



Technical Note

# MX370107A フェージング IQ プロデューサ, MS2690A デジタイザ, および MATLAB Simulink ビジュアル化のデモ

MG3700A ベクトル信号発生器  
MS2690A シグナルアナライザ

## テクニカルノート

- MX370107AフェージングIQプロデューサ, MS2690Aデジタイザ, および MATLAB Simulink ビジュアル化のデモ -

アンリツ

# MG3700A

Vector Signal Generator

Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 1

MS2690A  
Signal Analyzer



2008年 5月  
(1.00)

Anritsu

## はじめに

本テクニカルノートは、フェージングIQプロデューサをもつ MG3700A, MS2690Aデジタイザ、およびMATLABへのデジタイズドI/Qデータのインポートに対するユーザの理解を深めるために、デモンストレーション用テクニカル情報を提供します。

Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 2

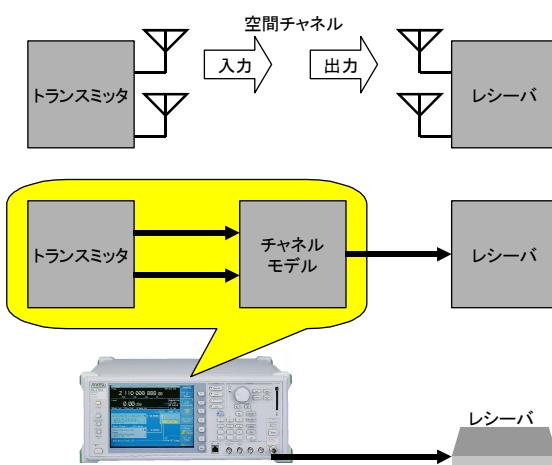
Anritsu

# 目次

• フェージングIQプロデューサ	4
• MS2690Aデジタイザ	7
• デモモデル	8
• フェージングIQプロデューサのオペレーション	10
• MG3700Aのオペレーション	13
• MS2690Aデジタイザのオペレーション	14
• MATLABスクリプト	18
• 付録	23
» 必要なデジタイジング期間	
» 利用できるサンプルCプログラム	
» デジタイズドファイルからCSVファイルへの利用できるコンバータ	

## フェージングIQプロデューサ

- MG3700AオプションのMX370107AフェージングIQプロデューサは、MG3700Aの世界トップレベルのベースバンドメモリを用いて、シンプル構成で空間チャネルモデルシミュレーションを提供します。
  - メモリアップグレードオプション付き 2 GB (512 Mサンプル/チャネル)

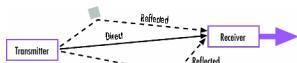


# チャネルモデル

- 通信チャネルは、送信信号にノイズ、フェージング、および干渉を取り込みます。通信システムのシミュレートは、チャネルの数学的記述に基づき、チャネルをモデル化することに関係します。種々の送信メディアは種々の特性を持っており、別々にモデル化されます。

# チャネルモデル

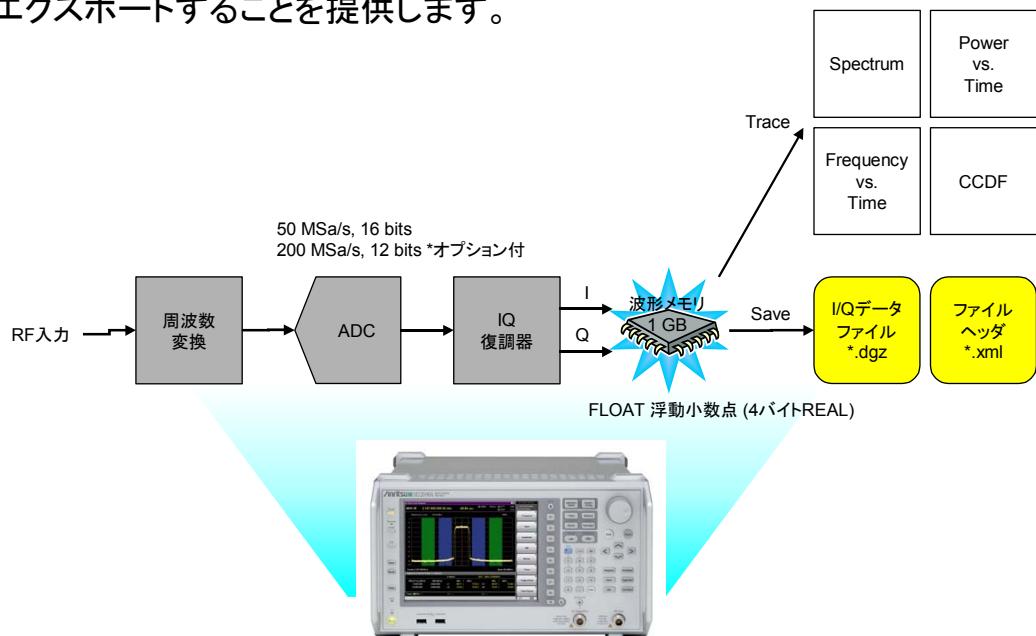
- AWGNチャネル
  - AWGNチャネルは、通過信号にホワイトガウシャンノイズを加えます。
- フェージングチャネル
  - レイリーおよびライスフェージングチャネルは、ワイヤレス通信で現実現象の有用モデルです。これらの現象は、トランスマッタとレシーバ間の相対運動から生じる、マルチパス散乱効果、時間分散、およびドップラシフトを含んでいます。



- 図は、静止したトランスマッタと動いているレシーバの間の直接と主な反射のパスを表現します。網掛け图形は建物のような反射物を表わします。
- 主なパスは、レシーバでの遅延信号の到達をもたらします。さらに、無線信号は、主な各パスにローカル規模で散乱を受けます。そのようなローカル散乱は、典型的に移動機近辺の物による多数の反射を特徴とします。これらの分解できない成分は、レシーバで結合し、マルチパスフェージングとして知られる現象を引き起こします。この現象により、主な各パスは離散フェージングパスとして振る舞います。典型的に、フェージングプロセスは、見通せないパス用レイリー一分布と見通せるパス用ライス分布を特徴とします。
- トランスマッタとレシーバ間の相対運動はドップラシフトを引き起こします。ローカル散乱は、典型的に移動機周辺の多様な角度から来ます。このシナリオは、ドップラスペクトラムとして知られるさまざまなドップラシフトを引き起こします。最大ドップラシフトは、方向がちょうど移動機の軌跡に反するローカル分散成分に相当します。

