

# 車車間 DSRC 向け WLAN 802.11p 測定の御紹介 アプリケーションノート

## 製品:

- | R&S<sup>®</sup>SMU200A | R&S<sup>®</sup>FSQ
- | R&S<sup>®</sup>SMATE200A | R&S<sup>®</sup>FSG
- | R&S<sup>®</sup>SMJ100A | R&S<sup>®</sup>FSV
- | R&S<sup>®</sup>SMBV100A | R&S<sup>®</sup>FSL
- | R&S<sup>®</sup>AMU100A | R&S<sup>®</sup>PTW70
- | R&S<sup>®</sup>AFQ100A
- | R&S<sup>®</sup>AFQ100B

自動車アプリケーション向けに IEEE は IEEE 802.11-2007 規格を改訂した IEEE 802.11p を作成しました。

IEEE 802.11p PHY レイヤーは OFDM PHY, 例えば IEEE 802.11a を用います。本アプリケーションノートでは、802.11p の改訂の 802.11-2007 規格への変更と、ローデ・シュワルツ製 802.11 適合試験装置を用いた 802.11p 測定についてご説明します。

# 目次

1	はじめに.....	3
2	IEEE 802.11p と IEEE 802.11(a, b, g, j, n) の違い.....	4
2.1	IEEE 802.11a, g 物理レイヤ.....	4
2.1.1	概要.....	4
2.1.2	802.11a.....	5
2.2	IEEE 802.11p 物理レイヤ.....	7
2.3	IEEE 802.11 a, g, p パケットフォーマット.....	11
2.4	IEEE 802.11p MAC レイヤ.....	12
3	802.11p 測定.....	13
3.1	802.11p レシーバ試験.....	13
3.2	フェージング下での 802.11p レシーバ試験.....	15
3.3	802.11p トランスミッタ試験.....	16
3.3.1	802.11p スプリアスエミッションマスク.....	16
3.3.2	変調解析.....	19
3.4	製造試験.....	20
3.5	プロトコル試験.....	20
4	まとめ.....	20
5	用語集.....	21
6	参考文献.....	22
7	追加情報.....	22
8	オーダー情報.....	23

# 1 はじめに

802.11p 改訂（現時点ではドラフト版）は、802.11 規格を改良し、自動車環境における無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)への対応が追加されました。

802.11p の主なアプリケーションは、車車間(car-to-car:C2C, あるいは vehicle-to-vehicle:V2V)通信です。V2V は、狭域専用通信(dedicated short range communication :DSRC)と同義でもあり、これらは RFID および 802.11p 規格を基としています。

802.11p 規格の主な挑戦は、周波数スペクトラムの有効性とフェージングにあります。

V2V 推進においては、車車間および路車間の通信に重点が置かれます。

特定のアプリケーションには、料金授受、信号における赤信号待ち時間案内、名所案内の地図転送、交通渋滞回避ルート情報などがあります。

そして、交通渋滞の中にある車から、対向車に対する能動的な事故警告もあるべきです。

高い品質の試験により、低いエラーレートが確実なものとなることが、802.11p の安全関連アプリケーションには必須の条件です。

## 世界の DSRC 周波数割り当て

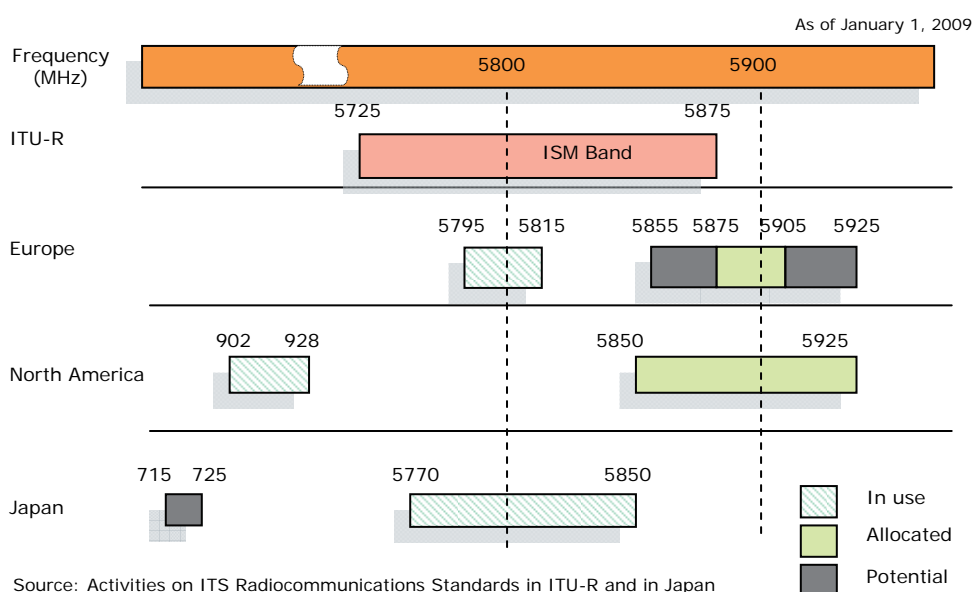


図 1: 世界の DSRC 向け周波数割り当ての状況

## 2 IEEE 802.11p と IEEE 802.11(a, b, g, j, n) の違い

802.11p は、802.11-2007 の改訂です。

この PHY は良く知られる 802.11a デバイスに用いられている PHY と同じ規格 (section17) の OFDM セクションが基となっています。

802.11p 改訂は、強固な接続と移動する車両への素早いセットアップを実現するために PHY および MAC の一部変更を提案しています。

### 2.1 IEEE 802.11a, g 物理レイヤ

詳細につきましては、規格あるいは、ローデ・シュワルツのアプリケーションノート「WLAN IEEE 802.11 a, b, g Application Note from Rohde & Schwarz (1MA69).」をご参照下さい。

802.11p および 802.11a,g は OFDM 変調を用いています。802.11b は OFDM を用いていないため、ここではリストには載せておりません。

#### 2.1.1 概要

下表は、マッピングやコーディング・レートなど、802.11a/g 変調方式の主な仕様です。

規格	データレート [Mbit/s]	キャリア毎 の変調	データ・ キャリア数	パイロット・ キャリア数	コーディング・ レート	マッピング		
						from	to	利用
802.11 a/g	6	BPSK	48	4	$\frac{1}{2}$	48 ビット	1 OFDM シンボル	48 BPSK キャリア
	9	BPSK	48	4	$\frac{3}{4}$	48 ビット	1 OFDM シンボル	4 BPSK キ ャリア
	12	QPSK	48	4	$\frac{1}{2}$	96 ビット	1 OFDM シンボル	48 QPSK キャリア
	18	QPSK	48	4	$\frac{3}{4}$	96 ビット	1 OFDM シンボル	48 QPSK キャリア
	24	16QAM	48	4	$\frac{1}{2}$	192 ビット	1 OFDM シンボル	48 16QAM キャリア
	36	16QAM	48	4	$\frac{3}{4}$	192 ビット	1 OFDM シンボル	48 16QAM キャリア
	48	64QAM	48	4	$\frac{1}{2}$	288 ビット	1 OFDM シンボル	48 64QAM キャリア
	54	64QAM	48	4	$\frac{3}{4}$	288 ビット	1 OFDM シンボル	48 64QAM キャリア

