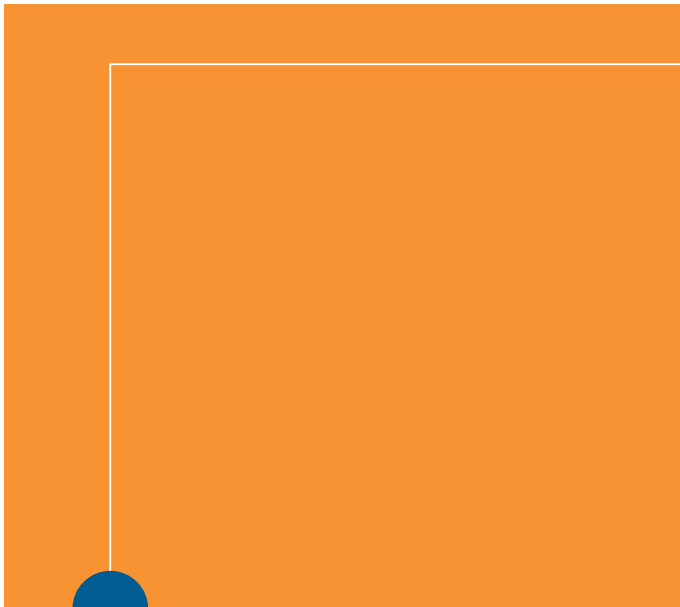


**EXPANDING BANDWIDTH USING ADVANCED  
SPECTRUM MANAGEMENT**  
先進的なスペクトラム管理によるバンド幅の拡張



ホワイトペーパー

## 概要

このホワイトペーパーは、通信サービス事業者が先進的なスペクトラム管理を実行することにより効果的に利用することができるビジネスチャンスについて議論します。通信サービス事業者が克服しなければならない典型的なタイプの損失を定義づけ、性能向上と収入増加を可能とするモトローラ株式会社(以下モトローラ)からのスペクトラム管理ソリューションの概要を説明します。

先進的なスペクトラム管理を実行することにより、ケーブル通信サービス事業者は既存の設備のスループットを高め、バンド幅を再要求し、サービスを追加するとともに、新たな収入を生み出すことができます。高いコスト効率でDOCSIS 1.XからDOCSIS 2.0に移行することにより、ケーブルモデムがインストールされている既存の大規模なネットワーク基盤から効率的に収入を生み出すことができますようになります。

通信サービス事業者は積極的にDOCSIS 2.0対応モデムを導入することで、DOCSIS 2.0の高い性能という長所を利用し強化したサービスを提供できます。通信サービス事業者は、従来のケーブルモデムの寿命を延長し、一方で高付加価値を強化したサービスの導入を加速することで両方の領域から利益を上げることができます。

## ビジネスチャンスへの投資

DOCSIS仕様と組み合わせて先進的なスペクトラム管理テクニックを導入することにより、通信サービス事業者は大きな経済的見返りを手にすることができます。DOCSIS 1.0、1.1、および2.0対応のケーブルモデム間でバンド幅利用効率が高い共存を保証し、DOCSIS 2.0の高スループットおよび大容量の利点を強化するHFC(Hybrid Fiber Coax)インフラストラクチャ上で高利益率のサービスの提供を加速します。

一般家庭用ケーブルモデムの浸透が進み、通信サービス事業者が高バンド幅のサービス提供を加速するに伴い、アップストリーム(加入者→局)のバンド幅を高める必要性が高まりつつあります。通信サービス事業者がアップストリームのバンド幅を高めるための方法はいくつかあります。ケーブル設備を分割すること、およびアップストリームのチャンネル数を増やすことはどちらも大きな資本投下を要求しますが、高次の変調システムへの移行やDOCSIS 2.0への本格的な移行によりアップストリームのチャンネル幅を増加させるといった比較的成本効率に優れた方法もあります。

## 高次の変調によるチャンネル幅の増加

既に2,500万ユニットを超えるDOCSIS対応ケーブルモデムが設置されており、多くのケーブル通信サービス事業者はこれらのモデムを16QAM、最大チャンネル幅3.2MHzで動かすことによってアップストリームのバンド幅を高めたいと考えています。しかし、一般的なアップストリーム・ケーブル設備をこれらの条件で動作させるには、ケーブルモデムに対してある種の等化を施すことが必須となります。

DOCSIS 1.1は、Pre-equalization方式のサポートを要求します。Pre-equalization方式とは、ケーブルモデム終端装置CMTS(Cable Modem Termination System)の受信等化器が周期的なバースト信号を用いて等化係数を計算し、それらをケーブルモデムに送り、ケーブルモデムのトランスミッタ(送信回路)はこの等化係数を使用して送信側等化(つまりPre-equalization)を行なうという方式です。残念ながら、DOCSIS 1.0対応モデムはPre-equalization方式への対応が要求されなかったため、この機能をサポートしていないのです。

