

電源回路のトラブルならEXR！ その革新的な測定技術とは？

キーサイト・テクノロジー株式会社
アジアパシフィック マーケティング
堀部 勝義



電源回路のトラブルならEXR！その革新的な測定技術とは？

Agenda:

- はじめに:
- パワーインテグリティ測定
- 電源回路を幅広くカバーする豊富な電源解析機能
- EXRオシロスコープの革新的な機能

Infiniium EXRシリーズ オシロスコープ 電源回路を幅広くカバーする豊富な解析機能

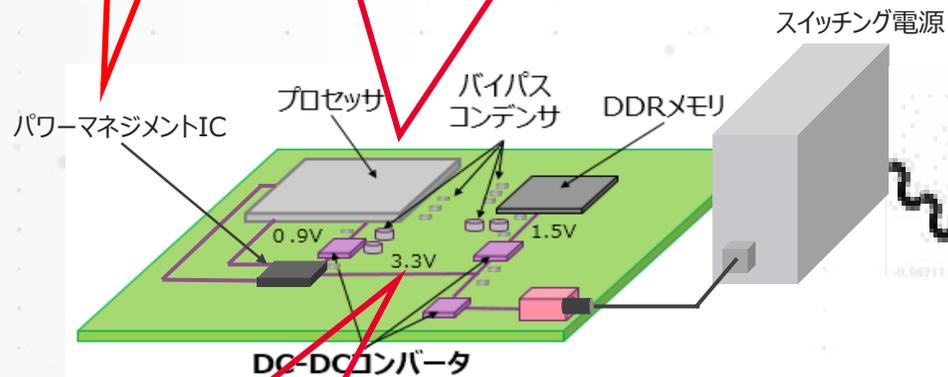


PMICのテスト
シーケンスの確認

クロック/データ信号と
電源間のノイズの影響

システム性能を左右する
スイッチング電源の
特性評価

DCDCコンバータの
外付け補償回路の
最適化



ノイズ対策の検証

電源供給ネットワークの
電源ノイズの可視化

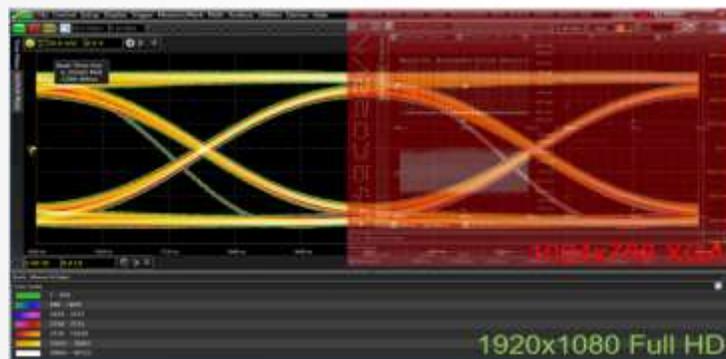
電源インピーダンスの
周波数特性の解析

Infiniium EXRシリーズ 8chオシロスコープの紹介



主な仕様

アナログチャンネル数	4ch または 8ch *アップグレード可能
周波数帯域	500 MHz → 2.5 GHz
サンプリングレート	16 GSa/s
メモリ長	100 Mpts/ch → 400 Mpts/ch
ADCビット数	10ビット, 16ビット(高分解能モード)
ロジックチャンネル数	16ch (専用MSOケーブル入力)
ディスプレイ	フルHD表示(1920x1080解像度)
内蔵測定器	7-in-1 (オシロスコープ/任意波形発生器/デジタル電圧計/ ロジックアナライザ/プロトコルアナライザ/周波数応 答アナライザ/周波数カウンタ)



さらに高確度

最大有効ビット数(ENOB)	9.0ビット ※1
最低ノイズ	43 μVrms ※2
高確度タイムベース:	8 ppb ※3

※1: 20MHz、1mV、2mV/div、50Ω入力 (1GHzで8.0ビット)

※2: 同条件において、Sシリーズ: 74μV、3000TXシリーズ: 113μV

※3: 同条件において、Sシリーズ: 12ppb、3000TXシリーズ: 1.6ppm



低雑音フロントエンドに搭載
130 nm BiCMOS カスタムIC

キーサイトのオシロスコープ・ラインナップ

Infiniium & InfiniiVison シリーズ



2020年11月登場
Infiniium EXR シリーズ

販売店取扱い製品

InfiniiVison
見えるオシロ

- 50 MHz~6 GHz
- 組み込みOS



1000Xシリーズ



2000Xシリーズ



3000TXシリーズ



4000Xシリーズ



6000Xシリーズ



Sシリーズ



EXR シリーズ



MXR シリーズ

Infiniium
解析するオシロ

- 500 MHz~110 GHz
(122GHz@DCA-X)
- Windows 10 OS



DCA-X Sampling



UXRシリーズ



Zシリーズ

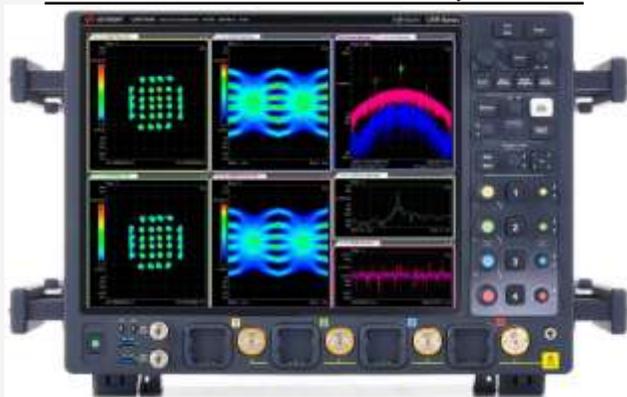


Vシリーズ

Infinium EXR/MXRシリーズ

INFINIUM UXRシリーズ & INFINIIVISIONシリーズのいいとこどり

Infinium UXRシリーズ



110GHz Infinium UXRのASIC搭載

- ✓ AISC処理によりアイパターン、トリガ・スピード向上
- ✓ 優れた信号品質(低ノイズフロントエンド)

Infinium EXR/MXRシリーズ



InfiniiVisionシリーズ



InfiniiVisionシリーズの使い易さを踏襲

- ✓ 高速な波形更新速度
- ✓ 7-in-1 多機能、ゾーンタッチトリガ

**Infinium EXRシリーズは、MXRシリーズを最適化した汎用モデル
最大帯域幅/リアルタイム・スペアナ除き基本性能は同じ**

Infiniium EXRシリーズは...

パワフルな解析機能



- ✓ 豊富な電源解析機能
⇒ 電源のエコシステム全般をカバー
- ✓ ハードウェアトリガ & デコード
⇒ シリアルバスのリアルタイム
プロトコル解析が可能
- ✓ Infiniiumの豊富な解析機能
⇒ コンプライアンステスト、ジッタ解析、
クロストーク解析など

簡単な維持管理



- ✓ 7つの測定器を内蔵
⇒ ベンチの測定器を削減、最適化
- ✓ InfiniiumオフラインでPCを有効
利用
⇒ 測定ベンチの有効活用、リモート
操作、レポート作成の効率化
- ✓ フルアップグレード可能(ch数、
帯域、全機能)
⇒ 将来のニーズの変化にも対応

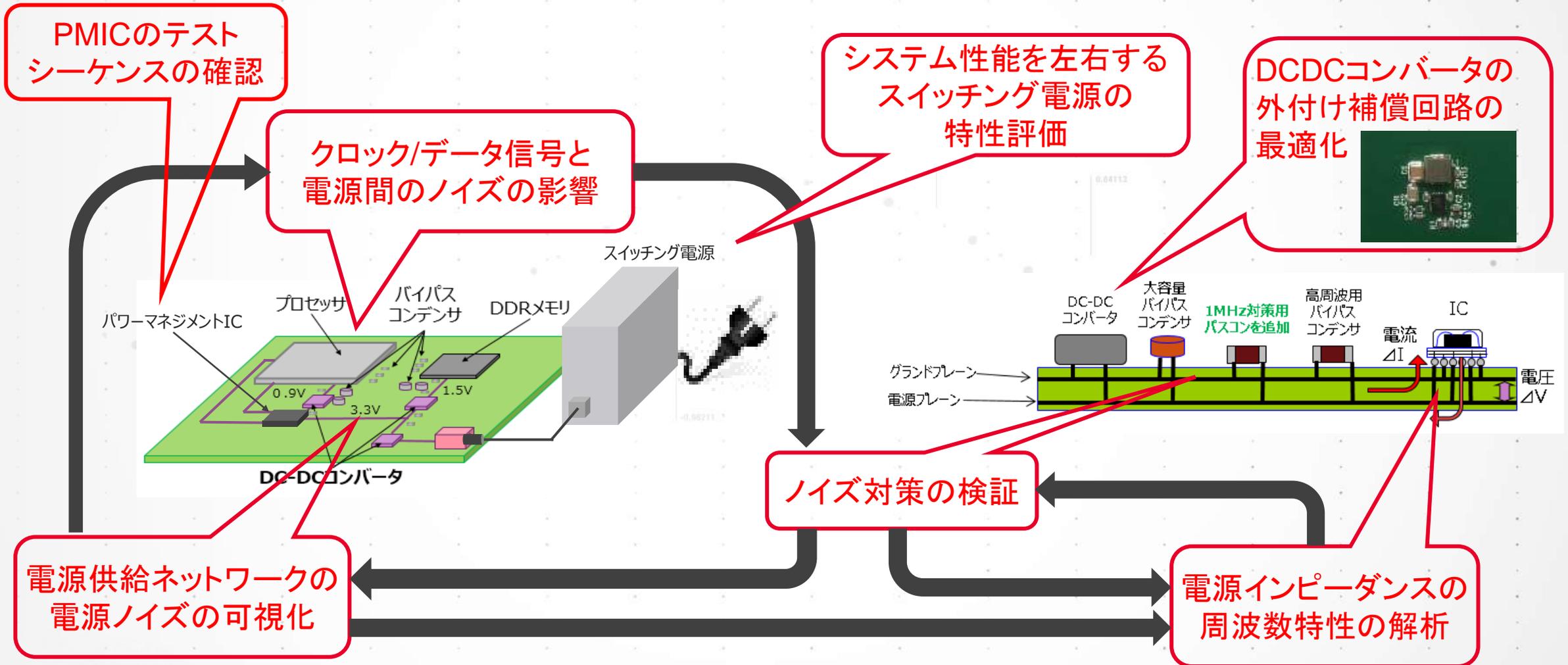
直観的な操作性



- ✓ 常に速い(特別なモード設定不要)
⇒ ロングメモリなのに高速波形表示
- ✓ ヒストリーモード、セグメントメモリ
⇒ 遡って解析、異常現象だけ記録
- ✓ ワンクリックデバッグ:フォルトハンター
⇒ 波形を学習し、エラーを自動検出
- ✓ クイック解析、セットアップウィザード、
ヘルプ機能
⇒ 慣れてなくても、すぐに使いこなせる

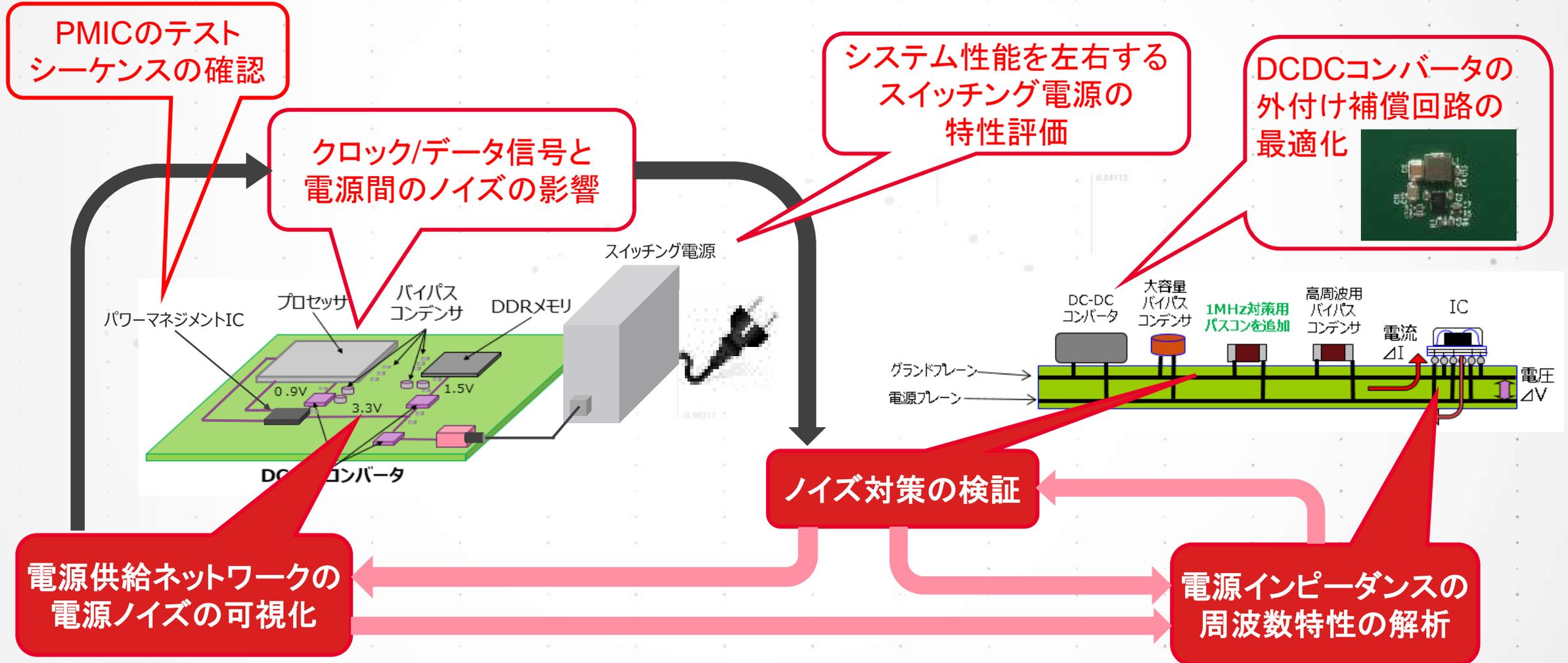
Infiniium EXRシリーズ オシロスコープ

電源回路を幅広くカバーする豊富な解析機能



Infiniium EXRシリーズ オシロスコープ

電源回路を幅広くカバーする豊富な解析機能

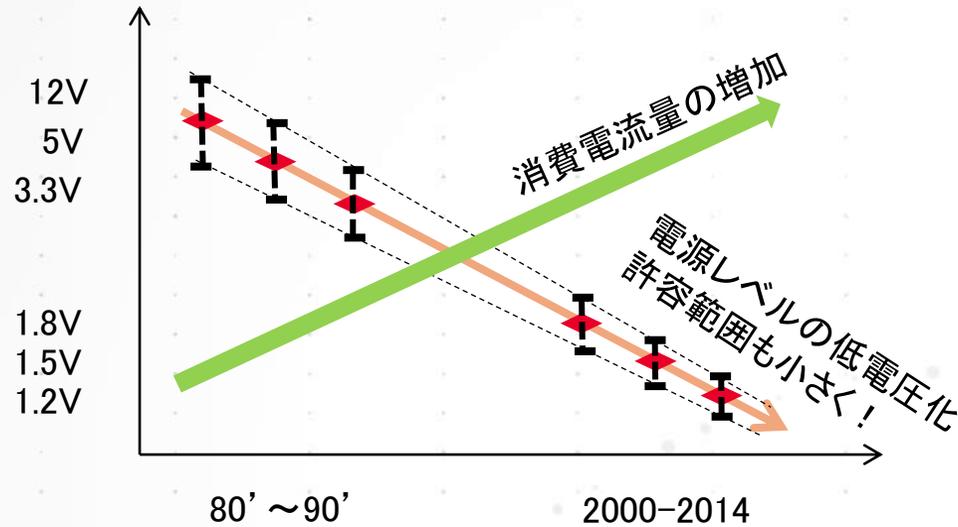


電源回路のトラブルならEXR！その革新的な測定技術とは？

Agenda:

- はじめに:
- **パワーインテグリティ測定**
 - 電源の低電圧化による課題
 - 電源供給ネットワークの電源ノイズの可視化
 - 基板の電源ノイズの原因特定と対策の検証
- 電源回路を幅広くカバーする豊富な電源解析機能
- EXRオシロスコープの革新的な機能

LSIのDC電源低電圧化に伴う電源ノイズマージンの減少

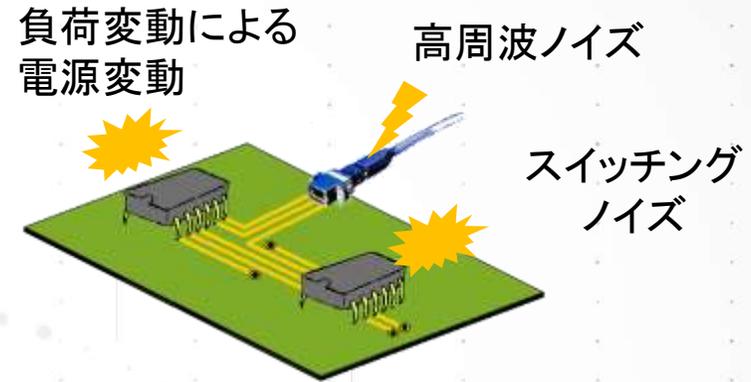


- 電源電圧: 従来の5V/3.3V ⇒ 2V~1Vへ
- 許容値: 5V ± 10% (±500mV) ⇒ 1V ± 3% (±30mV)

