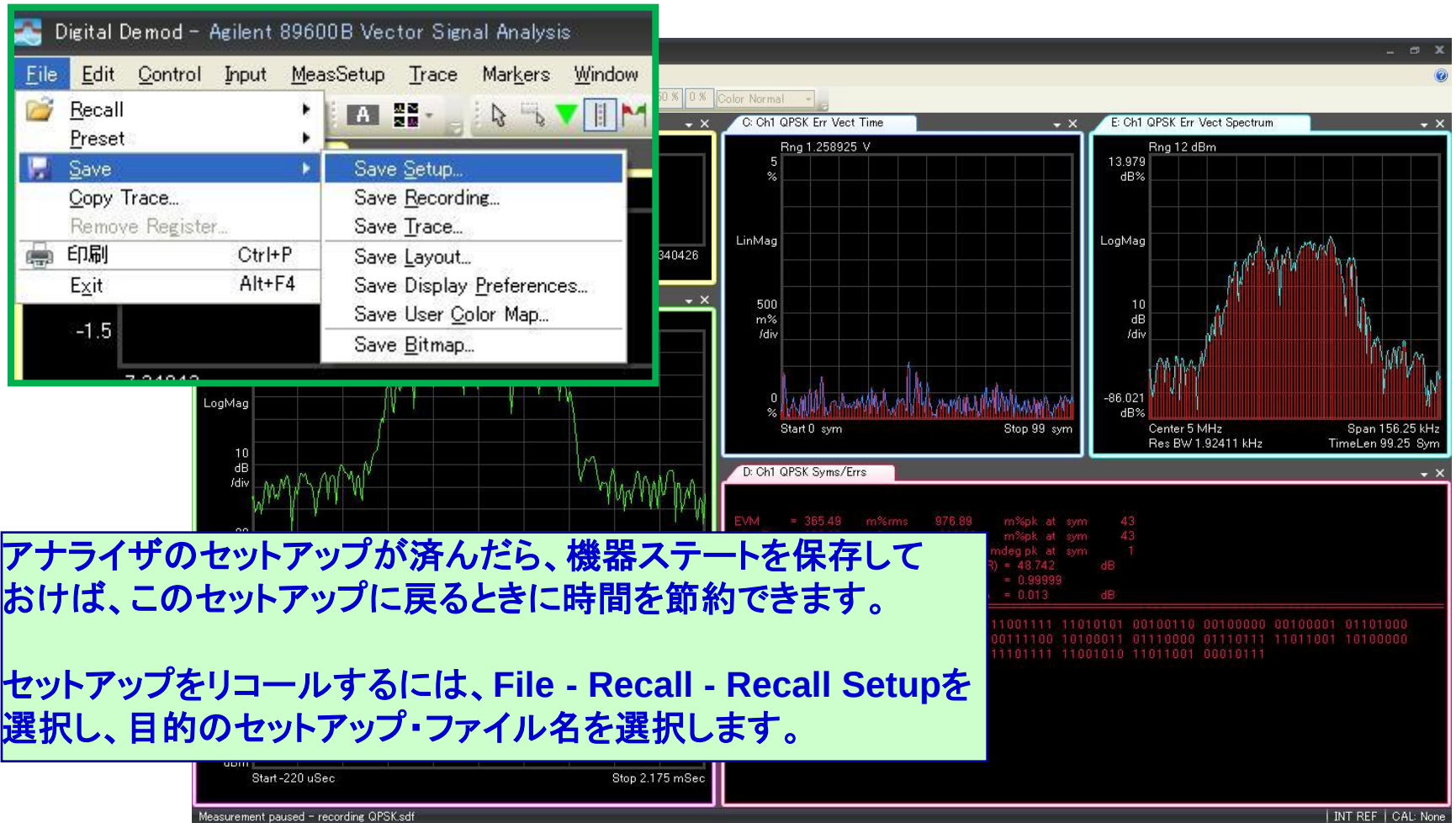
信号の解析（周波数領域）

- 測定を行う9つのステップ
- Marker機能のご紹介
- Channel Power／Band Power Markerのご紹介
- Set up Fileの作成方法
- Averaging機能



Set up Fileの作成

File - Save - Save Setup



アナライザのセットアップが済んだら、機器ステートを保存しておけば、このセットアップに戻るときに時間を節約できます。

セットアップをリコールするには、File - Recall - Recall Setupを選択し、目的のセットアップ・ファイル名を選択します。

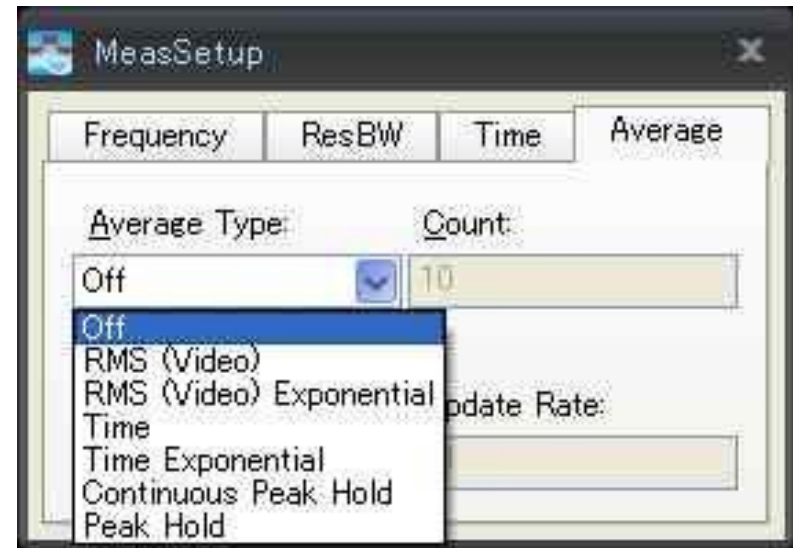
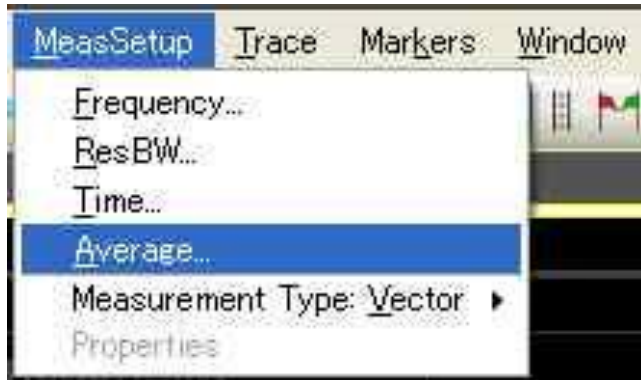
信号の解析(周波数領域)

- 測定を行う9つのステップ
- Marker機能のご紹介
- Band Power Markerのご紹介
- Set up Fileの作成方法
- Averaging機能



Averaging機能

MeasSetup - Average



RMS (Video) / RMS (Video) Exponential 周波数軸のaveraging

各ポイントの振幅の変動を減少させ、ノイズ・フロアを平滑化する効果があります。

Exponential はデータに指数重みを付けて平均化します。

指数アベレージング (Exponential) は古いデータよりも新しいデータにより大きな重み付けを行います。これは、時間とともに変化するデータをトラッキングする際に有用です。

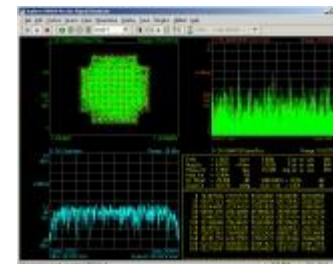
Time / Time Exponential 時間軸のaveraging

時間アベレージングはFFTの前に実行されます。

Continuous Peak Hold 各周波数ポイントに対して一番振幅の大きい値だけを保存します。

Agenda

- VSA製品の概要
- VSAソフトウェアの詳細
- VSA製品の動作原理
- 信号の解析(周波数領域)
- 信号の解析(時間領域) ←



信号の解析(時間領域)

- Recording機能のご紹介



- Trigger機能のご紹介

- エリアツールのご紹介

- 時間 Gatingのご紹介

(特徴的な機能)

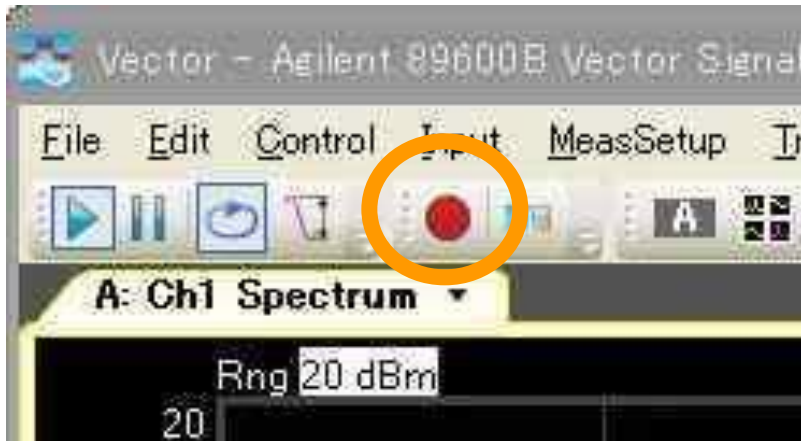
スペクトログラム表示、OBW、ACP、Limit Line、Math、Macro・・・