実際、DOCSIS 1.1ではCMTSからケーブルモデムに送られる等化係数を含む情報フィールドは大きく変更されており、そのためにほとんどのDOCSIS 1.0ケーブルモデムはDOCSIS 1.1のPre-equalizationをサポートすることができなくなっています。つまり、ほとんどのDOCSIS 1.0専用ケーブルモデムはDOCSIS 1.1 CMTSから等化情報が送られてきてもそれを使用することができないのです。

したがって、ケーブル通信サービス事業者には、DOCSIS 1.0ケーブルモデムにも適用可能な別の等化メカニズムを採用するか、QPSK変調を保持しながらなんらかの改良を施すかのいずれかが要求されています。幸いにも最近のCMTSバースト受信テクノロジーにより、ケーブルモデム自体の改良を必要とせずにバースト単位で等化を行なうことが可能となっており、ケーブル通信サービス事業者はこの技術(Per-burst equalization)によってQPSKの代わりに16QAMでDOCSIS 1.0ケーブルモデムを動作させることができますようになっています。

## DOCSIS 2.0への移行

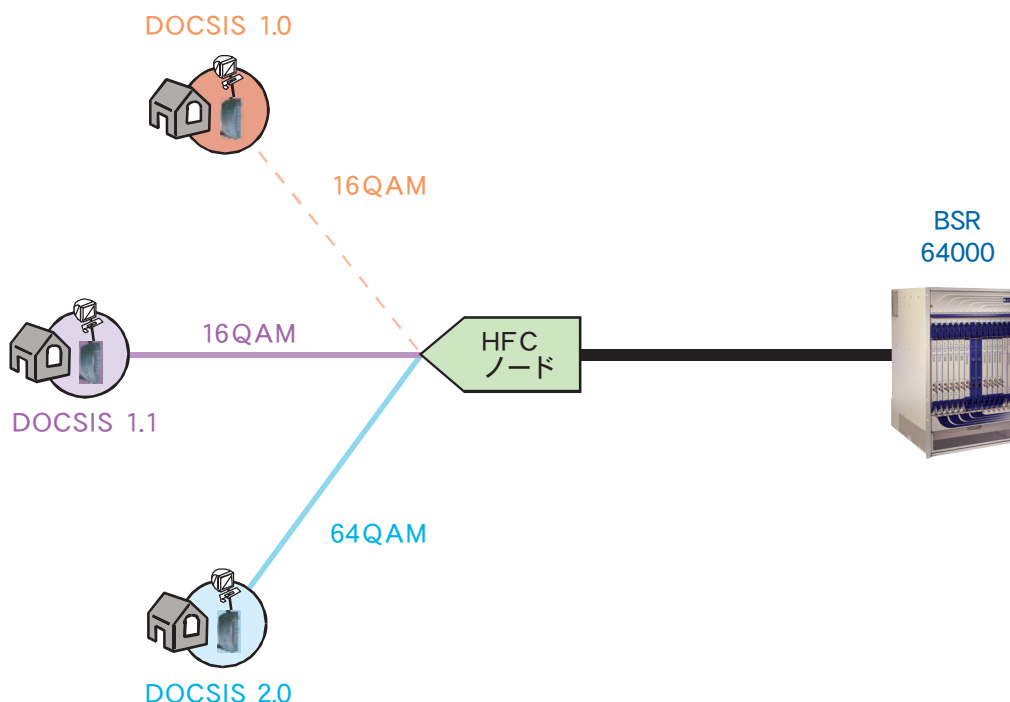
DOCSIS 2.0では同じチャンネル内に2つの異なる変調方式、すなわちATDMA (Advanced Time Division Multiple Access)とSCDMA (Synchronous Code Division Multiple Access)が共存できるように物理レイヤーが拡張されています。ATDMAとSCDMAの詳細情報については、Webサイト <http://broadband.motorola.com/nis/> からホワイトペーパーをダウンロードしてください。

DOCSIS 1.XケーブルモデムはもちろんDOCSIS 2.0をサポートしていないため、新仕様のDOCSIS 2.0ケーブルモデムでは、1.Xと2.0の両方の仕様に対応できるようにミックスモード動作を規定しています。残念ながら、この仕様によりATDMAのために5-15%、SCDMAのために15-35%の余分なオーバーヘッドがかかり、結果として処理能力が犠牲となっています。これは、既にインストール済みのDOCSIS 1.Xケーブルモデムに対応した既存の顧客ベースが2.0の導入に伴いスループットの低下を余儀なくされることを意味しています。