電源電圧が低電圧化



±数10mVレベルの
小さいノイズがNG



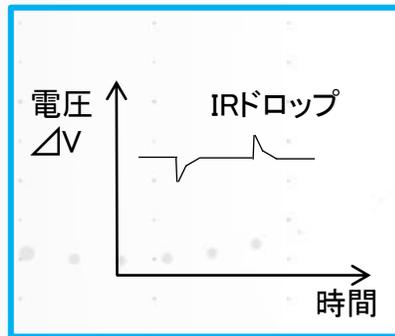
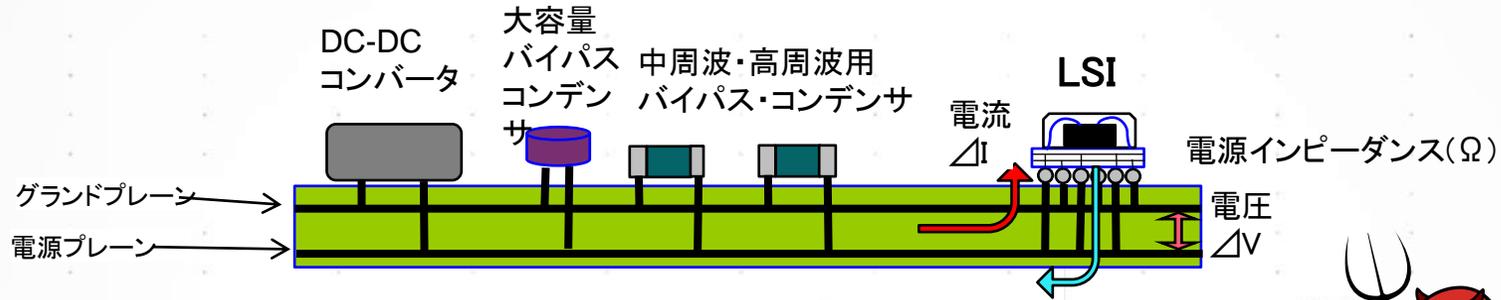
- 消費電力増大 ⇒ 負荷変動大
- 動作環境高周波化 ⇒ 高周波ノイズ

消費電力が増大

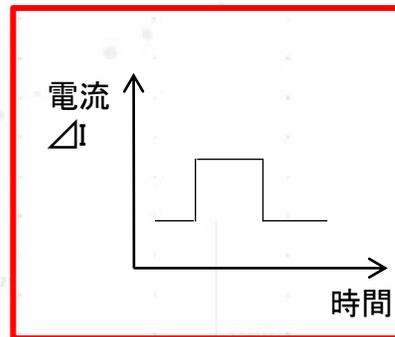


電源ノイズ要因は激増
インピーダンスコントロールが重要

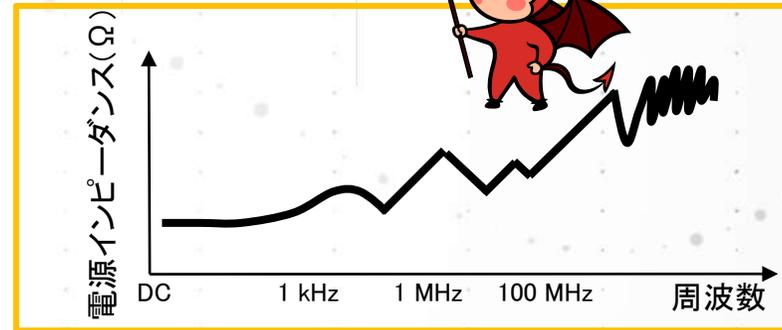
電源インピーダンスのコントロールが重要な理由



電源電圧変動



IC消費電流変動



電源インピーダンス

要求仕様
 $1V_{dc} \times 5\% = 50mV$

消費電流
数10A程度

ターゲット電源インピーダンス
5m Ω 程度に抑える

DDRメモリでのDC電源電圧の規定例

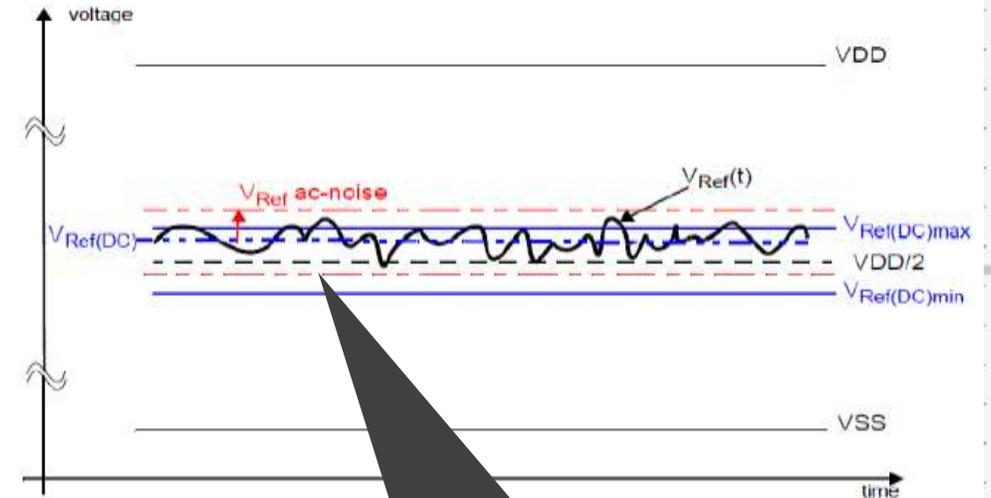
DDR2メモリ: DC電源電圧の規定

Table 16 — Recommended DC operating conditions (SSTL_1.8)

Symbol	Parameter	Rating			Units	Notes
		Min.	Typ.	Max.		
VDD	Supply Voltage	1.7	1.8	1.9	V	1
VDDL	Supply Voltage for DLL	1.7	1.8	1.9	V	5
VDDQ	Supply Voltage for Output	1.7	1.8	1.9	V	1,5
VREF	Input Reference Voltage	$0.49 \cdot VDDQ$	$0.50 \cdot VDDQ$	$0.51 \cdot VDDQ$	mV	2,3
VTT	Termination Voltage	$VREF - 0.04$	VREF	$VREF + 0.04$	V	4

DDR3メモリ: Vref許容値の規定

DDR3 Vref tolerances



供給電源の許容値

【DDR1メモリ】 $2.1V \pm 200mV$ ($\pm 9.5\%$)

【DDR2メモリ】 $1.8V \pm 100mV$ ($\pm 5.5\%$)

【DDR3メモリ】 $1.5V \pm 75mV$ ($\pm 5.0\%$)

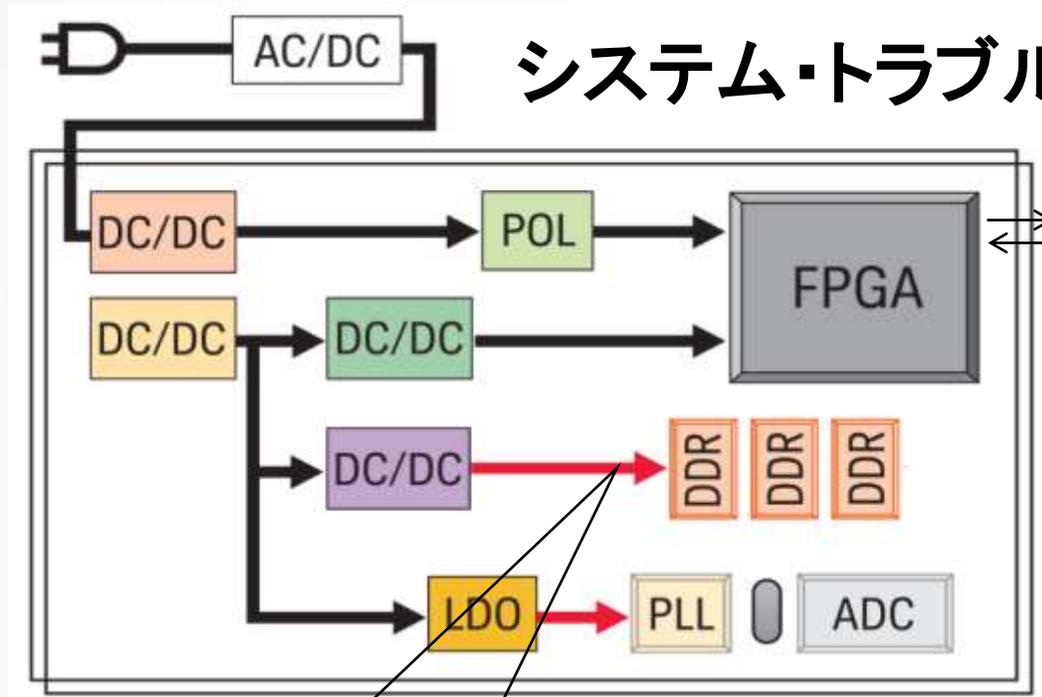
Vref は、30mVpp以上の
のノイズはNG

電源回路のトラブルならEXR！その革新的な測定技術とは？

Agenda:

- はじめに:
- **パワーインテグリティ測定**
 - 電源の低電圧化による課題
 - 電源供給ネットワークの電源ノイズの可視化
 - 事例1: パソコンのノイズ除去効果の検証
 - パワーレールプローブの詳細
 - 事例2: マイコンのプログラムの電源ノイズへの影響
 - まとめ、参考情報
 - 基板の電源ノイズの原因特定と対策の検証
- 電源回路を幅広くカバーする豊富な電源解析機能
- EXRオシロスコープの革新的な機能15分

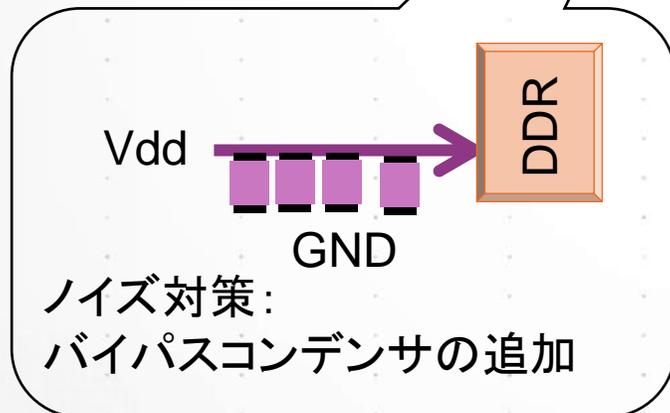
事例1. パソコンのノイズ除去効果の検証



システム・トラブルの6-7割は電源起因と言われる

例えば、プロセッサ/FPGAの電源に許容以上のノイズが入ると誤動作・動作停止の原因になる

- 特定のI/Oにアクセスした時
- 特定のソフトウェアルーチンの時



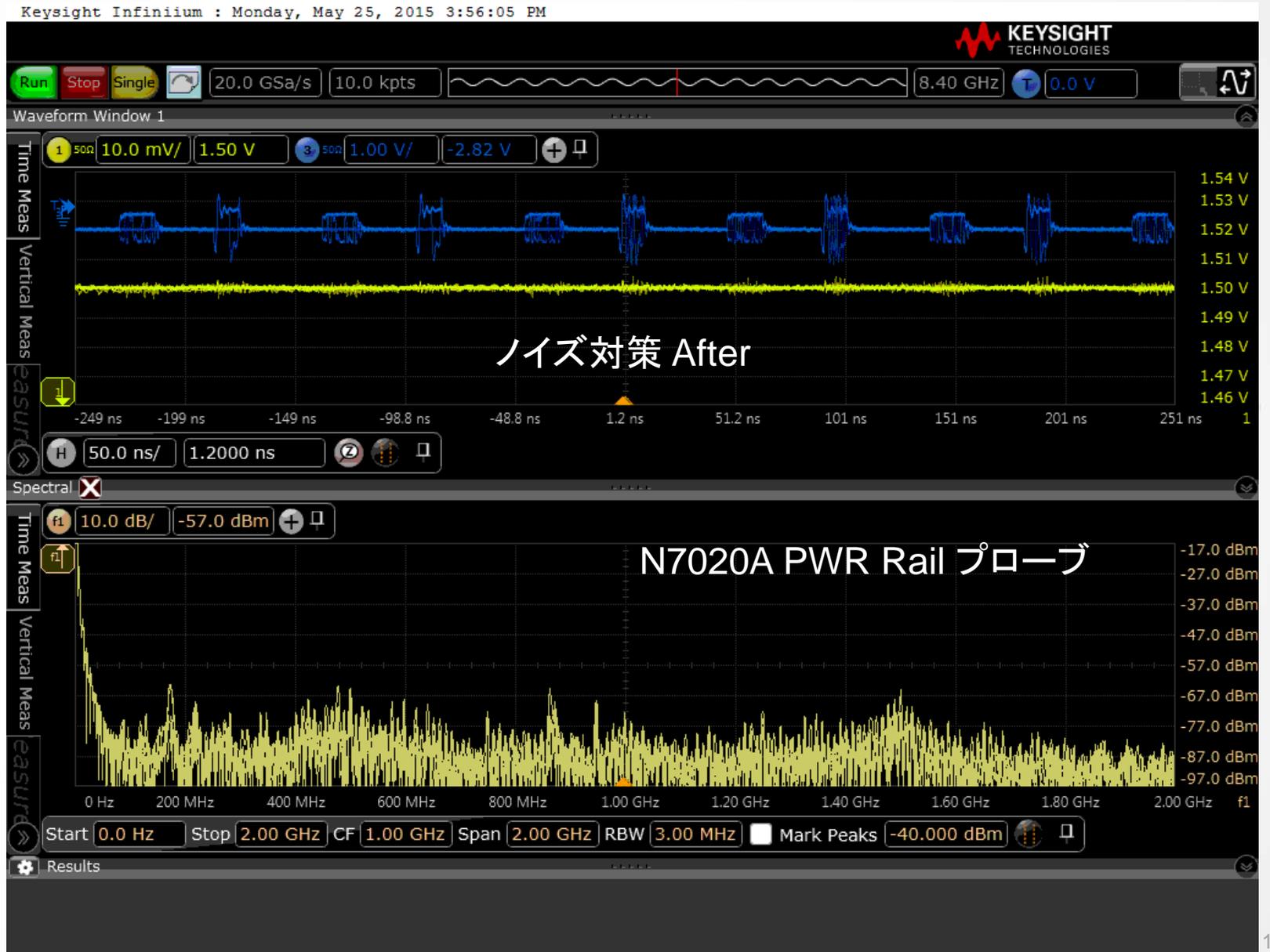
- 事例: DDRメモリの電源ラインのノイズ対策にパスを追加
- 課題: 結果OKだが、状況がよくわからない

⇒ **パワーレールプローブ**を使ってみました。



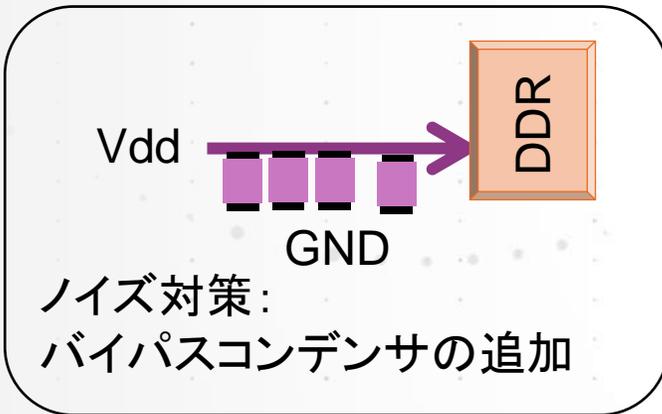
パワーレールプローブ

事例1. パソコンのノイズ除去効果の検証



DQS ⇒

Vdd ⇒



VddのFFT ⇒

なぜ従来のプローブで電源ノイズが見えなかったのか？



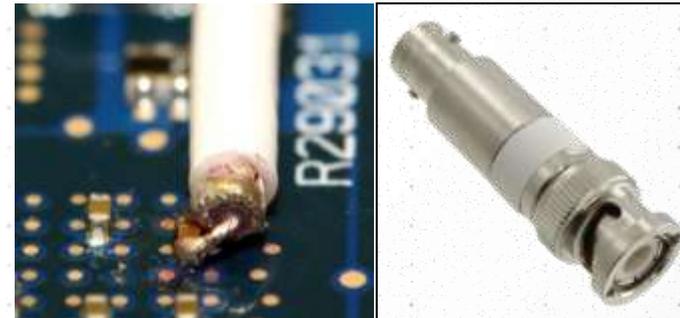
10:1パッシブ 1:N アクティブ



1:1パッシブ

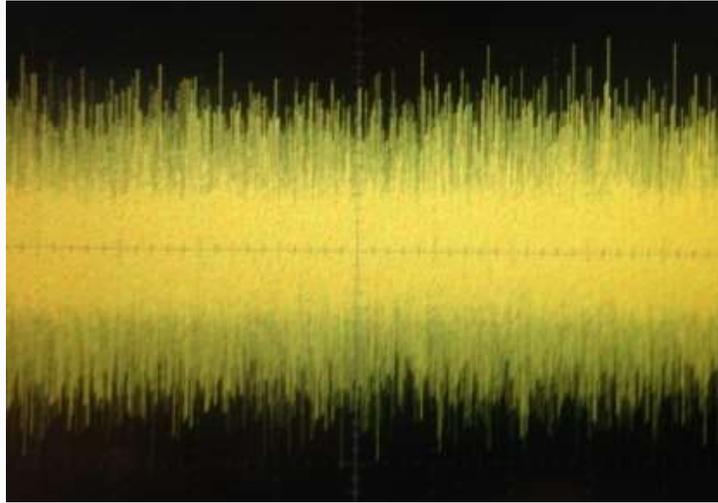


同軸ケーブル



同軸ケーブル + DCブロック

なぜ従来のプローブで電源ノイズが見えなかったのか？



10:1パッシブ 1:N アクティブ



1:1パッシブ



同軸ケーブル



同軸ケーブル + DCブロック

なぜ従来のプローブで電源ノイズが見えなかったのか？



10:1パッシブ 1:N アクティブ

1:1パッシブ



同軸ケーブル

同軸ケーブル + DCブロック

電源ノイズ観測専用のパワーレールプローブ

■ 分圧比 1 : 1

➡ 測定系ノイズを極力低く

■ 帯域 DC~2GHz(シングルエンド)

