

時間軸と周波数軸を統合した デバッグ・アプリケーション例のご紹介



テクトロニクス・イノベーション・フォーラム2011
RFアプリケーション・エンジニア 中塚 修司

www.tektronix.com/ja

アジェンダ

- 市場動向とユーザ・ニーズ
- MDO4000シリーズ・ミックスド・ドメイン・オシロスコープのご紹介
- VCO/PLL ロジック回路 RF出力の
関解析例 時間相
- ZigBee設計例
- ノイズ源の特定例

市場動向とユーザ・ニーズ

- どこでもワイヤレス
 - データ伝送のワイヤレス技術の爆発的な進歩により、従来の伝送線路を使用した通信はワイヤレスに移行
 - 業務用と個人用途に関わらず、あらゆる業界に浸透
- 組込機器設計者の責務は拡大している
 - RFに関連した新たな問題の解決には、オシロスコープはツールとして適切ではない
- 無線機器が組込機器になった
 - 無線の設計者は彼らの技術を組込機器に対応させる課題に直面している
- RF信号はより時間変動する仕様に推移
 - バースト通信が省電力に寄与
 - 複雑な周波数ホッピング変調方式の導入

市場動向とユーザ・ニーズ

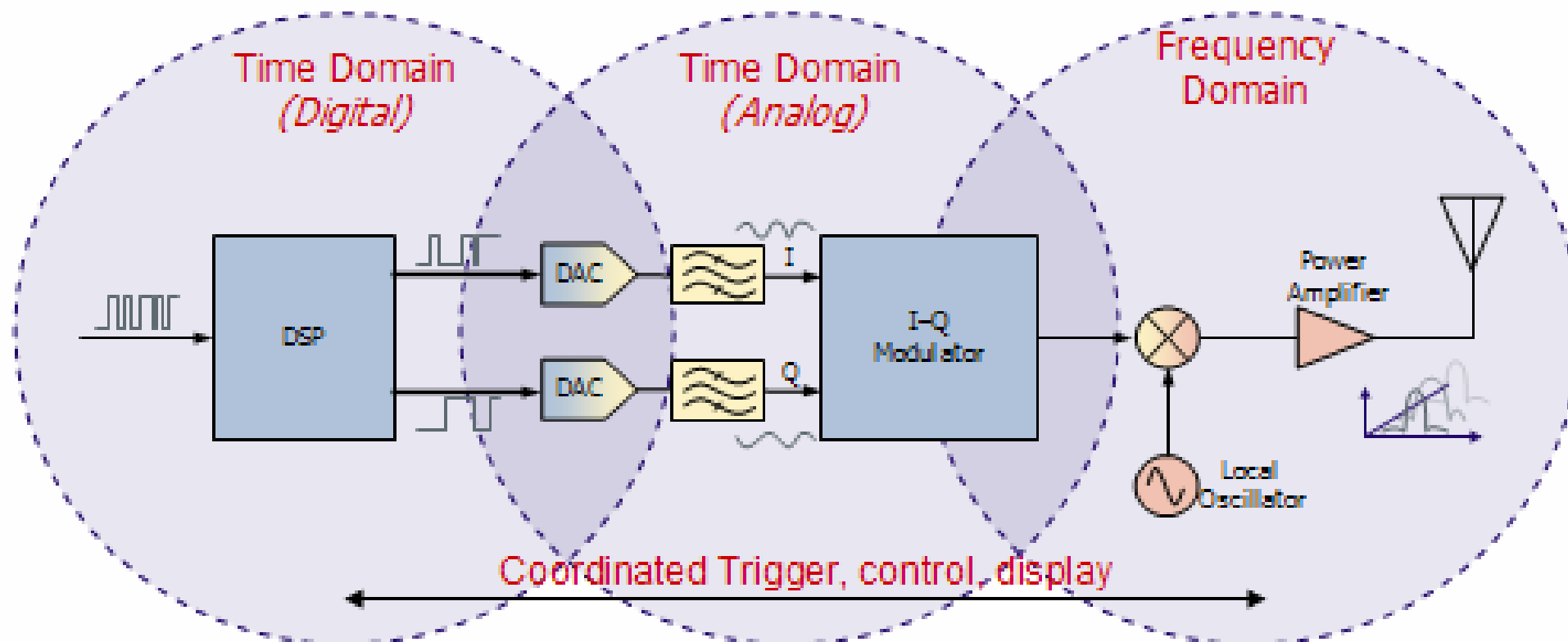
- 帯域幅が急激に拡大するワイヤレス
 - － 異なる周波数の複数の通信規格が同居するデバイスの測定が必要
 - － 例：900MHz帯のZigBeeと2.4GHz帯のBluetoothが一つのデバイスに統合
- EMCは今まで以上に重要
 - － EMCのトラブルシュー트가更に困難に
 - － 輻射が間欠的になる
 - － 輻射が方向性を持つ
- 設計者のいろいろな面での効率が期待される
 - － より速い製品設計
 - － 少ない予算でより多く
 - － RFとRFツールへの不慣れさが効率改善の壁

設計統合の重要性

デジタル

アナログ

RF



テクトロニクスMDO4000シリーズ

世界初、ミックスド・ドメイン・オシロスコープの登場

2011/8/31～ 新発売

時間
ドメイン

周波数
ドメイン

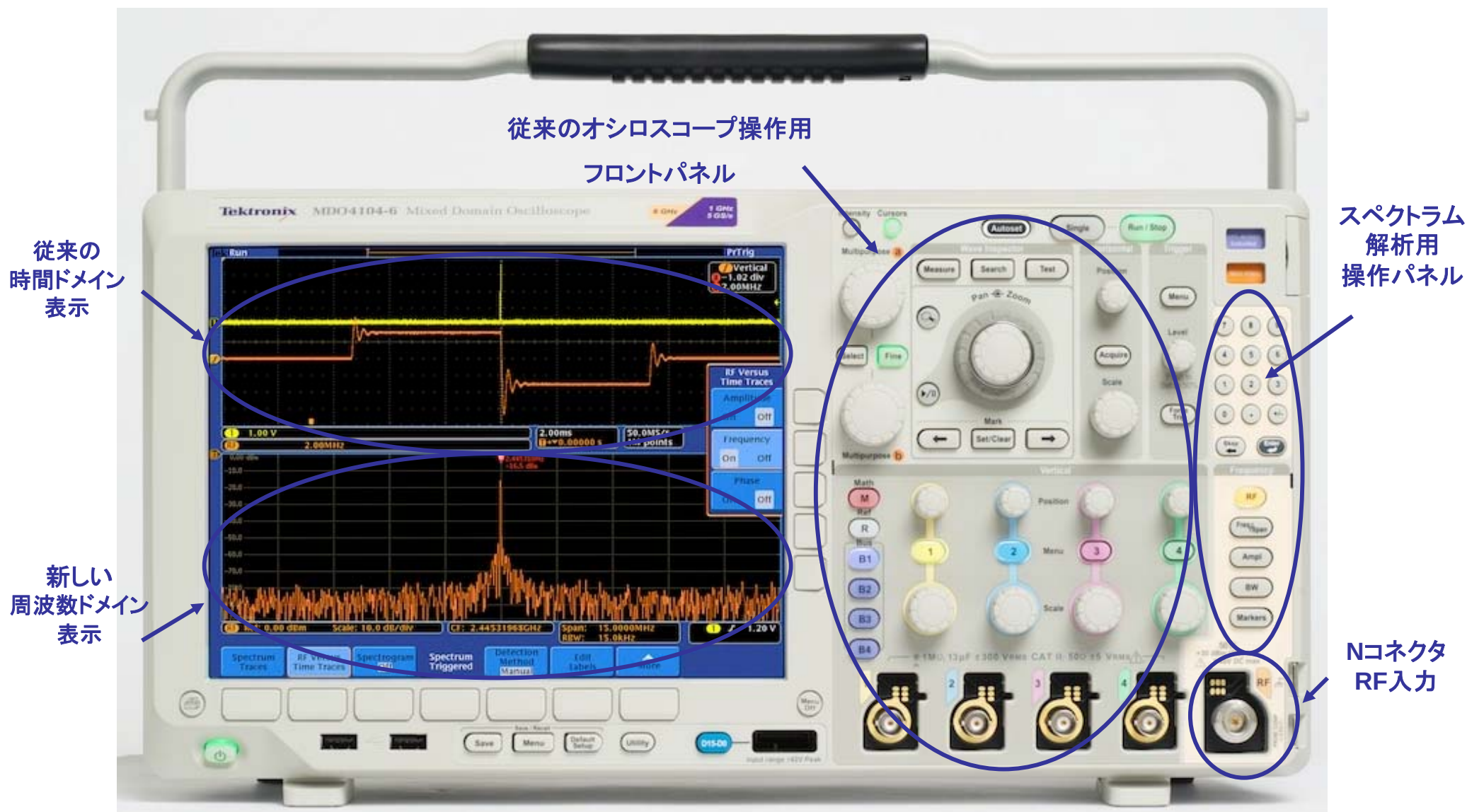


New

スペクトラム・アナライザを統合した
唯一の オシロスコープ

世界で最初のミックスド・ドメイン・オシロスコープ(MDO)の誕生

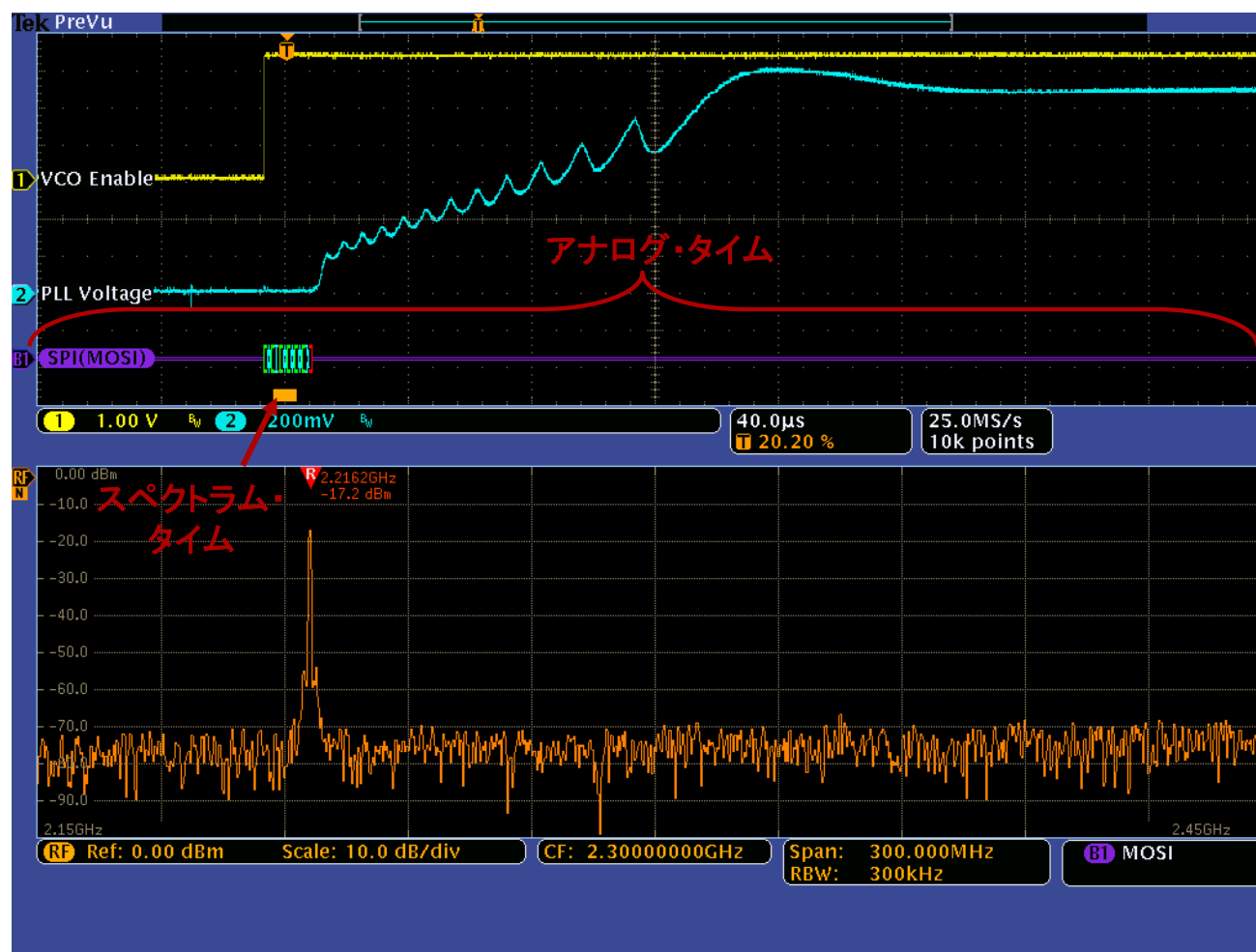
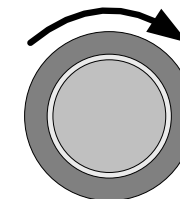
MDO = 時間相関をもったアナログ、デジタル そしてRF 計測を一つにパッケージ