図 2: 802.11 変調およびマッピング概要

## 2.1.2 802.11a

802.11a 規格は、直交周波数分割多重(Orthogonal Frequency Division Multiplex :OFDM) 方式にて 8 つの異なるデータレートを送信技術として用いています。送信システムへの容易な手段として設計するために、64 本のキャリアが規定されましたが、このうち 52 本のキャリア(-26 ... -1, 1 ... 26)が利用されます。4 本のパイロットキャリア ( $\pm 21$  および  $\pm 7$ ) は固定パターンにて送信され、他のキャリアはデータが含まれます。キャリア間隔 321.5 kHz は、16.6 MHz の信号帯域幅をもたらします。キャリアにおけるデータの内容は、プリアンブル周期のスロット時間 8  $\mu$ s 以外にて、4  $\mu$ s (スロット時間) 毎に変化します。

- バーストはレシーバの為に周波数補正およびチャネル見積りを用いたトレーニングシーケンス情報を含んだプリアンブルと共に始まります。
- 続くシグナルフィールド(4  $\mu$ s 長)では変調上の情報、送信長および付加情報が含まれます。
- 続く PLCP サービスデータユニット(PLCP Service Data Unit :PSDU)はデータが含まれます。

下図は、上述の 802.11a 信号のスペクトログラムを示したものです。

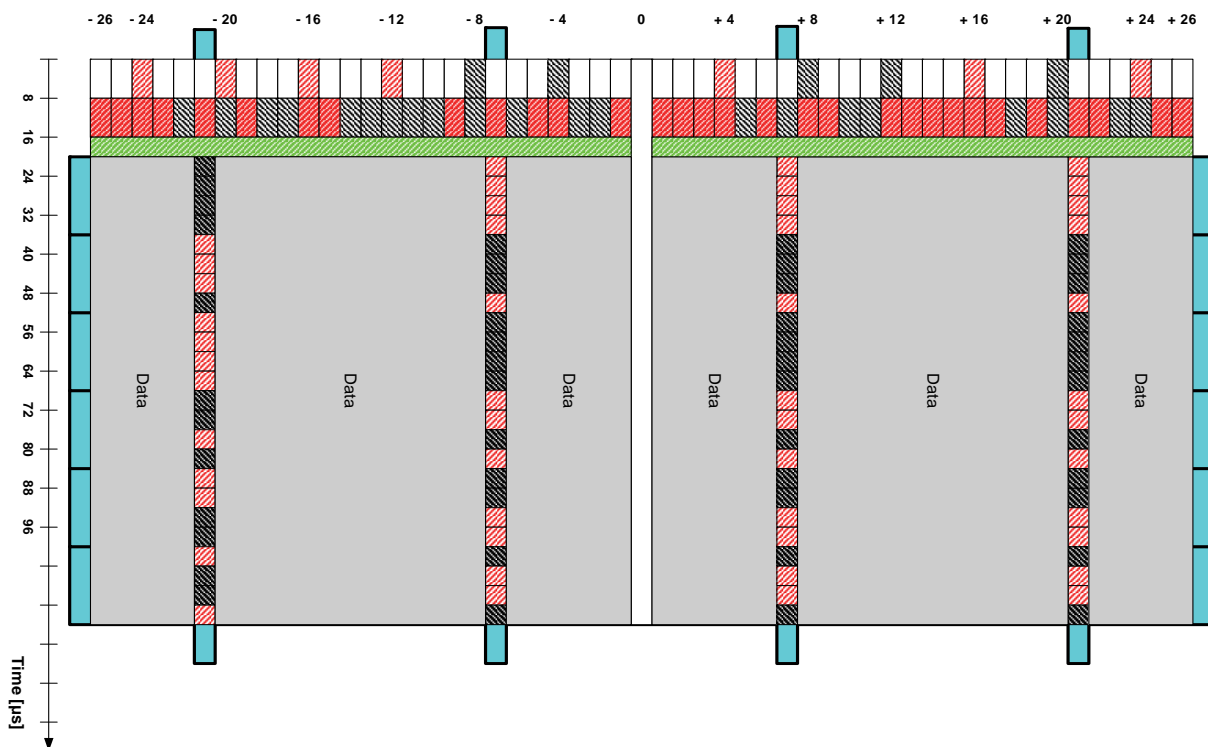


図3: 802.11a スペクトログラム表現 (キャリア 対 時間)

48本のデータキャリアのそれぞれは、QPSK, 16QAM あるいは 64 QAM により変調可能です。異なるコーディングレートとの組み合わせは、6 ~ 54 Mbit/s の公称データレートをもたらします。異なるコンスタレーションを下図に示します。指数  $b$  は、コンスタレーションポイントにおけるビットストリームの分布を表します。  
(緑および赤のポイントは青にも、緑のポイントは赤に占有されます)

