

IEEE 802.11ad

60 GHz帯の測定とその課題

- 測定ダイナミックレンジ
- 測定手順等について

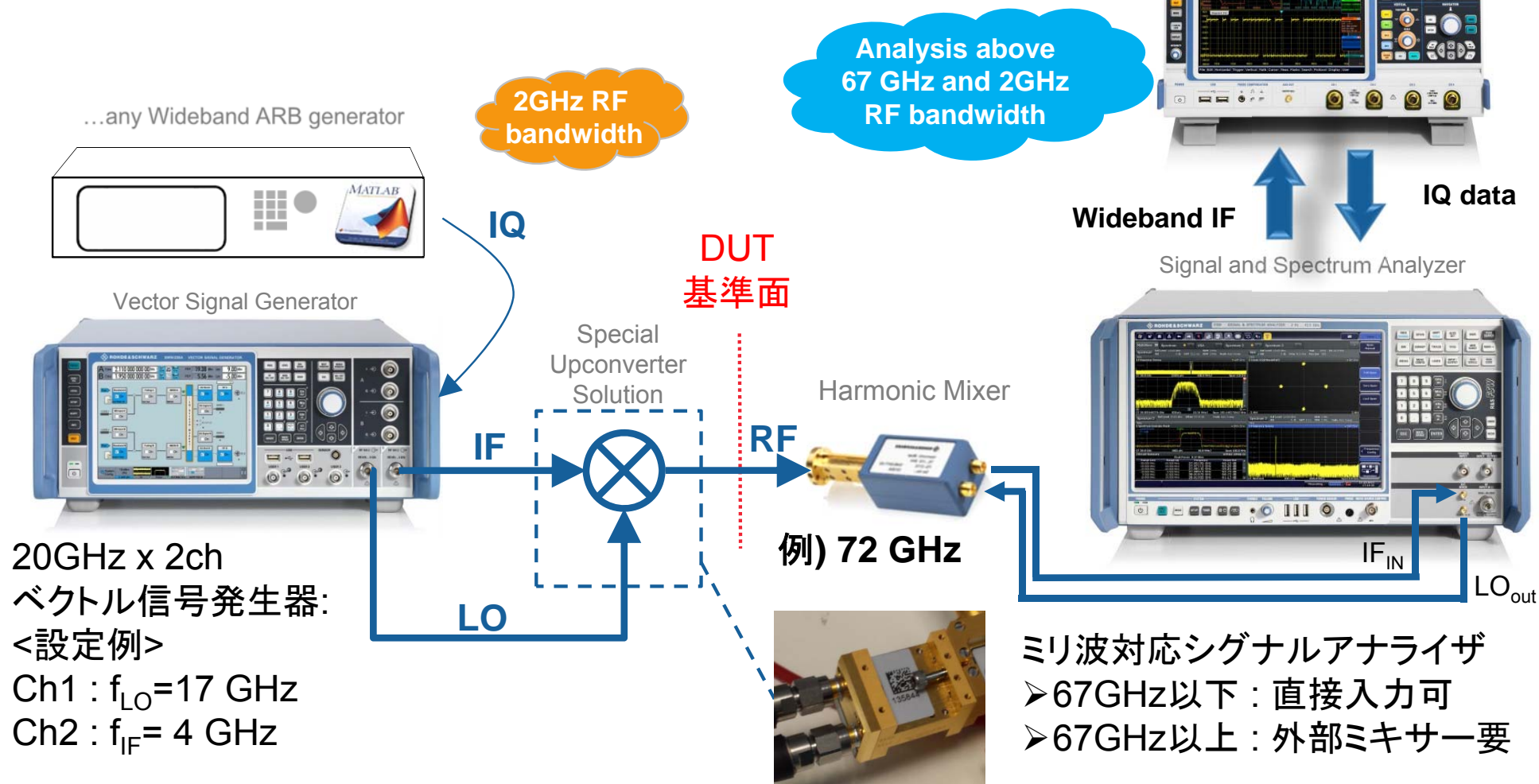
ROHDE & SCHWARZ International Operations
Christian Reimer

Signal Generation / Analysis

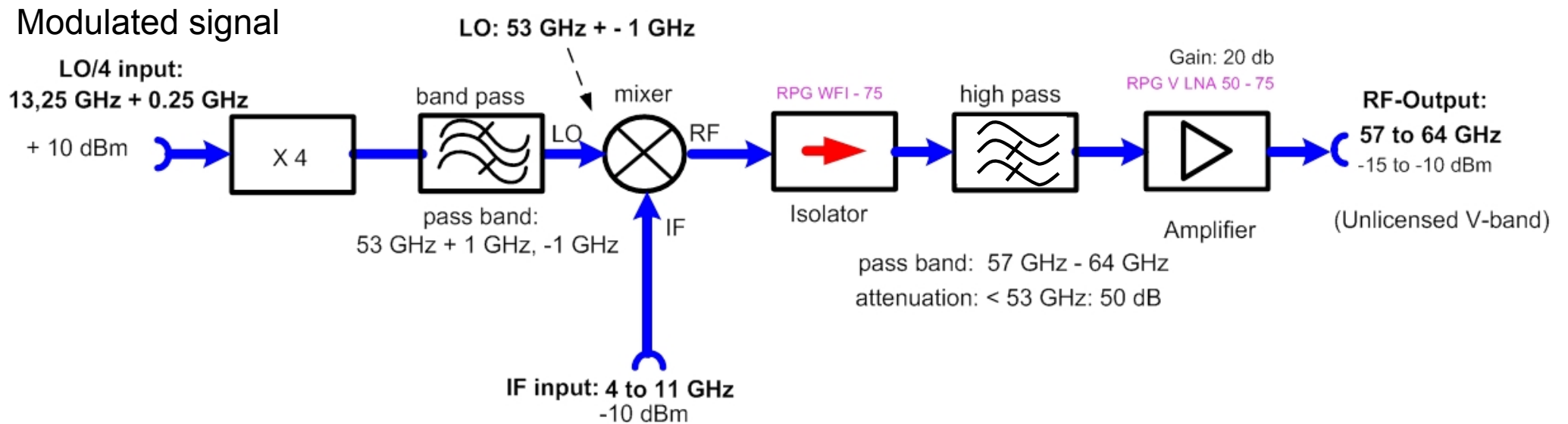
変調信号

オシロスコープを
広帯域ADCとして利用

- 1 67 GHzの変調信号発生とベクトル信号解析
- 1 チャネル帯域幅 : 2GHz



2GHz帯域幅のミリ波変調信号の送信機。多くの努力を必要とする。



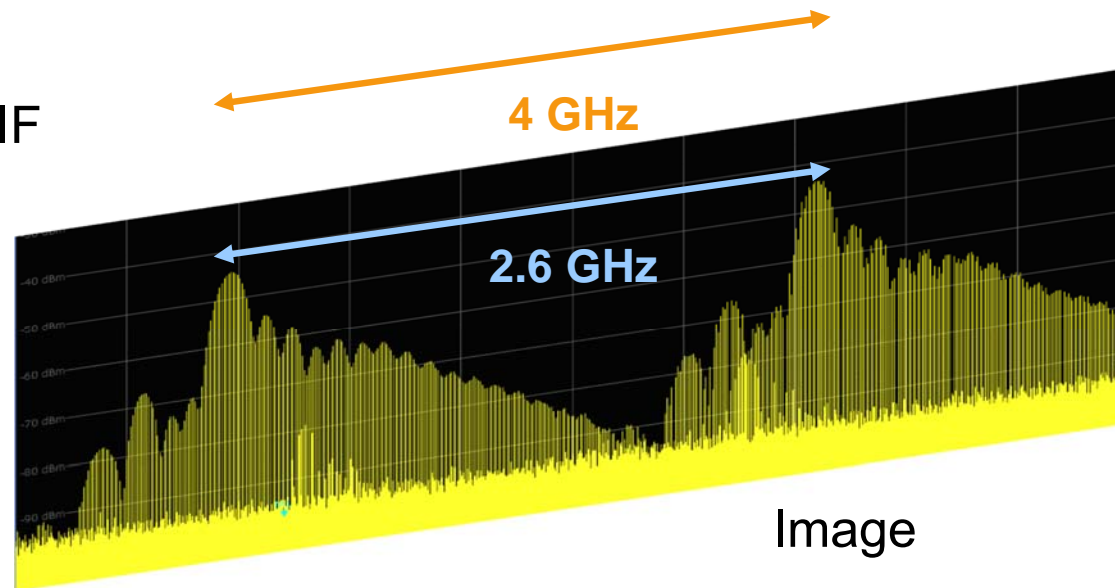
アップコンバータのRF回路ブロックの例

イメージ除去レンジ

変調信号

真の信号とイメージ信号の間隔はアナライザのIF周波数によって決まる

Distance = 2*IF



True signal

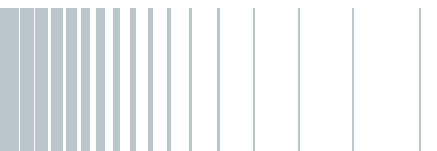
Image

パルス信号の解析例:

Pulse length = 10 ns, PRF=10 MHz.