Recording機能

信号を記録する理由

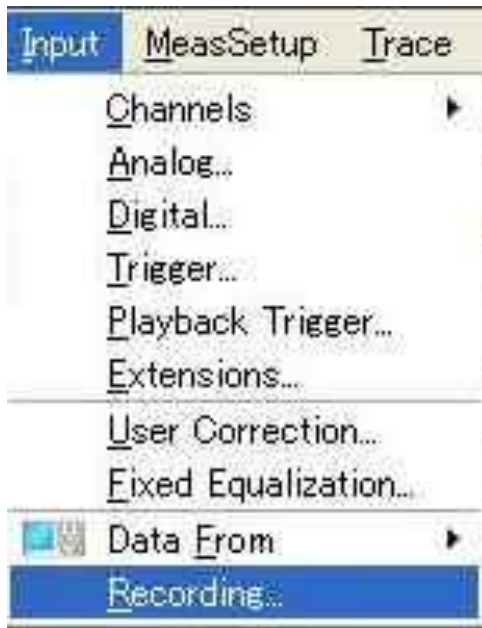
- ・ギャップがない。フル帯域幅で連続した時間レコード。
- ・レコード長が長い（ハードウェアのメモリ長に依存）。
- ・強力なポスト・プロセッシング。解析に対する詳細な制御が可能
- ・周波数、時間、アナログ、ディジタル復調の各領域での解析。
- ・オーバーラップ処理によるスロー再生。
- ・デザイン・ソフトウェアにシミュレーション結果をエクスポート保管。
- ・将来の解析のために信号レコードを保存。



Recordingボタンをクリック

現在設定されている
Time Length × 50Recordsの
データをRecordingする

Recordingの詳細設定 - Record Tab



Input - Recording



Length Recording長の設定

レコーディング長は、ポイント、レコード、秒の単位で設定することができます。
レコードの長さは現在の測定設定で1アベレージを蓄積するのに必要な時間(ポイントの数)です。
レコーディングを再生するには、レコーディングに少なくとも1レコード含まれている必要があります。

Max Length レコーディング長が最大可能値に設定

Temporary File レコーディングを保存するとき使用するデフォルトのファイル名を表示
テンポラリ・レコーディング・ファイルは、常にSDF(Standard Data Format)フォーマットで保存されます。

Recordingの詳細設定 - Playback Tab

Input - Recording



[Start Time]

再生のスタート時間

[Stop Time]

再生のストップ時間

[Full Time]

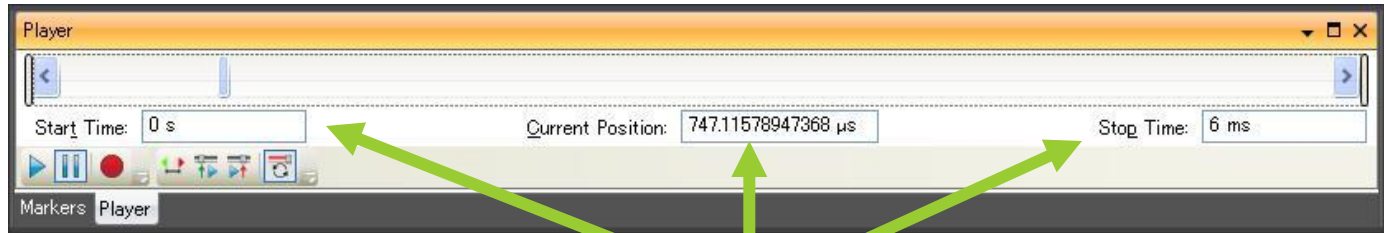
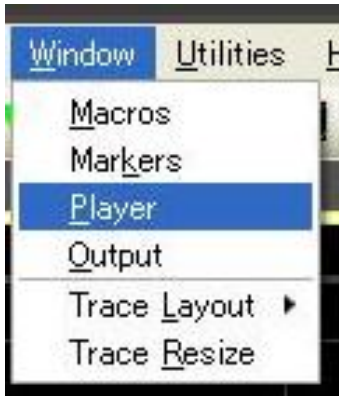
Start Time / Stop Timeをデフォルト値にリセット

[Loop at end of Recording]

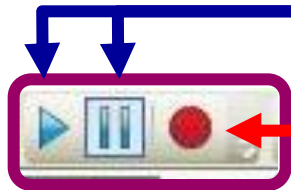
レコーディングが終了したときの再生動作を制御

Playerの使用

Window - Player



Start Time / Center Position / Stop Time



Restart とPause/Single

Recordingボタン



Loop at end of Recording

Recordingの最初/最後に移動

信号の解析(時間領域)

- Recording機能のご紹介
 - Trigger機能のご紹介
 - エリアツールのご紹介
 - 時間 Gatingのご紹介
- (特徴的な機能)

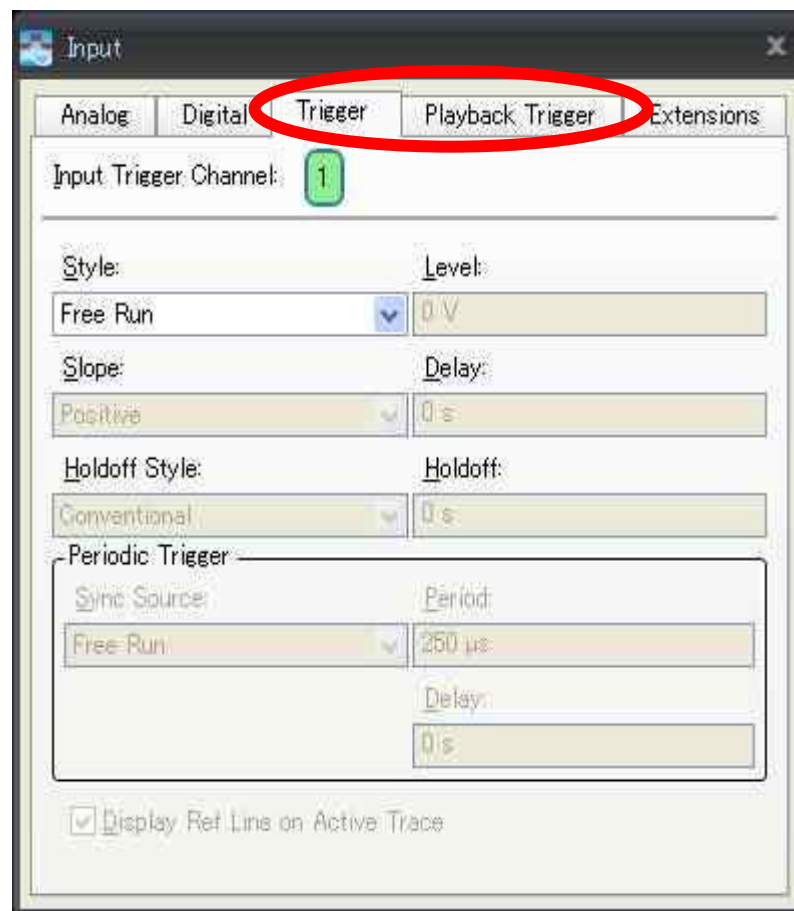


スペクトログラム表示、OBW、ACP、Limit Line、Math、Macro・・・



Triggerの設定

Input - Trigger



Trigger ライブ信号(測定器からの信号)に対してトリガをかける。
Playback Trigger Recordingファイルに対して再生トリガをかける。

Trigger設定項目の詳細



[Type]

使用するトリガのタイプを決定

[Slope]

トリガのスロープ（立ち上がり / 立ち下がり）を設定

[Level / IF Level]

トリガレベルの設定

[Hold – Off]

トリガ・ホールドオフに使用する時間の長さを決定

[Delay]

トリガ遅延に使用する時間の長さを決定
(負の値に設定 ⇒ プリトリガ)

