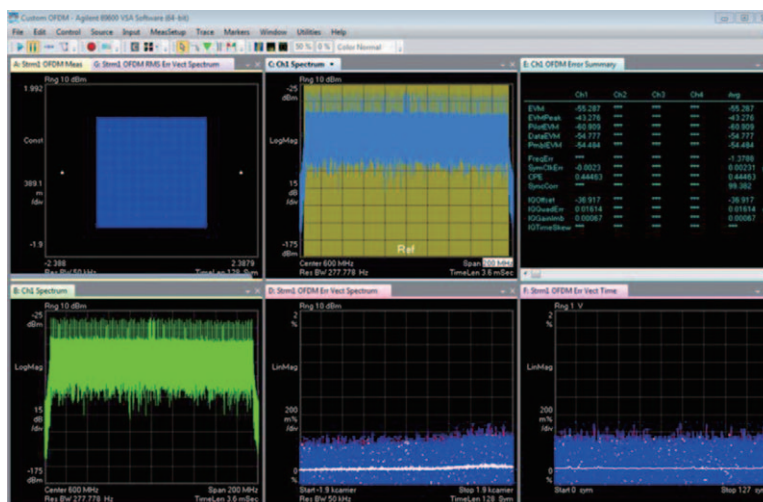


# Keysight Technologies

## DOCSIS 3.1への迅速な適合性の検証

### Application Brief



コスト・パフォーマンスに優れ、高速、広帯域、大容量メモリ、高い柔軟性を備えた規格に準拠した測定ソリューションを用いれば、DOCSIS 3.1のデザインの研究開発／デザイン検証テストを加速できます。

## 概要

DOCSIS(Data Over Cable Service Interface Specification)規格の最新バージョンであるDOCSIS 3.1が正式にリリースされました。DOCSIS 3.1に準拠したトランスミッタ、レシーバ、コンポーネントのデザイン、および新しい規格に対するそれらの性能の検証には、厳格なテストが必要ですが、規格での新しいテクノロジーの採用および以前のDOCSISバージョンとの下位互換性の必要性により、テスト・プロセスは複雑になっています。

本書では、192 MHzまでの帯域幅の信号(図1を参照)を作成/解析するためのハードウェアおよびソフトウェアなど、キーサイトのDOCSIS 3.1テスト・ソリューションのラインナップを紹介します。これらのソリューションを使用すれば、DOCSIS 3.1に定められている新しい要件に対して、トランスミッタ/レシーバ/コンポーネントをテストすることができます。

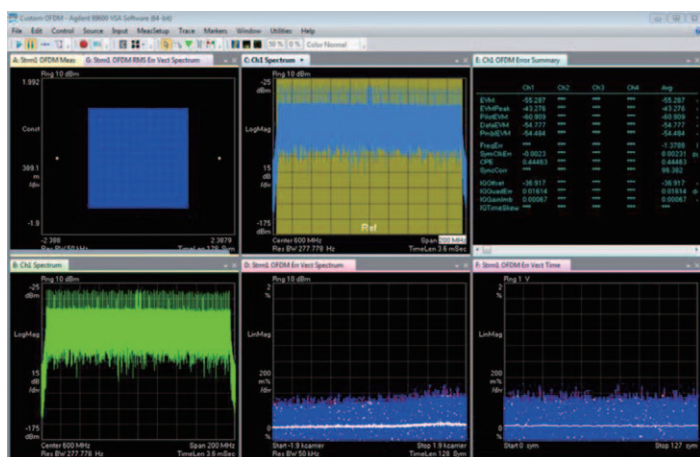


図1. 89600 VSAソフトウェアを使用した統計的に正しい14096 QAM DOCSIS 3.1信号の解析。>55 dBのMERを表示。

## はじめに

長年に渡って、DOCSIS規格はCATVプロバイダ/加入者のニーズに合わせて進化してきました。自宅周辺でのHDTVビデオ・ストリーミングや室内で楽しむゲームなどの最新のアプリケーションにより、マルチギガビットのデータ・レートに対する要求が高まっています。このような帯域幅拡大の必要性から、最新規格のリビジョンDOCSIS 3.1が誕生しました。

