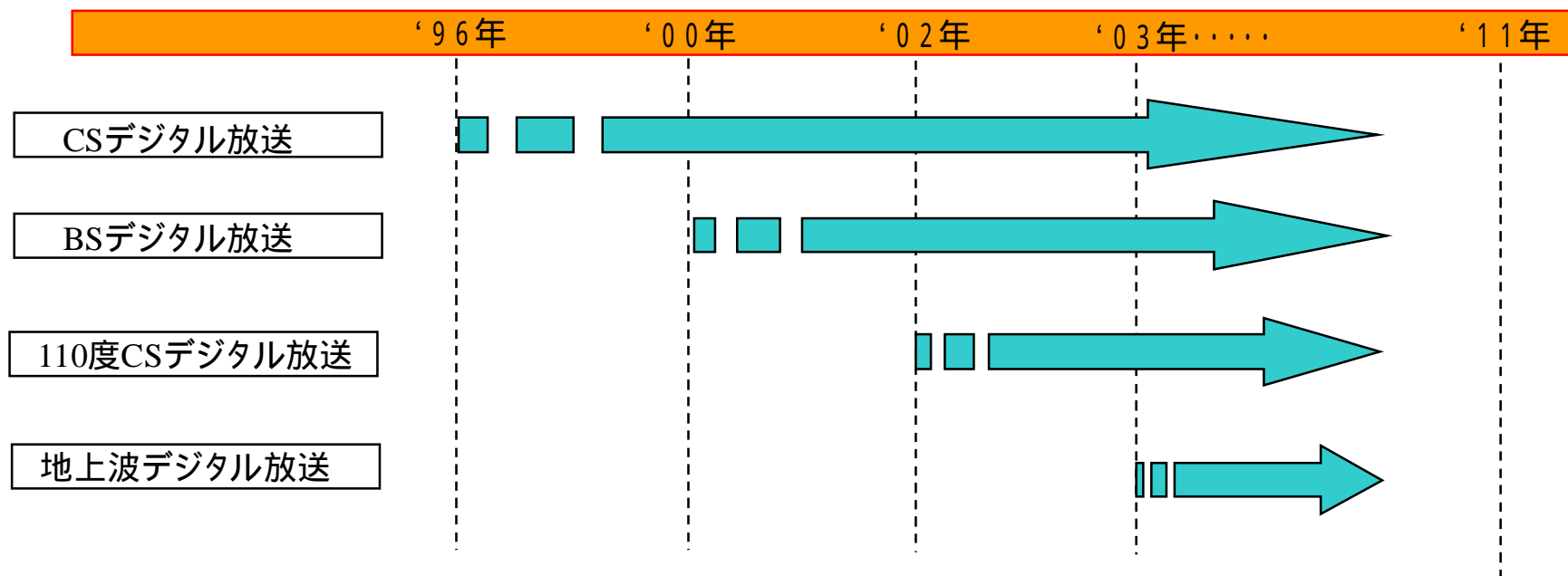


地上波デジタルの測定方法について



Sunrise Telecom Incorporated

デジタル放送の動向



アナログ放送終了

地上波デジタルのチャンネル表(地上波デジタルはUHF帯域で放送される)

	HNK総合	HNK教育	民放A	民放B	民放C	民放D	民放E
関東	U27	U26	U25	U24	U23	U22	U21
中部	U20	U13	U22	U21	U20	U19	-
近畿	U24	U13	U17	U16	U15	U14	-

放送のデジタル化のメリット



A Sunrise Telecom Company

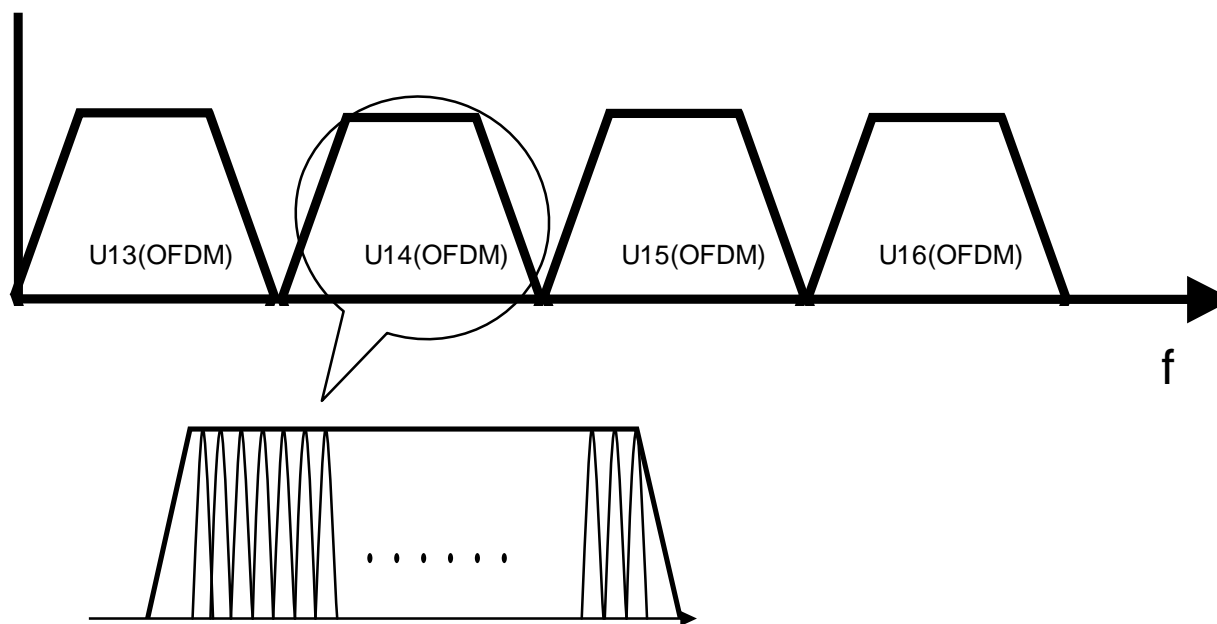
- ◆ **高品質化**
誤り訂正の技術により劣化のないクリアな画像・音声を実現
- ◆ **多チャンネル化**
デジタル信号の圧縮技術により周波数帯域の有効利用
- ◆ **機能の向上**
データ放送、双方向機能の実現

