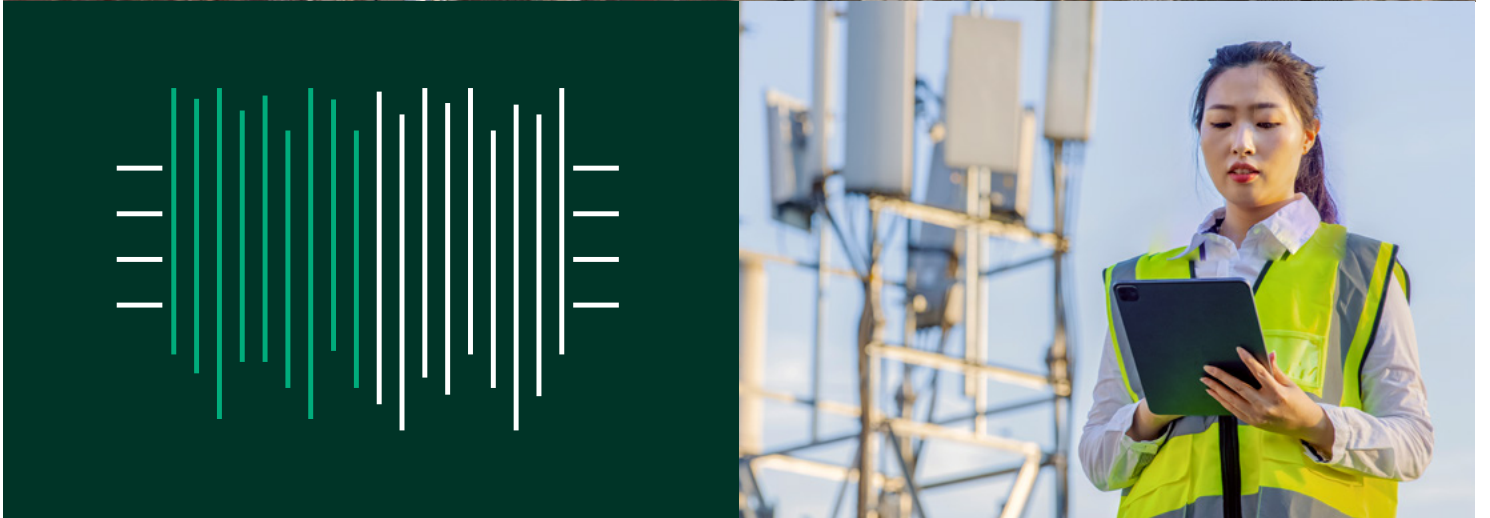




NI is now part of Emerson.



ソリューションパンフレット

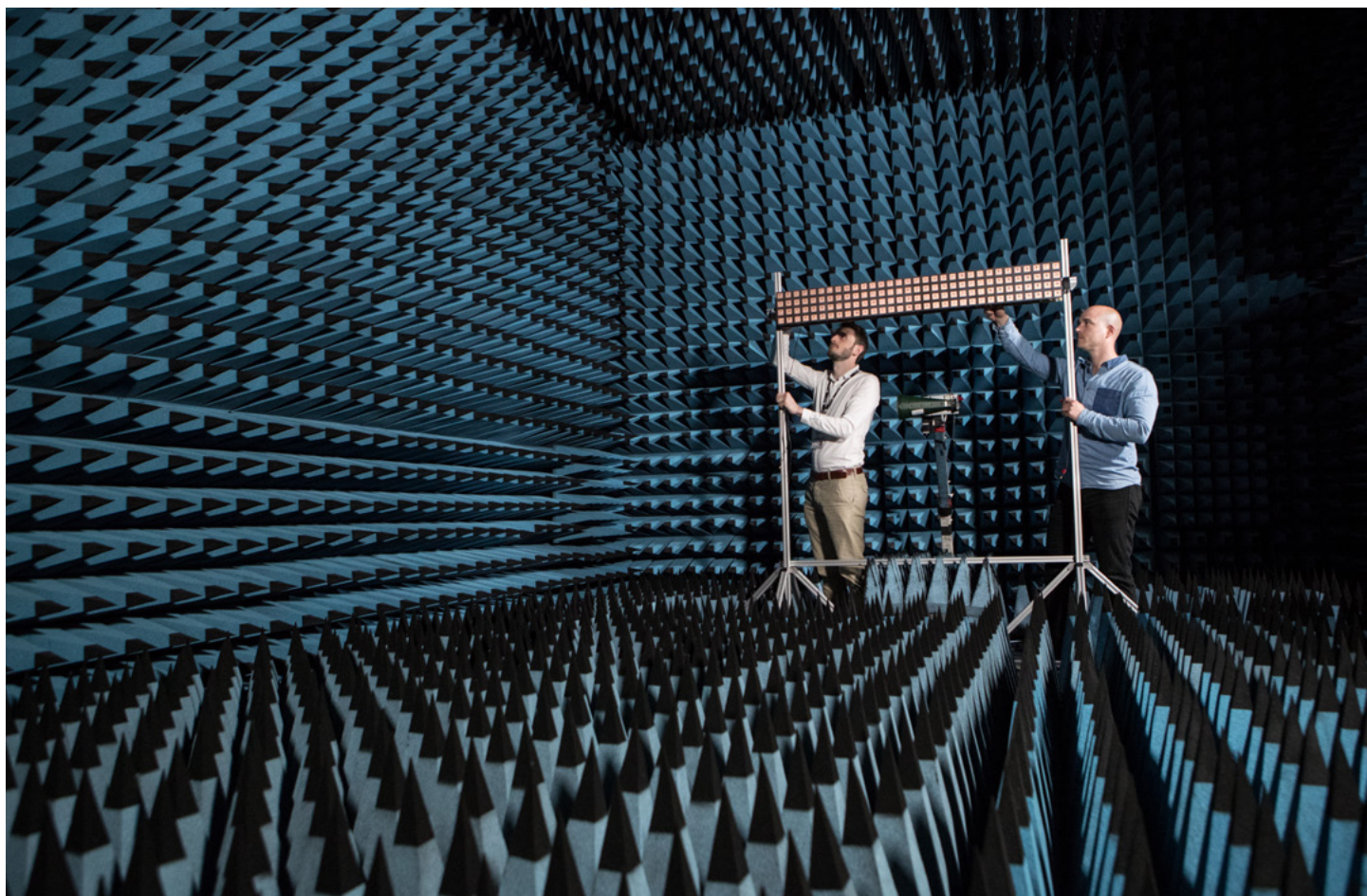
5Gミリ波 OTA

リファレンスアーキテクチャ

微細ビームフォーミングのパフォーマンスを高速に測定

超高速5Gミリ波OTA検証を実現

- 03 5Gミリ波 OTAリファレンスアーキテクチャの概要
- 04 5Gミリ波 OTAリファレンスアーキテクチャのハードウェアとソフトウェアの構成
- 05 正確で高速なOTA検証
- 06 高速3D結果のための連続モーション
- 07 CWおよび5G NR変調測定
- 07 3Dでの超高速CHP、ACLR、EVM、SEMの結果
- 08 同じチャンバー内のDFFおよびIFF (CATR) 測定による小型および大型デバイスの検証
- 09 温度に対するデバイス性能の検証
- 09 PXI VSTを使用したIF-RFおよびRF-RF測定
- 11 TX/RXテスト用内蔵スイッチ
- 11 簡易測定構成
- 12 OTA Validationソフトウェアによるスムーズなワークフロー
- 13 OTA結果の視覚化と解析
- 16 5Gミリ波 OTA検証構成オプション