# MS2690Aデジタイザ

- MS2690A/2691A/2692Aは、入力信号のサンプルデータからI/Qデータをエクスポートすることを提供します。

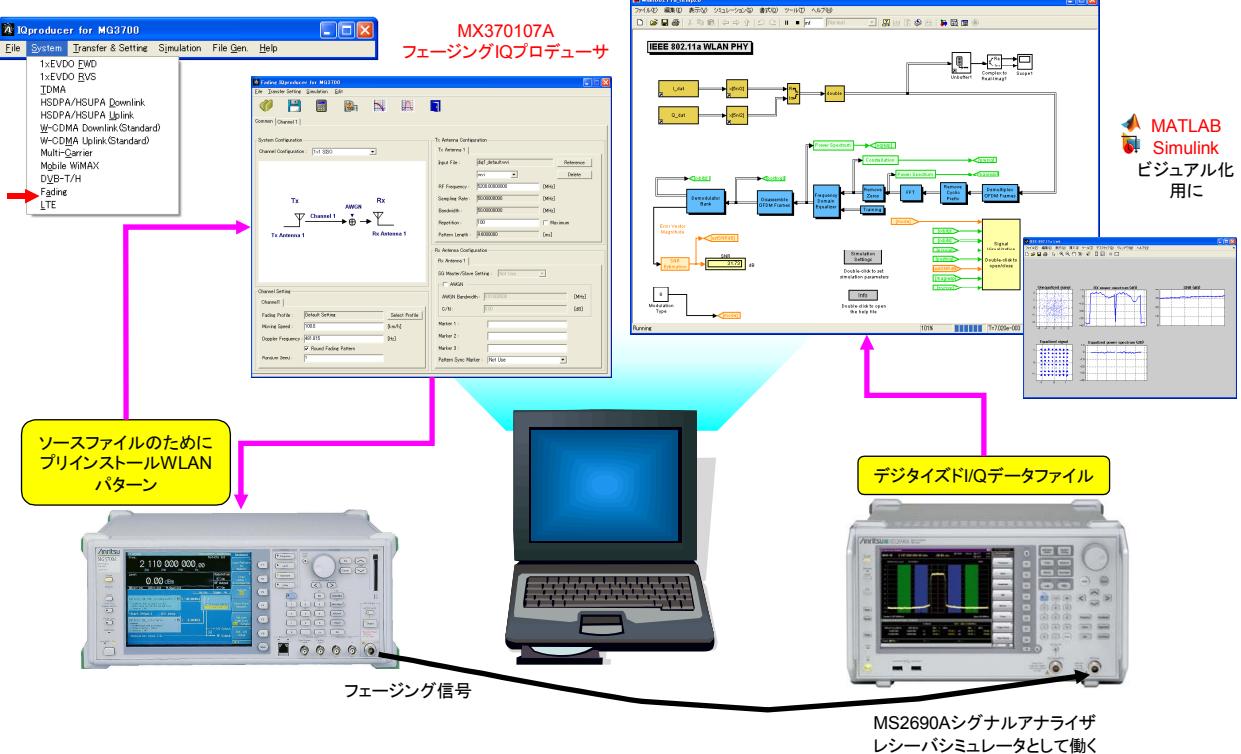


Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 7

Anritsu

## デモモデル



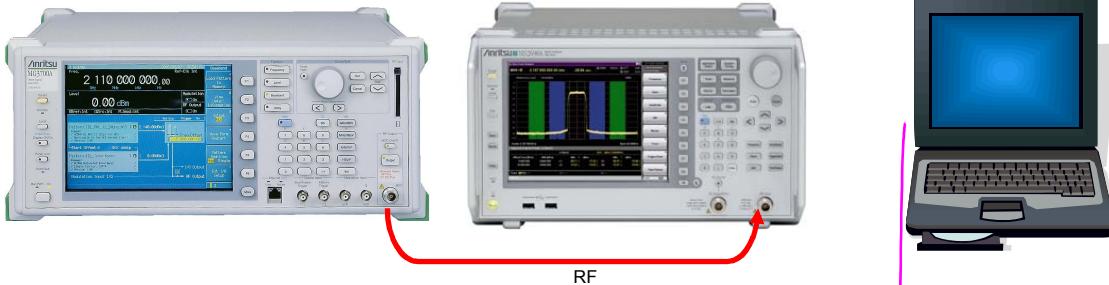
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 8

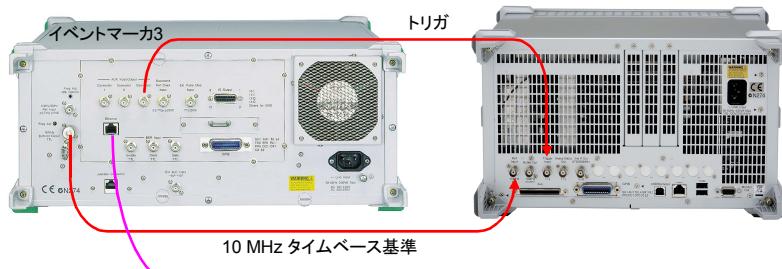
Anritsu

# セットアップ

- 前面



- 後面



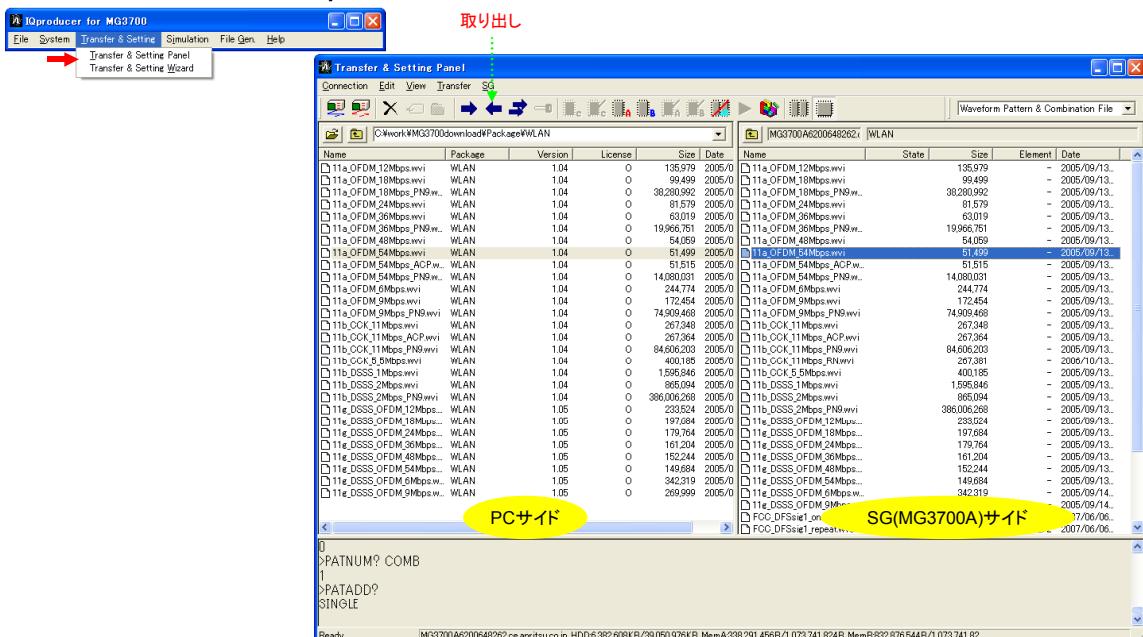
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 9

