

Keysight W1906EP/ET

5Gベースバンド検証ライブラリ

Data Sheet

次世代通信のアーキテクチャー構築や
標準化、ベースバンドアルゴリズム開発や
コンポーネント開発などに適用可能な
シミュレーション・リファレンス・
ライブラリ

はじめに

Keysight EEsof EDA 5Gベースバンド検証ライブラリは、デジタル、RF、ハイブリッドビームフォーミング、高度な高次MIMO信号処理を含むさまざまなマルチアンテナ・システム・アーキテクチャーをサポートしています。ライブラリは信号処理機能ブロック、サブシステム、リファレンス・マルチアンテナ・システム・モデリングサンプル、インフラコンポーネントで構成され、システム開発者は実用的な技術研究を行って1つの5G通信システムのデザインコンセプトから別のコンセプトに容易に移行できます。

このライブラリは、統合型、クロスドメイン、モデルベースのシミュレーション手法を実現するために必要な機能を備えています。例えば、3GPP規格に変更を加えたチャネルモデルとニューヨーク大学が提案したミリ波カスタム・チャネル・モデルにより、現実的なチャネル環境でシステム性能を評価して新しい5G規格のための提案を行なうことができます。

5Gアーキテクチャーの調査に使用できるW1906 5Gライブラリについてのデモビデオおよび無料の評価用ファイルは、以下のページをご覧ください。

- 5Gビームフォーミング：<https://www.youtube.com/watch?v=jH6eov3h1NM>
- 5G物理層波形：<https://www.youtube.com/watch?v=9o9J-Wxbz8E>

統合型、モデルベースのシミュレーション手法

W1906 5Gベースバンド検証ライブラリは、Keysight EDA SystemVueエレクトロニック・システム・レベル・シミュレーション・プラットフォームと組み合わせて使用します。例えば、SystemVueの統合型シミュレーション環境W1465 SystemVue System Architectは、ダイナミック・リンク・レベルのシナリオを用いて物理層の信号処理デザインの調査、実装、検証が可能です。5Gベースバンド検証ライブラリをこの統合型環境に追加することにより、以下が可能になります。

- ベースバンド/RF/ハイブリッドビームフォーミング構造を含むマルチアンテナ・システム・アーキテクチャー(W1906ライブラリには、フェーズドアレイを扱うためにSystemVueプラットフォームに追加されるW1720フェーズド・アレイ・ビームフォーミング・キットも含まれています。)
- 3GPP規格に変更を加えた3次元チャネルモデル(ミリ波チャネルの特性評価をサポート)
- 高度なベースバンドIPリファレンス(UF-OFDM/F-OFDM/FBMCなどのさまざまな5G波形テクノロジーのTx/Rx用)
- マルチチャネルRFビヘイビアモデル(パラレル処理が可能)
- 3次元表示(デザインの早い段階でシステム性能を向上させるために問題の領域を特定して対処可能)

5Gライブラリの対象ユーザー

次世代通信システムの設計、規格の作成、ベースバンドアルゴリズムの研究、コンポーネントの検証を行なうエンジニアを対象とし、動作するベースバンド／RFハードウェアがある場合もない場合も、研究開発段階で5Gライブラリを使用することにより、新しいアルゴリズムを開発したり早期のシステム検証が行なえます。

5Gライブラリは研究開発の早い段階や学術研究システムでの使用を目的としたもので、アルゴリズムやシステムの信頼性をマルチチャネル伝搬や干渉条件で検討できます。

SystemVue 5Gライブラリを使用してできること

SystemVue 5Gライブラリを使用すれば、ユーザーは新しいテクノロジーのコンセプトを検証したり、既存／最新のエア・インタフェース・テクノロジーの統合型、クロスドメイン、モデルベースのシミュレーションを実行できます。