OFDMとは？

- ◆ **OFDM**(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重): **地上波デジタル**の伝送方式として採用。伝送帯域で複数のキャリア(搬送波)を用いて伝送する方式。
- ◆ 各キャリアは直交関係にあるためキャリア間の干渉はない。
- ◆ 複数のキャリア(搬送波)を用いることで、高層ビルなどによるマルチパス(反射波)に耐久性を持つ。
- ◆ 伝送帯域を13個のセグメントに分割。多様なサービス(移動受信、音声番組など)への対応を可能。

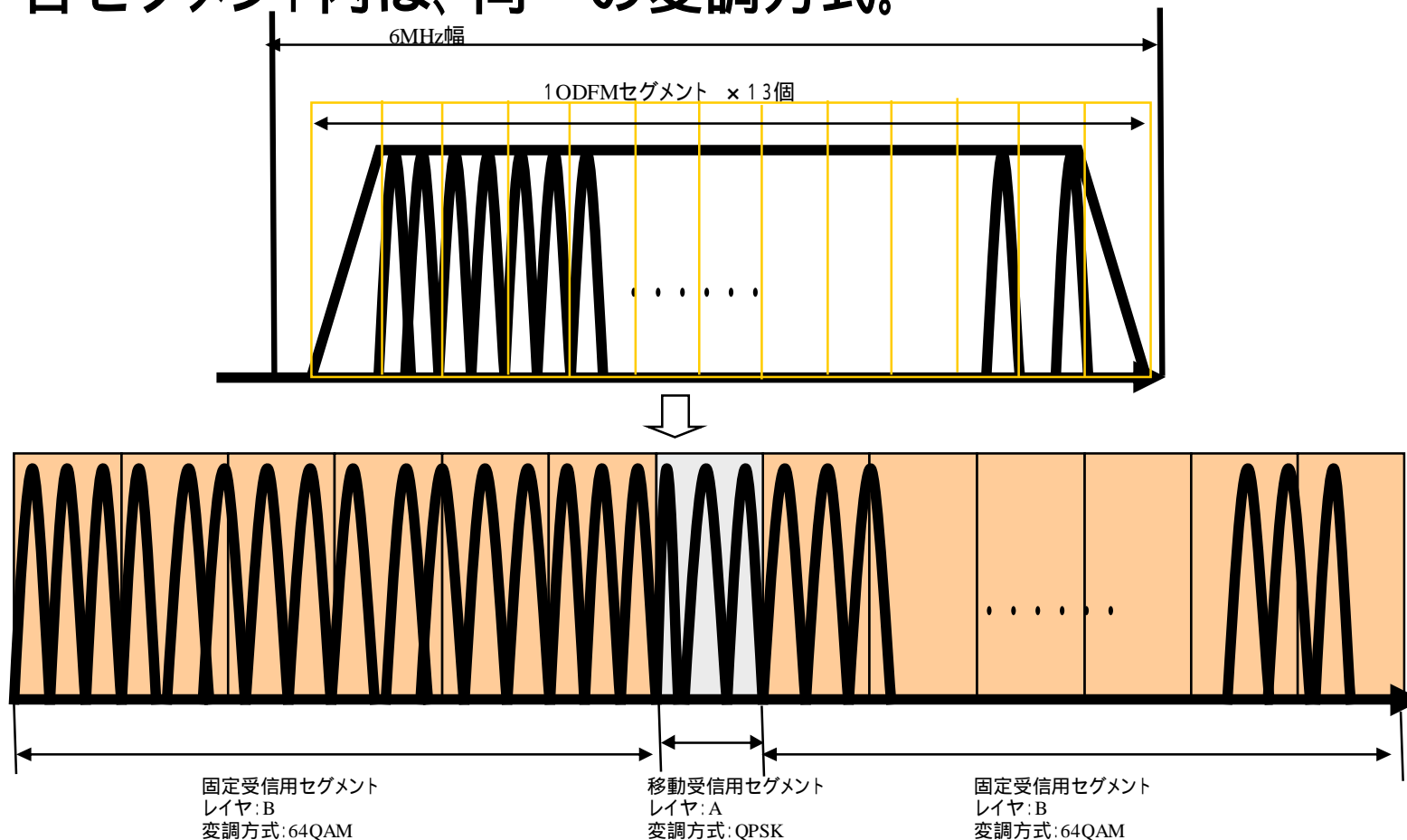
OFDMの基本構成

- ◆ OFDMチャンネルは、複数のキャリアの集合体。
(現在の仕様では各チャンネルごとに約5000本のキャリアが並ぶ。)
- ◆ 個々のキャリアは、それぞれQPSK、16QAM、64QAM
などで変調。



