

データ品質とスループットを保証する手段としてのアップストリーム FEC エラーと SNR

目次

[概要](#)

[信号対雑音比 \(SNR \)](#)

[SNR および CNR 示数を得る方法](#)

[ノイズフロアの表示方法](#)

[ゼロスパンでのアップストリーム搬送波](#)

[前方誤り訂正](#)

[SNMP を使用して FEC カウンタを取得する方法](#)

[モデムごとの FEC カウンタ](#)

[アップストリーム パケット カウンタ](#)

[結論](#)

[付録](#)

[アップストリームが修正可能な FEC パーセント](#)

[アップストリームが修正不可能な FEC パーセント](#)

[アップストリーム SNR](#)

[MC28U が 5x20 ラインカードで、モデム毎の FEC カウンタのための OID を取り出す方法例](#)

[関連情報](#)

概要

Hybrid Fiber/Coaxial (HFC) ケーブル設備上で High Speed Data (HSD) ネットワークを稼働させるには、非常に高いレベルの品質管理を行って、データの整合性と最高度のデータスループットを保証する必要があります。CATV 事業者がデータ品質を測定できる方法としては、一般的にビットエラーレート (BER) がパケットエラーレート (PER) を監視する 2 種類の方法があります。

Data Over Cable Service Interface Specification (DOCSIS) には、IP データトラフィックの信頼性の高い搬送のために CATV 事業者が維持する必要がある要件の概要が定められています。DOCSIS の重要な機能は無線周波数 (RF) のノイズの障害から IP データを保護する必要性に対応します。HFC ケーブル設備上での IP データの整合性を維持しやすくするために DOCSIS で使用されている機能は、Reed-Solomon 前方誤り訂正 (FEC) エンコーディングです。

基本的に、FEC エンコーディングは、ノイズや他の障害に起因するシンボルエラーから IP データおよび DOCSIS の管理メッセージを保護します。FEC 特有の機能は、シンボルエラーを検出して、これを訂正できることです。従って、HFC プラントにパススルーが障害にエラー保護された およびより少なく傾向があることを確認するために余分パリティ バイトがデータフレームに追加される Reed-Solomon エンコーダも送信される DOCSIS はことすべての IP データ 規定します。

注: 連続して多数のエラーを作成するインパルス ノイズによって作成されたエラーの場合、FEC は最適に動作しません。インパルス ノイズによって生じるエラーはダウンストリームでの問題で、インターリーピングを使用することでエラーが蔓延しているように見えます。この場合、修正には FEC が有効です。DOCSIS 2.0 はアップストリーム (米国) 障害のこの型と助けるが、1.x ケーブルモデムで利用可能ではないですアップストリームインターリーピングを追加しました、(CM)。

確かに、ケーブルネットワークのリターンパスがアップストリームは騒ぐために特に脆弱および関連障害です。このようなノイズには、インパルス、イングレス ノイズ、サーマル ノイズ、レーザー クリッピングなどがあります。FEC エンコーディングを行わないと、ビットエラーによってパケットのドロップが発生する回数が無視できないものになります。ケーブル設備の FEC エラーが唯一の品質尺度ではありません。carrier-to-noise ratio (CNR) など、他にも考慮する要素があります。

DOCSIS 標準には、ダウンストリームとアップストリームの両方の CATV RF のパフォーマンスについての推奨パラメータが含まれています。具体的には、無線周波数干渉 (RFI) 仕様のセクション 2.3.2 は、仮定されたアップストリーム RF チャンネル 伝達 特性、これを示します:

搬送波対干渉と入力 (ノイズ、歪み、共通パス歪み、混変調の総和、および、ディスクリフトおよびブロードバンド入力信号の総和、インパルス ノイズは除外) の比は、25 dB 未満 (にならない)。
--

つまり、推奨される DOCSIS の最小 US CNR 25 dB です。このドキュメントの目的として、CNR は復調チップ (RF ドメイン) に到達する前の搬送波対雑音比として定義します。また測定はスペクトルアナライザで行います。逆に、SNR はケーブルモデム終端システム (CMTS) の米国レシーバ 半導体素子からの信号対雑音比と純粋なベースバンドを与えるためにキャリアが復調された後信号対雑音比定義されます。

したがって、Cisco uBR7246 での SNR の示数を調べ、30 dB などの数値がわかると、アップストリームが DOCSIS を満たしているか、超過しているか、さらに RF の環境が良好であるかが容易に想定できます。ところが、常にこれが当てはまるとは限りません。DOCSIS は SNR を規定しないし、CNR がスペクトラムアナライザによってその測定すると CMTS の SNR 推定は同じ事柄ではないです。

この資料は計算がまた uBR の FEC 逆らい、HFC 環境上の HSD 品質を確認するためにこれら二つの変数が絶えずなぜ評価する必要があるか示すことを uBR のアップストリーム SNR を推定しました説明し。

信号対雑音比 (SNR)

uBR の SNR 推定は時々紛らわしい場合もありアップストリーム RF スペクトルの統合のチェックに関しては開始点だけみならず必要があります。uBR MC16C ラインカードの SNR 測定結果は米国半導体素子によって提供されますが、読み取りは必ずしも「実世界” RF 障害の信頼できるインジケータ、衝動的な型ノイズのような、離散入力、等ではないです。これは、US SNR の示数が不正確であるという意味ではありません。アップストリーム側での障害 (インパルス ノイズ、入力、共通パス歪みなど) がほとんどない環境では、US SNR の推定値は、CNR が 15 ~ 25 dB の範囲であれば、数字的には CNR と数デシベル未満の誤差に納まります。これは付加白色ガウス ノイズ (AWGN) 障害単体としては正確です。ただし、実環境では、これらの数値の正確度は状況によってばらつきます。これは、障害の特性によって異なり、CNR よりも変調誤差比 (MER) を正確に反映しています。

SNR および CNR 示数を得る方法

このセクションでは、Cisco uBR7200 および uBR10K からアップストリーム SNR の推定値を取得する方法の例について説明します (「[付録](#)」も参照してください)。すべてのコマンドラインインターフェイス (CLI) コマンドとコマンド出力は、特に指定がない場合、Cisco IOS® ソフトウェア リリース 12.2(15)BC2a で採取されたものです。

「C カード」がこの機能なしでケーブルラインカードを示す一方「S カード」が組み込みハードウェア スペクトル分析機能のケーブルラインカードを示すことに注目して下さい。ある設定下では、S カードから SNR ではなく CNR が報告されます。これは、スペクトル解析機能を持つハードウェアが組み込まれているためです。

