

# ケーブル モデムのプロビジョニングのシナリオ

## 内容

[概要](#)

[設定要件と仕様](#)

[初めてのプロビジョニング](#)

[それ以外に考慮すること](#)

[IP アドレスの割り当て](#)

[シナリオ 1](#)

[シナリオ 2](#)

[シナリオ 3](#)

[シナリオ 4](#)

[シナリオ 5](#)

[FAQ と注意事項](#)

[関連情報](#)

## 概要

ケーブル モデム ターミネーション システム ( CMTS ) の物理的な配線に関して、複数の異なるシナリオと組み合わせがあります。CMTS のアップストリーム ( US ) ポートが分離されるスパーモード、信号が複数の US ポートに供給されるデンスモード、同じ物理プラントの複数の CMTS、または異なるカードの密度などがあります。これらの組み合わせは、プロビジョニング、保守、およびトラブルシューティングを行うときの挙動に影響します。

このドキュメントの 5 種類の CMTS とケーブルモデム ( CM ) の組み合わせは、これらの組み合わせに関連する問題に対処するための試みです。各組み合わせには、複数のシナリオと推奨事項があります。一般的な設定要件、仕様、およびデフォルト設定についても取り上げられています。

## 設定要件と仕様

- Motorola または General Instruments ( GI ) の C6U アップコンバータを使用している場合は、中心周波数よりも 1.75 MHz 低い周波数が設定されていることと、入力が約 20 dBmV であることを確認します。GI C8U では、正しい中心周波数が表示されます。EuroDOCSIS アップコンバータは 36.125 MHz の中間周波数 ( IF ) 入力を必要とし、フィルタは 8 MHz DS キャリアの 6.952 のシンボル レートに適しています。DOCSIS の出力仕様は 50 ~ 61 dBmV です。
- VCom ( 旧称 WaveCom ) の MA4040D アップコンバータを使用している場合は、中心周波数が選択されていることと、入力が 28 ~ 35 dBmV の間であることを確認します。44 MHz の IF で 32 dBmV を上回る出力電力が存在する場合は、適切なパディングが必要です。最新のラインカードの出力は、約 42 dBmV です。
- CMTS アップストリーム入力は通常、0 dBmV に設定されており、アップストリームには 70

MHz の内部 IF が設定されています。17.5 MHz または 35 MHz で高い信号 ( 30 dBmV 以上 ) を挿入する場合は、それぞれ 4 番目または 2 番目の高調波を発生させて 70 MHz で IF を「ブローアウト」させる可能性があることに注意してください。これは新しい US 物理層 ( PHY ) チップは固定された IF を使用しないため、MC5x20U および MC28U ラインカードでは問題になりません。これらはブロードバンドの直接サンプリングを使用し、IF はデジタルです。DOCSIS は、5 ~ 42 MHz の US ポートごとに 35 dBmV 未満の合計出力を指定します。

- DOCSIS の周波数は、DS の場合は 88 ~ 860 MHz、US の場合は 5 ~ 42 MHz です。皮肉にも最も低い DS の中心周波数は 91 MHz ですが、これは National Television Systems Committee ( NTSC ) または National Cable and Telecommunications Association ( NCTA ) チャンネルの一般である 93 MHz ではありません。また、855 MHz は 858 MHz の上位バンドエッジを提供する最も高い NTSC または NCTA チャンネルです。
- CM の出力仕様は、4 位相偏移変調 ( QPSK ) の場合は 8 ~ 58 dBmV、直交振幅変調 16 ( 16-QAM ) の場合は 8 ~ 55 dBmV です。シスコの CM は最大 60 または 61 dBmV までを送信します。
- CM の入力仕様は -15 ~ +15 dBmV で、総入力電力は 30 dBmV 未満である必要があります。たとえば、それぞれが約 10 dBmV の 100 のアナログ チャンネルがある場合、これは  $10 + 10 \times \log(100)$  と等しくなります。すなわち、30 dBmV と等しくなります。平均デジタル電力が -5 ~ +5 dBmV 程度の DS 入力最適と思われる。
- 一般的な推奨事項は、US あたりの、または MAC ドメインあたりのモデムが 150 ~ 200 個を超えないようにすることです。Voice-over-IP ( VoIP ) の場合、この制限を半分にした場合があります。ただし、DOCSIS PHY テクノロジーの進歩によって、現在の推奨よりも多くの US あたりのモデムが可能になり、より大きな集約された US 帯域幅が許可される可能性があります。低帯域幅を必要とするデジタル セット トップのようなデバイスを取り付けて、より多くのデバイスを取り付けることもできます。US ポートまたは DS ポートで推奨される最大ユーザ数については、『[CMTS ごとの最大ユーザ数](#)』を参照してください。