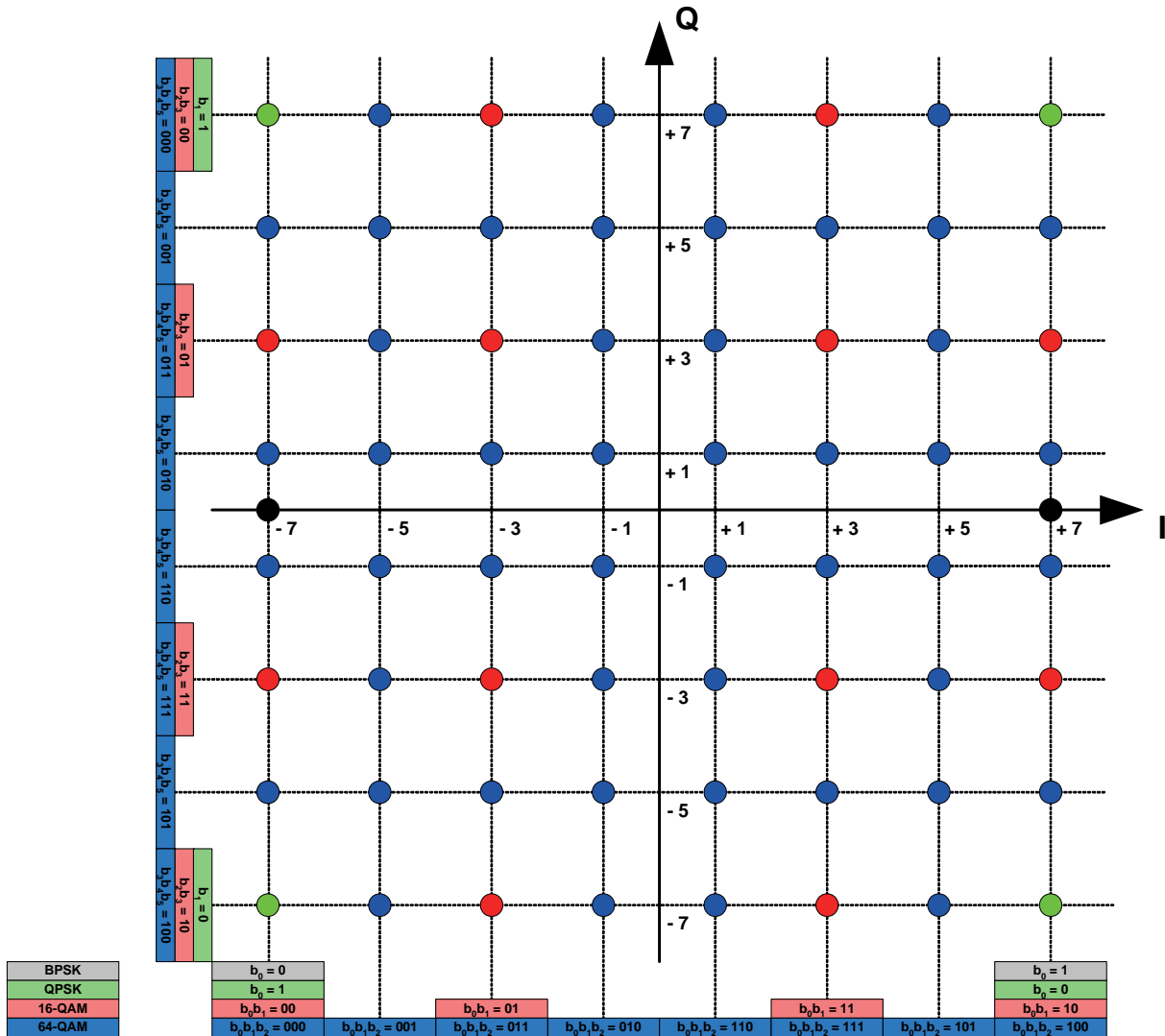


図 4: 802.11a キャリアコンスタレーション

## 2.2 IEEE 802.11p 物理レイヤ

802.11-2007 規格は 3 つの異なる PHY レイヤーモードが定義されています。20 MHz, 10 MHz および 5 MHz モードです。異なるモードは減少されたクロック/サンプルレートにより実現されます。802.11a は通常 20 MHz 帯域幅にてフルクロックモードを用います。802.11p は通常 10 MHz 帯域幅のハーフクロックモードを用います。802.11j 規格もハーフクロックモードを用います。5, 10 および 20 MHz の全てのモードは、802.11 規格にて規定されています。

低速サンプルレート/クロックレートを用いた 802.11a 信号を用いることで、PHY にて 802.11j/p 信号となることも出来ます。

ハーフクロックモードは次のパラメータに影響を及ぼします。

- **帯域幅**  
802.11p においては 10 MHz 帯域幅が通常用いられ、信号がフェージングに対してより堅固となります。20 MHz 帯域幅はオプションにて適用されます。
- **キャリア間隔**  
802.11p 信号は、802.11a と比較し、半分のキャリア間隔を用います。
- **シンボル長**  
シンボル長は 2 倍となり、フェージングに対してより堅固となります。
- **周波数**  
802.11p 規格は通常 5.8 GHz および 5.9 GHz 周波数バンドにて運用されます。国の規制機関により、700 MHz および 900 MHz 周波数バンドの利用が検討されています。(図 1 参照)

クロックレートの他にも、IEEE 802.11p の隣接チャネル除去 (adjacent channel rejection:ACR) およびスペクトラムエミッションマスク (spectrum emission mask : SEM) も、802.11-2007 より比較変更されています。

802.11p の ACR 値は、図 9 および図 10 にあるように、より厳しいものとなります。802.11p の追加スペクトラムエミッションマスクは、図 7 および図 8 に示します。

下表は、802.11a および 802.11p 実施における PHY レイヤの値を比較したものです。

パラメータ	IEEE 802.11a	IEEE 802.11p ハーフクロックモード	変更点
ビットレート(Mbit/s)	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54	3, 4.5, 6, 9, 12, 18, 24, 27	半分
変調モード	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM	変更なし
コードレート	1/2, 2/3, 3/4	1/2, 2/3, 3/4	変更なし
サブキャリア数	52	52	変更なし
シンボル滞留時間	4 $\mu$ s	8 $\mu$ s	2 倍
ガード時間	0.8 $\mu$ s	1.6 $\mu$ s	2 倍

パラメータ	IEEE 802.11a	IEEE 802.11p ハーフクロックモード*	変更点
FFT 周期	3.2 $\mu$ s	6.4 $\mu$ s	2 倍
プリアンプル滞留	16 $\mu$ s	32 $\mu$ s	2 倍
サブキャリア間隔	0.3125 MHz	0.15625 MHz	半分

図 5: IEEE 802.11a および IEEE 802.11p における物理層の比較

追加 SEM は 802.11p 規格の 10MHz および 5MHz モードにて異なるそれぞれの電力クラス（電力クラス A, B, C および D）のための 4 つの異なるスペクトラムエミッションマスク (SEM) が定義されています。

802.11p の電力クラス A のスペクトラムエミッションマスク (10MHz) は、802.11j 規格のスペクトラムエミッションマスクと同等です。

次の電力クラスが定義されています：

電力クラス	最大出力電力(dBm)
クラス A	0
クラス B	10
クラス C	20
クラス D	28.8

図 6: 802.11p 電力クラス

WLAN ではピーク電力スペクトラム密度 (PSD) が信号の基準電力として用いられています。

全てのオフセット結果はピーク PSD に従って測定されます。この為、スペクトラムマスクは dBr (dB 比例値) にて定義されています。

802.11p チャンネル帯域幅は 10MHz であり、スペクトラムエミッションマスクはハーフクロックモードの各チャンネルのキャリア周波数から 15MHz オフセットまでが定義されています。



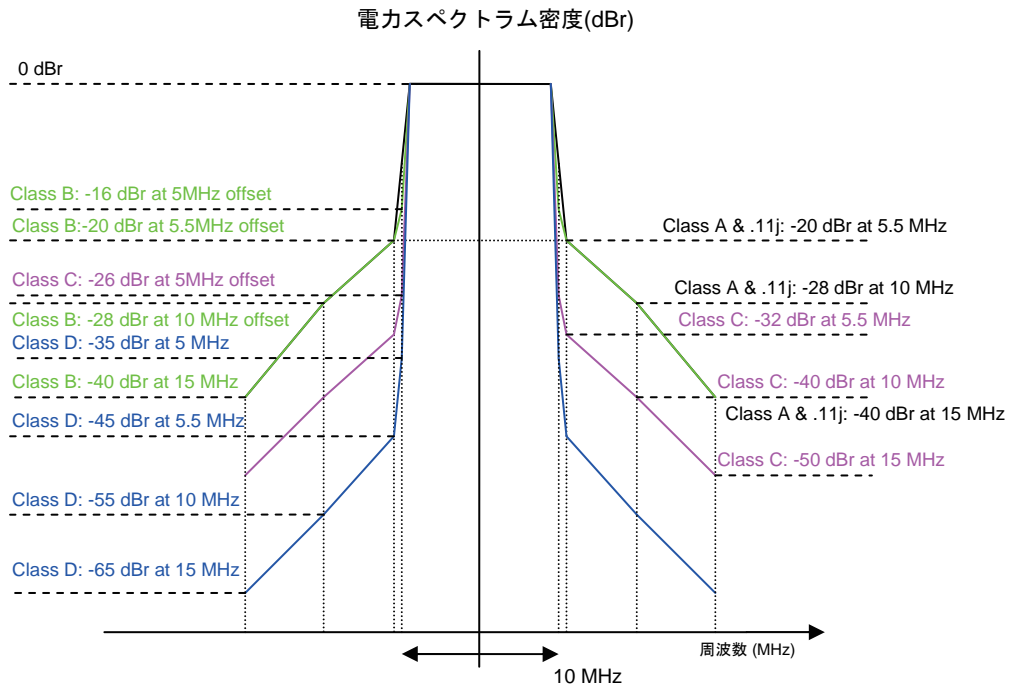


図 7: IEEE 802.11p スペクトラムマスク (10 MHz チャンネル間隔)