- **4Gテクノロジーと5Gテクノロジーの橋渡し：**
特にW1907BP「5Gフォワード」ベースバンド検証ライブラリバンドルは5G以前のベースバンドライブラリを含んでおり、このライブラリバンドルを使用することにより、新しい5Gテクノロジーを採用したシステムを既存の4G物理層フレーム構造でモデル化して評価することができます。帯域幅やアンテナ数の拡張機能、異なる波形テクノロジーへの変更機能を搭載したLTEライクの物理層のデザインや、多くの他のカット＆トライタイプのシミュレーションもサポートしています。
- **ベースバンドモデリング：**
新しく採用が検討される5Gモデムおよびチャネル・コーディング・テクノロジーを検証したり、5GリファレンスデザインのアルゴリズムをC++、MATLAB、他のグラフィカルに定義されたスケマティックによる独自のカスタムアルゴリズムに置き換えることができます。SystemVueは、MATLABと容易に統合でき、知的財産(IP)を保護しながら、アルゴリズムを活用できます。
- **マルチアンテナシステムのモデリング：**
MIMOおよびビームフォーミングテクノロジーを使用したさまざまなマルチアンテナ・システム・アーキテクチャーを評価できます。マルチチャネルRFチェーンとアンテナの信号劣化も含めることができます。
- **無線チャネル：**
カスタマイズされた3GPPチャネルモデルでエンド・ツー・エンド通信リンクのミリ波チャネル特性を作成して、高周波無線チャネルの特性を調査できます。
- **RFコンポーネントの評価：**
シミュレート済みまたはテスト済みのアナログデザインに基づいて、システムレベルの性能を評価できます。

統合型、モデルベースのシミュレーション手法(続き)

SystemVueによる第5世代通信システムのモデリング

HybridBeamforming_WideBand.wsv OFDMベースのハイブリッド・ビームフォーミング・システムでのチャネル予測ソリューション
Fc: 28.5GHz 最適なTx/Rxビーム予測

シナリオ：

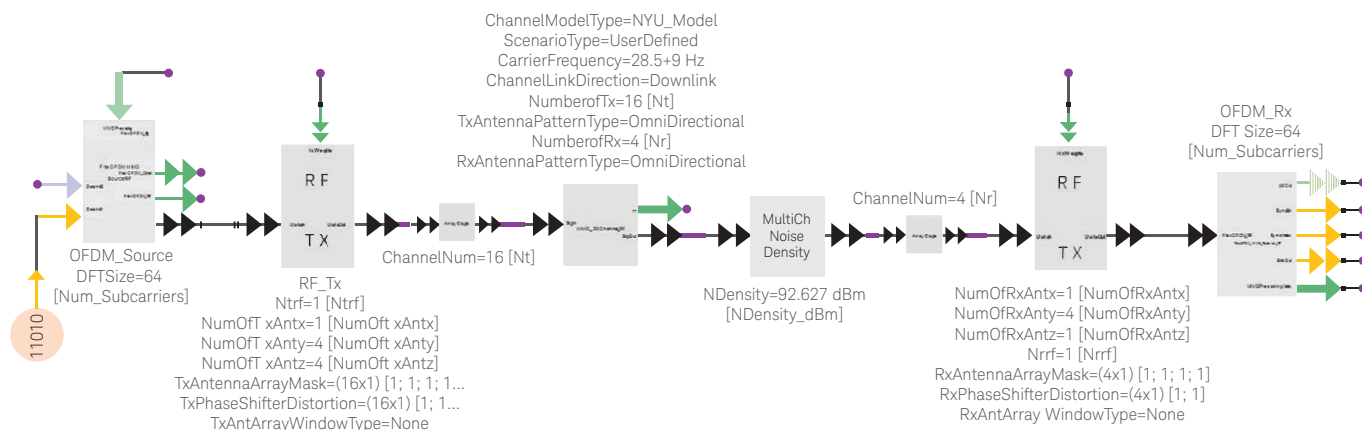
- OFDMベースのハイブリッド・ビームフォーミング・システム
- 現実的な広帯域HBFチャネル予測

構成：

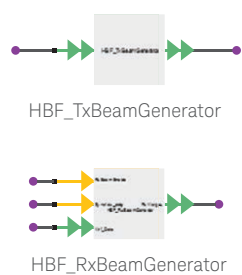
- UPA/ULAアンテナアレイ
- 無指向性アンテナ/3セクター/カスタム・アンテナ・パターン
- 3GPP規格に変更を加えた3次元チャネルモデル (最大256個のアンテナ)およびNYUチャネルモデル