## 初めてのプロビジョニング

モデムによって DS 周波数のスキャンが実行されます。[表 1 のリストに示すように、モデム内にはスキャン対象となる約 20 の周波数テーブルがあります。使用する周波数を決定する際は、このことに留意してください。](#)また、オフエアのデジタル チャンネルなどの潜在的な入力送信元にも注意してください。モデムには、EuroDOCSIS および特別な周波数テーブルが含まれている場合もあります。

表 1 : DS 周波数のスキャン テーブル

テーブル	範囲 ( Hz )	増分 ( Hz )
79	453000000 ~ 855000000	6000000
80	930000000 ~ 1050000000	6000000
81	111025000 ~ 117025000	6000000
82	231012500 ~ 327012500	6000000
83	333025000 ~ 333025000	6000000

84	339012500 ~ 399012500	6000000
85	405000000 ~ 447000000	6000000
86	123012500 ~ 129012500	6000000
87	135012500 - 135012500	6000000
88	141000000 ~ 171000000	6000000
89	219000000 ~ 225000000	6000000
90	177000000 ~ 213000000	6000000
91	55752700 ~ 67753300	6000300
92	79753900 ~ 85754200	6000300
93	175758700 ~ 211760500	6000300
94	121756000 ~ 169758400	6000300
95	217760800 ~ 397769800	6000300
96	73753600 ~ 115755700	6000300
97	403770100 ~ 595779700	6000300
98	601780000 ~ 799789900	6000300
99	805790200 ~ 997799800	6000300

モデムは HRC テーブルに進む前に、すべての標準テーブルをスキャンします。より新しいファームウェアではモデムによって約 120 秒ごとに、一度にプロビジョニングされた元の DS が再確認されます。モデムは、最新の既知の良好な DS 周波数を 3 つ保存します。453 MHz は、Cisco CM のデフォルトの開始周波数です。CM は、デジタル キャリアの中心周波数にロックされ、DOCSIS を示す 16 進数 1FFE MPEG-2 パケット識別子 (PID) を探します。これにより、US 周波数、変調プロファイル、チャンネル幅などに使用される、すべてのアップストリーム チャンネル記述子 (UCD) を待機します。誤った UCD を受信した場合、誤った US が使用されるためモデムは最終的にタイムアウトして、接続できるまで次の UCD を試みます。一部のモデムは、どの UCD を使用するべきかを CM に提案するために、DS の CMTS から送信されたアップストリーム チャンネル変更 (UCC) コマンドを実際に受信する可能性があります。

顧客宅内機器 (CPE) 上の Cisco IOS® ソフトウェア コードの最新バージョンには、本質的に 3 つのスキャン アルゴリズムがあります。

- NTSC のスキャン。
- 選択的なヨーロッパの中心周波数のスキャン。

- 長い時間がかかる可能性のある、250 kHz または 1 MHz ごとに分割できる頻度で DOCSIS DS を探す完全なスキャン。

ヒント：お客様の家にモデムを持ち出す前に倉庫でモデムをセットアップすると、プロビジョニングが高速になります。プロビジョニングした後は、DS パラメータと US パラメータの一部がキャッシュされるように必ず電源プラグを取り外してください。また、モデムの電源を取り外すか、コンソールまたはコマンドライン インターフェイス (CLI) コマンドを使用してモデム インターフェイスをクリアすることによってモデムを再プロビジョニングした方が時間を短縮できる場合もあります。この方法では、元の周波数テーブルの再スキャンが開始されます。また、不必要な US ポートをシャットダウンしてこれらのポートの範囲が CM で不要に設定されないようにすることも推奨されます。

モデムに応じて、USレベルは約6 dBmVから始まり、-25 ~ +25 dBmVのCMTSに到達するまで3 dBずつ増加します。モデムは一時的なサービスID(SID)として0を使用します。範囲内になると、モデムは必要なレベルに電力調整するように指示されます。通常、これは 0 dBmV の CMTS 入力になりますが、-10 ~ +25 dBmV の間で設定することもできます。これによって Ranging 1 ( R1、init(r1) ) が確定し、1 dB の増分でモデムを微調整することによって Ranging 2 ( R2、init(r2) ) が始まります。CMTS は 0.25 dB の増分で追跡できますが、モデムは 1 dB の増加でのみ変更できます。Init(r1) はコンテンツンション時間であるため、コリジョンが発生する可能性があります。モデムはケーブルの挿入インターバルの間に、初期設定を試みます。init(r2) に到達すると、モデムは通常、完全な登録後に保持される、別の一時的な SID を取得します。Init(r2) およびその他のプロビジョニングの手順は、モデムの SID に基づいて予約時間に実行されます。レンジングが完了し、CMTS と CM が同期されます。