IF = 1.32 GHzの場合は2.6GHz離れ (R&S FSW : 2014年Q2までのモデル相当)

IF = 2.0 GHzの場合は4GHz離れ (R&S FSW : 2014年Q2以降のモデル相当)

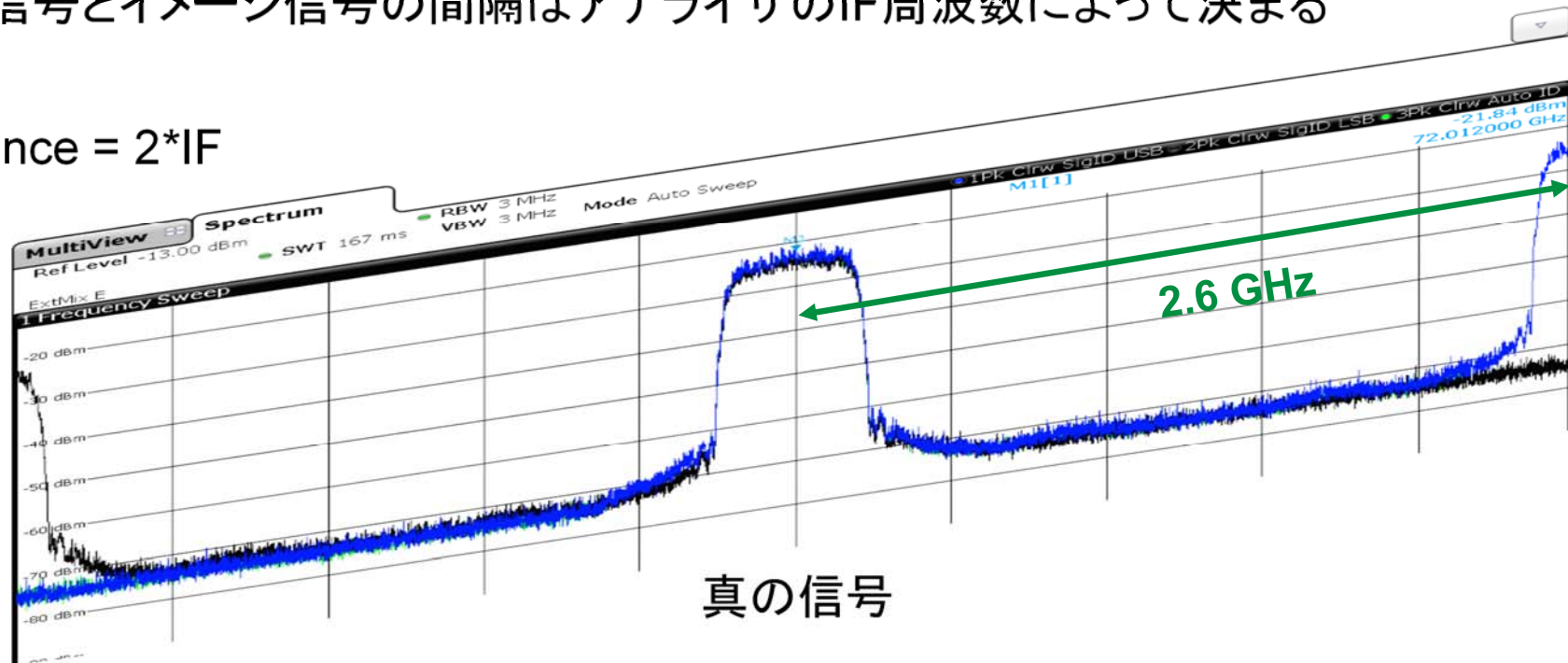


イメージ除去レンジ

変調信号

真の信号とイメージ信号の間隔はアナライザのIF周波数によって決まる

$$\text{Distance} = 2 * \text{IF}$$



イメージ

真の信号

Eバンド信号(72GHz)の測定例

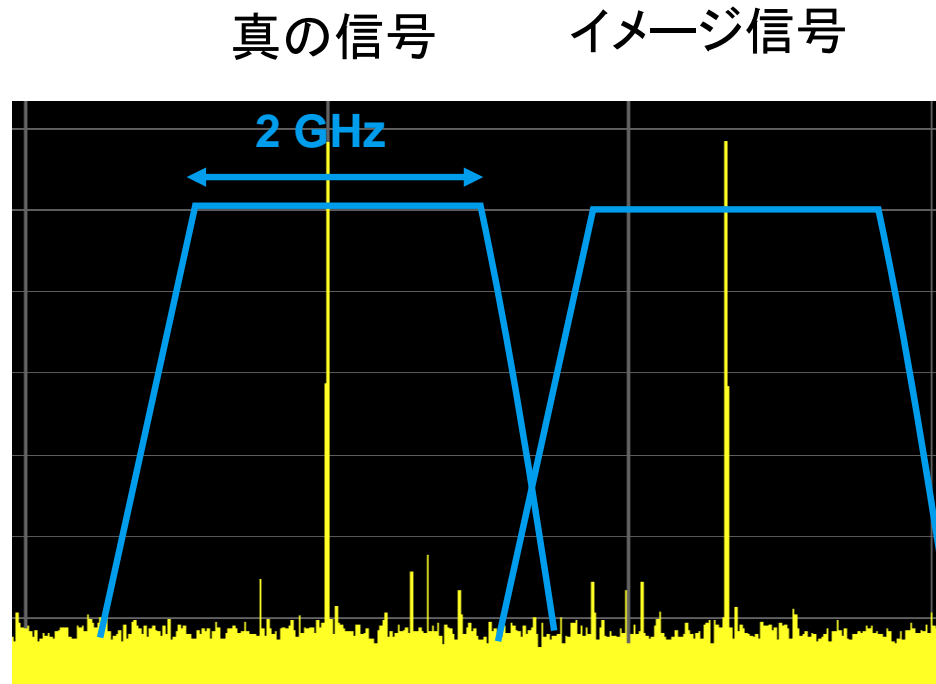
最新のシグナルアナライザを使うことで、イメージ信号を4 GHz離して、真の信号から遠ざけることができる

イメージ除去レンジ

CW信号 / 青:変調信号

真の信号とイメージ信号の間隔はアナライザのIF周波数によって決まる

$$\text{Distance} = 2 * \text{IF}$$



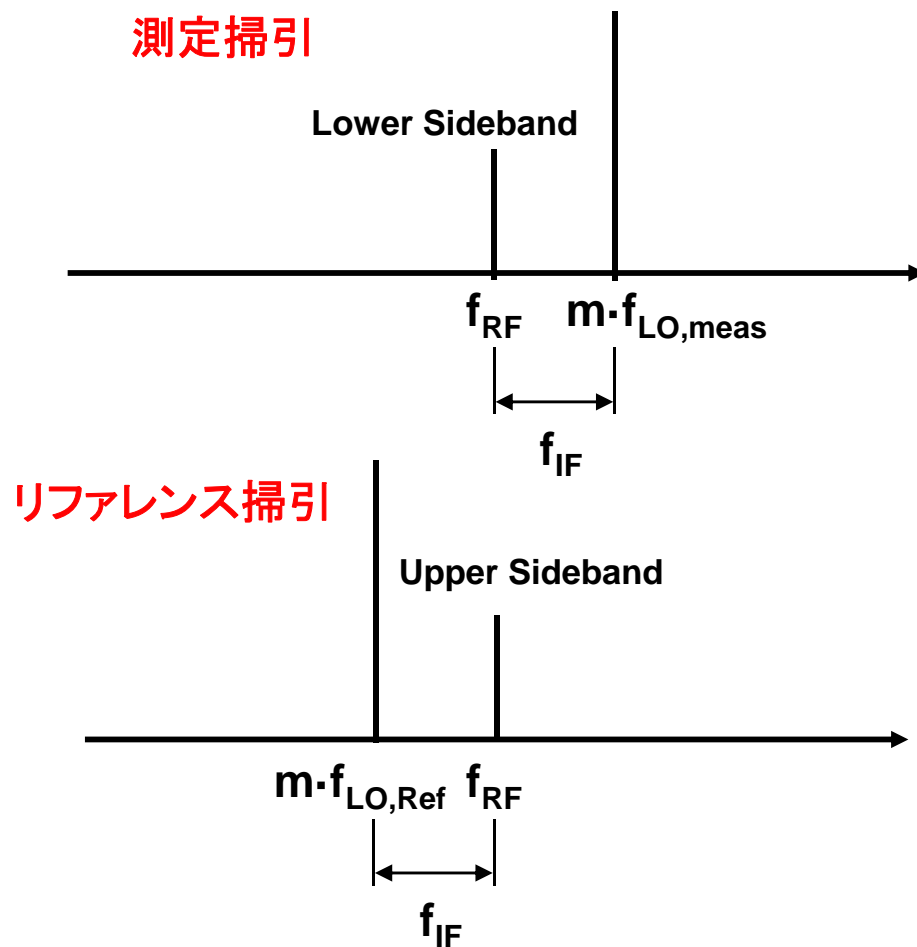
CW信号の解析例
(イメージ除去なしの場合)