Hold offの説明

Hold-off

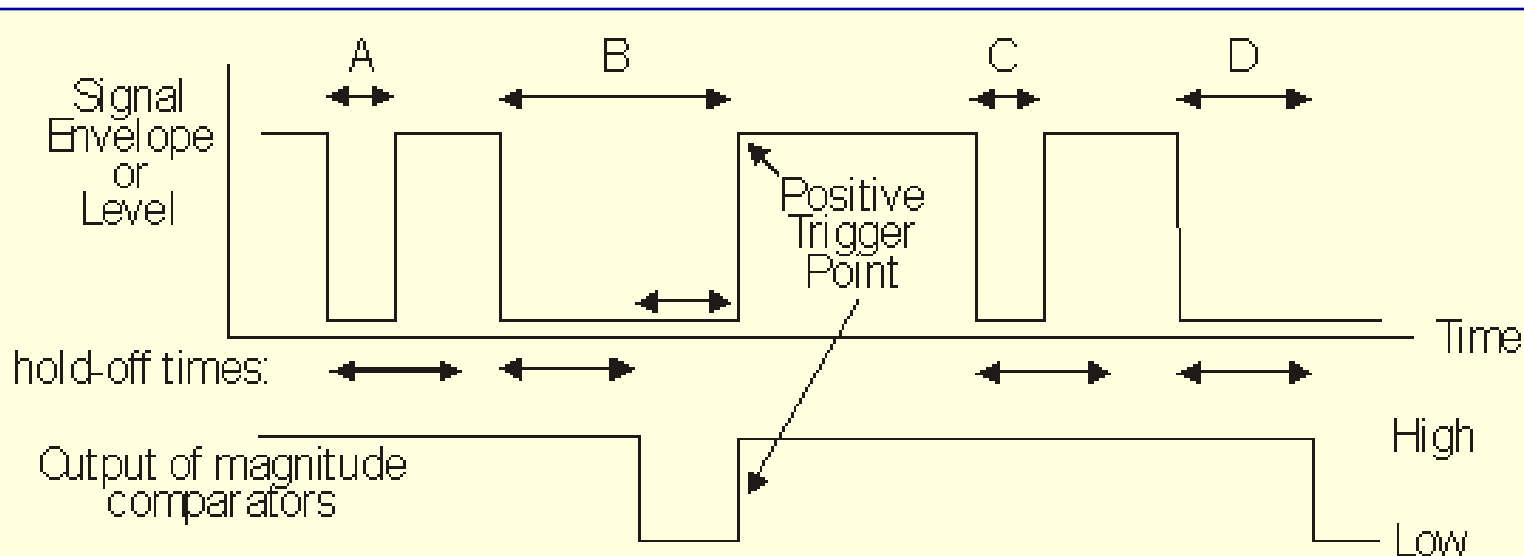
トリガ回路が信号をローであると認識する前に、信号がLow(トリガ・レベルの下)でなければならない時間の長さを指定します。

トリガ・ホールドオフ回路には、振幅コンパレータがあります。コンパレータの出力は、ホールドオフで指定した時間の間、入力信号がLowであったときにのみLowになります。信号がホールドオフ期間の間ずっとLowであった場合に、次のトリガ信号が測定を開始します。

Hold-off 設定値は秒、ミリ秒、マイクロ秒、またはナノ秒単位で入力可能です。負のホールドオフを指定することはできません。



正のトリガ・スロープによるHold-offの例



1. Time Aはホールドオフ時間より短いので、アナライザは信号をローとして認識しません。
2. Time Bはホールドオフ時間を超えています。信号がローになった後のホールドオフの終わりで、コンパレータ出力がローになります。
3. 正のトリガ・スロープの場合、次に信号(およびコンパレータ出力)がハイになったときにトリガが発生します。
4. トリガ入力信号が再びローになると、ホールドオフがスタートします。Time Cはホールドオフ時間より短いので、アナライザは信号がローであると認識しません。
5. Time Dは、ホールドオフ時間を超えています。アナライザは入力が次にハイになると、トリガをかけます。

Trigger Type

Free run

トリガなし

Channel

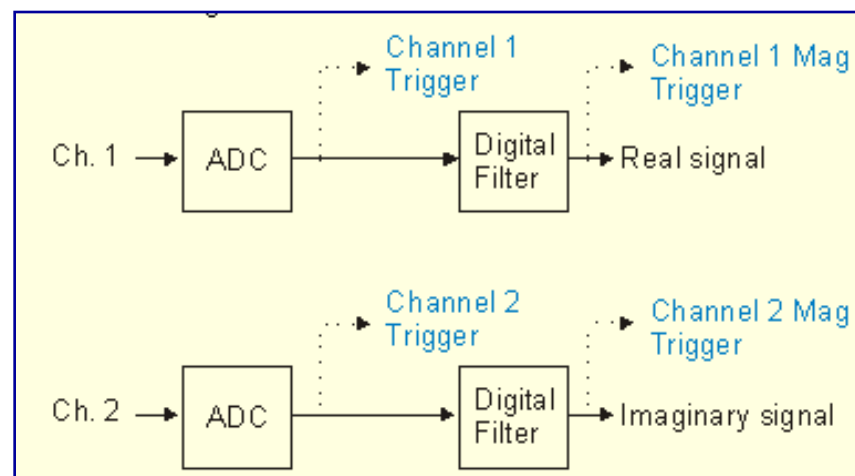
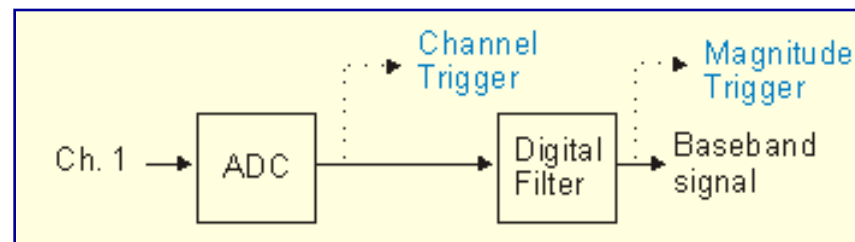
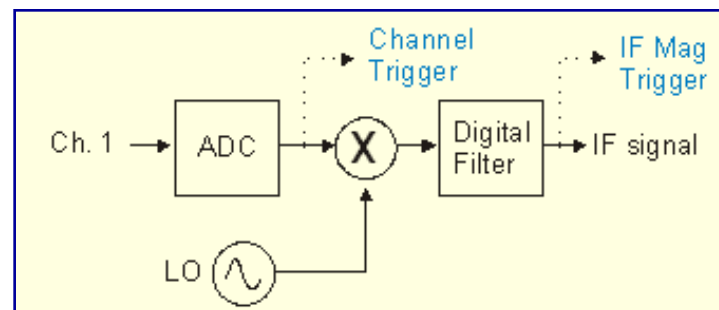
入力チャネルをトリガ信号

IF Mag, Magnitude, またはChannel Mag

IF信号をトリガ信号

External

外部信号をトリガ信号



信号の解析(時間領域)

- Recording機能のご紹介
 - Trigger機能のご紹介
 - エリアツールのご紹介
 - 時間 Gatingのご紹介
- (特徴的な機能)



スペクトログラム表示、OBW、ACP、Limit Line、Math、Macro・・・

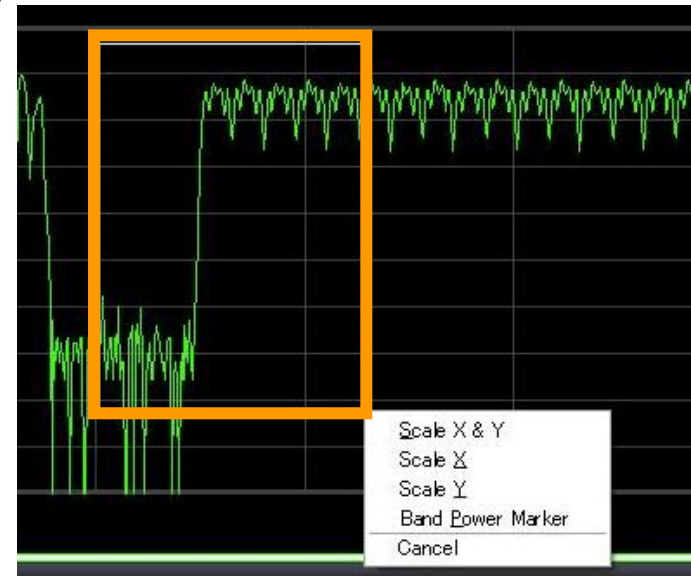


エリアツール

1



2



3



信号の解析(時間領域)

- Recording機能のご紹介
- Trigger機能のご紹介
- エリアツールのご紹介
- 時間 Gatingのご紹介
(特徴的な機能)