地上波デジタルのセグメント構成とレイヤ(階層)について

- ◆ 13個のOFDMセグメントを最大三つの階層(レイヤ)に分割可能。
- ◆ 各セグメント内は、同一の変調方式。



伝送パラメータ

◆ OFDMセグメントパラメータ(現行は、Mode-3を使用)

モード	Mode-1	Mode-2	Mode-3
OFDMセグメント数	13		
帯域幅(kHz)	6MHz/14=428.57...		
有効シンボル長(μs)	252	504	1008
キャリア間隔(kHz)	3.968	1.984	0.992
キャリア本数	1405	2809	5617
キャリア変調方式	16QAM, 64QAM, QPSK, DQPSK		
FFTサンプル速度(MHz)	512/63=8.12693...		
ガードインターバル比	1/4, 1/8 , 1/16, 1/32		
内符号	畳み込み符号(1/2, 2/3, 3/4 , 5/6, 7/8)		
外符号	リードソロモン(204, 188)		

- ◆ **TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration and Control) とは、伝送多重制御信号のことで、OFDMセグメントの中の特定キャリアを使って伝送される。**
- ◆ **受信機(測定器)は、TMCC信号を受信することで地上波デジタル放送の各階層(レイヤA,B,C)ごとの伝送パラメータ(変調方式、セグメント数、符号化率など)を認識する。**

CATVにおける地上波デジタル



A Sunrise Telecom Company

- ◆ **トランスモジュレーション**
地上波デジタルをBS,CSデジタルで使用される
64QAMに変調して伝送する方式
- ◆ **同一周波数パススルー**
地上波デジタルをそのまま伝送する方式
- ◆ **周波数変換パススルー**
地上波デジタルをVHF帯に周波数変換して伝送する
方式

地上波デジタルの品質評価



A Sunrise Telecom Company

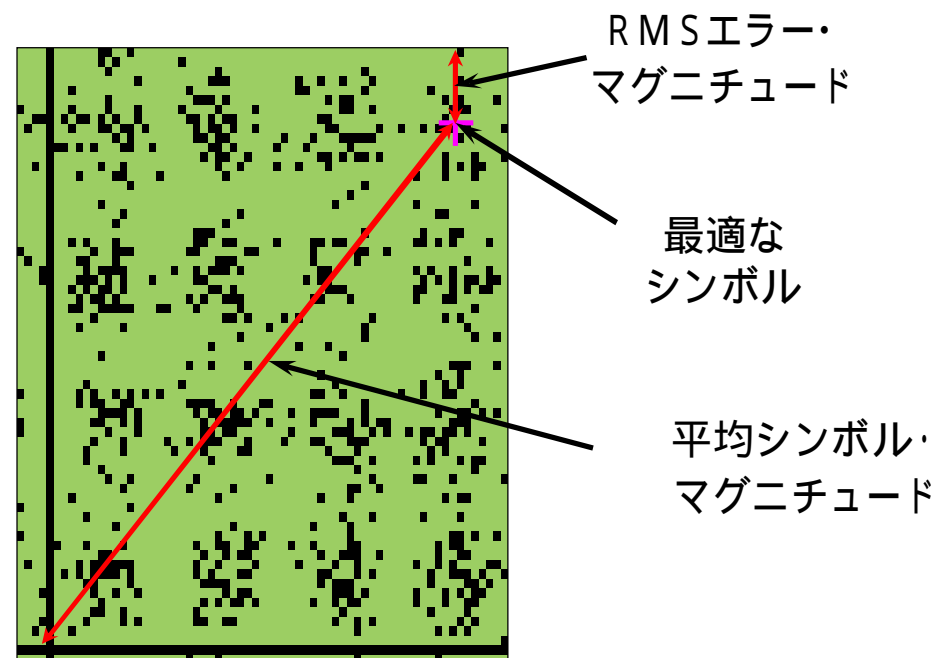
◆ 地上波デジタルの品質評価で重要な測定項目として

- ・MER (変調エラー率)
- ・コンスタレーション測定
- ・エラー訂正前のBER (ビットエラー率)
- ・エラー訂正後のBER (ビットエラー率)
- ・レベル (チャンネルパワー)

MER(変調エラー率)