## それ以外に考慮すること

次の Quality of Service ( QoS ) プロファイルの例を使用すると、特定の問題が発生する可能性があります。

```
cable qos profile 6 max-burst 255
cable qos profile 6 max-downstream 64
cable qos profile 6 guaranteed-upstream 64
cable qos profile 6 max-upstream 64
```

- max-burst はバイト単位で、ラインカードに応じて 1522 と 4096 の間で設定する必要があります。
- デフォルトのケーブル インターフェイスの設定である cable downstream rate-limit token-bucket shaping max-delay 128 は、85 kbps よりも高い DS レートの制限に最適化されています。DS では、 $1/0.128 = 7.81$  パケット/秒 ( PPS ) になります。1518 バイトのパケットを 7 PPS で送信する場合は、 $1518 \times 8 \times 7 = 85$  kbps となります。キーワードの shaping は、BC コードではデフォルトでオンになっていますが、EC コードではオンになっていません。85 kbps 未満の DS レートでサービス クラスを提供した場合は、廃棄されたパケットの問題が発生することもあります。shaping max-delay を 256 ミリ秒に設定するか、または shaping 機能をオフにします。shaping 機能をオフにすると、DS 上の不規則なトラフィック パターンの原因となる可能性があります。このコマンドは VXR シャーシには適切ですが、uBR10k には適切ではありません。
- 64 kbps保証USレート ( 1.6 MHzでQPSKを使用し、合計レートは2.56 Mbps ) になります。これは、アドミッション制御がデフォルトで100 %で一部のBCコード(2.56 Mbps / 64 kbps = 40)でオンになるためです。

## IP アドレスの割り当て

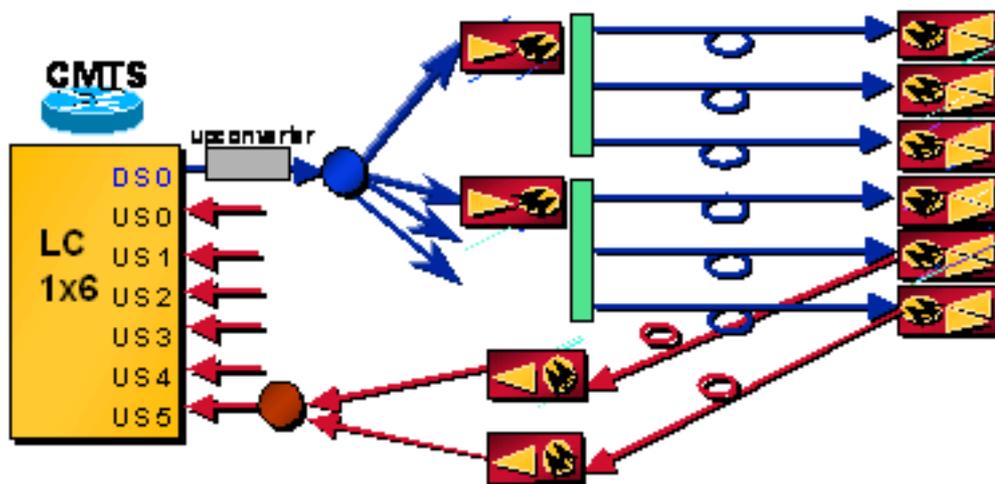
次に、IP アドレスを割り当てます。ほとんどのシステムでは、モデムの場合はルーティング不可能なアドレス空間 ( 10-net など )、CPE の場合はパブリックの宛先ネットワーク ( 24-net または 66-net など ) が設定されます。 `cable dhcp giaddr policy` コマンドは、顧客の PC にセカンダリ IP アドレスのプールを使用するよう指示するために使用されます。一部の設定は Option 82 を使用して目標を達成し、コマンドは `dhcp giaddr primary` として残します。

ヒント：特定のモデムに関連付けられたCPEを表示するには、`show cable modem client_ip_address`コマンドを発行するか、`show interface cable x/y modem 0`コマンドを発行します。[『DOCSIS および CMTS で max-cpe コマンドを使用する』](#)は、1 台の CM に接続する CPE の数を制御する方法について説明します。

## シナリオ 1

1 つの DS 周波数で 12 個のノードにフィードし、ポートあたり 2 個のノードがある 1 つの US 周波数で 6 つの US ポートにフィードします ( 一般的なセットアップ )。