ソリューション：

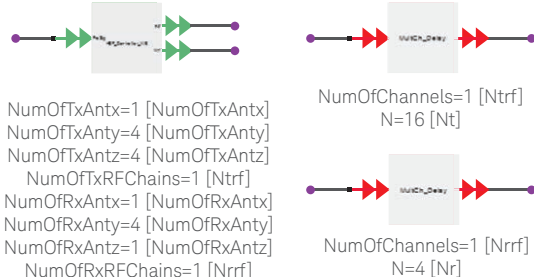
- 異なるサブキャリアでのさまざまなチャネルH
- 2段階チャネル予測手法



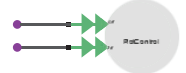
TX/RXビームジェネレーター



広帯域BF制御



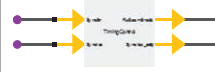
プロット制御



スループット制御



タイミング制御



プレコーダー制御



図1. この5Gハイブリッド・ビームフォーミング・システム・アーキテクチャーのモデリング例では、チャネル予測機能付きMIMO OFDMリファレンスデザインを使用してベースバンドをモデル化しています。その後、マルチアンテナトランシーバーとさまざまな信号劣化を追加しています。NYUのミリ波チャネルモデルをトランスミッターとレシーバーとの間に統合しています。

統合型、モデルベースのシミュレーション手法(続き)