5 MHz チャンネル間隔では、下記の SEM が 802.11p 改訂にて定義されています。

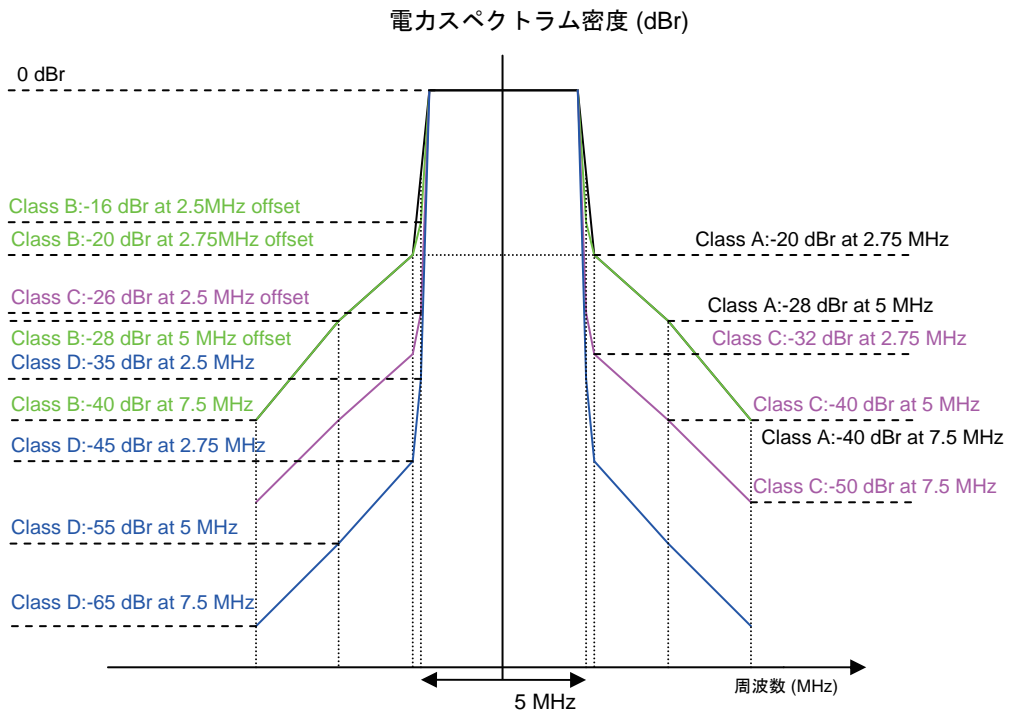


図 8: IEEE 802.11p スペクトラムマスク(5 MHz チャンネル間隔)

802.11p 改訂に適合する装置には、さらに厳しい ACR への適合が要求されます。

下図(図 9)は、802.11-2007 規格に従った OFDM PHY の ACR 規格であり、図 10 は、11p 改訂にて提案されている ACR 要求です。

注意：この 11p 改訂情報は現時点ではドラフト版に基づいたものであり最終的な承認は得られておりません。

変調	コーディングレート	隣接チャンネル除去(dB)	次隣接チャンネル除去(dB)
BPSK	1/2	16	32
BPSK	3/4	15	31
QPSK	1/2	13	29
QPSK	3/4	11	27
16QAM	1/2	8	24
16QAM	3/4	4	20
64QAM	2/3	0	16
64QAM	3/4	-1	15

図 9: 802.11-2007 規格における ACR 値

変調	コーディングレート	次隣接チャンネル除去(dB)	非隣接チャンネル除去(dB)
BPSK	1/2	28	42
BPSK	3/4	27	41
QPSK	1/2	25	39
QPSK	3/4	23	37
16QAM	1/2	20	34
16QAM	3/4	16	30
64QAM	2/3	12	26
64QAM	3/4	11	25

図 10: 802.11p 改訂における ACR 値

dB で示された値は、隣接チャンネルのチャンネル平均電力に対する平均電力の測定値です。

## 2.3 IEEE 802.11 a, g, p パケットフォーマット

下図は 802.11a, g, p のパケットフォーマットの概観です。詳細につきましては、規格書あるいは「WLAN 802.11 a, g, p Application Note from Rohde & Schwarz (1MA69)」をご参照願います。

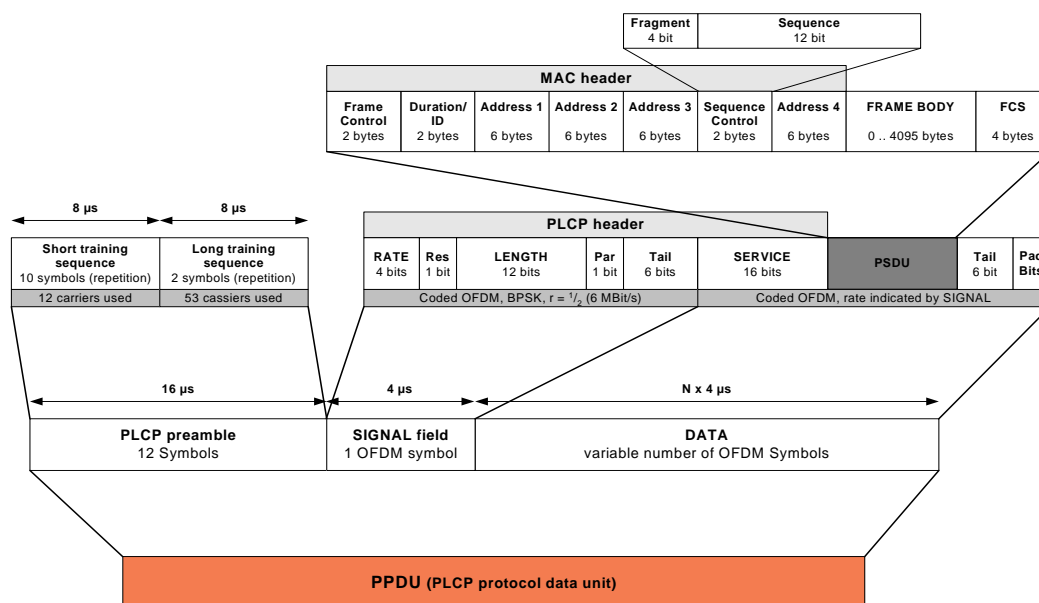


図 11: 802.11a, g, p パケットフォーマット

802.11a 規格のパケットフォーマットは、802.11g, j, p 規格に同じです。

## 2.4 IEEE 802.11p MAC レイヤ

802.11p 改訂のメディアアクセスコントロール(media access control :MAC) レイヤは、802.11-2007 規格の一部でもあります。802.11 MAC は、PHY に非依存な関係になっています。MAC および PHY の両方のレイヤは、概念的にマネジメントエンティティに含まれ、MAC サブレイヤマネジメントおよび PHY レイヤマネジメントエンティティ(MAC sublayer management :MLME および PHY layer management entities : PLME) と呼ばれます。このモデルのマネジメント SAP(service access point)は、下記があります。

- SME MLME SAP
- SME PLME SAP
- MLME PLME SAP

802.11p では、新しいマネジメントインフォメーションベース(management information base :MIB) “dot11ocb” が、MAC レイヤマネジメントエンティティ ( MAC Layer Management Entity : MLME ) に定義されています。

“dot11ocbenabled” が真であれば 802.11p デバイスに追加オプション／制約が付加されます。

追加オプションには次のものがあります

- No authentication service  
ステーションマネジメント体(station management entity :SME)あるいは、MAC サブレイヤの外部から与えられるもの。
- No Deauthentication service
- Data confidentiality