時間相関のとれたマルチドメイン測定

スペクトラム・タイムによる最新解析

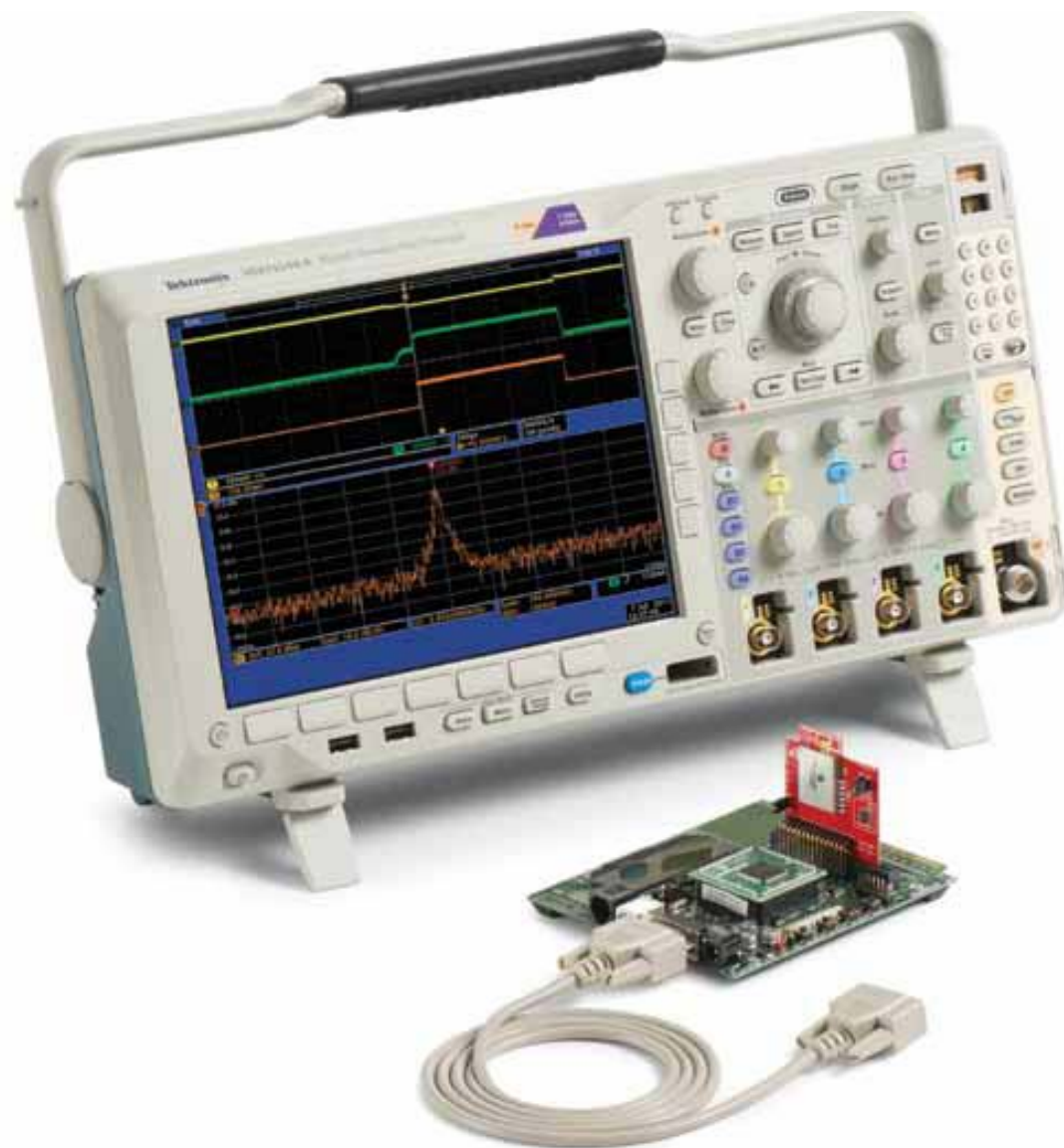
- スペクトラム・タイム= ウィンドウ係数/ 分解能帯域幅 (RBW)
 - 下図の場合: $\text{スペクトラム・タイム} = 2.23 / 300,000 = 7.4\mu\text{s}$
- スペクトラム・タイムはウエーブ・インスペクタ・ノブによりアナログ・タイム全体を移動可能
- 取り込んだ信号全体に渡りスペクトラムの推移を観測可能
- 測定事例:
 - VCO/PLL立上り時の過渡現象
 - SPI バスはVCOにオン・コマンドを送信
 - スペクトラム・タイムをアナログ・タイム全体に移動して何が起きているかを検証



ZigBee設計において考慮すべて点

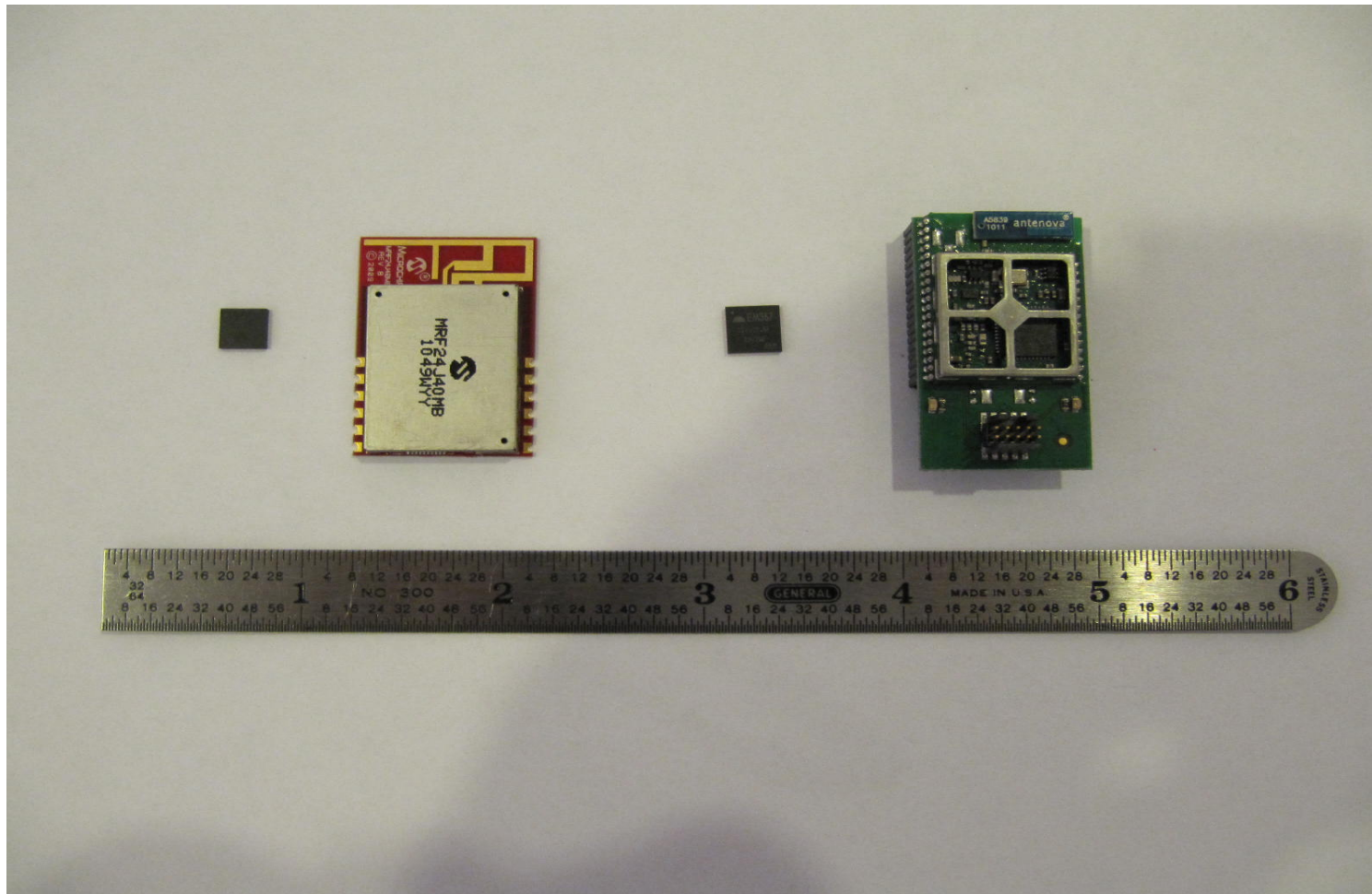
- コスト
 - 材料費 対 エンジニアリング／承認コスト
 - 構築する品質に依存
- 開発時間
 - エンジニアリング
 - エージェンシーによる承認
- 形状
 - 制約のあるスペースに対する柔軟性
- プロトコルの柔軟性
 - プロトコル変更の柔軟性
- 独自要件
 - マイクロコントローラの機能
 - ハイ・パワー
- アンテナの種類と取り付け