しかし、このような性能面のオーバーヘッドを負うことなくDOCSIS 2.0に移行できる画期的な方法があります。通信サービス事業者は、DOCSIS 1.Xシステムに完全に適合し、完全なDOCSIS 1.Xモードでの動作を可能とするATDMA受信テクノロジーを利用できます。この方法の概要は次のようになります。

- DOCSIS 1.Xモードで動作可能なATDMA CMTSの導入で既存の加入者に性能面の負荷を与えることなく2.0に移行できます。
- ATDMA受信テクノロジーは、すべてのDOCSIS 1.0ケーブルモデムが16QAMモードで動作可能となるため、既存の顧客ベースのスループットを最低でも50%高めることができるPost-equalization (受信側等化)方式の導入を可能にします。
- かなりの数のDOCSIS 2.0ケーブルモデムがインストールされれば、ケーブル通信サービス事業者はその中で同じシンボルレート (Symbol Rate) (2,560ksym/s)を維持しながらDOCSIS 2.0ケーブルモデムが純粋なATDMAモードでの動作、つまり強化されたFEC (前方誤差訂正)、バイト・インターリーブ (必要時)、および32QAMや256QAMのような高レベル変調等を行うことができるATDMA方式での信号伝送を開始できるATDMA Logical Channel Operationをスタートできます。
- 2.0対応モデムの数が1.0対応モデムの数を超えれば、5,120ksym/s動作でのATDMAモードを使用した本格的なロジカルチャンネル動作でのサービスが実行可能となり、一方で残りの1.0モデムは2,560ksym/sでの動作を維持することができます。

Motorola BSR 64000は、通信サービス事業者にDOCSIS 1.0, 1.1および2.0対応ケーブルモデムの性能を最大限に活用したサービスの提供を可能にします。



この移行の経済的なメリットは著しいものがあります。通信サービス事業者は2.0サービスからの売上を加速できるほか、最も経済的だと考えられるペースで次第にDOCSIS 2.0への移行を進めることができます。

加入者への新しいサービスを導入しながらこれまで使用してきたモデムのサポートを継続できるのに加え、同じインフラストラクチャの上でDOCSIS 1.Xと2.0の両方を同時にサポートできます。ケーブル通信サービス事業者は大多数を占めるモデムに対してアップストリームのバンド幅を2倍にし、ネットワークの敷設を増やすことなく利用可能なバンド幅を生み出すことができます。

また、より高速のサービスをサポートし、割増し利用料金を請求できる新しいブロードバンド・サービスを可能とするアップストリーム・バンド幅を生成できます。このアプローチは最も現実的な移行パスであるばかりでなく、ケーブル通信サービス事業者にとって最もリスクの少ない方法でもあります。しかし、このビジネスチャンスに投資するには、現在リターンパスにおけるアップストリーム・バンド幅を制限している過渡的な不具合問題をうまく解決することが要求されます。

## 不具合問題の理解

ATDMAを導入するか、SCDMAを導入するか、または両方を同時に導入するかはいずれもまだ決定的ではありません。いずれもまだ信号対雑音比SNR (Signal-to-Noise Ratio)を改良する必要があります。通信サービス事業者には、膨大な数のDOCSIS 1.0、1.1、および2.0ケーブルモデムに対してスペクトラムをより効率的に管理し、同時に雑音抑圧性能を改善する能力が要求されます。そのためには、DOCSIS 1.0、1.1、および2.0をサポートするだけでなく、従来のDOCSISモデムと新しいDOCSISモデムの両方でSNRを高められるようにデザインされたシステム・アーキテクチャを提供するCMTSが要求されます。

先進的なスペクトラム測定および管理を行うことは、通信サービス事業者が彼らのインフラストラクチャに存在する様々な不具合を理解するために極めて重要です。実際の環境では、ほとんどの場合、以下のような不具合が常時あるレベルで存在するため、この問題について理解しておくことが大切です。

## 流合雑音

短波ラジオ信号のような狭帯域AM変調のキャリアがリターンパスのどこかでスペクトラム上に突然現れることがよくあります。流合雑音(Ingress Noise)は、外部の信号源からケーブルのリターンパスに結合される電氣的干渉を記述するためにケーブル通信サービス事業者がつけた用語です。この用語は、ケーブル設備が外部に放射する雑音としての流出雑音(Egress Noise)と対比して使われます。

流合雑音の主な結合メカニズムは、シールドが弱い同軸ケーブルがアンテナのように働いて外部からの雑音を拾うことにあります。大多数の流合雑音はバンド幅が通常は20kHz以下で、まれに200kHzを超えることもある狭帯域のAM変調キャリアによるものです。モトローラが長期間に渡り行なったリターンパスの特性調査によると、この流合雑音のレベルは-25dBc (DOCSIS信号の電力レベルより25dB低い)から+15dBc (DOCSIS信号の電力レベルより15dB高い)の範囲にあることを示しています。