Anritsu

## フェージングIQプロデューサのオペレーション

- 予めMG3700A内蔵HDDからWLANパッケージ内のIEEE802.11a/g OFDM 54 Mbpsパターンファイルを取り出してください。

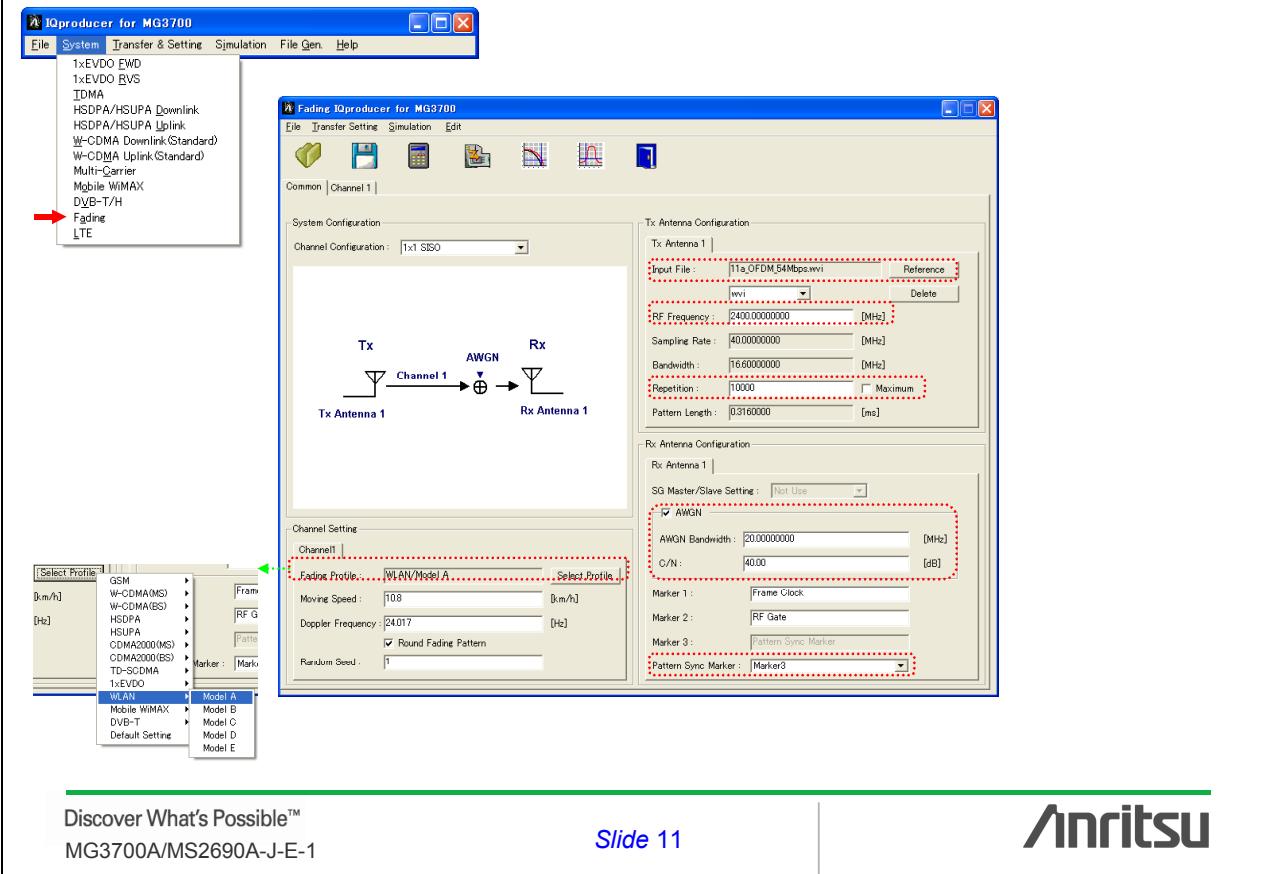


Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 10

Anritsu

# フェージングIQプロデューサのオペレーション



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

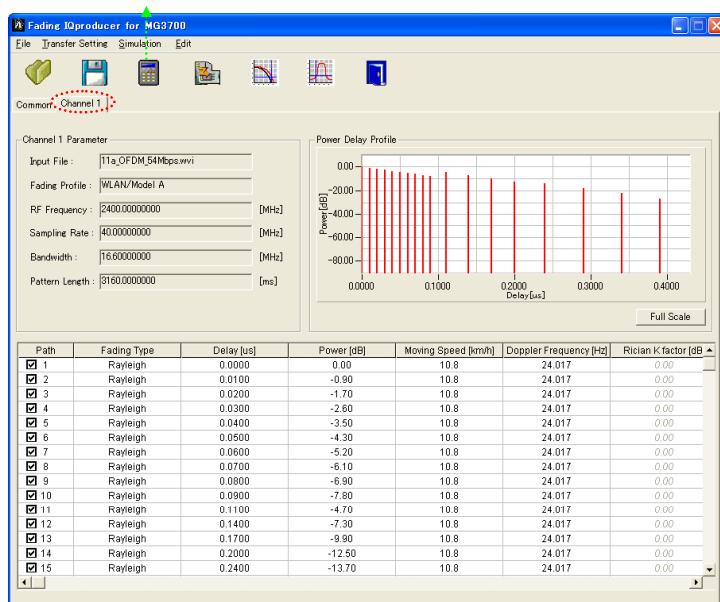
Slide 11

Anritsu

# フェージングIQプロデューサのオペレーション

パターンファイルの作成は、9 GB HDDスペースが必要で、PC性能次第で演算するのに約1日かかる。

18バス



- 対応パラメータ設定ファイル
  - » 11a\_OFDM\_54Mbps\_Demo.xml
    - 埋め込みファイルを保存後に、ファイル名を11a\_OFDM\_54Mbps\_Demo.xmlへ変更してください。

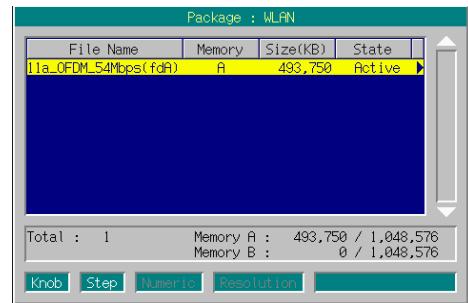
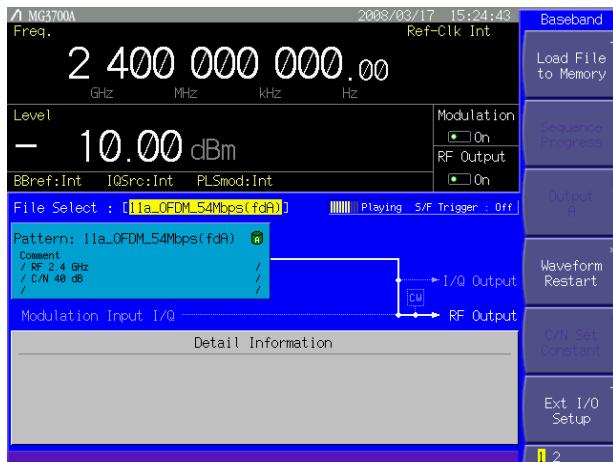


Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

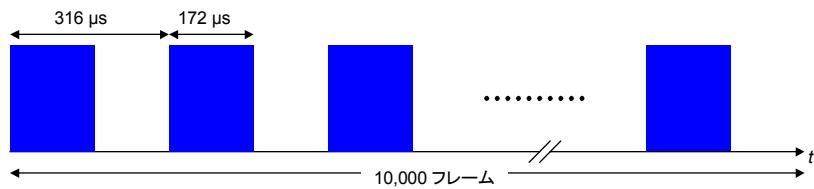
Slide 12

Anritsu

# MG3700Aのオペレーション



- 316 µs フレーム周期
- 10,000 フレーム周期再生



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 13

Anritsu

# MS2690Aデジタイザのオペレーション

- External Trigger Source
- 316 ms Analysis Time Length
  - 最大 2 s



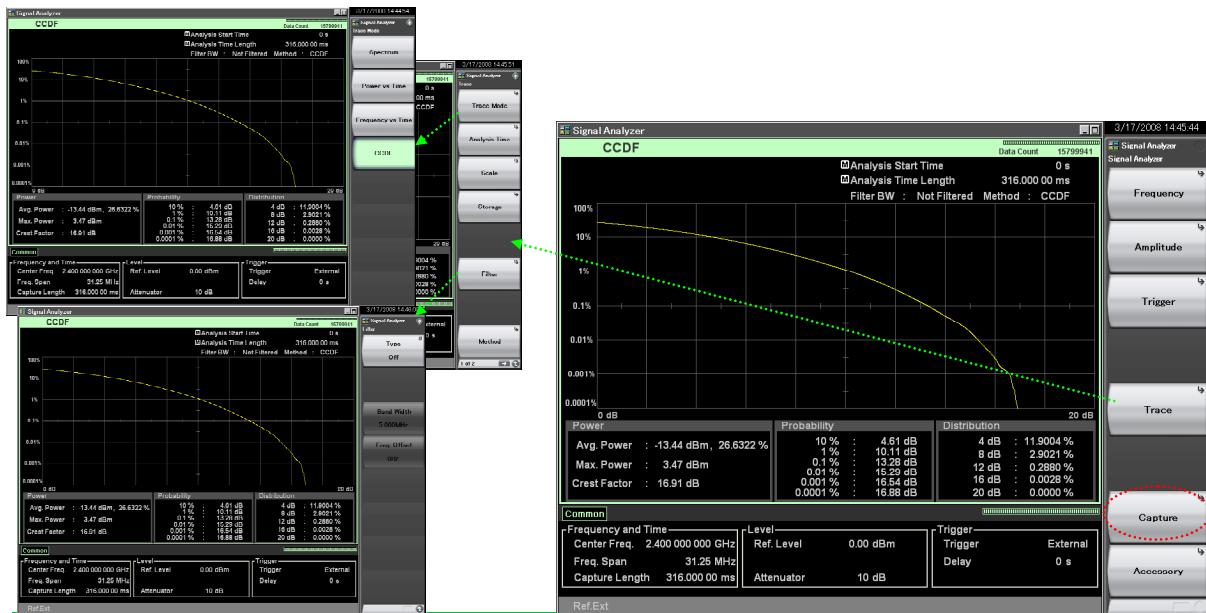
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 14