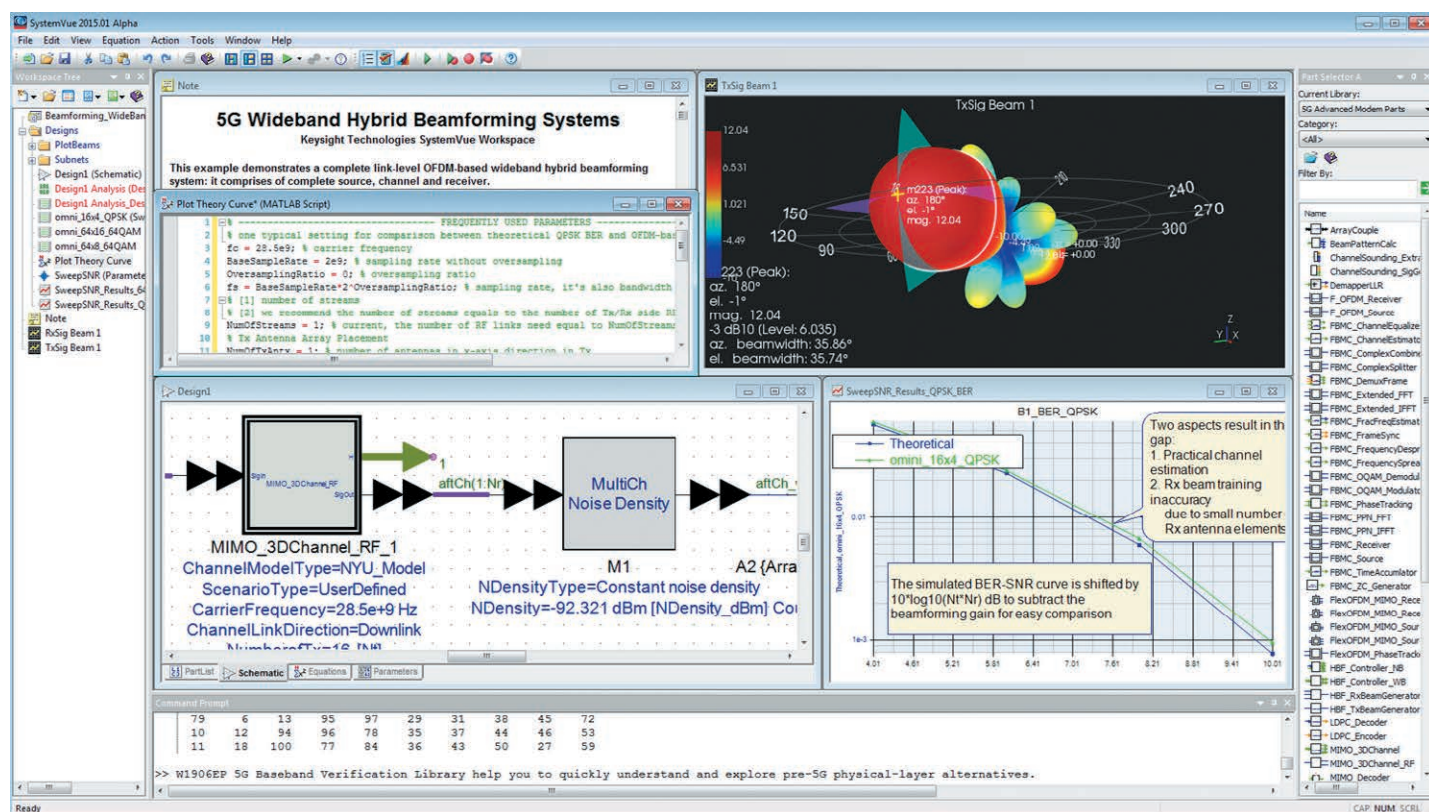


図2. 5Gベースバンド検証ライブラリをSystemVue通信システム・シミュレーション・プラットフォーム・ソフトウェアに統合し、カスタム・アンテナ・パターン・データ・インポート機能を使用してエンド・ツー・エンド・リンク解析を行って3次元ビームを表示しています。

シミュレーションモデルと機能ブロック

ベースバンドモデム	
OFDM	
特長	定義済み変調(BPSK、QPSK、8-PSK、16-PSK、16-QAM、32-QAM、64-QAM、128-QAM、256-QAM、512-QAM、1024-QAM、2048-QAM、4096-QAM、16-APSK、32-APSK、Star 16-QAM、Star 32-QAM、カスタムAPSK)、およびユーザー定義のマッピングテーブル
	FlexOFDM信号源による柔軟なOFDM構造
	柔軟なFFTサイズ、サブキャリア間隔、パイロット／データ割り当て
	最大8×8のMIMO構成
	MIMOプリコーディング
	パイロットまたはPreamble2シンボルを用いたチャネル予測
	非オーバーラップ／オーバーラップパイロット構造とレシーバーでの対応するチャネル予測
	Keysight 89600B VSAソフトウェアを用いたOFDMシステム構成パラメータ
モデル	FlexOFDM_MIMO_Source：柔軟なOFDM MIMOベースバンド信号源
	FlexOFDM_MIMO_Source_RF：柔軟なOFDM MIMO RF信号源
	FlexOFDM_MIMO_Receiver：柔軟なOFDM MIMOベースバンド信号レシーバー
	FlexOFDM_MIMO_Receiver_RF：柔軟なOFDM MIMO RF信号レシーバー
	FlexOFDM_PhaseTracker：オーバーラップ・パイロット・パターンのための位相トラッカー
	OFDM_ChannelEstimator：非オーバーラップ・パイロット・パターンのためのチャネル予測
	OFDM_ChannelEstimatorOverpal：オーバーラップ・パイロット・パターンのためのチャネル予測
	OFDM_Precoder：入力としてのプリコード化マトリクスによるプリコーダー
	OFDM_Deprecoder：データサブキャリアに対するチャネル応答デプリコーダーと出力としての所定のプリコード化マトリクス
	DemapperLLR：LLRによるデマッパー
F-OFDM	
特長	FFTサイズ、サブキャリア間隔、パイロット／データ割り当てなどが柔軟なF-OFDM構造
	F-OFDM用の異なるシェーピングフィルター
	F-OFDM EVM測定
	AWGNでのBER測定
モデル	F_OFDM_Source：F-OFDMベースバンド信号源
	F_OFDM_Receiver：F-OFDMベースバンド信号レシーバー
UF-OFDM	
特長	FFTサイズ、サブキャリア間隔、パイロット／データ割り当てなどが柔軟なUF-OFDM構造
	各UF-OFDMソース用の複数のサブバンド
	UF-OFDM用の異なるシェーピングフィルター
	UF-OFDM EVM測定
	AWGNでのBER測定
モデル	UF_OFDM_Source：UF-OFDMベースバンド信号源
	UF_OFDM_Receiver：UF-OFDMベースバンド信号レシーバー