まれに、流合雑音は+25dBcという高いレベルを記録することもあります。そのため、CMTS受信機のフロントエンドは少なくとも+31dBc、つまり+25dBcの流合雑音レベルよりさらに6dB高いレベルの信号までの処理能力を保証することが重要です。最新の流合雑音抑圧技術が開発されるまでは、この問題に対する唯一のソリューションが周波数回避テクニックでした。

## インパルス雑音

インパルス雑音もほとんどすべてのケーブル設備に一般的に存在する雑音の1つです。これはチャンネルへの過渡的の信号の結合に起因する高レベルな短時間バースト雑音です。通常、6MHzを超える帯域にまたがる広帯域な雑音イベントであり、このタイプの雑音の原因として複数の発生源が考えられます。しかし、この雑音の持続時間は通常短く、1 $\mu$ sから100 $\mu$ s程度です。

電源配線が関係する別のタイプのインパルス雑音もあります。このタイプの過渡的イベントが発生した時は、その持続時間は1msから10msの範囲に分布します。どちらのタイプのインパルス雑音でも、唯一の利点は

15MHz以上の帯域には大きなエネルギー成分を持っていないことです。インパルス雑音のエネルギーは13MHzから18MHzまでの周波数帯で消滅してしまいます。この証拠として、ほとんどすべてのDOCSIS 1.Xシステムは、20MHz以上で動作する時に活性化される適当な量のFEC(前方エラー訂正)機能を伴う16QAM変調動作において、エラーフリーで動作することが挙げられます。

## 共通パス歪み(CPD)

同軸ケーブル設備に結合する流合雑音とは異なり、共通パス歪み(Common Path Distortion: CPD)はコネクタの腐食やコネクタがダイオードのような挙動をすることで主に回路自体が発生する雑音です。しかし、CPDは流合雑音の干渉の古典的な特長の多くを共有しており、性能、特に16QAM以上の直交変調の性能に対して同様の影響を持っています。CPDの雑音レベルは一般に $-40\text{dBc}$ から $-10\text{dBc}$ の範囲となっています。

しかし、最近の研究により、CPD積は非線形性の直接の結果ですが、高次の歪みは最高7次まで観測されていることが明らかになりました。すべての非線形性の最終的結果は(特に3次以上では)、歪みの積は劇的にビートアップおよびビートダウンし、これらの積に対する変化の速度は歪み積の電力のピーク値と最小値の間で数百マイクロ秒程度であることもわかりました。

CPDによる高次の歪み積が発生した時、3.2MHzバンド幅内の歪み積の数は11にもなります。これは同じ3.2MHzバンド幅内に2個か3個しか存在しない古典的なケースに比べてかなり多くなっています。したがって、流合雑音キャンセラーは、効果的にCPDをキャンセルして高次のQAMで変調されたデジタル・キャリアを確保するために、このような急速な変化速度に追従する能力を持っていない限りなりません。

## マイクロ反射

マイクロ反射はインピーダンス不整合により発生するものであり、どのケーブル設備にも存在し、しかも各ケーブルモデム・バスに固有の大きさを持つ最も一般的な不具合です。マイクロ反射の最も一般的なタイプは同軸ケーブル設備の敷設におけるタップ値が低い場合に発生します。タップ値が低いほど他のポートとケーブルモデム信号間の電気的分離特性が低下します。

マイクロ反射の定義によれば、これは周波数に依存するためすべてのキャリア周波数およびDOCSISチャンネル・バンド幅(シンボルレート)が同じ影響を受けるわけではありません。マイクロ反射の典型的な大きさの範囲は $-20\text{dBc}$ から $-3\text{dBc}$ です。DOCSISシステムは以下の方法でこのマイクロ反射に対応することができます。

- ・マイクロ反射の影響を受ける周波数領域の外部へ信号を移動させる周波数シフト法。ケーブル通信サービス事業者が3.2MHzバンド幅のDOCSISチャンネルを使用している場合、多くのリターンパスのネットワークではこの方法をとるのに十分なバンド幅の余裕がないため、このオプションの選択は現実的ではありません。
- ・通常50%程度シンボルレートを低下させる方法。この方法は、システムがDOCSIS 1.0ケーブルモデムおよび非ATDMA DOCSIS 1.0または1.1 CMTSから構成されている場合16QAM変調モードの利用を可能にする最善の方法です。DOCSISチャンネルはバンド幅の半分を占めているため、シンボルレートを半分に落とすことは最も厳しい周波数領域を避けるための周波数回避テクニックの採用に相当することになります。シンボルレートまたはDOCSISチャンネルのバンド幅を半分にするというこのオプションは、振幅歪みや群遅延歪みのような、すべてのリターンパスに共通の大きな問題に対するシステムの耐性を高めるという副次的なメリットも持っています。送信側等化(Pre-equalization)や受信側等化(Post-equalization)が適用できない通信サービス事業者の場合は、シンボルレートを半分に下げることが16QAM動作を実現するための唯一の選択肢となります。この方法の唯一の欠点はケーブル通信サービス事業者がCMTS受信機を2倍使用しなければならないということです。
- ・歪みを等化する方法。これはマイクロ反射の問題に対処するためには望ましいテクニックです。ATDMAテクノロジーが現れるまで、ケーブルモデム通信サービス事業者がこの方法を利用することは不可能でした。ATDMAによりDOCSIS 1.0ケーブルモデムに対する受信側等化ができるようになり初めて利用可能となった方法です。