次の図は、このセットアップの一部を示しています。



### 問題：DOCSIS コンフィギュレーション ファイルに正しくない DS 周波数がリストされる

モデムと CMTS のレベルとタイミングが同期された後、モデムは DHCP 経由で IP アドレスを取得し、TFTP 経由で DOCSIS コンフィギュレーション ファイルを取得します。DOCSIS コンフィギュレーション ファイルのものとは異なる DS 周波数を使用するように指示されたため、モデムは再スキャンを開始します。

### 解決方法

DOCSIS コンフィギュレーション ファイル内の DS 周波数を空のままにするか、正しく設定します。uBR コンフィギュレーション ファイルのリストにある DS 周波数は、このシナリオで外部 UPx の uBR を使用している場合はほとんど影響しません。

注：DS周波数とDSチャンネルIDがケーブルインターフェイスの設定で設定されている場合は、同じプラントに複数のDS周波数がある場合には、`cable downstream override`コマンドが問題になる可能性があります。このコマンドはモデムが同じ CMTS から 2 つの異なる DS 周波数を表示できるシナリオでの使用を想定していますが、モデムは 1 つの US または同じ MAC ドメインからの複数の US のみに接続されています。uBR の設定に含まれる DS 周波数は、N+1 の冗長を実行する際にも影響を及ぼします。簡易ネットワーク管理プロトコル ( SNMP ) 機能を持つ外部アップコンバータはフェールオーバーが発生すると、uBR 設定から DS 周波数を得る必要があります。

**ヒント：すべてのモデムを登録できるようにし、支払いを行っていない顧客にネットワークアクセスがFalseに設定されている「無効」コンフィギュレーションファイルをダウンロードしてもらうことをお勧めします。無償のモデムを有償のモデムに変換するには、データベースを更新してモデムに通常のコンフィギュレーション ファイルを提供し、次のいずれかを行います。**

- SNMP を使用してモデムを「バウンス」します。
- `clear cable modem {mac-address | ip-address} reset` コマンドを使用します。CMTS データベースからモデムを削除する新しいコマンドは、次のものになります。`clear cable modem {mac-address | ip-address} delete`。
- ユーザにモデムの電源を再投入するよう指示します。

### **問題：初回のプロビジョニング、USが誤ったブレードまたはカードに接続され、すべてのポートが同じUS周波数を使用**

モデムは DS のスキャンを実行し、ロックします。その後、送信する UCD とタイムスロットを取得します。US の送信は既存のモデムのスループットに影響する可能性があり、他のモデムのプロビジョニング用のコンテンション時間が使用されます。R1 が開始されますが、T3 タイムアウトまたは R1 の障害のために完了しません。DS のスキャンが再び開始されますが、元の DS 周波数にロックされてプロセスが再び最初から繰り返されます。VXR は単一ソースからクロッキングされるため、初期のメンテナンス スロットはラインカード間でいくぶん時間整合されており、「実際」のトラフィックに対する不適切な配線の影響を緩和しています。

### **解決方法**

初めに US を正しく配線します。現在、シスコには最大 8 つの US を新しい 5x20 および 28U ラインカード内の DS に割り当てられるようにする、仮想インターフェイスと呼ばれる機能があります。したがって、ユーザは使用する DS と US の組み合わせ決定できます。

### **問題：US のノイズが多すぎる**

R1 はモデムと CMTS の通信に十分な高さのレベルで完了します。R2 はモデムにより低いレベルを指示します。数回前後した後、R2 が完了するように高いレベルのままになります。高いノイズの結果として、Range(complete) に失敗し、モデムは DS の再スキャンを開始します。

注：Sカードをスペクトル管理とともに使用する場合、モデムは変調プロファイルの変更、電力レベルの変更、3.2 MHzから200 kHzへの帯域幅の変更、またはプログラム (32のスペクトルグループ) またはSカードで決定される別の周波数にホップを変更できます。これはすべて、搬送波対雑音比 (CNR) または信号対雑音比 (SNR)、修正不可能または修正可能な前方誤り訂正 (FEC) エラー、ステーション メンテナンス、および時間または日付の追跡によって実現できます。欠点は、より多くの帯域幅をバックアップに割り当てる必要があることです。利点は、周波数に割り当てられた電力の一部が使用されていないため、より高いレベル (3 dB) を実行できることです。

### **解決方法**

『[CMTS における RF または設定の問題の特定](#)』を参照してください。また、『[リターンパスの可用性およびスループットを増加させる方法](#)』と『[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](#)』も参照してください。