Anritsu

# MS2690Aデジタイザのオペレーション

- Filter Off



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

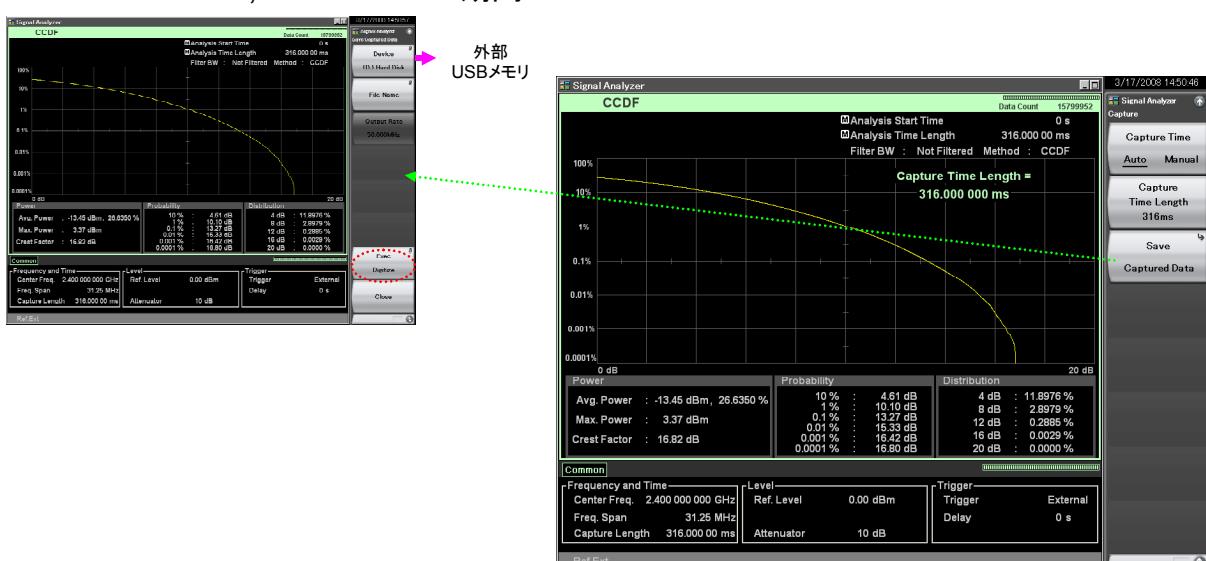
Slide 15

Anritsu

# MS2690Aデジタイザのオペレーション

## Capture

- Auto Capture Time
- Digitize  
» 316 ms, 1000 フレーム期間



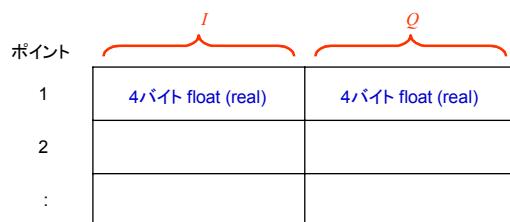
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 16

Anritsu

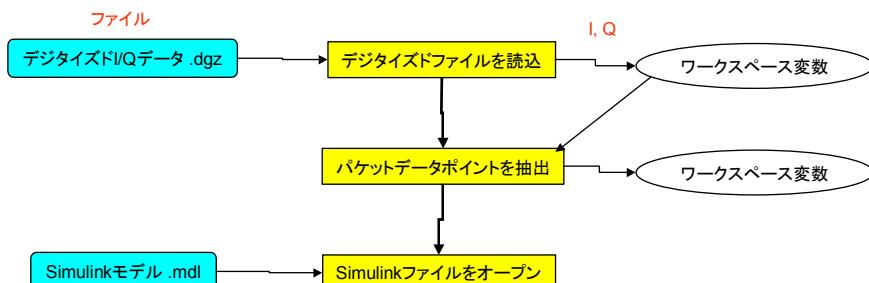
# デジタイズドファイルフォーマット

- デジタイズドファイルは2つのファイルから成ります:
  - ファイルヘッダ .xml
  - データファイル .dgz
    - ファイルヘッダ(.xml)とデータファイル(.dgz)は、同じファイル名を持ちます。  
MS2690Aは外部USBメモリあるいはHDDの次のフォルダにファイルを格納します。
      - ドライブ:/Anritsu Corporation/Signal Analyzer/User Data/Digitized Data/Signal Analyzer/
- ファイルヘッダは、サンプルレート、サンプル数、センタ周波数などのデジタイズド設定を収録してます。
- データファイル(.dgz)は、IおよびQデータポイントを収録してます。
  - 単精度浮動小数, IおよびQのデータポイントごとに4バイト



## MATLABスクリプト

### プログラミングフローチャート



# MATLABスクリプト



```
clear all, close all, clc

fileName = uigetfile('.dgz','Open I/Q data file');
fid = fopen(fileName,'r');
data = fread(fid,'float=>float');

Idata = data(1:2:end);
Qdata = data(2:2:end);

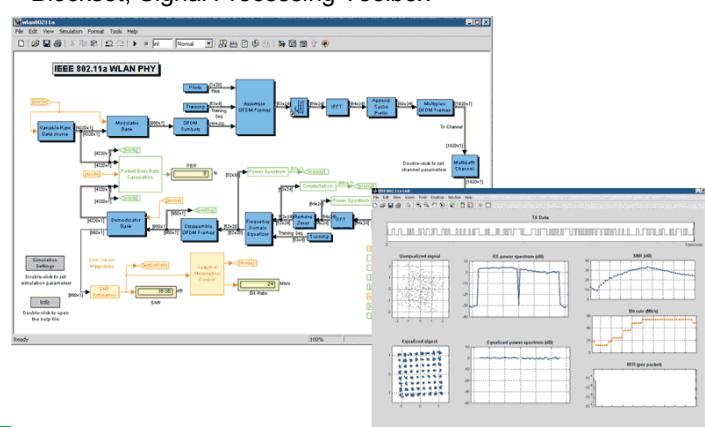
Fs = 50E6; % sampling rate 50 MSa/s
fsFFT = 20E6; % FFT sampling frequency 20 MHz
samples_packet = 1920 * Fs/fsFFT; % samples/packet (30 symbol * 64 FFT points * 5/2 = 4800)
samples_frame = 6320 * Fs/fsFFT; % samples/frame
frames = fix(length(Idata)/samples_frame); % number of frame

I_dat = [];
Q_dat = [];
for framecounter = 1:frames
    packet_start = 1 + (framecounter-1) * samples_frame;
    packet_end = samples_packet + (framecounter-1) * samples_frame;
    I_dat = [ I_dat;Idata(packet_start:packet_end) ];
    Q_dat = [ Q_dat;Qdata(packet_start:packet_end) ];
end

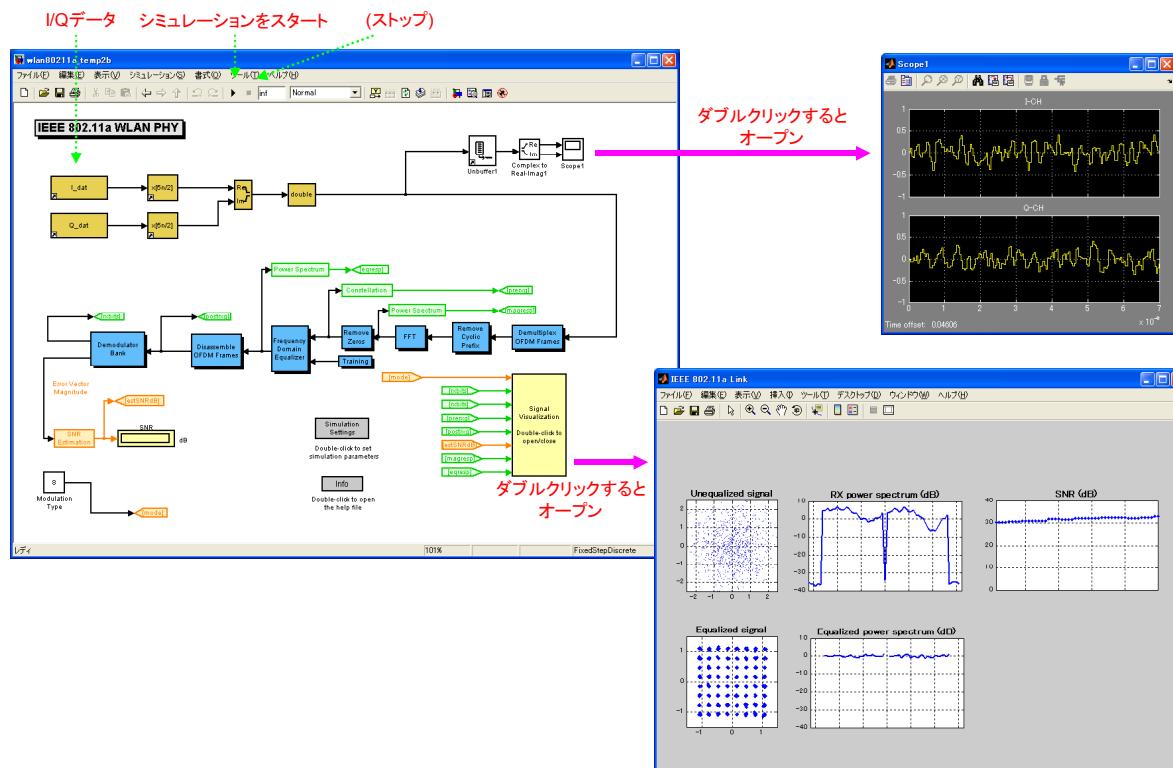
open('wlan80211a_temp2b.mdl');
```