CW信号であればシグナルアナライザのAuto ID という処理によってイメージを取り除ける



CW信号のイメージ除去

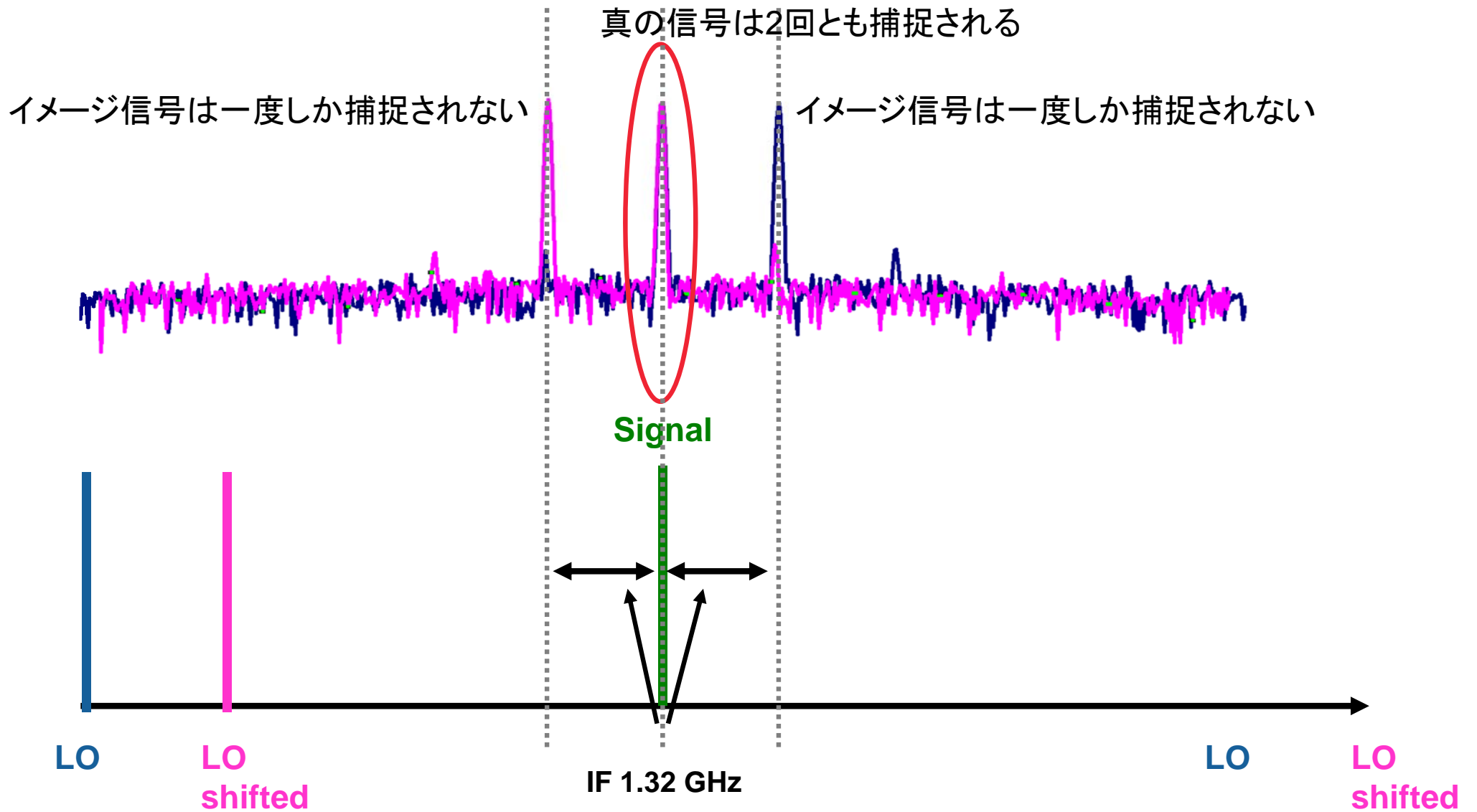
□ 真の信号を特定(identify)する方法とは？



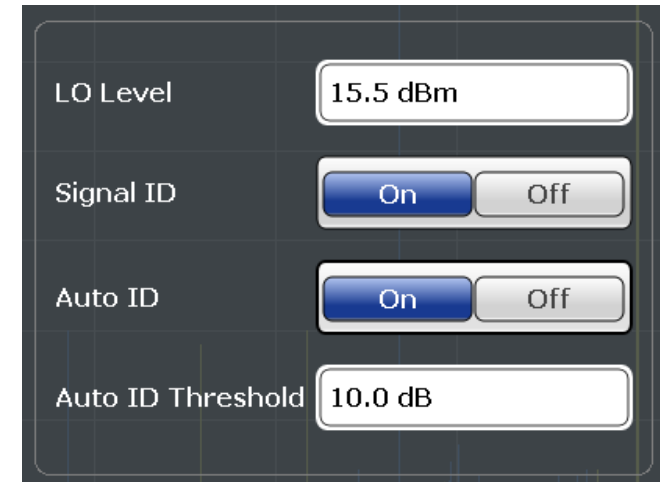
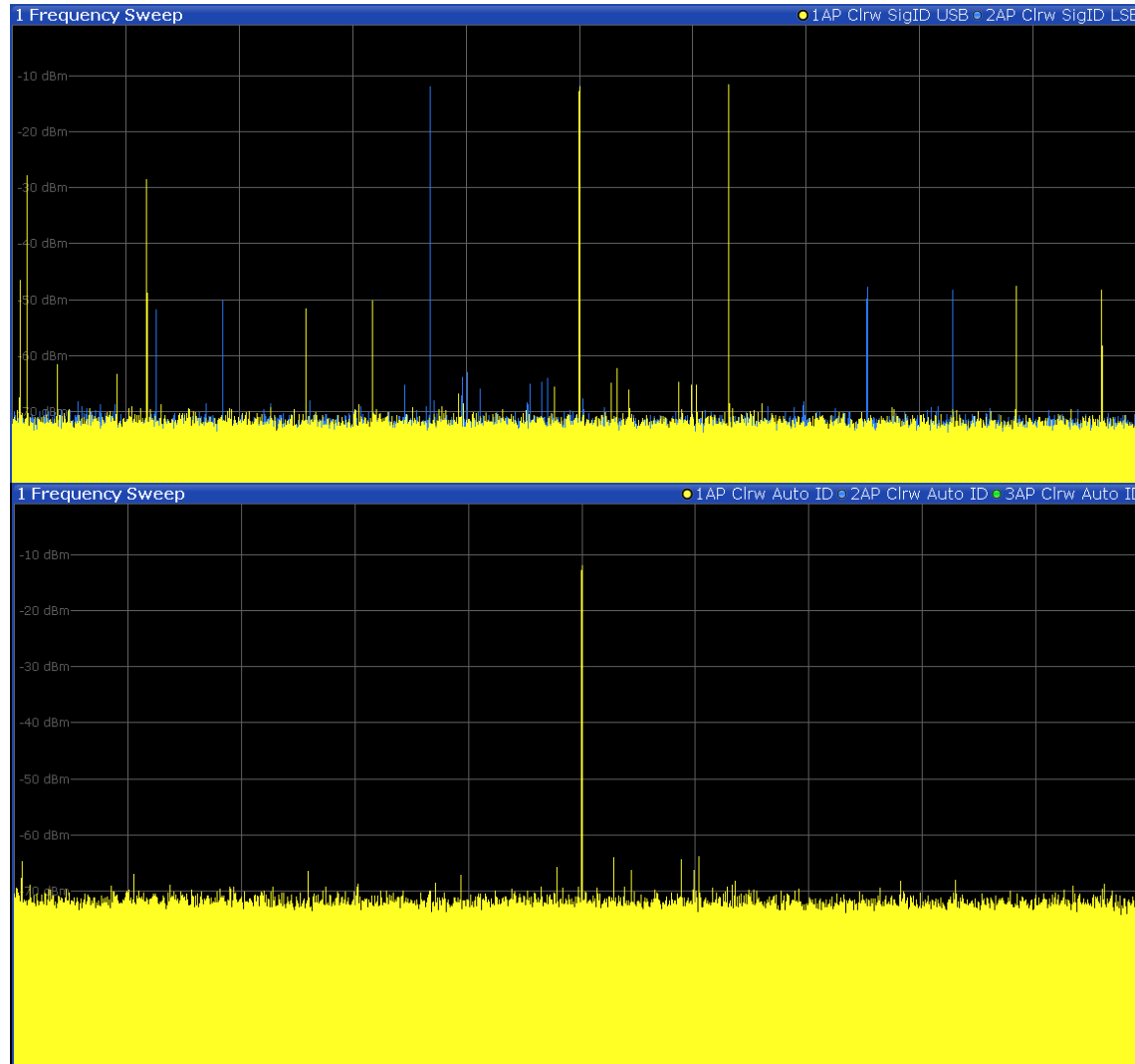
- 2つの異なる掃引(sweep)によって真の信号を特定
- 「測定掃引」と「リファレンス掃引」
 - 共に $2 \cdot f_{IF}$ のLO周波数オフセット
- 測定掃引: 下側サイドバンド
- リファレンス掃引: 上側サイドバンド
- 真の信号の下側と上側のサイドバンドが「測定掃引」「リファレンス掃引」において同じポジションに表示される (only for $m=m'$!)