シミュレーションモデルと機能ブロック(続き)

ベースバンドモデム(続き)	
FBMC	
特長	変調(BPSK、QPSK、8-PSK、16-PSK、16-QAM、32-QAM、64-QAM、128-QAM、256-QAM、512-QAM、1024-QAM、2048-QAM、4096-QAM、16-APSK、32-APSK、Star 16-QAM、Star 32-QAM、カスタムAPSK)
	オフセットQAM変調
	拡張IFFTおよびPPN IFFT
	拡張FFTおよびPPN FFT
	ユーザー定義のZadoff-Chuシーケンス
	プリアンブル
	パイロット
	アクティブサブキャリア
	周波数ドメインでのユーザー定義フィルター
	タイミング/周波数同期
	チャンネル予測と位相トラッキング
	チャンネルイコライゼーション
モデル	FBMC_ChannelEqualizer: 解析フィルターバンクの後のサブチャンネルイコライザー
	FBMC_ChannelEstimator: 周波数ドメインでのチャンネル予測
	FBMC_DemuxFrame: 周波数オフセット補償器付きフレームデマルチプレクサー
	FBMC_FracFreqEstimator: タイムドメインでのフラクショナル周波数シンクロナイザー
	FBMC_FrameSync: タイムドメインでの整数周波数/タイミングシンクロナイザー
	FBMC_TimeAccumulator: タイムドメインでのPPN実装のアクキュレーター
	FBMC_FrequencyDespreader: 周波数ドメインでの逆拡散器
	FBMC_FrequencySpreader: 重み付け周波数拡散器
	FBMC_PhaseTracking: パイロットによる位相トラッカー
	FBMC_ZC_Generator: 重ねて表示されるZCシーケンスジェネレーター
	FBMC_ComplexCombiner: OQAM復調複素データ結合器
	FBMC_ComplexSplitter: OQAM変調複素データスプリッター
	FBMC_Extended_FFT: 拡張FFT
	FBMC_Extended_IFFT: 拡張IFFT
	FBMC_OQAM_Demodulator: OQAM復調器およびオーバーラップスプリッター
	FBMC_OQAM_Modulator: OQAM復調器およびオーバーラップ結合器
	FBMC_PPN_FFT: PPN_FFT
	FBMC_PPN_IFFT: PPN_IFFT
	FBMC_Receiver: ベースバンドFBMCレシーバー
	FBMC_Source: ベースバンドFBMC信号源
チャンネルコード化 ¹	
特長	柔軟なコードワード長およびメッセージ長のLDPCコード化
	パラメータによるまたはファイルからの入力パリティマトリクス設定
	積和および正規化された最小和などのLDPC用デコードアルゴリズム
	異なる反復回数
	NRZからロジック信号までの異なるマッピングモード
モデル	LDPC_Encoder: パリティマトリクスHによるLDPCエンコーダー
	LDPC_Decoder: パリティマトリクスHによるLDPCデコーダー

1. 他の基本的なチャンネルコード化はSystemVueプラットフォームでサポートされます。

シミュレーションモデルと機能ブロック(続き)