ヒント：トラブルシューティングの目的、または Cisco テクニカル サポートに転送する目的で Cisco IOS ソフトウェアの CLI コマンドの出力を収集する場合は、**terminal exec prompt timestamp** をイネーブルにするようにしてください。これを行うと、CLI コマンド出力の各行にタイムスタンプと CMTS の現在の CPU 負荷が付記されます。

S カードの場合：

```
ubr7246# show controller cable6/0 upstream 0 Load for five secs: 5%/1%; one minute: 5%; five minutes: 5% Time source is NTP, 00:17:13.552 UTC Sat Feb 7 2004 Cable6/0 Upstream 0 is up Frequency 21.810 MHz, Channel Width 3.2 MHz, 16-QAM Symbol Rate 2.560 Msps This upstream is mapped to physical port 0 Spectrum Group 1, Last Frequency Hop Data Error: NO(0) MC28U CNR measurement - 38 dB
```

C カードまたはスペクトルグループが割り当てられていない S カードの場合：

```
ubr7246vxxr# show controller cable3/0 upstream 0 Load for five secs: 10%/1%; one minute: 7%; five minutes: 5% Time source is NTP, 00:17:13.552 UTC Sat Feb 7 2004 Cable3/0 Upstream 0 is up Frequency 25.392 MHz, Channel Width 3.200 MHz, QPSK Symbol Rate 2.560 Msps Spectrum Group is overridden BroadCom SNR_estimate for good packets - 26.8480 dB Nominal Input Power Level 0 dBmV, Tx Timing Offset 2035
```

US レベルの設定はデフォルトの 0 dBmV のままにしておき、必要に応じて外付けの減衰器を使用して、必要な場合は、モデムが高いレベルで強制的に送信するようにすることを推奨します。

```
ubr7246# show cable modem phy MAC Address I/F Sid USPwr USSNR Timing MicrReflec DSPwr DSSNR Mode (dBmV) (dB) Offset (dBc) (dBmV) (dB) 0002.8a8c.6462 C6/0/U0 9 46.07 35.42 2063 31 -1.05 39.05 tdma 000b.06a0.7116 C6/0/U0 10 48.07 36.12 2037 46 0.05 41.00 atdma
```

ヒント：CNR が **show controllers** コマンドで報告されている場合でも、**phy** コマンドを使用して SNR の報告を得ることができます。これは、SNR は入力キャンセルが行われた後で報告されますが、CNR は入力キャンセルの前に報告されるため、非常に便利です。

注: **show cable modem detail** を実行すると、SNR がモデムごとに EC コードで一覧されます。

phy コマンドでも、**remote-query** が設定されていれば、他の物理層の属性が一覧されます。リモートクエリをアクティブにするためには、次の 3 行のコードを入力します。

```
snmp-server manager
snmp-server community public ro
cable modem remote-query 3 public
```

クイックレスポンスには 3 秒が使用されていましたが、負荷の高い CMTS では推奨しません。ほとんどのモデムでのデフォルトの読み取り専用コミュニティストリングは public です。

注: これが DS のため、CM ベンダーの実装の正確さによって制限されるので、マイクロリフレクション エントリを無視して下さい。

```
ubr7246# show cable modem 000b.06a0.7116 cnr MAC Address IP Address I/F MAC Prim snr/cnr State  
Sid (dB) 000b.06a0.7116 10.200.100.158 C6/0/U0 online 10 38
```

このコマンドでは、Cカードが使用されている場合にSNRが一覧されます。Sカードが使用されていて、スペクトルグループが割り当てられている場合には、CNRが報告されます。show cable modem mac-address verbose コマンドも同様に動作します。

ノイズフロアの表示方法

Sカードを使用すると、次のコマンドでもノイズフロアを表示できます。

```
ubr7246-2# show controller cable6/0 upstream 0 spectrum ? <5-55> start frequency in MHz <5000-  
55000> start frequency in KHz <5000000-55000000> start frequency in Hz A.B.C.D IP address of the  
modem H.H.H MAC address of the modem
```

モデムのIPアドレスまたはMACアドレスをコマンドに付加すると、モデムのバースト出力とチャネル幅が表示されます。

```
ubr7246-2# show controller cable6/0 upstream 0 spectrum 5 55 ? <1-50> resolution frequency in  
MHz ubr7246-2# show controller cable6/0 upstream 0 spectrum 5 55 3 Spect DATA(@0x61359914) for  
u0: 5000-55000KHz(resolution 3000KHz, sid 0: Freq(KHz) dBmV Chart 5000 : -60 8000 : -23  
***** 11000: -45 ***** 14000: -46 ***** 17000: -55 20000: -60 23000: -60 26000: -55  
29000: -18 ***** 32000: -60 35000: -60 38000: -60 41000: -55 44000: -45 *****  
47000: -60 50000: -60 53000: -41 *****
```

この出力では、この搬送波における他の周波数でのノイズが示されています。

CLIの他に、Cisco Broadband Troubleshooter (CBT)などのSNMPベースのネットワーク管理ツールでもUSスペクトルや他の属性を表示できます。また、CiscoWorksでもdocsIfSigQSignalNoiseオブジェクトを使用して、ケーブルラインカードから報告されるSNRを監視できます。

```
DOCS-IF-MIB docsIfSigQSignalNoise .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.5 Signal/Noise ratio as perceived  
for this channel. At the CM, describes the Signal/Noise of the downstream channel. At the CMTS,  
describes the average Signal/Noise of the upstream channel.
```

注: 個々のCM SNR示数が取得できるのは、MC5x20SラインカードとMC28Uラインカードだけです。これらの新しいラインカードには、パフォーマンスを向上させる入力キャンセル機能が組み込まれていますが、このためにSNRの示数が誤解を招きやすくなる場合があります。SNRの示数は入力キャンセルの後のものです。したがって、入力キャンセルによって入力が計算上削除されると、実際の搬送波対干渉比よりもはるかに良好なSNRが報告される可能性があります。

注: Sカードでスペクトルグループを使用している場合は、show controllers コマンドで、そのUS上にあるすべてのCMからCNR示数がランダムに選択されます。これはわずかに異なる場合があります。USポートまたはCNRが不安定に見えます。

ゼロスパンでのアップストリーム搬送波

スペクトルアナライザで使用する価値のあるモードはゼロスパンモードです。このモードは、振幅対周波数ではなく、振幅対時間で表示するタイムドメインモードです。このモードは、本質的にバースト状態であるデータトラフィックを表示する際に非常に役に立ちます。図1は、CMからアップストリームトラフィックを監視している状態での、ゼロスパン(タイムドメイン)のスペクトルアナライザを示しています。