### **問題：プロビジョニング済みで、接続解除された US または DS のためにステーション メンテナ**

## ンスが失われる

Cisco ユニバーサル ブロードバンド ルータのステーション メンテナンスは、最大 20 台のモデム ( 13BC よりも前の Cisco IOS ソフトウェア リリースでは最大 25 台のモデム ) でモデムあたり 1 秒かかります。たとえば、特定の MAC ドメイン ( 1 つの DS と関連付けられているすべての US ) に 4 台のモデムのみが存在する場合、各モデムは 4 秒ごとにポーリングされます。モデムの数が 20 台以上になると、20 秒のままになります。ラボ テスト中は隠されたグローバル テスト コマンド **test cable minimum-poll off** を使用して機能をオフにしてから、*cable polling msec* コマンドを使用してレートを設定できます。*msec* のデフォルトは 20000 ミリ秒です。5 台のモデムがある場合でも、ラボ環境では 20 秒にポーリングを設定できます。

**test cable minimum-poll on** のデフォルトを使用する場合は、*cable polling msec* インターフェイス コマンドを使用してステーション メンテナンス期間を変更できます。ここで、*msec* は 10 ~ 25000 ミリ秒の値です。これは、隠されたインターフェイス コマンドであるため、サポートされません。DS に 1500 台を超えるデバイスがある場合は、これを 15 秒に設定すると有益な場合があります。

ステーション メンテナンスは、N+1 のアベイラビリティのために Hot-standby Connection-to-Connection Protocol ( HCCP ) が設定されている場合は、最大で 15 秒ごとに発生します。1 つのメンテナンス メッセージが失われると、メンテナンス メッセージが 1 秒間隔で送信されるクイック モードになります。合計 16 のメッセージが失われると、モデムはオフラインであると見なされます。モデムの T4 タイマー ( 30 ~ 35 秒 ) 内にステーション メンテナンス メッセージが受信されなかった場合、モデムはオフラインになり、DS のスキャンを再開します。

**ヒント :** **show cable hop** コマンドを発行して、現在のステーションメンテナンス期間を確認してください。

```
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
Cable3/0/U0  33.008 Mhz 789  * * * set to fixed frequency * * * 0      9
Cable4/0/U0  down     1000 * * * frequency not set * * * 0      0
```

Poll Rate 値を 1000 で除算し、その結果を MAC ドメインに登録されているモデムの数で乗算します。たとえば、**show cable hop command** コマンドで 789 ミリ秒が表示されて、**Cable3/0** インターフェイスに 19 台のモデムがあると仮定します。これは、789 ミリ秒/1000 ミリ秒/秒 × 19 で、14.99 秒と等しくなります。つまり、モデムあたり約 15 秒になります ( このシステムでは HCCP で計算が行われます )。19 台のモデムで 15 秒ごとに 1 回のレートでのステーション メンテナンスは、1 秒あたり 1.27 回のステーション メンテナンスに相当します。CMTS が 1500 台のケーブル モデムの各モデムに 25 秒ごとに 1 回、ステーション メンテナンス インスタンスを送信することは、1 秒あたり 60 のステーション メンテナンス インスタンスが CMTS によって生成されることと同じです。カウンタをクリアするには、15BC2 コードで **clear cable hop** コマンドを発行するか、以前のコードで **clear interface cablex/y** を発行します。

US または DS が接続解除されている場合、モデムは ( T3 または T4 タイマーで ) タイムアウトするか、またはモデム自体にベンダー固有の DS ロックのタイマーが設定されている場合があります。DOCSIS 1.0 では、DS 同期損失を 600 ミリ秒と指定していますが、同期損失の後に CM で何を行うかは指定されていません。ほとんどの CM は同期損失の直後に再登録されませんが、通常は約 6 ~ 10 秒の制限があります。T3 は CMTS からのレンジング応答用のタイマー、T4 はステーション メンテナンス タイマーです。ステーション メンテナンス タイマー内のモデムの位置に応じて、5 秒または 30 秒以内に T4 タイムアウトが発生する可能性があります。タイムアウトが発生すると、モデムは新しい UCD を試すか、または DS 周波数の再スキャンを開始するか、またはその両方を実行します。DOCSIS 2.0 では、さらに多くのタイマーが追加されてい

ます。

## 解決方法

US または DS ケーブル配線を再接続します。

### 問題：リバース パスで 3.75 dB の損失が発生する

使用する Cisco IOS ソフトウェア リリースによっては、小さな変化を無視するために設定できる公称値前後の Power-Adjust Threshold 範囲 ( 0 ~ 10 dB ) を持つことができます。デフォルトの範囲は  $\pm 1$  dB です。また、フラップ リストにはレポートのために  $\pm 1 \sim \pm 10$  dB に設定できる範囲があります。

