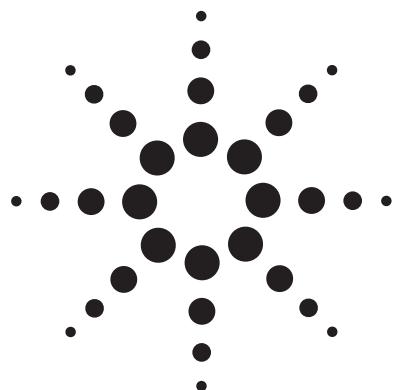


Agilent Technologies
無線 3Gソリューション
現時点でのcdma2000測定の実行
アプリケーション・ノート1325



ご注意

2002年6月13日より、製品のオプション構成が変更されています。
カタログの記載と異なりますので、ご発注の前にご確認をお願いします。



Agilent Technologies
Innovating the HP Way

はじめに

cdma2000は、第3世代(3G)グローバル無線通信システムのIMT-2000に対するプロポーザルの1つです。3GPP2では、この広帯域CDMAシステムをIS-95-B CDMAシステム、いわゆるcdmaOneからの派生技術の1つとしてその実現を進めています。3GPP2に属している組織としては、ARIB、TTC、TIA、およびTTA¹があります。

cdma2000の仕様は、まだ定義中です。ただし、研究開発技術者は既にcdma2000システムの開発を進めており、現在、その設計のテストを必要としています。

本アプリケーション・ノートは、cdma2000RF設計のテストおよびトラブルシュートを行うための測定について述べたものです。また、この測定のためにアジレント・テクノロジーが用意したソリューションの一覧も提供しています。当社は、開発途中の3G標準すべてと歩調を合わせるための設計ツールやテスト機器の提供に力を注いでいます。

本アプリケーション・ノートは、読者がcdmaOne測定および技術の基礎を身につけていることを仮定しています。本ノート全体が、cdmaOneを標準にして作成されています。本ノートでは、cdmaOneシステムとcdma2000システムの主な違いと、対応する測定関連事項に焦点を当てています。cdmaOne測定の詳細については、Understanding CDMA Measurements for Base Stations and Their Components(参考文献[1])を参照してください。

注記：上記のアプリケーション・ノートは、以下のURLのウェブから
ダウンロードし、ローカルにプリントすることができます。
<http://www.tm.agilent.com/tmo/apps/English/index.html>

1. これらの略語の意味は、用語集をご覧ください。

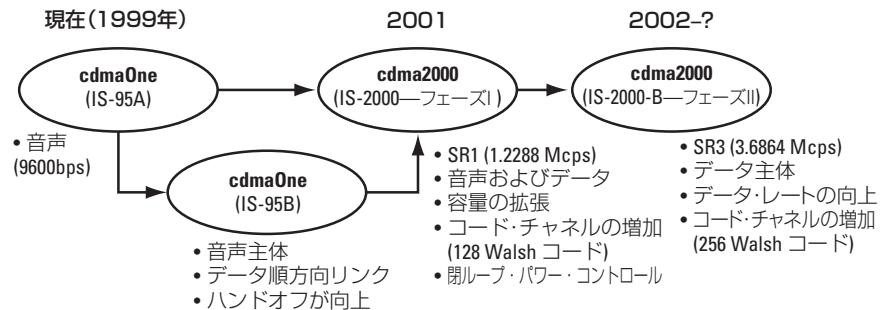
目次

はじめに	2
1. cdma2000の基本概念	4
拡散レート	4
無線構成	5
2. 測定	6
コンポーネント・テスト用の信号シミュレーション	6
RFパワー測定	7
ACPR	7
ピークー平均パワー比とCCDF曲線	9
変調品質測定—順方向リンク	10
エラー・ベクトル振幅(アンコーデッド)	10
ρ /EVM(コーデッド)	11
コード・ドメイン・パワー	13
変調品質測定—逆方向リンク	17
3. まとめ	20
4. 付録A：cdma2000 Walshコード表	21
5. 付録B：cdma2000のためのアジレント・テクノロジーソリューション	26
6. 用語集	28
7. 参考文献	29
8. 関連カタログ	29

1. cdma2000の基本概念

cdma2000が他のIMT-2000プロポーザルよりもすぐれている主要な長所は、cdmaOneシステムとの旧バージョンへの後方互換性と、2G（第2世代）cdmaOneシステムから3Gへの移行がスムーズなことです。図1に、cdmaOneからcdma2000システムへの予想される展開を示します。

図1.
cdmaOneから
cdma2000への展開



拡散レート

拡散レート(SR)により、1.2288Mcpsによる最終拡散チップ・レートが定義されます。2つの主要な拡散レートとして、SR1とSR3があります。

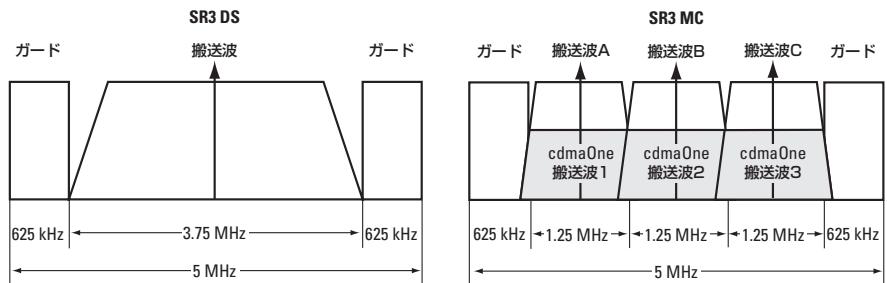
1. SR1 – 拡散レート1の信号はチップ・レートが 1.2288Mcps で、cdmaOneと同じ帯域幅を占有します。SR1システムは、システム・キャパシティが2倍になっています。したがって、cdmaOneシステムの改良版とみなすことができます。cdmaOneとの主な違いは以下のとおりです。

- 順方向リンクでの高速パワー・コントロールと、デュアルBPSK(バイナリ位相シフト・キーイング)ではなく、QPSK(直交位相シフト・キーイング)の実行
- 逆方向リンクでは、コーヒーレント変調を可能にするパイロット信号とHPSK(ハイブリッド位相シフト・キーイング)の実行

2. SR3 – 拡散レート3の信号はチップ・レートが 3.6864Mcps ($3 \times 1.2288\text{Mcps}$) で、cdmaOneの3倍の帯域幅を占有します。SR3システムは、SR1システムに新しいコーディングすべてをインプリメントしたもので、より高いデータ・レートをサポートします。以下の2つのエア・インターフェース・オプションが利用できます。

- 直接拡散(DS)： 3.75MHz 幅の搬送波を1つ使用します。動作するには、クリアなスペクトル(グリーン・フィールド)が必要です。
- マルチキャリア(MC)： 1.25MHz 幅の搬送波を3つ使用します。SR3信号を既存のcdmaOneシステム上にダイレクトに重ねられるよう設計されています。オーバレイ・システムを実現するために、SR3 MCモードでデータを3つの搬送波に分割し、それぞれを 1.2288Mcps で拡散します(図2参照)。

図2.
SR3 DSおよびSR3 MCの
帯域幅リミット



無線構成

無線構成 (RC) により、特定のチャネル・データ・レートに基づいた物理チャネル構成が定義されます。各RCは、9.6kbpsまたは14.4kbpsのいずれかに基づいたデータ・レート・セットを指定します。これは、cdmaOneに対してサポートされている現行の2つのデータ・レートです。各RCによって、拡散レート (SR1またはSR3) と物理コーディングも指定されます。現在、cdma2000システムでは順方向リンクで9つ、逆方向リンクで6つの無線構成が定義されています。以下に例をあげます。

- ・ RC1は、cdmaOneの9600bps音声トラヒック用旧バージョンへの互換モードです。データ・レートは9.6、4.8、2.4、および1.2kbpsで、SR1で動作します。新しく改良されたcdma2000コーディングはいつさい使用しません。
- ・ RC3は、4.8、2.7、および1.5kbpsの音声をサポートする、9.6kbpsに基づいたcdma2000専用の構成で、19.2、38.4、76.8、および153.6kbpsのデータもサポートします。SR1で動作します。

各基地局や移動機は、同じ拡散レートのさまざまな無線構成を使用する複数のチャネルを伝送することができます。種々のRCの詳細については、参考文献 [2] を参照してください。

2. 測定

cdma2000の測定仕様はまだ正確に定義されていませんが、一般的には基本的な測定方法はcdmaOneと同様であると仮定しています。したがって、本章はcdmaOneの測定を標準として記述されています。cdmaOne測定の詳細については、Understanding CDMA Measurements for Base Stations and Their Components(参考文献[1])を参照してください。

本章では、cdmaOne測定をベースとして、現在のcdma2000コンポーネントおよびシステムで実行できる測定について述べます。固有のテスト・パラメータ、および特定の測定に関する特別な考慮点を説明します。付録Bに、この測定に推奨するアジェント・テクノロジーの測定器の一覧を示します。

コンポーネント・テストの 信号シミュレーション

コンポーネント・テストでは、ステイミュラス信号で適切なチャネル構成(チャネル数およびチャネルごとの個々のチャネル設定データ・レート、パワー・レベルなど)を実現する必要があります。また、システムに合った正しい変調、フィルタリング、およびチップ・レートも実現する必要があります。これは、変調品質測定およびRFパワー測定の際の重要な事項です。