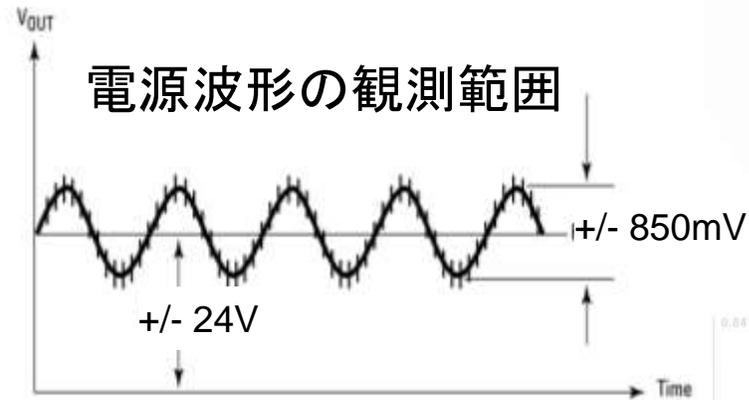
➡ 2GHzまでの広帯域測定で

■ ±24Vオフセットレンジを
プローブ内部でサポート

➡ オシロ本体のオフセット制限
無しに拡大レンジで

■ ±850mVダイナミックレンジ

■ 幅広い耐熱レンジ(0-85°C or more)



パッシブプローブ VS パワーレールプローブ



*あるボードのFPGA 1.2V系の電源信号をモニタ

N7020A 2GHz
パワーレールプローブ



N7024A 6GHz
パワーレールプローブ



パワーレールプローブ用アクセサリ

より小さな表面実装タイプのコンデンサへのプロービング用に最適。

N7032A/33A ブラウザ



- N7032A 4GHzブラウザ(N7024Aに同梱)

インチサイズ: 0805及び0603

metric code : 2012及び1608

- N7033A 5GHz ブラウザ(N7024Aに同梱)

インチサイズ: 0402及び0201

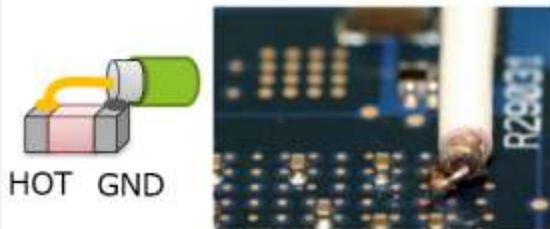
metric code : 1005 及び0603

- N7023A 350MHzブラウザ(N7020Aに同梱)

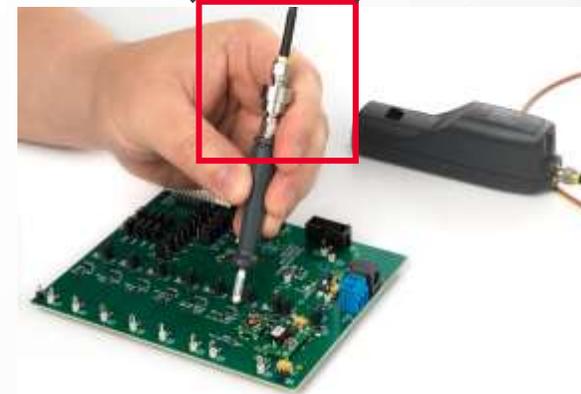
- 1250-4403 Rotating SMAアダプタ(別売)



N7021Aピッグテールプローブ



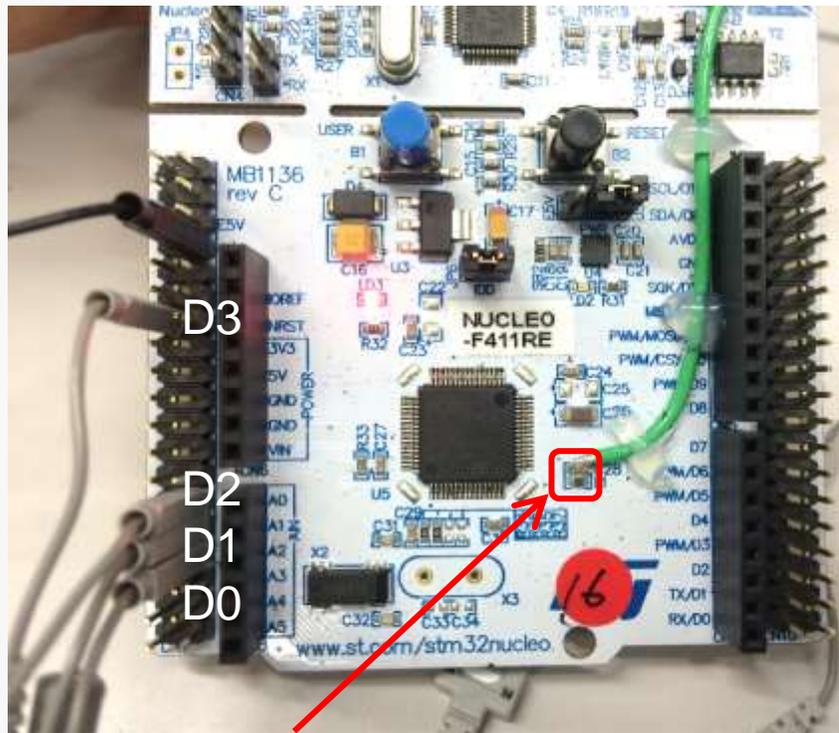
1250-4403
Rotating SMAアダプタ



事例2. マイコンのプログラムの電源ノイズへの影響

マイコンの電源にプロービングして以下の状況における電源ノイズの検証実験

- プロセッサの負荷状況
- IOピンのスイッチング



3.3V電源 (C28)にN7020Aをハンダ付け
MSOのD0からD3をIO出力に接続

```
main.cpp X
1 #include "mbed.h"
2 #include <stdlib.h> // for use of "rand" function
3 #include <time.h>
4
5 // #define IOS (0xA0) // PA_5 + PA_7
6 #define IOS (0xFFFF)
7
8 PortOut myIOs(PortA, IOS);
9
10 int main() {
11     int i;
12     // unsigned int val;
13     unsigned int now;
14
15     while(1) {
16         for(i=0;i<=256;i++)
17             {
18                 myIOs = i;
19             }
20         // myIOs = myIOs ^ IOS; // Toggle IOs level
21
22         myIOs = 0x00;
23         // wait(0.1);
24
25         for(i=0;i<=128;i++)
26             {
27                 myIOs = myIOs ^ IOS; // Toggle IOs level
28             }
29         myIOs = 0x00;
30         wait_us(10);
31
32         for(i=0;i<=10;i++)
33             {
34                 now=(unsigned int)time(0);
35                 srand(now);
36                 rand();
37             }
38         wait_ms(1);
39     }
40 }
41 }
```

} IOピンのカウントアップ
(1クロックごとにカウントアップ)

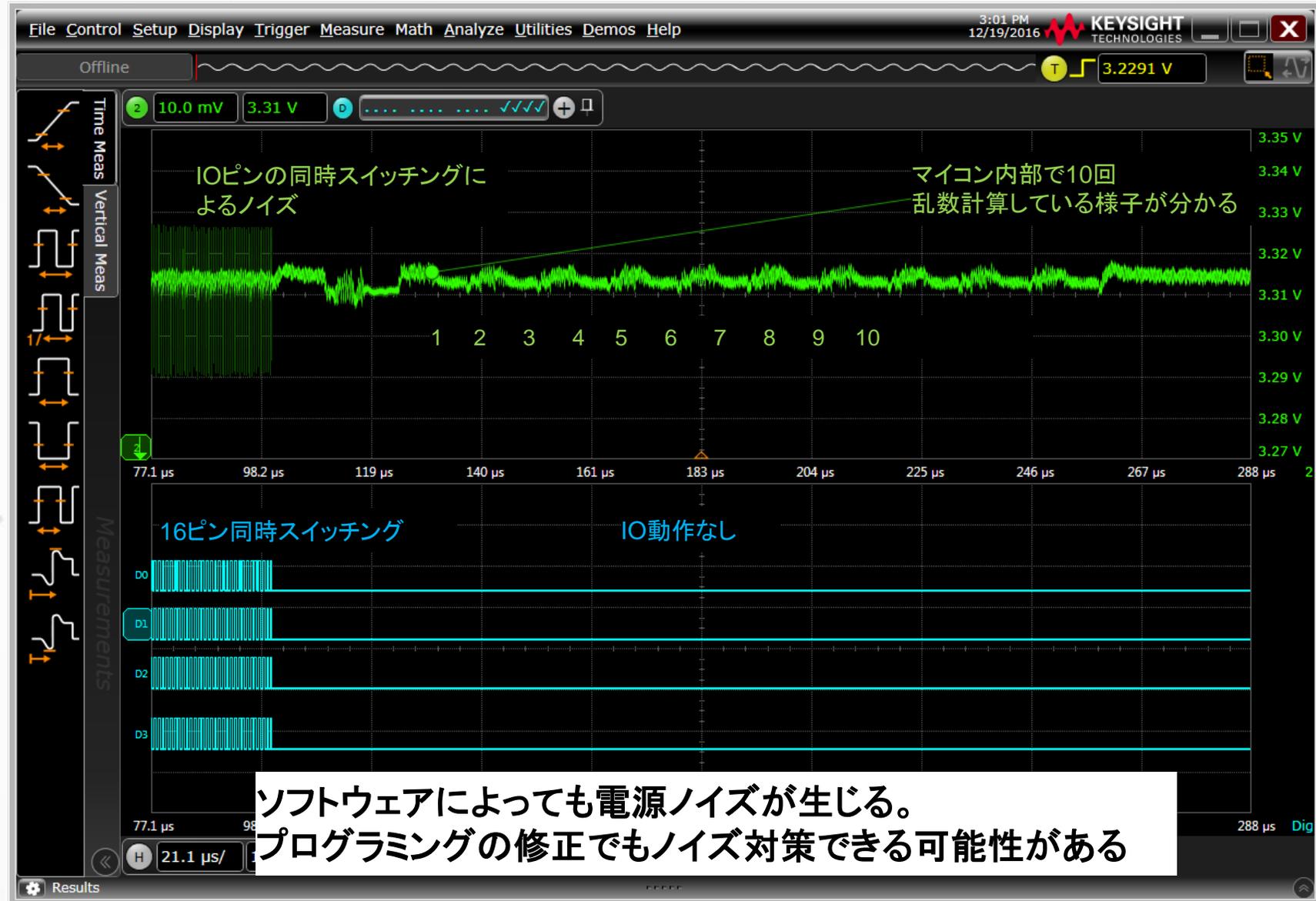
} IOピンの
同時スイッチング

} マイコンのフル動作のために
乱数を10回生成
(IOピンのスイッチングなし)

事例2. マイコンのプログラムの電源ノイズへの影響



事例2. マイコンのプログラムの電源ノイズへの影響



基板の電源ノイズの可視化: パワーレールプローブ

◆ まとめ

- 電子部品の低電圧・大電流化でクリーンな電源供給が必須であり、数10mVが命取りになる。
- 電源回路のトラブルは、パワーレールプローブで、ノイズを可視化して原因を突き止める。
- 事例1: DDRメモリの電源のパソコンのノイズ除去効果
- 事例2: マイコンのプログラムの電源ノイズへの影響

◆ 参考資料:

- 電源ノイズの真の波形が見えた! 電源ノイズのために生まれてきた専用の「電源ノイズアナライザ」
- N7020Aパワー・インテグリティ測定用パワー・レール・プローブ(データシート)
- N7020A & N7024A Power Rail Probe User's Guide

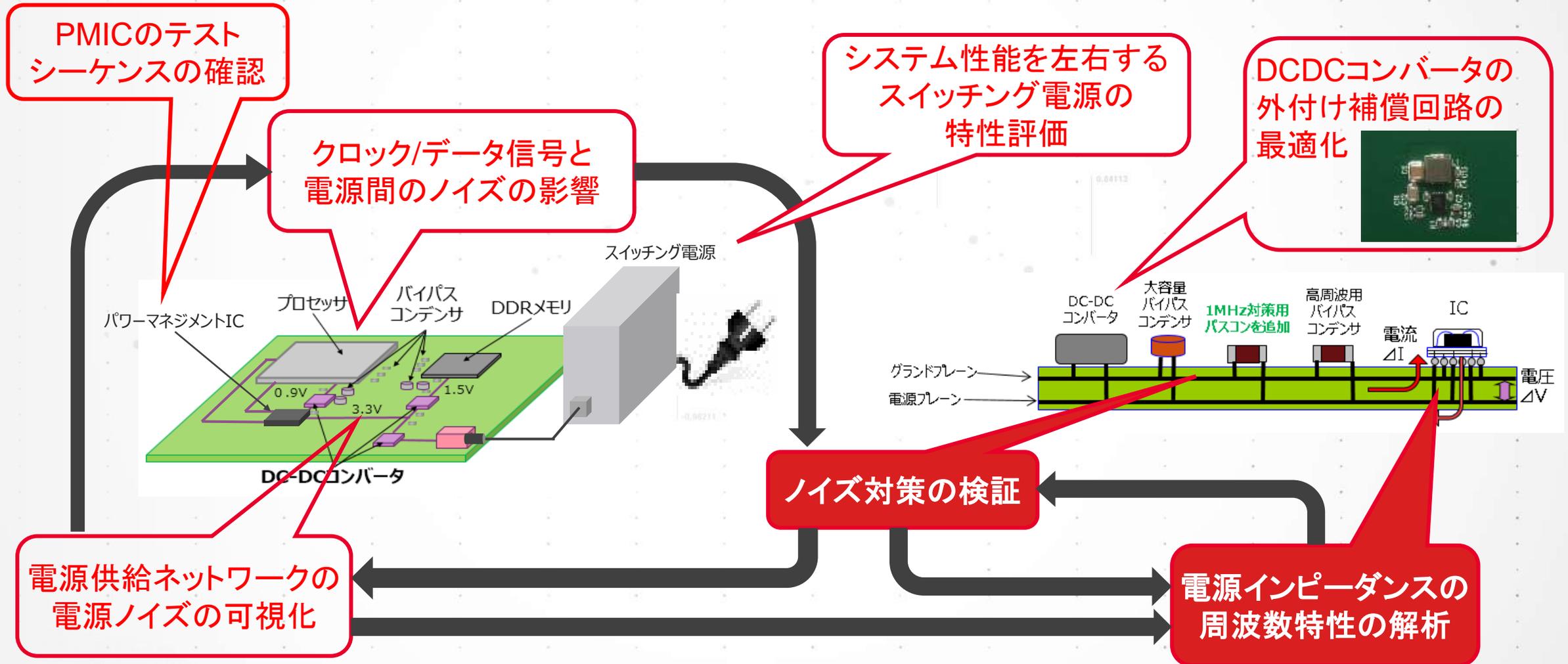
電源回路のトラブルならEXR！その革新的な測定技術とは？

Agenda:

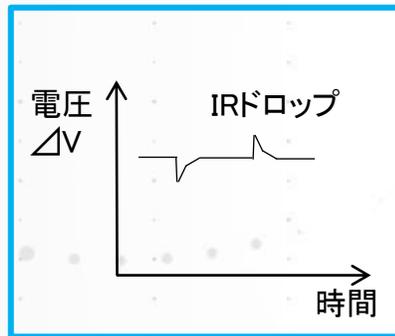
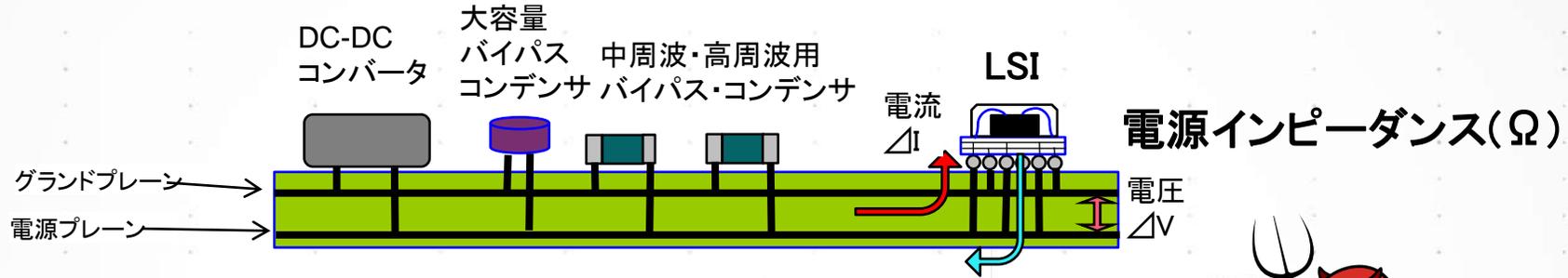
- はじめに:
- **パワーインテグリティ測定**
 - 電源の低電圧化による課題
 - 電源供給ネットワークの電源ノイズの可視化
 - **基板の電源ノイズの原因特定と対策の検証**
 - 電源インピーダンスの周波数特性の解析
 - ネットワークアナライザ
 - PIアナライザ事例
 - ⇒まとめ、参考情報
- 電源回路を幅広くカバーする豊富な電源解析機能
- EXRオシロスコープの革新的な機能