シグナルアナライザによってHarmonic MixerのLO周波数とIF周波数を制御する

CW信号のイメージ除去



CW信号のイメージ除去

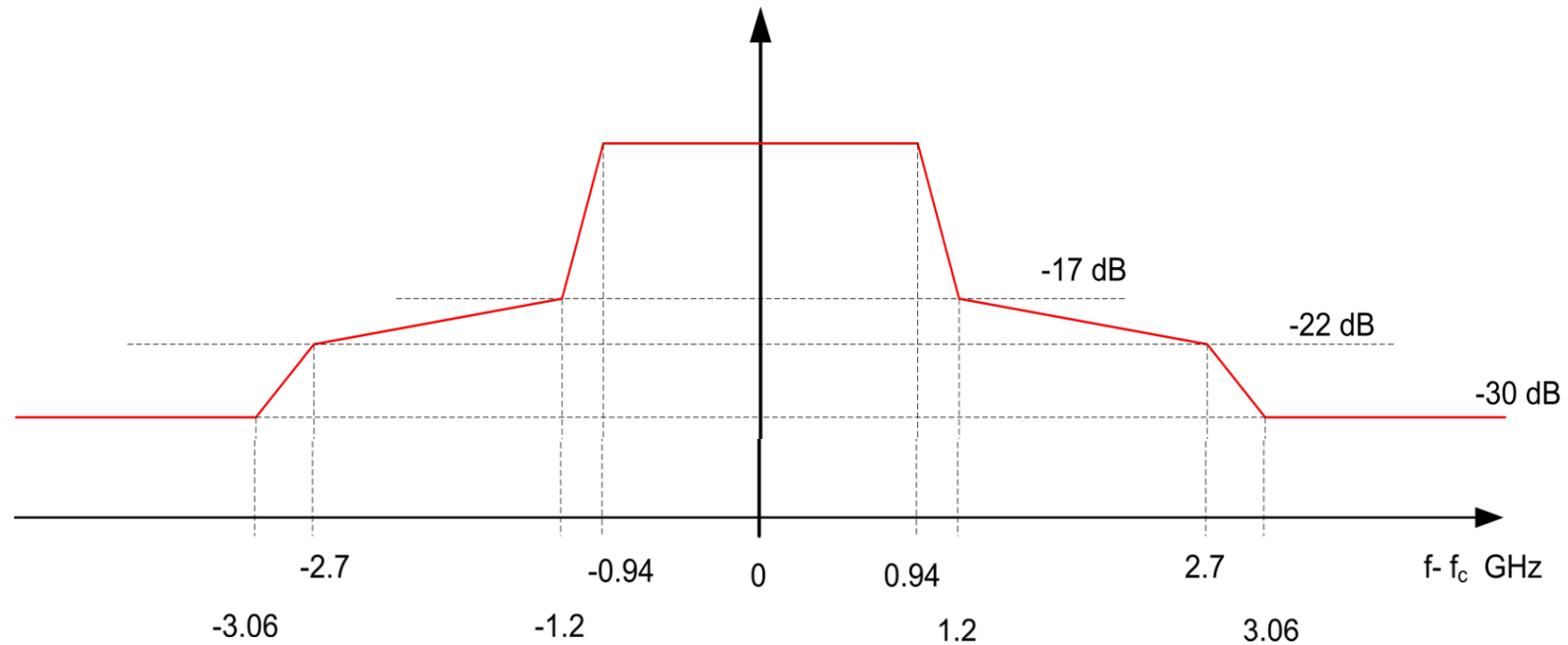


シグナルアナライザによって
Harmonic MixerのLO周波数
とIF周波数を制御する

機能の名称: Auto ID

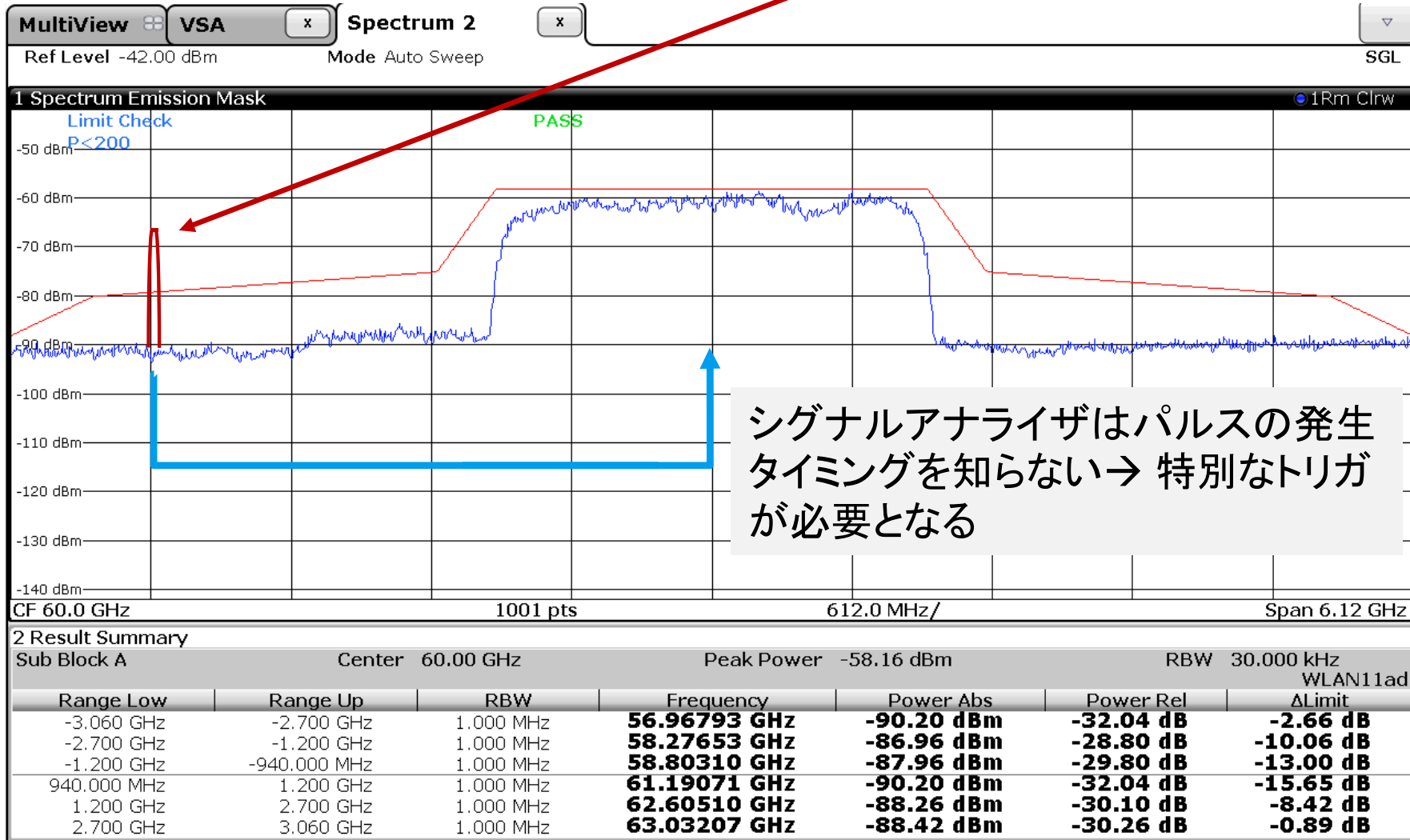
Transmit Mask

- ┆ ピークパワー基準
- ┆ 全パケットタイプで共通