DOCSIS 3.1では、CATVプロバイダがデータ容量を増やし、速度を改善するための方法を提供しています。DOCSIS 3.0と比べて、同じスペクトラムで最大50%データ・スループットが向上し、既存のHFC(光ファイバ/同軸ハイブリッド)ネットワークの上りで2.5 Gbps、下りで10 Gbpsのデータ・スループットを実現できます。スペクトラムを効率的に使用できるので、データ配信の1ビット当たりのコストを大幅に削減できます。このため、CATVプロバイダは、ブロードバンド・データ通信サービスの加入者獲得競争において、衛星/無線通信プロバイダよりも優位に立つことができます。

## 研究開発エンジニアが直面する問題

DOCSIS 3.1は、周波数分割多重化(OFDM)および低密度パリティ・チェック(LDPC)のフォワード・エラー訂正(FEC)テクノロジーの採用により、速度と容量の向上を実現しています。規格では、下りの24～192 MHzのチャンネル帯域幅で最大4096 QAM変調方式、上りの最大96 MHzの帯域幅で最大4096 QAM変調方式の採用が義務付けられています。また、純粋なIPペイロード・データをサポートし、既存のHFCインフラのチャンネルと共存できます。

これらのテクノロジーは必要な容量/速度の向上を実現しますが、デザインやテストにおいて、DOCSIS 3.1の192 MHzチャンネルのより広い帯域幅に対応する信号の作成/解析という、多くの新たな問題をもたらします。多くのジェネレータは、信号の作成に必要な最小2xのオーバーサンプリング比に対応できるだけの高いサンプリング・レートを備えていません。このオーバーサンプリング比に対応できないと、エイリアシングが生じ、信号にイメージ応答が生じる可能性があります。さらに、複雑なOFDMおよびLDPC FECに対応し、従来のDOCSISテクノロジーをサポートすると同時に、コスト・パフォーマンスが高く、高速で、将来の規格の改訂にも柔軟に対応できるテスト・ソリューションは限られています。

## ソリューションの概要

キーサイトのDOCSIS 3.1テスト用ソリューション(図2を参照)としては、M9703A AXIe高速デジタイザ、そのPCIeバージョンであるU5303A、M8190A任意波形発生器(AWG)があります。キーサイトの89600 VSAソフトウェア(OFDM復調オプションBHF搭載)およびSystemVueエレクトロニック・システム・レベル(ESL)デザイン・ソフトウェアは、M8190A AWGで作成できるフル・コード化されたDOCSIS 3.1波形ファイルを作成できます。

### 信号の作成(192 MHz帯域幅)

- DOCSIS 3.1の上り/下りの統計的に正しい波形ファイルの使用が可能
- 統計的に正しいDOCSIS 3.1波形ファイルを作成/変更するためのWaveform Creatorソフトウェア・ツール
- フル・コード化されたDOCSIS 3.1波形ファイルを作成/変更するためのSystemVueソフトウェア・ツール
- 192 MHz帯域幅のDOCSIS 3.1信号を作成するための任意波形発生器(AWG)

### 信号の解析(192 MHz帯域幅)

- 192 MHz帯域幅を超える復調解析機能を備えたハードウェア・プラットフォームをサポートする89600 VSAソフトウェア
- 4チャンネル/1チャンネル構成のデジタイザにより、DOCSIS 3.1 192 MHz帯域幅信号の捕捉が可能
- スペクトラム・アナライザにより、DOCSISスペクトラム測定に対応可能
- SystemVueのDOCSISライブラリを使用すれば、DOCSIS 3.1ダウンリンク信号を復調/デコード可能

M9703Aは、8チャンネル、12ビットの広帯域デジタル・レシーバ/デジタイザです。M9703Aのチャンネル・インタリーブ機能を使用すれば、4チャンネル構成で、DC～1.4 GHzの信号を最高3.2 Gサンプル/sの速度で捕捉して、DOCSIS 3.1波形を収集することができます。この構成により、最高の測定精度が得られます。

U5303A(オプションD31)は、シングルスロット、12ビットのPCIe 2チャンネル・デジタイザです。U5303Aのチャンネル・インタリーブ機能を使用すれば、1チャンネル構成で、DC～1.4 GHzの信号を最高3.2 Gサンプル/sの速度で捕捉して、DOCSIS 3.1波形を収集することができます。この構成では、U5303A-D31によって、新しいDOCSIS 3.1のテスト要件を満たすために必要な性能が安価に得られます。