Infiniium EXRシリーズ オシロスコープ

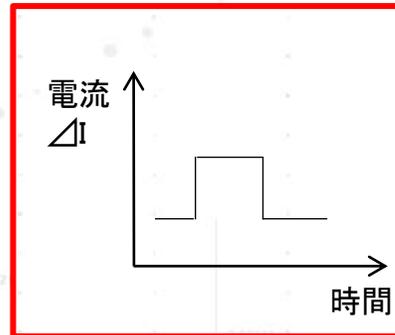
電源回路を幅広くカバーする豊富な解析機能



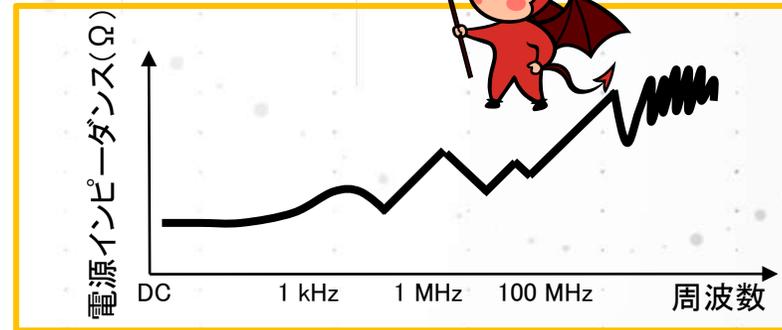
電源インピーダンスのコントロールが重要な理由



電源電圧変動



IC消費電流変動



電源インピーダンス

要求仕様
 $1V_{dc} \times 5\% = 50mV$

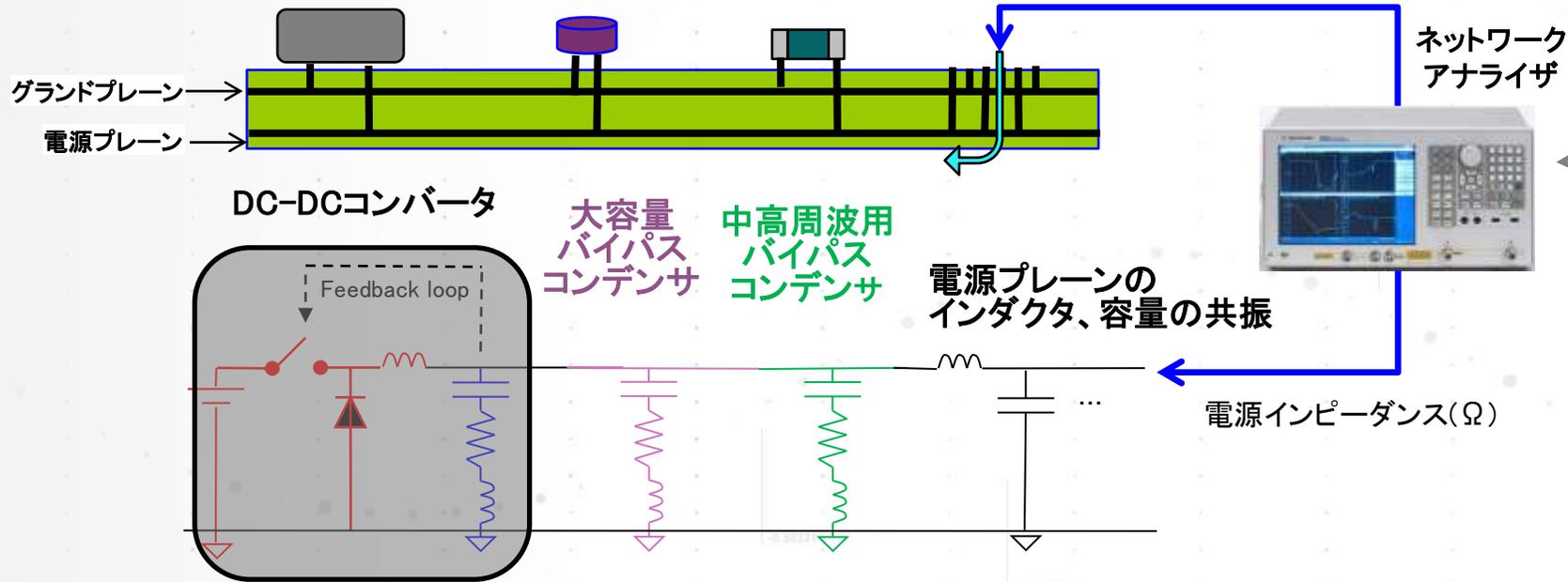
消費電流
数10A程度

ターゲット電源インピーダンス
5m Ω 程度に抑える

※ きわめて重要!!

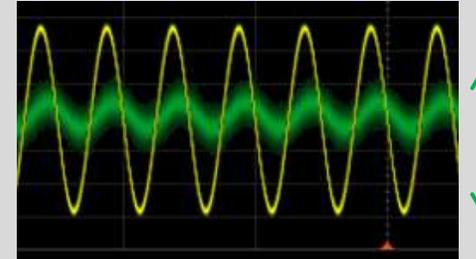
電源インピーダンスはどうやって決まっているか？

LSI側から見た
電源インピーダンスを測定



ネットワークアナライザの測定原理のイメージ

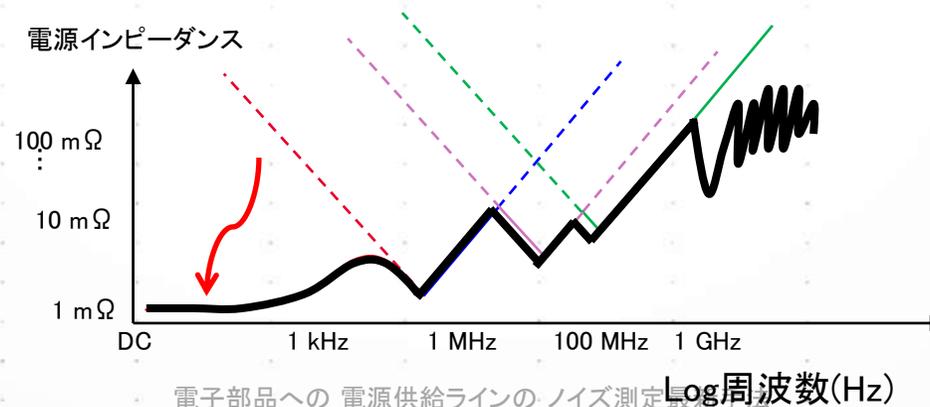
出力波形 入力波形



サイン波をスイープ出力し
インピーダンスを測定

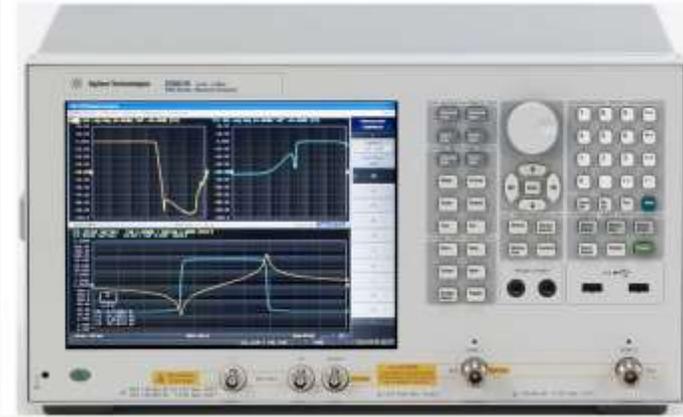
- ・ インピーダンス高=振幅大
- ・ インピーダンス低=振幅小

低周波帯のインピーダンスは
DC-DCコンバータのループ特性
により、低インピーダンスになる。



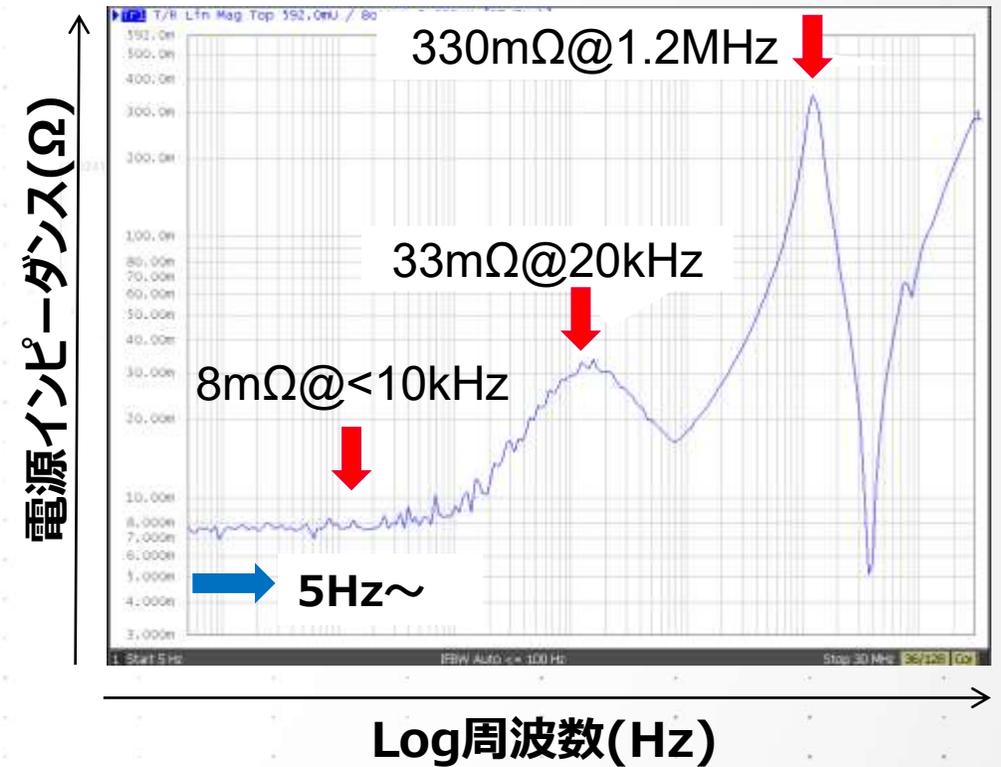
電源インピーダンスを
広帯域に低く抑えるために
様々な共振周波数の
バイパスコンデンサを設置

E5061B 電源インピーダンス測定用ネットワークアナライザ



- PDN測定 はDC近辺の周波数から測定が必要
→ **E5061Bは5Hz～測定可能。**
- PDN測定はmΩオーダの測定が必要
→ **E5061BはmΩオーダのインピーダンス測定が可能**
- DC電源の出カインピーダンスは、電源ONの状態での測定が必要
→ **E5061Bのテストポートは、5VDCまで直接入力可能**

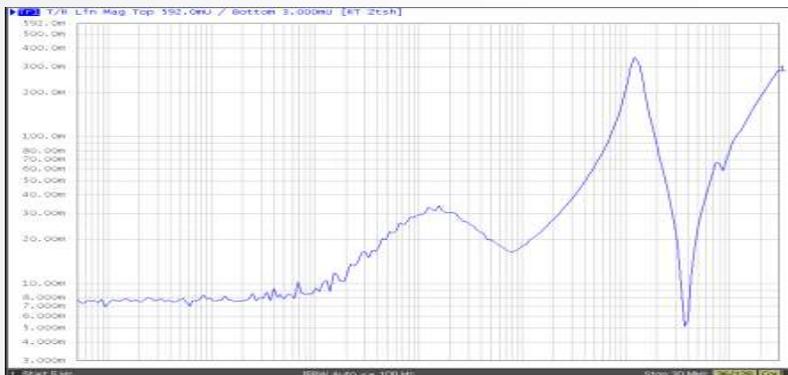
ネットワークアナライザの測定結果



このような電源インピーダンス特性から
わかること

事例2. マイコンのプログラムの電源ノイズへの影響

もし、この事例のボードのインピーダンス特性が先ほどと同じだったら...



- 乱数計算が1.2MHzで動作したら、ノイズは、**通常時の41倍**になる

$$\begin{array}{l} 8\text{m}\Omega @ <10\text{kHz} \\ \times 41\text{倍} \\ 330\text{m}\Omega @ 1.2\text{MHz} \end{array} \quad \begin{array}{l} 10\text{mVpp} \\ \downarrow \\ \mathbf{410\text{mVpp}} \end{array}$$

- IOピンが20kHzで動作したらノイズは、**通常時の4倍**になる

$$\begin{array}{l} 8\text{m}\Omega @ <10\text{kHz} \\ \downarrow \times 4\text{倍} \\ 33\text{m}\Omega @ 20\text{kHz} \end{array} \quad \begin{array}{l} 40\text{mVpp} \\ \downarrow \\ \mathbf{160\text{mVpp}} \end{array}$$

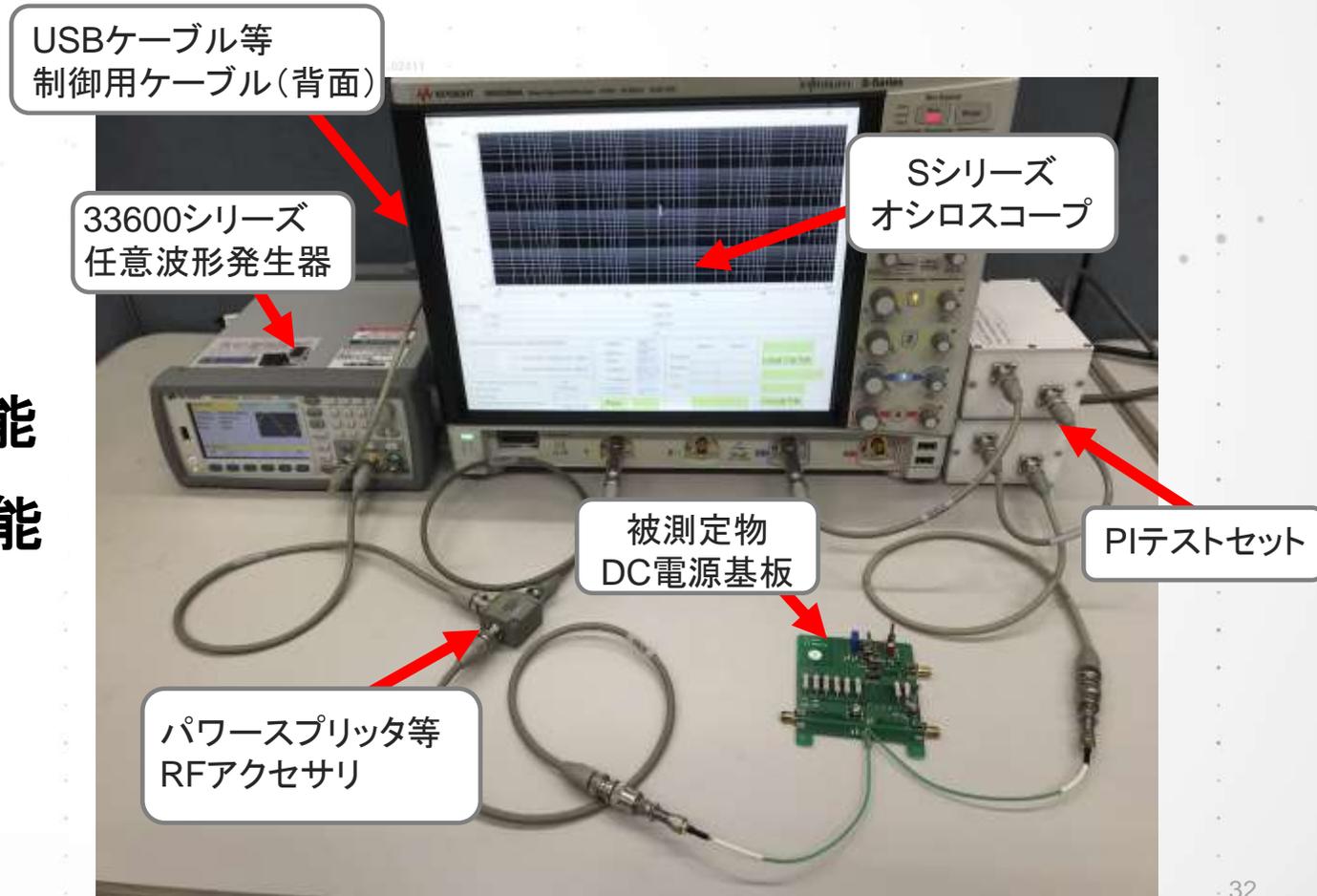


事例3:PI(パワーインテグリティ)アナライザの解析事例

日本のエンジニアが考案した
オシロスコープをネットワークアナライザにする
画期的なソリューション

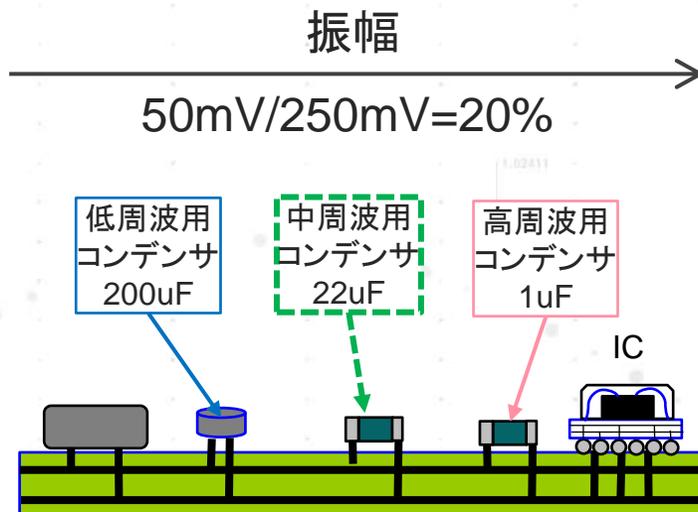
ポイント

- 100Hz~120MHz測定可能。
- mΩオーダのインピーダンス測定が可能
- 4VDCまでなら基板動作状態で測定可能



事例3:PI(パワーインテグリティ)アナライザの解析事例

PIアナライザ電源ノイズ測定



PIアナライザインピーダンス測定



基板の電源ノイズの発生原因と対策：電源インピーダンス測定

◆ まとめ

- 電源ノイズは、電源インピーダンスの周波数ピークを突き止め対策することが重要である。
- IRドロップ時のリングングと電源インピーダンスの周波数ピークには相関がある。
- 事例3:オシロスコープベースのPIアナライザの解析事例

◆ 参考資料:

- PI(パワーインテグリティ)アナライザ(製品ページ)
 - PI(パワーインテグリティ)アナライザ(カタログ)
 - PIアナライザの実機測定デモ(YouTubeデモビデオ)
- E5061Bネットワークアナライザ(製品ページ)
- ネットワークアナライザの基礎(Webセミナー、いつでも受講可)
- パソコンって何？今から始める高速基板電源ノイズ対策(Webセミナー、いつでも受講可)