パワー測定用のCDMA信号を正しくシミュレートするには常に、ステュミュラスがスペクトル的に正しいことはもちろん、統計的にも正しいことが求められます。つまり、信号のスペクトル形状が適正であることに加えて、ピークー平均パワー比統計が正しいことが必要です。これは、隣接チャネル漏洩電力(ACPR)のテスト時に特に重要になります。CDMA信号のパワー統計は、主としてそのチャネル構成、変調、フィルタリング、およびクリッピング・レベルで決まります。したがって、実際の信号と同じチャネル構成およびパラメータをもつ信号でコンポーネントをテストすることが重要です(RFパワー測定については、後述のセクションを参照してください)。

cdmaOneは、順方向リンクではデュアルBPSK、逆方向リンクではOQPSK(オフセット直交位相シフト・キーイング)を使用します。cdma2000は、順方向リンクではQPSK変調、逆方向リンクではHPSK拡散を伴ったQPSK変調を使用します。順方向リンクと逆方向リンクは共に、複数のチャネルと各チャネルごとに個々の特性(RC、パワー・レベルなど)をもつことができます。チップ・レートは、選択するモード(SR1またはSR3)によって決まります。

RFパワー測定

RFパワー測定の対象は、チャネル・パワー、占有帯域幅、ピークー平均パワー比、相補累積分布関数(CCDF)曲線、ACPR、イン・バンド・スプリアス(帯域内スプリアス?)、およびアウト・オブ・バンド・スプリアス(帯域外スプリアス)/高調波です。実際のテスト方法はまだ仕様が定まっていませんが、現時点ではcdmaOneの測定仕様を一般的な指針として、cdma2000システム・コンポーネントや送信機のパワー測定を行うことができます。(cdmaOne測定の詳しい説明に関しては、参考文献[1]を参照してください。)SRモードによっては、測定パラメータがcdmaOneと異なる場合があります。たとえば、SR3信号でチャネル・パワー測定を行う場合、適切な積分帯域幅は3.75MHzです。ACPRおよびイン・バンド・スプリアスの場合は、後述のセクションで示すように適切なオフセットを簡単に算出できます。

以下のセクションでは、互いに相関することの多い3つのRFパワー測定、ACPR、ピークー平均パワー比、およびCCDF曲線に焦点を当てます。

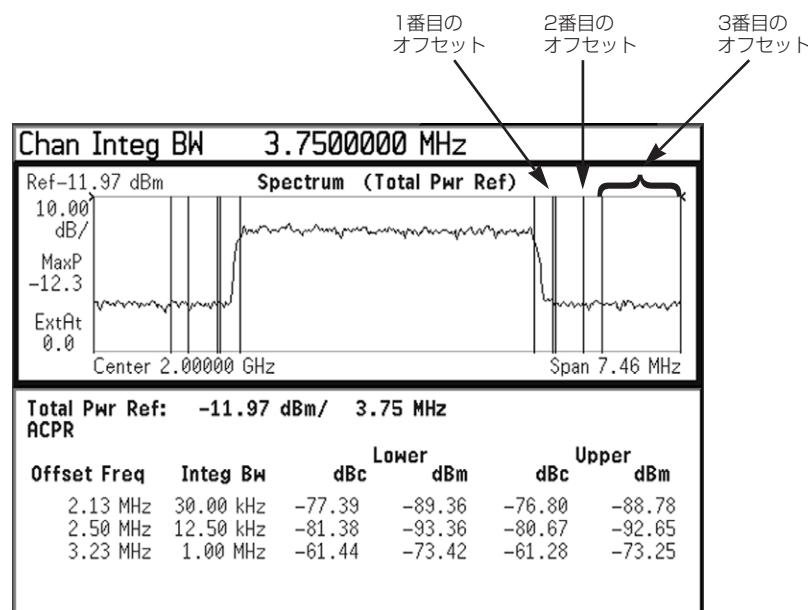
ACPR

隣接チャネル漏洩電力は通常、伝送周波数チャネルの平均パワーに対する隣接周波数チャネルの平均パワー(またはオフセット)として定義されます。ACPR測定は、cdmaOne標準には含まれていません。しかしながら、個々のNEM(ネットワーク機器メーカー)では通常、ACPRをコンポーネント・テストの性能指標に指定しています(参考文献[1])。これは、cdma2000にも当てはまります。

以前にも述べたように、適切な測定パラメータは拡散レートによって決まります。SR1の場合、cdma2000とcdmaOneは同じチップ・レートとフィルタリングを使用するため、cdmaOneのパラメータを使うことができます。SR3の場合、適切な積分帯域幅は3.6864MHzです。実際のcdma2000 SR3 ACPR¹測定では、以下の方法で適切な周波数オフセットを簡単に算出できます。

- マルチキャリア(SR3 MC)構成の場合、本来のcdmaOneオフセットに搬送波間の周波数間隔(1.25MHz)を加えます。たとえば、cdmaOneのオフセット885kHzは、cdma2000 SR3 MCのオフセット2.135(0.885+1.25)MHzに相当します。図3に、cdma2000 SR3 MC信号のACPR測定例を示します。

図3.
cdma2000 SR3 MC信号の
ACPR測定



1. 同様の計算が、イン・バンド・スプリアス測定にも適用できます。

・ 本来のcdma2000提案仕様で定義されたSR3 DSのベースバンド・フィルタ周波数応答のリミット値は、SR1(またはcdmaOne)よりも大きくなっています。図4に、cdma2000ベースバンド・フィルタの本来の提案仕様を示します。SR3 DSフィルタのリミット値が、SR1(またはcdmaOne)フィルタの3倍になっています。この場合、cdmaOneのオフセット周波数を3倍することで、適切なSR3 DSオフセットを簡単に算出できます。たとえば、cdmaOneのオフセット885kHzは、cdma2000 SR3 DSのオフセット2.655(3×0.885)MHzに相当します。図5に、cdma2000 SR3 DS信号の測定例を示します。本標準は開発途上であるため、新しいプロポーザルや最終仕様ではこの計算は異なったものになる可能性があります。

図4.
cdma2000
ベースバンド・フィルタの
提案リミット値

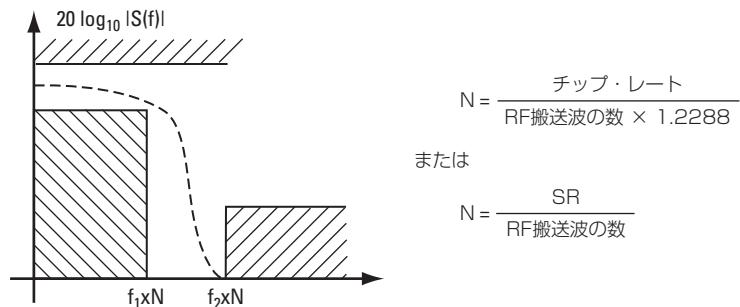
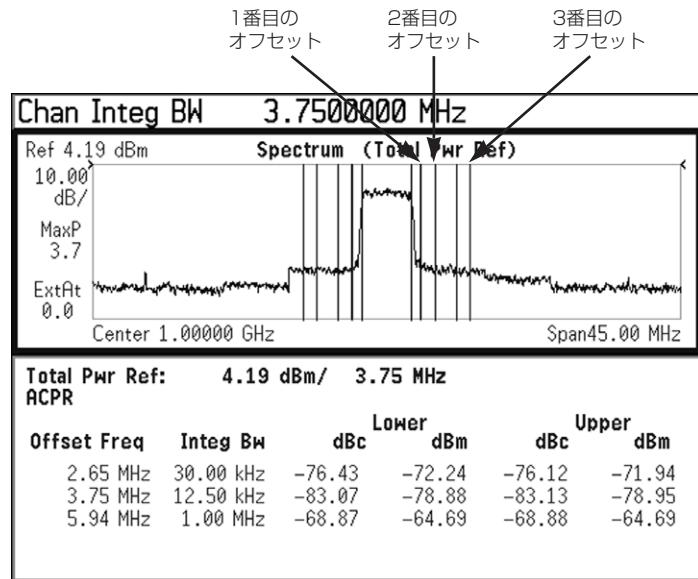


図5.
cdma2000 SR3 DS信号の
ACPR測定



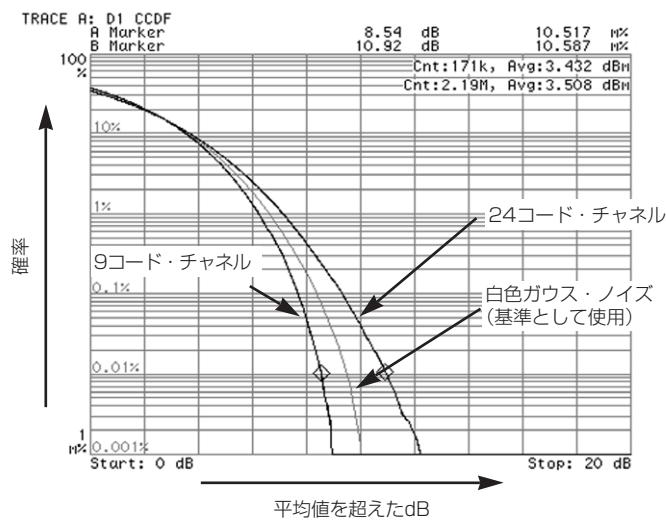
コンポーネントの設計やACPRのテストを行う際は、信号のパワー統計を考慮することが重要です。信号の統計により、アンプやその他の装置に必要なヘッドルームが決まります。ピークー平均パワー比の値が異なると、非直線形コンポーネントに及ぼす影響も異なってきます。信号のピークー平均パワー比が高いほど、隣接チャネルに及ぼす干渉が大きくなると考えられます。したがって、ACPR測定の結果は信号の統計によって異なります。CDMAシステムでは、信号の統計はそのチャネル構成によって決まります。負荷の高いステュミラス信号を最低1つ選び、さまざまな組み合わせのチャネルでテストするのが最も安全な方法です。このテストでは、CCDF曲線を使用できます。