図1-スペクトラムアナライザのゼロスパンディスプレイ

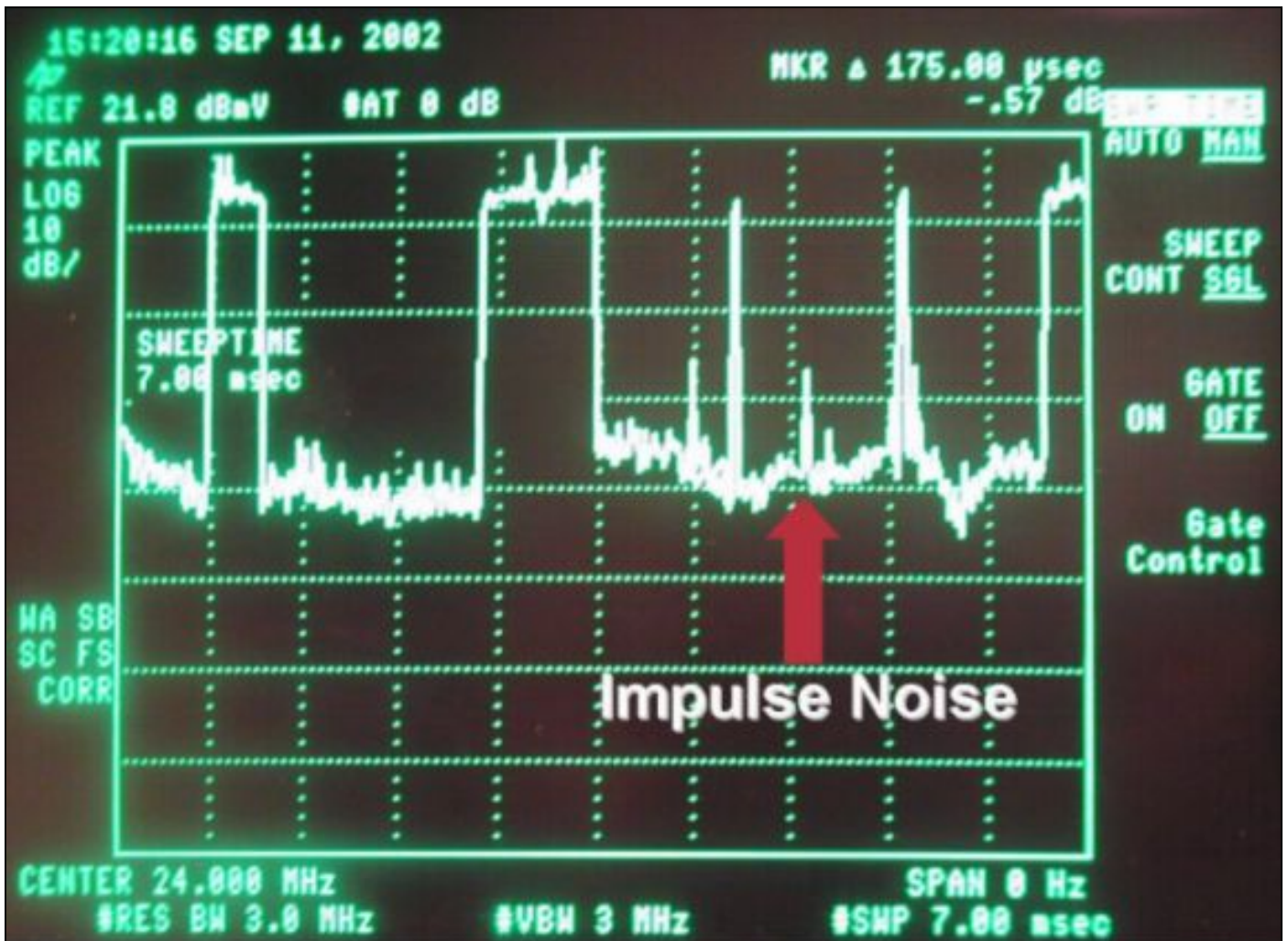
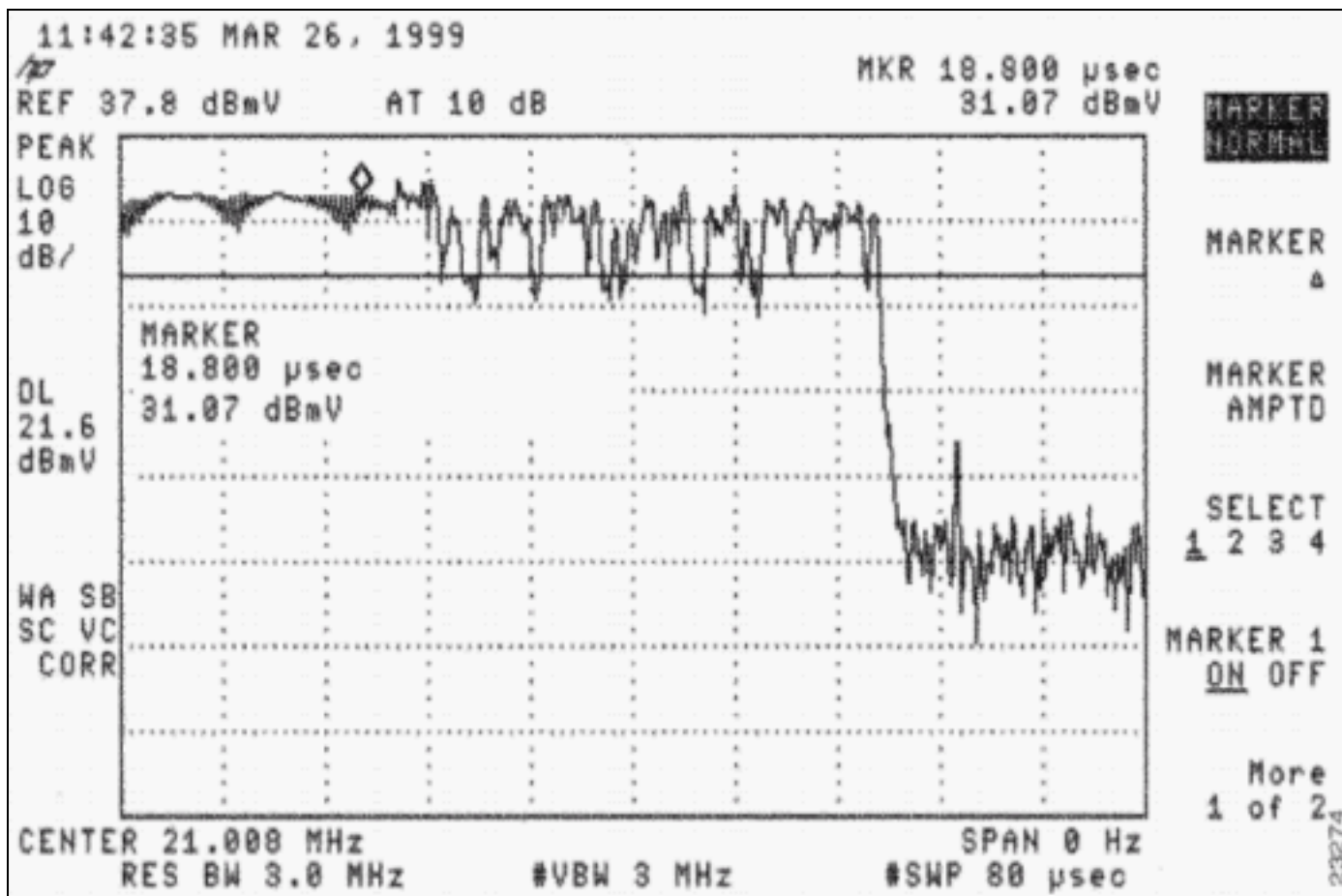