テクトロニクスMDO4000シリーズ ミックスド・ドメイン・オシロスコープと マイクロチップ無線テスト・ボード・モジュール

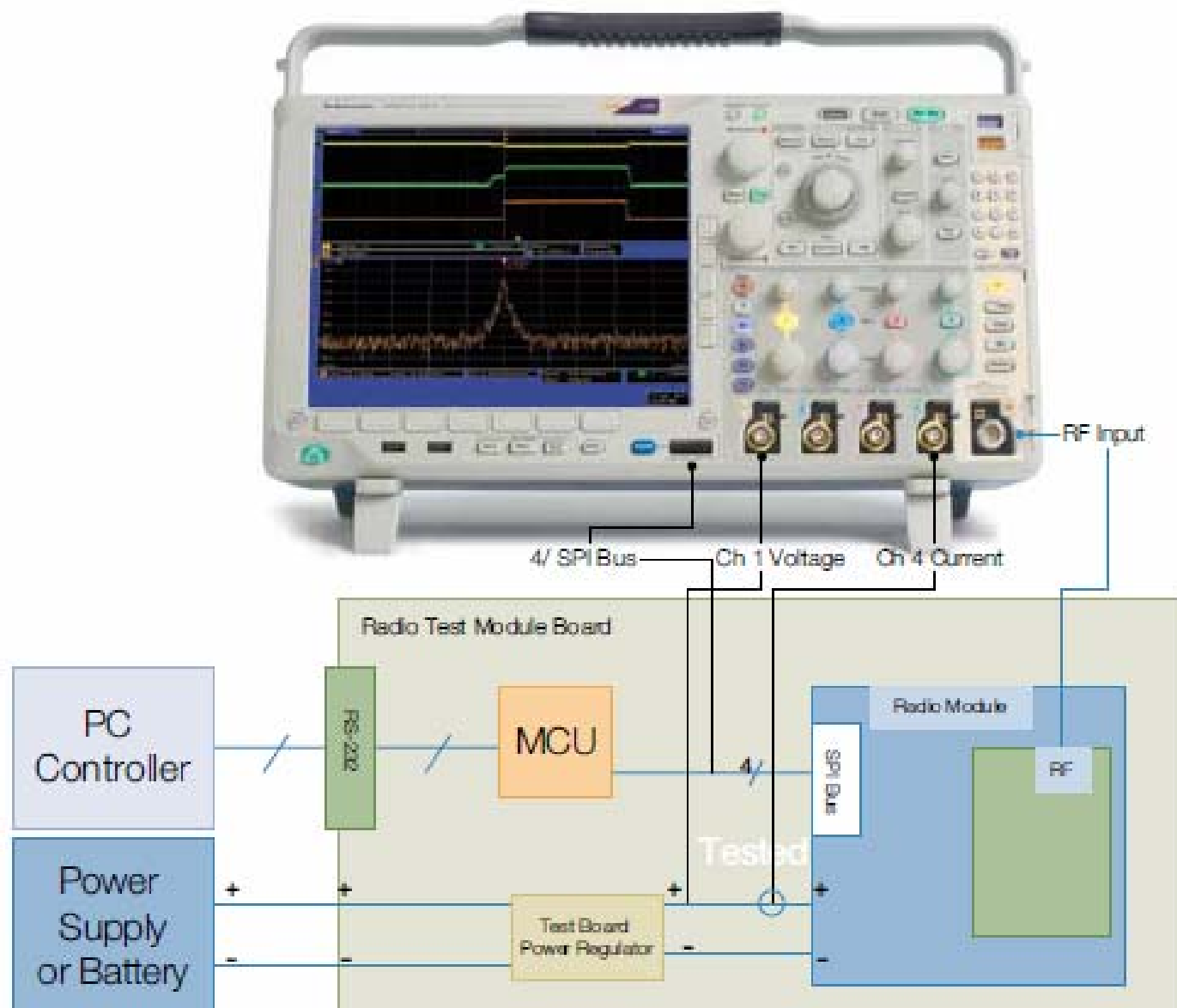


一般的なZigBee無線のオプション

- オプションには集積回路とモジュールが含まれる
 - － 内蔵または外部のマイクロコントローラ
 - － 内蔵または外部のアンテナ



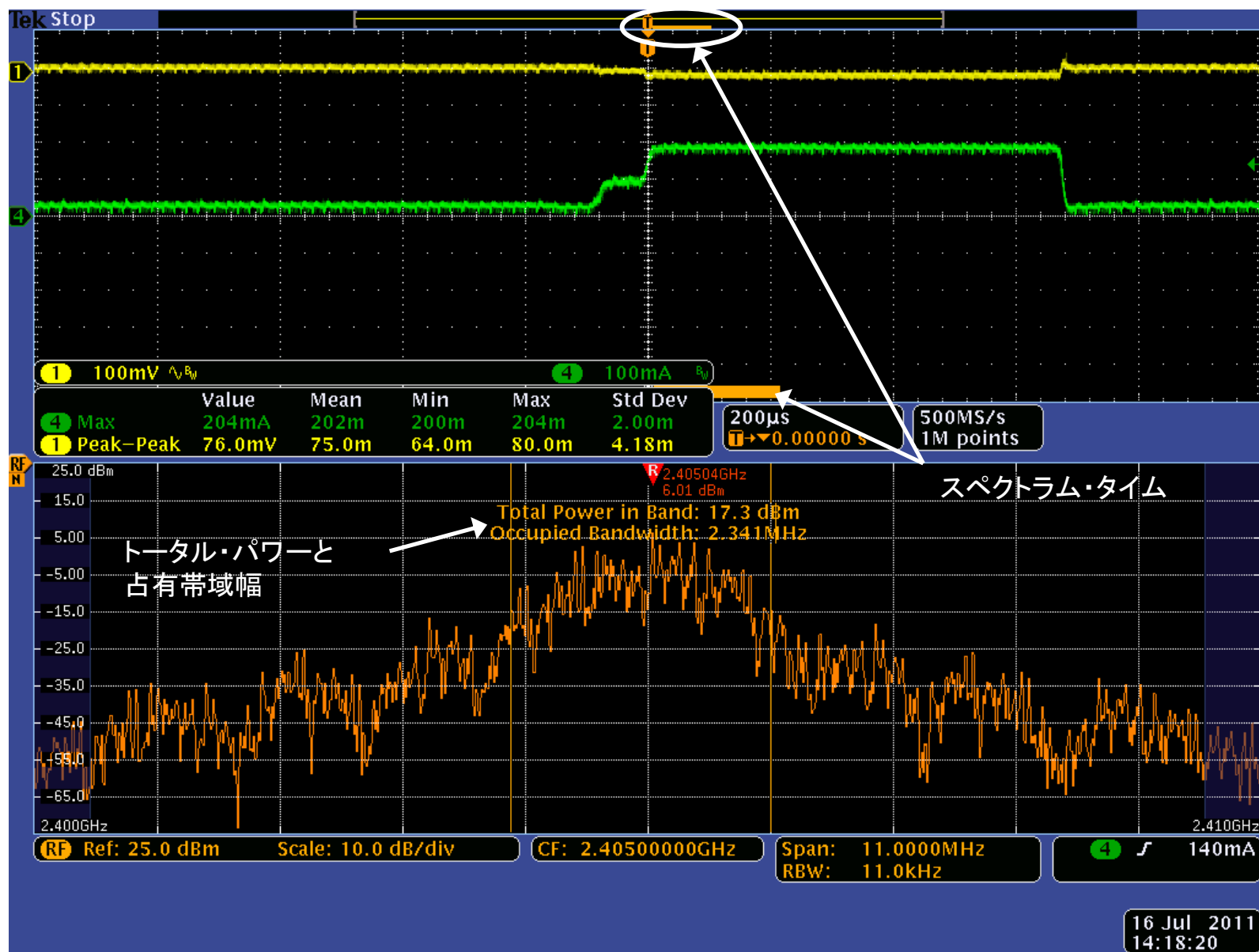
無線統合検証のためのテスト・セットアップ



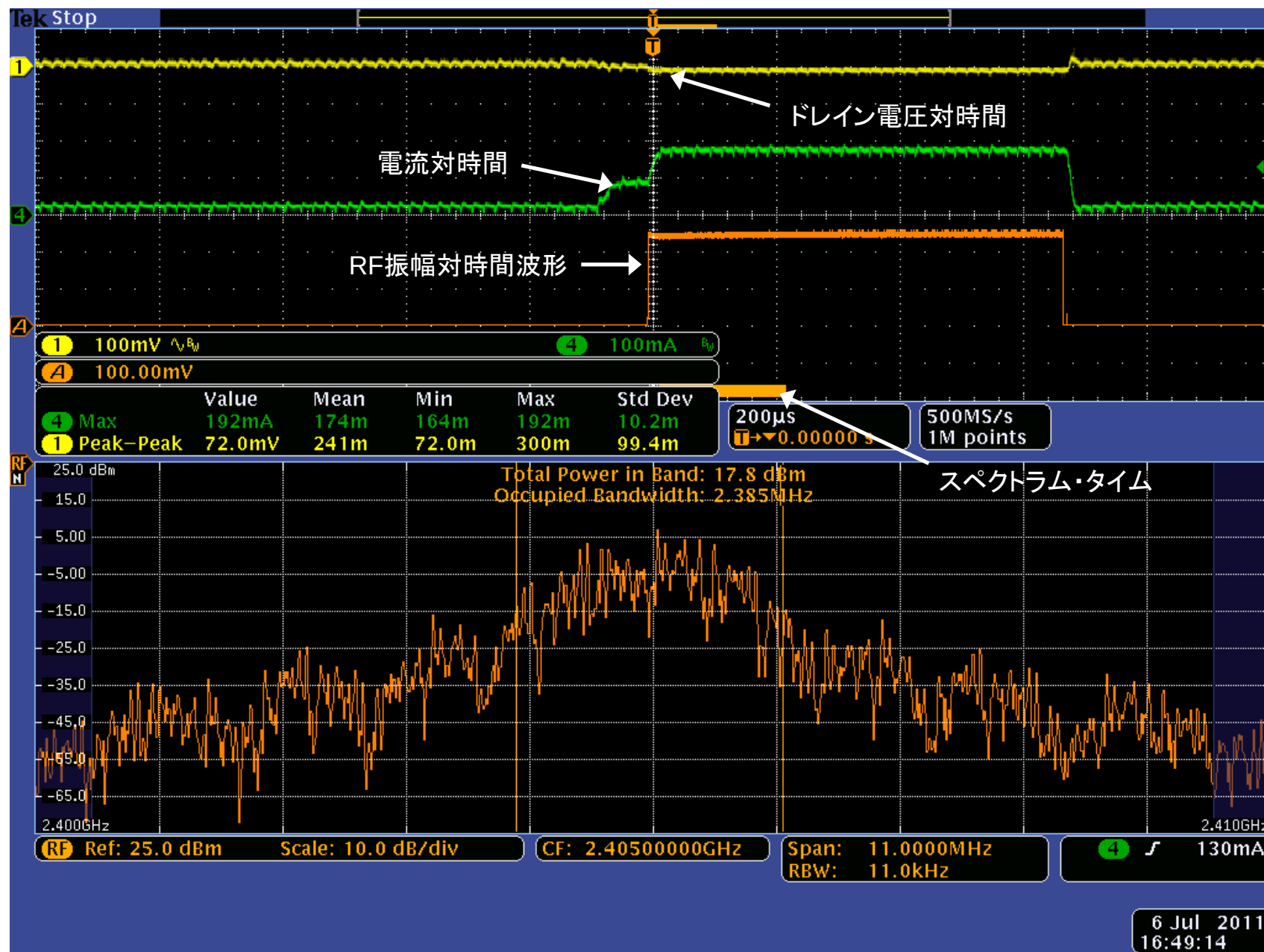
時間ドメイン、周波数ドメインの表示

時間ドメイン

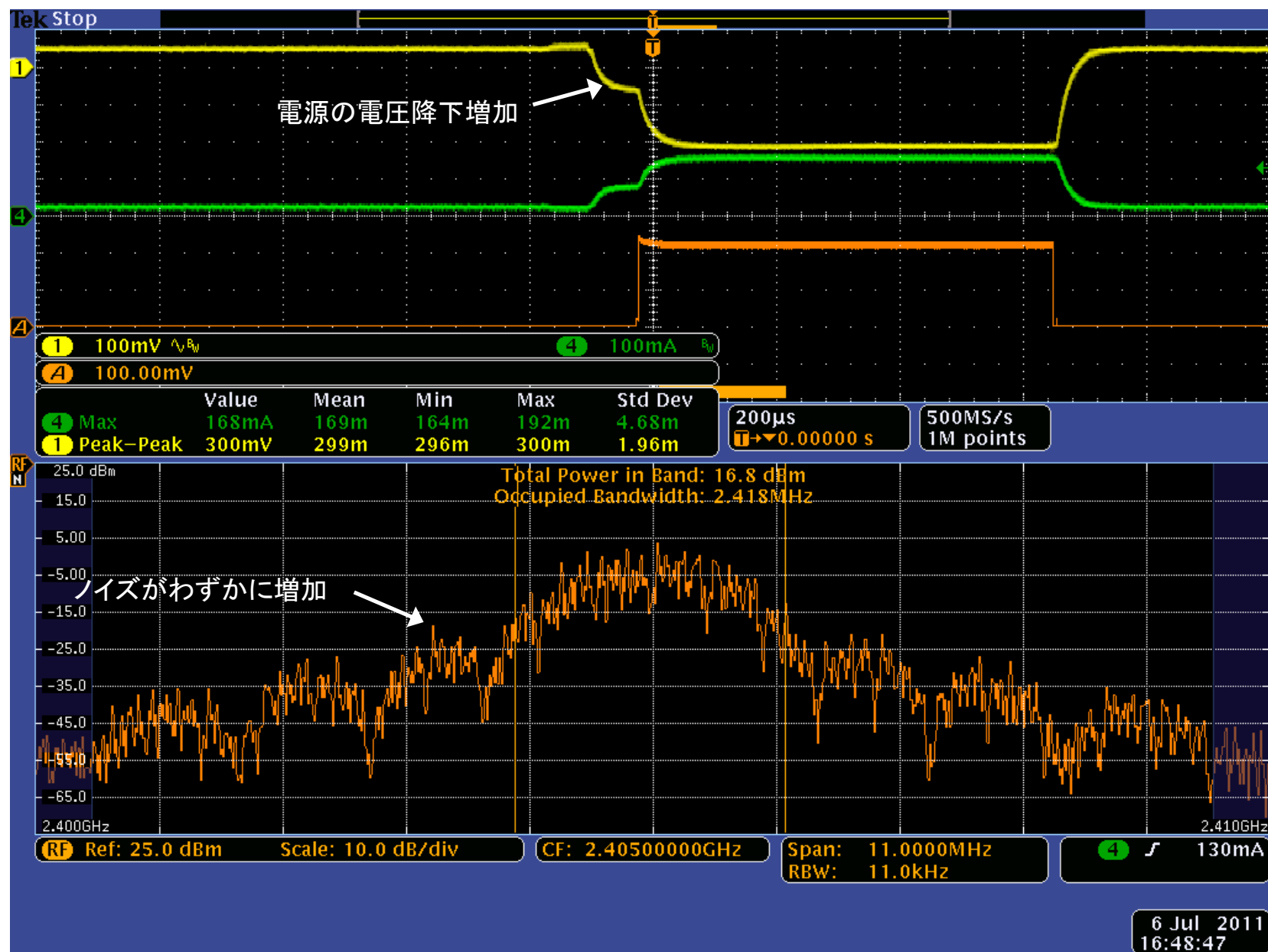
周波数ドメイン



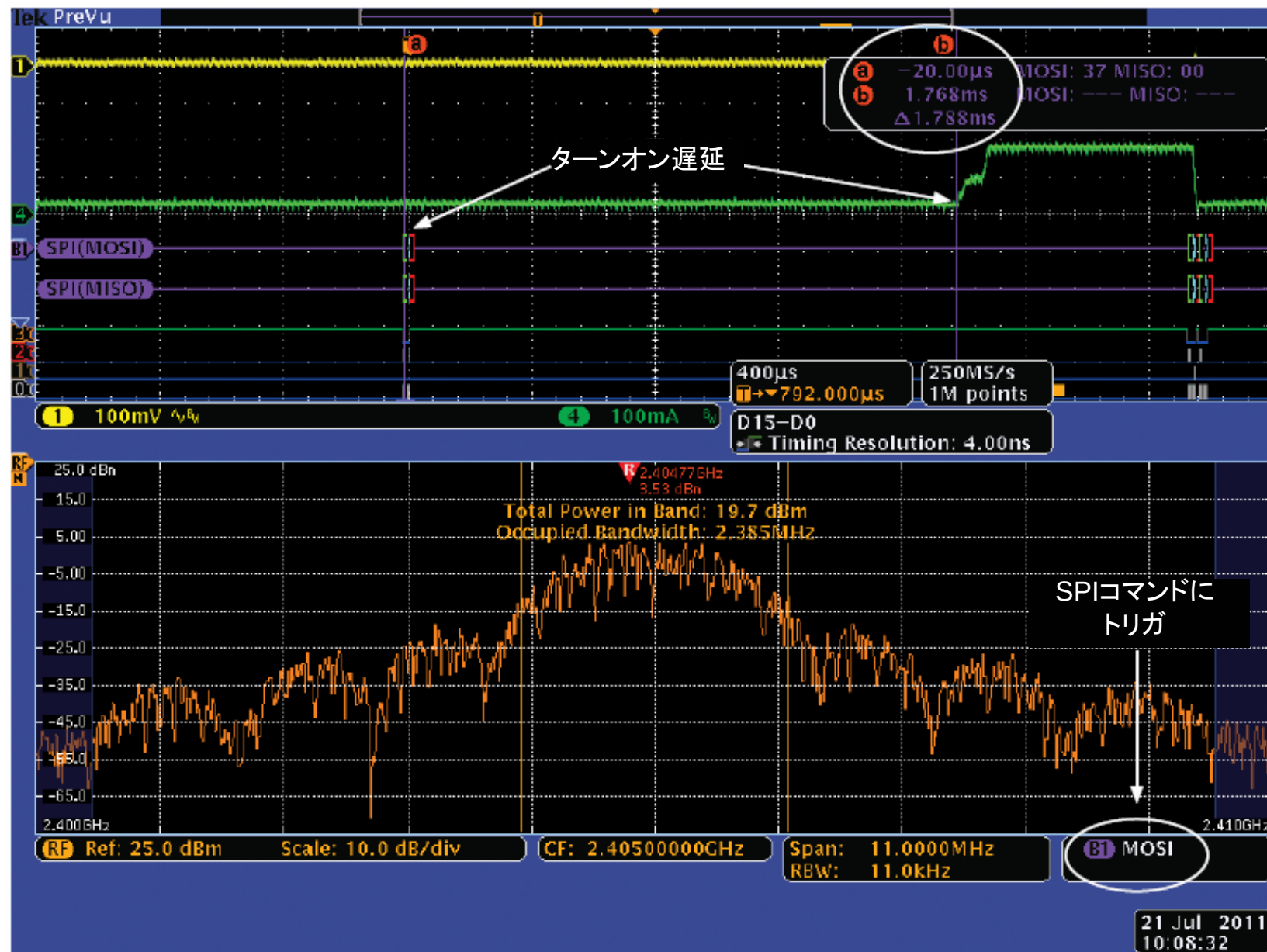
RF振幅波形の追加



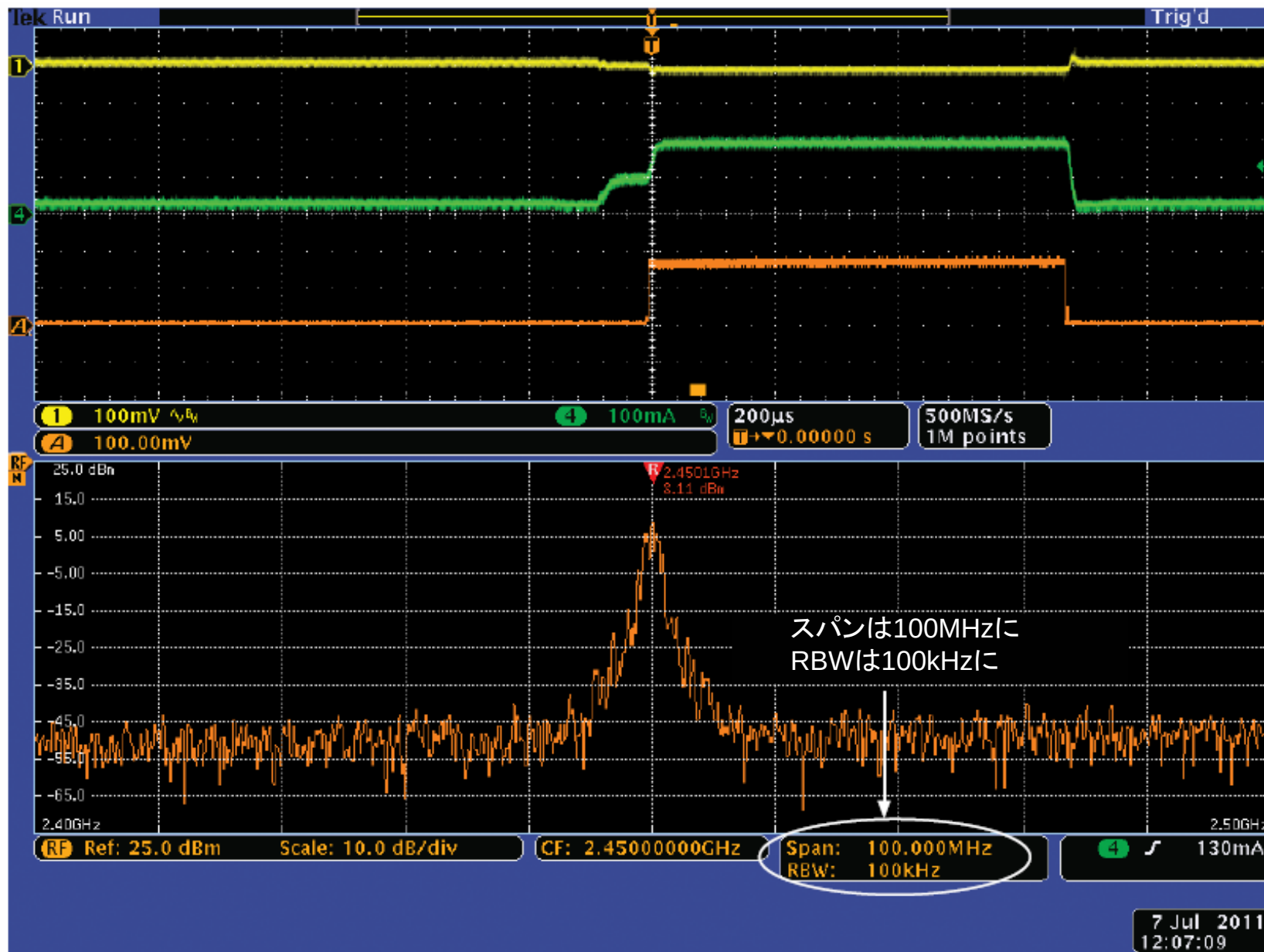
電源に抵抗を追加



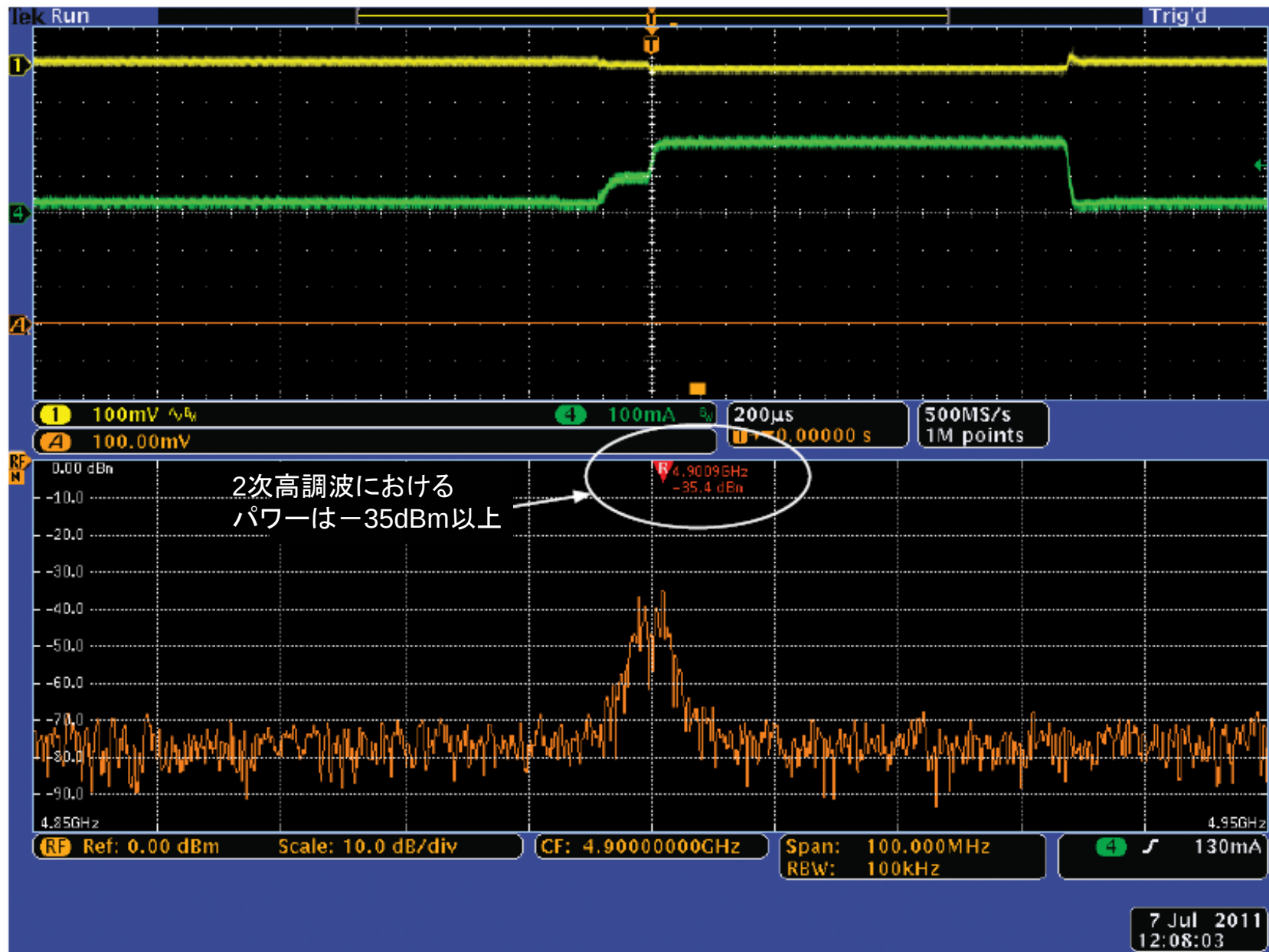
SPIコマンドでトリガした波形取込み



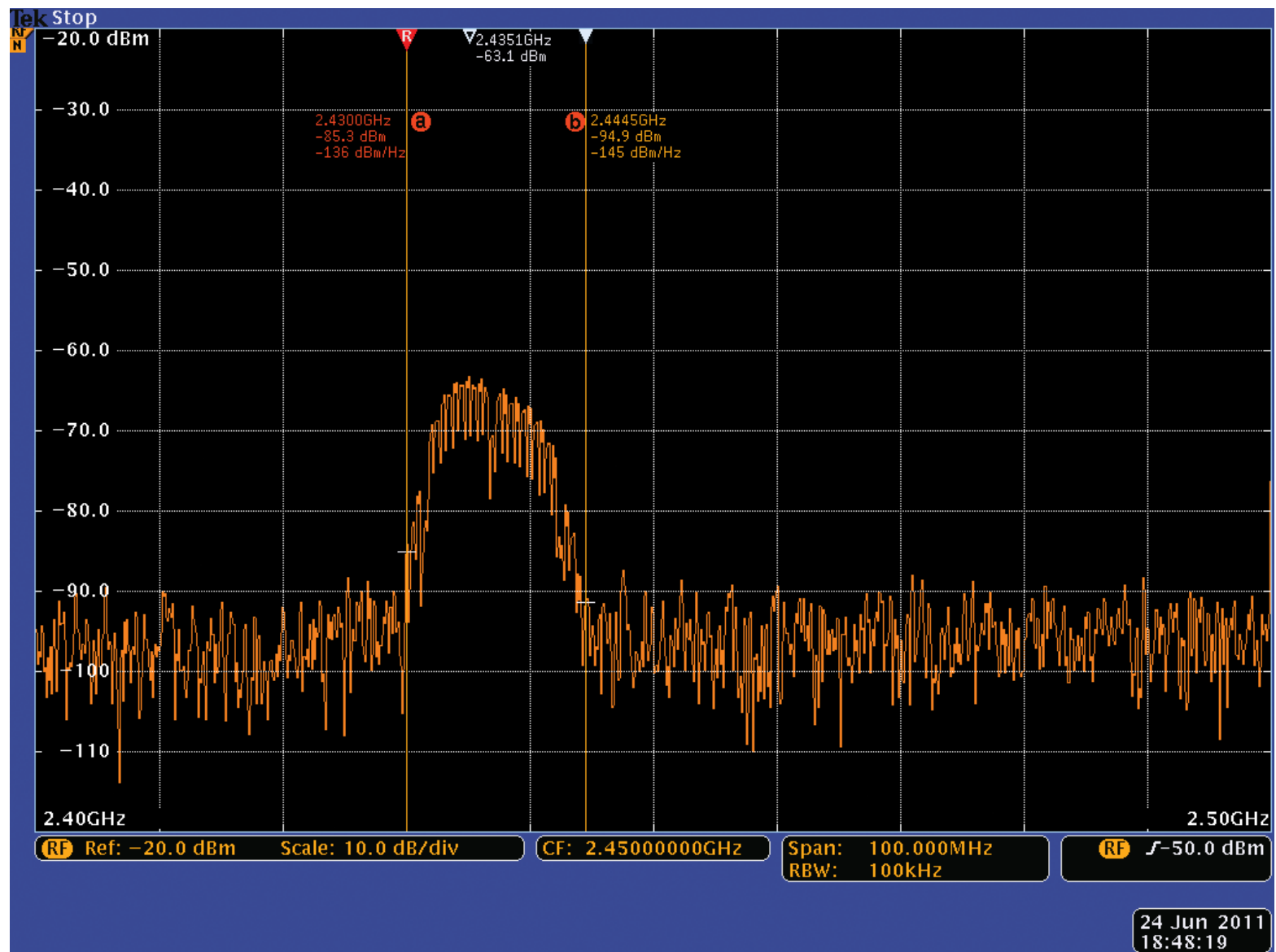