ピークー平均パワー比とCCDF曲線

ピークー平均パワー比は、与えられた期間内の信号の平均エンベロープ・パワーに対するピーク・エンベロープ・パワーの比です。

CCDF曲線はそれよりもさらに進んで、信号のパワー統計を十分に特長づけるものです(参考文献[4])。この曲線は、特定のピークー平均パワー比対確率の分布を表したものです。図6に、チャネル構成の異なる2つのcdma2000 SR3 DS信号のCCDF曲線を示します。確率が0.01%の場合、ピークー平均パワー比は、コード・チャネルが24個の信号(10.92dB)のほうがコード・チャネル9個の信号(8.54dB)よりも高くなります。

図6.
コード・チャネル構成が異なる
2つのcdma2000信号の
CCDF曲線。
0.01%の確率に
マーカが置かれています。



CCDF曲線の使用により、以下のことが簡単に行えます。

- ・コンポーネントの設計時に必要なヘッドルームの決定。
- ・コンポーネントの設計が十分であるかどうかの確認。たとえば、RFアンプの入力時と出力時の信号のCCDF曲線を比較できます。設計が正しい場合、曲線は一致します。アンプが信号を圧縮している場合、信号のピークー平均パワー比はアンプの出力時よりも低くなります。
- ・システムまたはサブシステム設計のトラブルシュート。システム設計の複数のポイントで、CCDF測定を行うことができます。たとえば、送信機のACPRが高すぎる場合、アンプの入力および出力でCCDF測定を行い、アンプが信号を圧縮しているかどうかを判定できます。

ピークー平均パワー比とCCDF曲線の測定方法は、信号のフォーマットに関係なく同じです。

変調品質測定－順方向リンク

エラー・ベクトル振幅(EVM)と ρ はどちらも、送信機の変調品質の測定に使用します。また、コード・ドメイン・パワー測定によって、信号の個々のコード・チャネルを解析することができます。

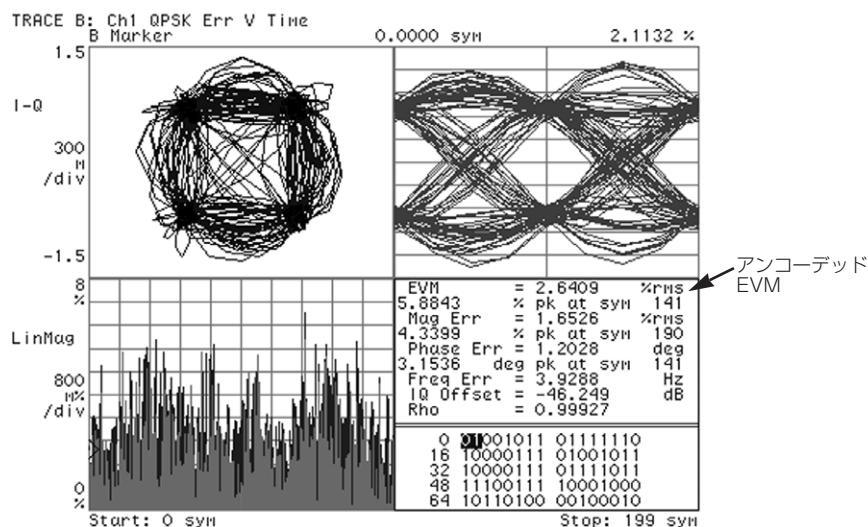
エラー・ベクトル振幅(アンコーデッド)

EVMは、デジタル通信システムで広く使用されている共通の変調品質メトリック(測定基準)です。EVMは、cdmaOne仕様には含まれていません。従来のアルゴリズム(アンコーデッドEVM)はチップ・ストリームとの同期を取りますが、CDMA信号のシンボルのデスプレッド(逆拡散)やデコードは行いません。基準信号は、受信したチップから算出します。したがって、アンコーデッドEVMではコーディング・エラーを検出できません。ただし、アンコーデッドEVMは変調品質のインジケータおよびトラブルシューティング・ツールとして使用することができます。アンコーデッドEVMでは、ベースバンド・フィルタ、I/Q変調器、送信機のIFおよびRFセクションで発生するすべての雑音を敏感に捉えることができます(EVMに関する詳細は、参考文献[3]を参照してください)。

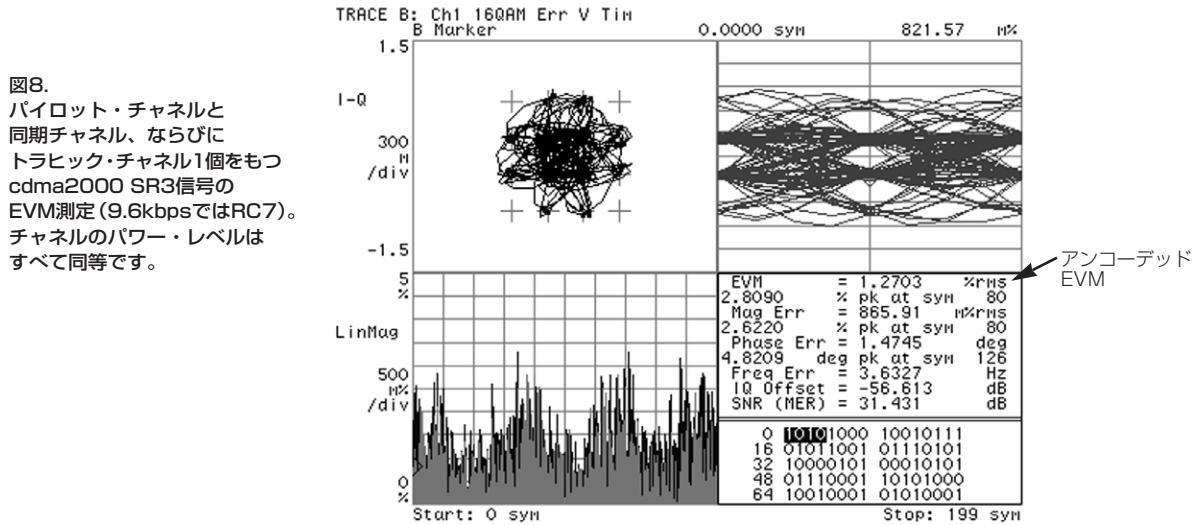
cdma2000パイロット信号または複数のコード・チャネルをもつ信号が既知のコンスタレーションにマップされている場合、既存の測定器を使ってその信号のアンコーデッドEVM測定を行うことができます¹。以下に例をあげます。

- cdmaOneと同様に、cdma2000のパイロット信号もQPSKコンスタレーション上にマップされます(図7参照)。SR1およびSR3 MCの場合、テスト・セットアップ(フィルタリングおよびチップ・レート)はcdmaOneと同じです。SR3 DSの場合、チップ・レート(測定器によつては、シンボル・レート・パラメータ)は異なっています(3.6864Mcps)。

図7.
cdma2000 SR1
パイロット信号(順方向リンク)
のアンコーデッドEVM測定



1. テスト測定器での正しいフィルタリングが必要です
(cdmaOneフィルタリング・パラメータを使用できます)。



・3つのチャネルを備えたcdma2000信号は、16QAMコンスタレーションにマップされます。たとえば、図8にパイロット・チャネルと同期チャネル、およびトラヒック・チャネル1個で構成されるSR3 DS信号の極座標ダイアグラムを示します。この場合、16QAMコンスタレーションのコーナは、パイロット・チャネルと同期チャネルの結合方法が原因で失われています。

ρ/EVM (コーデッド)

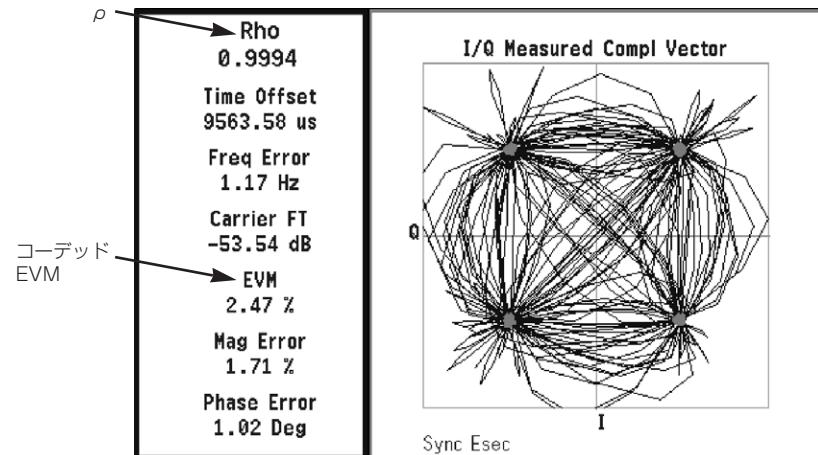
ρ はCDMAシステムでだけ使用されるメトリック(測定基準)で、全体パワーに対する相関パワーの比です。相関パワーは通常、cdmaOneの仕様にあるとおり、測定信号と既知のコーデッドベースバンド信号(標準として使用)との相互相関付けを行うことで算出されます。