図1には、モデム リクエストとインパルス ノイズとともに、データ パケットが表示されています。これは、図2で示すように、平均的なデジタル レベルを計測し、ノイズと入力を観察する場合に非常に便利です。

図2-アップストリーム デジタルでのゼロスパン測定単位はキャリア 振幅を調整しました



ゼロスパンは、タイミングが悪さや、ヘッドエンド スプリッタまたはコンバイナの切り分けが不十分であることが原因で、パケット同士のコリジョンが起きているかどうかを調べるためにも使用できます。1つの CMTS アップストリームポートのために意図されているパケットは別のアップストリームに「リーク」です。このドキュメントの「[関連情報](#)」のセクションに記載されている White Paper やドキュメントを参照してください。ゼロスパン測定の説明については、『[Cisco uBR7200 シリーズ ルータのケーブル ヘッドエンドへの接続](#)』を参照してください。

実質的には、このドキュメントでこれまでに説明した RF 障害は、すべてアップストリーム パフォーマンスを低下させ、データ スループットが低くなることで表面化しますが、必ずしも SNR の低下となって現れるわけではありません。SNR が DOCSIS 標準の最低値を超えるように見えるにもかかわらず、回復不可能な FEC エラー (BER および PER の低下に類似するもの) が発生する場合は、解決する必要がある別の一時的な問題を示している可能性があります。また、同じ US 上にある他のすべての CM に対してエラーを発生させたり、SNR の示数を低下させたりする不正な CM が存在する可能性もあります。この場合、スペクトル アナライザで測定された CNR は良好に見えますが、CMTS は異なった報告をします。

前方誤り訂正

データ パケットに冗長パリティ バイトを追加するために、リードソロモン FEC エンコーディングが使用されることを思い出してください。これは、ケーブル設備によって生じるバースト エラーの検出と修正を可能にするためのものです。

理想的な状況では、ビット エラー (修正可能または修正不可能な FEC エラー) 発生の可能性は、まずありません。しかし、修正不可能な FEC エラーが存在する場合には、重大な影響がある可能性があり、さらに非常にさまざまな要因からの影響がある可能性があります。アップストリームで修正不可能な FEC エラーを引き起こし、FEC エラーのトラブルシューティングの際に考慮する必要のある既知の事象を次に一覧します。

- スイープトランスミッタの干渉
- 増幅器の過負荷 (クリッピングによる圧縮)
- レーザークリッピング
- 瞬間的なノイズまたは入力の干渉
- 不確実、または途切れがちな接続
- 不十分なアップストリームコンバイナまたはスプリッタでの切り分け
- 不良モデム

FEC 情報を収集する方法としては、次の 2 つがあります。

- CLI
- SNMP オブジェクト識別子 (OID) ポーリング

次に示す例は、CLI を使用して FEC 情報を収集する方法です (「[付録](#)」も参照してください)。

```
ubr7246vxxr# show controller cable3/0 Load for five secs: 5%/1%; one minute: 5%; five minutes: 5%
Time source is NTP, 00:17:13.552 UTC Sat Feb 7 2004 Interface Cable3/0 Hardware is MC16C !---
Output suppressed. Slots 937882 NoUwCollNoEngy 82 FECorHCS 4 HCS 4 Req 1160824263 ReqColl 350
ReqNoise 96 ReqNoEnergy 1160264889 ReqData 0 ReqDataColl 0 ReqDataNoise 0 ReqDataNoEnergy 0 Rng
609652 RngColl 0 RngNoise 76 FECBlks 1638751 UnCorFECBlks 7 CorFECBlks 4
```

- FECBlks : あるダウンストリームに関連付けられたすべてのアップストリームポートで受信された FEC ブロックの総数 (良好と不良の両方)。
- UnCorFECBlks : あるダウンストリームに関連付けられたすべてのアップストリームポートで受信された FEC ブロックで、ノイズまたは入力によって損傷を受け、FEC アルゴリズムで修正や回復ができなかったものの総数。
- CorFECBlks : あるダウンストリームに関連付けられたすべてのアップストリームポートで受信された FEC ブロックで、ノイズまたは入力による損傷がわずかで、FEC アルゴリズムで修正や回復ができたものの総数。

ステーションのメンテナンスのバーストは、FECBlks のカウンタを x 秒あたり約 2 増加させます。ここで x は最小のポーリング間隔 (show cable hop コマンドで表示されます) を 1000 で除算したものです。モデムがオンラインになった際の最初のメンテナンス同様、リモートクエリによってもこのカウンタは増加します。最初のメンテナンスはコンテンツの際に行われるため、コリジョンや、それに続く修正不可能な FEC エラーが発生する可能性があります。

ヒント: 単に修正不可能な FEC カウンタが増加しているという理由で US が不安定であると想定する前に、モデムでレンジングが行われていたり、オンラインになろうとしていたりしないことを確認してください。NoUwCollNoEngy の値はタイミングの問題が発生しているモデムがある場合に増えることもあります。ユニークワードは BCM に固有のものであり、DOCSIS のものではありません。これはプリアンプルの最後の数バイトになります。

比率は $\text{UnCorFECBlks} / \text{FECBlks} \times 100$ の式から推定できます。FECBlks カウンタは (良好、不良を問わず) 送信された FEC ブロックの総数です。この出力は、MAC ドメイン全体のもので (全 US)。差分を調べるには、設定されたタイムピリオド間でのカウンタを調べるのが最善です。