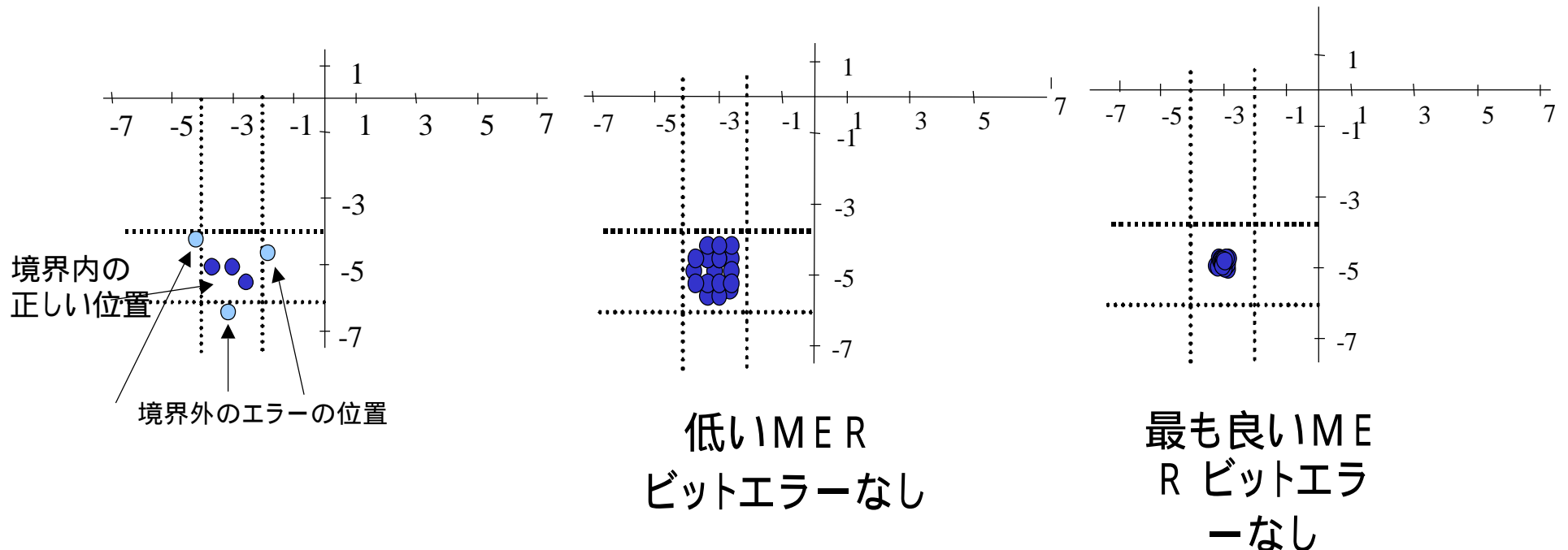
- ◆ 変調エラー率(MER)の定義は右記の通りです。
- ◆ 値はdBで表され、その値が高ければ信号の品質よいことを意味します。
- ◆ デジタルシステムの変調エラー率(MER)は、アナログシステムで使われている信号対雑音比(S/N)やキャリア対雑音比(C/N)に類似しています。
- ◆ デジタルシステムのMERを測定することは、システム異常が起きる前のマージンを知る上で大変重要です。

$$10 \log \frac{\text{RMSエラー・マグニチュード}}{\text{平均シンボル・マグニチュード}}$$



MER(変調エラー率)

- ◆ コンスタレーションを確認することで視覚的にMERの品質を確認することができます。
- ◆ 以下の3つはすべて、キャリアが測定境界内に位置している、エラーのないコンスタレーションです。
- ◆ 右のコンスタレーションにいくほどノイズの少ない非常に良好なMERです。
- ◆ ドットが各測定境界内に位置している場合、MERが悪化しても、BERはエラーなしと表示されます。そのためBER単独では有効な測定手段ではありません。



BER (ビットエラー率)

- ◆ BERは、「総ビット数」に対する「誤受信したビット数」で表されます。

送信ビット 1101101101

受信ビット 1100101101

↑
エラー

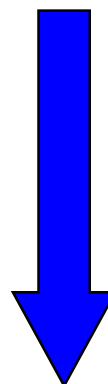
$$BER = \frac{\text{誤受信したビット数}}{\text{総ビット数}} = \frac{1}{10} = 0.1$$

BER (ビットエラー率)

- ◆ BERは、通常科学的記数法により表示されます。
- ◆ 負の数値が大きい指数ほど、より優良なBERになります。
- ◆ システムを作動するには、エラー訂正前の数値が 2×10^{-4} 以上が必要です。

Decimal	Scientific Notation
1	1.0E+00
0.1	1.0E-01
0.01	1.0E-02
0.001	1.0E-03
0.0001	1.0E-04
0.00001	1.0E-05
0.000001	1.0E-06
0.0000001	1.0E-07
0.00000001	1.0E-08
0.000000001	1.0E-09

より低く
優良な
BER

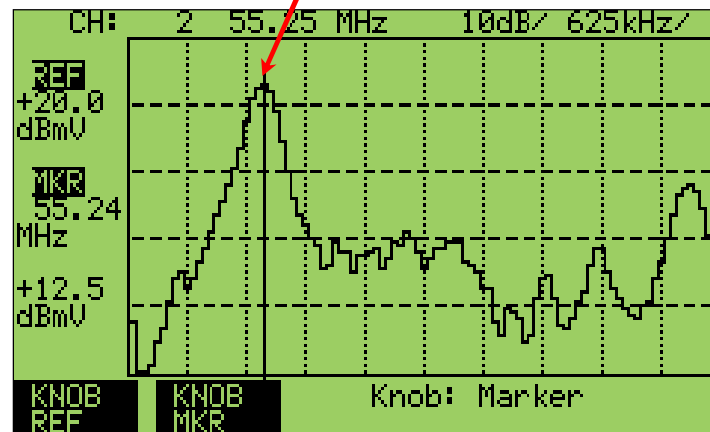


Decimal	Scientific Notation
0.00001	1.0E-05
0.000009	9.0E-06
0.000008	8.0E-06
0.000007	7.0E-06
0.000006	6.0E-06
0.000005	5.0E-06
0.000004	4.0E-06
0.000003	3.0E-06
0.000002	2.0E-06
0.000001	1.0E-06