MIB dot11ocb Bit は、802.11 にて定義された Phy および MAC レイヤには影響を及ぼしません。

さらに全てのステーションは事前定義の「C2C」独立サービスセット(Independent Basic Service Set : IBSS)に属します。これは予約済みチャンネルにて可能です。これらは安全および交通効率化アプリケーションにおいても用いられます。専用の事前定義チャンネルは異なるカテゴリをブロードキャストするため、チャンネルのスキャンは不要となります。

## 3 802.11p 測定

R&D, 品質保証、生産ライン試験および規制試験など、物理レイヤおよび MAC レイヤの包括的な試験が必要です。

ローデ・シュワルツは、信号発生器や信号アナライザからワイヤレス通信テストおよびプロトコルテストに至る全てのレンジの WLAN 試験装置を提供します。802.11p は、移動型アプリケーション向けに定義されているので、フェージング環境下における現実のシナリオを用いた試験を行うことは便利です。ローデ・シュワルツは、R&S<sup>®</sup>AMU200A および R&S<sup>®</sup>SMU200A 信号発生器にてリアルタイム・フェージング・シミュレータを提供し、一つの測定器で WLAN 適合信号を生成しフェージングをかけるまでを可能とします。

### 3.1 802.11p レシーバ試験

物理レイヤのレシーバ試験を実施するために、理想的な信号を生成しなければなりません。

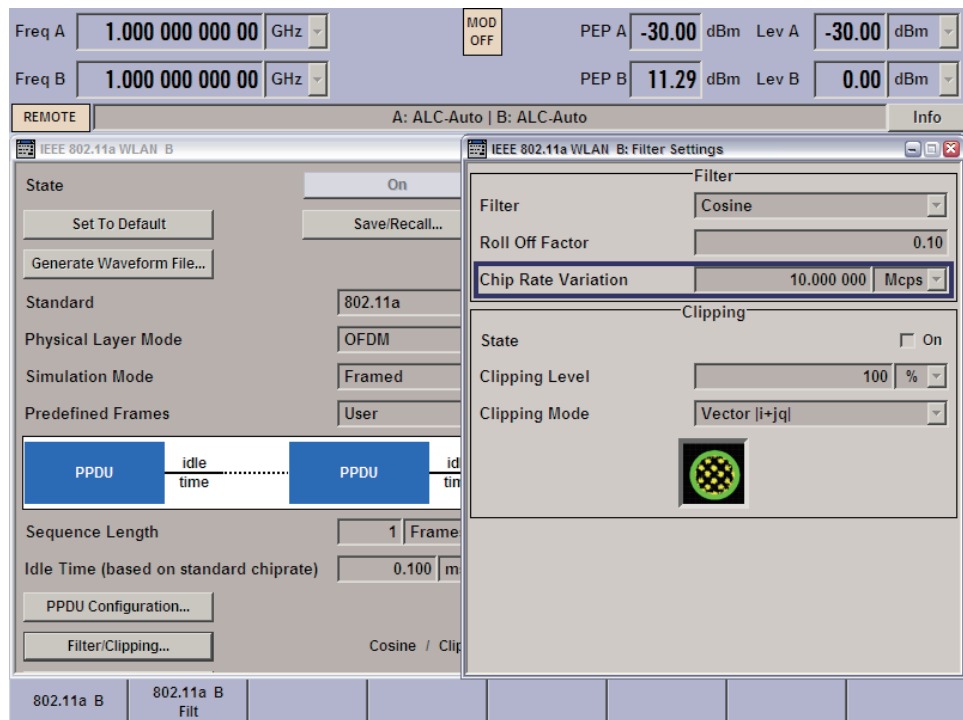
代表的なレシーバ試験は次の通りです：

- 基準感度
- ダイナミックレンジ
- ブロック特性
- チャンネル内感度
- フェージング効果
- 隣接チャンネル除去(Adjacent channel rejection : ACR)

ローデ・シュワルツのベクトル信号発生器(R&S<sup>®</sup>SMU200A, R&S<sup>®</sup>SMATE200A, R&S<sup>®</sup>SMJ100A あるいは R&S<sup>®</sup>SMBV100A)は WLAN オプションにてとても簡単に 802.11p 信号を設定可能です。内蔵 WLAN オプション(802.11n には-K54, 802.11 a/b/j/g には、-K48)を選択し、WLAN 802.11a 信号を選択します。

"Filter/Clipping"ウインドウにて、"Chip Rate Variation"へ進み、20 Mcps の代わりに 10 Mcps を設定します。下図(12)をご参照下さい。

純粋なベースバンド・アプリケーションには、R&S<sup>®</sup>AMU200A, R&S<sup>®</sup>AFQ100A および R&S<sup>®</sup>AFQ100B の WLAN オプションを用いることで信号が生成されます。R&S<sup>®</sup>AMU200A でも内蔵 WLAN オプションを提供、R&S<sup>®</sup>AFQ100A および R&S<sup>®</sup>AFQ100B では WINIQSIM2 (802.11a/b/j/g には R&S<sup>®</sup>AFQ-K248, 802.11n には R&S<sup>®</sup>AFQ-K254) を用いて WLAN オプションを提供しております。いずれかのオプションにて、規格適合の WLAN 信号が高い柔軟性のパラメータ設定機能をもって生成可能です。

図 12: R&S<sup>®</sup> SMU WLAN 11p 信号生成

### 3.2 フェージング下での 802.11p レシーバ試験

802.11p 改訂は自動車向けに設計されています。移動する環境において、フェージングは受信信号品質に大きな影響を及ぼします。時間に対してチャンネル自体が急速に変化するのみならず、相対速度に従ったドップラーシフトも現れます。

このような問題の環境では、ライス、ドップラーなどの繰り返し可能なリアルタイムフェージングシミュレーションが必要となります。

他の規格適合信号の生成の可能性として、R&S<sup>®</sup>SMU200A および R&S<sup>®</sup>AMU200A の 2パス信号発生器は信号にリアルタイムフェージングをかける事が出来るオプションを提供します。(フェージングシミュレータ・オプション-B14, フェージングシミュレータ拡張オプション-B15, ダイナミックフェージング・オプション-K71, 拡張フェージングモデルオプション-K72 および MIMO フェージング・オプション-K74)

802.11a, b, g では、ハイパーLAN フェージング・チャンネルモデルが用いられています。802.11n のフェージングモデルは定義検討中です。802.11p では、現在のところフェージングモデルは定義されていません。

事前定義のフェージングシナリオは WLAN のみならず、様々な種類のセルラ通信規格にて用いられます。例えば、WiMAX<sup>™</sup>の ITU フェージングモデルおよび LTE の拡張 ITU フェージングモデルです。