## 振幅歪み

すべてのケーブル設備に振幅歪みがあります。振幅歪みには大きく2つの原因が考えられます。1つは同軸ケーブルの損失(これは特にリターンパス方向で大きな障害となっています)、もう1つはデュプレックス・フィルタです。振幅歪みはマイクロ反射の問題と同様の方法で対処できます。

## 群遅延歪み

どのケーブル設備にも群遅延歪み(位相歪みとも呼ばれる)が存在しますが、この影響はシステムの中にフィルタがある場合に大きくなります。リターンパスにおける群遅延歪みと振幅歪みの主な原因は、振幅歪みの原因と同じデュプレックス・フィルタにあります。大多数のデュプレックス・フィルタがLCフィルタであるCATV設備において組み合わせのみ使用可能なため、群遅延歪みと振幅歪みは実際には分離することができません。カスケード接続の増幅器が多くなるほど、DOCSIS伝送における振幅遅延歪みと群遅延歪みの両方の影響が顕著になります。群遅延歪みに対するソリューションは、マイクロ反射および振幅歪みに対するソリューションと同じです。

## 相互変調歪み(IMD)

複合2次歪み(CSO: Composite Second Order)および複合3次歪み(CTB: Composite Triple Beat)のような非線形性はどのQAM変調方式においても深刻な問題を発生する可能性があります。これらの歪みは増幅器の小さな不完全性から生ずるもので、キャリア中心での歪み成分の集合の平均レベルにおけるRF信号のピークレベルに対する比の尺度です。QAMコンステレーション(直交変調で同相成分をx軸、直交成分をy軸で信号を表示したチャート)のレベルが高くなればなるほど、IMDに対する耐性が大きくなります。

## 測定のパラドックス

歪みによる不具合のタイプを理解しただけでは十分ではありません。相互の関係を深く理解しスペクトラム上での解析を正確に行なうことが重要です。これによってオペレータは雑音ネットワーク性能に及ぼす影響を真に理解し、その影響を打ち消したり不要な信号を除去したりといった適切な行動をとることができます。

スペクトラム管理は、オペレータが不具合を特定し、性能向上のために必須な調整を行なうには必要不可欠です。最も問題が大きい不具合は流合雑音とインパルス雑音ですが、これらは確立されたFFT(Fast Fourier Transform)測定技術を用いて測定することができます。しかし、FFTのみではネットワーク性能に対する雑音の全体的な影響を正確に把握することはできません。

ほとんどの不具合が、大部分の時間、ある程度のレベルで存在しているため、テストによって単一の不具合が独立して評価できることはあり得ません。したがって、各不具合がDOCSISサービスに与える影響の程度を独立に評価することは困難です。たとえば、流合雑音性能テストを行わずにインパルス雑音性能テストを行っても、本当に意味があるとは言えません。

実際にはユーザーは測定を行ないながらデータを送ることはできないため、重要なことは測定時間が直接ネットワークのスループットに影響するということになります。性能を向上させようとする通信サービス事業者は、インフラストラクチャに対する増大する需要に対処するため継続的なテストを実行することが要求され、これがまた結果として測定されるバンド幅を狭めることになるというジレンマに直面することになります。

そのため、CMTSベンダーの多くは、測定のオーバーヘッドを実行する余裕がないため、ほとんどトランスペアレントなFFT測定しか行っていません。一貫性がある測定を実行するための時間的余裕がないのです。現実はその通りですが、一貫性のある測定こそDOCSISサービスに与える不具合の影響を正確に評価する唯一の方法であることは普遍的に合意されていて、現状が望ましい姿ではありません。

しかし、先進的なスペクトラム管理をサポートするCMTSを選択することにより、通信サービス事業者は実世界の性能に関する信頼できる確かなデータを得ることになります。これによってネットワークの性能とバンド幅の可用性に与える雑音の影響を理解し、スループットを高めて新規サービスを可能とするためのシステム全体にわたる改善手段をとることができるようになります。