2.45GHzスペクトラムのワイド・スキャン



2次高調波、4.9GHzの検証



WiFi干渉信号



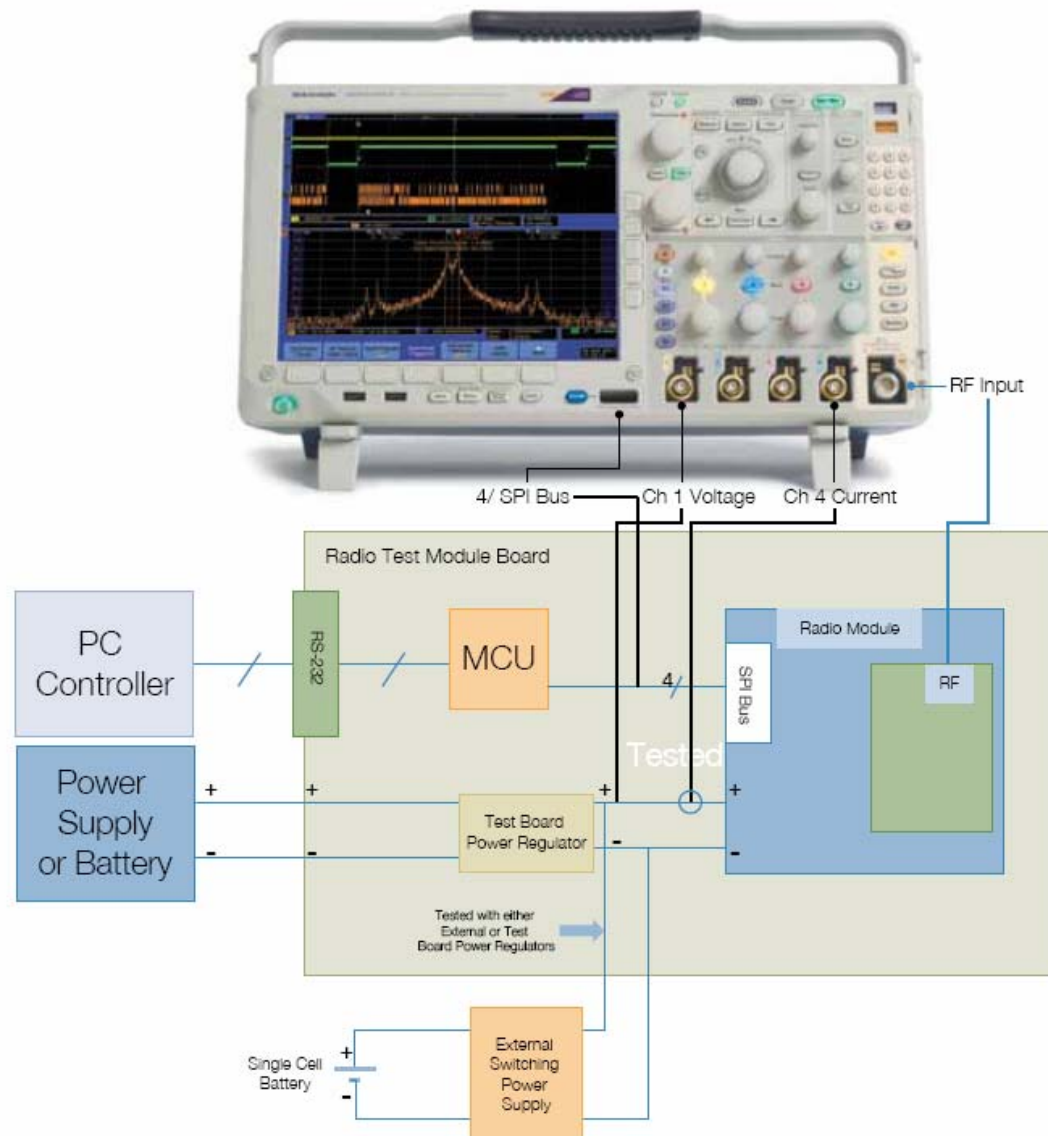
まとめ

- ZigBee、その他のIEEE 802.15.4無線実装のためのオプション
 - コスト
 - 開発時間
 - 独自要件
- どのような実装においても性能測定は必須
 - 通常の動作
 - スプリアス信号
 - 干渉
- テクトロニクス社のMDO4000シリーズは、これらの測定に最適なツール
 - アナログ4チャンネルで最高1GHz
 - 16デジタル・チャンネル
 - 最高6GHzのRFスペクトラム解析
 - バス・デコード
 - 小型・軽量

無線システムの統合で重要となるノイズ源の特定

- 無線通信に影響を及ぼす主なノイズ源
 - スイッチング電源
 - デジタル回路
 - 他の無線システムなどの外部ノイズ源
- 無線システムも他のシステムに影響を及ぼすノイズ源となる
 - トランスミッタからのスプリアス信号
 - 目的とするトランスミッタ出力の高調波
 - 無線機内部の付随するオシレータからの信号
- 規制への適合
 - トランスミッタ出力
 - 占有帯域幅
 - 副次的な輻射
- 適切なテストによって実現される無線システムの統合
 - RF測定
 - 電源測定