5Gミリ波 OTAリファレンスアーキテクチャの概要

OTA検証のリファレンスアーキテクチャは、合理化されたワークフロー、統合制御、ミリ波ビームフォーミングおよびAiPデバイス的高速テスト用に設計された相互運用可能なハードウェアとソフトウェアのセットです。その中心となるのは、空間スイープのパラメータ（周波数、電力、パルスキャリアブレージョン、偏波、角分解能）の設定に使用されるOTA Validation Test Softwareというソフトウェアアプリケーションです。また、スイープ結果を方位角および仰角カット、3Dパターン、極プロット、およびヒートマップの形式で視覚化することもできます。

OTAリファレンスアーキテクチャには、検査対象デバイス (DUT) 制御器をカスタマイズするためのプラグインと、特定のコードモジュールを作成するためのAPIが含まれています。また、テストソフトウェアを作成せずに、広範なOTAテストと結果レポートを自動化する、使いやすく追跡しやすいTestStandサンプルシーケンスも含まれています。ハードウェアレベルでは、ミリ波ベクトル信号トランシーバ (VST) は高帯域幅波形発生器およびアナライザとして機能します。VSTは、電波暗箱内のDUTポジションと緊密に同期され、高速で滑らかな動きと空間内の正確な座標に対応する測定結果を生成します。

NIの5Gミリ波 OTA検証のリファレンスアーキテクチャにより、以下の利点が得られます。

- 5Gミリ波OTAテストを数時間から数分に短縮
- アンテナインモジュール (AiM) デバイスのほか、さまざまなアパーチャサイズのリファレンスデザインを検証
- CWおよび高帯域幅5G変調性能を3Dで決定
- OTA測定の不確実性を最小化し、測定結果を向上
- 外部スイッチなしで統合TX/RXベンチをセットアップ



図1
5Gミリ波 OTA検証のリファレンスアーキテクチャ

5Gミリ波 OTAリファレンスアーキテクチャのハードウェアとソフトウェアの構成

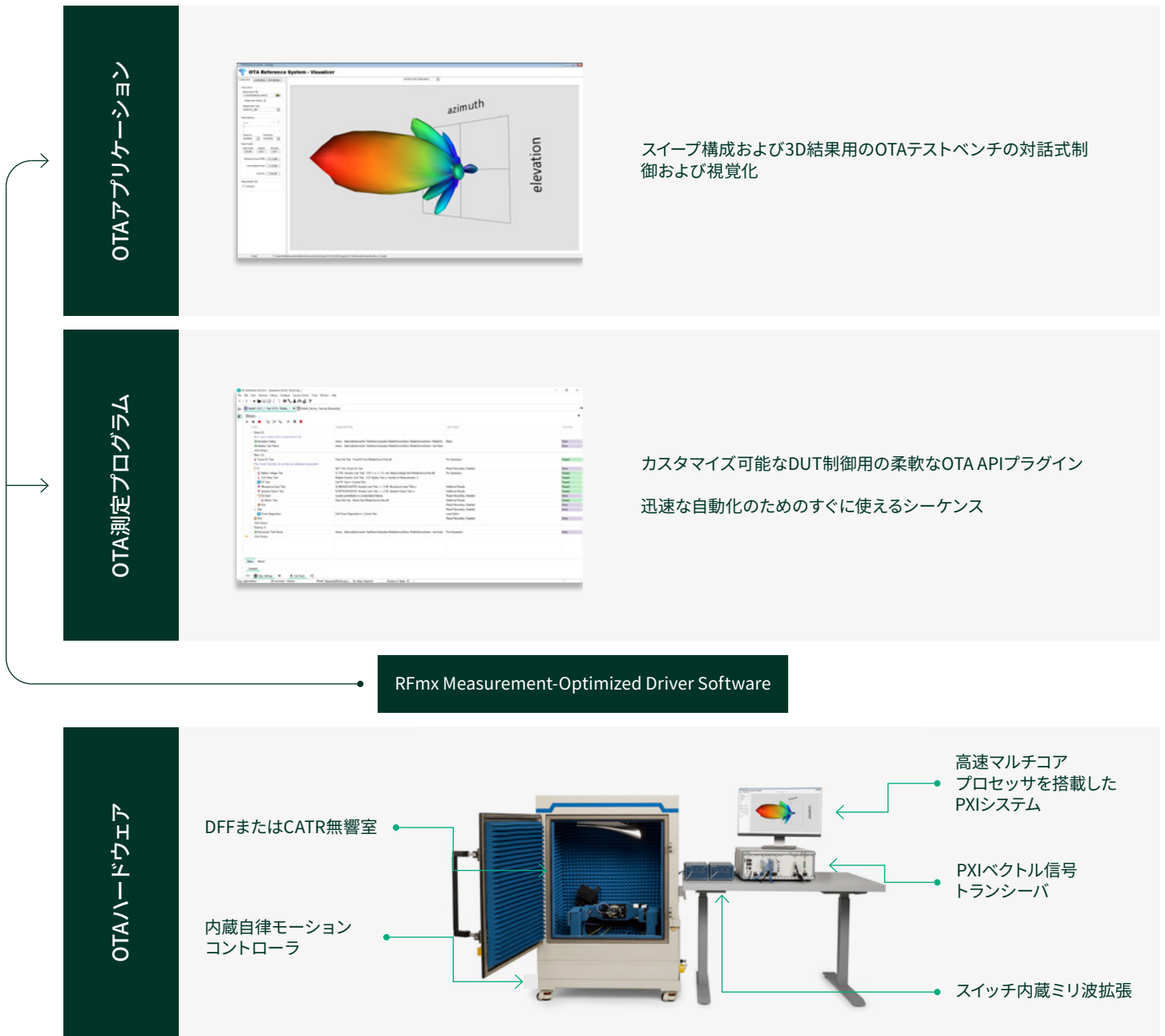


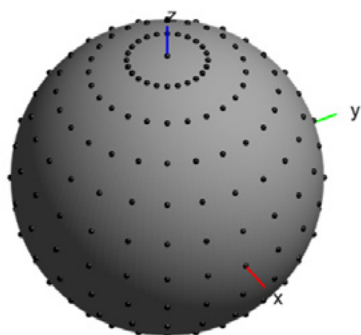
図2 5Gミリ波 OTAのリファレンスアーキテクチャのハードウェアとソフトウェアの構成

正確で高速なOTA検証

5Gビーム形成デバイスの詳細な3D無線 (OTA) 空間スイープを無響室で制御されたRF環境内で実行するのは、非常に時間とコストのかかる作業です。

2つの独立した軸 (方位と仰角) で回転できるポジションを備えた、ソフトウェアでポイントバイポイント制御された典型的な移動、停止、測定テストシステムでは、1秒間に生成されるRF測定の数はずかです。しかし、エンジニアは、空間で何百、何千ものポイントをスキャンしてアンテナの性能を測定し、検証する必要があります。3Dサンプリンググリッドが細かいほど (測定ポイント間の距離が小さいほど)、テスト時間は長くなりますが、測定の不確定性は低くなります。逆に、3Dグリッドの密度が低すぎると、結果は速く得られますが、測定誤差が大きくなります。