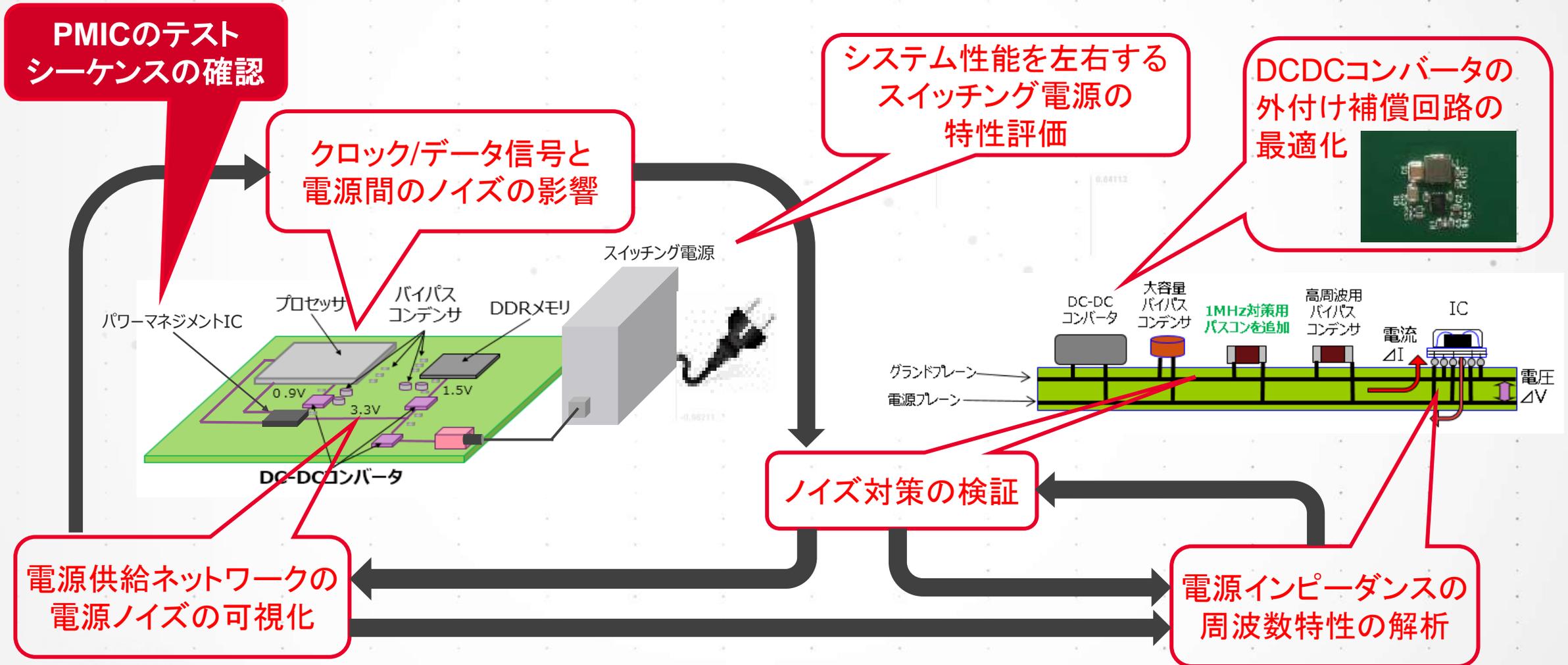
電源回路のトラブルならEXR！その革新的な測定技術とは？

Agenda:

- はじめに:
- パワーインテグリティ測定
- 電源回路を幅広くカバーする豊富な電源解析機能
 - パワーマネージメントICの動作検証
 - 電源投入/遮断シーケンスの確認
 - リアルタイム・プロトコル解析
 - クロック/データ信号と電源間のノイズの影響
- EXRオシロスコープの革新的な機能

Infiniium EXRシリーズ オシロスコープ

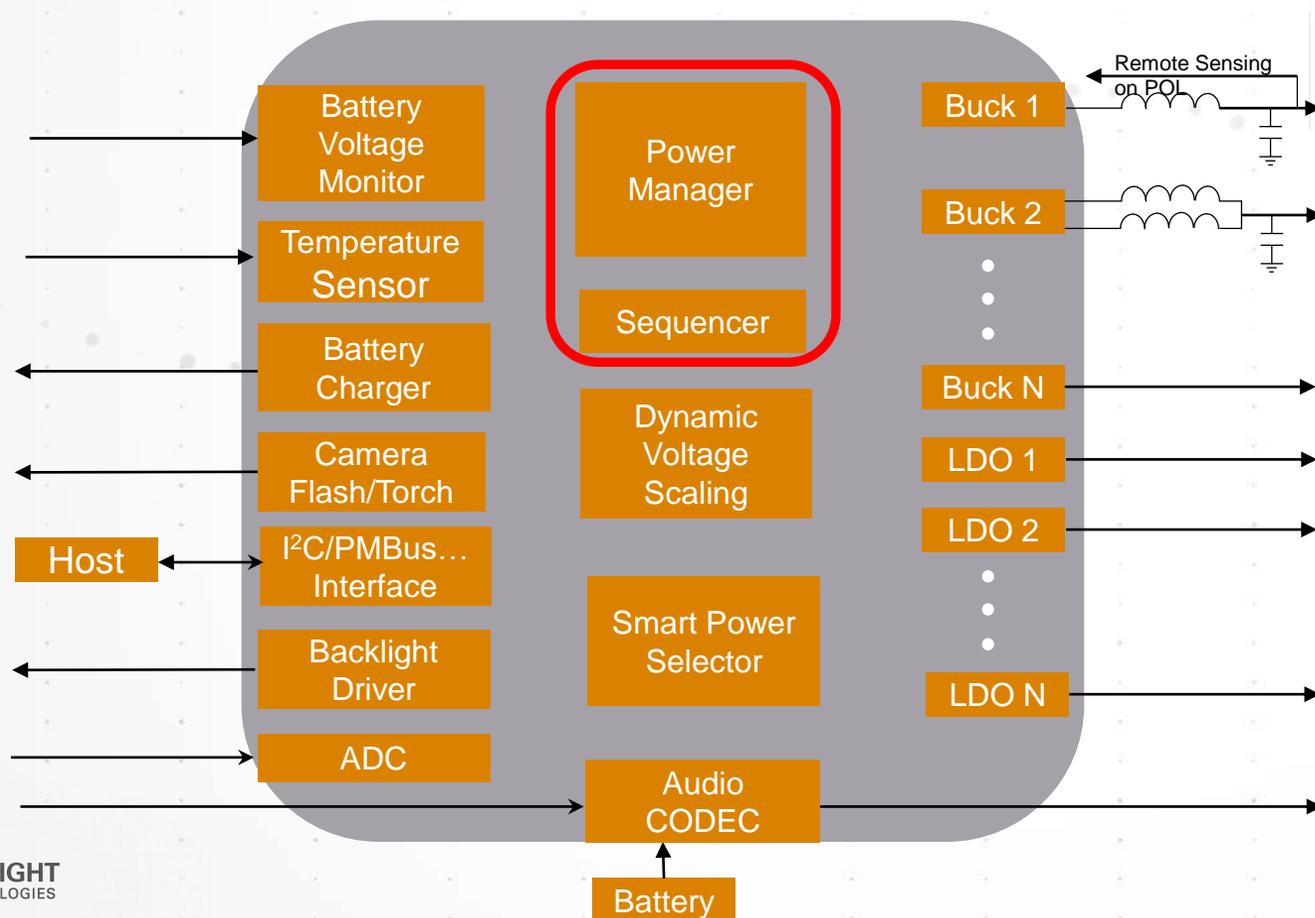
電源回路を幅広くカバーする豊富な解析機能



パワーマネージメントICの評価の課題

パワーマネージメントICの主な利点

- 電源シーケンスの制御、様々な供給電源電圧の管理が可能
- デジタルバス経由でホストから電圧レギュレータの制御が可能 (I2C、SPMI、SVIDなど)



パワーマネージメントICの評価の課題

8chの電源投入シーケンス(アナログ×4ch+デジタル×4ch)



MSOデジタルチャンネル

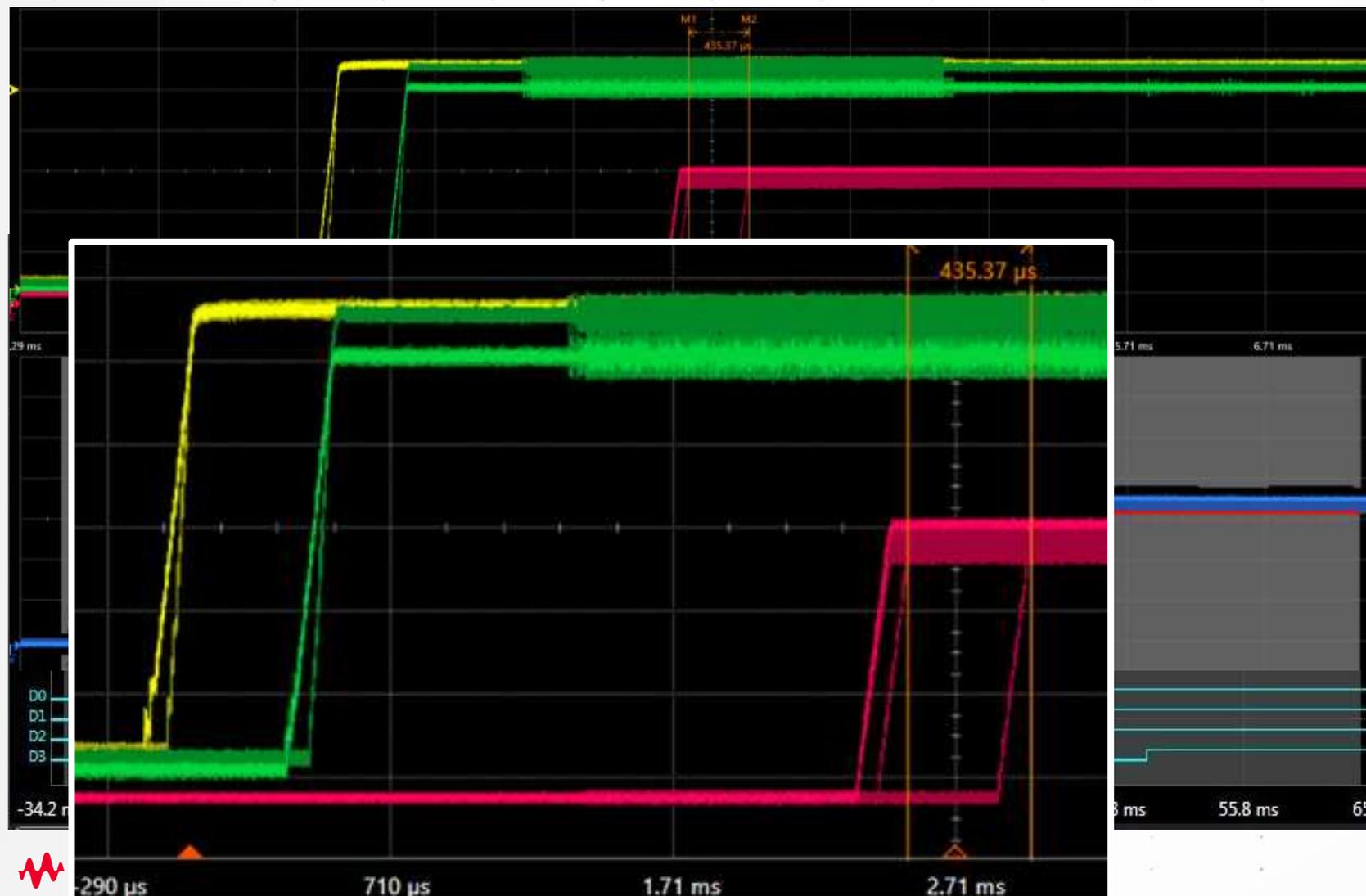
- アナログ的な波形情報がない。
⇒ 信号がトグルしたのか？エラーだったのか？判別できない。
- 波形の統計情報もない
⇒ 波形の立ち上がり/立下り時間などもわからない。

問題点

- 不確実で時間がかかる

パワーマネージメントICの評価の課題

8chの電源投入シーケンス(無限残光表示モード)



無限残光表示モード

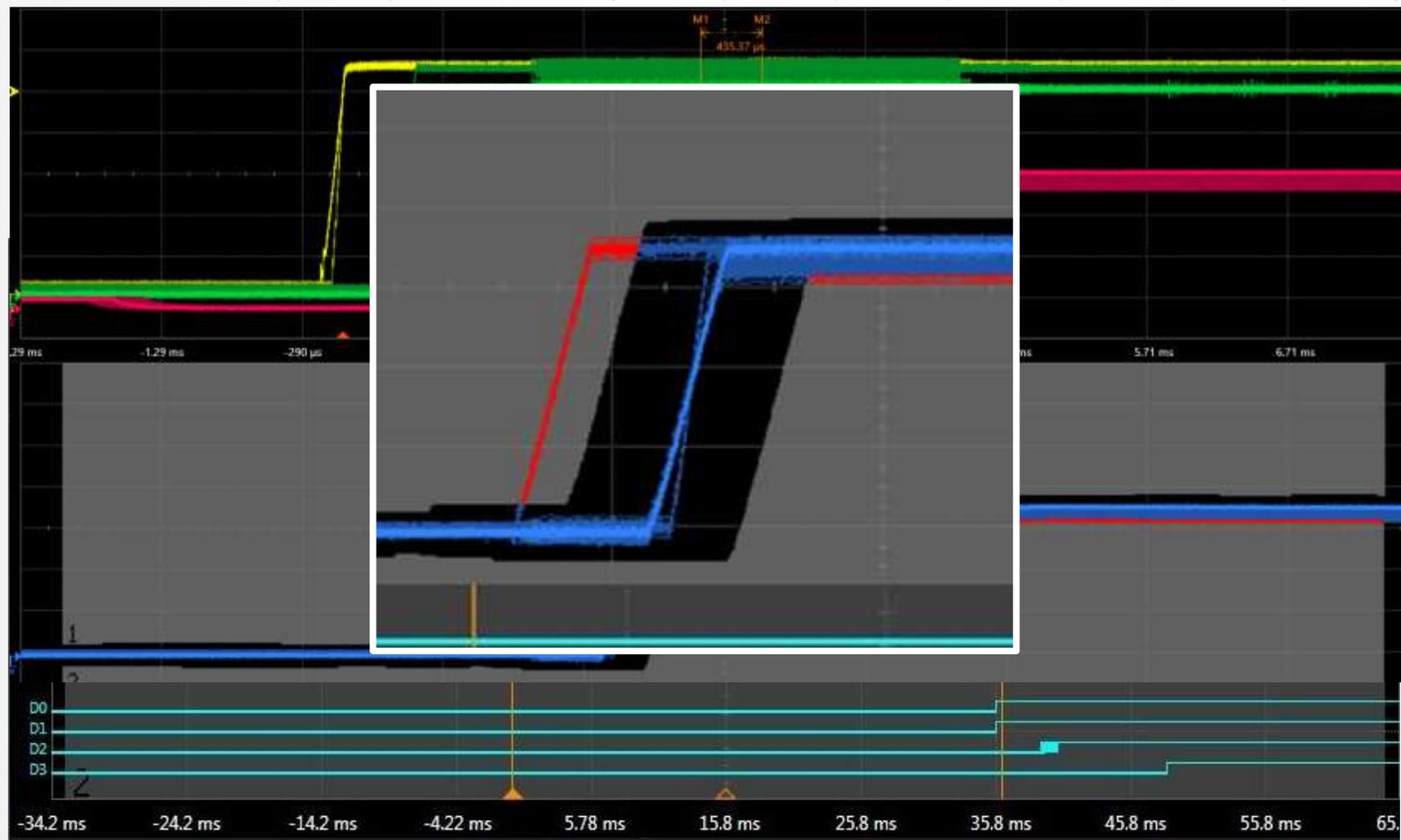
- 発生回数がわからない
- 合否判定には手動でマーカ測定

問題点

- 不確実で時間がかかる
- 再現性がなく、ヒューマンエラーも発生しやすい

パワーマネージメントICの評価の課題

8chの電源投入シーケンス(マスクテスト)



マスクテスト

- マスクエラーが明確にわかる
- 測定した合否数がわかる
- マスクの仕様公差が分かる

問題点

- 通常マスクは1チャンネルのみ

EXRシリーズのパワーマネージメントICの評価

8chの電源投入シーケンス(マスクテストの自動設定)