スペクトログラム表示、OBW、ACP、Limit Line、Math、Macro・・・



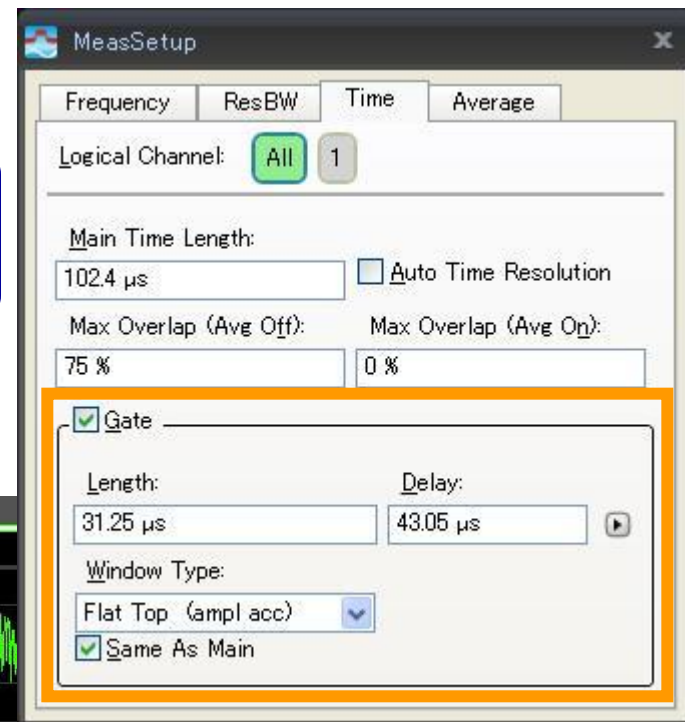
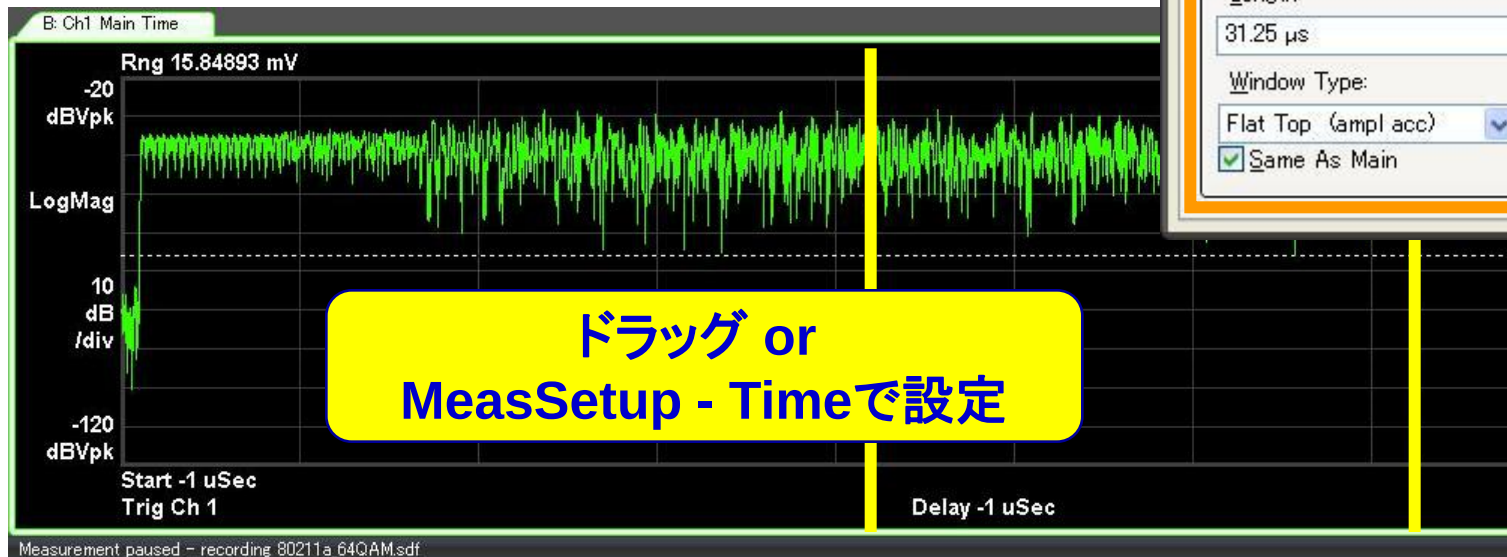
Time Gating