一定のステップサイズの3Dグリッド



スキャンされた3Dアンテナパターン



低グリッド密度による誤差

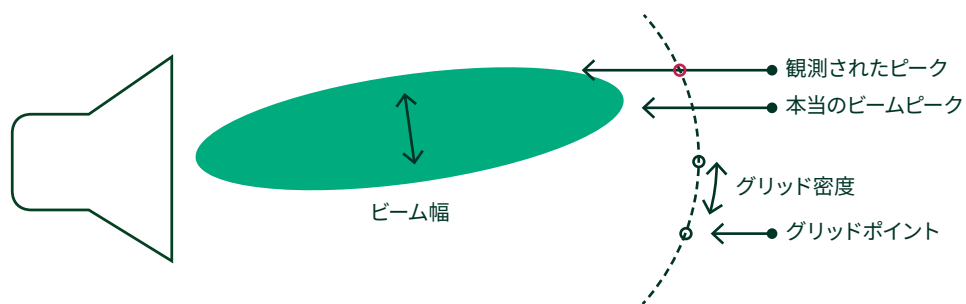


図3

より繊細な3Dサンプリンググリッドにより、より長い時間でより正確な結果が得られる

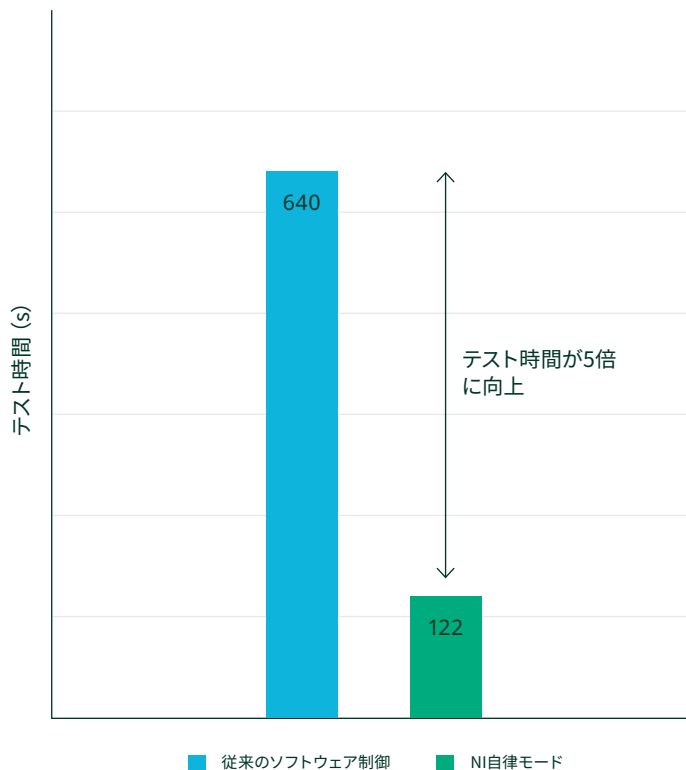
高速3D結果のための連続モーション

NIは、ビームフォーミングデバイスの検証を担当するエンジニアが確度を損なうことなくテスト時間を短縮できるように、5Gミリ波 OTA検証のリファレンスアーキテクチャを開発しました。

ミリ波OTA検証のリファレンスアーキテクチャは、NIのリアルタイムモーション制御、データ収集、およびPXIトリガと同期を統合し、ポジションのモータの瞬時座標 (φ , θ) に同期された高速で広帯域幅のRFを測定します。従来のOTAテストソリューションとは異なり、NIのアプローチはRFエンジンが高速測定を行う間、DUTを3D空間上で滑らかに連続的な動きで移動します。

これにより、ポイント間の離散的な移動による時間の無駄がなくなります。その結果、エンジニアは、測定の不確実性と誤差を低減しながら、わずかな時間で実行される数千のポイントで3D空間スイープを実行できます。

3D放射パターンテスト



4,000ポイント (単一周波数、二重偏波)
方位角と仰角4度ごと

図4

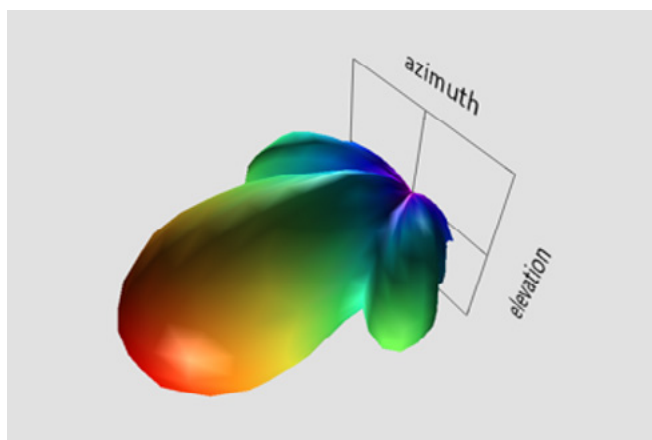
高速テスト時間を有効にする

CWおよび5G NR変調測定

NIのミリ波VSTは、OTA検証のリファレンスアーキテクチャの中核をなすRF計測器です。狭帯域CW信号を使用して放射パターン、最大指向性の座標、ビーム特性、EIRP、DUTのTRPを決定します。

さらに、即時帯域幅が大きいので、ミリ波VSTは5G NR信号を生成および解析して、CHP、ACLR、OBW、SEMに関する詳細な3D情報をユーザに提供します。さらに、NIのソフトウェアは5G NR信号の高速かつ実行中の復調をサポートし、デバイスのエラーベクトル振幅 (EVM) の完全な3D画像を表示します。

3D放射パターンのCW信号



3D ACLR、EVMパターン用広帯域5G NR信号

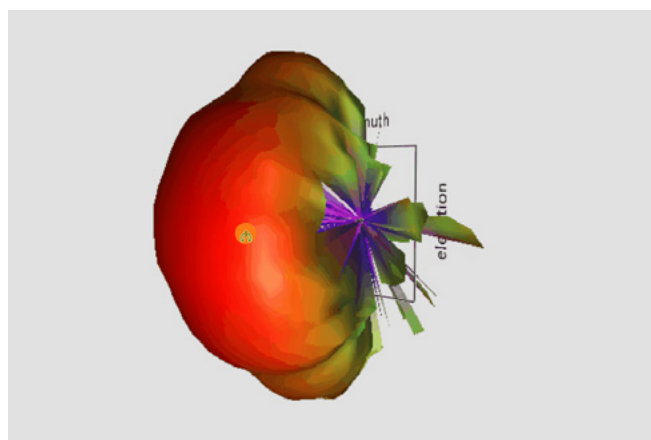


図5

CWおよび変調測定の空間視覚化

3Dでの超高速CHP、ACLR、EVM、SEMの結果

高度な測定アルゴリズムとマルチスレッド処理アプローチにより、NI ミリ波OTA検証のリファレンスアーキテクチャは、3Dスイープの終了からわずか数秒で数千ポイントにわたるCHP、ACLR、OBW、EVM、SEMを計算します。

これにより、エンジニアは高帯域幅信号でデバイスの空間性能を素早く確認できます。

タイプ	分解能	ポイント	測定時間 (秒)
5G NR 100 MHz	4°ステップ	4583	140
シングルトーン	4°ステップ	4583	122

表1

シングルトーンおよび変調空間パラメータの測定時間

同じチャンバー内のDFFおよびIFF (CATR) 測定による小型および大型デバイスの検証

要素数が少なく、アンテナのアーチャ遅延が5 cm未満のアンテナインモジュール (AiM) デバイスでは、リンクバジェットを節約し、SN比を上げてテストを行うことができる直接的遠方界アプローチが有効です。

ただし、アンテナ要素数が多く、アンテナアーチャ遅延が5 cmを超えるシステムレベルの設計をテストするには、IFFテストの3GPP仕様に従い、位相および振幅変動を最小限に抑えた高品質のクワイエットゾーン (QZ) を生成する間接的遠方界 (IFF) アプローチが必要です。

NI 5Gミリ波OTA検証のリファレンスアーキテクチャは、プレミアムミリ波リフレクタとインテリジェントなチャンバー設計により、同じチャンバー内でDFFとIFFの両方のテストを実行できます。エンジニアは、アンテナモジュールの検証にDFFアプローチを使用することで、コストと複雑さを軽減し、製品の設計サイクルをより容易に進めることができます。また、同じテストベンチをIFF構成で再利用してシステムレベルの設計を検証することができ、追加の大型無響室は必要ありません。