注: CLI を使用して FEC 情報を収集した場合の不便な点の 1 つに、UnCorFECBlks、CorFECBlks、および FECBlks の総和がアップストリームごと分類されていないことがあります。

アップストリームごとの FEC 情報を調べるには、SNMP OID を使用する必要があります。また、show cable hop コマンドを使用して、アップストリームポートごとの修正可能または修正不可能な FEC エラーを表示できますが、この場合、FEC ブロックの総和は表示されません。

```
ubr7246# show cable hop Load for five secs: 5%/1%; one minute: 5%; five minutes: 5% Time source
```



```
is NTP, 00:17:13.552 UTC Sat Feb 7 2004 Upstream Port Poll Missed Min Missed Hop Hop Corr Uncorr
Port Status Rate Poll Poll Poll Thres Period FEC FEC (ms) Count Sample Pcnt Pcnt (sec) Errors
Errors Cable6/0/U0 21.810 MHz 1000 0 10 0% 75% 15 2664305 3404 Cable6/0/U1 admin down 1000 * * *
frequency not set * * * 0 0 Cable6/0/U2 10.000 MHz 1000 * * *set to fixed frequency * * * 0 0
```

注: **clear counters** コマンドでクリアされるのは、**show interface** カウンタと **show cable hop** カウンタだけで、**show controllers** カウンタはクリアされません。このコマンドに関して、コントローラ カウンタがクリアされるのは、CMTS がリロードされた場合、またはインターフェイスの電源のオフ/オンが行われた場合だけです。

```
ubr# cable power off slot/card
```

念のため繰り返しますが、修正不可能な FEC エラーによってパケットのドロップが生じ、ほとんどの場合はアップストリーム データのスループットが低下します。一方、イベントがこの重大な状態に到達する前に、アップストリームのパフォーマンスが悪化しているという予測材料または兆候が現れます。修正可能な FEC エラーは、アップストリーム データのスループットが低下しているという指標となり、この先修正不可能な FEC エラーが生じる可能性があるという警告になります。

ヒント: Uncorr カウンタが Corr カウンタよりもはるかに早く増加する場合、問題はインパルスノイズに関連するものである可能性があります。Corr カウンタが Uncorr カウンタと同程度に (あるいはさらに速く) 増加している場合は、AWGN に関連しているか、市民バンド (CB)、短波放送、Common Path Distortion (CPD) などの定常状態の入力問題が考えられます。

SNMP を使用して FEC カウンタを取得する方法

DOCS-IF-MIB SNMP MIB ファイルから得られた 3 つの SNMP OID は、FEC エラーを収集および解析するために使用されます (非エラー、修正済、修正不可能な FEC。「[付録](#)」も参照してください)。

```
DOCS-IF-MIB docsIfSigQUnerroreds .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.2 Codewords received on this
channel without error. This includes all codewords, whether or not they were part of frames
destined for this device. docsIfSigQCorrecteds .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.3 Codewords received
on this channel with correctable errors. This includes all codewords, whether or not they were
part of frames destined for this device. docsIfSigQUncorrectables .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.4
Codewords received on this channel with uncorrectable errors. This includes all codewords,
whether or not they were part of frames destined for this device.
```

これら 3 つの MIB は絶対値であるため (CMTS が受信している FEC データ ブロックの総数に基づいたもの)、比率を計算することにより、実際のアップストリーム スループットをより適切に把握できます。次の式を使用します。

- C_x = 時間 X の docsIfSigQUnerroreds
- E_{cx} = 時間 X の docsIfSigQCorrecteds
- 時間 X の E_{ux} = docsIfSigQUncorrectables

$$\text{修正可能な\%} = [(E_{c1} - E_{c0}) / ((E_{u1} - E_{u0}) + (E_{c1} - E_{c0}) + (C_1 - C_0))] * 100$$

$$\text{修正不可能な\%} = [(E_{u1} - E_{u0}) / ((E_{u1} - E_{u0}) + (E_{c1} - E_{c0}) + (C_1 - C_0))] * 100$$

注: 修正不可能、非エラー、修正済の合計は、この US で受信されたコードワード (CW、FEC データ ブロックとも呼ばれる) の合計に等しくなります。コードワードの合計には、CMTS 宛てのフレームの一部である場合も、一部でない場合も含め、すべての CW が含まれます。CW のサイズは変調のプロファイルによって決まります。

モデムごとの FEC カウンタ

US パケットがドロップされると、Uncorr FEC カウンタが増加します。これは物理層で発生します。サービス ID (SID) または発信元アドレス (レイヤ 2) を調べる機会がない場合、CMTS でドロップされたパケットを区別する方法について疑問に思う可能性があります。しかし、CM SID が DOCSIS ヘッダーに含まれています。

US バーストの例 :

(プリアンブル) + {(docsis_hdr = 6 バイト) + (BPI+, docsis 拡張_hdr = 4 ~ 7 バイト) + 1500 イーサネット + 18 イーサネット ヘッダー} + (ガード バンド)

{と}の間の項はすべて加算され、変調プロファイルに基づいて CW に分けられ、その後 2xT が各 CW に加算されます。したがって、技術的には、SID を保持しているあるコードワードがドロップされた場合、CMTS はどのようにして送信したモデムを識別するのでしょうか。これを行う 1 つの方法は、CMTS のスケジューラを使用することです。このスケジューラでは、特定のモデムからあるパケットが到達する時刻がわかっています。

show interface cableport/slot sid sid-number counter verbose コマンドを使用すると、モデムごとに一覧された FEC 値を表示できます。また、OID を使用して SNMP から値を取得することもできます。

- 受信した良好なコードワード (docsIfCmtsCmStatusUnerrored)
- 受信した修正済みコードワード (docsIfCmtsCmStatusCorrected)
- 受信した修正されていないコードワード (docsIfCmtsCmStatusUncorrectable)

注: 現在、これが関連するのは MC28U ラインカードと MC5x20 ラインカードだけ関連です。

```
ubr7246-2# show interface cable6/0 sid 10 counter verbose Load for five secs: 5%/1%; one minute: 5%; five minutes: 5% Time source is NTP, 00:17:13.552 UTC Sat Feb 7 2004 Sid : 10 Request polls issued : 0 BWRreqs {Cont,Pigg,RPoll,Other} : 1, 527835, 0, 0 No grant buf BW request drops : 0 Rate exceeded BW request drops : 0 Grants issued : 1787705 Packets received : 959478 Bytes received : 1308727992 Fragment reassembly completed : 0 Fragment reassembly incomplete : 0 Concatenated packets received : 0 Queue-indicator bit statistics : 0 set, 0 granted Good Codewords rx : 7412780 Corrected Codewords rx : 186 Uncorrectable Codewords rx : 11 Concatenated headers received : 416309 Fragmentation headers received : 1670285 Fragmentation headers discarded: 17
```