M8190Aは、12 Gサンプル/sの2チャンネルAWGで、1チャンネルあたり2 Gサンプルのメモリ、5 GHzのアナログ帯域幅、最大90 dBcのSFDRを備えています。

このように、M8190Aは大容量のメモリ、広い帯域幅、優れたSFDR、柔軟性を兼ね備えているため、DOCSIS 3.1信号に現実的なストレスを印加して、HFCネットワーク全体で伝送ネットワークのテストが行えます。



図2. Keysight DOCSIS 3.1テスト・ソリューションのラインナップ。

## ソリューションの詳細

### トランスミッタ・テスト

DOCSIS 3.1トランスミッタのテストには、Keysight高速デジタイザと89600 VSAソフトウェア(オプションBHF搭載)の両方が必要です。これら2つの組み合わせにより、-50 dB以上のMERで、統計的に正しい広帯域信号(最大192 MHz)を復調/解析できます。

DOCSIS 3.1トランスミッタ・テスト用のテスト・セットアップを図3に示します。M9703A/U5303A-D31デジタイザは広帯域信号を効率的に捕捉し、89600ソフトウェアは広帯域信号を復調/解析します。カスタムOFDM復調機能を使用すれば、独自のカスタムOFDM信号パラメータを定義することもできます。スペクトラム・テストには、キーサイトのMXAまたはPXAシグナル・アナライザが必要です。

MXAと組み合わせて使用するポータブル・テスト・ソリューションを図4に示します。

### レシーバ・テスト

DOCSIS 3.1レシーバをテストするためのセットアップを図5に示します。レシーバのテストには、広帯域のM8190A AWGとSystemVueの両方が必要です。作成する波形の複雑さに応じてWaveform CreatorまたはSystemVueを使用し、DOCSIS 3.1波形を作成して、M8190Aにダウンロードします。M8190Aはテストに必要な信号を出力します。M8190AとWaveform CreatorまたはSystemVueソフトウェアにより、レシーバのテスト中にDOCSIS 3.1信号に現実的なストレスを印加し、HFC帯域幅全体(最大1.2 GHz)の信号をシミュレートして、伝送ネットワークのテストが行えます。

### コンポーネント・テスト

コンポーネントのテストでは、M8190A AWGとM9703A/U5303A-D31デジタイザの両方に加えて、89600 VSA(オプションBHF搭載)とWaveform CreatorまたはSystemVueソフトウェアを使用して、フル・コード化されたスティミュラス/レスポンス・テストが行えます。

DOCSIS 3.1コンポーネント・テスト用のPXIベースのセットアップを図6に示します。この構成では、ベースバンド信号や波形シーケンスがWaveform CreatorまたはSystemVueで作成され、M9330A PXI AWGにダウンロードされます。M9330Aは、PXIベクトル信号発生器に対するI/Q入力をドライブし、被試験コンポーネントに入力信号を印加します。次に、PXI M9202Aが89600 VSAソフトウェアで解析するための信号を捕捉します。このハードウェアとソフトウェアにより、小規模ですがコンポーネント・テスト用の現実的な動的シナリオを作成できます。

研究開発環境においては、SystemVueのシミュレーション・ライブラリにより、マルチフォーマット信号を作成し、受け取った波形を復調して、DOCSIS 3.1のコード化されたビット・シーケンスを回復することができ、BERなどのシステム・レベルの解析が可能です。