## モトローラの先進的スペクトラム管理ソリューション

モトローラのブロードバンド・コミュニケーション・セクター(BCS)は、HFCネットワーク上の通信損失を効果的に管理、性能を連続的に最適化し、利用可能なバンド幅を発生させ、DOCSIS 2.0への移行を効率的に行ないながら、既に導入済みのDOCSIS 1.Xケーブルモデムの資産の有効活用を可能にします。BSR 64000(ブロードバンド・サービス・ルーター 64000)はキャリアクラスのCMTS/エッジルーターであり、先進的なスペクトラム管理を行なうことでネットワーク性能の最適化を達成できます。

### Motorola BSR 64000



BSR 64000は、業界をリードするブロードコム製DOCSIS 2.0シリコンチップをベースとした2×8 DOCSIS 2.0 CMTSモジュールを搭載しています。流合雑音の抑圧、受信側等化、複雑な雑音測定、および雑音除去等が可能で、先進的スペクトラム管理を行なうことができます。

各モジュールはBSR 64000の中で1スロットを占め、2つのダウンストリーム・ポートと8つのアップストリーム・ポートを持っています。1モジュールあたり8つの受信回路を用いて加入者トラフィックを処理します。モトローラは先進的スペクトラム管理を可能とするために各モジュールにつき9番目の受信回路を追加しています。

## シリコンチップに集積化された強力な物理レイヤー(PHY)

モトローラのDOCSIS 2.0 CMTSモジュールはブロードコムのBCM-3138/40バースト復調器(ATDMAおよびDOCSIS 2.0テクノロジー、リターンパスのDOCSIS PHY Layer対応)およびBCM-3212/14 IC (DOCSIS MAC Layer対応)をベースとしています。このテクノロジーは、優れた流合雑音抑圧能力を備えており、PHYレイヤーのパラメータの微調整を可能とします。BSR 64000はATDMAとSCDMAの両方をサポートしており、DOCSIS 2.0ケーブルモデムとDOCSIS 1.X1の共存を可能にします。

### Motorola DOCSIS 2.0 CMTS Module



モトローラはDOCSIS ATDMAの仕様を補強、すべてのDOCSIS 1.Xおよび2.0ケーブルモデムで動作し通信サービス事業者がスループットの増強を行なうのに有効な先進的雑音抑圧テクニックを導入することにより、その存在価値を高めました。ケーブル通信サービス事業者は、新規サービスの提供と性能レベルの改善を可能とするDOCSIS 2.0モデムの導入を同時に進めながら、従来導入済みのモデムの性能を2倍に引き上げることができます。またBSR 64000の雑音抑圧能力により、DOCSIS 1.X/2.0のミックスモードで動作させながらケーブルモデムの性能の最適化を図ることができます。

## 適応型雑音抑圧と受信等化

BSR 64000は受信機側での適応型雑音抑圧をサポートする処理能力とアーキテクチャを備えています。BSR 64000の強力なオンボード・スペクトラム管理システム(Spectrum Management System)は様々なタイプの雑音を測定し、この情報を利用して雑音をリアルタイムで抑圧します。たとえば、DOCSIS 2.0 CMTSモジュールに搭載されているモトローラのATDMAの流合雑音キャンセラーは、高速で変動する厳しい同相パス歪みを追跡して打ち消すことができることを実証しています。全体の効果として、雑音を効果的に抑圧することにより高次のQAM変調が施されたデジタル・キャリアを適切に再生することが可能となります。

雑音が打ち消されなかった場合(流合雑音や外部干渉が大きい場合のように)、BSR 64000は変調モードを変えたり周波数を移動させたりすることでも雑音を除去することができます。

したがって、通信サービス事業者はBSR 64000の導入により常にネットワークの性能を改善し、可能性があるボトルネックを積極的に認識して解消し、利用可能なバンド幅を拡大することができます。BSR 64000は雑音のタイプやレベルが頻繁に変動する環境において先進的な雑音抑圧を積極的に実行できるように雑音の連続的監視と適応型抑圧を行ないます。

モトローラのPost-equalization(受信側等化)機能は、QPSKでの動作を可能とする16QAMモードでの動作をほぼどの場所でも可能とすることで、通信サービス事業者に対しDOCSIS 1.0のスループット増加能力を提供します。BSR 64000 2×8 DOCSIS 2.0 CMTSモジュールは、受信側でマイクロ反射(Micro-reflection)、振幅歪み、群遅延歪み等の影響を等化する(したがってエラー訂正も)ことを可能とするバースト単位(Per-burst)の等化を行ないます。

これらの障害は従来、4QAM(QPSK)以上の高次のQAM変調を達成する際の制限要因となっていました。現在では、受信側等化と優れた流合雑音抑圧能力の組み合わせにより、実質的にリターンパスのどの部分においても16QAMのエラーフリー動作が可能となっています。