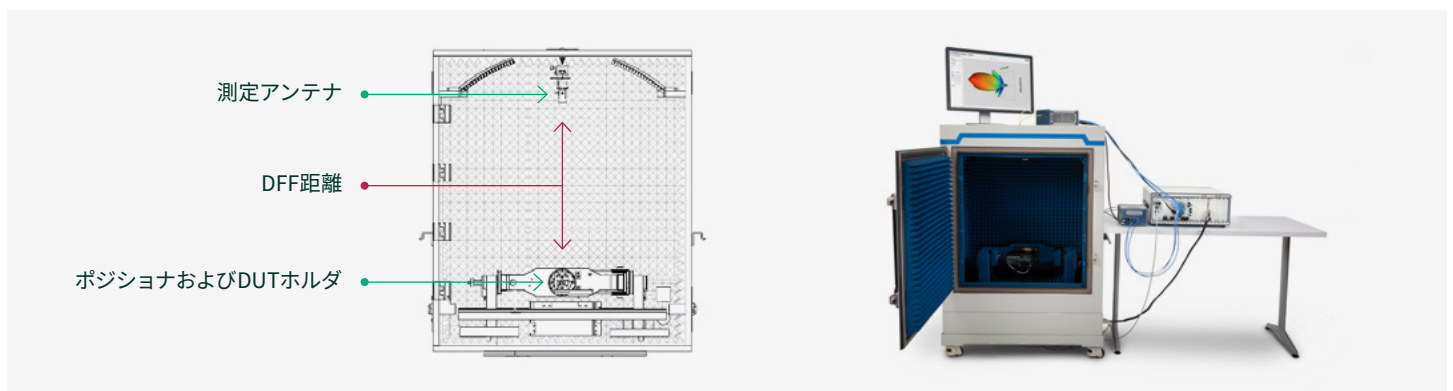


図6

DFF構成テストのセットアップ
直接的遠方界 (DFF) 構成を活用して、より大きなリンク バジェットとSNRを実現します。

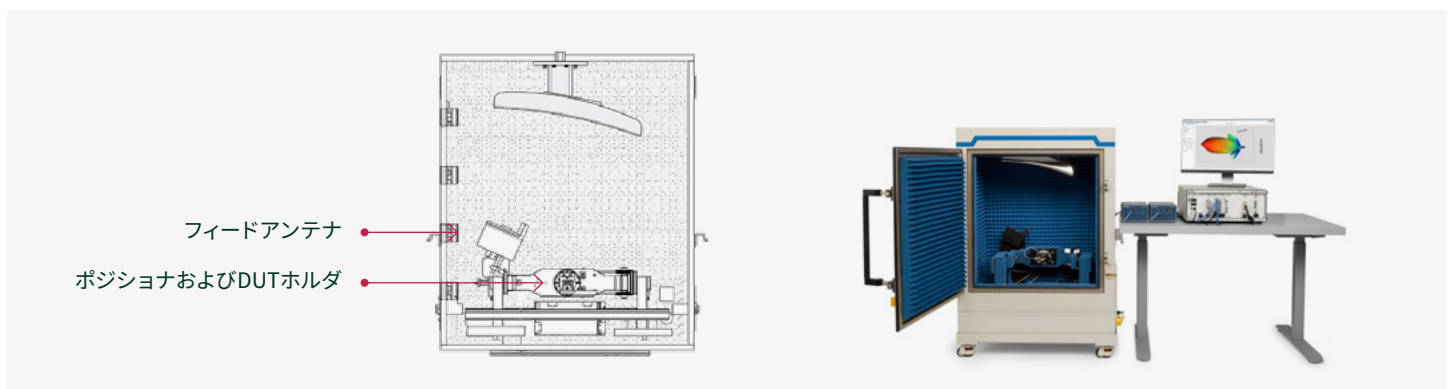


図7

CATR Configuration Test Setup
同じ槽内で間接的遠方界を持つ大きなデバイスを検証します。1つのセットアップでOTAラボを合理化します。

温度に対するデバイス性能の検証

無響室内の全容積の温度を制御しようとする低速で退屈でリスクの高いプロセスの代わりに、DUTポジションに取り付けられたNIのサーマルドームを利用して、完全な3D可動範囲を維持しながら冷却と加熱が容易な小さな筐体を作成します。RF透明素材を使用したNIサーマルドームによりは、 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ のDUTのビームフォーミング性能の特性評価および検証が可能です。

高速温度制御

01
最大 ± 90 仰角および ± 180 方位角の
TRP/EIRP (フル3Dパターン)

02
容量が小さいため、安定した迅速な
温度制御が可能

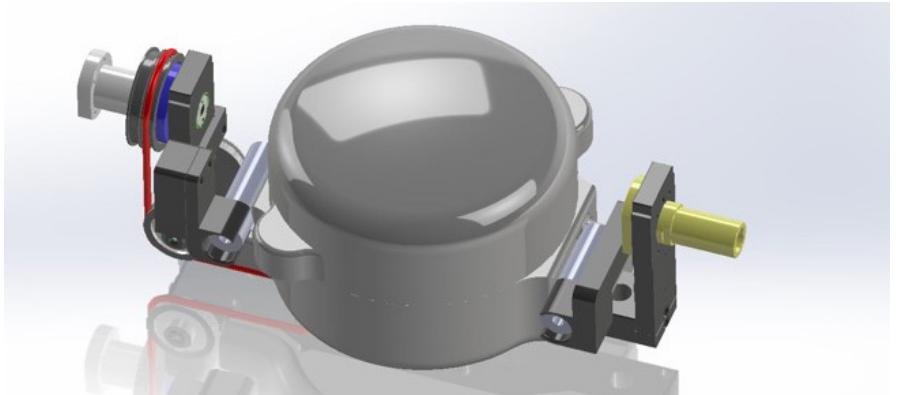


図8
恒温槽のレンダリング

PXI VSTを使用したIF-RFおよびRF-RF測定

NIのPXI ミリ波VSTは、ミリ波ベクトル信号発生器 (VSG) とベクトル信号アナライザ (VSA) を1つのモジュールに統合したものです。これらのPXI計測器は、5G FR2帯域をカバーする外部ミリ波ヘッドを使用します。これらのヘッドは無響室のすぐ隣に配置され、ケーブルを介した信号損失を最小限に抑えます。さらに、各ミリ波ヘッドには2つの双方向 (TX/RX) RFポートがあります。

ミリ波VSTには、マルチバンドIF-RF DUTのテストカバレッジを提供するキャリブレーション済みの中間周波数ポートもあります。



図9

PXIe-5831 (詳細については仕様を参照してください)

PXIe-5831 ミリ波VST仕様	
周波数範囲	22.5 GHz~44 GHz
帯域幅	1 GHz
振幅確度	±0.25 dB
最大出力電力	+17 dBm
5G NR EVM	<1%
ダイレクトポート	2



図10

54 GHz周波数拡張搭載PXIe-5842 (詳細については仕様を参照してください)

54 GHz周波数拡張機能付きPXIe-5842の仕様	
RF I/O周波数レンジ	22.5 GHz~54 GHz
IF I/O周波数レンジ	200 MHz~23 GHz
帯域幅	2 GHz
RF IN/OUT絶対確度@39 GHz	±1.0 dB
最大出力電力	+13 dBm
5G NR EVM、100 MHz BW	-43 dB @ 47 GHz
双方向ポート	2