すべてのチャンネルで マスクテストが可能

- 短時間でテスト可能
- 不確実性の排除
- 1画面のスクリーンショットが
完全な評価レポートになる。

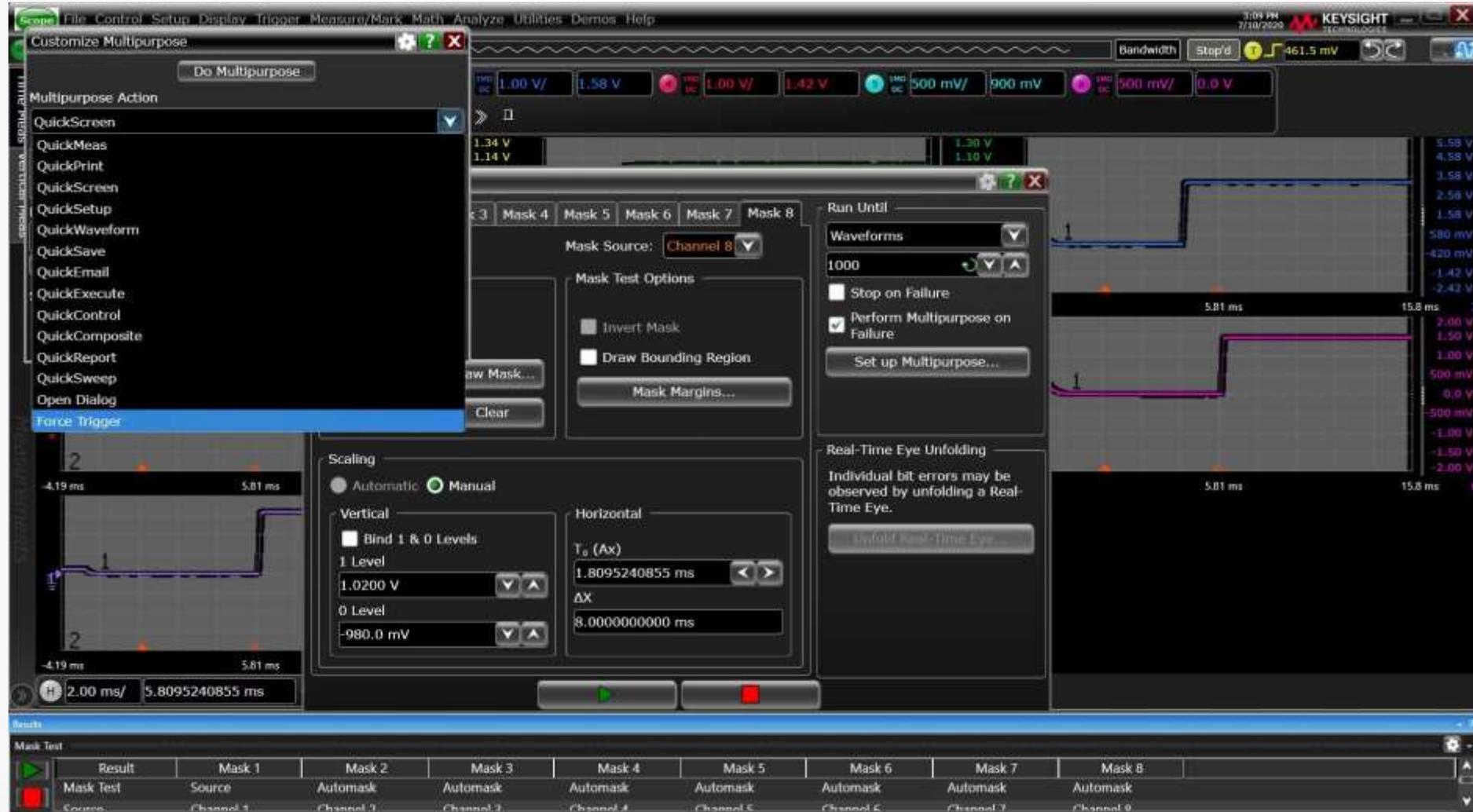
オートマスク機能

- 1クリックで設定可能
- 誰でも手軽に実行可能



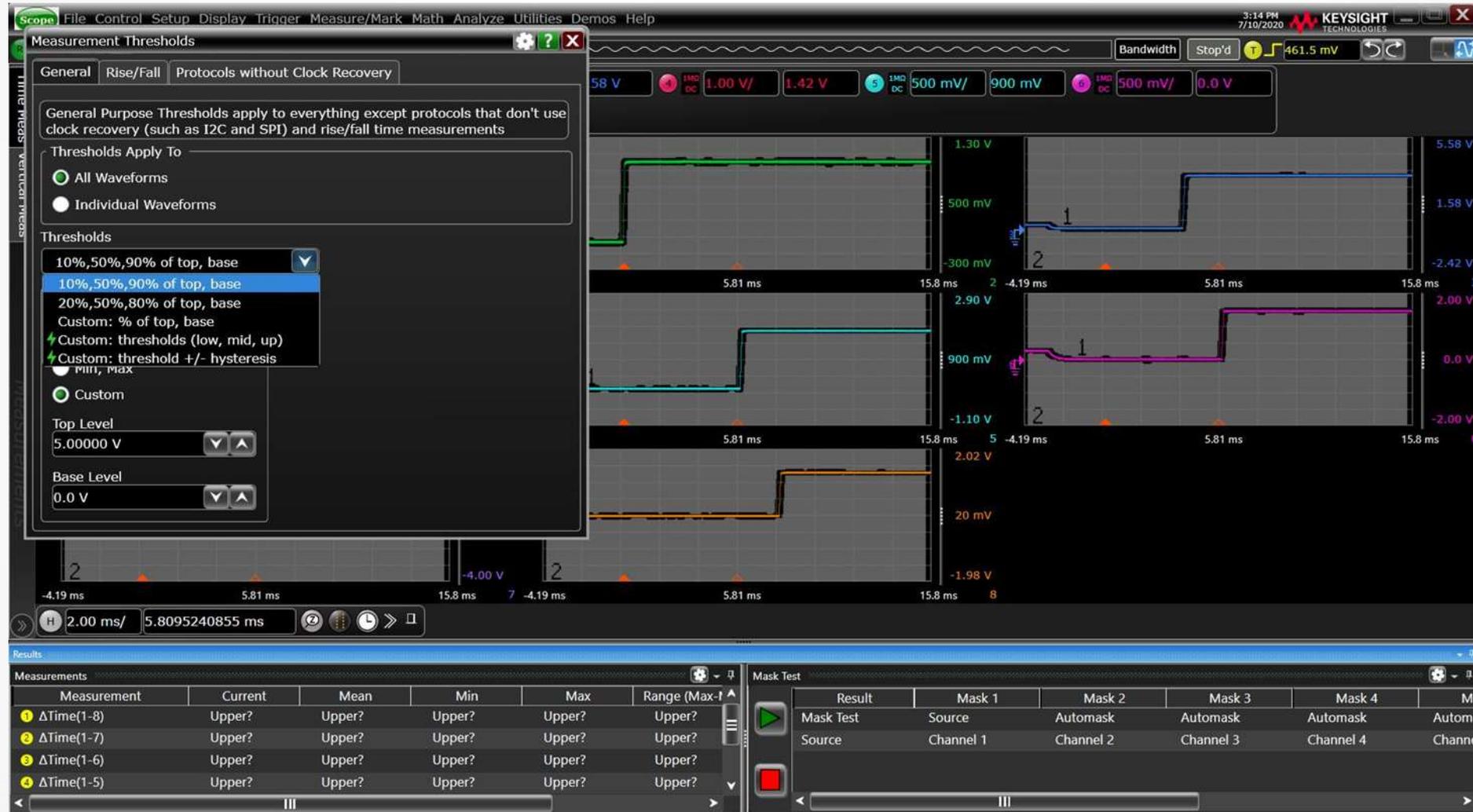
EXRシリーズのパワーマネージメントICの評価

8chの電源投入シーケンス(オートマスク機能の設定)



EXRシリーズのパワーマネージメントICの評価

8chの電源投入シーケンス(信号間のデルタタイムの自動測定)



EXRシリーズのパワーマネージメントICの評価

8chの電源投入シーケンス(8chマスクテスト、マスク設定の自動化)

全チャンネル同時マスクテスト

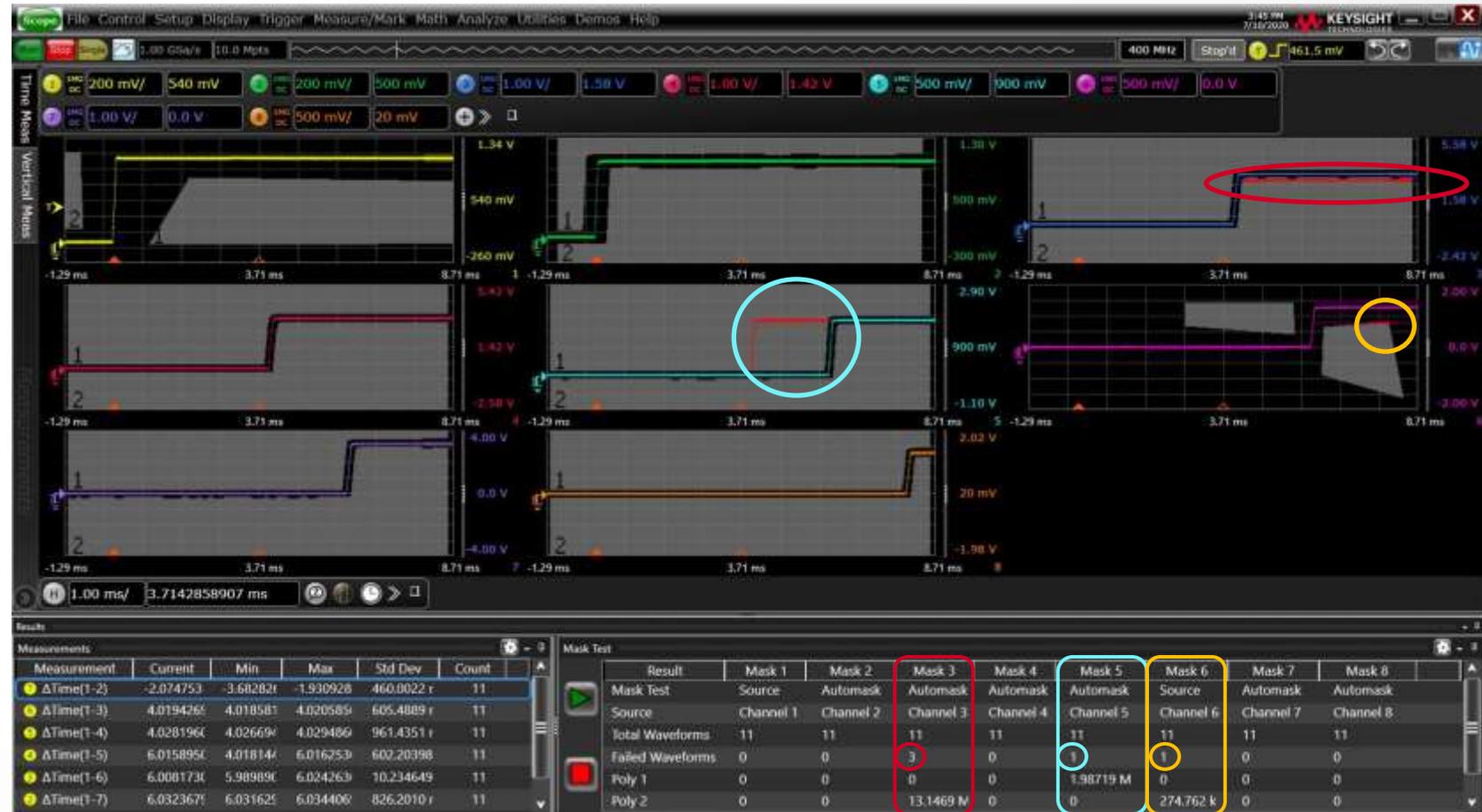
- マスク違反がすぐ分かる
- 各マスクの違反数も分かる

Δタイム測定

- マーカーではなくパラメータ測定で主観を排除できる

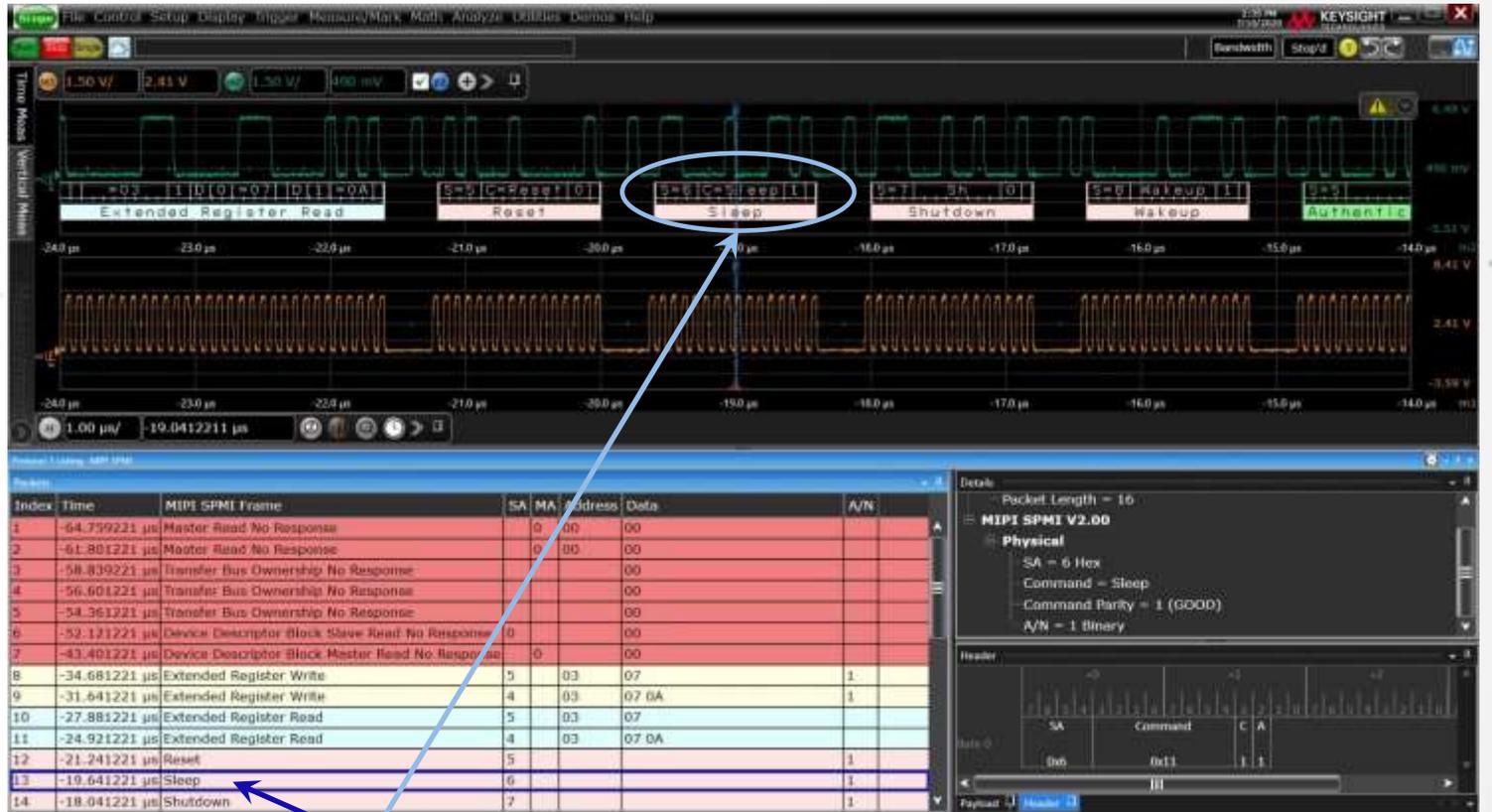
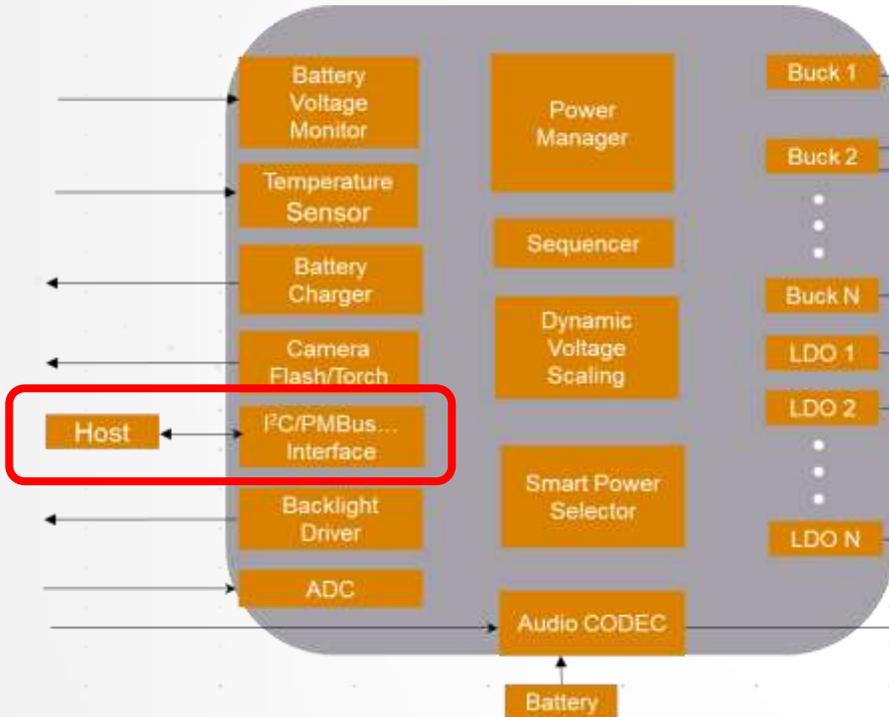
レポート

- 必要な情報がすべて1枚のスクリーンショットで得られる



EXRシリーズのパワーマネージメントICの評価

8chの電源投入シーケンス(MIPI SPMIバスのリアルタイムデコード&トリガ)

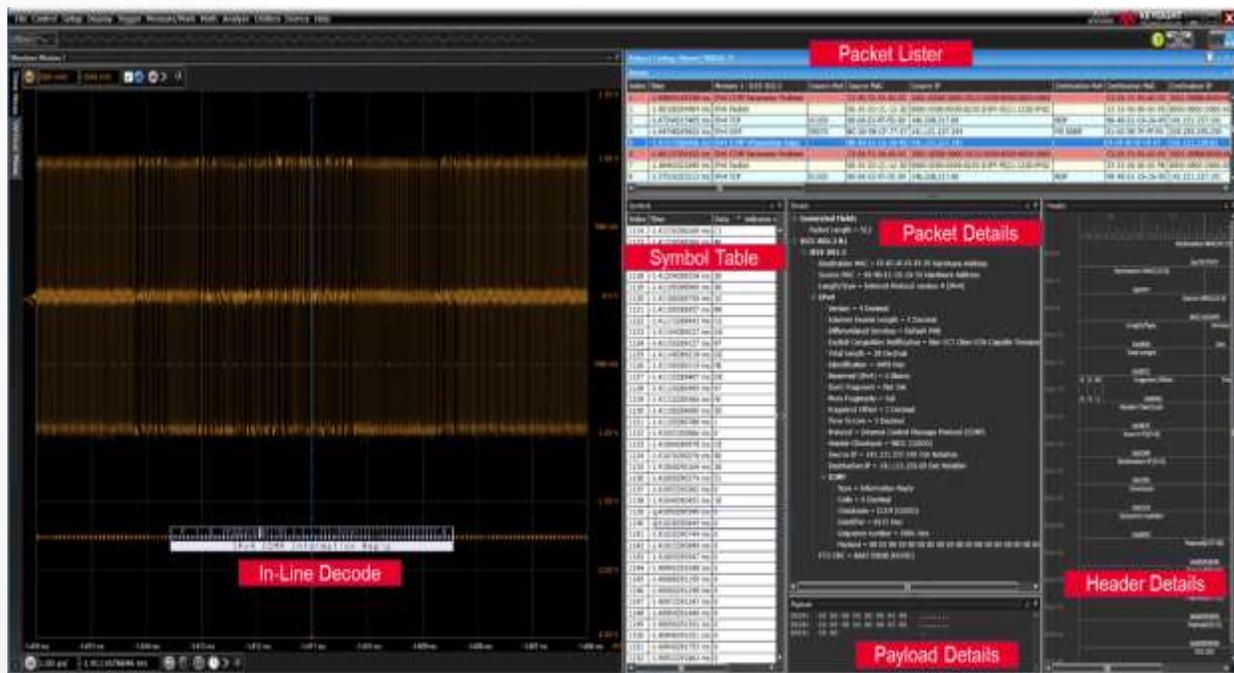


ホストからPMICにSleepコマンドを送り
低電力スリープ状態にスイッチ

ハードウェアトリガ & デコード

シリアルバスのリアルタイムプロトコル解析

- デッドタイムの少ないハードウェアトリガにより、エラー現象を捕捉
- 業界標準のInfiniiumコンプライアンステストパッケージ
 - USB2.0 Tx
 - 10M/100M/1GBASE-TおよびEnergy Efficient Ethernet
 - 1000BASE-T1 (IEEE 802.3pb)、100BASE-T1 (IEEE 802.3bw/TC8、BroadR-Reach)