アンコーデッドEVMとは異なり、コーデッドEVMは測定信号と既知のコーデッドベースバンド信号との比較によって算出されます。 ρ とコーデッドEVMの違いは、コーデッドEVMではエラーを測定信号と標準信号とのベクトル差分として算出しますが、 ρ は両信号の相互相関付けを行うことです。

ρ とコーデッドEVMは共に、コーディング問題、ベースバンド・フィルタリング・エラーおよびタイミング・エラー、I/Q変調異常、フィルタ振幅および位相の非直線性、パワー・アンプの歪みなどのCDMA送信機のエラー・メカニズムの原因となります(ρ の詳細については、参考文献[1]を参照してください)。

ρ およびコーデッドEVMの測定セットアップは、SRモードによって決まります。SR1およびSR3 MCは、cdmaOneと同じ物理構造のパイロット信号を使用します。 ρ とコーデッドEVMは通常、パイロット信号で測定するため、cdmaOne用の ρ およびコーデッドEVM測定機能を備えた測定器ならどれでも、図9に示すような cdma2000 SR1パイロット信号でこの両方を測定できます。

図9.
cdma2000 SR1パイロット信号
の ρ およびコーデッドEVM測定



SR3 MCについても、同様のことが当てはまります。パイロット信号の ρ (およびコーデッドEVM) の測定方法は、どの搬送波でも同じです。ただし、測定機器が隣接搬送波からの干渉を除去できない場合は、それによって測定結果の質が低下する恐れがあります。

SR3 DSの場合、パイロット信号のコーディング構造がcdmaOneとは異なっています。コーディングが異なっているため、測定器は信号との相関関係を検出することができません。したがって、cdmaOne機能を備えた測定器ではこれらの測定は行えません¹。

1. ρ にはさまざまな解釈があります。Agilent 89400シリーズのベクトル・シグナル・アナライザでは、特定の仮定に基づいて測定を行います (測定は、cdmaOne標準の指定どおりには行われません)。

コード・ドメイン・パワー

CDMAシステムの変調品質を示すもう1つの主要なインジケータは、コード・ドメイン・パワーです。この測定によって、各Walshチャネルが適切なレベルで動作していることを検証し、非アクティブなトラヒック・ノイズ・レベルを定量化することができます。

cdma2000では、データ・レートや拡散レートが異なるさまざまなRCに対応するためにWalshコードの長さが異なり、測定が複雑になっています。通常、データ・レートが向上すると、シンボル期間は短くなります。最終チップ・レートは、SRごとに一定しています。したがって、シンボル期間内のWalshコード・チップはさらに少なくなります – つまり、Walshコードの長さは、さらに短くなります。表1に、SR1で動作するさまざまなRCに対応したWalshコード長を示します。

表1.
SR1のさまざまなRCに対応した
Walshコード長

RC	Walshコード長					
	128ビット (Walsh 128)	64ビット (Walsh 64)	32ビット (Walsh 32)	16ビット (Walsh 16)	8ビット (Walsh 8)	4ビット (Walsh 4)
1	N/A	9.6 kbps	N/A	N/A	N/A	N/A
2	N/A	14.4 kbps	N/A	N/A	N/A	N/A
3	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps
4	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps
5	N/A	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	203.4 kbps

可変長Walshコードを使用して拡散を行う影響の1つは、コードを短くすることで、そこから派生するそれよりも長いコードを一切使用できないことです。図10に、この概念を示します。1、1、-1、-1のような4ビットのWalshコードを使う高データ・レート・チャネルを送信する場合、1、1、-1、-1で始まるそれよりも長いWalshコードは、受信機側での相関付けプロセスにおける衝突を避けるため、非アクティブにする必要があります。

図10.
Walshコードのハダマール生成。
可変長Walshコードを使用して
拡散を行う効果。
Walsh 4コード
(ダッシュで囲んだ部分)の使用に
より、線で囲んだコードの使用が
できません。

Walsh 4	Walsh 8	Walsh 16
0 1 1 1 1	0 1 1 1 1 1 1 1 1 1	0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 -1 1 -1	1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1	1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1
2 1 1 -1 -1	2 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1	2 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1
3 1 -1 -1 1	3 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1	3 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1
	4 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1	4 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1
	5 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1	5 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1
	6 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1	6 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1
	7 1 -1 -1 1 -1 1 1 -1	7 1 -1 -1 1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 1 -1
		8 1 1 1 1 1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
		9 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1
		10 1 1 1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1
		11 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 -1
		12 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 1 1 -1
		13 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 1 -1 1 1 1 1 -1
		14 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 1 1 -1 -1
		15 1 -1 -1 1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 1 1 -1 -1

Walshコード（すなわち関数）はそれぞれ W_n^N で識別され、Nはコードの長さ、nは $N \times N$ ハダマード・マトリクス内の列を表します。たとえば、 W_2^4 は、 4×4 ハダマード・マトリクスのコード2(4ビットWalshコード)を表しています。

したがって、 W_2^4 を使った場合、以下のコードの使用ができません。

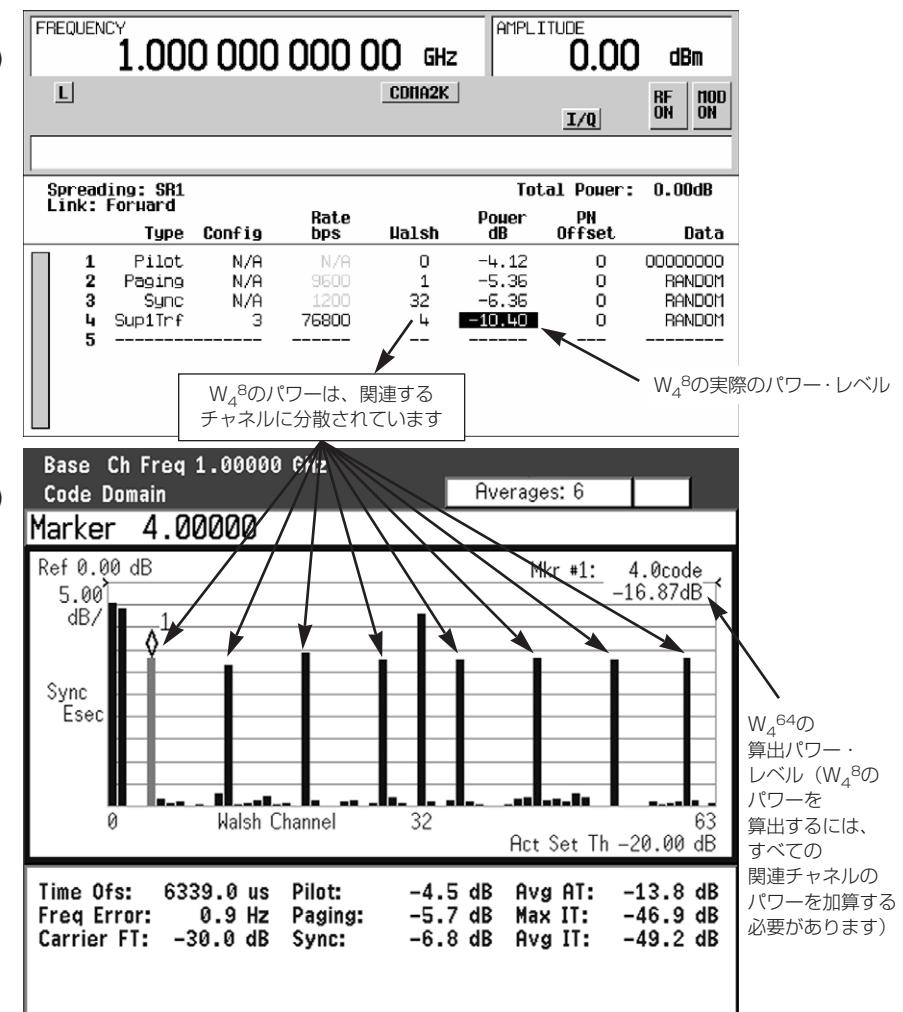
- ・ W_2^8 および W_6^8
- ・ W_2^{16} 、 W_6^{16} 、 W_{10}^{16} 、 W_{14}^{16}
- ・ W_2^{32} 、 W_6^{32} 、 W_{10}^{32} 、 W_{14}^{32} 、 W_{18}^{32} 、 W_{22}^{32} 、 W_{26}^{32} 、 W_{30}^{32}
(図6には示されていません)
- ・ その他

付録Aに、さまざまな長さのWalshコード間の関係(固有RCのデータ・レートにより決定される)を示すcdma2000 Walshコード表を示します。

コード・ドメイン・パワー測定では、チャネルのデータ・レートが高くなるほど(コード長が短くなるほど)、占有するコード・スペースが広くなります。たとえば、 W_2^4 が占有するコード・スペースは W_2^{16} の4倍、 W_2^{64} の16倍となります。測定では、異なったレイヤ(Walshコード長)とデータ・レートをもつ測定対象のコード・チャネルを識別するために、なんらかの措置を講じる必要があります。