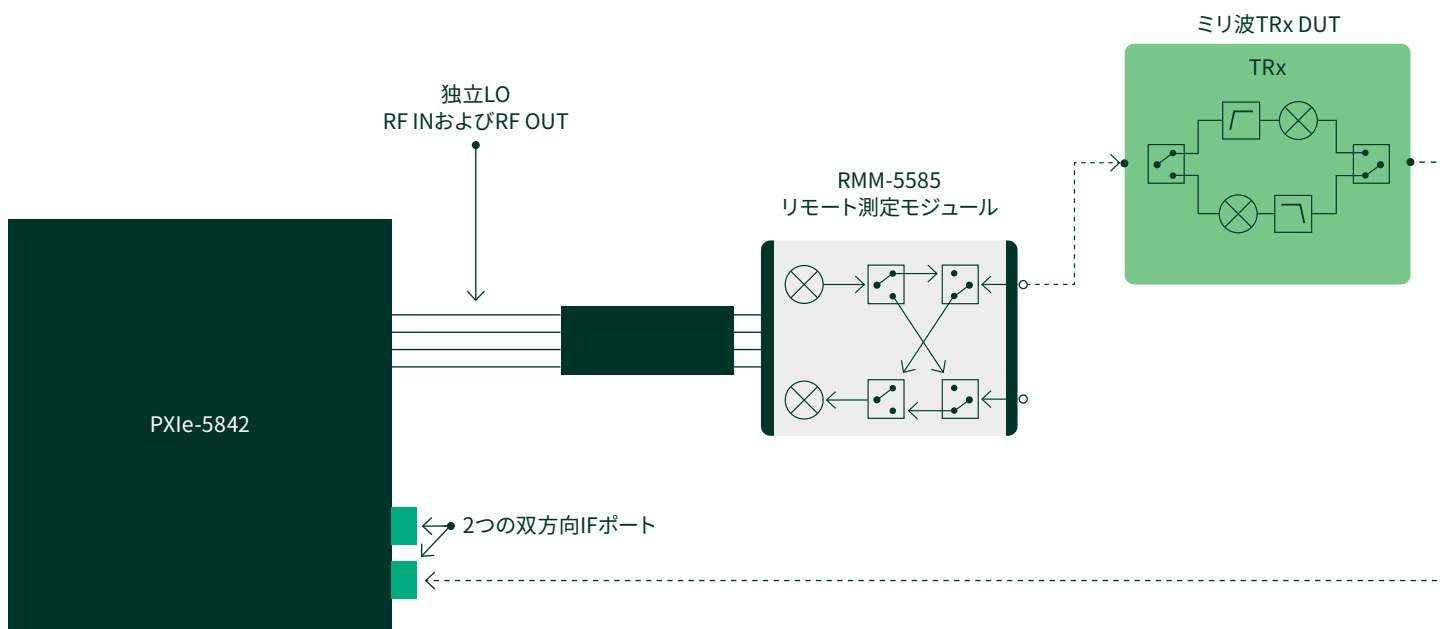


図11

1つのリモート測定モジュールを使用したRF-IF双方向テストセットアップ

TX/RXテスト用内蔵スイッチ

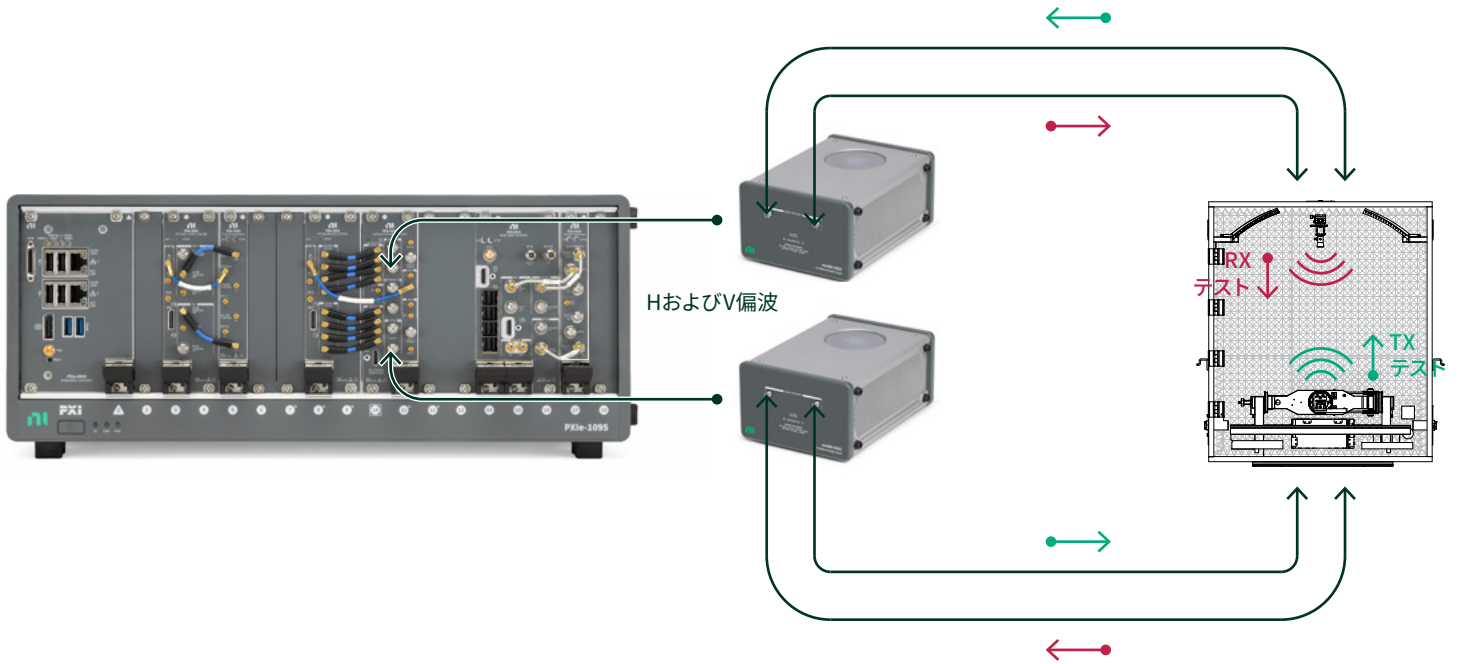


図12
PXIe-5842 (詳細については仕様を参照してください)

簡易測定構成

NIの5Gミリ波 OTA検証のリファレンスアーキテクチャでは、さまざまなPXI VSTを柔軟に使用できます。シンプルなハードウェア構成と双方向テストポートには、54 GHz周波数拡張を備えたPXIe-5842の帯域幅、柔軟性、シンプルさをご活用ください。

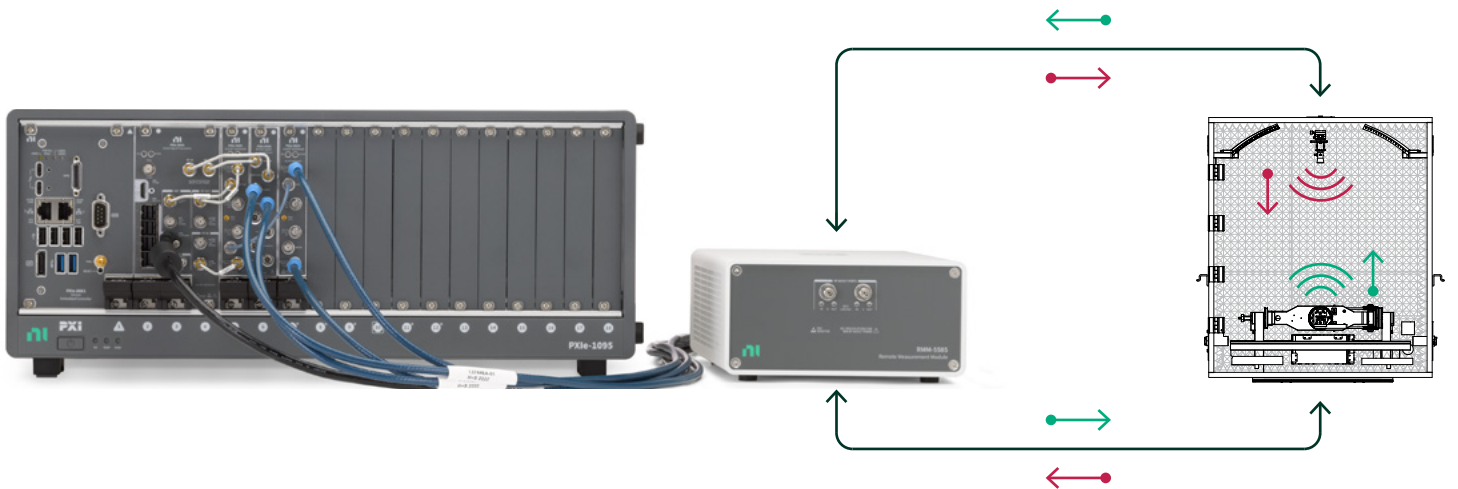
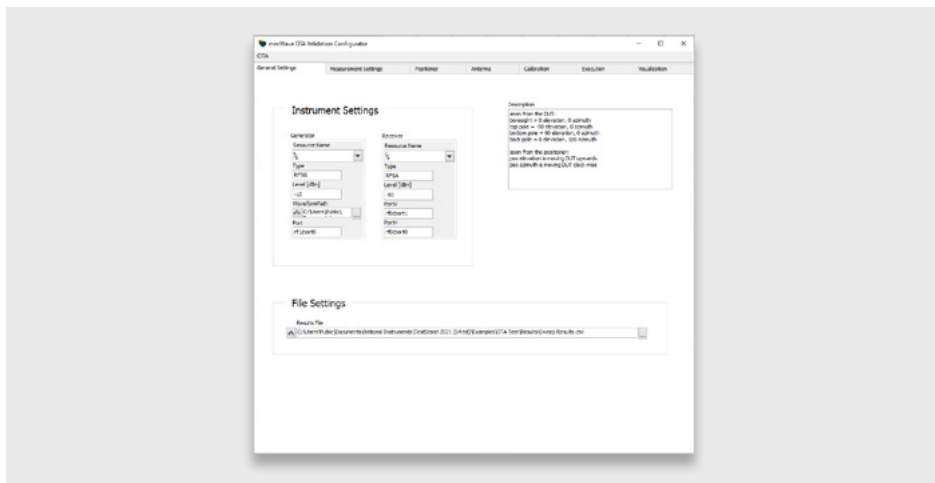