## フレキシブルなアナログ・フロントエンド

BSR 64000のDOCSIS CMTSモジュールは雑音の抑圧と除去のためにより高い柔軟性を提供するアナログ・フロントエンド(従来のRFチューナの部分)を持っています。このため、個々の最適なチャンネルを選択したり、受信回路の周波数や変調モードを変更したりすることで性能の最適化を図ることができます。このようなことは全デジタルのフロントエンドで実行することは困難です。

たとえば、デジタル・フロントエンドに抑圧が難しい高レベルで広帯域の雑音が侵入した場合、流合雑音のイベントが生じない別の周波数領域に移動しても、RFチューナと同じ性能改善結果は得られないでしょう。

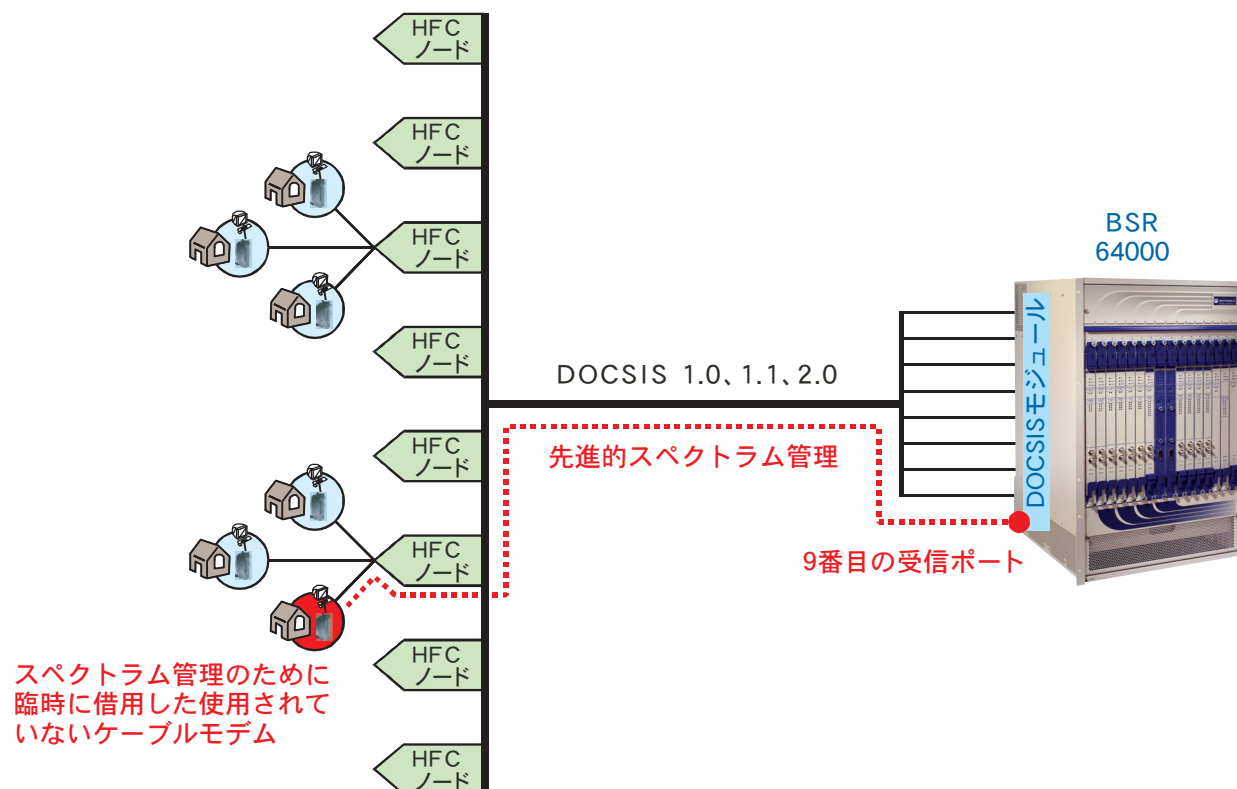
それは、A/D(Analog/Digital)回路のダイナミックレンジが高レベルの流合雑音イベントによって低下され、別の周波数領域に移動しても依然として流合雑音を見ることになるためA/Dダイナミックレンジの低下を免れることはないからです。この制約は将来、より高次のQAM変調のDOCSIS 2.0をサポートしようとする場合にさらに明らかになると思われます。

## 洗練されたオンボード・スペクトラム管理システム

DOCSIS 2.0 CMTSモジュールの9番目の受信回路は、性能に影響を与えることなくアップストリーム・ポートの任意の1つについて性能をモニタすることができます。つまり、受信ポートの1つに接続されたリターンノードのすべてにアクセスし、受信ポートにおいてサポートされたノードの任意の1つに接続されたケーブルモデム上でテストを行なうことができます。