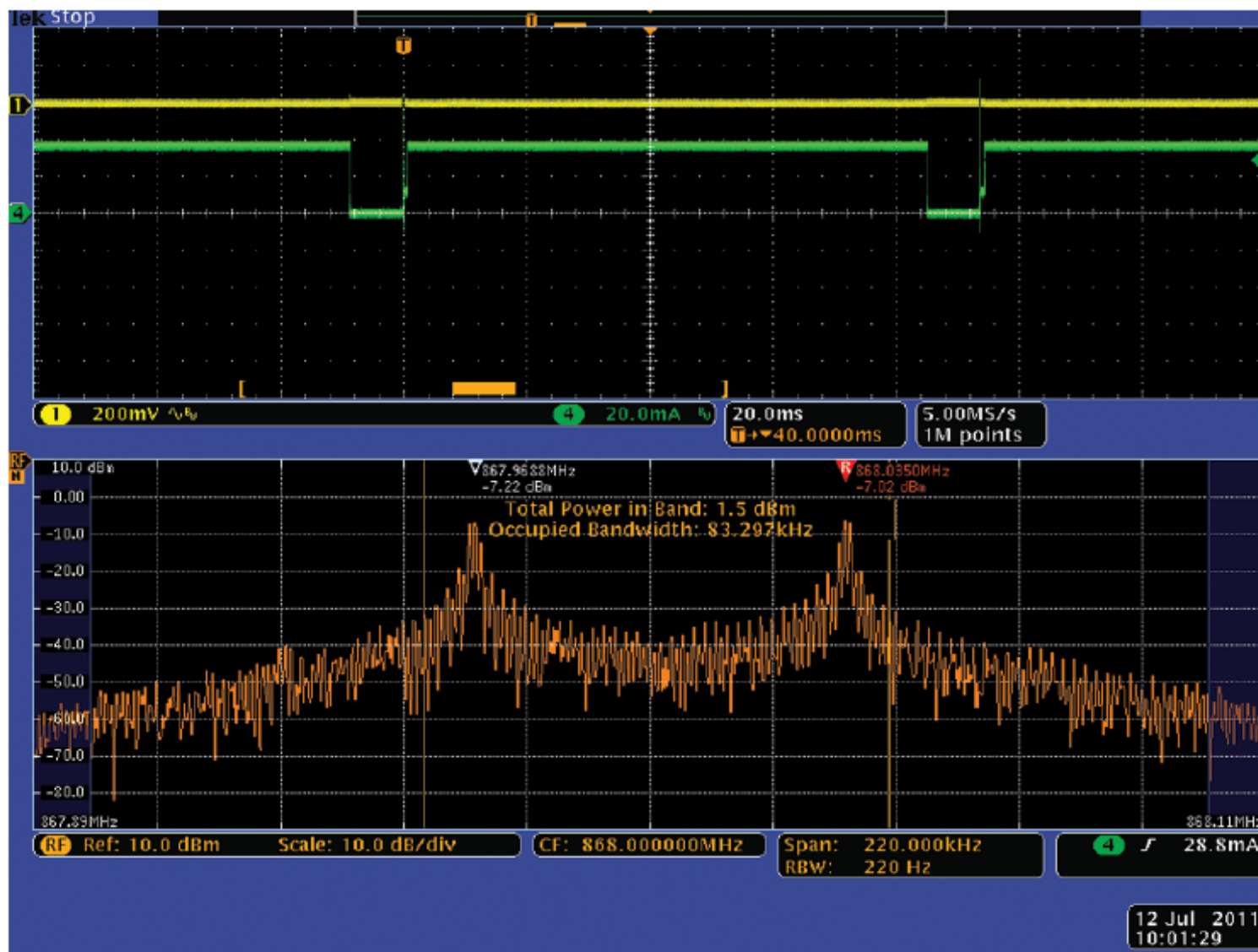
ノイズ源調査のためのテスト・セットアップ



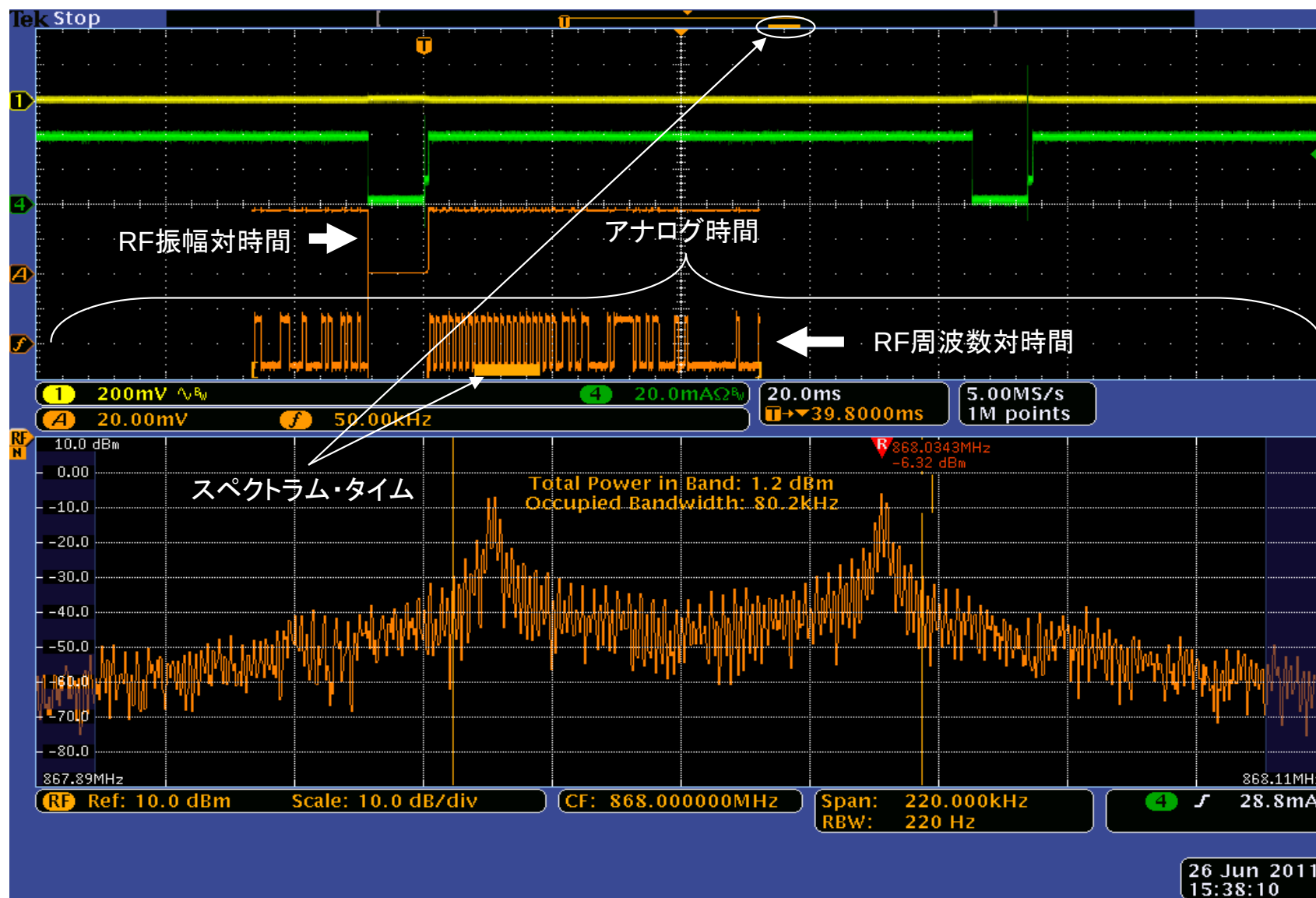
時間ドメインと周波数ドメインの信号表示

時間ドメイン表示

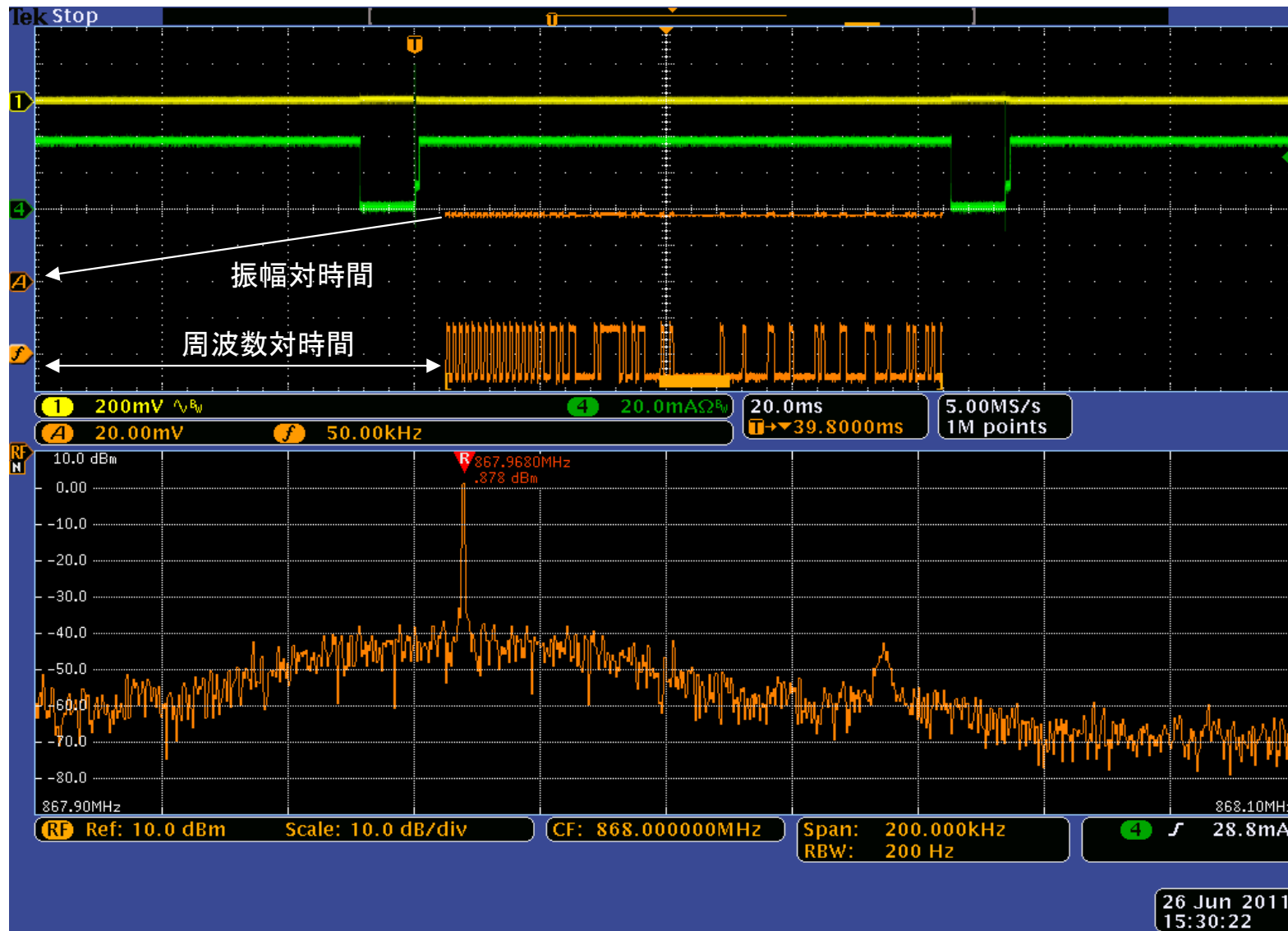
周波数ドメイン表示



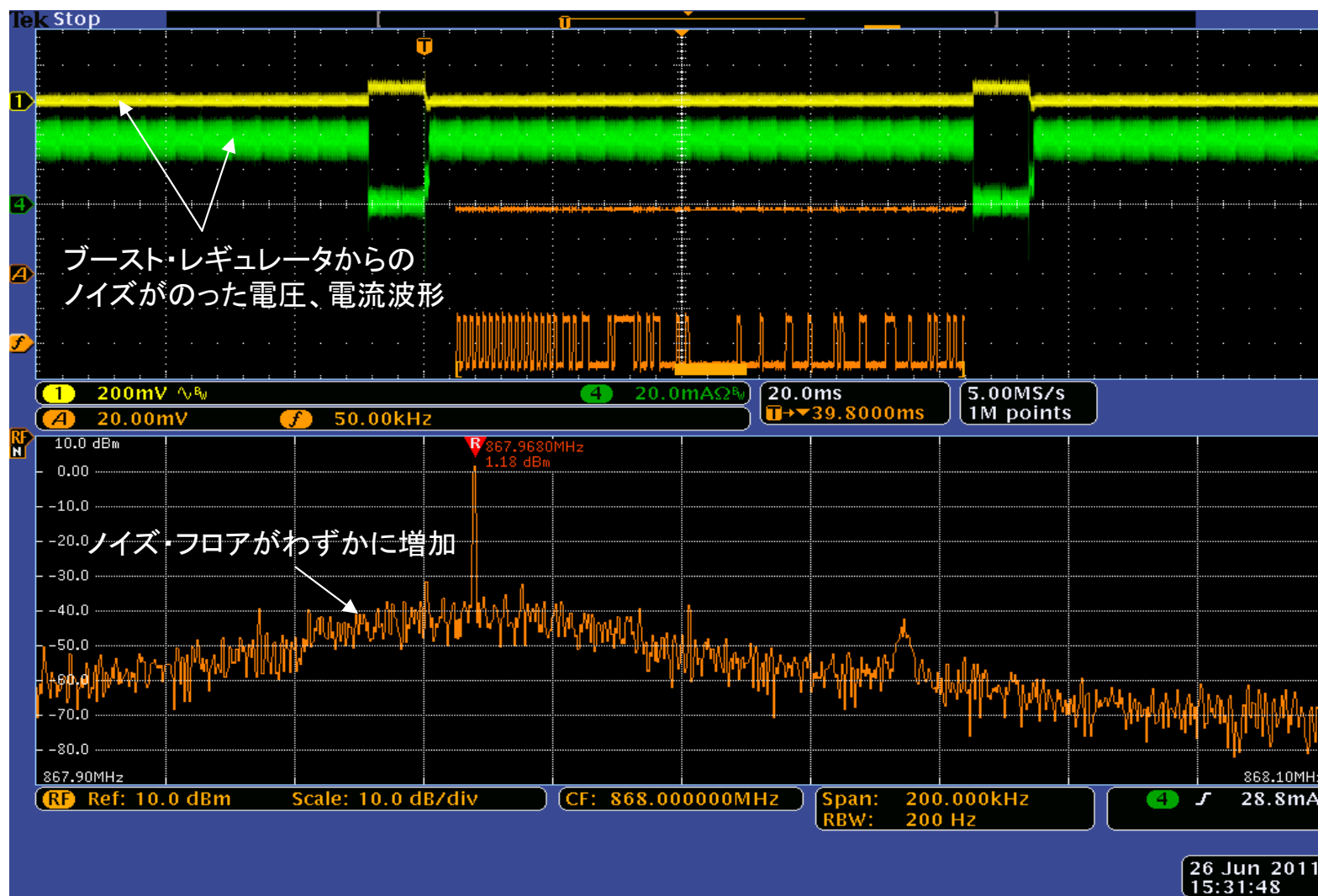
スペクトラム・タイムと占有帯域幅、パワーの測定



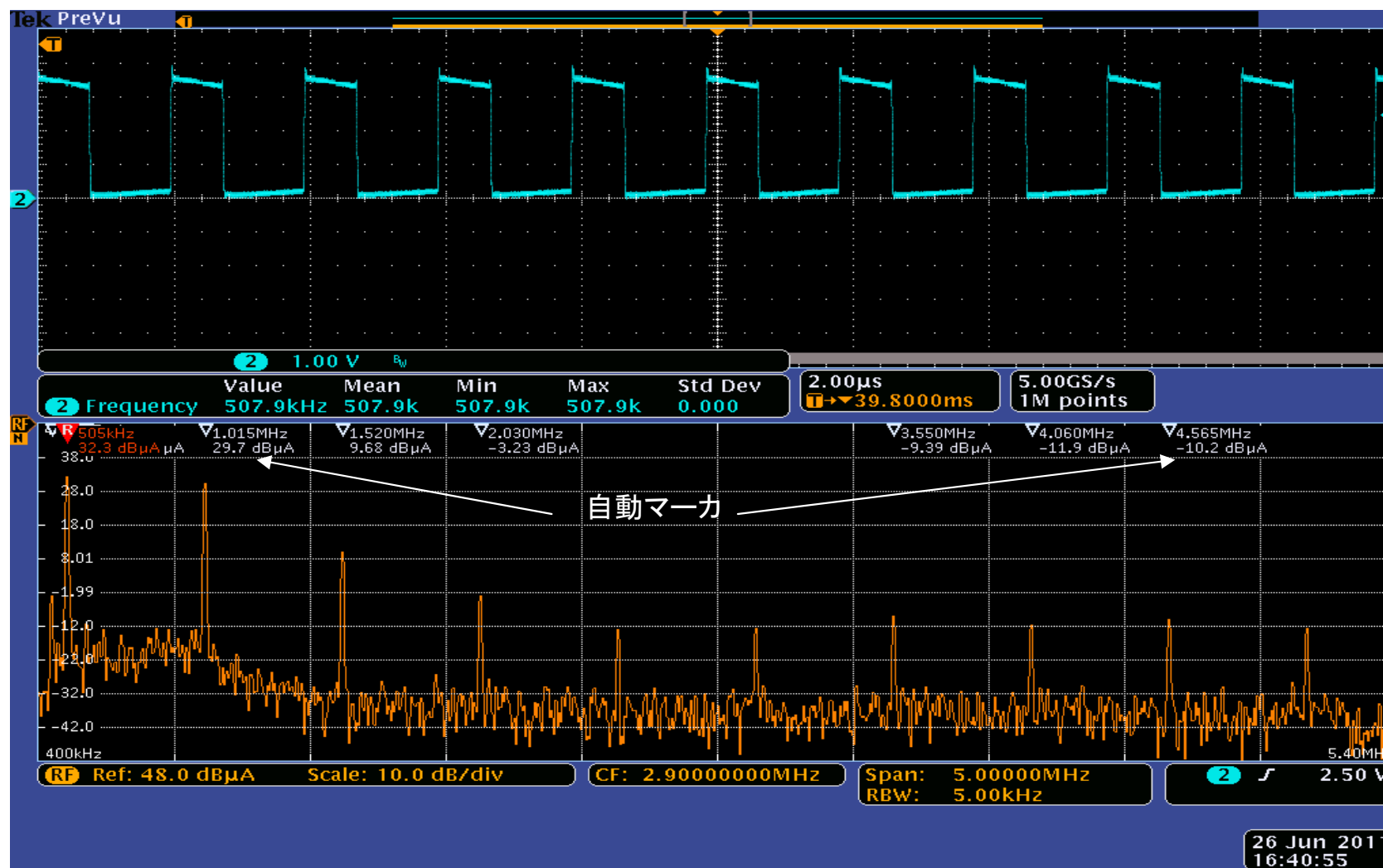
パケット・データにおけるスペクトラム



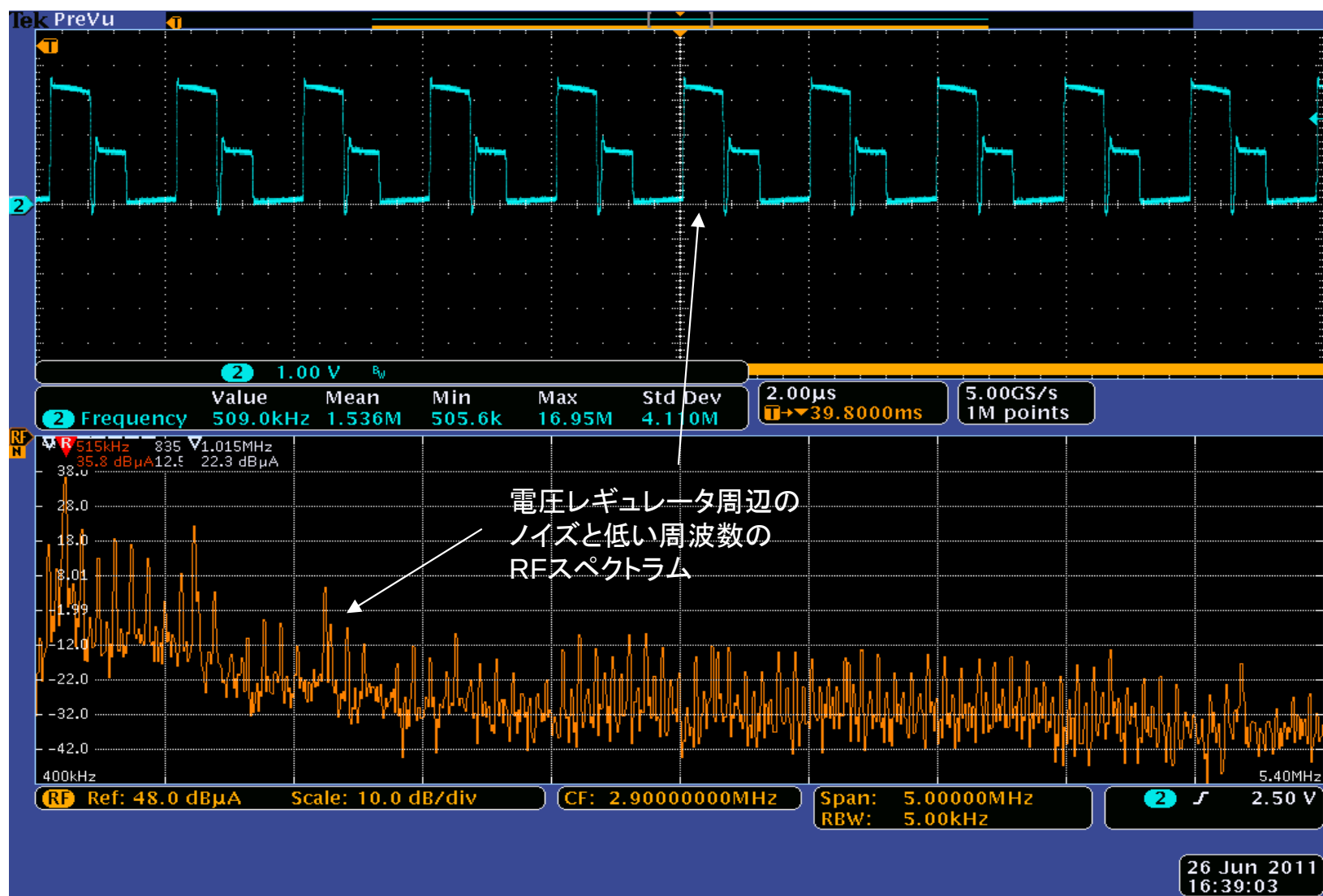
スペクトラムとスイッチング電源



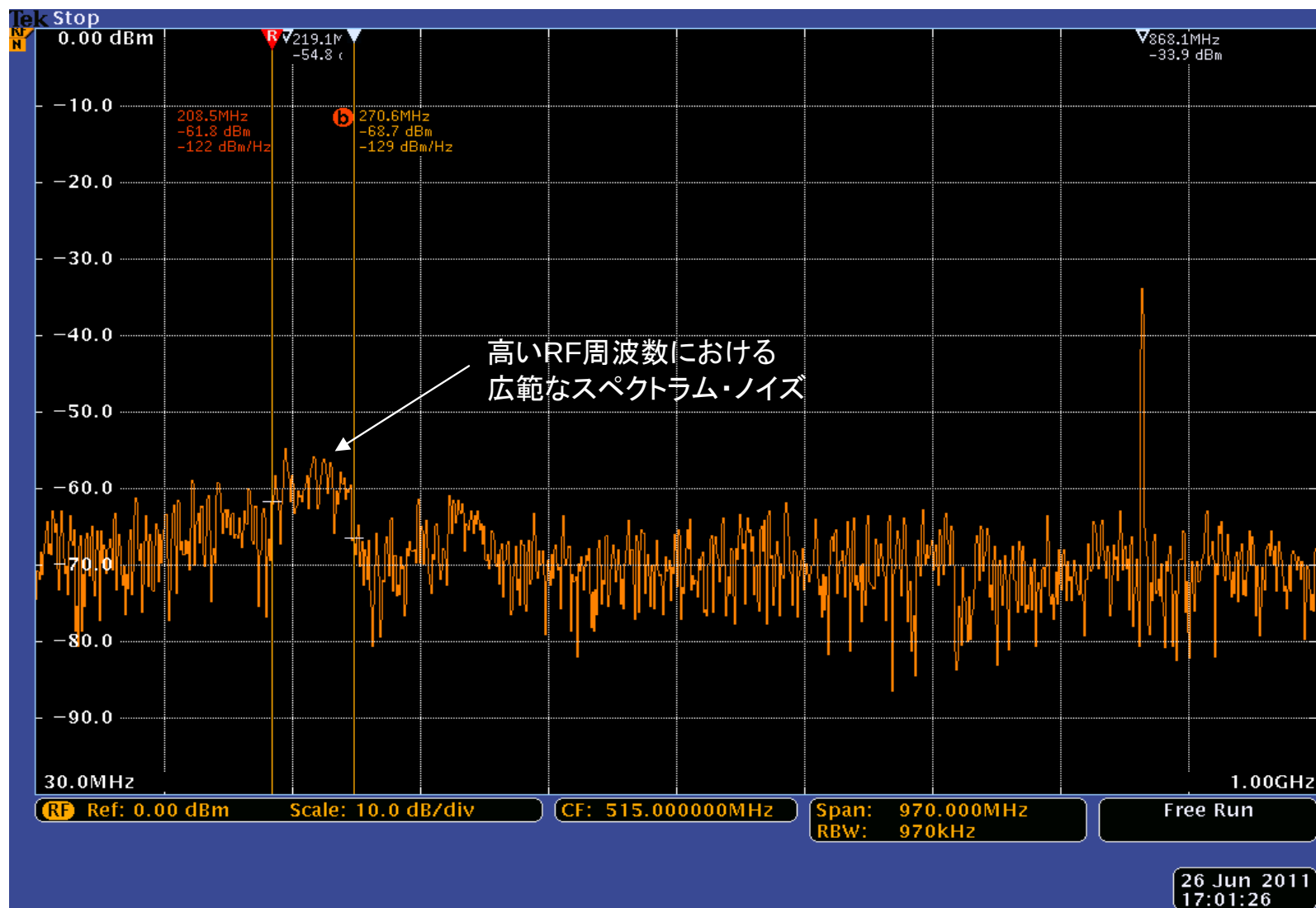
スイッチング電源のノイズ



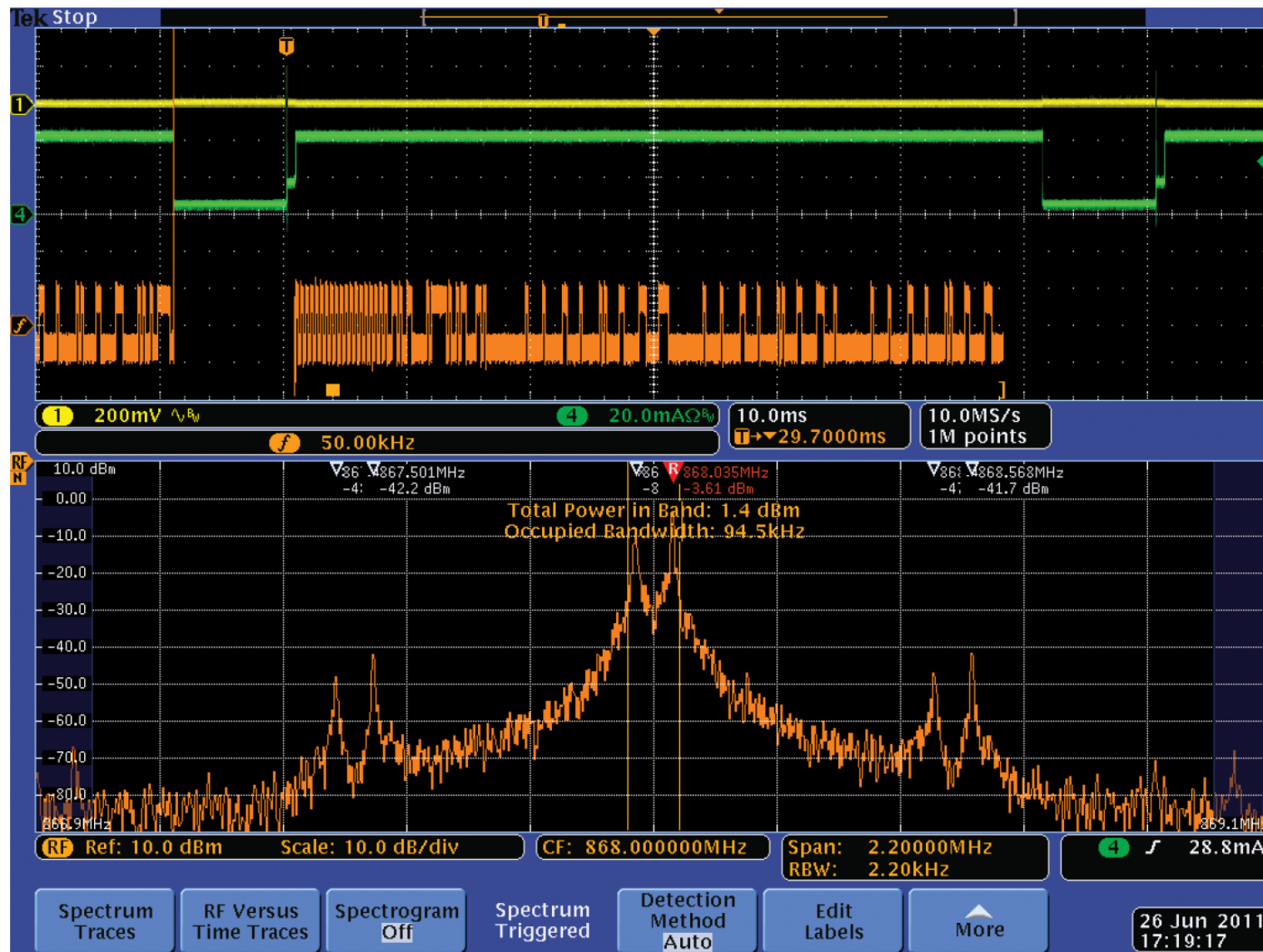