注：[電力調整しきい値]の範囲を0に設定しないでください。モデムは正確に 0 dBmV で CMTS にヒットしない限り正常にセットアップされず、レンジング機会は常にレベルを変更するモデムによって占有されていしまいます。フラップ リストは非常にアクティブです。 $\pm 1$  dB のデフォルトの範囲で十分な場合もありますが、追跡不要な温度のゆらぎのために  $\pm 2$  dB の範囲が妥当な場合があります。

損失は 3.75 dB であったため、CMTS は 3 または 4 dB 変更をモデムに指示し、CMTS 入力を  $-0.75$  または  $+0.25$  dBmV ( 範囲  $\pm 1$  dB ) にします。すでに上限に達したモデムは、「continue」の範囲内である限り電力を無期限に増加するように指示されます ( これは `power-adjust continue` コマンドで変更できます )。このコマンドのデフォルト設定は  $-2$  で、公称から  $-10$  に増やすことができます。継続範囲としきい値範囲の間のモデムは、ステーションメンテナンス中にレベルを変更するように指示されますが、オンライン状態を維持できます。`show cable modem` コマンドを発行すると、 $!$  が上限に達した各モデムのレベルの横に表示されます。「continue」範囲外のモデムは数回試行し、元の DS に再びロックし、レベルを再試行し、その後 DS を再スキャンします。5 ~ 6 dB を超える US 電力調整は、モデムが再取得される原因となる可能性があります。

## 解決方法

いくつかの減衰を取り除き、CMTS US の電力レベルを  $-3$  dBmV に変更するか、`power-adjust continue` コマンドを 6 に増やします。

### 問題：CPE の停電後、再び電源を入れる

モデムはリポートを短縮するために、最後の設定の一部 ( DS 周波数、US 周波数、変調、チャネル幅、および US 送信電力 ) を記憶します。タイム オフセットは記憶されないため、複数のモデムが再送信する場合は、モデムの物理的な距離がコリジョンの可能性を相殺するのに役立ちます。コリジョンが発生すると、アルゴリズムは指数関数的にバックオフした後に再試行するようモデムに強制し、別のコリジョンの可能性を低減します。

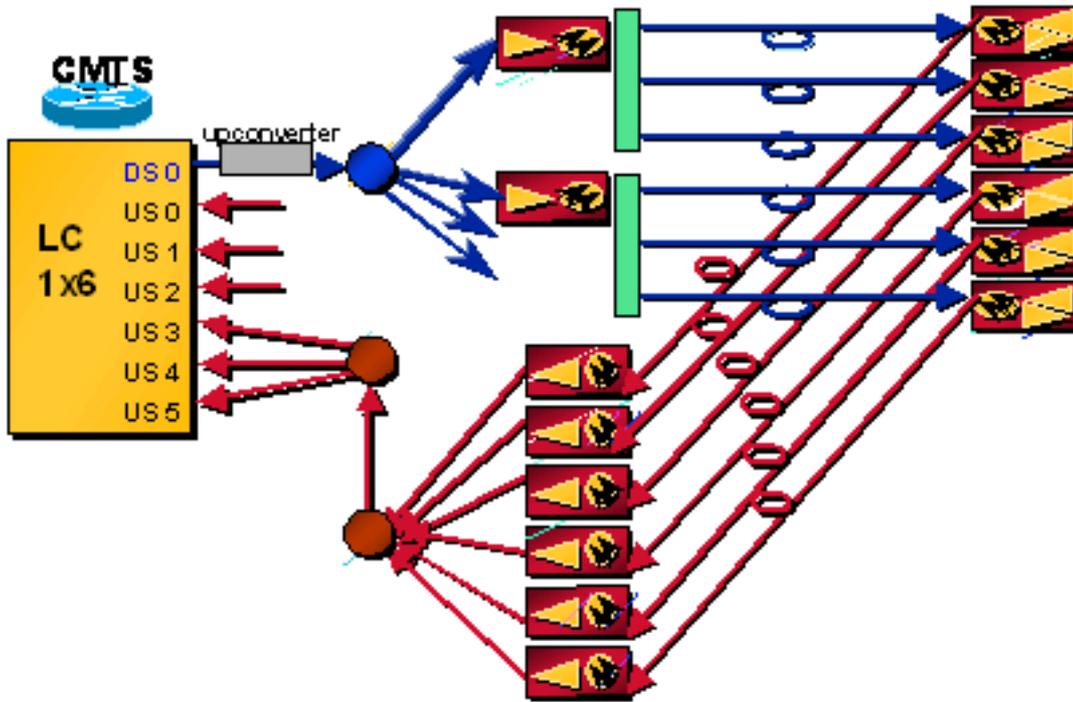
## 解決方法

バックオフの量は、`cable upstream x range-backoff 3 6` インターフェイス コマンドによって制御されず、このコマンドで、3 は  $2^3$ 、つまり 8、6 は  $2^6$ 、つまり 64 です。したがって、モデムは、8 ~ 64 の初期メンテナンス機会の間でランダムにバックオフします。メンテナンス機会は、`cable insertion interval auto 60 480` コマンドによって制御されます。このコマンドは、メンテナンス コンテンション期間が 60 ~ 480 ミリ秒の間で自動的に調整されるようにします。多数のオフライン モデムが存在する場合は、プロビジョニングを短縮するために初期メンテナンスは 60 ミリ秒