- ┆ RBW = 1MHz
- ┆ パケット長 ≤ 10μs

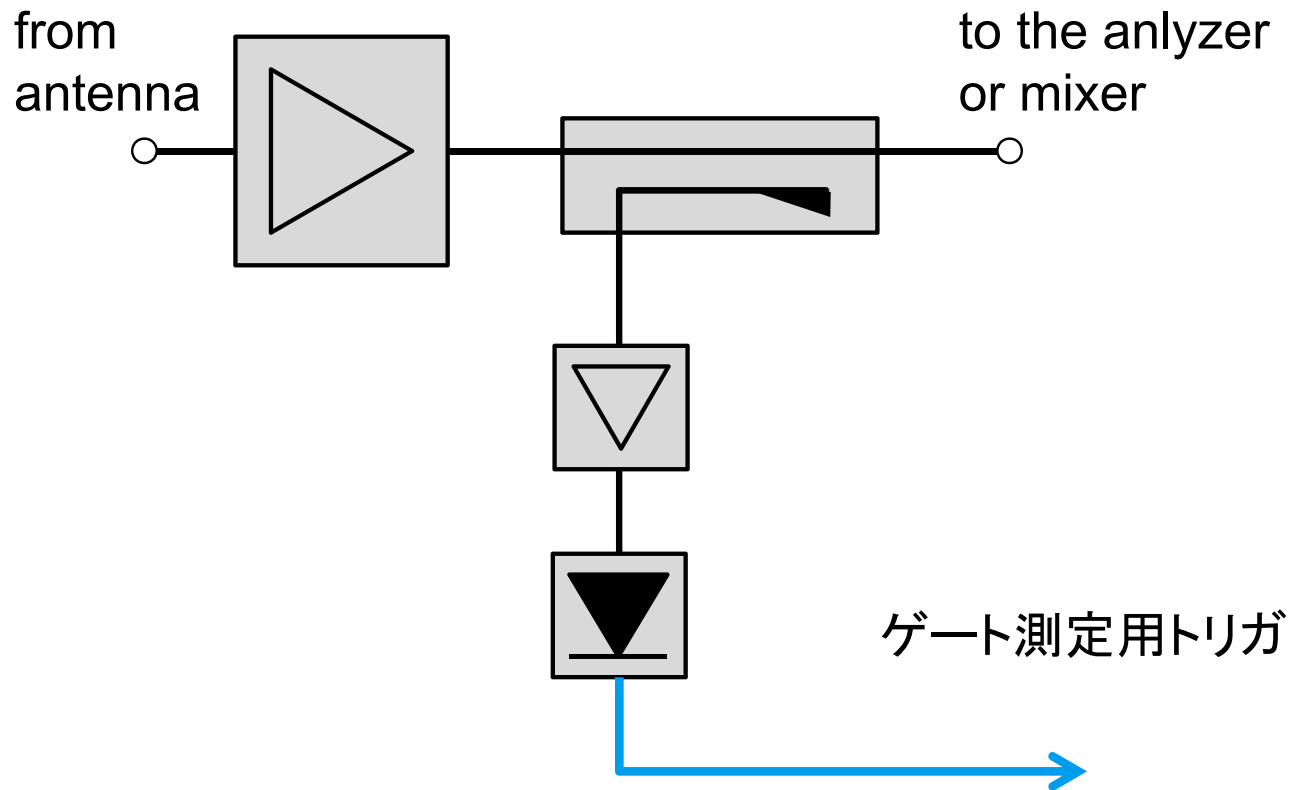


Transmit Mask

YIG プリセレクタ・フィルタ



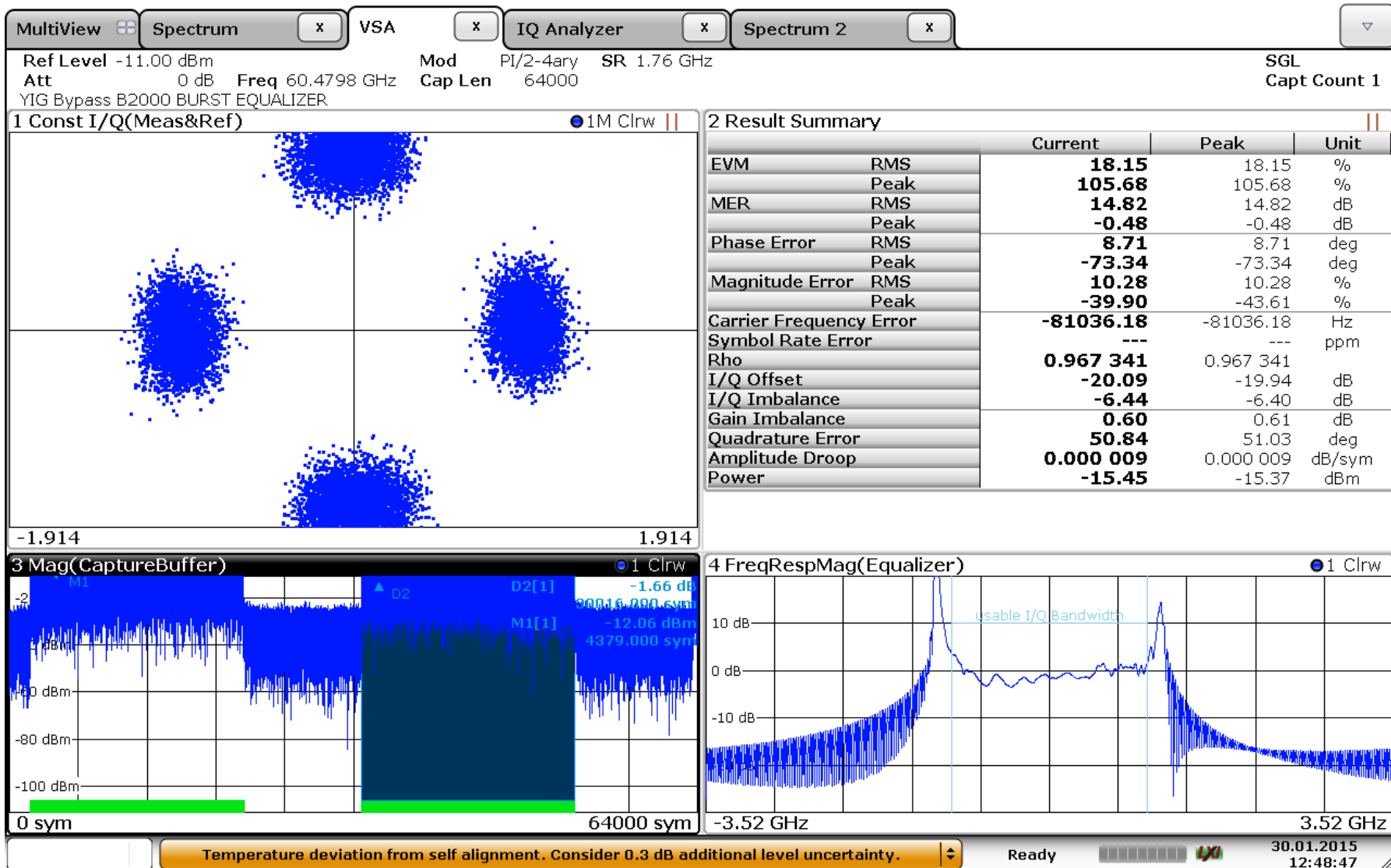
トリガ



もしパルス繰り返し周波数(PRF : Pulse Repetition Frequency)が送信マスク測定において既知であれば掃引速度を容易に定義でき、且つ特別なトリガソースも不要となる