これはこのモデムに特有のもので、カウンタは約 10 秒ごとに更新されます。

```
ubr7246-2# show cable hop cable6/0 Load for five secs: 5%/1%; one minute: 5%; five minutes: 5% Time source is NTP, 00:17:13.552 UTC Sat Feb 7 2004 Upstream Port Poll Missed Min Missed Hop Hop Corr Uncorr Port Status Rate Poll Poll Poll Thres Period FEC FEC (ms) Count Sample Pcnt Pcnt (sec) Errors Errors Cable6/0/U0 23.870 MHz 1000 0 10 0% 75% 15 186 12
```

show cable hop コマンドでは、もう 1 個の修正不可能な FEC エラーが報告されることに注意してください。これはおそらく、たまたま他のモデムに属している CW がドロップされたためです。

MIB をポーリングし、Multi-Router Traffic Grapher (MRTG) や Cisco BT などの他のソフトウェアを使用して、CM ごとの FEC エラーのグラフを調べることは興味深いことです。この方法を使用して、特定のモデムで、グループ遅延、マイクロリフレクションなどの問題が発生していないかどうかを調べることもできます。これは特定のモデムにだけ影響を与える問題と考えられません。

アップストリーム パケット カウンタ

エラーを一覧するもう 1 つのコマンドは、**show interface cable5/1/0 upstream** コマンドです。FEC CW とは異なるパケットです。1 つのパケットが多数の CW から構成されています。

```
ubr10k# show interface cable5/1/0 upstream Load for five secs: 4%/0%; one minute: 5%; five
minutes: 5% Time source is NTP, 03:53:43.488 UTC Mon Jan 26 2004 Cable5/1/0: Upstream 0 is up
Received 48 broadcasts, 0 multicasts, 14923 unicasts 0 discards, 32971 errors, 0 unknown
protocol 14971 packets input, 72 uncorrectable 4 noise, 0 microreflections Total Modems On This
Upstream Channel: 12 (12 active)
```

用語の定義は次のとおりです。

- **broadcasts** : 受信したブロードキャスト フレーム。
- **multicasts** : 受信したマルチキャスト フレーム。
- **unicasts** : 受信したユニキャスト フレーム。
- **discards** : MC5x20S ラインカードでだけ増分されます。フレームそのものではなく、カードに特有のさまざまなエラー条件によって廃棄されたパケットをリストします。
- **errors** : エラーの全体の合計。これらのうちの多くは重大なものではありません。この値にカウントされるエラーは、MC16C および MC28C などの BCM3210 ベースのカードに対するものです。プリアンプルやユニークワードが正しく受信されなかった、割り当てアップストリーム スロットの数。受信した修正不可能なフレームの数。帯域幅「要求」の際のコリジョン。「要求/データ」スロットでのコリジョン (このタイプのスロットは Cisco CMTS にはありません)。帯域幅「要求」の際に受信した破損フレーム。「要求/データ」スロットの際に受信した破損フレーム。受信した破損レンジ要求の数MC5x20 および MC28U などの JIB ベースのラインカードの場合: 何らかの理由で、Header Check Sequence (HCS) または巡回冗長検査 (CRC) によるエラーには分類されないアップストリーム側のエラーフレーム。HCS 問題が発生したアップストリーム フレーム。CRC エラーが発生したアップストリーム フレーム。受信した修正不可能な CW。帯域幅要求 IUC でのコリジョン。
- **unknown protocol** : 受信されたフレームで、IP、Address Resolution Protocol (ARP)、Point to Point Protocol over Ethernet (PPPoE) のいずれでもないものの数。このカウンタには、誤った形式の DOCSIS ヘッダーや、無効なヘッダー オプションを持つフレームも含まれています。
- **packets input** : broadcasts、multicasts、および unicasts の合計数。
- **uncorrectable** : 修正不可能な FEC CW が 1 つ以上含まれるフレームの合計数。MC5x20 および 28U の場合は、このフィールドは N/A と表示されます。修正不可能なエラーに関する情報を得るには、この代わりに、**show cable hop** の出力の [Uncorr FEC Errors] カラムを使用します。
- **noise** : MC16C および MC28C などの BCM3210 ベースのカードの場合は、帯域幅「要求」または「レンジング」間隔に受信した破損フレームの数になります。このため、この数値は errors の数値のサブセットになります。帯域幅「要求」の際に受信した破損フレーム「要求/データ」スロットの際に受信した破損フレーム。受信した破損レンジ要求の数MC5x20 などの JIB ベースのカードの場合、このカウンタの値はまったく増加しません。
- **[microreflections]** : マイクロリフレクションの数。必ず 0 に設定します。

errors カウンタと noise カウンタでは、破損フレームだけではなく、初期レンジング要求のコリジョンや帯域幅要求のコリジョンなどの事象もカウントされています。そのため、noise カウンタの増加は、必ずしも問題があることを意味してはなりません。単に、お客様の環境でオンラインになろうとしているモデムが多数あるか、より多くの伝送を行おうとしているモデムがある (上記のコリジョンがさらに発生する) ことを意味しているだけの可能性があります。noise カウンタは実際には errors カウンタのサブセットになります。これは noise には errors カウンタの最新の 3 つのコンポーネントが含まれているためです。

結論

シスコの Advance Services および Rapid Response グループの経験とラボでのテストによると、これらは、FEC とアップストリーム パフォーマンスの低下に関する観察事例のいくつかです。

- 修正不可能な FEC エラーがあることは、ノイズが容認できないレベルに達した場合や、タイミングの問題やヘッドエンド スプリッタやコンバイナでの切り分けが不十分であることが原因でパケット同士のコリジョンが起きている場合の、よい指標となります。後者の場合、ある CMTS アップストリーム ポート宛てのパケットが、切り分けの不十分さによって、他のアップストリームへ「リーク」します。
- 修正不可能な FEC エラーが大きくと増加すると、音声品質に問題が生じます。
- 修正可能な FEC エラーは、ノイズのレベルの増大となって現れます。修正可能な FEC エラーの場合は、修正不可能な FEC エラーが伴っていない限りは、パケットのドロップや音声品質の低下は生じません。
- US 変調プロファイルでの FEC T バイトを増やすと、ある程度までは有効ですが、これはノイズの発生源によって変わります。7 ~ 10 % の FEC カバレッジが最適と思われます。