ごとに行われます。オフライン モデムが少ない場合、より多くの時間を「実際」のトラフィックの予約された認可に割り当てるために、初期メンテナンスは 480 ミリ秒ごとに行われます。

## シナリオ 2

1つのDS周波数は12個のノードに給電し、3個のUS周波数（6個のノードを組み合わせて分割）は、デンスモード設定とロードバランシングのために3個のUSポートにそれぞれ給電します。



### 問題：初めてのプロビジョニング

レンジングが完了し、CMTS と CM が同期されます。CM はすべての UCD を待ちます。誤った UCD を受信した場合、誤った US が使用されるためモデムは最終的にタイムアウトして、接続できるまで別の UCD を試みます。モデムと CMTS のレベルとタイミングが同期された後、モデムは DHCP 経由で IP アドレスを取得し、TFTP 経由で DOCSIS コンフィギュレーション ファイルを取得します。プロビジョニングの観点から、特定の US に特定のモデムの MAC アドレスを強制するため、クライアントクラスの処理を実行できます。モデムは必要な US 周波数で送信を開始します。DOCSIS コンフィギュレーション ファイルでは、US チャネル ID をテレフォニーリターンの場合は 0、US 0 の場合は 1、US 1 の場合は 2、US 2 の場合は 3、US 3 の場合は 4、US 4 の場合は 5、US 5 の場合は 6 に設定できます。または、空白のままにしておくことができます。

注：これ以降のCisco IOSソフトウェアリリースでは、UCDは疑似ランダム順序で送信されるため、モデムが最初のUCDを選択するとは限らず、高密度モードの組み合わせを行う場合に同じUSでプロビジョニングされません。これは、USポート間のロードバランシングに役立ちます。モデムの組み合わせに加えて、ノイズと入力も組み合わせられて損害が発生することもあります。

表 2 に、UCD の疑似ランダム順序を示します。

表 2：アップストリームの割り当てシーケンス

タイムスロット	最初の選択肢	2番目の選択肢	3番目の選択肢	4番目の選択肢	5番目の選択肢	6番目の選択肢

A	0	1	0	3	4	5
B	5	0	1	0	3	4
C	4	5	0	1	0	3
D	3	4	5	0	1	0
E	0	3	4	5	0	1
F	1	0	3	4	5	0

ヒント：UCDのシーケンスを知ることは、USポートを物理的に結合する最善の方法を決定するのに役立ちます。3つのUSポートを組み合わせる場合は、偶数ポート（0、2、および4）と奇数ポート（1、3、および5）を一緒に組み合わせます。2つのUSポートのみを使用する場合は、完全なバランスのために0と3、1と4、および2と5を組み合わせます。

モデムが複数のUS間ですでに分散されている場合は、インターフェイスやポートを閉じることなく、特定のUSポートに特定のモデムを強制できます。**test cable ucc cablex/y {sid-number} {port-number}** コマンドを発行します。モデムをリポートすることなく、USポートが変更されます。それぞれを個別にテストするには時間がかかる可能性があるため、何らかのPERLスクリプトを作成することをお勧めします。

注：他のtestコマンドと同様に、このtestコマンドはサポートされていません。

また、**cable modem {mac-address | ip-address} change-frequency {channel-id}** コマンド。ここで、チャンネル1はUS0、チャンネル2はUS1などになります。このコマンドを使用したときの問題は、モデムに再取得を強制するため、まずモデムがオフラインになることです。

```
ubr7246-2# cable modem 003.e350.97f5 change-frequency ?
```

```
<1-6>Upstream Channel ID
```

## 解決方法

4個のノードの組み合わせのみを許可するようにセグメンテーションをやり直してから、2つのUS周波数で2つに分割します。これは、ロードバランシング、周波数使用量の低減、ノイズフアネリングの低下を可能にします。もう1つの可能性は、2個のノードを1つのUS周波数がある1つのUSポートと組み合わせることですが、この方法ではロードバランシングは不可能です。

また、DOCSISコンフィギュレーションファイルで[Min US Throughput]フィールドを設定してAdmission Control % コマンドを発行し、可能な合計スループットの%が使用されるまでモデムがUSでプロビジョニングできるようにすることも可能です。