信号特性

放射による測定: DUTは商用PC

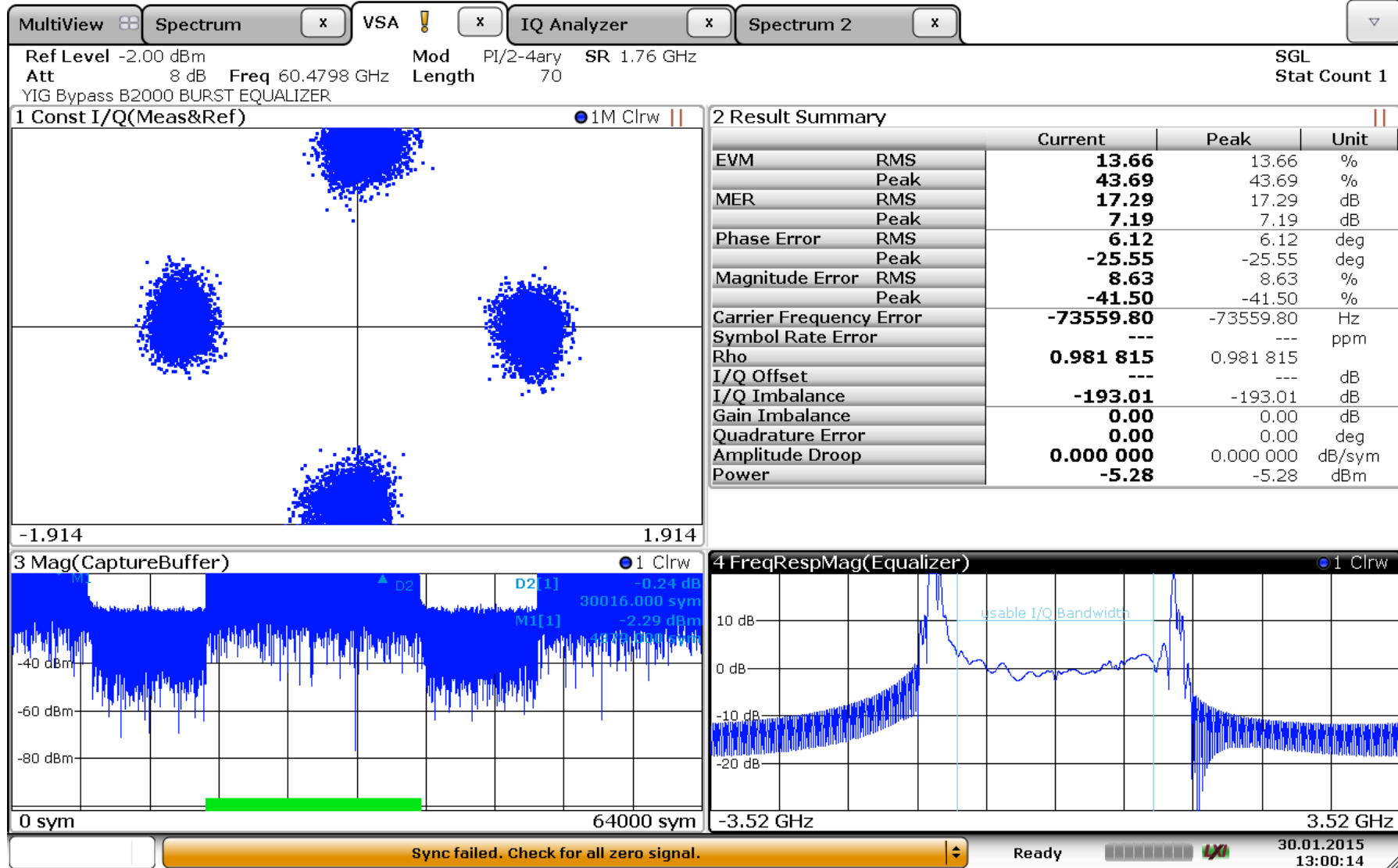


Date: 30. JAN. 2015 12:48:47

Signals are pulsed

信号特性

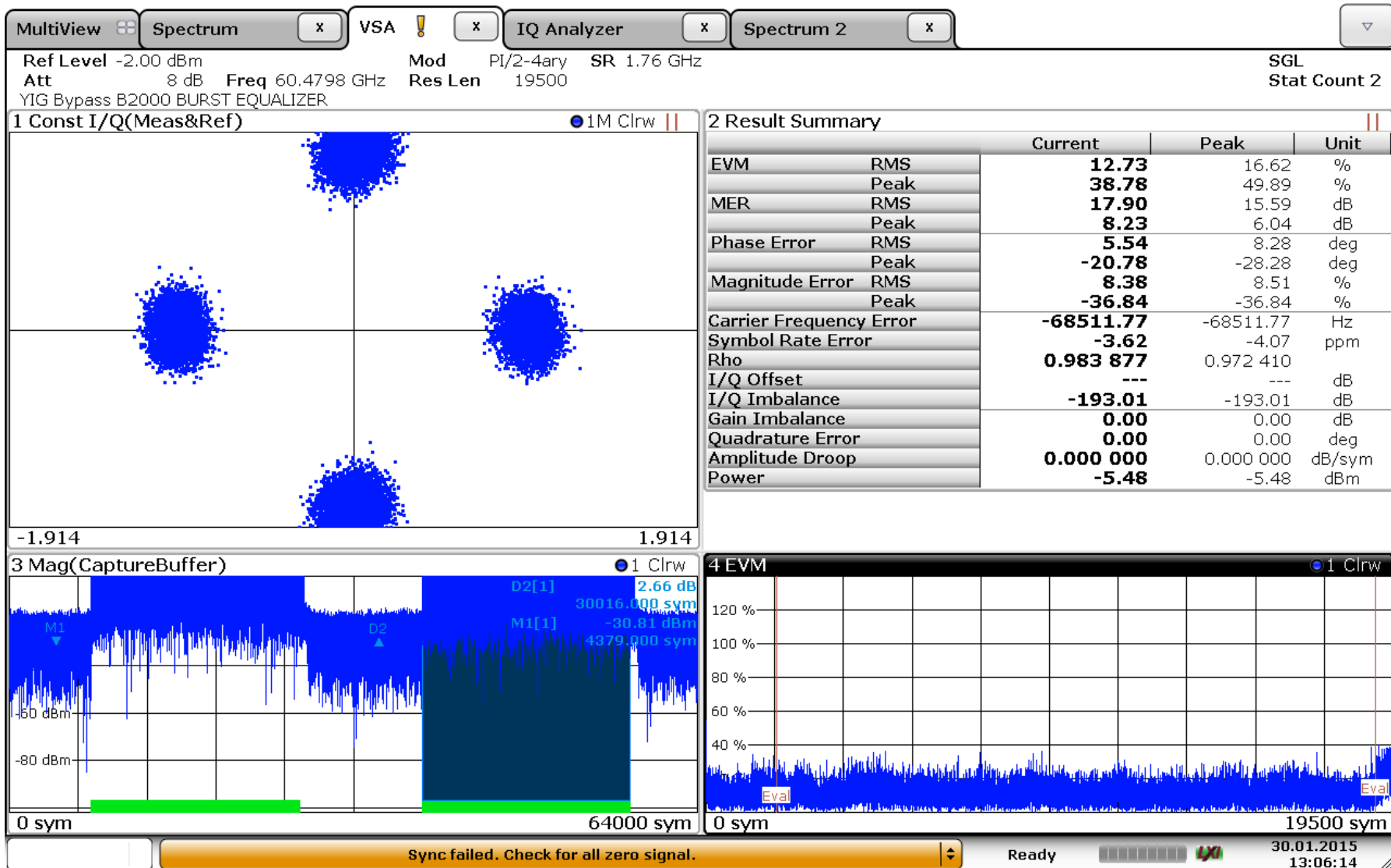
放射による測定: DUTは商用PC



Date: 30. JAN. 2015 13:00:14