アナログ放送のレベル測定

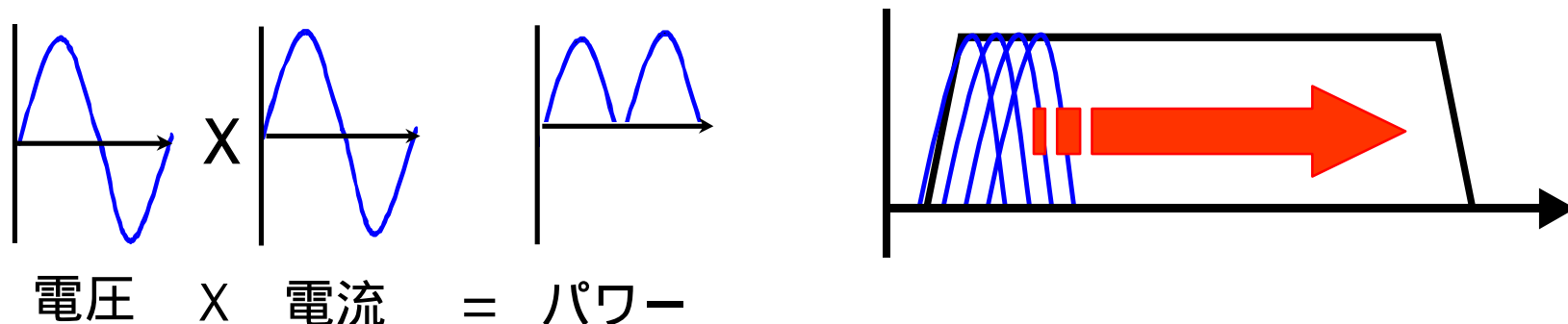
- ◆ アナログ放送におけるレベル測定は、ちょうどビデオキャリアの周波数上に位置しています。そのためアナログ信号のレベル測定は、この1点の周波数のみで行います。

ビデオキャリア
周波数でのピーク
キャリア測定



アベレージパワーとピークパワー

- ◆ アベレージパワーは、一定時間内に測定されたパワーの平均値です。
- ◆ デジタル信号は一定の帯域幅で情報を送信します。そのためデジタル信号測定時には、帯域幅を考慮に入れる必要があります。
- ◆ あるピークパワーに対する帯域幅が広いほど、アベレージパワーも高くなります。
- ◆ アナログ信号用の測定器では、帯域幅については考慮していないためデジタル信号のレベルを測定することはできません。
- ◆ デジタル信号を正確に測定するためには、全帯域のアベレージパワーを積算し求めることが必要です。



CM1000による地上波デジタル測定 (MER, BER, デジタル・アベレージパワー)

CM1000 Base Station (本体) と OFDM モジュール の組み合わせ



A Sunrise Telecom Company



◆ CM1000-OFDMは、地上波デジタルの以下の試験に対応しております。

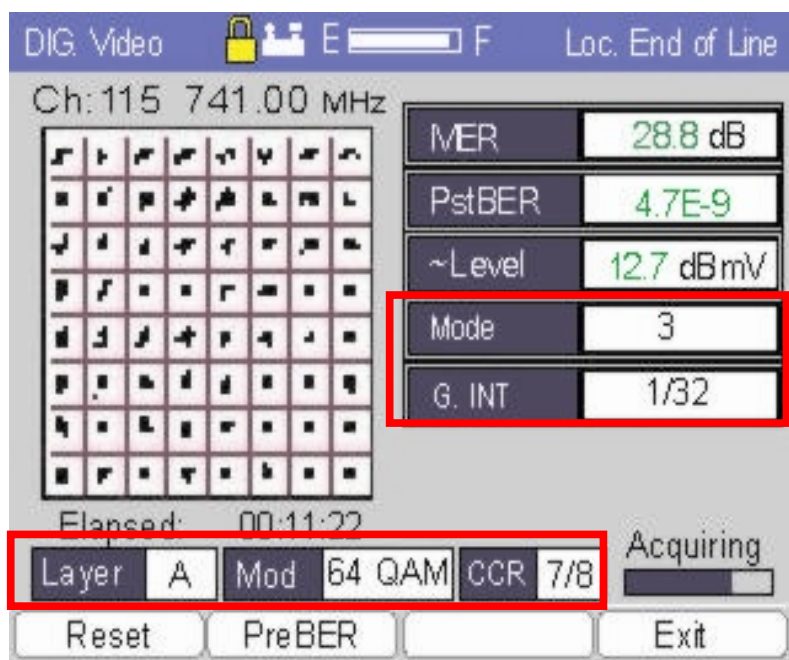
- デジタル・レベル測定
- BER (ビットエラー) 測定
- MER (変調エラー)
- コンスタレーション

CM1000による地上波デジタル測定 (MER, BER, デジタル・アベレージパワー)

CM1000 Base Station (本体) と OFDM モジュール の組み合わせ

A Sunrise Telecom Company

< 地上波デジタル測定例 >



- ◆ ISDB-T地上波デジタル信号に含まれるTMCC信号(制御情報)を受信することで、伝送モード、ガードインターバル、階層構造(Layer A/B/C)、各階層ごとの変調方式、符号化率等のパラメータを自動認識します。よって測定にあたり複雑な設定は不要です。
- ◆ 階層伝送(*)がされている場合は、Layerをカーソルで切り替えることによって任意のLayerにおける品質評価が可能です。