1

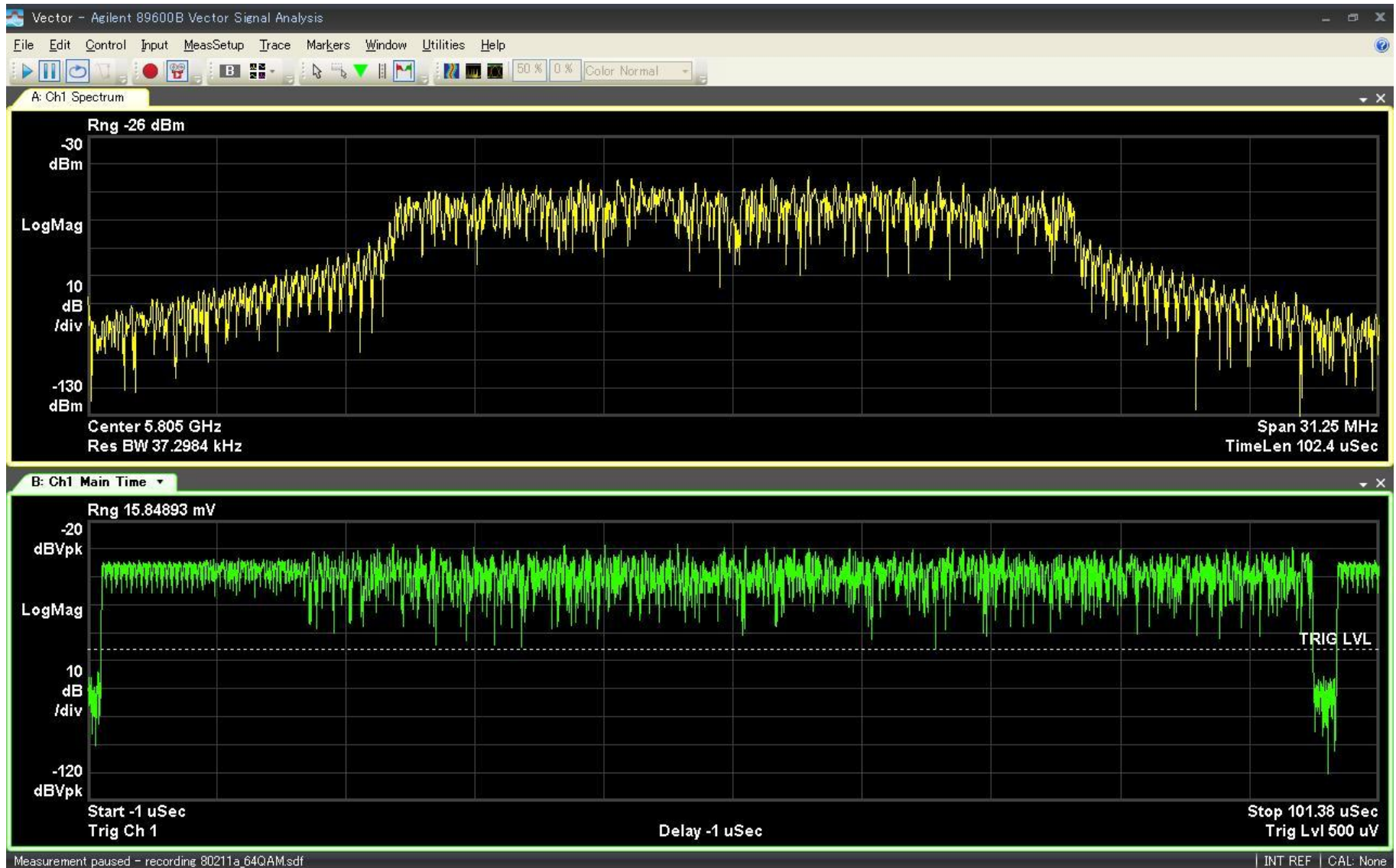


- ① Time Gatingツールをクリック
- ② Time Gatingを行いたい部分を設定

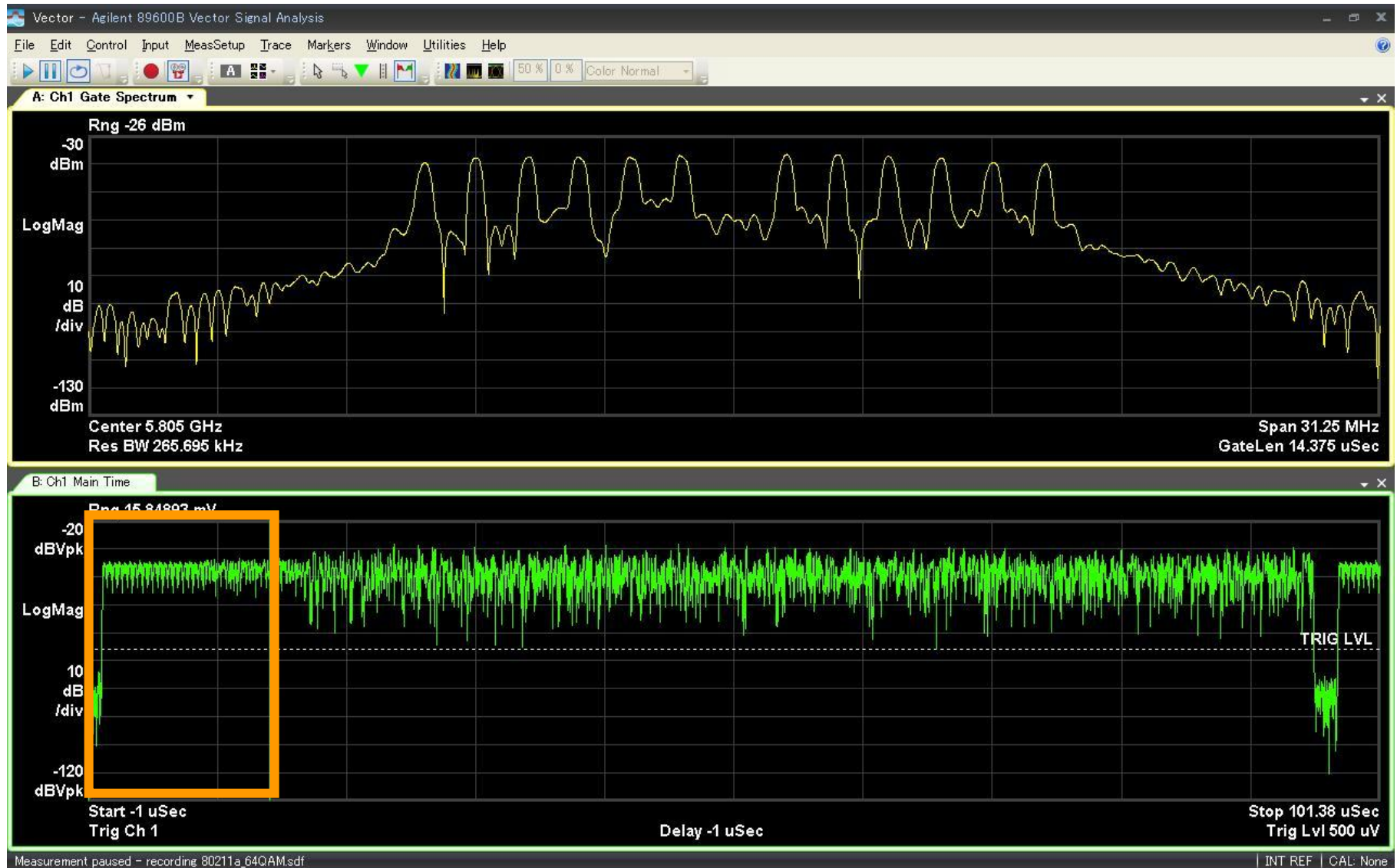
2



802.11a 1burst



802.11a PreambleのみをTime Gating



信号の解析(時間領域)

- Recording機能のご紹介

- Trigger機能のご紹介

- エリアツールのご紹介

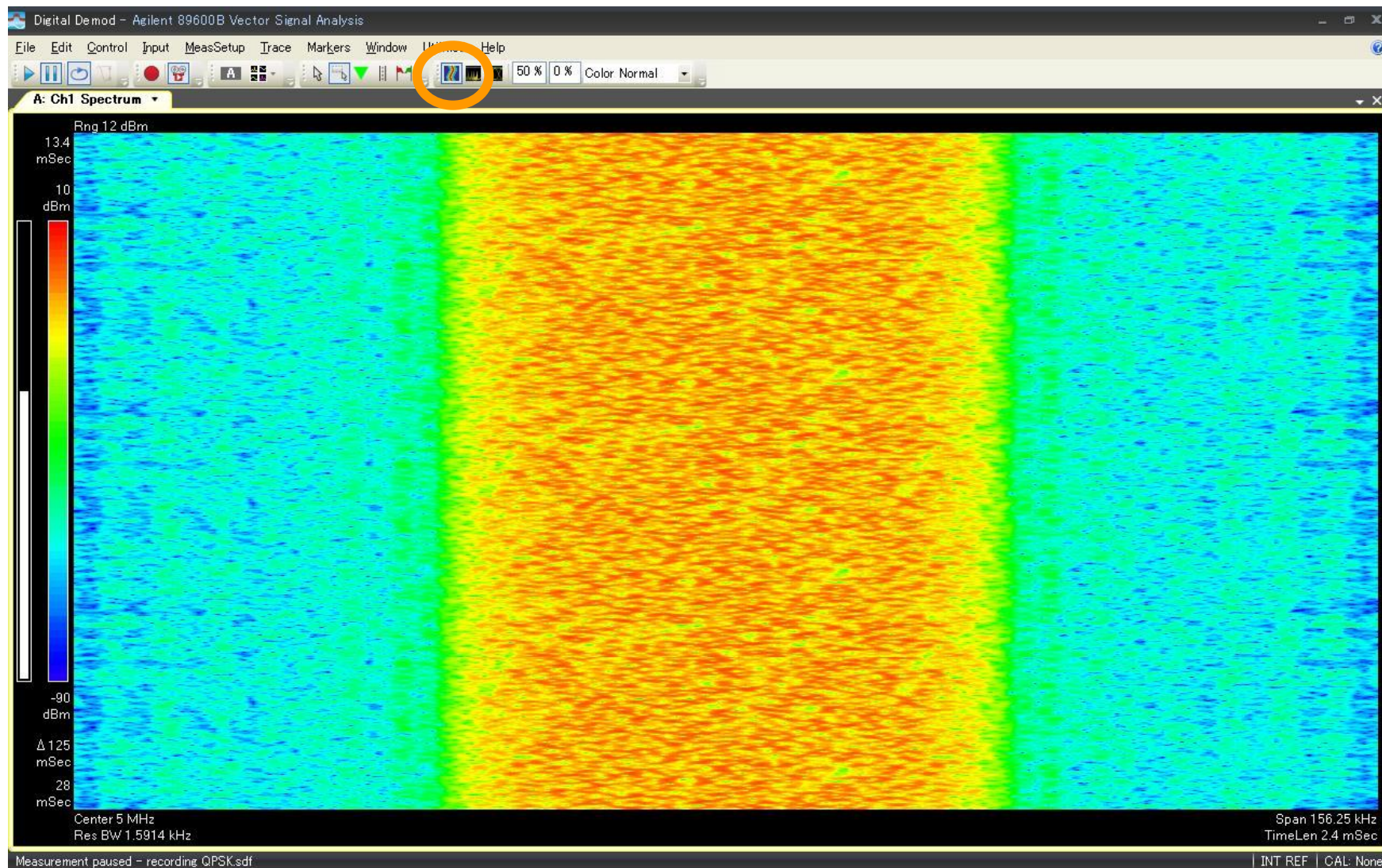
- 時間 Gatingのご紹介

(特徴的な機能)