## Simulinkモデル

- このSimulinkモデルはCommunications Blockset デモの一部から作られました。
  - Communications Blockset デモ
  - > Application-Specific Examples
  - > IEEE 802.11a WLAN Physical Layer
    - Communications Blockset内のブロックを用い、適応変調を含んだIEEE 802.11a WLANスタンダードのフィジカルレイヤのモデル
    - 必要条件: Communications Toolbox, Communications Blockset, Signal Processing Blockset, Signal Processing Toolbox



# Simulinkのオペレーション



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 21

Anritsu

## 対応MATLABスクリプトとSimulinkモデル

- MATLABスクリプトとSimulinkモデルをデモできます。
  - Run.m
    - MATLABでrunするM-ファイル
  - wlan80211a\_temp2b.mdl
    - Run.m内からコールされるSimulinkモデル
  - wlan80211a\_settings\_temp1b.m
    - wlan80211a\_temp2b.mdl内からコールされるファンクションM-ファイル
- 埋め込みオブジェクトは上記5ファイルを含んでいます。
  - » DemoDigitizedWLAN.zzz (23 KB)
    - 埋め込みファイルを保存後に、ファイル名をDemoDigitizedWLAN.zipへ変更してください。

Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 22

Anritsu

## 付録

- 必要なデジタイジング期間 24 □
  - » デジタイジングは、キャプチャタイムに加えて余分な時間を必要とします。
- 利用できるサンプルCプログラム 38 □
  - » デジタイズドI/QデータファイルをASCIIテキストファイルへ変換するソースコード
- デジタイズドファイルからCSVファイルへの利用できるコンバータ 40 □
  - » Windowsユーティリティ



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 23

Anritsu

## 必要なデジタイジング期間

- FFT演算とフィルタリングのために、キャプチャタイムに加えて余分な時間が必要になります。種々のトレースは、信号解析をトレースするために、演算に必要となるデータ長を自動的に導き出します。エクスポートするデジタイズドデータは余分なデジタイズドデータを含みます。
- 以降に各トレース上のデジタイジング期間についての詳細情報
  - » Spectrum トレース
  - » Power vs Time トレース
  - » Frequency vs Time トレース
  - » CCDF トレース

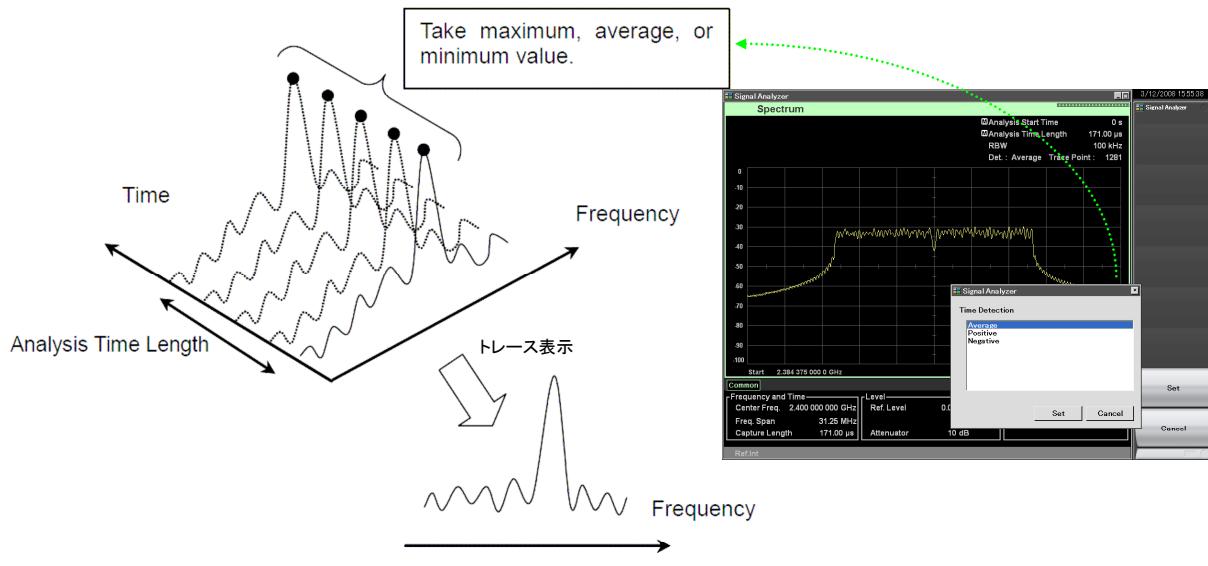
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 24

Anritsu

# Spectrum トレース

- Spectrumトレースは周波数スペクトラム解析のためにFFTアルゴリズムを使用します。



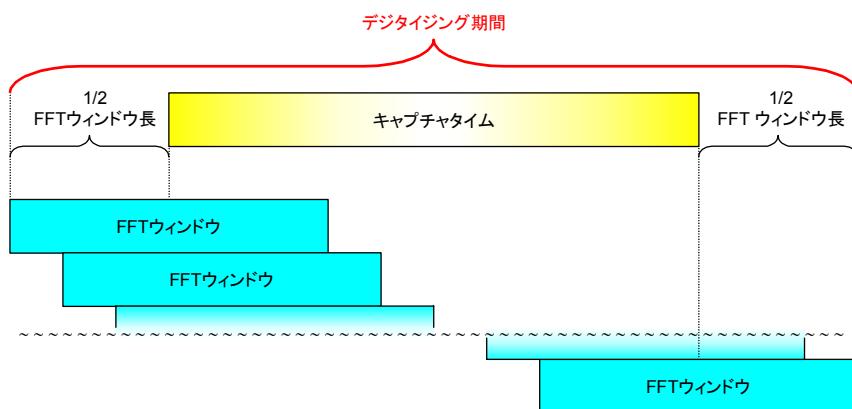
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 25