電源とデジタル・ノイズ



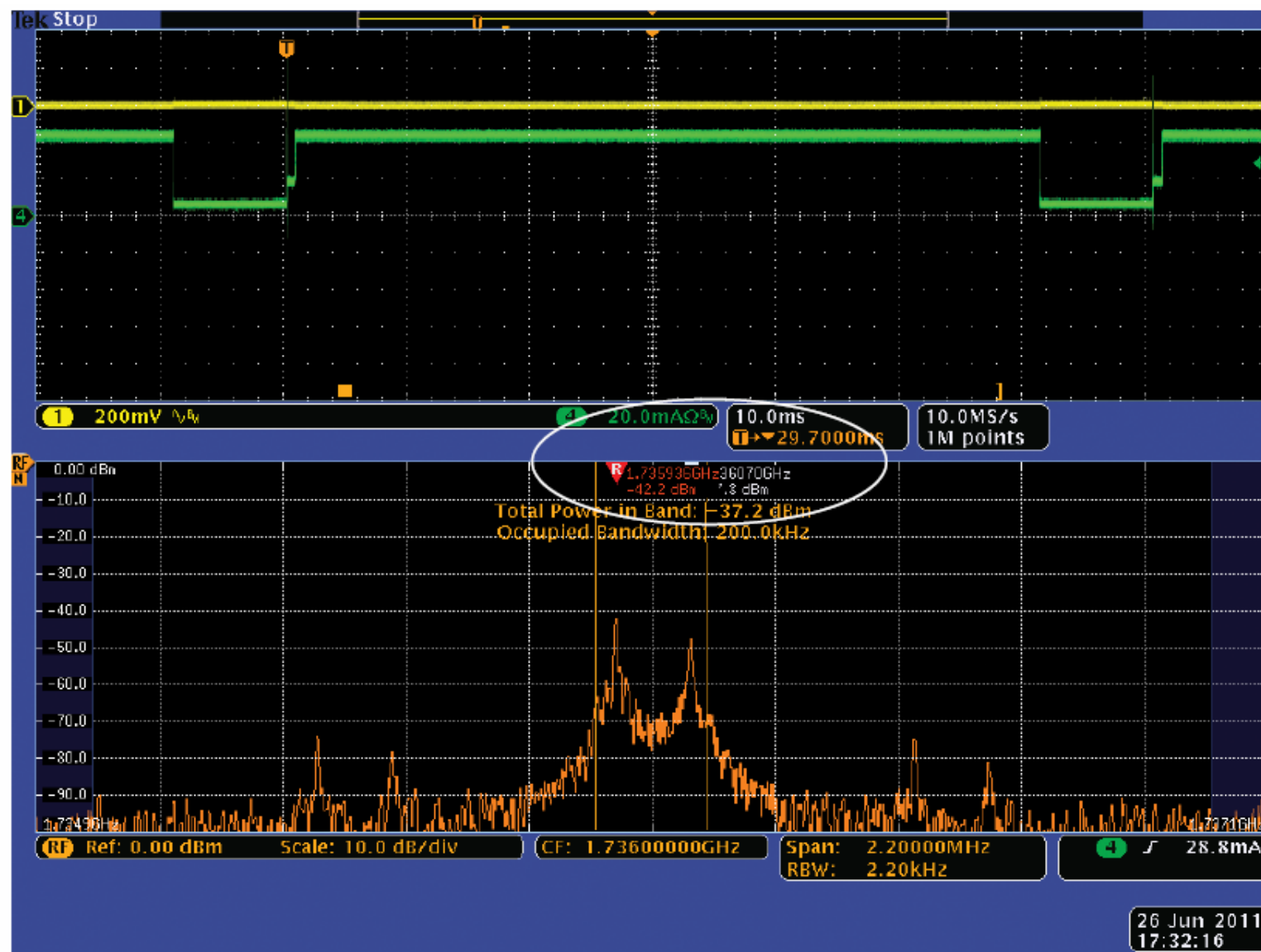
広範囲なスペクトラム・ノイズ



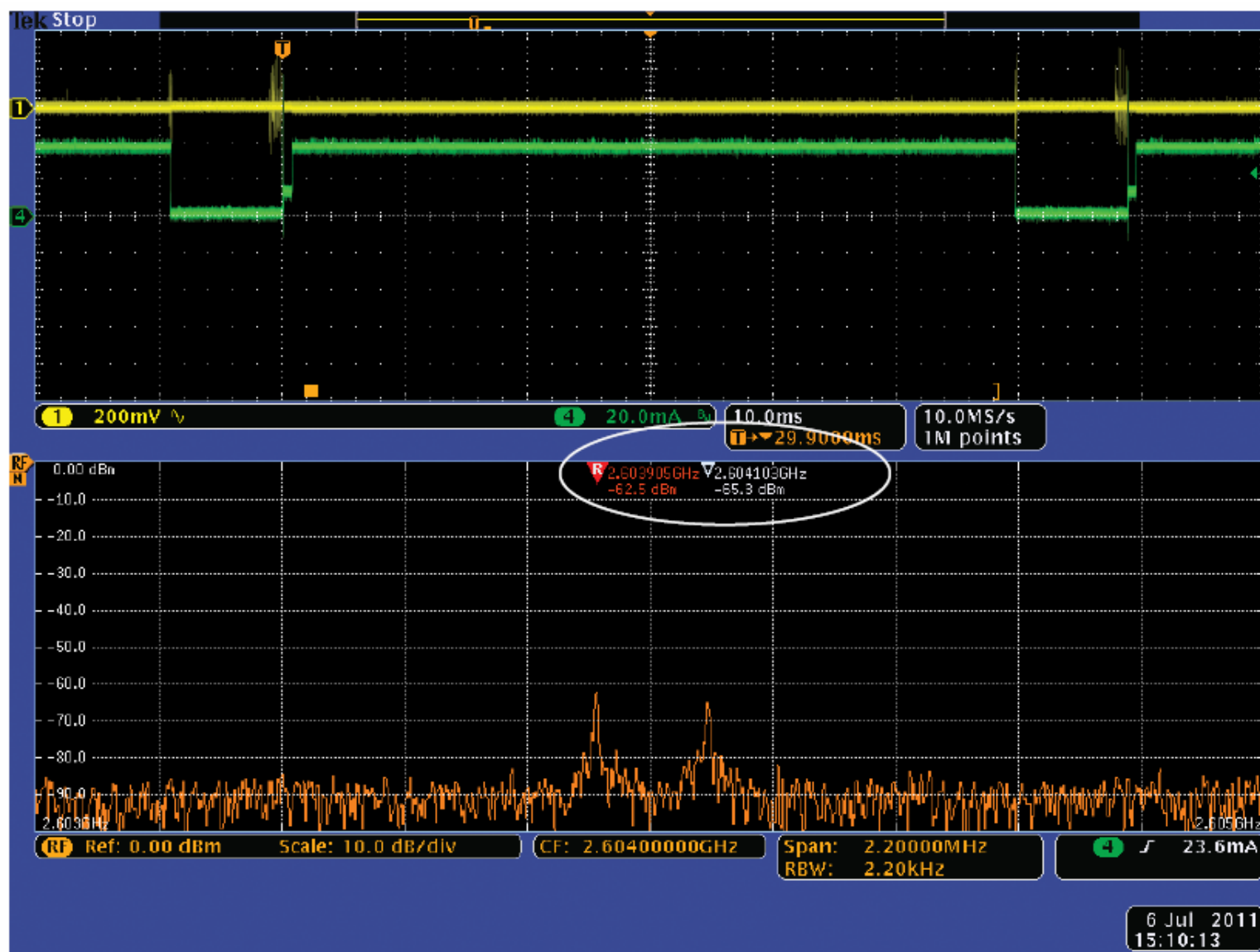
チャンネル外のノイズ



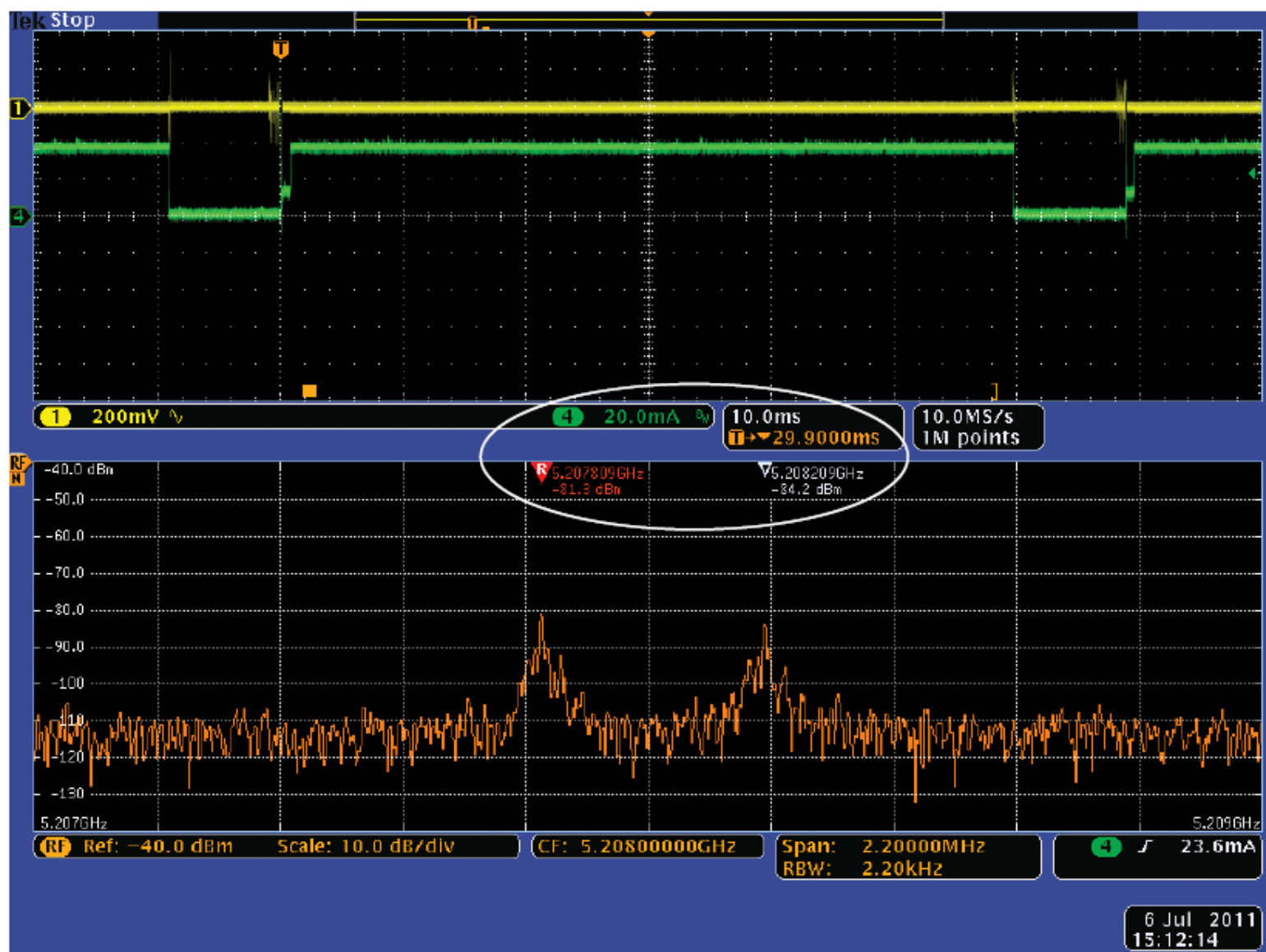
2次高調波のスペクトラム



3次高調波のスペクトラム



6次高調波のスペクトラム



まとめ

- 無線システム統合での数多くのノイズ問題
 - 電源ノイズ
 - トランスミッタ出力への影響
 - レシーバ感度への影響
 - 他の回路への影響
 - トランスミッタ出力
 - リモート・レシーバでの受信障害
 - 規制への適合

- テクトロニクス社のMDO4000シリーズは、これらの測定に最適なツール
 - アナログ4チャンネルで最高1GHz
 - 16のデジタル・チャンネル
 - 最高6GHzのRFスペクトラム解析
 - バス・デコード
 - 小型・軽量

ビデオ・メッセージ