マルチアンテナシステム： ビームフォーミング	
特長	目的の位相シフトと目的の重み付けを使用して、アンテナの位置と角度から計算されるトランスミッターの3種類のビームフォーミングタイプ
	構成可能で柔軟なハイブリッド・ビームフォーミング・アーキテクチャー
	完全な狭帯域システムおよびOFDMベースの広帯域システムのシミュレーション
	狭帯域／広帯域システムのベースラインアルゴリズム
	理想的および実用的なビームトレーニング
	カスタム・アンテナ・パターンのインポート(EMProおよびHFSSデータフォーマット)
	ビームフォーミング用のテイラー窓
	コンポーネントに起因する信号劣化の解析
	フェーズドアレイを扱うための追加のSystemVueプラットフォームのサポート(W1906EP/ETライブラリにはW1720EP/ETフェーズド・アレイ・ビームフォーミング・キットのライセンスも1つ含まれています)。
モデル	ArrayCouple：Tx側とRx側でのアレイ結合のモデリング
	BeamPatternCalc：信号の放射パターンとアンテナ素子の放射パターンの視覚化
	HBF_Controller_NB：狭帯域HBFサンプル用のベースラインアルゴリズム
	HBF_Controller_WB：OFDMベースHBFサンプル用のビーム・トレーニング・ソリューション
	TxBeamGenerator：広帯域HBFサンプル専用のTxビームジェネレーター
	RxBeamGenerator：広帯域HBFサンプル専用のRxビームジェネレーター
	MIMO_3DChannel：3GPPモデルおよびNYUモデルをベースにした3次元チャネルモデル
	MIMO_3DChannel_RF：エンベロープバージョンのMIMO_3DChannel
	MultiCh_AddEnv：マルチポート複素エンベロープ加算器
	MultiCh_AddNDensity：マルチポート白色ガウシアン雑音加算器
	MultiCh_Amplifier：マルチチャネルバージョンの増幅器
	MultiCh_Delay：マルチチャネルバージョンの遅延
	MultiCh_Modulator：マルチ・パラレル・チャネルのI/Q変調器
	MultiCh_Demodulator：マルチ・パラレル・チャネルのI/Q復調器
	MultiCh_UpSampling：マルチチャネルのアップサンプリング
	MultiCh_DownSampling：マルチチャネルのダウンサンプリング
	Tx_Beamformer：送信ビームフォーマー
	Tx_Beamformer_RF：エンベロープタイプの送信ビームフォーマー
	Rx_Beamformer：受信ビームフォーマー
	Rx_Beamformer_RF：エンベロープバージョンの受信ビームフォーマー
MIMO	
特長	変調(BPSK、QPSK、8-PSK、16-PSK、16-QAM、32-QAM、64-QAM、128-QAM、256-QAM、512-QAM、1024-QAM、2048-QAM、4096-QAM、16-APSK、32-APSK、Star 16-QAM、Star 32-QAM、カスタムAPSK)
	送信ダイバーシティー (TD)モードまたは空間多重化(SM)モード
	2個および4個の送信アンテナのサポート
	LTEシステムで使用可能なAlamoutiコード化／デコード
	リニアZF、リニアMMSE、逐次干渉除去(SIC) ZF、SIC MMSE、最尤(ML)などのさまざまなデコーダー手法
モデル	MIMO_Encoder：MIMO用STCエンコーダー
	MIMO_Decoder：MIMO用STCデコーダー

シミュレーションモデルと機能ブロック (続き)

無線チャンネル	
チャンネルサウンディング	
特長	チャンネルサウンディング測定のための基準信号の作成
	経路数、経路遅延、経路パワー、AoA、AoDを含む、チャンネル・サウンディング・データのチャンネルプロファイルの抽出
	パラメータ抽出のためのSAGE ¹ アルゴリズム
モデル	ChannelSounding_SigGen：チャンネルサウンディング測定のための基準信号発生器
	ChannelSounding_Extractor：チャンネル・サウンディング・データのチャンネル・プロファイル・エクストラクター
チャンネルモデリング	
特長	3GPP規格に準拠した3次元チャンネルモデル
	3GPP規格に変更を加えた3次元チャンネルモデル(アンテナ数の拡張、より高い周波数での運用、より広い帯域幅)
	NYUが提案したカスタムミリ波チャンネルモデルの統合 ²
	NYUシナリオセクション(UMi、屋内、ユーザー定義)
	カスタム・アンテナ・パターンのインポート(EMProおよびHFSSデータフォーマット)
モデル	MIMO_3DChannel：ベースバンドMIMO 3次元チャンネルモデル
	MIMO_3DChannel_RF：エンベロープ・データ・タイプのMIMO 3次元チャンネルモデル

1. Space-Alternating Generalized Expectation-Maximization。
2. ニューヨーク大学。

構成

5Gライブラリは、W1461BP SystemVue Comms ArchitectなどのW146xシリーズ SystemVue環境またはバンドルにオプションとして追加できます。