Anritsu

# Spectrum トレース

- デジタイ징期間はキャプチャタイムとFFTウィンドウ長を含みます。



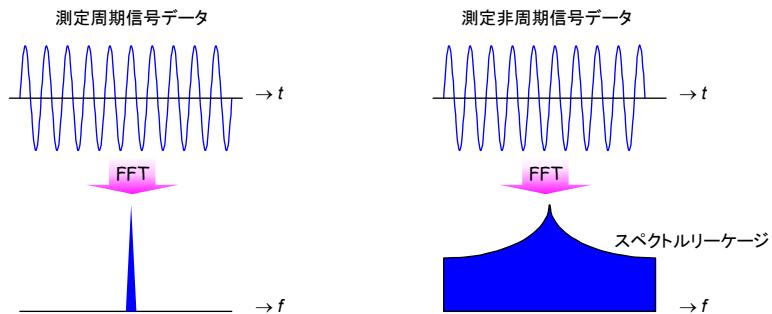
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 26

Anritsu

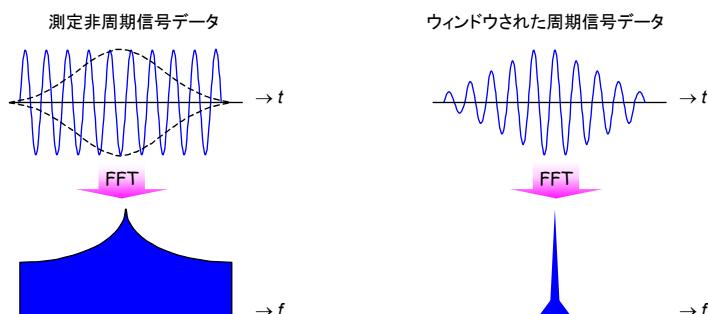
# FFTウィンドウ関数

- FFTに基づく測定は、信号がFFTサイズ(時間枠)において周期的であると仮定します。測定信号が周期的でない場合、スペクトル振幅および周波数に関して誤解を与える情報につながるスペクトルリーケージが生じます
  - スペクトルリーケージの影響を低減するために、FFTウィンドウを使用しなければなりません。



# FFTウィンドウ関数

- MS2690Aはガウスウィンドウ関数を使用します。
- ウィンドウは、データブロックの始点と終点でちょうど0になるように形作られ、その間に特別な形をもちます。信号が周期的になるようにタイムデータブロックをこの関数に掛け合わせます。



## FFT ウィンドウ長

RBW [Hz] Span	1 Hz	3 Hz	10 Hz	30 Hz	100 Hz	300 Hz	1 kHz	3 kHz	10 kHz	30 kHz	100 kHz	300 kHz	1 MHz	3 MHz	10 MHz
125 M 100 M									$2^{18}$	$2^{16}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$
50 M								$2^{18}$	$2^{16}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$	
31.25 M 25 M						$2^{19}$	$2^{18}$	$2^{16}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$		
10 M						$2^{18}$	$2^{17}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$		
5 M					$2^{19}$	$2^{17}$	$2^{16}$	$2^{14}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$			
2.5 M					$2^{18}$	$2^{16}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$			
1 M				$2^{19}$	$2^{17}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$				
500 k			$2^{19}$	$2^{18}$	$2^{16}$	$2^{14}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{11}$						
250 k			$2^{18}$	$2^{17}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$						
100 k		$2^{19}$	$2^{17}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{11}$							
50 k	$2^{19}$	$2^{18}$	$2^{16}$	$2^{14}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{11}$								
25 k	$2^{18}$	$2^{17}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$								
10 k	$2^{17}$	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{11}$									
5 k	$2^{16}$	$2^{14}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{11}$										
2.5 k	$2^{15}$	$2^{13}$	$2^{11}$	$2^{11}$	$2^{11}$										
1 k	$2^{14}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{11}$											

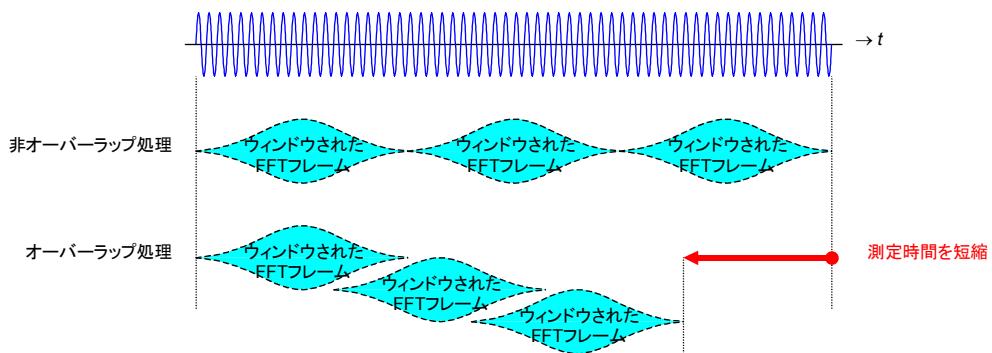
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 29

Anritsu

## オーバーラップ処理

- ・ ウィンドウ処理の不利な点は、信号の始めと終りが減衰することです。
- ・ オーバーラップ処理は、失われたデータを取り戻し、ウィンドウ関数の影響による各前FFTフレームの失われた部分を取り戻すことで、測定時間を短縮します。



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 30

Anritsu

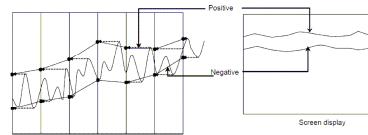
# Power vs Time トレース

- Power vs Timeトレースは、filtrating、smoothing、および検波を処理します。

» フィルタリング

» スムージング  
- 時系列移動平均

» 検波



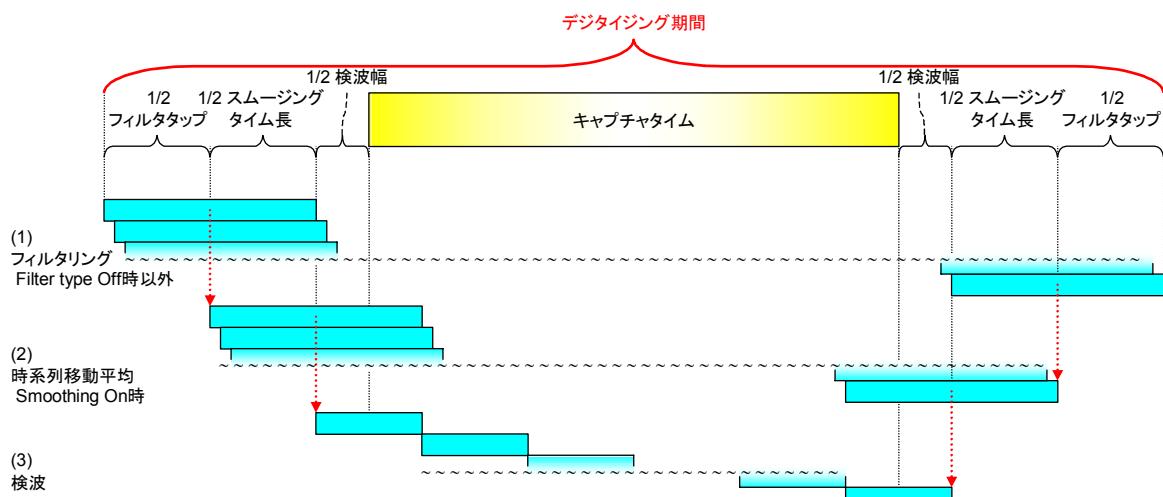
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 31