低速シリアル D9010LSSP	組み込み D9010EMBP
I ² C	USB 2.0 ¹
SPI	eUSB2
Quad SPI	USB-PD
eSPI	10/100 Ethernet ¹
Quad eSPI	MIPI 低速 D9010MPLP
RS232/UART	RFEE ²
I ² S	I3C
SVID	SPMI
JTAG ²	ミリタリー D9010MILP
Manchester	ARINC 429
低速車載ネットワーク D9010AUTP	MIL STD 1553
CAN / CAN FD	SpaceWire
LIN	基本バンドル D9011BDLP
SENT	すべてを含む プロトコルパッケージ (D9020AUTPは除く)
FlexRay ²	
高速車載ネットワーク D9020AUTP	
100Base-T1 ¹	

1. コンプライアンステストパッケージあり
2. ソフトウェアトリガ(サーチでトリガ方式)

パワーマネージメントICの動作検証

電源投入/遮断シーケンスの確認、リアルタイム・プロトコル解析

◆ まとめ

- 電源の投入/遮断シーケンス、全電源信号のマスクテストの連続実行が有効である。
- オートマスク機能で簡単にマスク設定ができる。
- 信号間のタイミングや信号のパラメータ測定も併せれば、スクリーンショットがレポートになる。
- シリアルバスのプロトコル解析はハードウェアでリアルタイムに行うと波形更新が速く、エラーの取りこぼしが少なくなる

◆ 参考資料:

- EXRオシロスコープ データシート(データシート)
- D9011BDLP / D9020BDLP Protocol Trigger and Decode Bundles (Data Sheet)

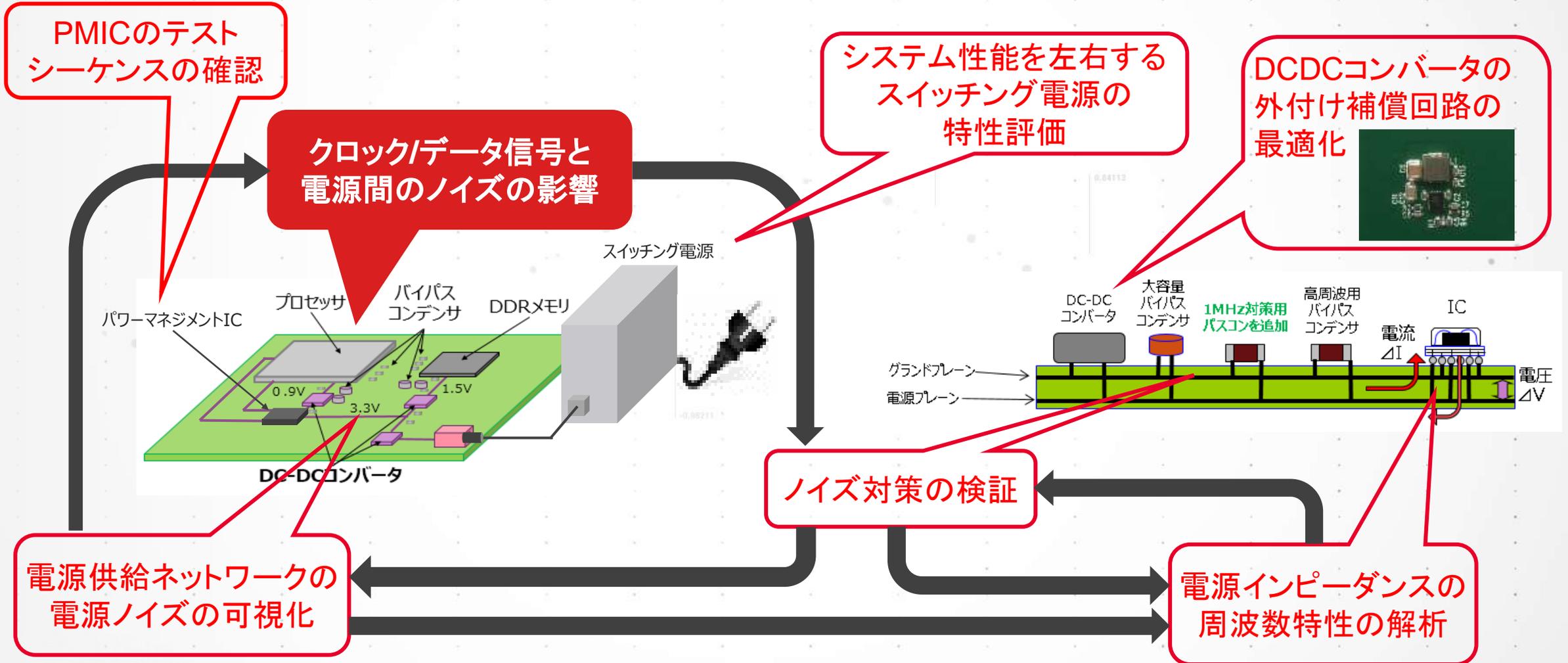
電源回路のトラブルならEXR！その革新的な測定技術とは？

Agenda:

- はじめに:
- パワーインテグリティ測定
- 電源回路を幅広くカバーする豊富な電源解析機能
 - パワーマネージメントICの動作検証
 - 電源投入/遮断シーケンスの確認
 - リアルタイム・プロトコル解析
 - クロック/データ信号と電源間のノイズの影響
 - スイッチング電源の特性評価
 - DCDCコンバータの外付け補償回路の最適化
- EXRオシロスコープの革新的な機能

Infiniium EXRシリーズ オシロスコープ

電源回路を幅広くカバーする豊富な解析機能



クロック/データ信号と電源間のノイズの影響

D9010POWA パワーインテグリティ解析ソフトウェア

クロックデータ信号からの電源ラインへの影響



クロック/データ信号と電源間のノイズの影響

D9010POWA パワーインテグリティ解析ソフトウェア

クロックデータ信号からの電源ラインへの影響

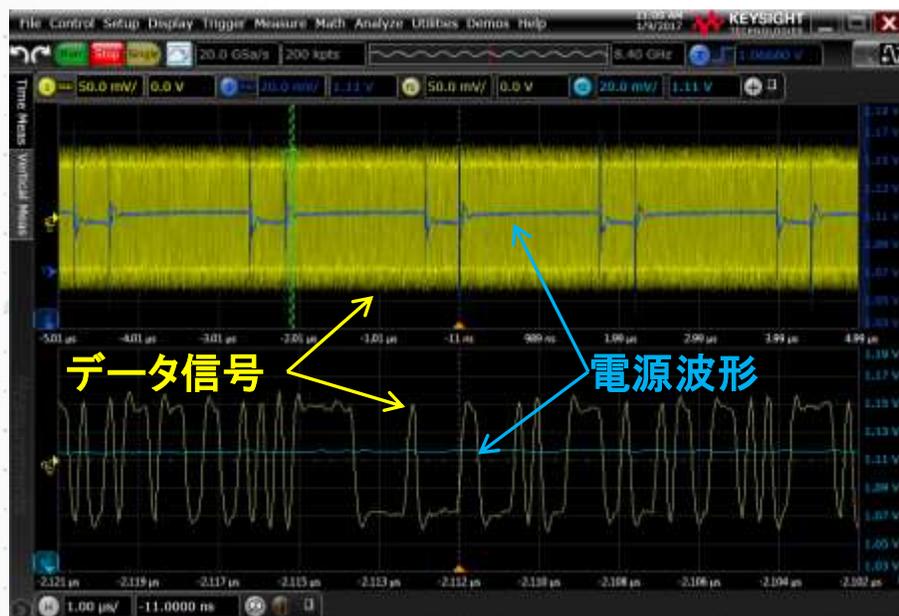


クロック/データ信号と電源間のノイズの影響

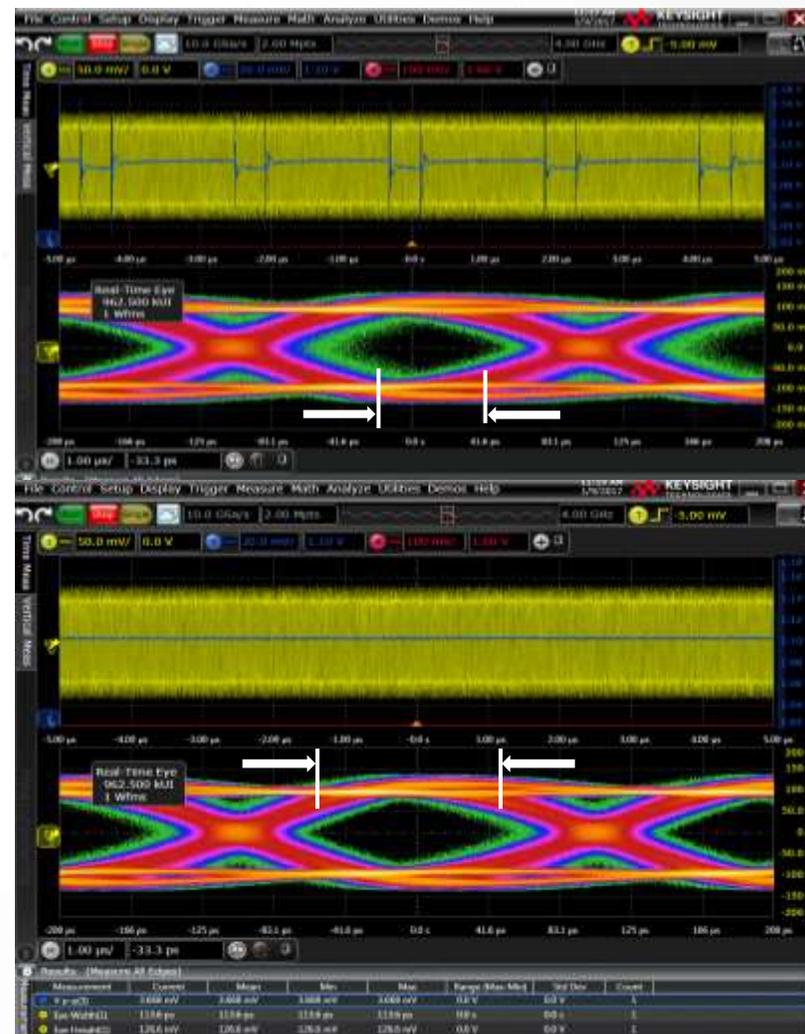
D9010POWA パワーインテグリティ解析ソフトウェア

電源ラインからクロックデータ信号への影響

1.10V 電源 + 115mV_{pp} ノイズ (±5%)



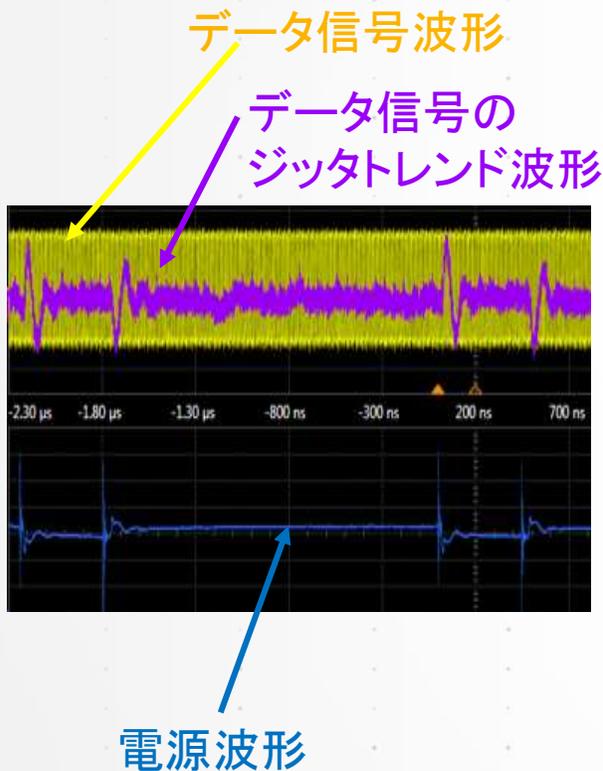
低ノイズDC/DCコンバータに変更
1.10V 電源 + 3mV_{pp} ノイズ



クロック/データ信号と電源間のノイズの影響

D9010POWA パワーインテグリティ解析ソフトウェア

電源ラインからクロックデータ信号への影響



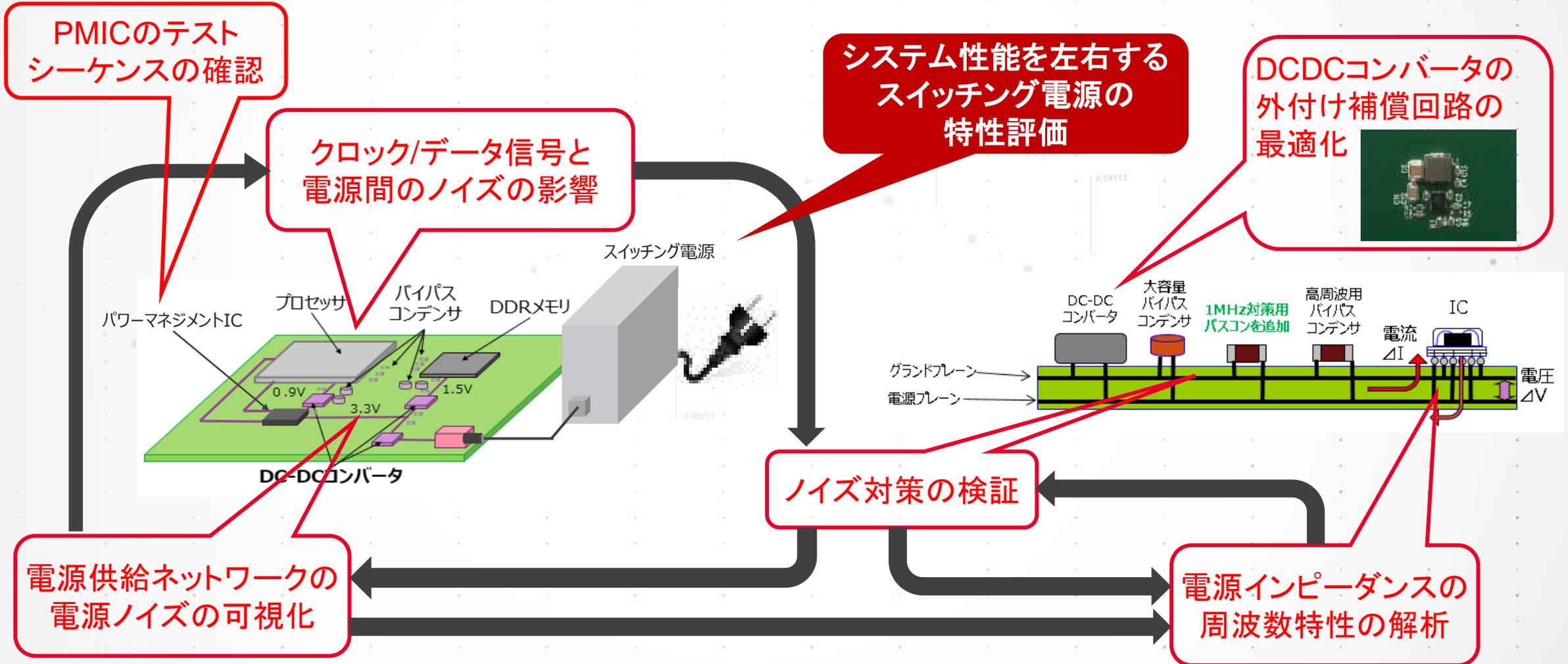
電源回路のトラブルならEXR！その革新的な測定技術とは？

Agenda:

- はじめに:
- パワーインテグリティ測定
- 電源回路を幅広くカバーする豊富な電源解析機能
 - パワーマネージメントICの動作検証
 - クロック/データ信号と電源間のノイズの影響
 - スイッチング電源の特性評価
 - DCDCコンバータの外付け補償回路の最適化
- EXRオシロスコープの革新的な機能