スペクトログラム表示、OBW、ACP、Limit Line、Math、Macro・・・

スペクトログラム機能 バースト波の観察

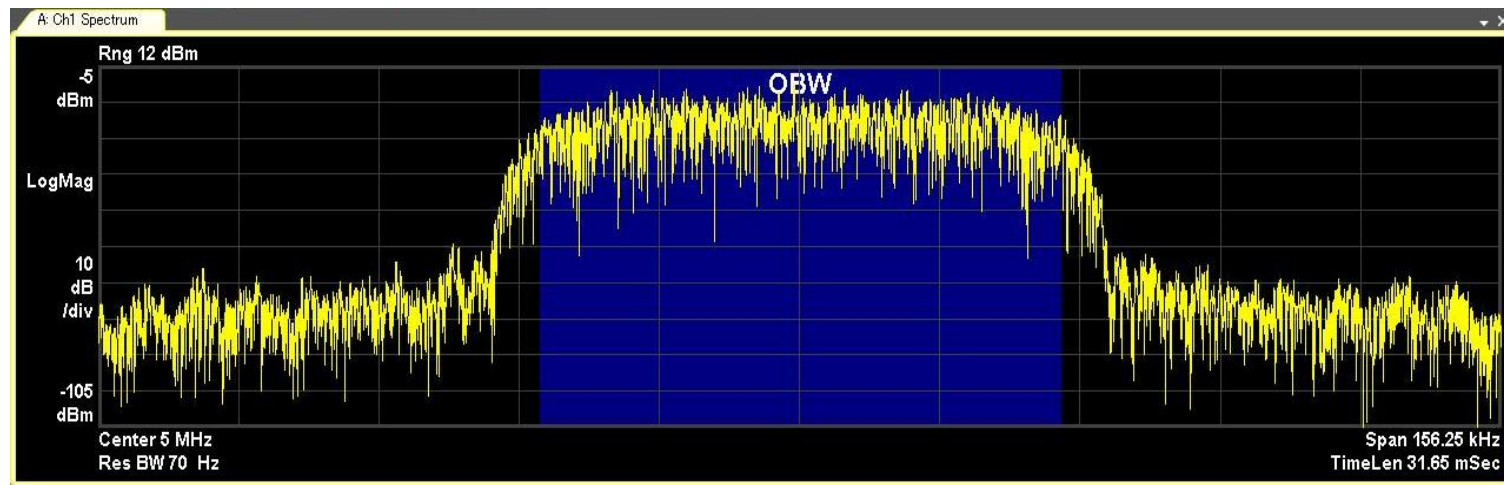
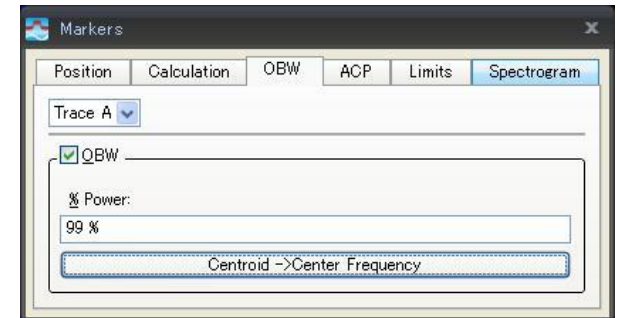
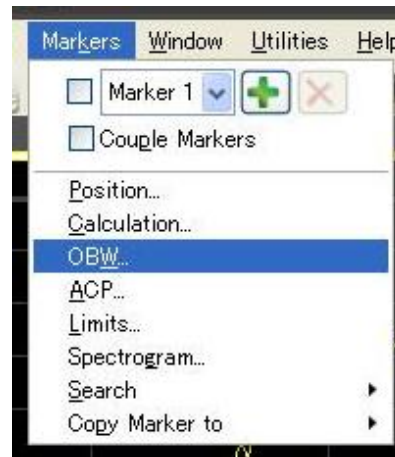


OBW機能

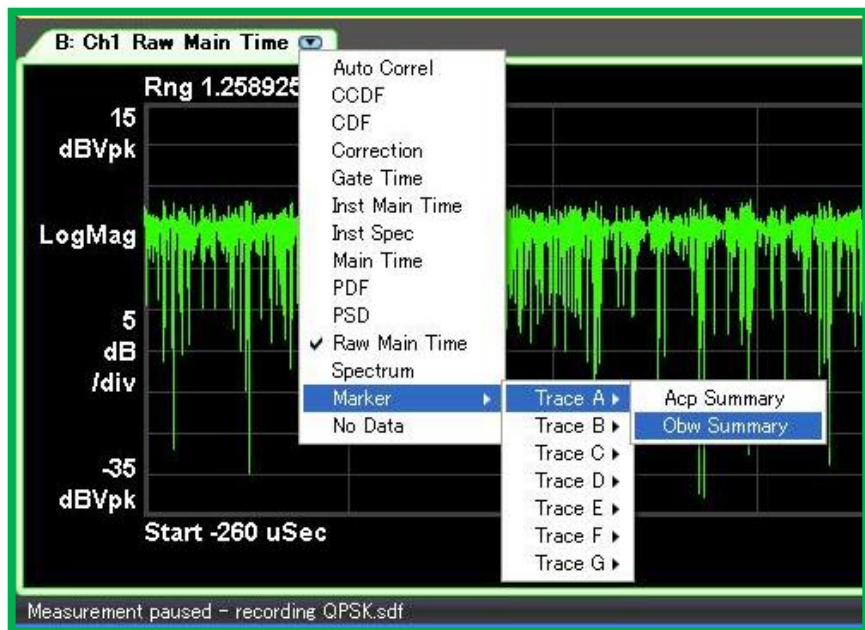
トレース上で右クリック
Show OBW

Markers - OBW

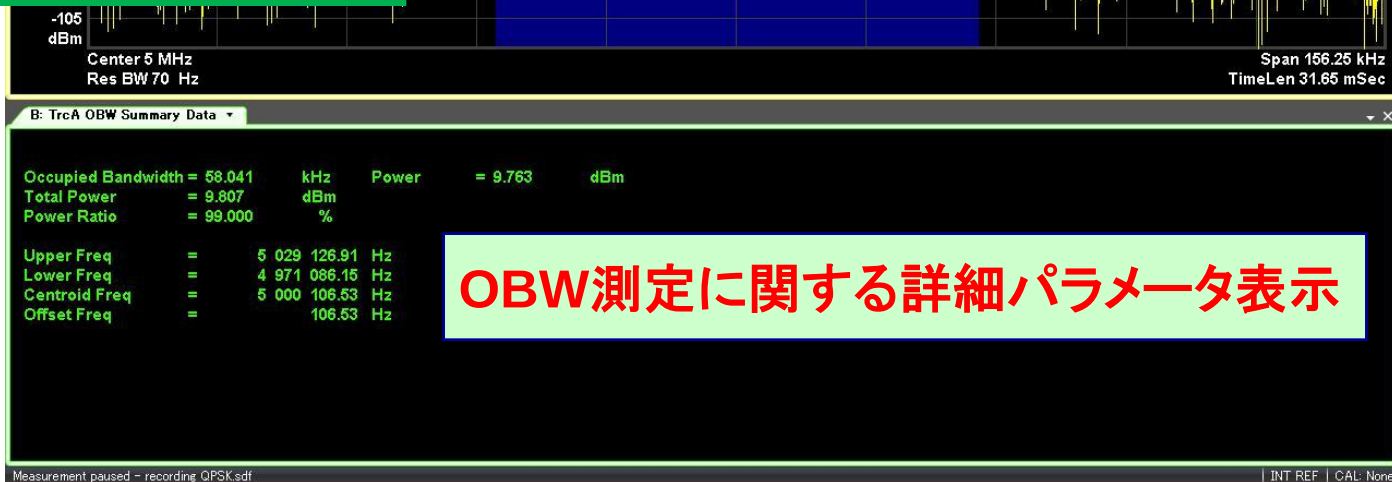
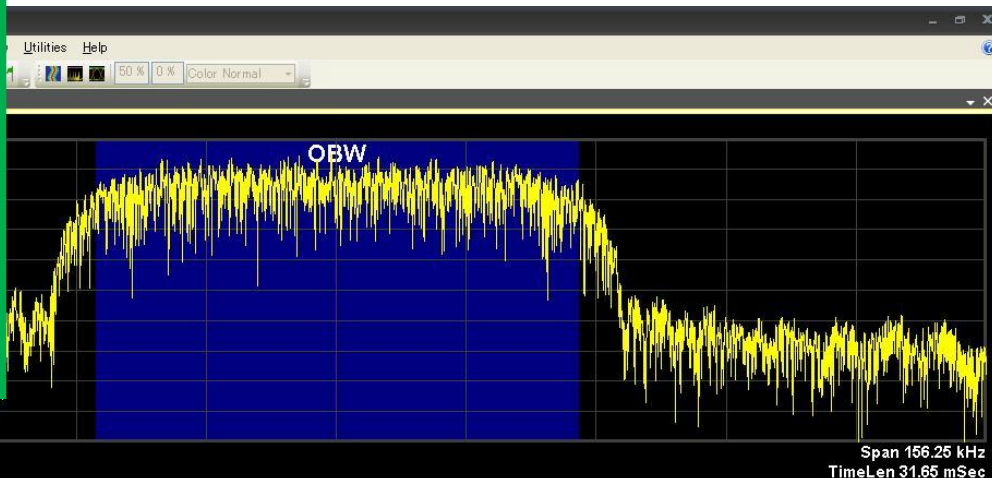
積算帯域幅の設定