SystemVue W1902 デジタル・モデム・ライブラリを使用することにより、QAMチャネルなどのシングルキャリア波形の作成も可能です。

SystemVue 5Gライブラリは、M8190A/95A AWG、M9703Aデジタイザ、N5182B(MXG)、N9040A(UXA)などのキーサイトのハードウェアと組み合わせても使用でき、MERおよびBERを測定することができます。

図3は、5GライブラリとキーサイトのEDAシミュレーションツールおよびテスト機器との構成を示しています。

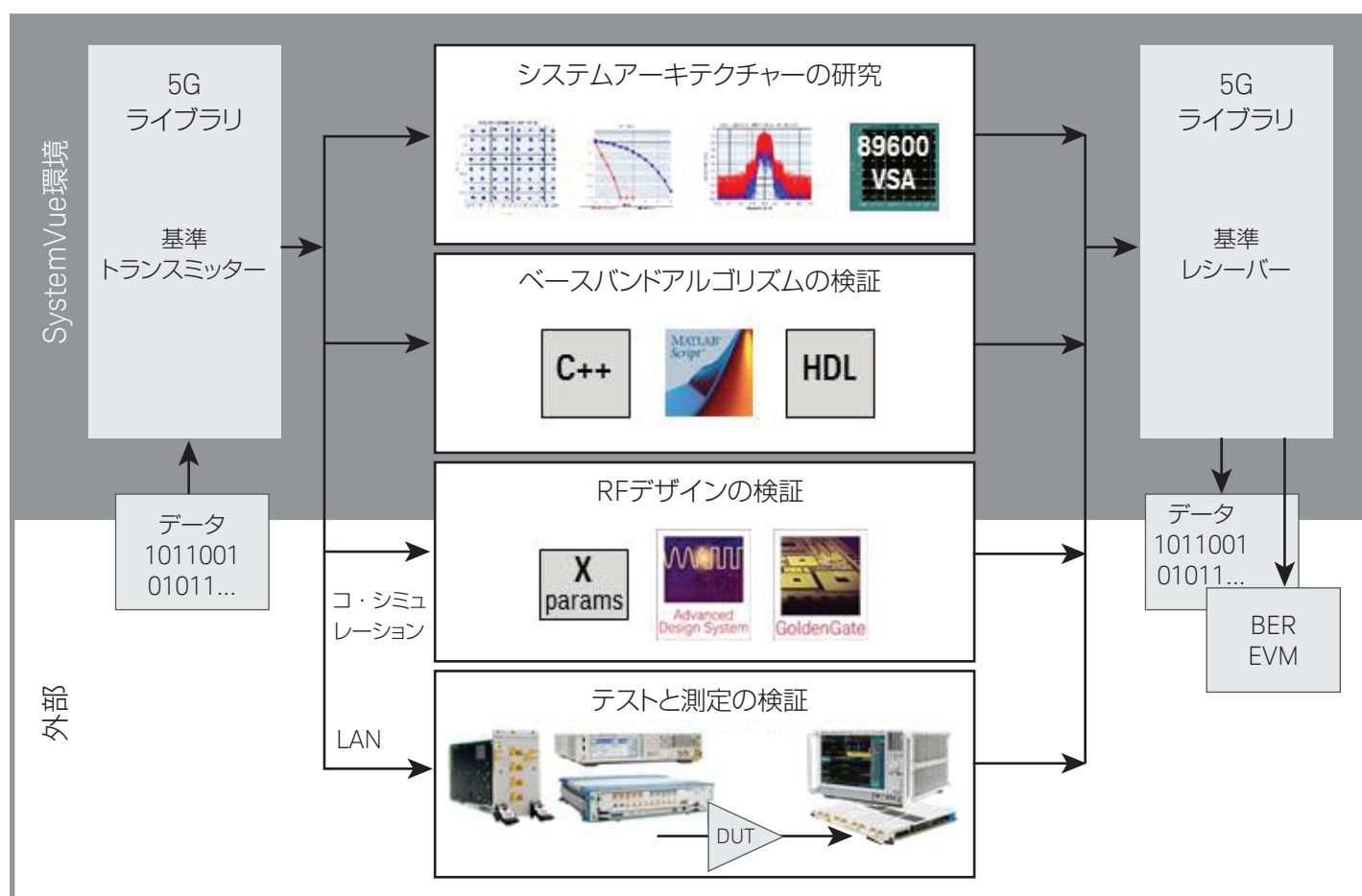


図3. 5Gライブラリは、キーサイトの他のデザインソフトウェア／測定器と組み合わせても使用できます。

SystemVueをAWG、デジタイザ、RF信号源、RFアナライザなどのキーサイトのテスト機器に接続するには、通常、キーサイトの補完ソフトウェア(Keysight IOライブラリ、Command Expert、オプション300付き89600 VSAソフトウェアなど)が必要です。SystemVueが提供する使いやすいモデリング／検証プラットフォームは、研究開発環境やテストラボで使用でき、ネットワーク上で共有できます。

オーダー情報

モデル	概要
W1906EP/ET	5Gベースバンド検証ライブラリ
W1906BEL ¹	5Gベースバンド解析ライブラリ(C++ソースコードIPバージョン)
W1907BP/BT	「5Gフォワード」ベースバンド検証ライブラリバンドル(次のものが付属) <ul style="list-style-type: none">- W1906EP/ET 5Gライブラリ- W1918EP/ET LTE-A/LTEライブラリ(4G)- W1916EP/ET 2G/3Gライブラリ- W1715EP/ET MIMOチャネルビルダー

1. 5Gベースバンド解析ライブラリは、C++で記述されたソースコード製品でベースバンド検証ライブラリと同じ機能をサポートしています。この製品の見積もりは計測お客様窓口にご依頼ください。

関連製品

モデル	概要
W1461BP/BT	SystemVue Comms Architect
W1719EP/ET	RFシステム・デザイン・キット(優れたRFモデリング用)
W1720EP/ET	フェーズド・アレイ・ビームフォーミング・キット(各W1906に付属済み)
W1902EP/ET	デジタル・モデム・ライブラリ(さまざまな一般的な波形用)