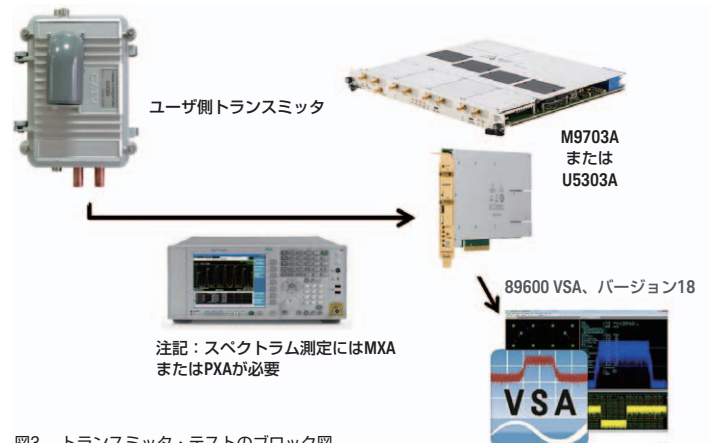


図3. トランスミッタ・テストのブロック図。



図4. 192 MHz帯域幅のポータブル復調テスト・ソリューション。

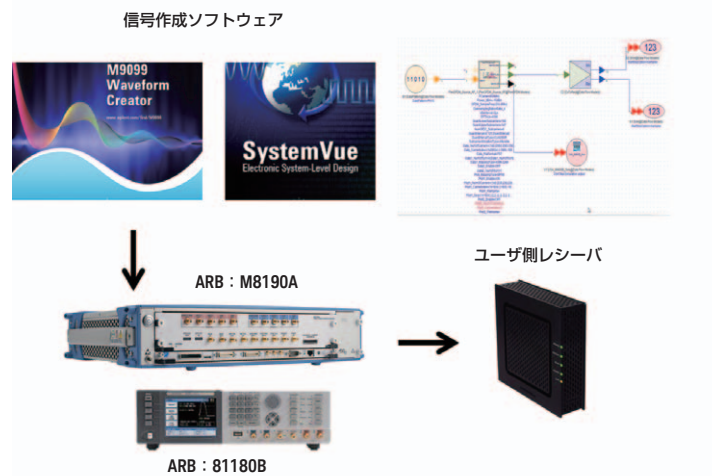


図5. レシーバ・テストのブロック図。

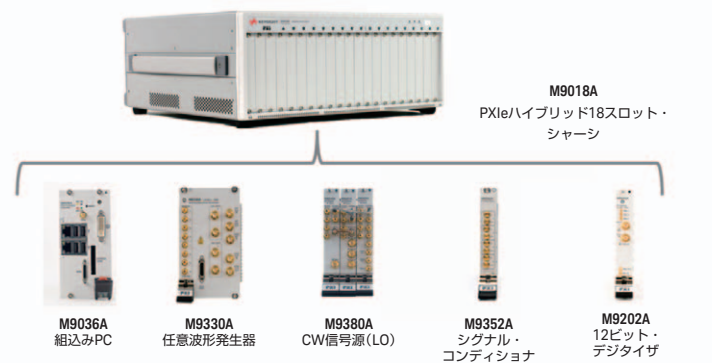


図6. コンポーネント・テストのブロック図。

## オーダ情報

[www.keysight.co.jp/find/modular](http://www.keysight.co.jp/find/modular)

モデル	概要
M8190A	AXIe任意波形発生器
81180B	LXI任意波形発生器
M9099T	Waveform Creator
W1461BP/BT	SystemVueソフトウェア
E4729A	SystemVueカスタムDOCSISライブラリ
M9703A	AXIeデジタイザ
U5303A-D31	PCIeデジタイザ(DOCSISアプリケーション搭載)
89601B	89600 VSAソフトウェア、バージョン18
89601B-BHF	カスタムOFDM復調
N5182A	MXG信号発生器
N9020A	MXAシグナル・アナライザ
N9030A	PXAシグナル・アナライザ

オーダ情報の詳細については、計測お客様窓口までお問い合わせください。

## 詳細情報

『M8190A AXIe任意波形発生器』Data Sheet  
カタログ番号5990-7516JAJP

『81180B LXI任意波形発生器』Data Sheet  
カタログ番号5991-0364JAJP

『M9099T Waveform Creatorソフトウェア』Technical Overview  
カタログ番号5991-3153JAJP

『SystemVue 2013ソフトウェア』Technical Overview  
カタログ番号5990-4731JAJP

『M9703A AXIe高速デジタイザ/広帯域デジタル・レシーバ』  
Data Sheet カタログ番号5990-8507JAJP

『U5303A PCIe高速デジタイザ』Data Sheet  
カタログ番号5991-1104JAJP

『89600 VSAソフトウェア』Technical Overview  
カタログ番号5990-6405JAJP

『PXI and AXIeモジュール製品：オンデマンド・カタログ』  
<http://wireless.keysight.co.jp/mod/>

**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  
電子計測ホームページ  
[www.keysight.co.jp](http://www.keysight.co.jp)

●記載事項は変更になる場合があります。  
ご注文の際はご確認ください。