既定のフェージング・シナリオに加え、極めて簡単に例えばスピードやパス数、フェージングタイプをユーザ定義フェージング・プロファイルとして生成できます。

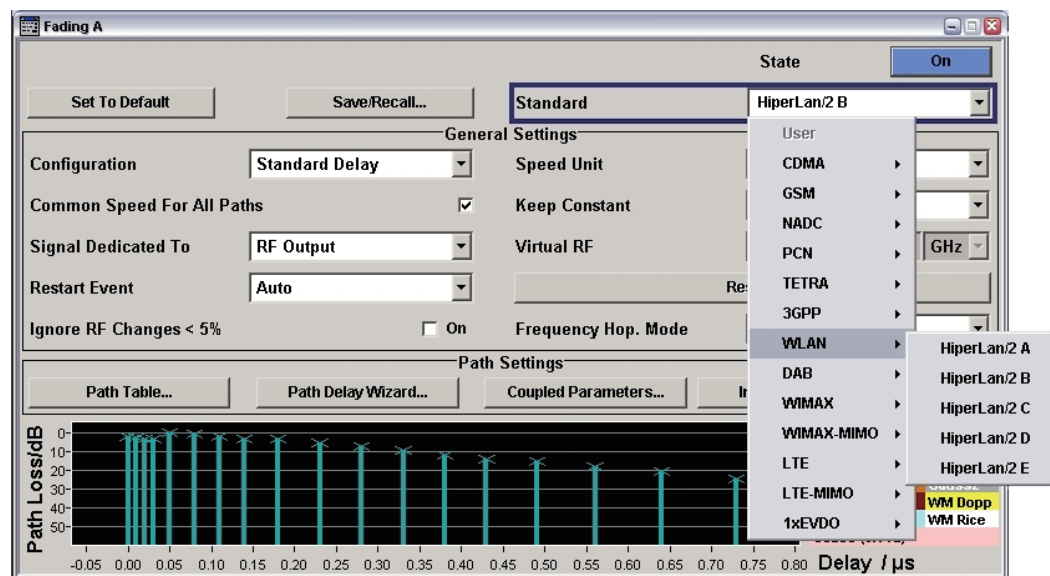


図 13: R&S<sup>®</sup>SMU200A 事前定義のフェージング設定

### 3.3 802.11p トランスミッタ試験

DUT(Device Under Test)から生成された信号の物理レイヤの解析を行うことは、トランスミッタ試験は必ず実施されなければなりません。代表的なトランスミッタ試験には次があります。

- 送信電力
- 変調 EVM 等の送信信号品質
- 占有帯域幅のような出力スペクトラム
- 隣接チャネル漏洩比(adjacent channel leakage ratio : ACLR)あるいはスプリアス等のバンド外測定

WLAN トランスミッタ試験は WLAN オプション (802.11a/b/g/j/p には-K91、802.11n には-K91n)を搭載した R&S<sup>®</sup>FSL, R&S<sup>®</sup>FSV, R&S<sup>®</sup>FSG および R&S<sup>®</sup>FSQ シグナル・アナライザにて対応しております。

#### 3.3.1 802.11p スプリアスエミッションマスク

DUT が 802.11p スペクトラム限度値内にあるかどうかの確認には、測定したスペクトラムを設定されたスプリアスエミッションマスク (SEM) と比較しなければなりません。ローデ・シュワルツのアナライザは、2つの異なる方法にて、信号対 SEM の試験を提供します。

- **スペクトラム・アナライザ・モード**  
R&S<sup>®</sup>FSQ および R&S<sup>®</sup>FSV の汎用スペクトラム・アナライザ・モードにて、規格の従った SEM 値を選択 (あるいはロード) するか、手動にて設定できます。スイープモード・メニューの選択により、プリアンプなどの全ての関連パラメータのマニュアル設定および限度値の編集が出来ます。
- **WLAN オプション(802.11j)の利用**  
802.11j 規格の SEM は、802.11p の電力クラス A の SEM と同一なことにより、802.11j 設定にて 802.11p 電力クラス A モジュールの測定が可能です。この両方の規格はハーフクロック・モードを利用しています。

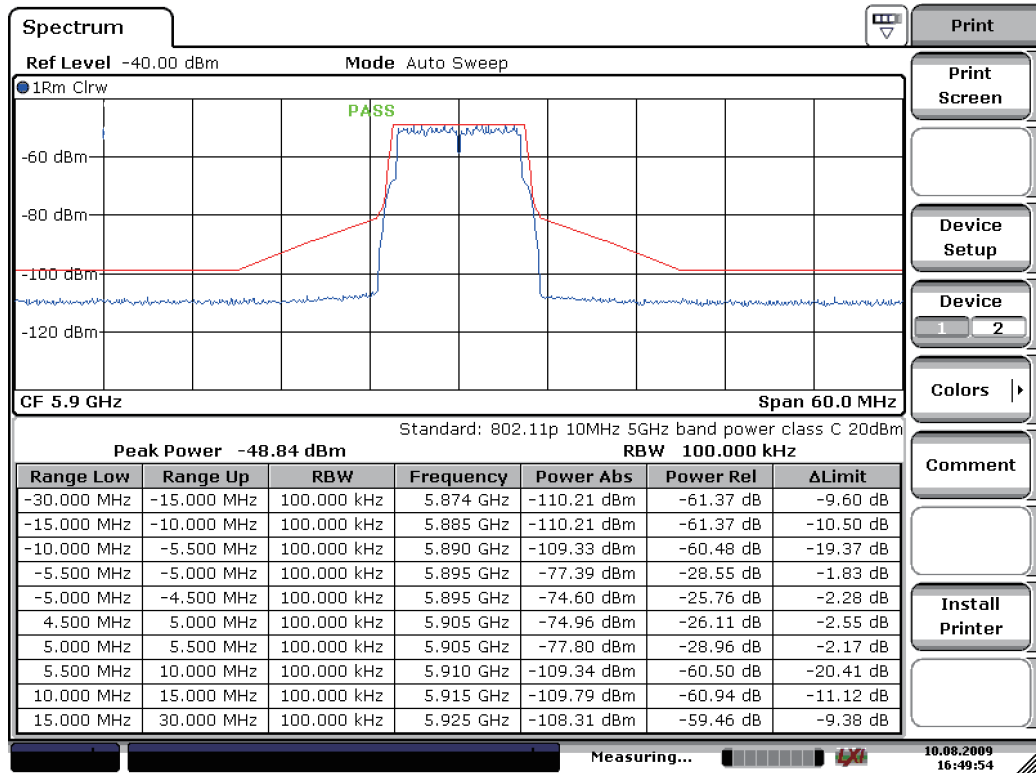
WLAN オプション(-K91 および-K91n)にて、802.11j 規格を選択します。スペクトラム測定に切り替え、802.11j の SEM をロードすると、802.11p 電力クラス A の SEM が現れます。このモードは、シンボルの復調にも対応しています。

#### アプリケーションノート IEEE 802.11p

アプリケーションノートは、ローデ・シュワルツのホームページよりダウンロード可能です。

[www.rohde-schwarz.com/appnote/1MA152](http://www.rohde-schwarz.com/appnote/1MA152)





Date: 10.AUG.2009 16:49:53

図 14: 5.9GHz における 802.11p 信号と SEM 電カクラス C (FSV スペクトラム・アナライザ)

スペクトラム・アナライザ・モードにて SEM のロードには” MEAS” ハードキーを用います。ソフトキー “Spectrum Emission Mask”、そしてソフトキー “Load Standard” を押します。必要な WLAN の SEM の選択が可能となります。