CM1000のモジュール交換による拡張性



◆ CM1000は、測定モジュールを交換することで様々な試験を実施することが可能です。

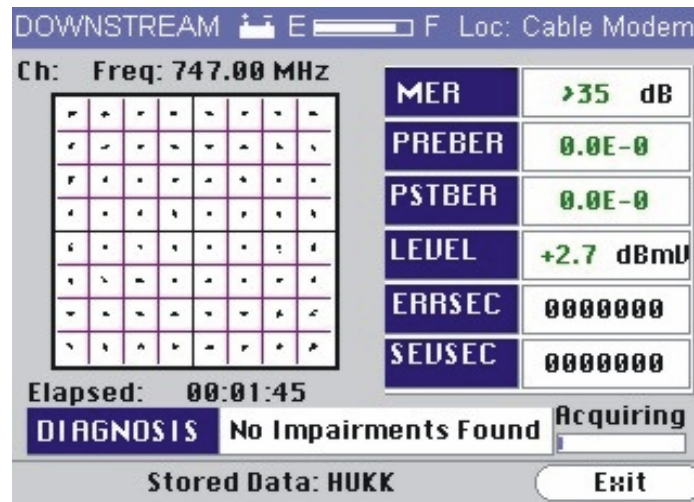
- QAM/Analog測定モジュール
- TDRモジュール
- 上り16QAM発生モジュール

CM1000による64/256 QAM測定 (MER, BER, デジタル・アベレージパワー)

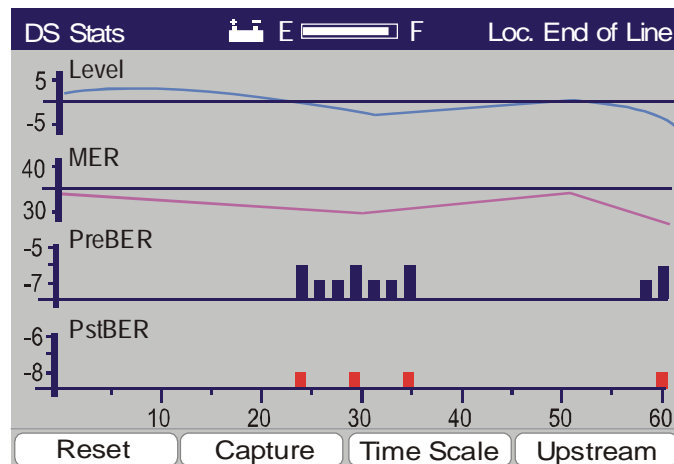
CM1000 Base Station (本体) と QAM/Analog module の組み合わせ

A Sunrise Telecom Company

< 64QAM デジタル測定例 >



< ヒストグラム機能 >



◆ QAM/Analog module を実装することにより、64/256QAM デジタルの測定が可能となります。
以下の試験に対応しております。

- Pre/pst BER測定
- MER
- コンスタレーション
- DOCSISリンクアップ試験
- シグナルレベルメータ機能
- ヒストグラム機能(データログ)

CM1000による64/256QAM測定 (Autoテスト機能)