9番目の受信回路が選択された受信ポートと並列に接続され、オペレータは任意の受信ポート上でトラフィックや性能の測定と監視を行なうことができます。

オペレータは9番目の受信ポートを使用してスペクトラムを詳細に監視し、監視中のポートの性能に悪い影響を与えることなくそのスループットを常に最高の状態に保つことができます。



9番目の受信回路はすべてのマッピング情報に加えて、どの受信ポートが現在評価中であってもそれに適用可能なケーブルモデムの完全なリストにもアクセスすることができます。したがって、監視されている受信ポートにその機能をフルに発揮させながら、9番目の受信回路は詳細で時間がかかる一貫したSNR測定を、時間的余裕を持って実行することができます。

また、計算量が多いリターンパスの計算のために使用されていないケーブルモデムを臨時に借用することにより、その他様々な特性測定のためのホストとして働くことも可能です。借用されたケーブルモデムは、サービス要求が出されると同時に自動的に解放され、別の現在使用されていないケーブルモデムが選択されるため、顧客へのサービス提供を妨げることはありません。

9番目のポートは測定中のチャンネルに負荷を与えることなく受信ポートの実際のキャリア周波数やチャンネルの特性を測定することができます。また、ケーブルモデムに様々な周波数でのデータ送信を支持することにより、通信サービス事業者によって割り当てられるDOCSISおよび非DOCSISのすべてのバンド幅について完全な評価を行なうこともできます。

Motorola BCS Spectrum Management Systemは、評価中のリターンパスの中でどのケーブルが最も高性能であるかを判定する洗練されたアルゴリズムを含んでいます。この詳細なモニタリングは、オペレータに雑音の監視や性能の改善を可能にしながら加入者には何の悪影響も与えないため、BSR 64000を今後の通

信サービス事業者の生命線であるVoIPサービスに特に適したものとしています。

通信サービス事業者はケーブルネットワークの性能を保証し、同時に絶えず雑音を最小化し、性能を高めるための柔軟性に富み、自動化された手段としてBSR 64000を活用できます。たとえば、ケーブル通信サービス事業者は、性能を監視し必要に応じて信頼性が保証されたエラーフリーの16QAM動作をサポートするキャリア周波数に周波数ホッピングを行なうことも可能です。

モトローラが提供する先進的なスペクトラム管理ソリューションにより、通信サービス事業者はDOCSIS 1.0、1.1および2.0ケーブルモデムが混在するネットワーク・インフラストラクチャ全体にわたって性能を最適化できます。モトローラのDOCSIS 2.0 CMTSモジュールはブロードコム製の優れたシリコン・テクノロジーを利用し、強力なアナログ・フロントエンドと高い受信等化能力によって通信サービス事業者がケーブル設備の損失を補償したりチャンネルをシフトさせたりすることを可能にします。

モトローラは、ケーブル通信サービス事業者がスペクトラムの使用状態に影響を与える要因を詳細に測定し、リアルタイムで損失を補償することによってスループットを最適化できるように、性能に悪影響を与えることなくリアルタイムでスペクトラムを監視し、有効利用する能力を提供します。

## モトローラNISが提供するエンドツーエンドのソリューション

モトローラは最先端のサービスを導入するために必要なエンドツーエンド・ソリューションを通信サービス事業者に提供します。DOCSIS 1.XからDOCSIS 2.Xへの移行を適切にコントロールしながら、並行して投資済みの既存のインフラストラクチャから最大の収入を得ることも可能になります。

BSR 64000は、新規サービスを提供し、新規加入者を獲得するために必要な高性能で高実装密度のCMTS兼ルーティング・プラットフォームであり、投資済みのインフラストラクチャからの収入を最大化するのに役立ちます。

モトローラのNIS(ネットワーク・インフラストラクチャ・ソリューションズ)グループは、その導入によって世界中のケーブル通信サービス事業者が売上、市場シェア、および利益を高めることができるエンドツーエンド・ソリューションを提供します。モトローラは加入者、ヘッドエンド、メトロおよびコア・ネットワークに向けた様々な製品に加えて、ケーブル通信サービス事業者が新しいネットワーク・インフラを構築し、最先端サービスを提供することを可能にする、顧客のニーズに合わせた一連のプロフェッショナル・サービスを提供します。



モトローラ、モトローラのロゴマーク及び®表示された商標は、米国およびその他の国における Motorola Inc. の登録商標です。BSR 64000はMotorola Inc. の商標、DOCSISはCable Television Laboratories, Inc.の登録商標です。その他記載されている会社名、製品名等は各社の商標又は登録商標です。

© Motorola, Inc. 2003  
508532-001  
5588-903-1K  
2003.9.25

モトローラ(株)BCS事業部 東京都港区南麻布3丁目20番1 TEL/03-5424-3180  
<http://www.mot.co.jp/broadband>