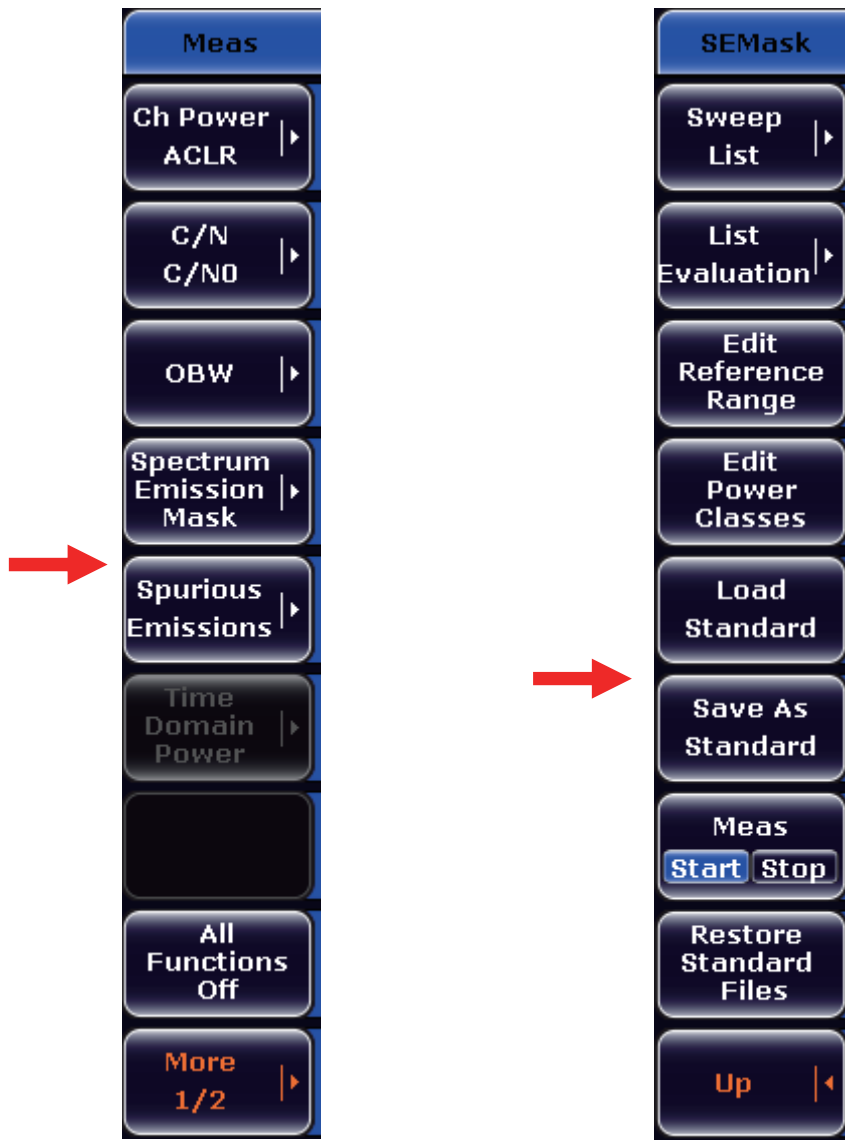


図 15: R&S®FSV スペクトラム・アナライザ・モードにおける SEM 選択メニュー

### 3.3.2 変調解析

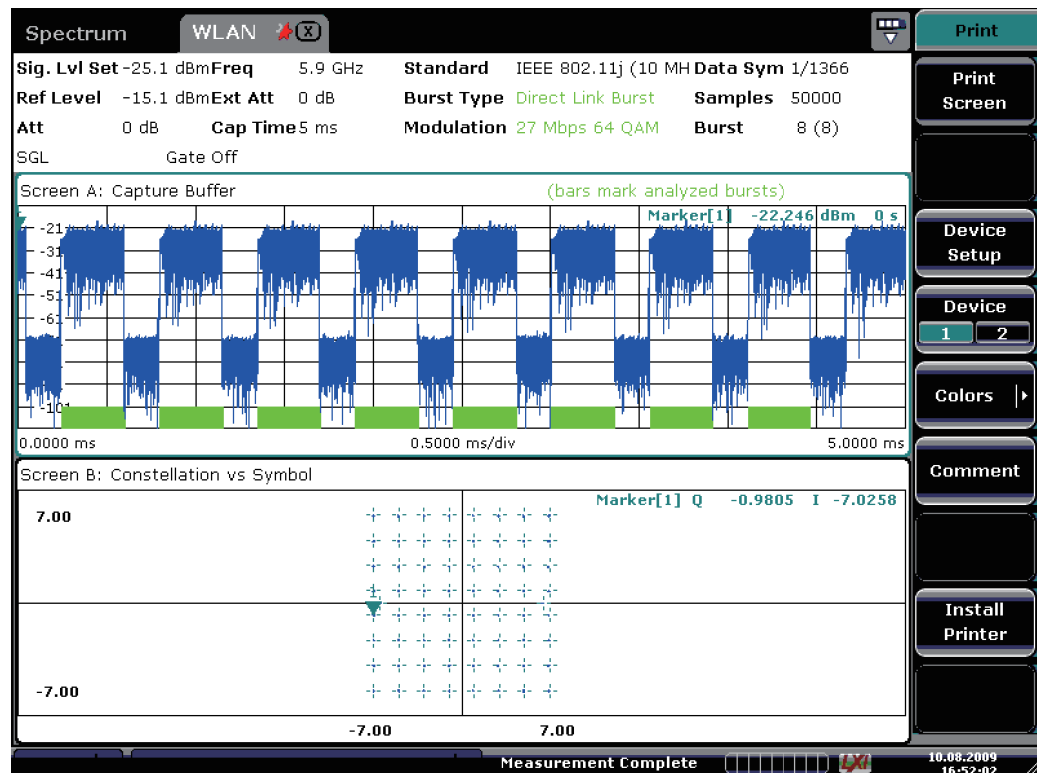
WLAN オプションを選択する際、IEEE802.11j 規格が選択可能です。

802.11p および 802.11j がハーフクロック・モードを利用していることから、802.11p 規格適合の信号が復調可能です。

ローデ・シュワルツは WLAN オプション内にて全ての一般的な測定に対応しています。

- 変調品質
  - EVM
  - I/Q インバランス
  - I/Q オフセット
- スペクトラムフラットネス
- 送信電力
- キャリア間隔
- シンボル長
- フレーム長
- 周波数オフセット
- その他

シグナル・アナライザに搭載されている WLAN 解析オプション( K90, -K91 および -K91n) をご参照下さい。



Date: 10.AUG.2009 16:52:02

図 16: R&S® FSV を用いた 10 MHz WLAN 802.11p 信号の測定

### 3.4 製造試験

マルチに規格対応可能な R&S<sup>®</sup>CMW プラットフォームは、WiMAX<sup>™</sup>、LTE および WLAN を含む全ての一般的な規格に対応しています。もし 802.11p の DUT が 802.11a モードのフルクロックモード(20MHz 帯域幅)に設定可能であっても、パラレル試験のように測定器を使い高速な生産ラインを構築することが可能です。R&S<sup>®</sup>CMW の WLAN 測定機能は、802.11a/b/g/n 規格のノンシグナリング試験に対応しています。

### 3.5 プロトコル試験

現実のアプリケーション試験のための MAC レイヤ設計検証および解析に、R&S<sup>®</sup>PTW70 は各試験設定を可能とする深い試験機能を提供します。802.11 a/b/g プロトコルスタック実施を基として、R&S<sup>®</sup>PTW70 はメッセージの変更の能力と共に、広く様々なテストケースを実行することが可能です。さらに 802.11p 特有の試験機能につきましては、お近くのローデ・シュワルツ営業所にお問い合わせ下さい。

## 4 まとめ

802.11p は、802.11-2007 規格の一部です。802.11p 改訂は、802.11-2007 規格の 5 MHz, 10 MHz および 20 MHz のモードを利用しています。802.11p 規格の物理層は 802.11a 規格の物理層と、サンプルレートを除き、同一のものです。本アプリケーションノートは 802.11p 規格に従った、試験装置でのサンプルレートの変更方法、SEM の呼び出し方法について説明いたしました。