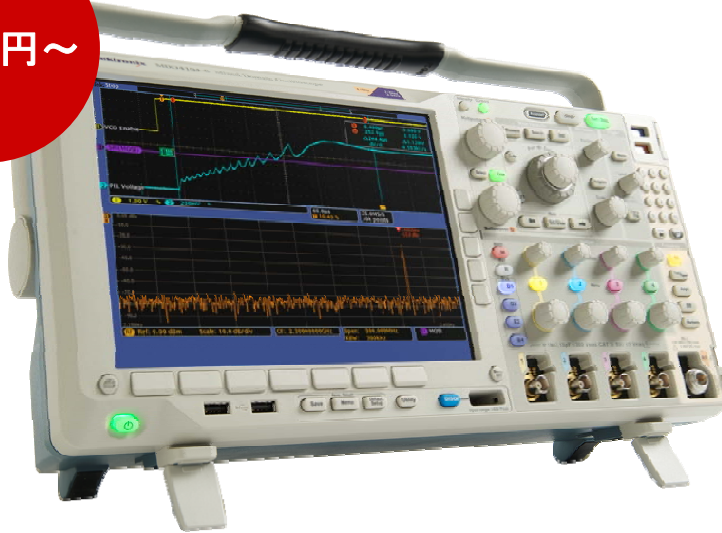
- David Saar
SAAR Associates, Inc.代表取締役



組込みマイクロプロセッサ・アプリケーションの専門家であり、Saar Associatesで16年間代表取締役を務めています。この間、カスタムの電気製品開発をリードしてきました。モータ制御、バッテリー・チャージなどで25件以上の特許を出願しています。

MDO4000シリーズ

240万円～

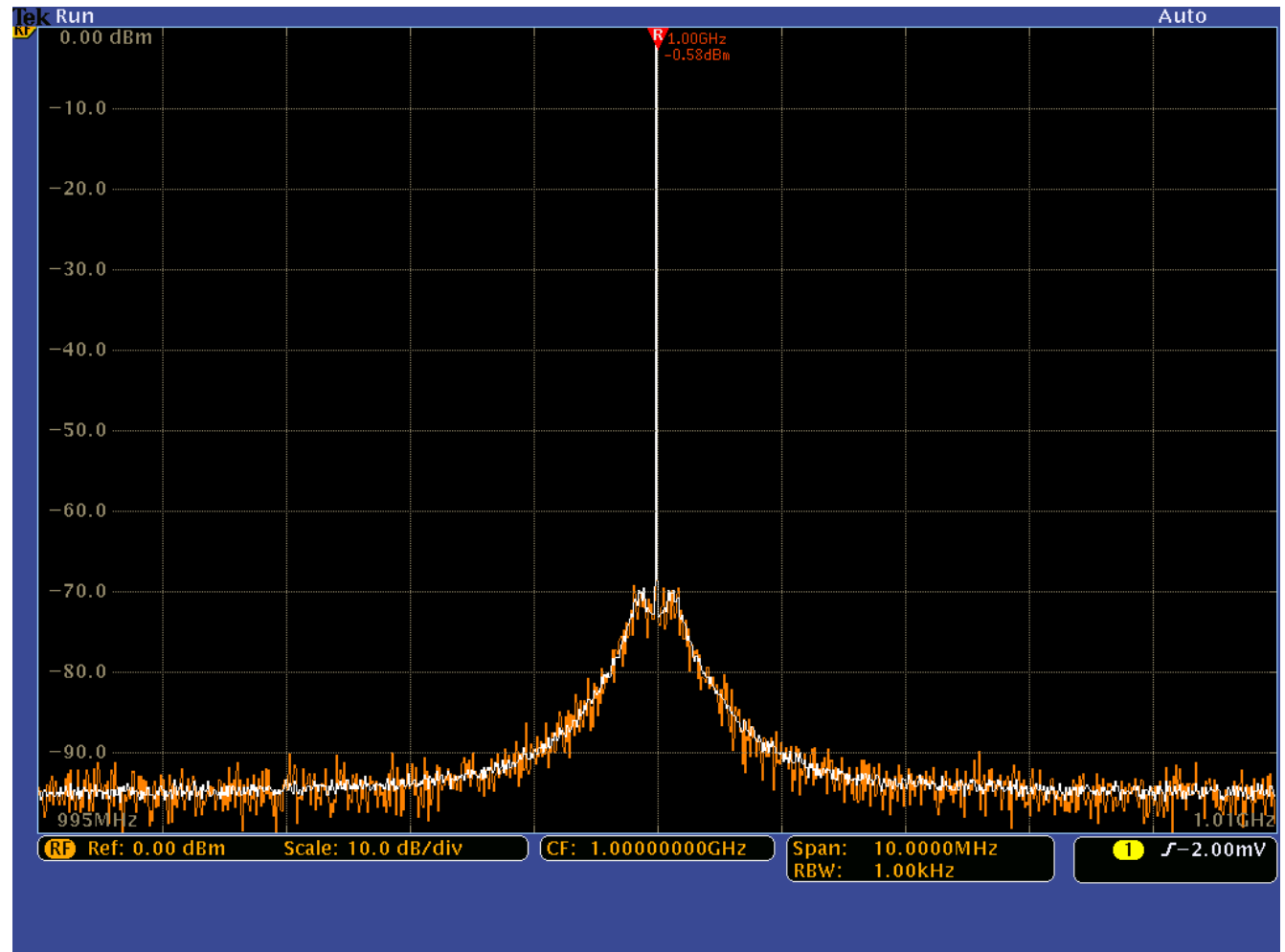


- 最高21チャンネルによる優れたシステムの可視化
- スペクトラム解析機能を装備
- 1台の計測器で時間相関のとれたアナログ、デジタル、RF信号の観測

型名	アナログ・チャンネル数	アナログ周波数帯域	デジタル・チャンネル数	RFチャンネル数	RF周波数レンジ
MDO4054-3	4	500MHz	16	1	50kHz – 3GHz
MDO4054-6	4	500MHz	16	1	50kHz – 6GHz