Anritsu

# Power vs Time トレース

- デジタイジング期間は、キャプチャタイム、フィルタタップ、スムージングタイム長、および検波幅を含みます。



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

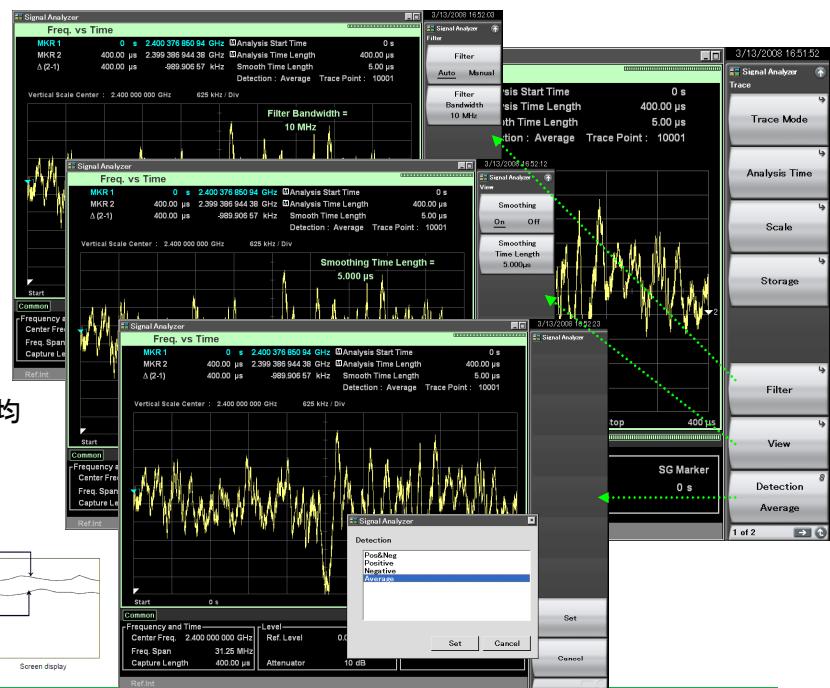
Slide 32

Anritsu

# Frequency vs Time トレース

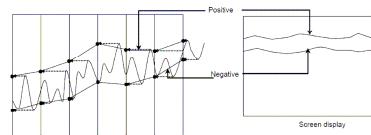
- Frequency vs Timeトレースは、帯域制限、スムージング、および検波を処理します。

## » 帯域制限



## » スムージング — 時系列移動平均

## » 検波



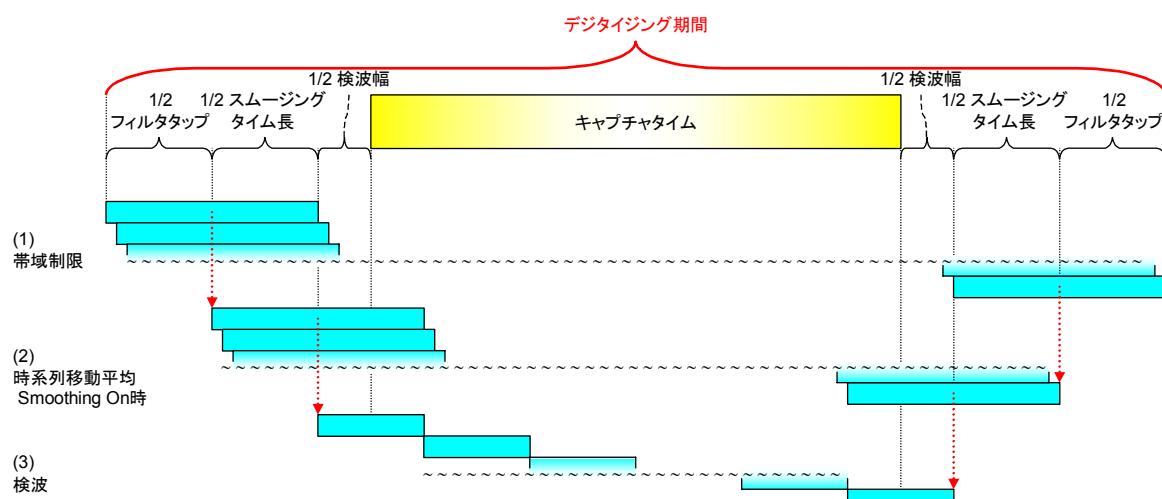
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 33

Anritsu

# Frequency vs Time トレース

- デジタイジング期間は、キャプチャタイム、フィルタタップ、スムージングタイム長、および検波幅を含みます。



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

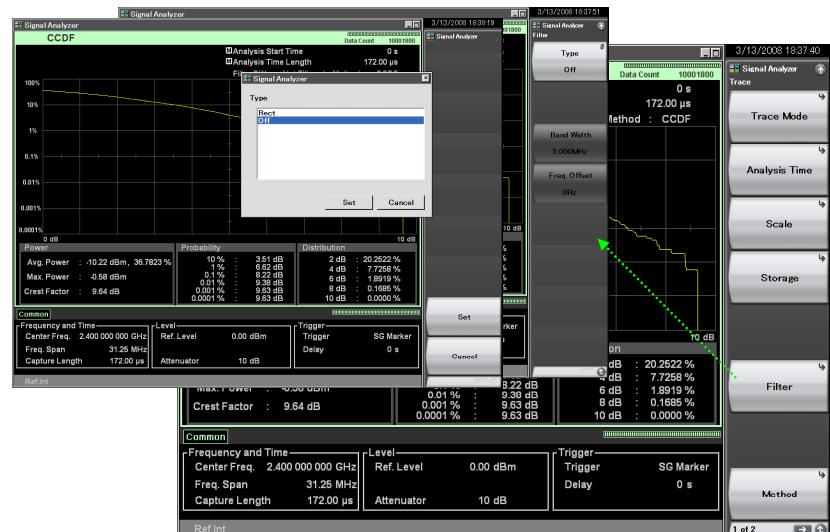
Slide 34

Anritsu

# CCDF トレース

- CCDFトレースは帯域制限を処理します。

» 帯域制限



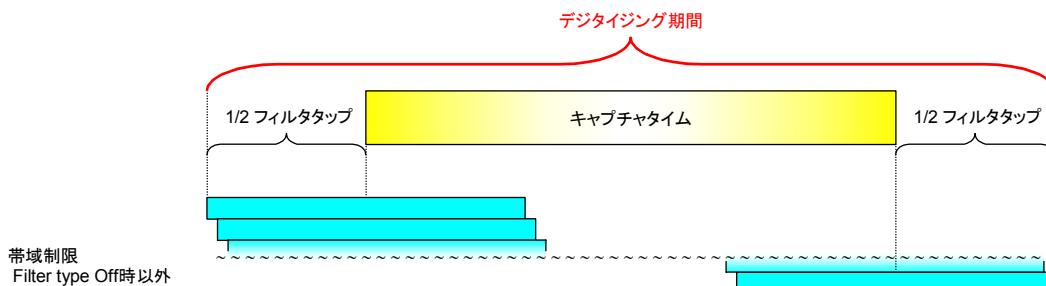
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 35

Anritsu

# CCDF トレース

- デジタイ징期間はキャプチャタイムとフィルタタップを含みます。



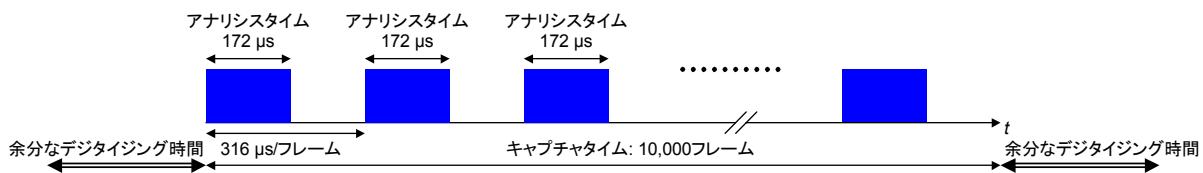
Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 36