W2383EP/ET	ADS用5Gモデムライブラリ(RFコンポーネント検証用)

その他の情報

詳細なアプリケーション情報については、以下を参照してください。

- www.keysight.co.jp/find/eesof-systemvue-5g-verification
- www.keysight.co.jp/find/eesof-systemvue-info
- www.keysight.co.jp/find/eesof-systemvue-videos
- www.keysight.co.jp/find/eesof-systemvue-evaluation

次世代の解析のダウンロード

キーサイトのソフトウェアには、専門知識に裏付けされたノウハウが凝縮されています。キーサイトは初期のデザインから最終製品の出荷に到るまでに必要となるツールを提供し、解析データが有用な情報へ、さらに設計上の知見となることを加速させ、デザインサイクルの効率化に貢献します。



- エレクトロニック・デザイン・オートメーション(EDA)ソフトウェア
- アプリケーションソフトウェア
- プログラミング環境
- プロダクティビティソフトウェア

詳細については、以下のウェブサイトをご覧ください。

www.keysight.co.jp/find/software

まずは、30日間の無料試用版をお試しください。

www.keysight.co.jp/find/free_trials

進化

キーサイト独自のハードウェア、ソフトウェア、スペシャリストが、お客様の次のブレイクスルーを実現します。キーサイトが未来のテクノロジーを解明します。



ヒューレット・パカードからアジレント、そしてキーサイトへ



myKeysight

myKeysight

www.keysight.co.jp/find/mykeysight

ご使用製品の管理に必要な情報を即座に手に入れることができます。

キーサイト・テクノロジー合同会社

本社 〒192-8550 東京都八王子市高倉町9-1

計測お客様窓口

受付時間 9:00-18:00 (土・日・祭日を除く)

TEL ☎ 0120-421-345 (042-656-7832)

FAX ☎ 0120-421-678 (042-656-7840)

Email contact_japan@keysight.com

ホームページ www.keysight.co.jp

記載事項は変更になる場合があります。
ご発注の際はご確認ください。