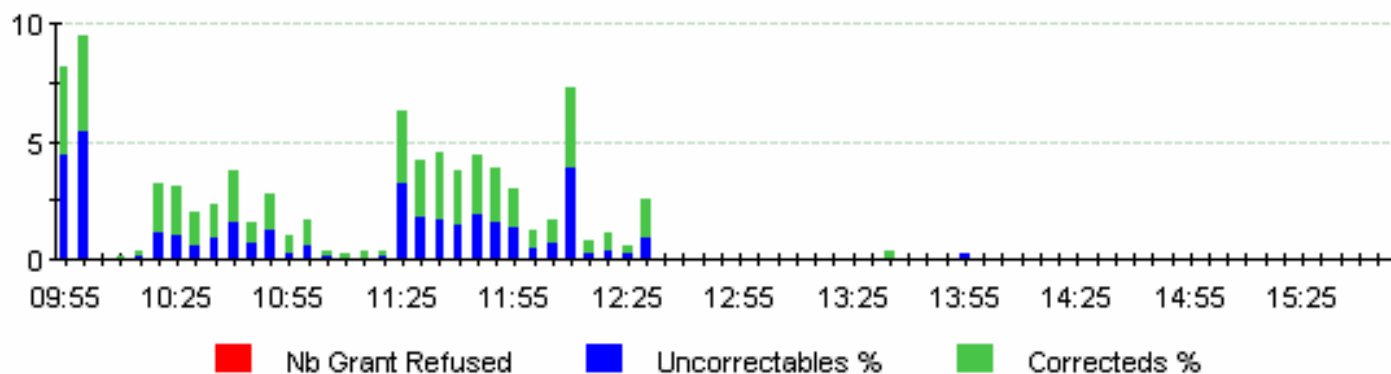
以前の調査例からは、修正可能な FEC エラーでは CMTS をポーリングすることが有効です。Voice over IP (VoIP) over cable は、修正不可能な FEC エラーの影響を受けやすい特性があります。修正不可能な FEC エラーの比率がかなり高い場合、音声品質に関する問題が発生しますが、その一方、IP データは最小限の影響を受けるだけです。

結論として、ファスト トランジェント (高速過渡現象) RF 障害が発生 (前述) し、修正不可能な FEC エラーが依然として発生している場合に、US チップの SNR 示数が誤解を生じやすいようなものであると、問題のトラブルシューティングはかなり複雑になることがあります。

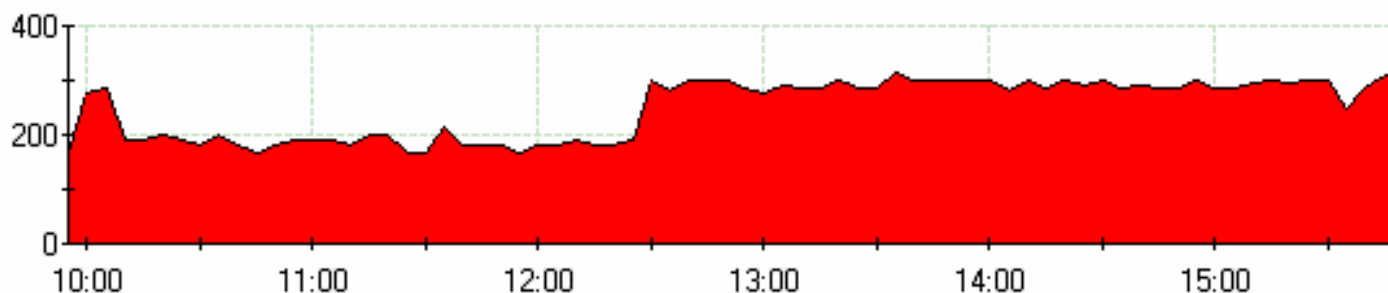
図 3 では、SNR が低下し、同時に修正不可能な FEC エラーと修正可能な FEC エラーが発生している US の例が示されており、アップストリーム パフォーマンスを計測する際に、これら 2 個のパラメータの関係が密接であることを強調されています。

図 3 : SNR と FEC エラーの時間経過

Signal Quality Errors



Signal / Noise



最初のグラフでは、修正不可能な FEC エラーと修正可能な FEC エラーの比率を表しています。また、下のグラフは同じ時間帯での SNR の示数の低下を示しています。スペクトルアナライザ (Agilent HP8591C など) でアップストリームのデジタル変調された搬送波をチェックしてみると、おそらくインチャネルノイズが非常に高いレベルで表示されます。瞬間的な特性を持つアップストリーム RF の問題は、サードパーティのテスト装置 (Hukk CM1000 (『[Sunrise Telecom Web Site](#)』を参照) または Acterna DSAM など) を使用して確認できます。これらは、アップストリームのブロックエラーレート (BER と同様) を測定できます。この装置を使用すると、US SNR の示数が見え良好に見える場合にも、RF 問題が存在していることが検証できます。

US SNR の示数が見え良好に見えても、そのまま RF に問題がないとは想定できないということが、重要な点です。RF ドメインで生じていることを確実に判断するには、適切なテスト機器を使用した簡単な調査が必要な場合があります。RF スペクトルは、初めに想定されたものほどクリーンではない可能性はかなりあります。

付録

このセクションでは、監視するアップストリームパラメータについて詳しく説明します。

アップストリームが修正可能な FEC パーセント

説明

このチャンネルで受信された CW で修正不可能なエラーがあるものの割合です。これには、このデバイス宛てのフレームの一部である場合、ない場合にかかわらず、すべての CW が含まれます。

数式

$$\% \text{Correctable} = \left[\frac{(E_{c1} - E_{c0})}{(E_{u1} - E_{u0}) + (E_{c1} - E_{c0}) + (C_1 - C_0)} \right] * 100$$

- C = docsIfSigQUnerrored
- Ec = docsIfSigQCorrected
- Eu = docsIfSigQUncorrectable

ネットルール

受信されたパケットの >2.5 % の値は黄色で強調表示されます。

受信されたパケットの >=5 % の値は太字の赤色で表示されます。

ネット情報

そのインターフェイスで受信された CW の総数に対する、修正可能な FEC エラーのある入力 CW の比率です。この比率は入力 CW 全体の 5 % 未満であることが推奨されます。

詳しい情報

DOCS-IF-MIB docsIfSigQUnerrored .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.2 Codewords received on this channel without error. This includes all codewords, whether or not they were part of frames destined for this device. **docsIfSigQCorrected** .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.3 Codewords received on this channel with correctable errors. This includes all codewords, whether or not they were part of frames destined for this device. **docsIfSigQUncorrectable** .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.4 Codewords received on this channel with uncorrectable errors. This includes all codewords, whether or not they were part of frames destined for this device.