802.11p は C2C アプリケーションに使われ、高い安全性が求められます。ローデ・シュワルツは高い信頼性をもって 802.11p の測定をサポートします。

## 5 用語集

(括弧内は良く用いられる言葉の例)

3GPP	3rd Generation Partnership Project
802.11	IEEE 802.11
BW	Bandwidth (帯域幅)
C2C	Car to car (車車間)
dB	dB relative (dB 相対値)
dot11ocb	dot11 Outside Context of BSS
DSRC	Dedicated short range communication (狭域専用通信)
DUT	Device under test (被測定物)
EVM	Error vector magnitude (誤差ベクトル振幅)
GPiB	General purpose interface bus
IBSS	Independent Basic Service Set
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IPv6	Internet Protocol Version 6
LLC	Logical link control
MAC	Media access control layer
MIB	Management Information Base
MLME	MAC Layer Management Entity
MPDU	MAC Protocol Data Unit
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex (直交周波数分割多重)
PHY	Physical layer (物理層)
PLCP	Physical Layer Convergence Protocol
PPDU	Physical Protocol Data Unit
PSD	Power Spectral Density (電カスペクトラム密度)
PSDU	Physical Service Data Unit (Payload)
SEM	Spectrum emission mask (スプリアスエミッションマスク)
SME	Station Management Entity
V2V	Vehicle to vehicle (車車間)
WAVE	Wireless access for vehicular environments
WLAN	Wireless local area network
WSMP	WAVE short message protocol

## 6 参考文献

### ローデ・シュワルツ アプリケーションノート

- [1] 1MA77: R&S NRPView - PC Software for R&S NRP-Zxx Sensors
- [2] 1EF59: DFS Analysis Tool, Dynamic Frequency Selection in the 5 GHz Band
- [3] 1MA107: Transmitter Tests in Accordance with the CTIA Plan for Wi-Fi Mobile Converged Devices
- [4] 1CM55: Power Measurements on WLAN Modules with the R&S CMU 200 and with CMUgo
- [5] 1MA69: WLAN Tests According to Standard 802.11a/b/g
- [6] 1GP56: 802.11 Packet Error Rate Testing
- [7] 1MA135: Path Compensation for MS Fading Tests

## 7 追加情報

本アプリケーションノートは、802.11p と 802.11a/b/g/j との違いの概要を御紹介いたしました。

802.11a/b/g/j 測定の詳細につきましては、ローデ・シュワルツのアプリケーションノート 802.11a/b/g/j/n あるいは、ホームページ(WLAN ページ)をご参照ください。

[www.rohde-schwarz.com/technology/wlan](http://www.rohde-schwarz.com/technology/wlan)

## 8 オーダー情報

オーダー情報		
ソフトウェア・オプション		
名称	型番	オーダー番号
R&S®FSL 用 WLAN 802.11a/b/j/g アプリケーション・ファームウェア	FSL-K91	1302.0094.02
R&S®FSL 用 WLAN 802.11a/b/j/g アップグレード	FSL-K91n	1308.7903.02
R&S®FSV 用 WLAN 802.11a/b/j/g アプリケーション・ファームウェア	FSV-K91	1310.8903.02
R&S®FSV 用 WLAN 802.11a/b/j/g アップグレード	FSV-K91n	1310.9468.02
R&S®FSQ 用 WLAN 802.11a/b/j/g アプリケーション・ファームウェア	FSQ-K91	1157.3129.02
R&S®FSQ 用 WLAN 802.11a/b/j/g アップグレード	FSQ-K91n	1308.9387.02
R&S®SMBV100A WLAN 802. アプリケーション・ファームウェア	SMBV-K54	1415.8160.02
R&S®SMBV100A WLAN 802.11a/b/g アプリケーション・ファームウェア	SMBV-K48	1415.8102.02
R&S®SMATE200A WLAN 802.11a/b/g アプリケーション・ファームウェア	SMATE-K48	1404.6703.02
R&S®SMATE200A WLAN 802.11n アプリケーション・ファームウェア	SMATE-K54	1404.7951.02
R&S®SMJ100A WLAN 802.11a/b/g アプリケーション・ファームウェア	SMJ-K48	1404.1001.02
R&S®SMJ100A WLAN 802.11n アプリケーション・ファームウェア	SMJ-K54	1409.2458.02
R&S®SMU200A WLAN 802.11a/b/g アプリケーション・ファームウェア	SMU-K48	1161.0266.02
R&S®SMU200A WLAN 802.11n アプリケーション・ファームウェア	SMU-K54	1408.7562.02
R&S®AFQ100A/B WLAN 802.11a/b/g アプリケーション・ファームウェア	SMU-K248	1401.6602.02
R&S®AFQ100A/B WLAN 802.11n アプリケーション・ファームウェア	SMU-K254	1401.5806.02
R&S®SMU200A フェージング・シミュレータ	SMU-B14	1160.1800.02
R&S®AMU200A フェージング・シミュレータ	AMU-B14	1402.5600.02
R&S®SMU200A 第2 フェージング・シミュレータ	SMU-B15	1160.2288.02
R&S®AMU200A 第2 フェージング・シミュレータ	AMU-B15	1402.5700.02

図 17: WLAN オプションのオーダー情報

上記の WLAN ソフトウェアはローデ・シュワルツ製測定器に対応したものです。既に対応測定器をお持ちの場合は、ソフトウェア・オプションの追加購入のみで機能をご利用いただけます。

お客様の目的、周波数、精度、その他要求（フェージング等）に適った測定器をご選択頂く必要があります。

また、上記オプションには、ベースとなるオプションも必要な場合もあります。

アプリケーション・ファームウェア K91 は、変更されたクロックレートでの IEEE 802.11a, b, g, j, p の WLAN 測定に対応しています。

アプリケーション・ファームウェア K91n は、IEEE 802.11 a, b, g, j, n, p の変更されたクロックレートに対応しています。

## ローデ・シュワルツについて

ローデ・シュワルツ・グループ(本社:ドイツ・ミュンヘン)は、エレクトロニクス分野に特化し、電子計測、放送、無線通信の監視・探知および高品質な通信システムなどで世界をリードしています。

75年以上前に創業し、世界70カ国以上で販売と保守・修理を展開している会社です。

## ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

本社/東京オフィス

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-20-1

住友不動産西新宿ビル 27 階

TEL:03-5925-1288/1287 FAX:03-5925-1290/1285

神奈川オフィス

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-8-12

Attend on Tower 16 階

TEL:045-477-3570(代) FAX:045-471-7678

大阪オフィス

〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 1-23-20

TEK 第 2 ビル 8 階

TEL:06-6310-9651(代) FAX:06-6330-9651

サービスセンター

〒330-0075 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷 4-2-20

浦和テクノシティビル 3 階

TEL:048-829-8061 FAX:048-822-3156

E-mail: [info.rsjp@rohde-schwarz.com](mailto:info.rsjp@rohde-schwarz.com)

<http://www.rohde-schwarz.co.jp>



このアプリケーションノートと付属のプログラムは、ローデ・シュワルツ社のウェブサイトのダウンロード・エリアに記載されている諸条件に従ってのみ使用することができます。

掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

おことわりなしに掲載内容の一部お変更させていただくことがあります。あらかじめご了承ください。

R&S® は、ドイツ Rohde & Schwarz 社の商標または登録商標です。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-20-1 住友不動産西新宿ビル 27 階

TEL:03-5925-1288/1287 FAX:03-5925-1290/1285

[www.rohde-schwarz.co.jp](http://www.rohde-schwarz.co.jp)