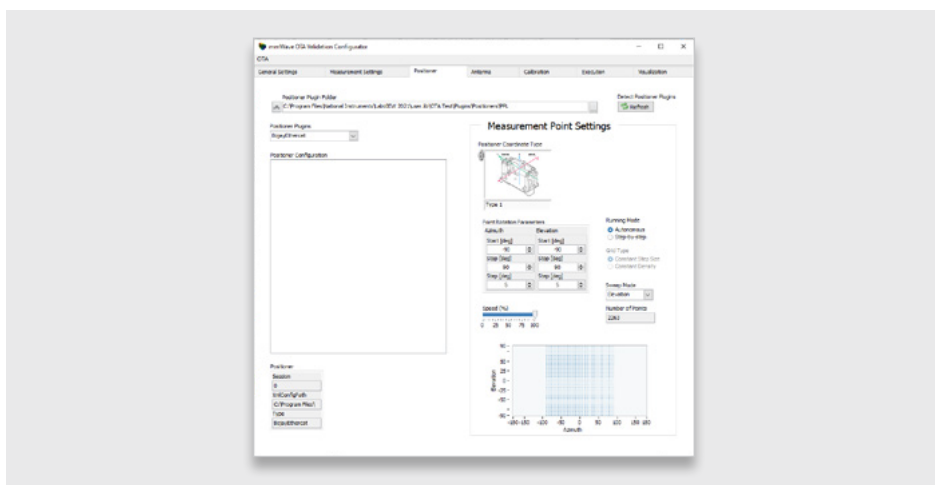
図13
54 GHz周波数拡張搭載PXIe-5842 (詳細については仕様を参照してください)

OTA Validationソフトウェアによるスムーズなワークフロー



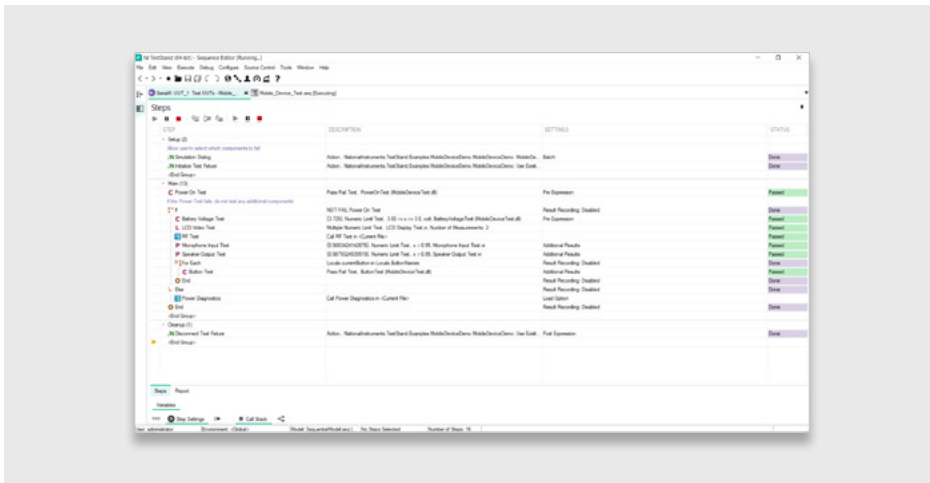
01

RFシステムキャリブレーション使用率を使用して、すべてのIFおよびRFパス損失を確認します。

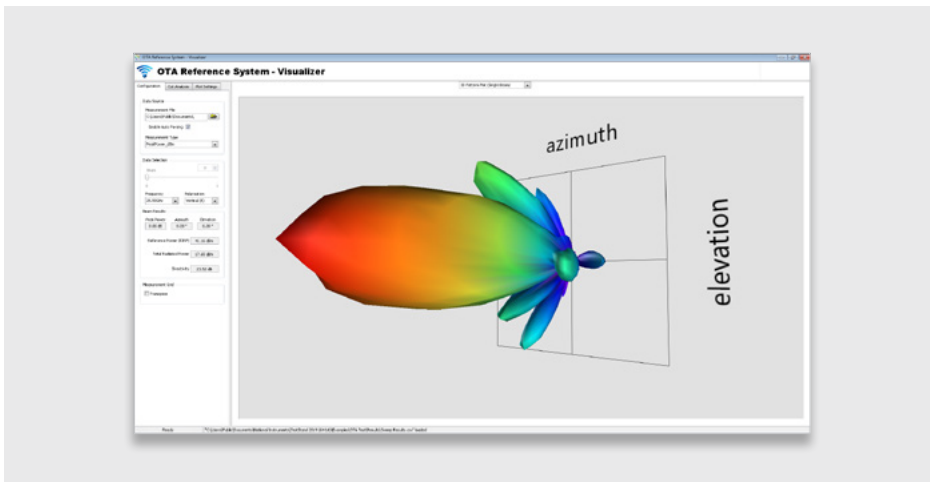


02

3Dグリッドサイズ、周波数、電力レベル、必要な測定、ファイルの場所、およびその他の測定設定を構成します。



03
含まれている自動シーケンスの1つを起動し、複数のパラメータをループして貴重なレポートを生成します。



04
さまざまなプロットでDUTのパフォーマンスを視覚化

OTA結果の視覚化と解析

mmWave OTA Test Visualizerでは、さまざまな結果の視覚化を呼び出して、アンテナごとに測定結果とパターンを解析できます。

mmWave OTA Test Visualizerは、測定結果をカンマ区切り値 (.CSV) ファイルとして取り込み、データを画面に表示します。以下の図に示すように、ユーザはさまざまなデータソースとプロットのタイプを選択できます。