MDO4104-3	4	1GHz	16	1	50kHz – 3GHz
MDO4104-6	4	1GHz	16	1	50kHz – 6GHz

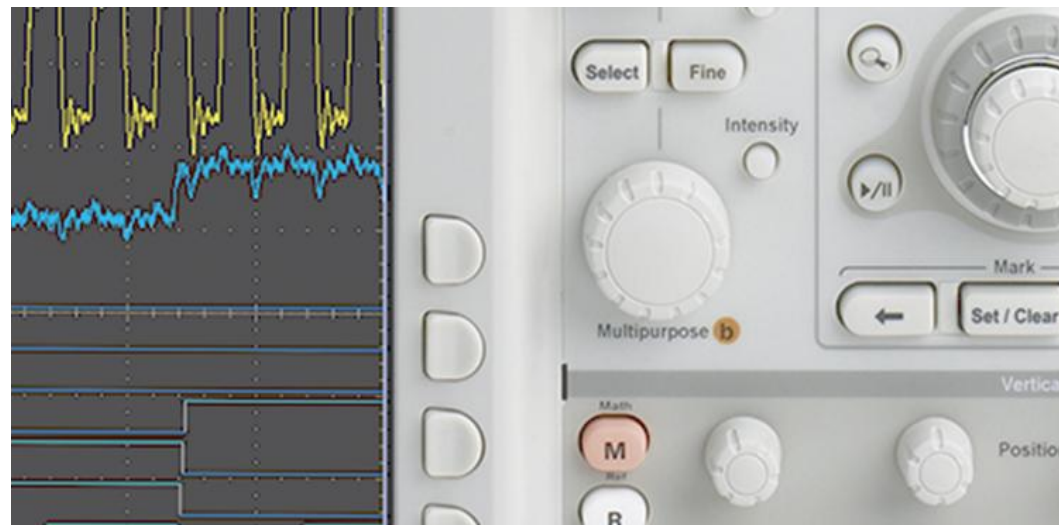
例：RF性能のベンチマーク

- 最低1GHzの取込帯域幅
- DANL(表示平均ノイズ・レベル):
-152dBm/Hz未満
- SFDR(スプリアス・フリー・ダイナミック・レンジ): -60dBc未満
- 位相ノイズ:
-95dBc/Hz未満



詳細情報: <http://www.tektronix.com/ja/mdo4000>

ありがとうございました。



本テキストの無断複製・転載を禁じますテクトロニクス社 Copyright Tektronix



Twitter

[@tektronix_jp](https://twitter.com/tektronix_jp)

Facebook

<http://www.facebook.com/tektronix.jp>