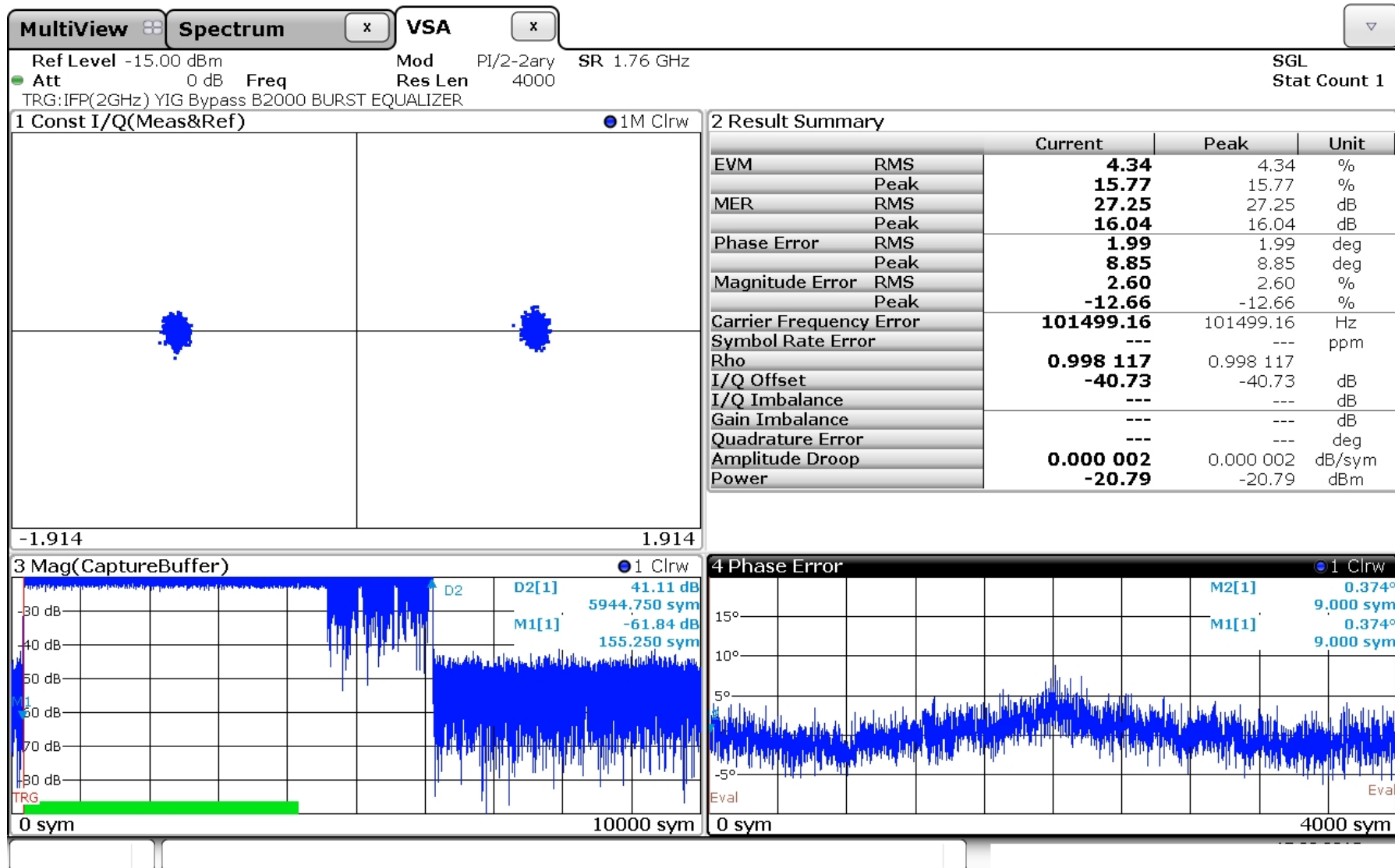
信号特性

放射による測定: DUTは商用PC



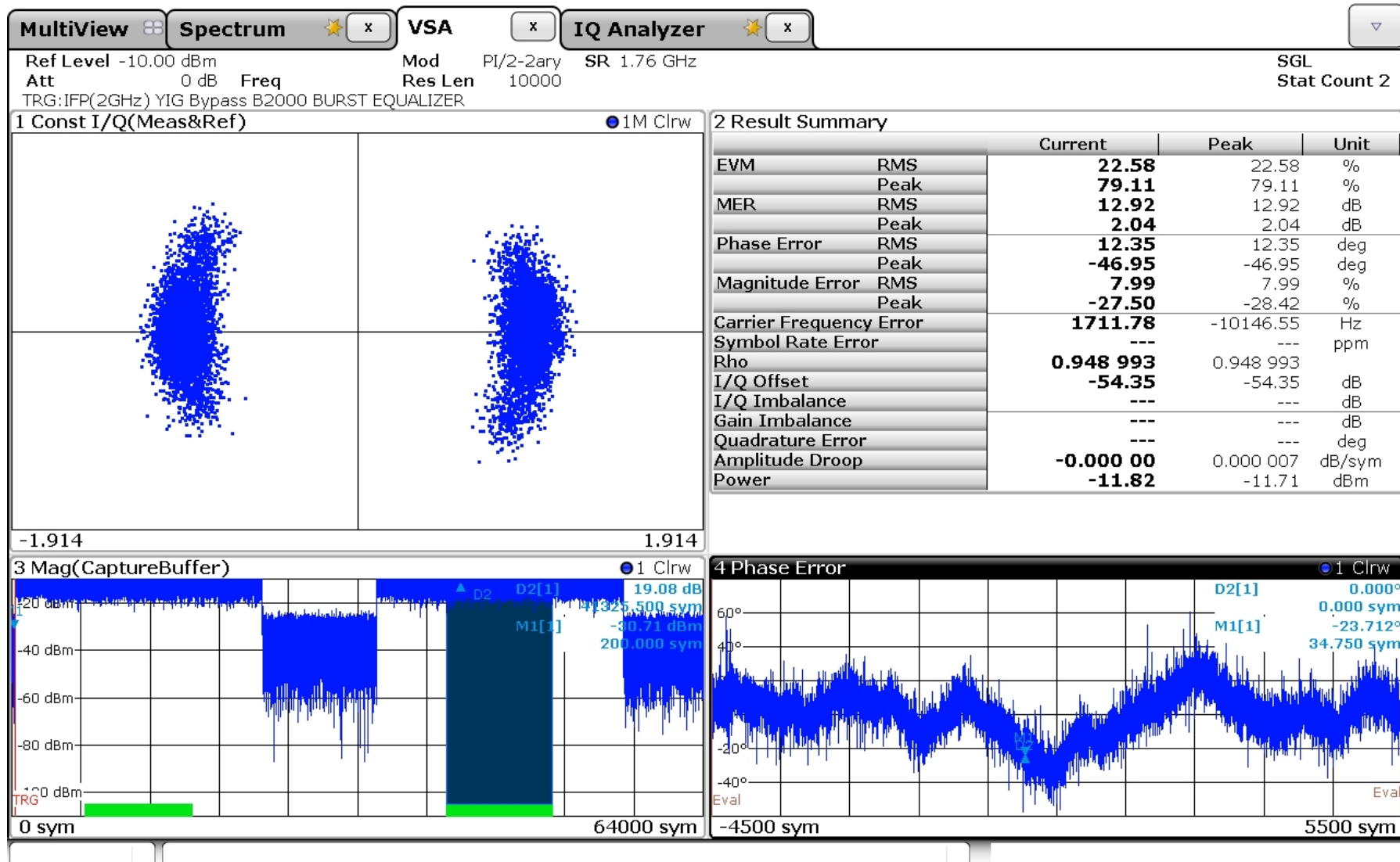
Date: 30.JAN.2015 13:06:14

位相シフト (without Synch on GI)



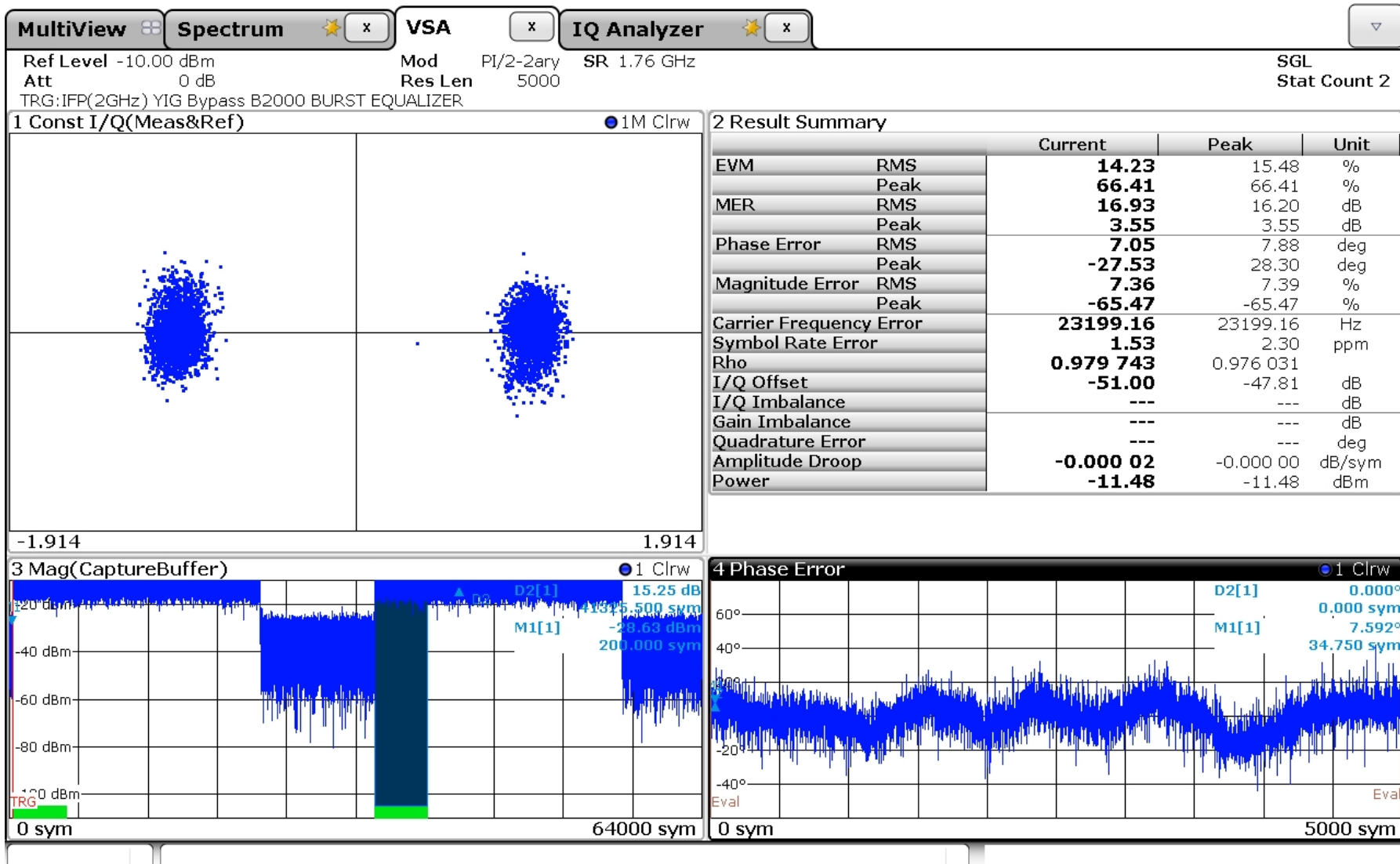
アップコンバージョン前の信号

位相シフト (without Synch on GI)