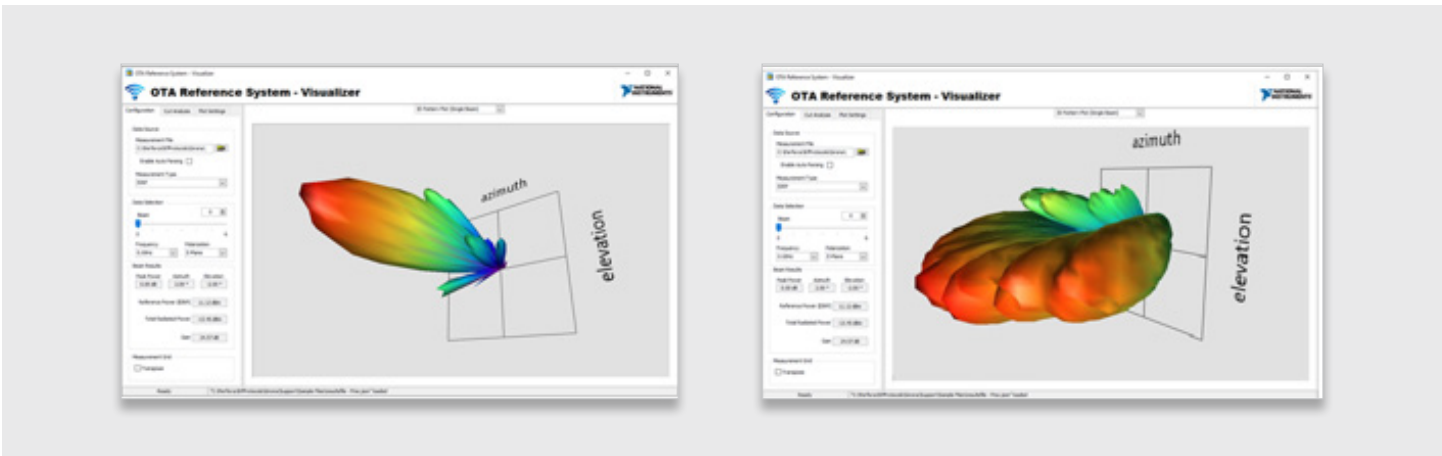


図14
単一ビームおよび複数ビームの3Dアンテナパターン

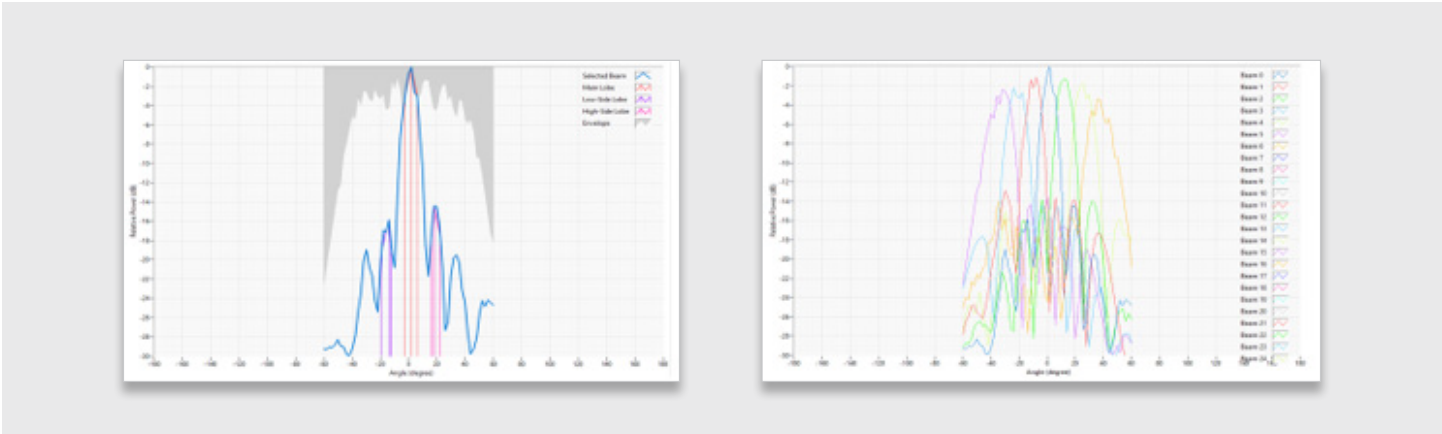


図15
アンテナカット解析、単一ビーム、および複数ビーム

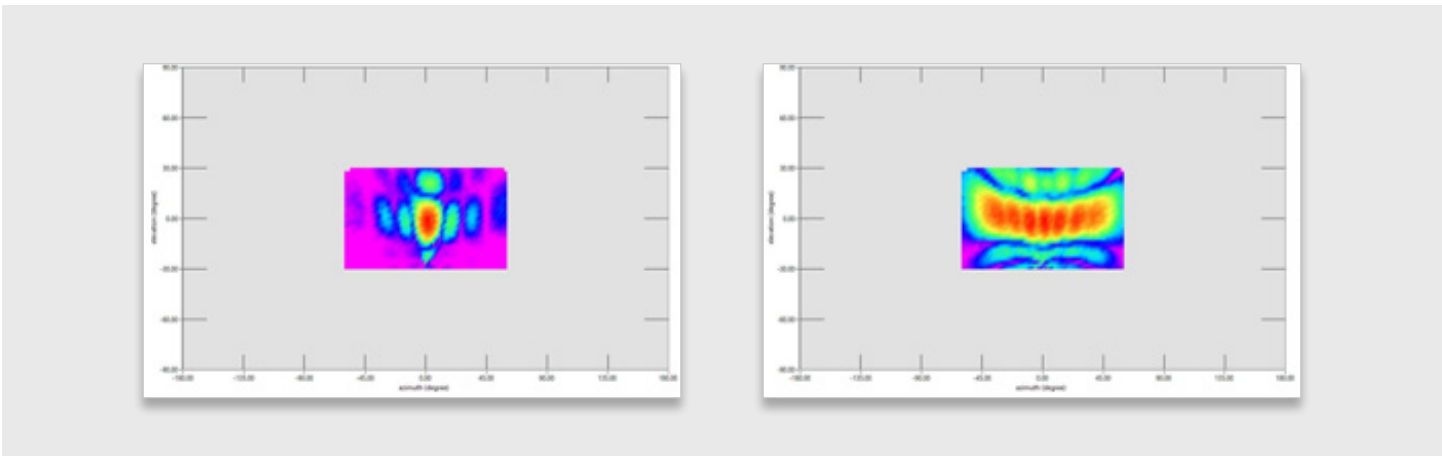


図16
単一ビームおよび複数ビームのヒートマッププロット

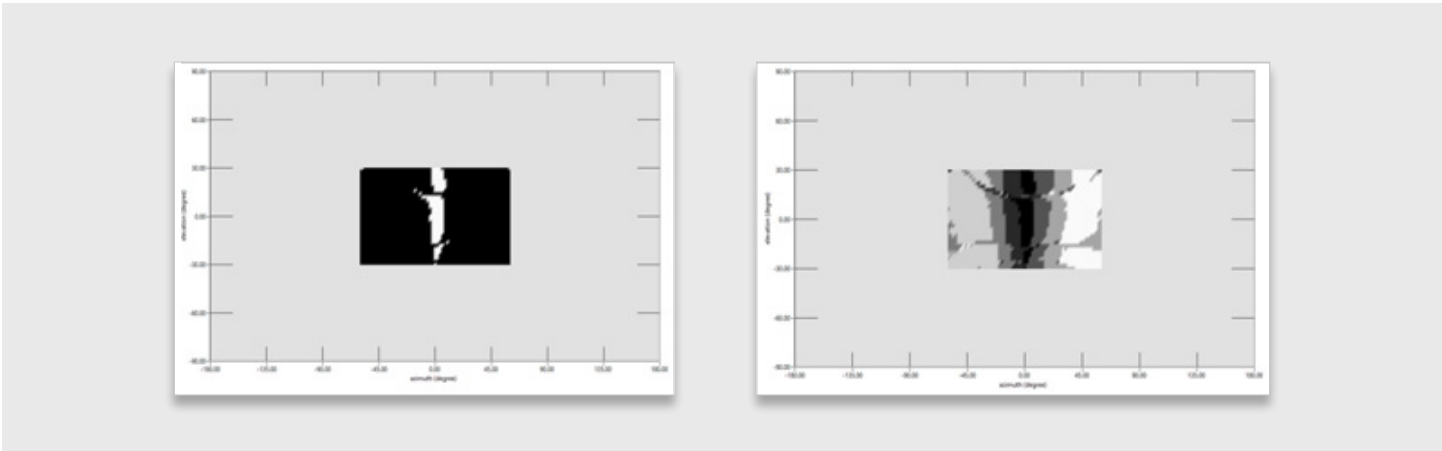


図17
単一ビームおよび複数ビームの最適ビーム指標

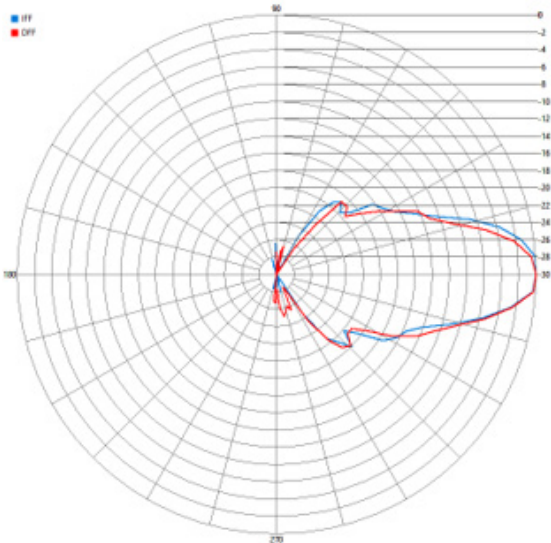


図18
極プロット

5Gミリ波 OTA検証構成オプション

5Gミリ波 OTA検証のリファレンスアーキテクチャには、さまざまなバンドルが含まれており、簡単に使い始めることができます。すべての基本構成には、テストを開始するために必要なすべてが含まれています。追加機能用のオプションのアドオンもあります。

リファレンスソリューションの基本構成

ソリューション名	製品番号	説明
54 GHz IF-RF mmWave Test Reference Solution	868109-01B	mmWave、200 MHz～54 GHz VST、2 GHz BW、18スロットシャーシ、コントローラ
54 GHz RF-RF mmWaveテストリファレンスソリューション	868109-02B	mmWave、200 MHz～54 GHz VST (x2)、2 GHz BW、18スロットシャーシ、コントローラ
44 GHz RF-RF mmWaveテストリファレンスソリューション	868109-03B	mmWave、5 GHz～44 GHz VST (2ヘッド)、1 GHz BW、18スロットシャーシ、コントローラ
44 GHz IF-RF mmWaveテストリファレンスソリューション	868109-04B	mmWave、5 GHz～44 GHz VST (1ヘッド)、1 GHz BW、18スロットシャーシ、コントローラ
54 GHz IF-RF mmWaveテストリファレンスソリューション (リモート制御)	868109-05B	mmWave、200 MHz～54 GHz VST、2 GHz BW、18スロットシャーシ、PXI Remote Control Module
54 GHz RF-RF mmWaveテストリファレンスソリューション (リモート制御)	868109-06B	mmWave、200 MHz～54 GHz VST (x2)、2 GHz BW、18スロットシャーシ、PXI Remote Controlモジュール
44 GHz RF-RF mmWaveテストリファレンスソリューション (リモート制御)	868109-07B	mmWave、5 GHz～44 GHz VST (2ヘッド)、1 GHz BW、18スロットシャーシ、PXI Remote Controlモジュール
44 GHz IF-RF mmWaveテストリファレンスソリューション (リモート制御)	868109-08B	mmWave、5 GHz～44 GHz VST (1ヘッド)、1 GHz BW、18スロットシャーシ、PXI Remote Controlモジュール

表2
リファレンスソリューションの基本構成

- メモ:
- 50 GHzアンテナのアップグレードは、54 GHzの周波数拡張を備えたPXIe-5842を使用した基本構成でのみ利用可能で、最大50 GHzの周波数カバレッジに対応
 - お客様はDFFからCATR構成にアップグレードするか、CATR構成を最初に購入できます。
 - バンドルに含まれるPXIシャーシはPXIe-1095 (タイミングおよび同期)、コントローラはPXIe-8881 (8コア、Windows 10) またはPXIe-8398 MXIコントローラ (リモート制御オプション)
 - CATR構成の場合は、PXIe-5831 VSTを含むベース製品番号を使用 (44 GHzオプション)

リファレンスソリューションのオプションのアドオン

オプション名	製品番号	説明