OBW Summaryの表示



Trace タブをクリック
Marker - Obw Summary



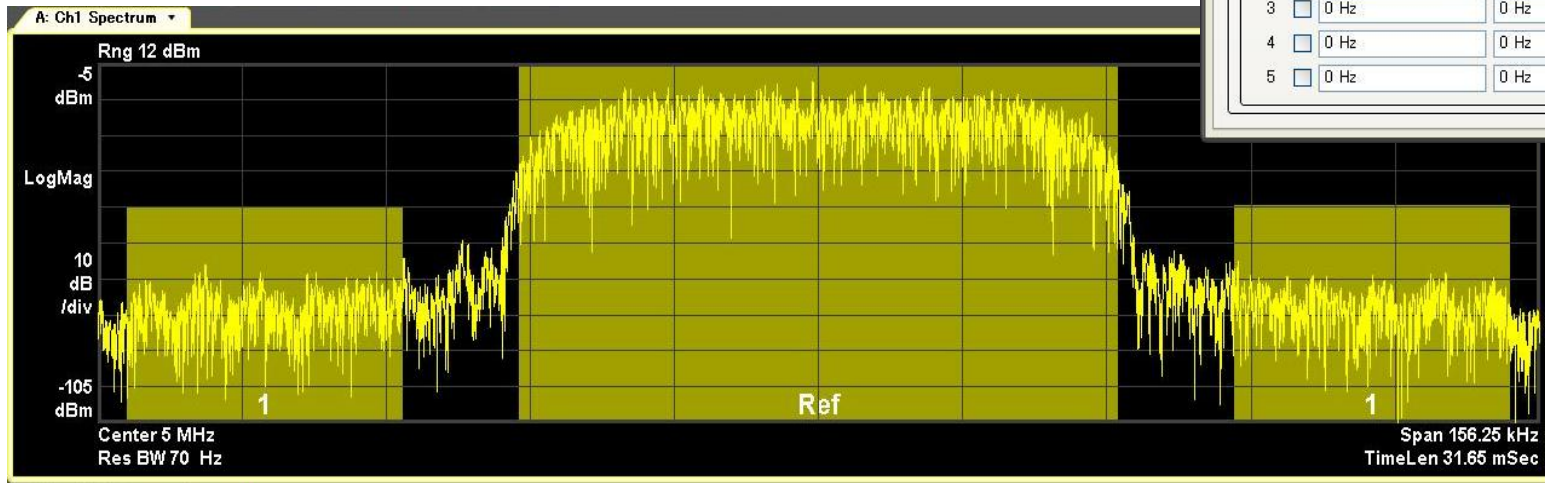
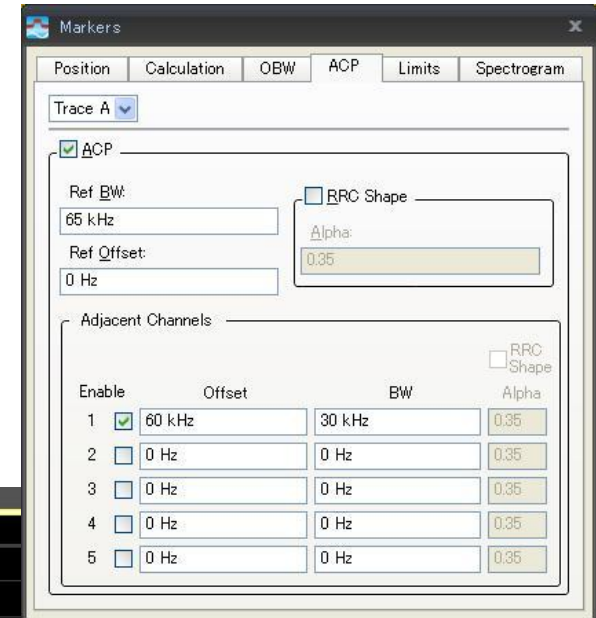
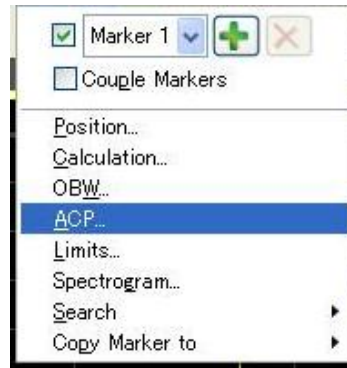
OBW測定に関する詳細パラメータ表示