Anritsu

# キャプチャタイム Auto/Manual

- Autoキャプチャタイム
  - » キャプチャタイムはアリスティムに等しい。
  - » デジタイジング期間は、表示トレースのための最小時間に自動的にセットされます。
    - 例えば、CCDFトレースでFilter Type Offのとき、デジタイジング期間はキャプチャタイムに等しい。
- Manualキャプチャタイム
  - » デジタイジング期間は、全トレースおよび処理パラメータのための最大時間に自動的にセットされます。同じデジタイズドデータを全トレースおよび種々の処理パラメータで解析できます。
    - 例えば、Power vs TimeトレースでFilter Type OffおよびSmoothing Offのときでさえ、デジタイジング期間はフィルタタップとスムージングタイム長を含みます。



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

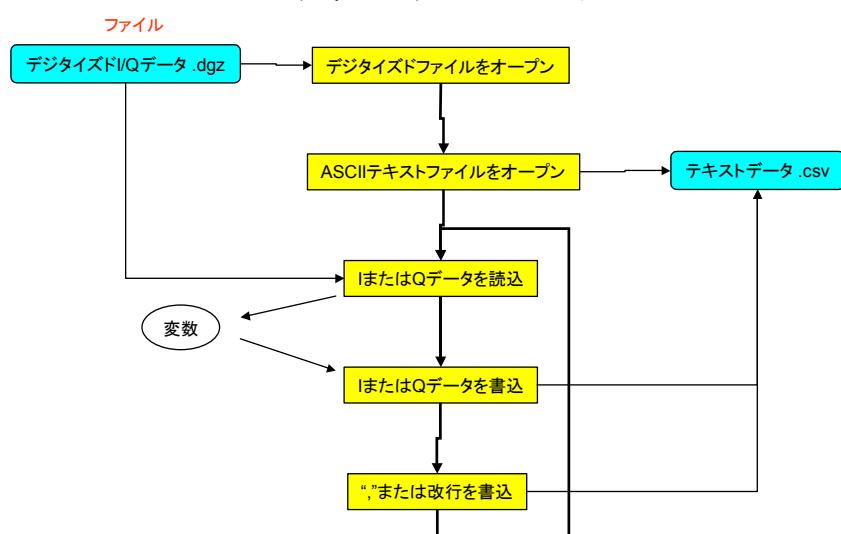
Slide 37

Anritsu

## 利用できるサンプルCプログラム

- デジタイズドI/QデータファイルをASCIIテキストファイルへ変換するソースコード

プログラミングフローチャート



Discover What's Possible™  
MG3700A/MS2690A-J-E-1

Slide 38

Anritsu

# Cプログラムソースコード

```
#include "stdafx.h"

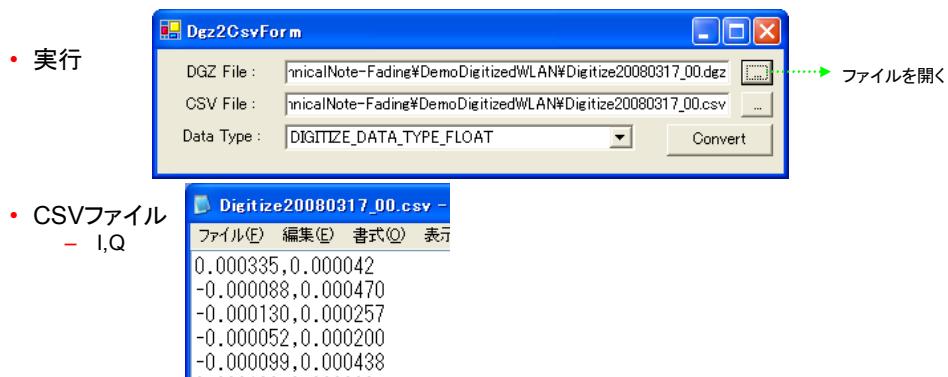
int _tmain(int argc, _TCHAR* argv[])
{
    FILE *fin;
    FILE *fout;
    float buffer;
    int counter;

    fin=fopen("Digitize20080317_00.dgz","rb");
    fout=fopen("I,Q.csv","w");
    counter=0;

    while(feof(fin)==0){
        fread(&buffer,sizeof(float),1,fin);
        fprintf(fout,"%le",buffer);
        if((counter&0x01)==0){
            fprintf(fout," ");
        }
        else{
            fprintf(fout,"\n");
        }
        counter++;
    }
    return 0;
}
```

## デジタイズドファイルからCSVファイルへの利用できるコンバータ

- Windows用ユーティリティ
  - » DigitizeToCsvTool.exe
    - 実行ファイル
  - » Dgz2Csv.dll
    - 実行ファイル内からコールされるDLLファイル



- 埋め込みオブジェクトは上記2ファイルを含んでいます。
  - » DigitizeToCsvTool.zzz (40 KB)
    - 埋め込みファイルを保存後に、ファイル名をDigitizeToCsvTool.zipへ変更してください。



お見積り、ご注文、修理などのお問い合わせは下記まで。記載事項はおことわりなしに変更することがあります。

## アンリツ株式会社

<http://www.anritsu.co.jp>

本 社 TEL046-223-1111 〒243-8555 神奈川県厚木市恩名5-1-1

### 営業第1本部

第1営業部	046-296-1202	243-0016	神奈川県厚木市田村町8-5
第2営業部	046-296-1202	243-0016	神奈川県厚木市田村町8-5
第3営業部	046-296-1203	243-0016	神奈川県厚木市田村町8-5
第4営業部	03-5320-3560	160-0023	東京都新宿区西新宿6-14-1 新宿グリーンタワービル
第5営業部	03-5320-3567	160-0023	東京都新宿区西新宿6-14-1 新宿グリーンタワービル

### 営業第2本部

第1営業部	046-296-1205	243-0016	神奈川県厚木市田村町8-5
第2営業部	03-5320-3551	160-0023	東京都新宿区西新宿6-14-1 新宿グリーンタワービル

北海道支店 011-231-6228 札幌市中央区大通西5-8 昭和ビル

東北支店 022-266-6131 仙台市青葉区一番町2-3-20 第3日本オフィスビル

関東支社 048-600-5651 330-0081 さいたま市中央区新都心4-1 FSKビル

東関東支店 029-825-2800 300-0034 土浦市港町1-7-23 ホープビル1号館

千葉営業所 043-351-8151 261-0023 千葉市美浜区中瀬1-7-1  
住友ケミカルエンジニアリングセンタービル

新潟支店 025-243-4777 950-0916 新潟市中央区米山3-1-63 マルヤマビル

東京支店(官公庁担当) 03-5320-3559 160-0023 東京都新宿区西新宿6-14-1 新宿グリーンタワービル

中部支社 052-582-7281 450-0002 名古屋市中村区名駅3-8-7 ダイアビル名駅

関西支社 06-6391-0111 532-0003 大阪市淀川区宮原4-1-14 住友生命新大阪北ビル

東大阪支店 06-6787-6677 577-0066 東大阪市高井田本通7-7-19 昌利ビル

中国支店 082-263-8501 732-0052 広島市東区光町1-10-19 日本生命光町ビル

四国支店 087-861-3162 760-0055 高松市観光通2-2-15 第2ダイヤビル

九州支店 092-471-7655 812-0016 福岡市博多区博多駅南1-3-11 KDX博多南ビル

再生紙を使用しています。

計測器の使用方法、その他についてのお問い合わせは下記まで。

### 計測サポートセンター

TEL: 0120-827-221, FAX: 0120-542-425  
受付時間／9:00～17:00、月～金曜日(当社休業日を除く)  
E-mail: MDVPOST@anritsu.com

● ご使用の前に取扱説明書をよくお読みの上、正しくお使いください。

0804

■本製品を国外に持ち出すときは、国外為替および外国貿易法の規定により、日本国政府の輸出許可または役務取引許可が必要となる場合があります。また、米国の輸出管理規則により、日本からの再輸出には米国商務省の許可が必要となる場合がありますので、必ず弊社の営業担当までご連絡ください。

No. MG3700A/MS2690A-J-E-1-(1.00)

公知

2008-5 AKD