OTA無響室:DFF	868109-04P	mmWave OTA無響室、Rev B、mmWave OTAアクセサリキット
OTA無響室:CATR*	868109-05P	mmWave OTA Anechoic Chamber Rev B、mmWave OTAアクセサリキット、DFFからCATRへの変換キット
DFFからCATRへの変換キット*	868109-06P	DFFからCATRへの変換キット
放熱ケース	868109-07P	ミリ波OTA検証サーマルオプション
50 GHzアンテナアップグレード	868109-08P	ミリ波検証 50 GHz計測アンテナ

表3

リファレンスソリューションのオプションのアドオン

*CATR構成は、PXIe-5831 VST (44 GHzベース構成) でのみ使用可能

ソフトウェア

製品番号	説明
784584-35	LabVIEW Professional
無償	RFmxスペクトル解析
788024-35	RFmx Digital Modulation
788018-35	RFmx Analog Modulation
788033-35	RFmx Cellular Bundle
788036-35	RFmx NR
無償	Third-Party Licensing and Activation Toolkit
無償	NI Modulation Toolkit
788372-35	TestStand
787917-35	RFIC Test Software Professional (RFmx PAを含む)
788590-35	mmWave OTA Validation Test Software

表4

ソフトウェア

ソフトウェアはバンドルに含まれていないため、別途ご購入が必要です。



条件に合わせたシステム統合

NIでは、アプリケーション固有の要件に合わせてカスタマイズされた、さまざまなソリューション統合オプションを提供しています。独自の社内統合チームでシステムを完全制御することも、世界中のNIパートナーネットワークが持つ専門技術を生かしてターンキーシステムをご利用いただくことも可能です。

製品の品質向上やテスト時間の短縮をサポートするNIのソリューションについては、担当のアカウントマネージャーにお問い合わせいただくか、お電話 (0120-527196) またはEメール (info@ni.com) にて弊社までご連絡ください。

NIのサービスとサポート



コンサルティングとインテグレーション



グローバルサポート



ターンキーソリューションの提供とサポート



試作と実行可能性の分析



修理と校正



トレーニングと認定

Emerson、Emerson Automation Solutions、およびそれらの関連事業体はいずれも、いかなる製品の選択、使用、または保守についても責任を負いません。製品の適切な選択、使用、および保守に関する責任は、購入者およびエンドユーザーのみに帰属します。

National Instruments、NI、NI.com、およびTestStandは、Emerson Electric Co.のTest & Measurement事業部の1社が所有する商標です。EmersonおよびEmersonのロゴは、Emerson Electric Co.の商標およびサービスマークです。NIパートナーは、NIとは別の独立した事業体であり、NIと何ら代理店、パートナーシップまたはジョイントベンチャーの関係がありません。

本書の内容は情報提供のみを目的としたものであり、その正確性については万全を期しておりますが、本書に記載されている製品またはサービス、あるいはそれらの使用または適用可能性について、明示または黙示を問わず、いかなる保証も行わないものではありません。すべての販売には当社の契約条件が適用され、これは要求に応じて提供されます。当社は、当該製品の設計または仕様をいつでも予告なく変更または改善する権利を有します。

NI
11500 N Mopac Expwy
Austin, TX 78759-3504 USA

© 2024 National Instruments. All rights reserved. 420248

ni.com/5g