A Sunrise Telecom Company

- AUTOテストのEXCELファイルへの出力例

Tap Check
E F
Test Complete

Analog Check

Marginal Pass

Digital Check

Pass

Cable Modem Check

Fail

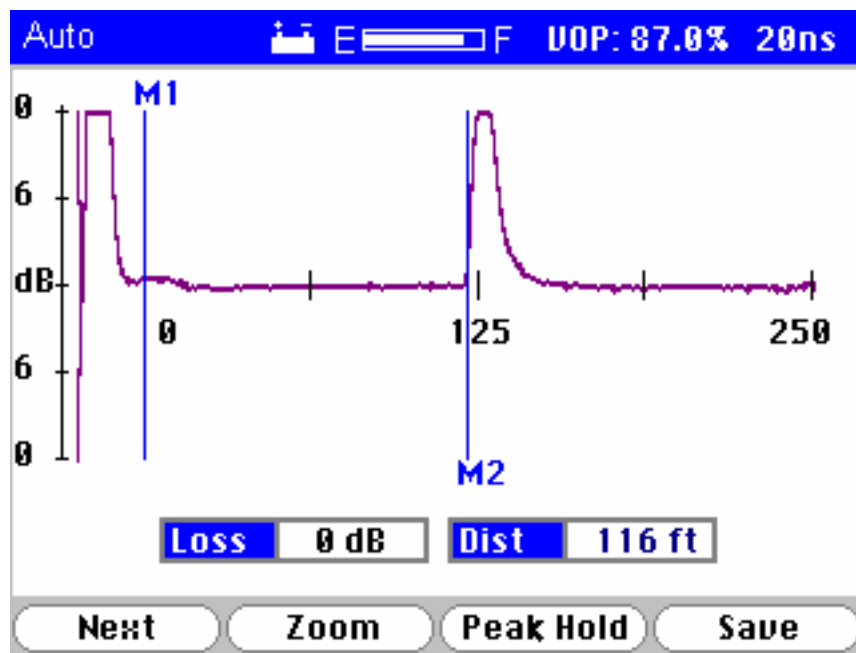
Analog Detail

Digital Detail

CM Detail

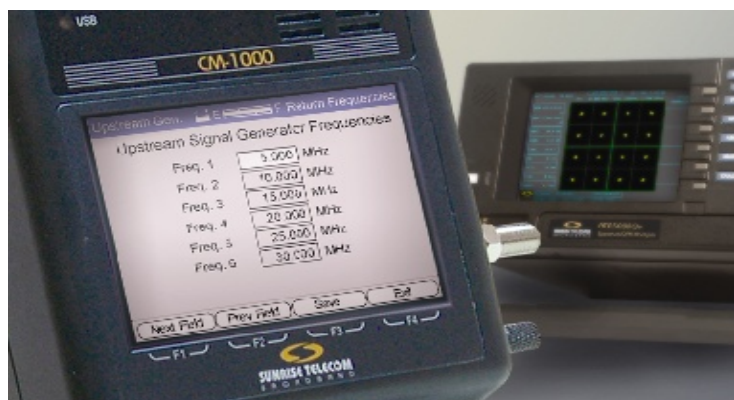
	D	F	-	G	H	I	
mV	Audio 1 Freq.(MHz)	Audio 1 (dBmV)	Audio 2 Freq.(MHz)	Audio 2 (dBmV)	Adjacent	V/A/F	
-45.8	59.75	-40.5	n/a	n/a	0.7	-	
-46.1	66.75	-46.5	n/a	n/a	-0.9	-	
-46.0	71.75	-45.1	n/a	n/a	n/a	0	
46.0	01.75	46.0	n/a	n/a	n/a	0	
-16.3	87.75	-16.3	n/a	n/a	n/a	-	
-45.1	95.75	-40	n/a	n/a	1.5	-	
-43.6	101.75	-46.8	n/a	n/a	-2.9	-	
-46.5	107.75	-46.3	n/a	n/a	n/a	-	
44.7	110.70	44.7	n/a	n/a	0.4	-	
-15.1	118.78	-16.6	n/a	n/a	0.1	-	
-44.7	125.76	-46.5	n/a	n/a	-2.4	-	
47.1	131.76	44.4	n/a	n/a	0.0	-	
-16.3	137.76	-16.1	n/a	n/a	0.7	-	
-45.0	143.76	-45.0	n/a	n/a	0	-	
-45.6	149.75	-45.6	n/a	n/a	-0.1	-	
-45.7	155.75	-42.4	n/a	n/a	0.6	-	
Channe	Freq.(MHz)	Digital (dBmV)	Locked	MER	preFEC	postFEC	Modulation
20	20	139	Locked	35.5	0.00E+00	3.00E+00	64QAM
21	21	136	Locked	34.1	0.00E+00	3.00E+00	64QAM
22	22	17	Locked	35.1	0.00E+00	3.00E+00	64QAM
23	7	177	Locked	39.1	0.00E+00	3.00E+00	64QAM
24	8	133	Locked	32	0.00E+00	3.00E+00	64QAM
25	9	139	Locked	34.1	0.00E+00	3.00E+00	64QAM
26	10	136	Locked	30.3	0.00E+00	3.00E+00	64QAM
27	11	20	Locked	34.1	n/a	n/a	

CM1000によるTDR測定

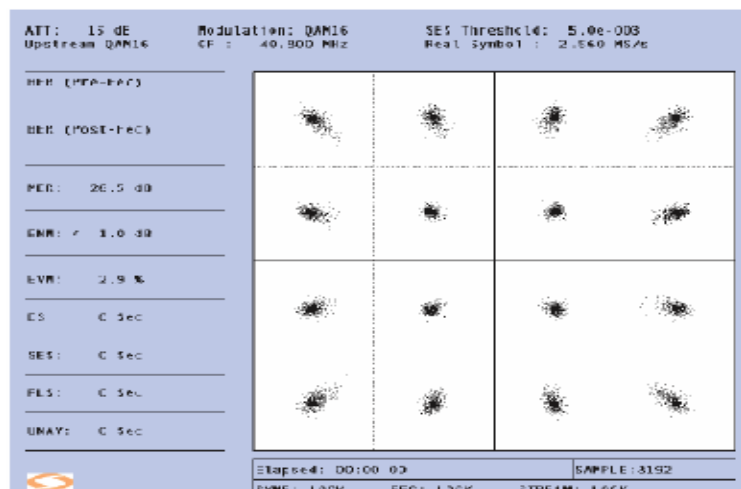


- ◆ TDR module を実装することにより、同軸ケーブルの距離測定、リターンロスや欠陥箇所測定評価ができます。

CM1000による上りデジタルの品質評価



- ◆ **USG 16QAM module**を実装することにより**16QAM上りデジタル信号の伝送品質を測定可能**。上りデジタル信号の**MER/BER**を測定。



CM1000・DOCSIS試験及びその他の機能



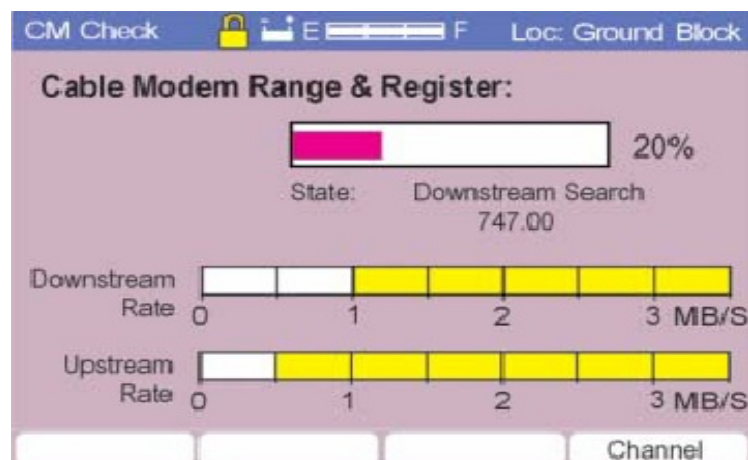
A Sunrise Telecom Company

< CM1000・その他機能 >

- ◆ アナログ信号レベルメータ
- ◆ SG (シグナルジェネレータ) 機能・・・ソフトウェアオプション
- ◆ VOIP解析機能・・・ソフトウェアオプション
- ◆ WEBブラウザアクセス機能・・・ソフトウェアオプション
- ◆ REALVIEW機能 (監視システムと連携)・・・ソフトウェアオプション