ACP機能

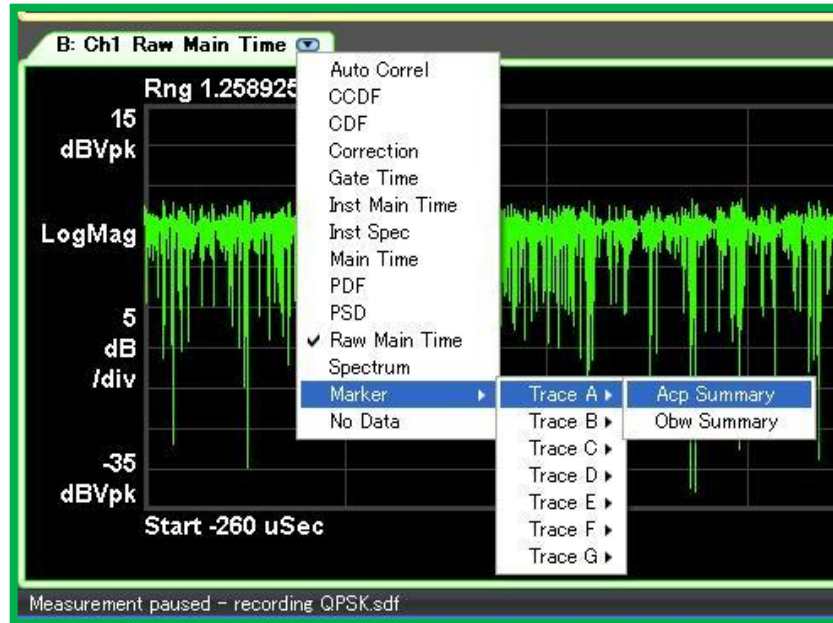
トレース上で右クリック
Show ACP

Markers - ACP

ACPの設定



ACP Summaryの表示

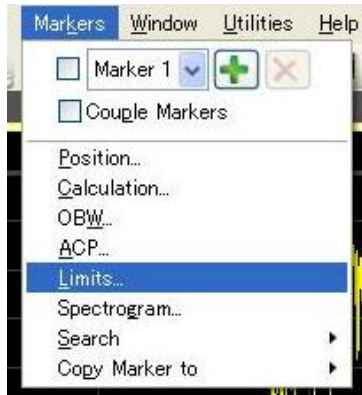


Trace タブをクリック
Marker - ACP Summary



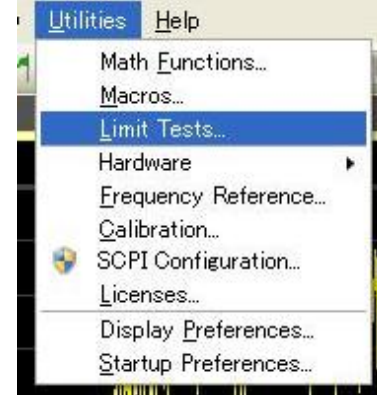
Limit Lineの作成と表示

Markers - Limits

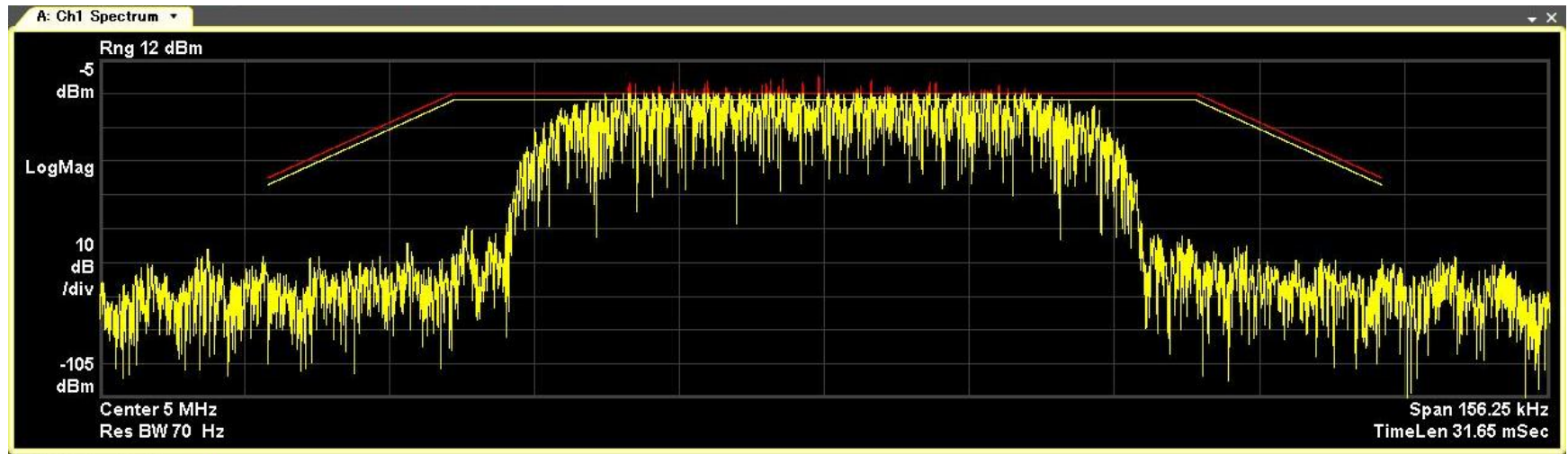


表示する
Limit Line
選択

Utilities - Limits

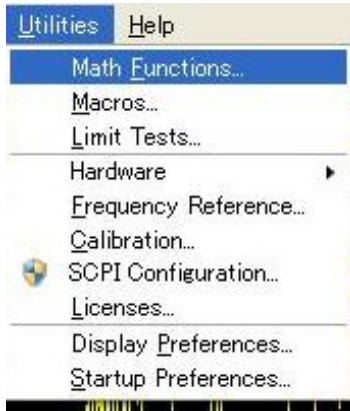


Limit Line
定義



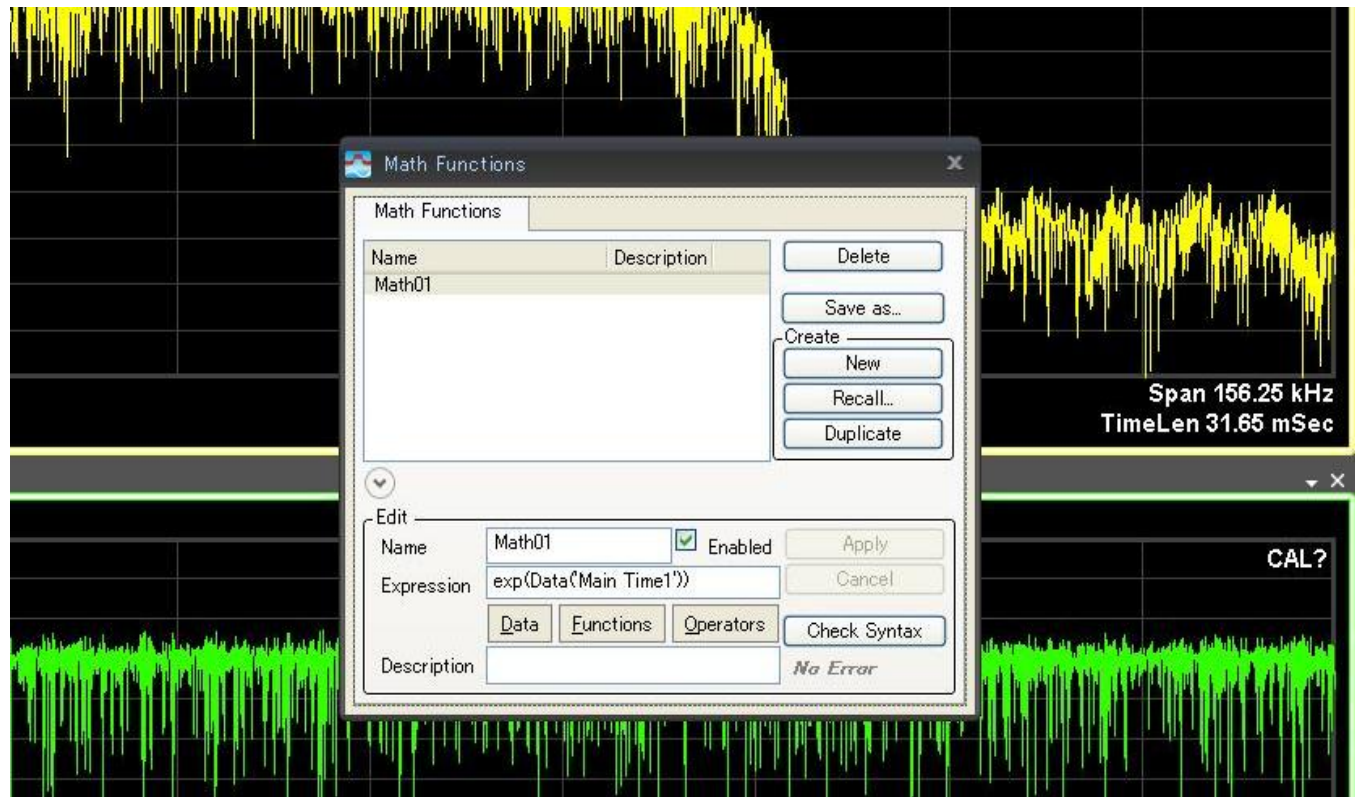
Math機能

Utilities - Math



Math関数を使ってトレース・データに使用する演算式を作成可能です。
Math関数は、以下の場合に使用できます。

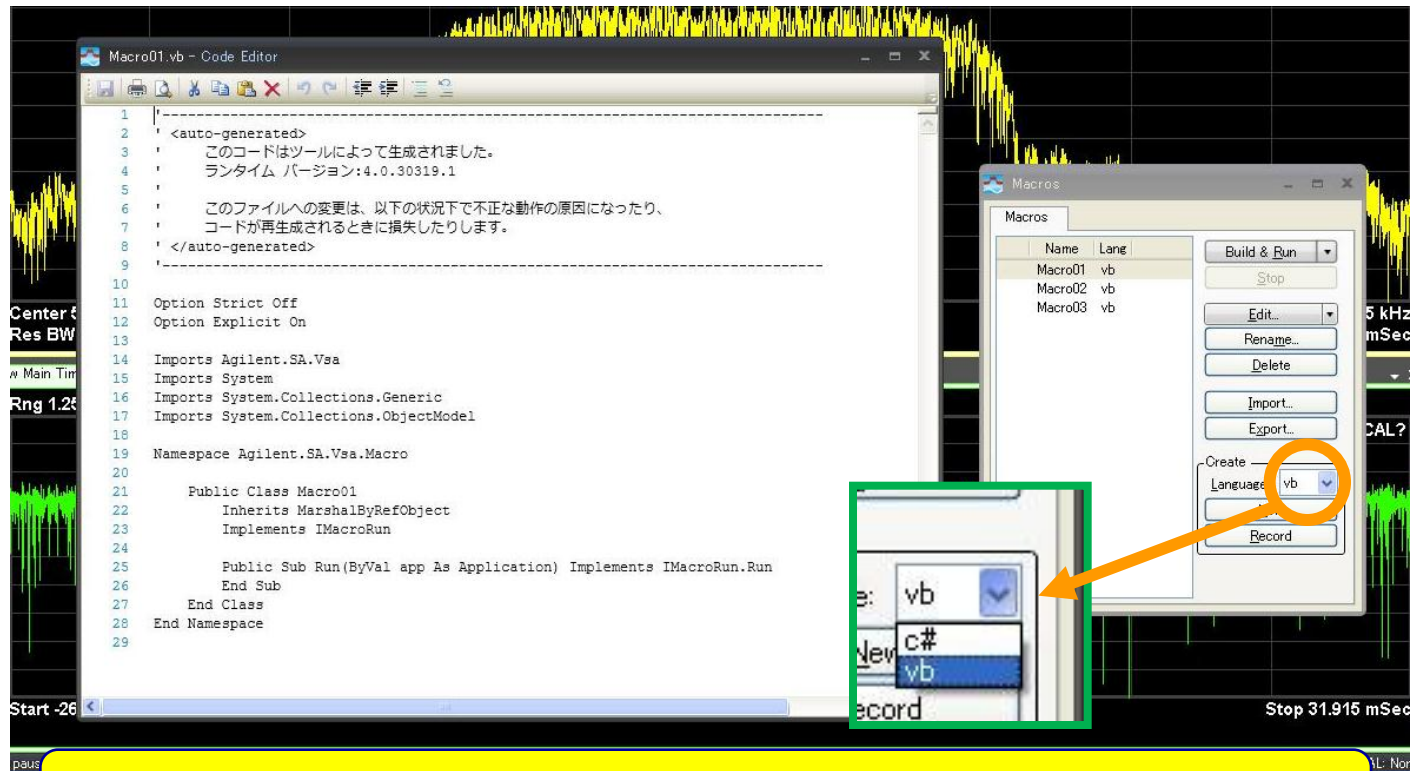
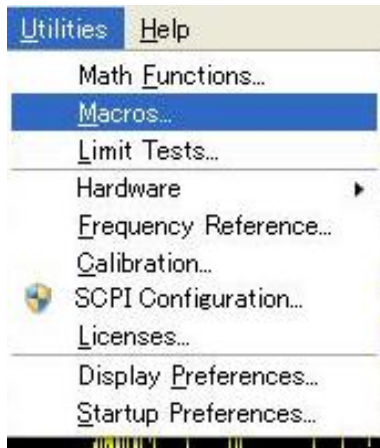
- トレース・データに対して演算を実行する場合
- 波形に対するフィルタとして使用する演算式を作成する場合
- データ・レジスタ内のデータを操作する場合



Macro機能

Utilities - Macro

マクロを使うと、一連の手動操作を自動的に実行するコマンドを作成可能
VSAソフトウェアではマクロ言語として「VB」「C#」の2種類がサポート
されています。
マウスとキーボードの操作を記録してマクロを作成することができ、
付属するマクロ・エディタを使って編集も可能です。



プログラミング言語を「vb」「c#」から選択する。



Q&A