Infiniium EXRシリーズ オシロスコープ

電源回路を幅広くカバーする豊富な解析機能

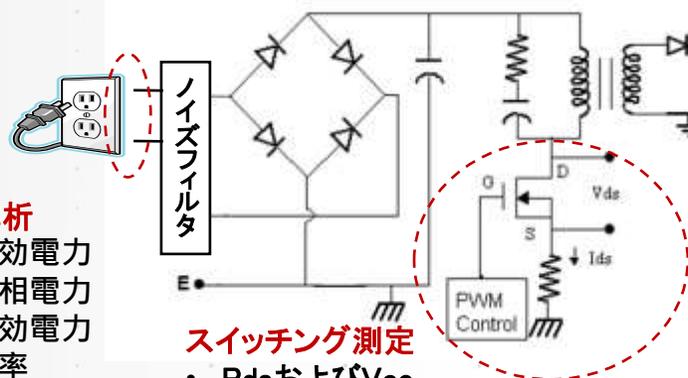


スイッチング電源の特性評価

D9010PWRA スwitching電源解析ソフトウェア

入力解析

- 有効電力
- 皮相電力
- 無効電力
- 力率
- 波高率
- 位相角
- 高調波電流
- 突入電流



スイッチング測定

- RdsおよびVce
- スイッチング損失
- スルーレート
- 変調

出力測定

- 出力リップル
- ターンオン/ターンオフ時間
- 過渡応答時間
- 電源電圧変動除去比
- 効率

周波数応答測定

- 電源変動除去比
- 制御ループ応答

接続手順や解析のセットアップウィザード



U1880Aスキュー補正フィクスチャ

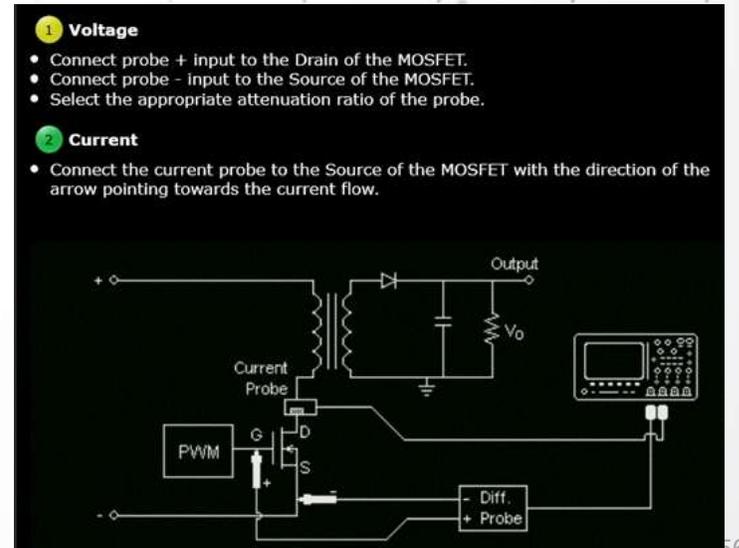


N2790A 100 MHz高電圧差動アクティブプローブ



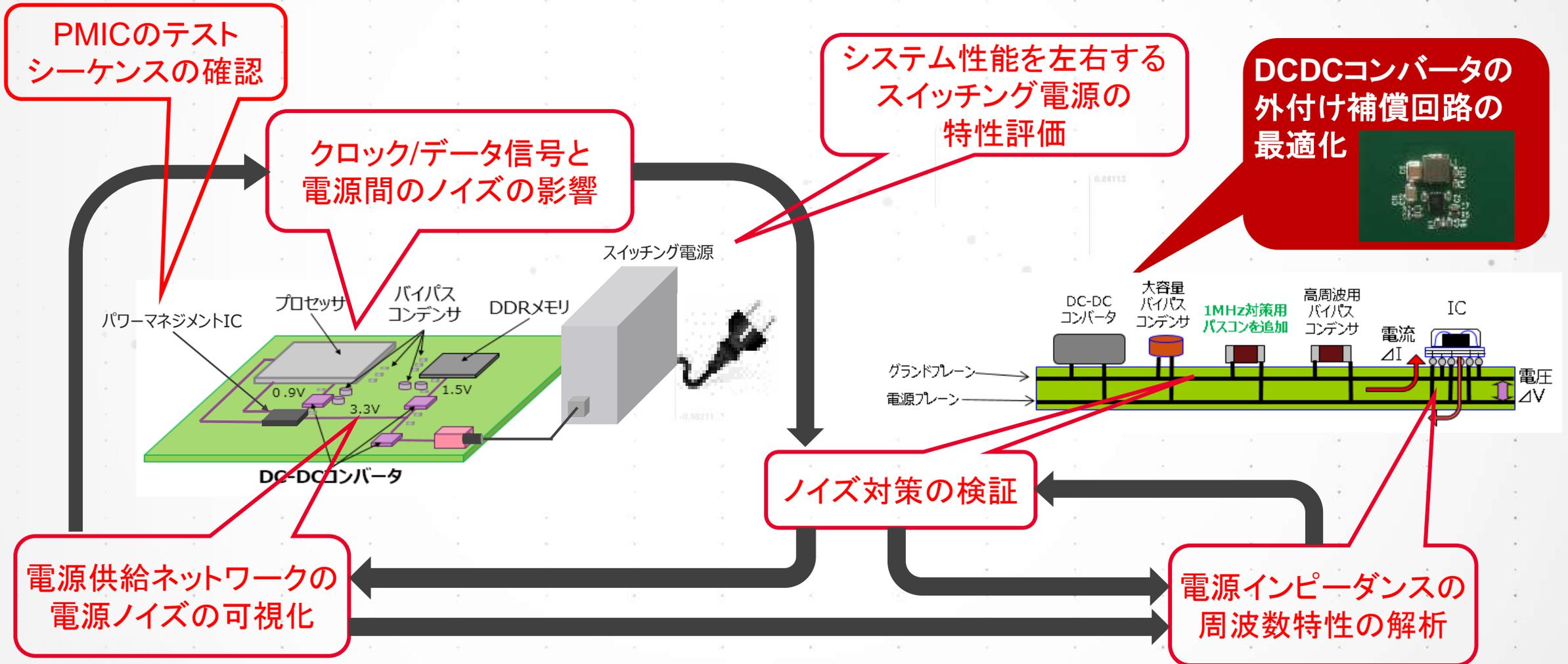
1147B 50 MHz、15A AC/DC電流プローブ

スイッチング電源の解析ガイド



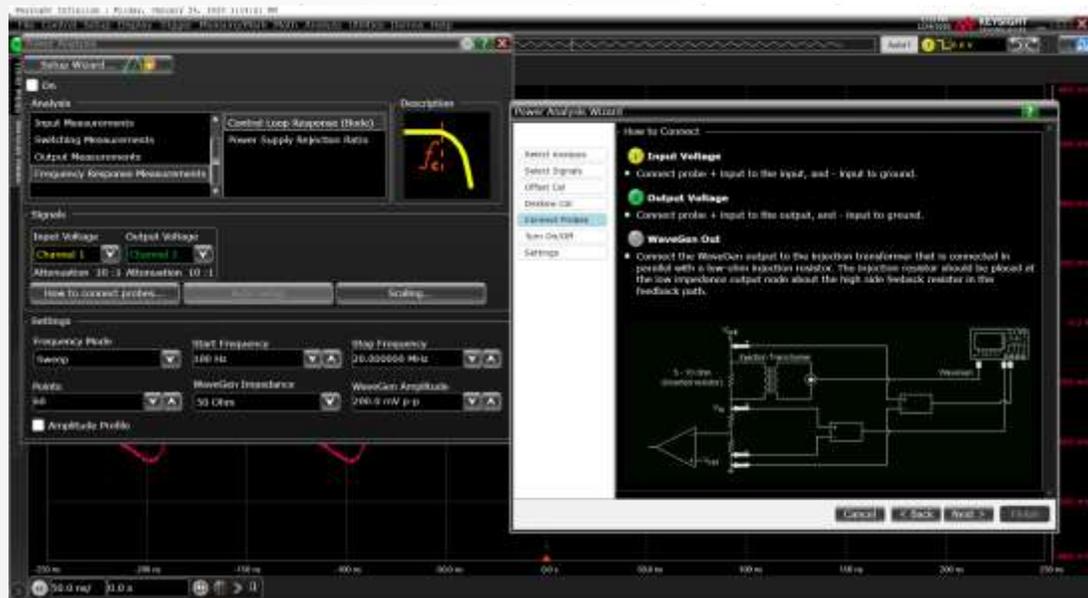
Infiniium EXRシリーズ オシロスコープ

電源回路を幅広くカバーする豊富な解析機能



DCDCコンバータの外付け補償回路の最適化

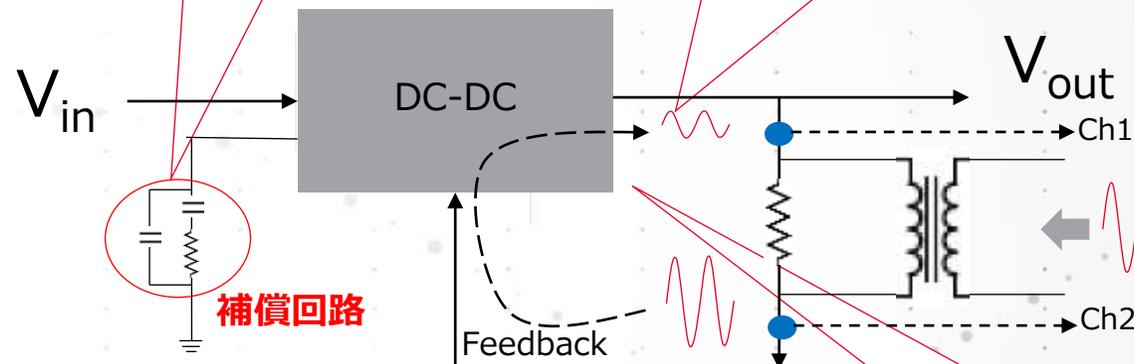
FRA 周波数応答解析



位相/利得余裕は補償回路で調整

② DC-DCが正常に働けば干渉波はきれいになる

① 干渉波を印加



③ 利得があるか 位相が反転しないか

- 位相余裕
ループ利得 0dBのときの位相差
位相余裕の目安は**45deg~60deg**
- 利得余裕
位相差 0° のときのループ利得
-10dB程度であれば十分

クロック/データ信号と電源間のノイズの影響

スイッチング電源の特性評価

DCDCコンバータの外付け補償回路の最適化

◆ まとめ

- D9010POWA パワーインテグリティ解析ソフトウェア
 - 実測データから電源ラインとクロック/データラインの相互の影響を計算し、影響を排除した状態が分かるので、基板の改版前に効果を検証できる。
- D9010PWRA スwitchング電源解析ソフトウェア
 - 効率やスイッチング電源の必要な解析、FRA(周波数応答解析)機能で、DCDCコンバータの補償回路の検証、電源ノイズ除去比などの内蔵の波形発生器を使った自動解析も可能

◆ 参考資料:

- スイッチング電源の解析ガイド(電子ブック)
- 進化するDC-DCコンバータ評価！あなたは乗り遅れていませんか？(Webセミナーいつでも受講可)
- 電源ノイズが信号ラインに与える影響と評価(Webセミナーいつでも受講可)
- EXRオシロスコープ データシート(データシート)

電源回路のトラブルならEXR！その革新的な測定技術とは？

Agenda:

- はじめに:
- パワーインテグリティ測定
- 電源回路を幅広くカバーする豊富な電源解析機能
- **EXRオシロスコープの革新的な機能**
 - ロングメモリなのに高速波形表示
 - 遡って解析、異常現象だけ記録
 - 2クリックデバッグ

常に速い(特別なモード設定不要)

ロングメモリなのに高速波形表示: UXRシリーズ搭載のASICテクノロジー

Sシリーズオシロスコープ(1000波形/秒)



EXRシリーズオシロスコープ(20万波形/秒)



- 異常波形検出(波形更新およびトリガ検出速度): 200倍速
- アベレーシング速度: 120倍速
- Eye Pattern測定: 50倍速

Infiniiumオンラインで有効利用

測定ベンチの有効活用、リモート操作、レポート作成の効率化

[⇒ Infiniium Offline紹介ビデオ](#)



D9010BSEO

Infiniium オンライン解析ソフトウェア

- PC上で、Infiniium シリーズ オシロスコープと同じGUIで波形データ解析が可能
- 大型マルチディスプレイ環境で使用可能

N8834A (D9010BSEOに含む)

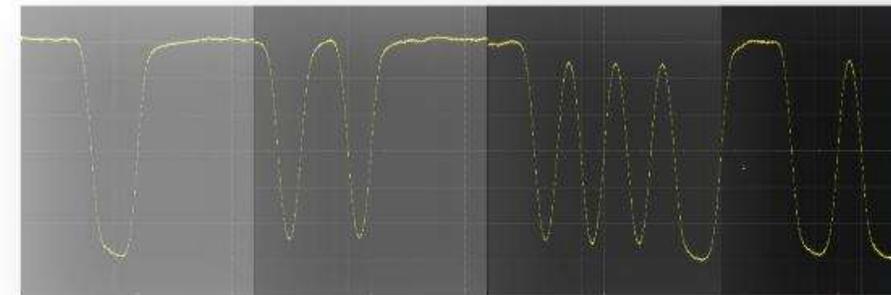
MultiScopeアプリケーション

- Infiniiumオシロスコープをリモート操作可能
- 10台までのInfiniiumオシロスコープを1台のInfiniiumオシロスコープとして使用可能

ヒストリーモード & セグメントメモリ

遡って解析、異常現象だけ記録

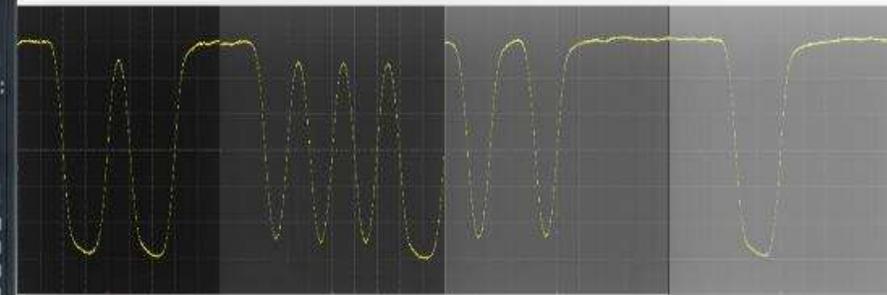
ヒストリーモード



過去の異常現象を遡って確認



セグメントメモリ



未来の異常現象を記録

One-Click デバッグ: フォルトハンター機能

波形を学習し、エラーを自動検出

- フォルトハンター: 自動的に異常信号を検出
- エラー波形にジャンプ、トリガ条件の自動生成も可能



Fault Hunter

Fault Hunter automatically finds the most common types of signal faults. It begins by getting statistics on standard measurements and then runs tests to find outliers.

Setup

Source: Channel 2

Triggers: Triggering - Finds rare faults, restricted limits. Limit Test - May miss rare faults, unrestricted limits.

Duration: Run for a minute

Autoscale

Control

Auto Setup Run All after Auto Setup Run All Tests

Results

Test	Result	Mean	Std Dev	Acceptable Range	Run	View	Copy to Trig
Positive Glitch	Failed	34.8 ns	184 ps	> 17.3951 ns	Run	View	Copy to Trig
Negative Glitch	Passed	34.8 ns	9.32 ns	> 17.3951 ns	Run	View	Copy to Trig
Slow Rising Edge	Passed	11.1 ns	356 ps	< 12.2036 ns	Run	View	Copy to Trig
Slow Falling Edge	Passed	11.5 ns	378 ps	< 12.6759 ns	Run	View	Copy to Trig
Positive Runt	Failed	Low -359 mV : Hi 385 mV	9.19 mV	> -209.8 mV and < 237.0 mV	Run	View	Copy to Trig
Negative Runt	Passed	Low -359 mV : Hi 385 mV	9.19 mV	> -209.8 mV and < 237.0 mV	Run	View	Copy to Trig

信号波形不具合の一覧表示

電源回路のトラブルならEXR！その革新的な測定技術とは？

まとめ：

- パワーインテグリティ測定ツールが豊富
- 適切な測定ツールを使うことが、トラブル解決の近道
- すべて拡張可能であれば、将来のニーズに対応可能

➤ ご紹介ビデオ：

➤ [Infiniium EXRオシロスコープ紹介ビデオ \(6:33\)](#)

➤ [Infiniiumオンラインソフトご紹介 \(3:52\)](#)

➤ お試しキャンペーン

➤ [EXRオシロスコープ無償お試しキャンペーン](#)

➤ [1000Xシリーズ無償お試しキャンペーン](#)



デモ機お試し体験プログラム（無料）

Infiniium EXRシリーズ 8chオシロスコープ

2020年11月11日にリリースしたばかりのEXRシリーズ オシロスコープは、4chから8chへのチャンネル増設を含むすべての機能がアップグレード可能で、400Mptsのロングメモリと>20万波形秒の最大波形更新速度も両立する画期的なオシロスコープです。実際にその違いを体験していただけるようにデモ機の無償お試しプログラムを用意しました。ぜひお気軽にリクエストしてください。お待ちしております。

【無償お試しプログラムの内容】

・ お貸し出し対象デモ機：EXR258A Infiniium EXR 2.5GHz 8ch オシロスコープ波形発生器内蔵

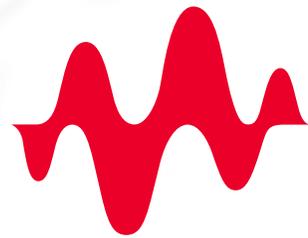
【主な特長】

- ・ アナログチャンネル：8ch または 4ch（購入後に8chに増設可能）
- ・ 測定帯域：500MHz、1GHz、2GHz、2.5GHz
- ・ 最大波形更新速度：>20万波形/秒
- ・ 世界最高級のUXRシリーズのASIC搭載により実現
- ・ 7 in 1 の測定機能を内蔵：
① オシロスコープ、② ロジックアナライザ、③ プロトコルアナライザ、
④ デジタル電圧計、⑤ 10位 電圧数カウンタ、⑥ 電圧数レスポンスアナライザ（ボード確認プロッター）、⑦ 任意波形発生器

Appendix

推奨オンデマンドWebセミナー(いつでも視聴可)

- **基本計測器:**
 - 正しい波形を見るためのオシロ基礎講座:本体編
 - 正しい波形を見るためのオシロ基礎講座:プローブ編
 - こんなプローブがあったのか!オシロのプローブ紹介 **最新版**
 - プログラミング不要 自動計測で効率アップ
 - インピーダンス測定の基礎
- **デジタル測定:**
 - 既存の方法からの脱却!電源回路評価の新提案
 - **電源ノイズが信号ラインに与える影響と評価**オシロを使うための基礎知識
 - 発生頻度の低い信号のオシロスコープでの測定
 - オシロスコープによる測定を改善するヒントとテクニック
- **IoT:**
 - IoT電源ラインの電流および電圧波形の特性評価を加速
 - 低消費電力化を極めるための微小電流プロファイル解析



KEYSIGHT
TECHNOLOGIES