いくつかの点を考慮に入れた上で、cdmaOne測定機能を備えた測定器を使ってSR1 cdma2000信号のコード・ドメイン・パワーを測定することができます。WalshコードがcdmaOneとは異なるSR1チャネルの場合(つまり、64ビットより短いWalshコードをもつチャネル¹)、検出されたパワーは関連するWalshコード(同じシーケンスで始まるコード)をもつすべてのWalsh64チャネル上に拡散します。図11aに、パイロット、ページング、および同期の各チャネルと、データ・レートが76.8kbps (W_4^8) のRC3チャネルを備えたcdma2000信号の実際のパワー・レベルを示します。また、図11bに、同じ信号のコード・ドメイン・パワー測定を示します。 W_4^8 のパワーは、 W_4^{64} 、 W_{12}^{64} 、 W_{20}^{64} 、 W_{28}^{64} 、 W_{36}^{64} 、 W_{44}^{64} 、 W_{52}^{64} 、および W_{60}^{64} 上で拡散します。(付録Aのcdma2000 Walshコード表を使って、異なった長さのWalshコード間の関係を調べることができます。)コード・ドメイン・パワー測定の合計パワー W_4^8 は、関連するすべてのWalsh64チャネルの表示パワー・レベル(リニア装置内での)を合算することで算出できます。

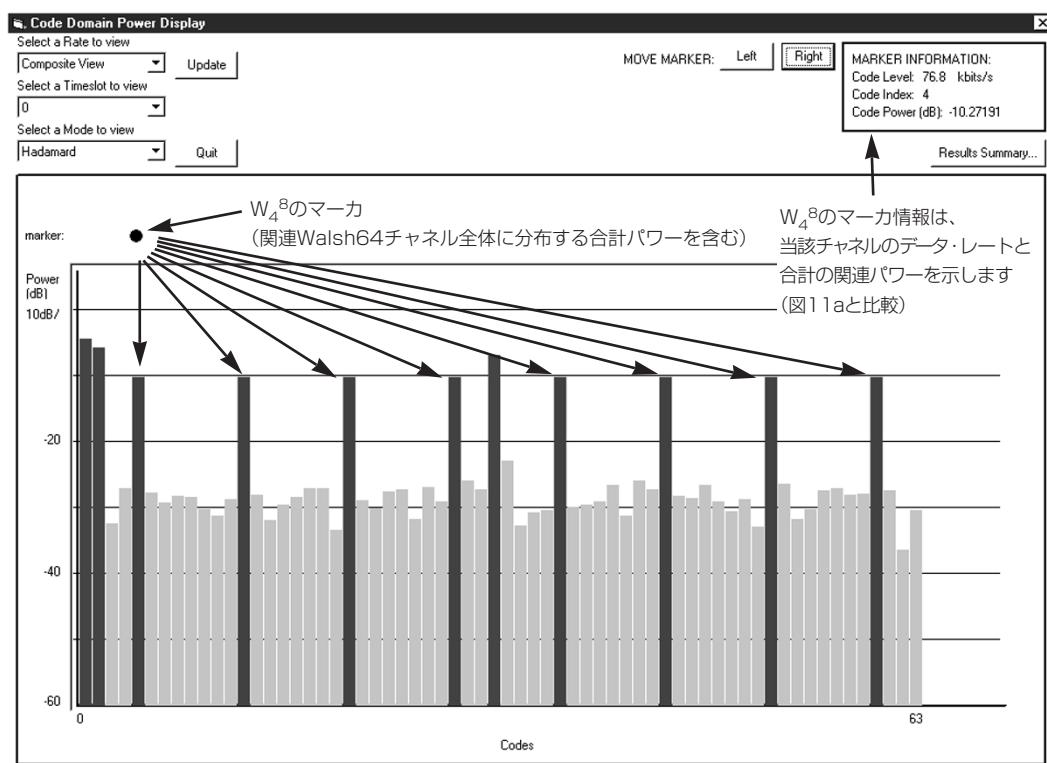
図11.
パイロット、ページング、同期の
各チャネルと、RC3(76.8kbps)
チャネル(W_4^8)を備えた
cdma2000信号の
(a)信号生成と
(b)コード・ドメイン・パワー。
測定は、cdmaOne用のコード・
ドメイン・パワー測定機能を備え
た測定器で実行。



1. RC4 (9.6kbps) は例外です。64ビットより長いWalshコードを使用するのは、SR1時のRCだけです。

図12.
cdma2000 SR1信号の
コード・ドメイン・パワー測定
(cdma2000専用機能を
備えた測定器)

したがって、SR1 cdma2000信号のコード・ドメイン・パワーは、cdmaOne測定器の機能を使って測定できます。ただし、データ・レートの異なる複数のコード・チャネルがアクティブの場合は、測定プロセスが冗長になる可能性があります。cdma2000専用機能を備えた測定器はどのような場合でも、データ・レートの異なるチャネルのすばやい識別、全チャネルの正確なパワー読取りなど多数の利点を提供します。図12に、cdma2000 SR1コード・ドメイン・パワー測定(cdma2000用のコード・ドメイン・パワー測定機能を備えた測定器を使用して実行)の例を示します。



同様の考察が、SR3 MC信号にも適用されます。また、この場合、cdmaOne用コード・ドメイン・パワー測定機能を備えた測定器では、一度に1つのSR3 MC信号搬送波しか測定できません。

SR3 DSはより高い拡散レートを使用するため、cdma2000専用のコード・ドメイン・パワー測定機能をもつ測定器でしか測定できません。

変調品質測定－逆方向リンク

cdma2000での逆方向リンクのインプリメンテーションは、cdmaOneの場合とは大きく異なっています。cdma2000では、各モバイルが複数のチャネルを送信することができます。チャネルのデータ・レートとパワー・レベルは、多岐に渡っています。

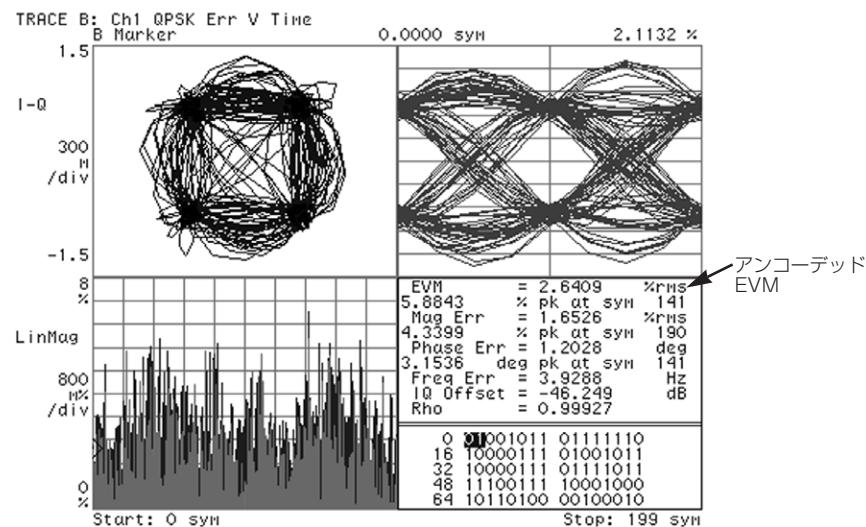
マルチチャネル信号のピークー平均パワー比は通常、シングルチャネル信号よりも高くなります。したがって、通常、パワー・アンプのダイナミック・レンジも高くする必要があります。この状況を解決するために、cdma2000ではピーク値制限拡散機能すなわちHPSK－別名OCQPSK(直角複合直交位相シフト・キーイング)を備えたQPSK変調を行います。これにより、移動機に価格の低い出力アンプを用いることができます。

このような違いは、逆方向リンクに対する変調品質の測定結果の定義方法に直接的な結果をもたらします。たとえば、適切なテストを行うためには、何らかのコード・ドメイン・パワーとQPSK/HPSK復調／デスプレッド(逆拡散)が必要と思われます。

測定方法はまだ定義中ですが、既存のテスト機器を使って信号の変調品質の指針を得ることができます。一番簡単な方法は、既知のコンスタレーション(たとえば、QPSKや16QAM)にマップされるように信号を構成し、アンコーデッドEVMを測定することです¹。以下に3つの提案構成を示します。

- ・ QPSKコンスタレーション(図13)：パワー・レベルが等しいR-pilot(逆方向パイロット)とR-FCH(逆方向基本波チャネル)をアクティブにします。R-pilotチャネルだけをアクティブにしても、QPSKコンスタレーションが生成されます。

図13.
R-pilotおよびR-FCH
(9.6kbpsではRC3)を
アクティブにしたcdma2000
SR1逆方向リンク信号のEVM
(アンコーデッド)。
どちらのチャネルも、
同等のパワー・レベルにあります。



1. テスト機器に、正しいフィルタリング・パラメータを設定する必要があります(cdmaOne移動機用のフィルタリング・パラメータを使用できます)。

- ・8PSK(図14) : R-pilotおよびR-FCHをアクティブにします。R-FCHのパワー・レベルを、R-pilotのパワー・レベルより7.5dB低く設定します。