アップストリームが修正不可能な FEC パーセント

説明

このチャンネルで受信された CW で修正不可能なエラーがあるものの割合です。これには、このデバイス宛てのフレームの一部である場合、ない場合にかかわらず、すべての CW が含まれます。

数式

$$\%Uncorrectable = [(E_{u1} - E_{u0}) / [(E_{u1} - E_{u0}) + (E_{c1} - E_{c0}) + (C_1 - C_0)]] * 100$$

- C = docsIfSigQUnerrored
- Ec = docsIfSigQCorrected
- Eu = docsIfSigQUncorrectable

ネットルール

受信された CW の >0.5 % の値は黄色で強調表示されます。

受信された CW の >=1 % の値は太字の赤色で表示されます。

ネット情報

入力 CW でのドロップの比率は、そのインターフェイスで受信された CW の総数に対する、入力

時にドロップされた CW の比率を示しています。この比率は入力 CW 全体の 0.5 % 未満であることが推奨されます。

注: VoIP などの特定の「リアルタイム」サービスでは、より厳密な監視が必要な場合があります。修正不可能な FEC 値が 1 % でも、損失がバースト的かランダムかによっては、音声品質の問題が発生するのに十分なパケット損失である場合があります。

[詳しい情報](#)

DOCS-IF-MIB docsIfSigQUnerrored .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.2 Codewords received on this channel without error. This includes all codewords, whether or not they were part of frames destined for this device. **docsIfSigQCorrecteds** .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.3 Codewords received on this channel with correctable errors. This includes all codewords, whether or not they were part of frames destined for this device. **docsIfSigQUncorrectables** .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.4 Codewords received on this channel with uncorrectable errors. This includes all codewords, whether or not they were part of frames destined for this device.

[アップストリーム SNR](#)

[説明](#)

このチャンネルで認識された SNR です。CMTS は、アップストリームチャンネルの平均的な信号対雑音を示します。

[数式](#)

$SNR = docsIfSigQSignalNoise / 10$

[ネットルール](#)

<27 dB の値は黄色で強調表示されます。

<23 dB の値は太字の赤色で表示されます。

[ネット情報](#)

DOCSIS では、最低限の CNR (デジタルにおける SNR に相当) を 25 dB と指定しています。設定されているアップストリーム変調プロファイルによっては (QPSK または 16-QAM)、最低限の SNR の 25 dB を高める必要があります。

[詳しい情報](#)

```
ubr7246vxxr# show controller cable3/0 upstream 0 Cable3/0 Upstream 0 is up Frequency 25.392 MHz, Channel Width 3.200 MHz, QPSK Symbol Rate 2.560 Msps Spectrum Group is overridden BroadCom SNR_estimate for good packets - 26.8480 dB Nominal Input Power Level 0 dBmV, Tx Timing Offset 2035 DOCS-IF-MIB docsIfSigQSignalNoise .1.3.6.1.2.1.10.127.1.1.4.1.5 Signal-to-Noise ratio as perceived for this channel. At the CM, describes the Signal-to-Noise of the downstream channel. At the CMTS, describes the average Signal-to-Noise of the upstream channel.
```

[MC28U か 5x20 ラインカードで、モデム毎の FEC カウンタのための OID を取り出す方法例](#)

```
ubr7246# show cable modem 10.200.100.115 MAC Address IP Address I/F MAC Prim RxPwr Timing Num
BPI State Sid (dBmV) Offset CPE Enb 0005.5e25.bdfd 10.200.100.115 C6/0/U0 online 50 0.50 2077 0
N ubr7246# show interface cable 6/0 sid 50 counters verbose | incl Sid|Codeword Sid : 50 Good
Codewords rx : 7580 Corrected Codewords rx : 0 Uncorrectable Codewords rx : 2
```

このモデムのコードワードカウンタを調べるには、まず次の2種類の情報を入手する必要があります。

- ケーブル 6/0 インターフェイスの SNMP インターフェイス インデックス。
- モデムの docsIfCmtsServiceNewCmStatusIndex。

次のコマンドを使用して、ケーブル 6/0 の ifIndex を調べます。

```
% snmpwalk -cpublic 172.18.73.167 ifDescr | grep Cable6/0 RFC1213-MIB::ifDescr.10 = STRING:
"Cable6/0" !--- ifIndex of cable 6/0 is "10". RFC1213-MIB::ifDescr.36 = STRING: "Cable6/0-
upstream0" RFC1213-MIB::ifDescr.37 = STRING: "Cable6/0-upstream1" RFC1213-MIB::ifDescr.38 =
STRING: "Cable6/0-upstream2" RFC1213-MIB::ifDescr.39 = STRING: "Cable6/0-upstream3" RFC1213-
MIB::ifDescr.40 = STRING: "Cable6/0-downstream"
```

次のコマンドを使用して、ifIndex が 10 (ケーブル 6/0) のインターフェイスで、SID 50 のモデムの docsIfCmtsServiceNewCmStatusIndex を調べます。

```
% snmpwalk -cpublic 172.18.73.167 docsIfCmtsServiceNewCmStatusIndex.10.50 DOCS-IF-
MIB::docsIfCmtsServiceNewCmStatusIndex.10.50 = INTEGER: 983090
```

モデム (983090) の docsIfCmtsServiceNewCmStatusIndex が得られたため、次の FEC カウンタを調べることができます。

- 受信した良好なコードワード (docsIfCmtsCmStatusUnerroreds) % snmpget -cpublic 172.18.73.167 docsIfCmtsCmStatusUnerroreds.983090 DOCS-IF-MIB::docsIfCmtsCmStatusUnerroreds.983090 = Counter32: 8165 注: show interface cable コマンドを発行しているため、ここで Unerroreds カウンタが若干増分されています。
- 受信した修正済みコードワード (docsIfCmtsCmStatusCorrecteds) % snmpget -cpublic 172.18.73.167 docsIfCmtsCmStatusCorrecteds.983090 DOCS-IF-MIB::docsIfCmtsCmStatusCorrecteds.983090 = Counter32: 0
- 受信した修正されていないコードワード (docsIfCmtsCmStatusUncorrectables) % snmpget -cpublic 172.18.73.167 docsIfCmtsCmStatusUncorrectables.983090 DOCS-IF-MIB::docsIfCmtsCmStatusUncorrectables.983090 = Counter32: 2

関連情報

- [DOCSIS におけるデータのスループットについて](#)
- [ケーブルラインカードのためのアップストリーム変調プロファイル](#)
- [DOCSIS Radio Frequency Interface Specification](#)
- [ブロードバンド ケーブルに関するサポート ページ](#)
- [テクニカルサポート - Cisco Systems](#)