所望CH信号(Longer capture buffer)

位相シフト (without Synch on GI)



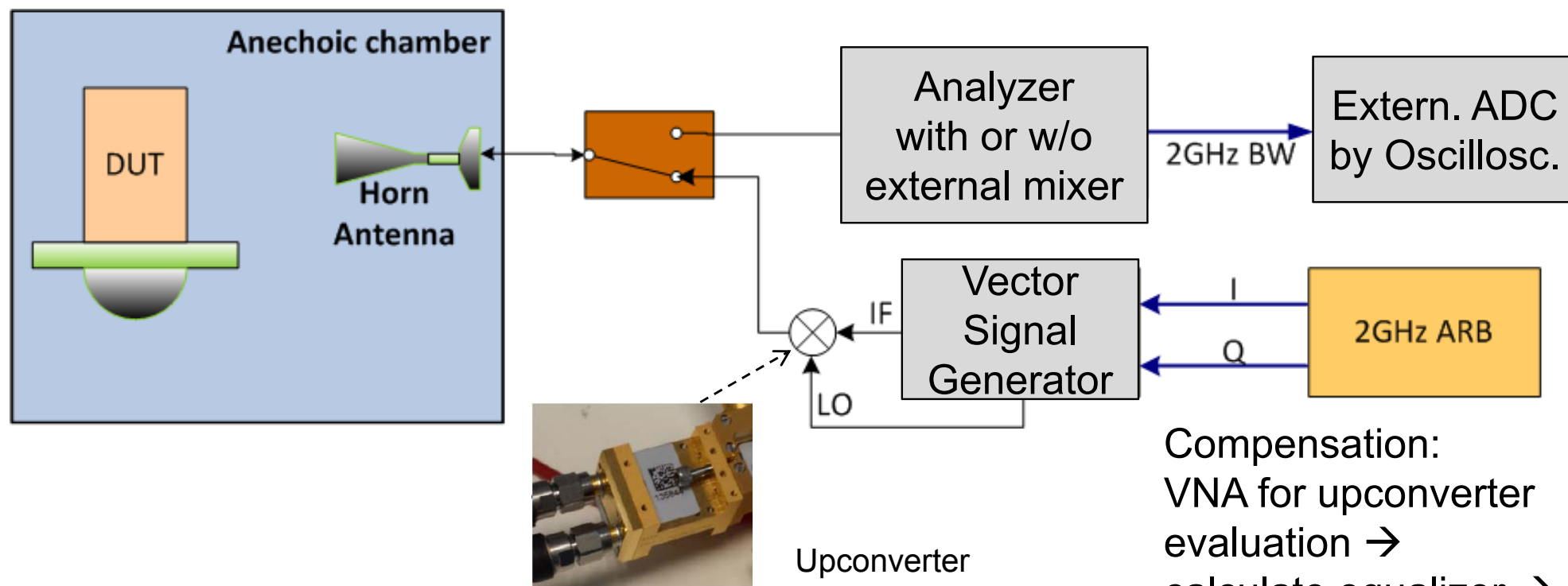
所望CH信号 (Shorter capture buffer)

Vector signal analysis not tracked on GI

測定系セットアップ

ゴールデンデバイス?
置換法?
基準アンテナ?
効果的な測定方法は?

- パッチアンテナによる測定ではOver The Air (nonconductive)測定が要求される
- 下記を具備した電波暗室若しくは電波暗箱
 - Tx/Rxテスト用ホーンアンテナ
 - ビームフォーミング試験用の回転台



Compensation:
VNA for upconverter
evaluation →
calculate equalizer →
change waveform

測定ダイナミックレンジの検討

シグナルアナライザのダイナミックレンジ
(内蔵プリアンプなしの場合)

Analyzer without inbuilt Preamplifier

Distance / m	0.3	0.5	1	2	3
EIRP (Tx) / dBm	30	30	30	30	30
Free Space Loss / dB	58	62	68	74	78
Arriving level / dBm	-28	-32	-38	-44	-48
Gain of Receiver Horn	25	25	25	25	25
Level at receive antenna output / dBm	-3	-7	-13	-19	-23
Loss by wave guide and other loss (budget) / dB	10	10	10	10	10
Level at analyzer input	-13	-17	-23	-29	-33
Attenuator of analyzer / dB	0	0	0	0	0
Level after attenuator / dBm	-13	-17	-23	-29	-33
Preamplifier Gain--> None	0	0	0	0	0
Level at mixer input	-13	-17	-23	-29	-33
BW Corr dB (2000 MHz --> 1 MHz)	33	33	33	33	33
Indicated Level (for RBW = 1 MHz) / dBm	-46	-50	-56	-62	-66
DANL (normalized to RBW = 1 Hz) / dBm	-129	-129	-129	-129	-129
DANL (at RBW = 1 MHz, preamp off) / dBm	-69	-69	-69	-69	-69
Distance to DANL / dB	23	19	13	7	3

測定ダイナミックレンジの検討

シグナルアナライザのダイナミックレンジ
(内蔵プリアンプ付の場合)

Analyzer with inbuilt Preamplifier

Distance / m	0.3	0.5	1	2	3
EIRP (Tx) / dBm	30	30	30	30	30
Free Space Loss / dB	58	62	68	74	78
Arriving level / dBm	-28	-32	-38	-44	-48
Gain of Receiver Horn	25	25	25	25	25
Level at receive antenna output / dBm	-3	-7	-13	-19	-23
Loss by wave guide and other loss (budget) / dB	10	10	10	10	10
Level at analyzer input	-13	-17	-23	-29	-33
Attenuator of analyzer / dB	10	10	10	10	10
Level after attenuator / dBm	-23	-27	-33	-39	-43
Preamplifier Gain	30	30	30	30	30
Level after preamplifier (mixer input) / dBm	7	3	-3	-9	-13
BW Corr dB (2000 MHz --> 1 MHz)	33	33	33	33	33
Indicated Level (for RBW = 1 MHz) / dBm	-26	-30	-36	-42	-46
DANL (normalized to RBW = 1 Hz) / dBm	-152	-152	-152	-152	-152
DANL (at RBW = 1 MHz, preamp on) / dBm	-82	-82	-82	-82	-82
Distance to DANL / dB	56	52	46	40	36

測定ダイナミックレンジの検討

外部ハーモニクミキサ+外部プリアンプの
ダイナミックレンジ

Harmonic Mixer + Preamplifier

Distance / m	0.3	0.5	1	2	3
EIRP (Tx) / dBm	30	30	30	30	30
BW Corr dB (2000 MHz --> 1 MHz)	33	33	33	33	33
Free Space Loss / dB	58	62	68	74	78
Arriving level / dBm	-61	-65	-71	-77	-81
Gain of Receiver Horn	25	25	25	25	25
Level at receive antenna output / dBm	-36	-40	-46	-52	-56
Amplifier behind receive antenna: Gain /dB	20	20	20	20	20
Loss by wave guide and other loss (budget) / dB	10	10	10	10	10
Level at mixer input	-26	-30	-36	-42	-46
Conversion loss / dB	23	23	23	23	23
Level at mixer output / dBm	-49	-53	-59	-65	-69
DANL (normalized to RBW = 1 Hz) / dBm	-138	-138	-138	-138	-138
DANL (at RBW = 1 MHz) / dBm	-78	-78	-78	-78	-78
Distance to DANL / dB	29	25	19	13	9

スプリアス測定

I 要求条件

- スプリアス周波数を考慮した距離による測定
 - “出来るだけ近距離” → 推奨: 20 cm...25 cm
- スプリアスレベルの期待値が測定可能な試験系のダイナミックレンジ
 - Over The Air試験系の空間減衰量(例: 68dB)を考慮したうえで、測定系のノイズフロアがスプリアス・レベルの期待値よりも低いかどうか?

上限周波数

ETSI TR 103 052 V1.1.1. (2011-03)準拠の測定
RSE及びEMI測定は最大100 GHzまで (Europe).
(FCCは最大200 GHz).

この標準規格は下記の条件を与える:

test environment (試験環境)

test equipment (測定機器)

test methods (測定方法)

calibration and uncertainty (校正と不確かさ)



近傍界測定によるEIRP

I アドバンテージ:

- DUTのポジショニングによる影響を演算で除去できる

I 課題:

- ポジショニング角度の精度: 0.02° 以下
- 振動による影響の除去
- 再現性
- 要求されるポジショニングステップサイズ: $< \lambda/2$