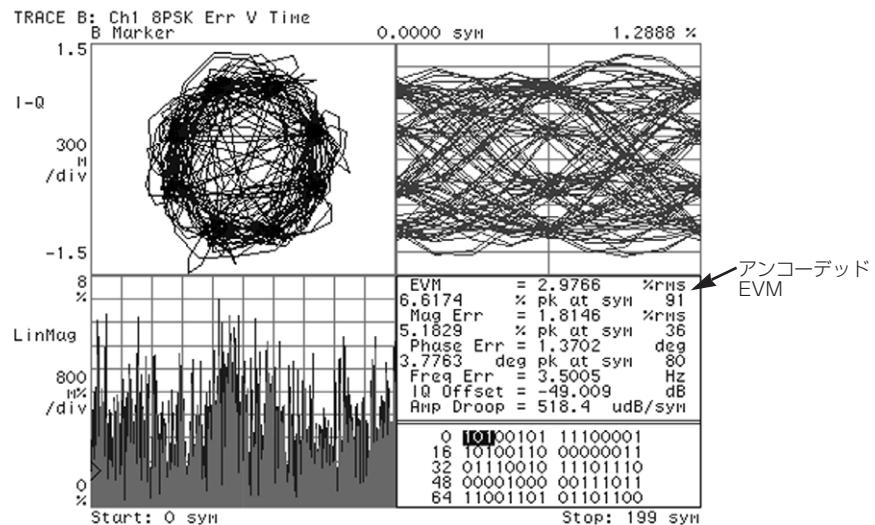


図14.
R-pilotおよびR-FCH
(9.6kbpsではRC3) を
アクティブにしたcdma2000
SR1逆方向リンク信号のEVM
(アンコーデッド)。
R-FCHのパワー・レベルは、
R-pilotよりも7.5dB低くなっています。

- ・16QAM(図15) : R-pilot、R-FCHおよびR-SCH 1(1次補足チャネル)をアクティブにします。すべてのチャネルのパワーは同等に設定します

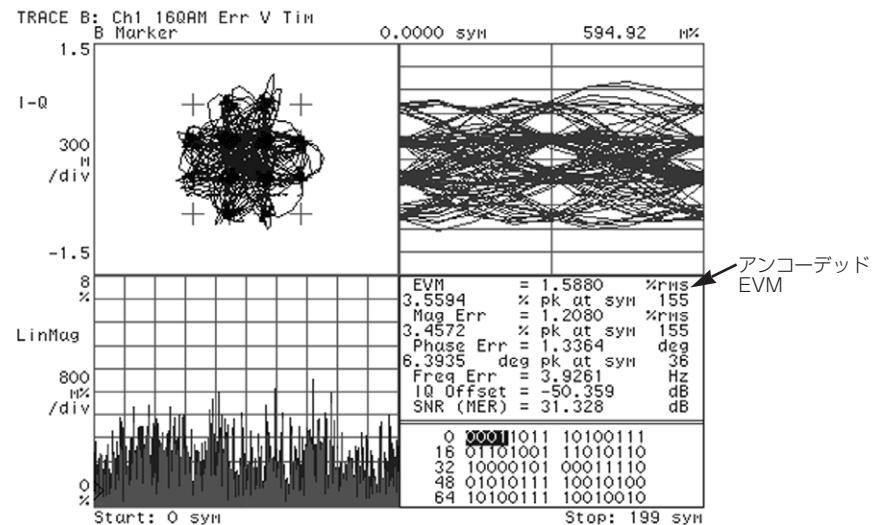


図15.
R-pilot、R-FCH
(9.6kbpsではRC3)、
およびR-SCH 1
(307.2kbpsではRC3) を
アクティブにしたcdma2000
SR1逆方向リンク信号のEVM
(アンコーデッド)。
すべてのチャネルは、
同等のパワー・レベルにあります。

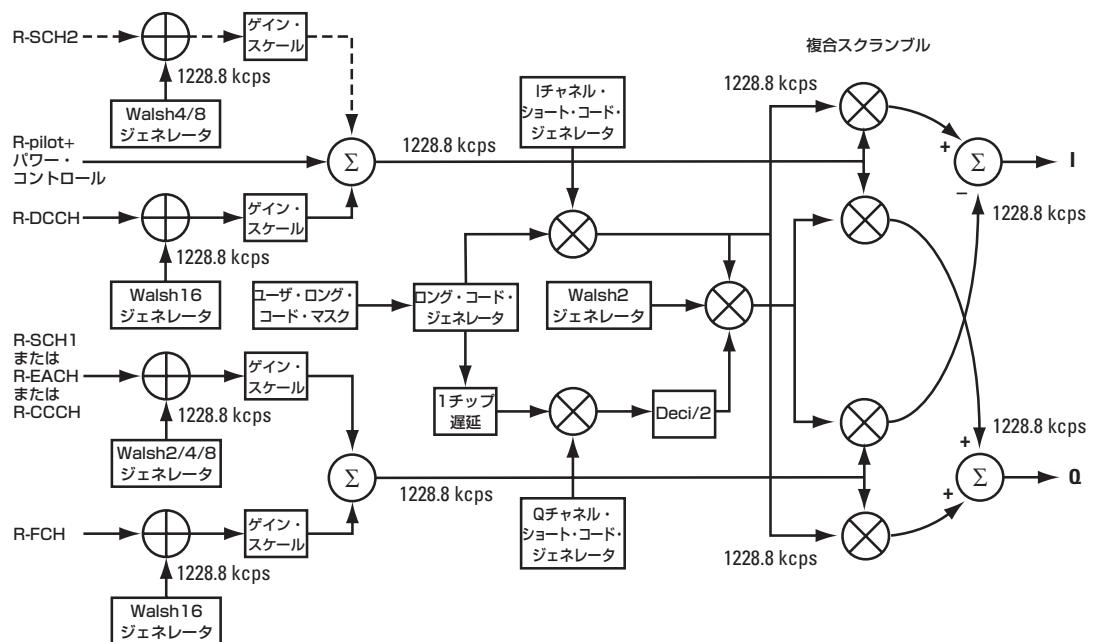
HPSK

逆方向リンクでは、IまたはQパスの両方に異なったチャネルが割当てられます。たとえば、RC3からRC6の場合、IにはR-pilot(逆方向パイロット)が、QにはR-FCH(逆方向基本波チャネル)が割当てられます(図16参照)。

チャネルのレートとパワー・レベルは、さまざまに設定できます。コンステレーションの位相を連続してローテートさせ、軸間にパワーを均一に分布させる複合スクランブルが、これを容易にします。スクランブルを行わない場合、チャネル・パワーの均一性が失われて直交座標4QAMコンステレーションが生成されます(R-pilotおよびR-FCHだけがアクティブであると仮定)。複合スクランブルを行うと、通常、円の周囲に8個のポイントが分布するコンステレーションが生成されます。角分布は、2つのチャネルの関連パワーによって決定されます。チャネル・パワーが同等の場合、一対ずつのコンステレーション・ポイントが融合してQPSKに似たコンステレーションが生成されます。たとえば、図13は、R-pilotチャネルとR-FCHチャネルが同等のパワー・レベルにあるSR1のコンステレーションを示しています。図14は、R-FCHがパイロット・レベルよりも7.5dB低い信号のコンステレーションを示しています。

基本的な複合スクランブルにより、0、 $\pm \pi/2$ 、または π ラジアンの位相回転が各チップに適用されます。HPSKはこれを更に進め、2番目のチップごとに位相回転が $\pm \pi/2$ に制約されるよう複合スクランブルを定義します。ベースバンド・フィルタに対する位相遷移の侵入にこのような制約を課すことで、信号のピークー平均パワー比が(1から1.5dB単位で)減少します。信号のチャネルが3つ以上ある場合でも、このようなHPSK技法の利点は変わりません。