CM1000・その他の機能

< Docsisケーブルモデムリンクアップ測定例（レンジング中） >

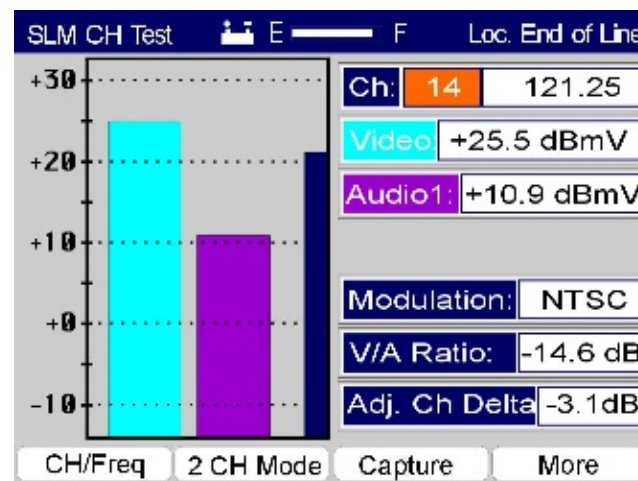


< Docsisケーブルモデムリンクアップ測定例（測定結果） >

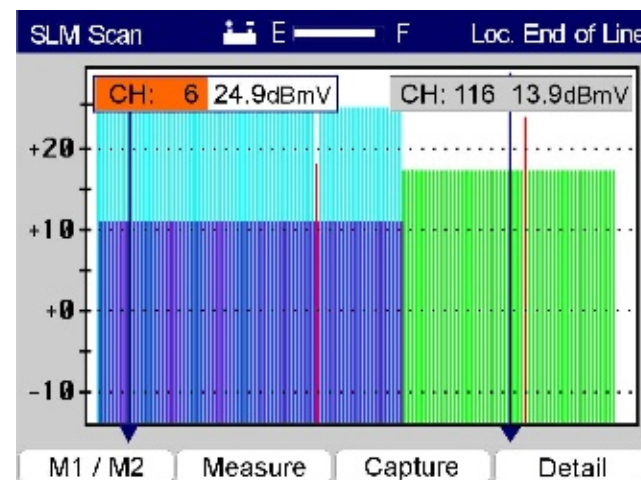
MODEM [Icons] E [Slider] F Loc: Cable Modem	
DOWNSTREAM	
Ch: 115	741.00 MHz
Modulation	256 QAM
Level	12.7 dBmV
MER	35.8 dB
PreBER	1.5 E-8
PstBER	4.7 E-9
Rate CAP	3.0 MB/S
UPSTREAM	
Frequency	22.00 MHz
Modulation	16 QAM
TX Level	42.7 dBmV
BkER	4.7E-4
Lost Pkts	00012
Disc Pkts	00005
Rate CAP	3.0 MB/S

Buttons: Downstream Upstream IP Detail More

< レベルメータ機能（アナログ信号） >



< 全チャンネルスキャン試験 >



CM1000・その他の機能



A Sunrise Telecom Company

< SG機能 >

Pilot Gen. Setup E F Return Frequencies

Return Pilot Generator Frequencies

Freq. 1	5.000	MHz
Freq. 2	10.000	MHz
Freq. 3	15.000	MHz
Freq. 4	20.000	MHz
Freq. 5	25.000	MHz
Freq. 6	30.000	MHz

Next Field Prev Field Save Exit

< VoIP解析機能 >

VoIP E F Loc: Cable Modem

DOCSIS Mode:	1.1
Security Mode:	BPI+
QoS Class:	3 Platinum

Downstream		Upstream	
Rx Level	10.5 dBmV	Tx Level	35.5 dBmV
MER	36 dB	Lost Pkts	00012
PreBER	1.0E-8	Disc. Pkts	00006
PstBER	1.0E-9	% Lost Pkts	0.5 %
Freq.	747.000 MHz	Latency	50 mSec
Mod.	256 QAM	Jitter	<5 mSec

Reset CMTS IP Detail VoIP Detail

< WEBブラウザ機能 >

Browser E F IP: 216.077.098.252

URL: www.sunrisetelecom.com

Enter URL Home NAV More

< VoIP解析機能 >

VoIP IP DETAIL E F Loc: Cable Modem

VoIP IP Address	10. 2. 0.252
VoIP Gateway	10. 2. 0.252
VoIP TFTP Server	10. 2. 0.252
VoIP DHCP Server	10. 2. 0.252
VoIP TFTP FILE	PLATINUM.CM
CMS IP Address	10. 2. 0.160
Signaling Gateway	10. 2. 0.161

IP Detail Exit Capture More

Thanks



A Sunrise Telecom Company



<お問い合わせ先>

サンライズテレコム株式会社

〒107-0061

東京都港区北青山2-7-24

TEL:03-5772-34-3 FAX:03-5770-4037

Homepage:www.sunrisetelecom.com

Email:info@sunrisetelecom.co.jp