図16.
cdma2000逆方向リンク(SR1)
内のチャネルの総括とHPSK拡散



3. まとめ

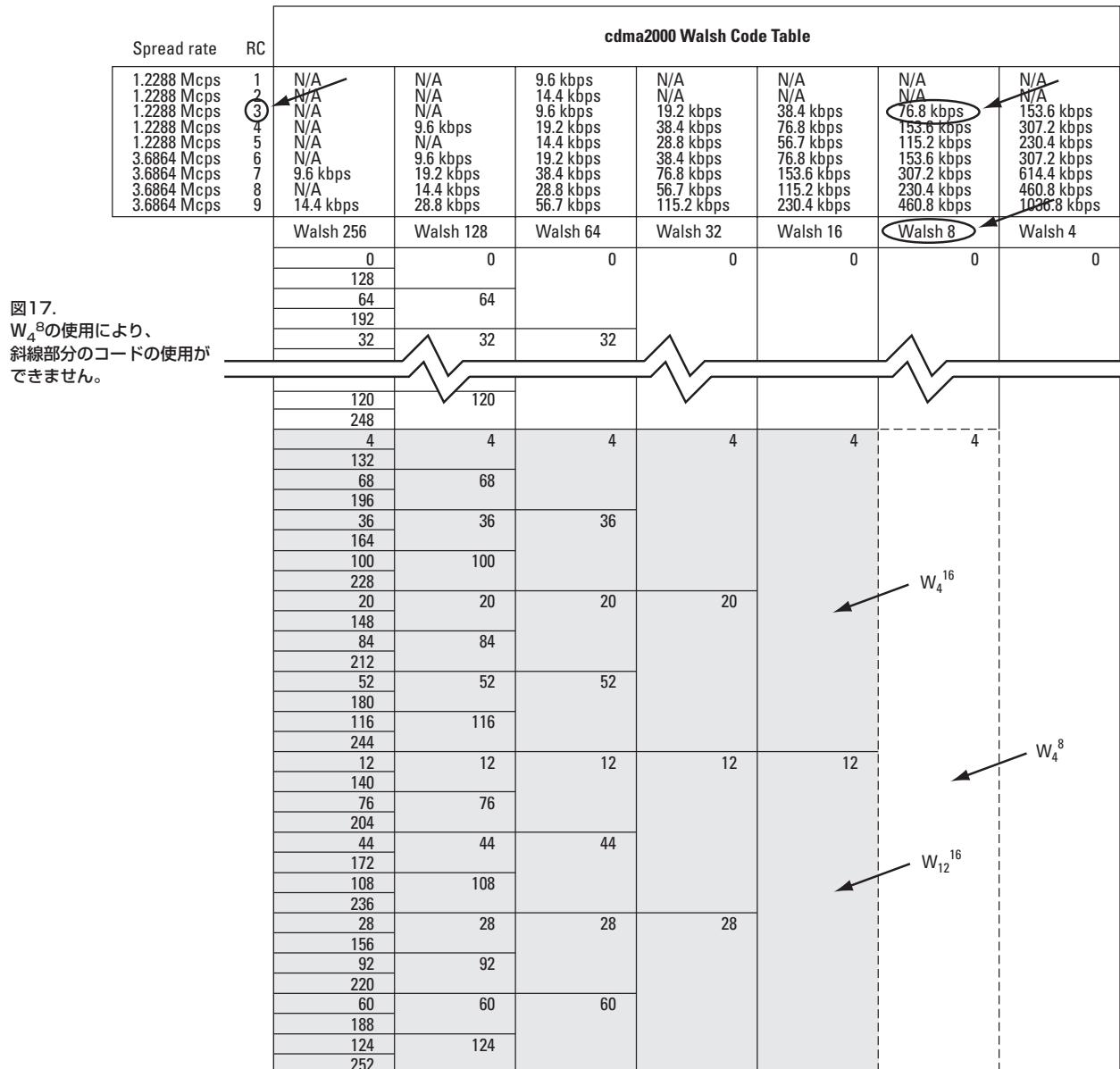
cdma2000は、cdmaOneから派生した3G技術のための3GPP2標準です。標準はまだ定義中ですが、研究開発コンポーネントおよびシステム技術者は現在、cdma2000の設計テストを必要としています。本アプリケーション・ノートは、既に確立しているcdmaOne測定に基づいてcdma2000のテストを行うための指針です。

標準は開発途中であるため、アジレント・テクノロジーでは、お客様が製品開発目標を達成できるように、アプリケーション情報、設計ツール、およびテスト機器を標準の変更に合わせ、改訂していく予定です。

4. 付録A： cdma2000 Walsh コード表

表2は、データ・レートの異なるさまざまなRCに対応した、異なった長さのWalshコード間の関係を示したもので、コードが短いチャネルのエネルギーは、それよりも長いコードをもつすべてのチャネルに相關付けられます。したがって、短いコードを使うことで、そこから派生する長いコード（表中の右から左のコード）を一切使用できません。たとえば、76.8kbpsのRC3はWalsh8コードを使用します。 W_4^8 を使った場合、以下にあげる斜線部分のコードの使用が不要になります（図17参照）。

- W_4^{16} , W_{12}^{16}
- W_4^{32} , W_{12}^{32} , W_{20}^{32} , W_{28}^{32}
- W_4^{64} , W_{12}^{64} , W_{20}^{64} , W_{28}^{64} , W_{36}^{64} , W_{44}^{64} , W_{52}^{64} , W_{60}^{64}
- その他



Spread rate	RC	cdma2000 Walsh Code Table							
1.2288 Mcps	1	N/A	N/A	9.6 kbps	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2288 Mcps	2	N/A	N/A	14.4 kbps	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2288 Mcps	3	N/A	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	153.6 kbps
1.2288 Mcps	4	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	307.2 kbps
1.2288 Mcps	5	N/A	N/A	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	230.4 kbps
3.6864 Mcps	6	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	614.4 kbps
3.6864 Mcps	7	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	614.4 kbps	614.4 kbps
3.6864 Mcps	8	N/A	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	460.8 kbps	460.8 kbps
3.6864 Mcps	9	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	460.8 kbps	1036.8 kbps	1036.8 kbps
		Walsh 256	Walsh 128	Walsh 64	Walsh 32	Walsh 16	Walsh 8	Walsh 4	
		0	0	0	0	0	0	0	
		128							
		64	64						
		192							
		32	32	32					
		160							
		96	96						
		224							
		16	16	16	16				
		144							
		80	80						
		208							
		48	48	48					
		176							
		112	112						
		240							
		8	8	8	8	8	8		
		136							
		72	72						
		200							
		40	40	40					
		168							
		104	104						
		232							
		24	24	24	24				
		152							
		88	88						
		216							
		56	56	56					
		184							
		120	120						
		248							
		4	4	4	4	4	4	4	
		132							
		68	68						
		196							
		36	36	36	36				
		164							
		100	100						
		228							
		20	20	20	20	20			
		148							
		84	84						
		212							
		52	52	52					
		180							
		116	116						
		244							
		12	12	12	12	12	12		
		140							
		76	76						
		204							
		44	44	44					
		172							
		108	108						
		236							
		28	28	28	28	28			
		156							
		92	92						
		220							
		60	60	60					
		188							
		124		124					
		252							

表2.
cdma2000 Walshコード表

Spread rate	RC	cdma2000 Walsh Code Table							
1.2288 Mcps	1	N/A	N/A	9.6 kbps	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2288 Mcps	2	N/A	N/A	14.4 kbps	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2288 Mcps	3	N/A	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	153.6 kbps
1.2288 Mcps	4	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	307.2 kbps
1.2288 Mcps	5	N/A	N/A	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	230.4 kbps
3.6864 Mcps	6	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	307.2 kbps
3.6864 Mcps	7	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	614.4 kbps	614.4 kbps
3.6864 Mcps	8	N/A	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	460.8 kbps	460.8 kbps
3.6864 Mcps	9	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	460.8 kbps	1036.8 kbps	1036.8 kbps
		Walsh 256	Walsh 128	Walsh 64	Walsh 32	Walsh 16	Walsh 8	Walsh 4	
		1	1	1	1	1	1	1	
		129							
		65	65						
		193							
		33	33	33					
		161							
		97	97						
		225							
		17	17	17	17				
		145							
		81	81						
		209							
		49	49	49					
		177							
		113	113						
		241							
		9	9	9					
		137							
		73	73						
		201							
		41	41	41					
		169							
		105	105						
		233							
		25	25	25	25				
		153							
		89	89						
		217							
		57	57	57					
		185							
		121	121						
		249							
		5	5	5					
		133							
		69	69						
		197							
		37	37	37					
		165							
		101	101						
		229							
		21	21	21	21				
		149							
		85	85						
		213							
		53	53	53					
		181							
		117	117						
		245							
		13	13	13					
		141							
		77	77						
		205							
		45	45	45					
		173							
		109	109						
		237							
		29	29	29					
		157							
		93	93						
		221							
		61	61	61					
		189							
		125	125						
		253							

Spread rate	RC	cdma2000 Walsh Code Table							
1.2288 Mcps	1	N/A	N/A	9.6 kbps	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2288 Mcps	2	N/A	N/A	14.4 kbps	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2288 Mcps	3	N/A	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps
1.2288 Mcps	4	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	614.4 kbps
1.2288 Mcps	5	N/A	N/A	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	460.8 kbps
3.6864 Mcps	6	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	1036.8 kbps
3.6864 Mcps	7	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	614.4 kbps	153.6 kbps
3.6864 Mcps	8	N/A	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	460.8 kbps	307.2 kbps
3.6864 Mcps	9	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	460.8 kbps	1036.8 kbps	N/A
		Walsh 256	Walsh 128	Walsh 64	Walsh 32	Walsh 16	Walsh 8	Walsh 4	
		2	2	2	2	2	2	2	
		130	66						
		66							
		194							
		34	34	34					
		162							
		98	98						
		226							
		18	18	18	18				
		146							
		82	82						
		210							
		50	50	50					
		178							
		114	114						
		242							
		10	10	10	10	10	10	10	
		138							
		74	74						
		202							
		42	42	42					
		170							
		106	106						
		234							
		26	26	26	26				
		154							
		90	90						
		218							
		58	58	58					
		186							
		122	122						
		250							
		6	6	6	6	6	6	6	
		134							
		70	70						
		198							
		38	38	38	38				
		166							
		102	102						
		230							
		22	22	22	22	22			
		150							
		86	86						
		214							
		54	54	54	54				
		182							
		118	118						
		246							
		14	14	14	14	14	14	14	
		142							
		78	78						
		206							
		46	46	46	46				
		174							
		110	110						
		238							
		30	30	30	30				
		158							
		94	94						
		222							
		62	62	62	62				
		190							
		126		126					
		254							

Spread rate	RC	cdma2000 Walsh Code Table							
1.2288 Mcps	1	N/A	N/A	9.6 kbps	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1.2288 Mcps	2	N/A	N/A	14.4 kbps	N/A	N/A	N/A	76.8 kbps	N/A
1.2288 Mcps	3	N/A	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	153.6 kbps
1.2288 Mcps	4	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	307.2 kbps	307.2 kbps
1.2288 Mcps	5	N/A	N/A	14.4 kbps	28.8 kbps	76.8 kbps	153.6 kbps	230.4 kbps	230.4 kbps
3.6864 Mcps	6	N/A	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	153.6 kbps	307.2 kbps	614.4 kbps	614.4 kbps
3.6864 Mcps	7	9.6 kbps	19.2 kbps	38.4 kbps	76.8 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	460.8 kbps	460.8 kbps
3.6864 Mcps	8	N/A	14.4 kbps	28.8 kbps	56.7 kbps	115.2 kbps	230.4 kbps	460.8 kbps	1036.8 kbps
3.6864 Mcps	9								
		Walsh 256	Walsh 128	Walsh 64	Walsh 32	Walsh 16	Walsh 8	Walsh 4	
		3	3	3	3	3	3	3	
		131							
		67	67						
		195							
		35	35	35					
		163							
		99	99						
		227							
		19	19	19	19				
		147							
		83	83						
		211							
		51	51	51					
		179							
		115	115						
		243							
		11	11	11					
		139							
		75	75						
		203							
		43	43	43					
		171							
		107	107						
		235							
		27	27	27	27				
		155							
		91	91						
		219							
		59	59	59					
		187							
		123	123						
		251							
		7	7	7	7	7	7	7	
		135							
		71	71						
		199							
		39	39	39					
		167							
		103	103						
		231							
		23	23	23	23	23			
		151							
		87	87						
		215							
		55	55	55					
		183							
		119	119						
		247							
		15	15	15	15	15	15		
		143							
		79	79						
		207							
		47	47	47					
		175							
		111	111						
		239							
		31	31	31	31	31			
		159							
		95	95						
		223							
		63	63	63					
		191							
		127	127						
		255							

5. 付録B： cdma2000のための アジレント・テクノロジー ソリューション

本セクションでは、現在のcdma2000コンポーネントおよびシステムの測定に使用できるアジレント・テクノロジーの機器をリストします。

オプション101付きのAgilent ESG-DシリーズRF信号発生器には、コンポーネントのテストを行うための、統計的に正しい順方向および逆方向リンクcdma2000信号をシミュレートする機能が備わっています¹。使いやすいインターフェースにより、以下のことが可能になります。

信号の生成

- ・拡散レート (SR1またはSR3) の選択
- ・順方向リンクでのマルチキャリア拡散またはダイレクト拡散の選択
- ・逆方向リンクでのQPSK/HPSK変調/拡散の使用
- ・複数の定義済みcdma2000マルチチャネル信号の選択
- ・テーブル・エディタの使用による、各要件に合わせたcdma2000マルチチャネル信号のフル構成

1. 受信機測定のためのcdma2000順方向および逆方向リンク信号が、将来、Agilent ESG-DシリーズRF信号発生器で提供可能になる予定です。

信号の解析

表3に、現在cdma2000測定機能を備えているアジレント・テクノロジーシグナル・アナライザをリストします。

表3.
cdma2000用アジレント・テクノロジー
測定器の機能

cdma2000		Agilent測定器			
		ベクトル・シグナル・アナライザ ^g	スペクトラム・アナライザ		
測定項目	Agilent VSA シリーズ 送信機テスター ¹	Agilent 89400A シリーズ・ ベクトル・ シグナル・ アナライザ ²	Agilent 8560 Eシリーズ・ スペクトラム・ アナライザ ³	Agilent 8590 Eシリーズ・ 測定バーソナリティ 付き ²	Agilent ESA-E シリーズ・ スペクトラム・ アナライザ ³
チャネル・パワー	●	●	●	●	●
占有帯域幅		●	●	●	●
イン・バンド・ エミッション	ACPR ⁴	●	●	● ⁵	● ⁵
	イン・バンド・ スプリアス	● ¹³	● ⁶	●	● ⁶
オウト・オブ・バンド・ スプリアス/ハーモニクス	最高4GHz まで ⁶	最高2.6GHz まで ⁶	●	●	● ⁶
ピークー平均パワー比	●	●		●	
CCDF	●	●			
変調品質— 順方向リンク	EVM (アンコーデッド)	● ⁷	● ⁸		
	Rho/EVM (コーデッド)	● ⁹	● ¹⁰		
	I/Qオフセット	●	●		
	周波数確度	●	●		
	コード・ ドメイン・パワー	● ¹¹			
変調品質— 逆方向リンク	EVM (アンコーデッド)	● ⁷	● ⁸		
	Rho/EVM (コーデッド)	● ¹²	● ¹⁰		

注記 :

1. cdma2000用に構成済みの測定
2. 一部の測定はcdmaOne用に構成済み。cdma2000に対応するよう、測定パラメータを手動で変更可能。
3. 測定は、特定の標準に合わせて予め構成されていません。cdma2000に対応するよう、測定パラメータを手動で設定可能。
4. ACPR測定は、cdmaOne標準の仕様に含まれていません。ただし、個々のNEMで通常、コンポーネント・テストの性能指標としてACPRを指定。これは、cdma2000にも当てはまります。
5. 主要チャネルおよびオフセットに同一の積分帯域幅が使用されている場合、測定の実行が可能。パワー（または実効値）アベレージングは不可。サービス・アプリケーションでは、Agilent ESA-Eシリーズがターゲット。
6. 手動測定（自動スプリアス・サーチは行わない）。
7. 逆方向リンク構成でQPSKコンスタレーションが生成される場合、測定の実行が可能。詳細は、アプリケーション・ノートの関連セクションを参照。
8. 逆方向リンク構成で「従来の」コンスタレーションが生成される場合、測定の実行が可能。詳細は、アプリケーション・ノートの関連セクションを参照。
9. SR1またはSR5 MCだけで有効
10. ρ には複数の解釈が存在。Agilent 89400シリーズ・ベクトル・シグナル・アナライザでは、特定の仮定に基づいて測定が可能。コーデッドEVMは、本測定器では使用不可。
11. 外部PCで可能。
12. RC1およびRC2のみ。
13. cdmaOne用に予め構成済み。cdma2000に対応するよう、測定パラメータを手動で設定可能。

6. 用語集

2G	第2世代
3G	第3世代
3GPP2	第3世代パートナーシップ・プロジェクト2
ACPR	隣接チャネル漏洩電力
ARIB	日本無線業界連合
BPSK	バイナリ位相シフト・キーイング
CCDF	相補累積分布関数
CDMA	コード・ドメイン多元アクセス
cdmaOne	IS-95標準ベースのCDMAシステム
cdma2000	cdmaOneの派生技術、3Gプロポーザル
DS	ダイレクト・スペクトル
EVM	エラー・ベクトル振幅
HPSK	ハイブリッド位相シフト・キーイング
IF	中間周波数
IMT-2000	国際モバイル通信2000
I/Q	I軸/Q軸
IS-95	米国コード分割多元アクセス暫定標準
MC	マルチキャリア
NEM	ネットワーク機器メーカー
OCQPSK	直角複合直交位相シフト・キーイング
OQPSK	オフセット直交位相シフト・キーイング
PSK	位相シフト・キーイング
QAM	直交振幅変調
QPSK	直交位相シフト・キーイング
RC	無線構成
RF	無線周波数
R-CCCH	逆方向共通制御チャネル
R-DCCH	逆方向専用制御チャネル
R-EACH	逆方向強化アクセス・チャネル
R-FCH	逆方向基本波チャネル
R-Pilot	逆パイロット
R-SCH	逆方向補足チャネル
SR	拡散レート
TIA	電気通信業界連合
TTA	韓国電気通信技術連合
TTC	電気通信技術委員会

7. 参照文献

- [1] Understanding CDMA Measurements for Base Station and Their Components、Agilentアプリケーション・ノート1311、カタログ番号5968-0953E
- [2] Ken Thompson, Concepts of cdma2000, Wireless Symposium, 1999
- [3] ディジタルRF通信送信機デザインのテストおよびトラブルシューティング、Agilentアプリケーション・ノート1313、カタログ番号5968-3578J
- [4] Pete Watridge, Power Statistics of Digitally Modulated Signals, Wireless Symposium, 1999

8. 関連カタログ

- 1. *Agilent ESG Series RF Digital and Analog Signal Generators*、カタログ番号5966-3596E
- 2. *Agilent VSA*シリーズ送信機テスター、カタログ番号5966-4762J
- 3. *Building the Wireless Future...With You* (Agilent VSA Series Transmitter Tester)、カタログ番号5968-5259E
- 4. 89400シリーズベクトル・シグナル・アナライザ、カタログ番号5965-8554J
- 5. 8560 Eシリーズスペクトラム・アナライザ、カタログ番号5966-3559J
- 6. 8590 Eシリーズスペクトラム・アナライザ、カタログ番号5963-6908J
- 7. *ESA-E*シリーズスペクトラム・アナライザ、カタログ番号5968-3278J

アジレント・テクノロジー株式会社
本社 〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

計測
お客様窓口

受付時間 9:00~17:00
(土・日・祭日を除く)
※FAXは24時間受付け

TEL 0120-421-345
(0426-56-7832)
FAX 0120-421-678
(0426-56-7840)
E-mail:mac_support@agilent.com

電子計測ホームページ
<http://www.agilent.co.jp/find/tm>

- 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。



Agilent Technologies
Innovating the HP Way

5968-5858J
030002301-L/H