12.2(15)BC1以降のCisco IOSソフトウェアリリースでは、ダイナミックロードバランシングと呼ばれる機能が導入され、モデム数または実際の使用率や負荷に基づいてモデムをバランシングするように設定できます。

## 問題：RFの停止後、再接続する

モデムはすばやくリポートするために、最後の設定の一部（DS周波数、US周波数、変調、チャンネル幅、およびUS送信電力）を記憶します。モデムはDSをスキャンして、約2分ごとに保存されたDS周波数を定期的に再確認します。CMはロックされ、通常のプロビジョニングセットアップに進みます。重大な障害の場合は、指数的なバックオフレンジングが複数のコリジョンを排除することによってブートプロセスをスピードアップするのに役立ちます。

注：デフォルトの挿入間隔設定(automatic)では、Cisco uBR7200シリーズが自動的に変化（50ミリ秒～2秒）するように設定されています。これは、ネットワークへの参加を試みる新しいケーブルモデムで使用できる初期レンジング時間です。このコマンドと **automatic** キーワードを使用すれば、多数のモデムをすばやくオンラインにするのに役立ちます（たとえば、メイン電源障害の後など）。DOCSIS 1.1 コードは 60 ミリ秒ごとに初期メンテナンスを予約するため、コマンド（**cable insertion interval automatic 60 480**）では 60 ミリ秒の増分を使用するのが賢明である可能性があります。

多くの場合、プラント内の停電はモデムへの RF の停止という結果をもたらし、重大な障害の原因となります。モデムのリブートの制約要因は、IP アドレスのためにすべてのモデムが DHCP サーバとの「通信」を試みることであり、可能性ががあります。

## 解決方法

この潜在的な問題を緩和するのに役立ついくつかのコマンドがあります。

- **data-backoff**
- **range-backoff**

また、より均等に分散された要求と認可のサイクルおよびすばやい再プロビジョニングのために、5.0 以降の CNR の外部 DHCP サーバを使用することが推奨されます。

注：ケーブルモデムは、RF USレベルを正しく範囲できず、最大電力にサイクルする可能性があります。これにより、その接続時間が大幅に延長され、一部は何時間もメンテナンス状態に到達しない可能性があります。アップストリーム インターフェイスで次のコマンドの発行を試みてください。

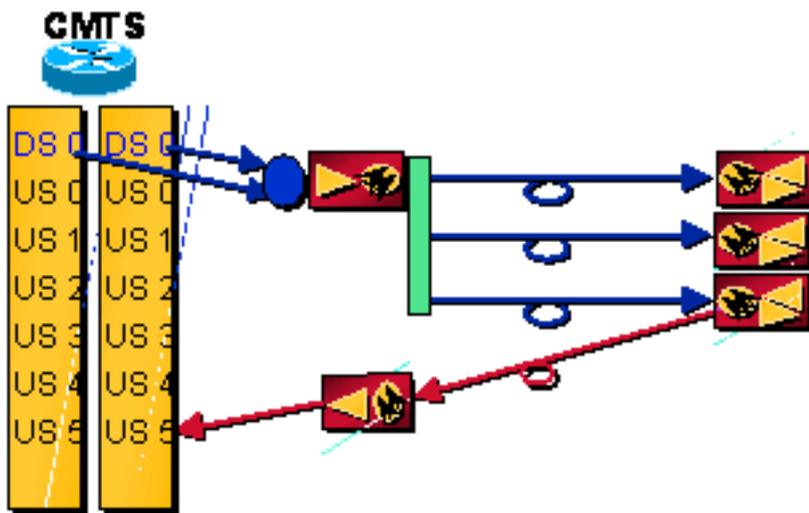
```
cable up x data-backoff 3 5
```

```
cable up x range-backoff 3 6
```

アップストリームの Range Backoff 値が小さすぎるため、デフォルト（**automatic**）から変更する必要がある可能性があります。これらの変更を適用およびテストした後、ケーブルモデムは **cable modem change-frequency** コマンドの直後に RF US レベルの範囲を設定できる可能性があります。これにより、接続時間が数分未満に短縮される可能性があります。アップストリーム要求に複数のコリジョンを緩和するために、**cable up x data-backoff** コマンドを発行できます。

## シナリオ 3

同じ CMTS からの 2 つ以上の DS 周波数が存在します。



### 問題：初めてのプロビジョニングですが、最初の DS 周波数が必要ない

モデムは DS のスキャンを行い、検出された最初の DS にロックされて、UCD とタイムスロットを取得します。US の接続に失敗すると再び DS のスキャンを開始し、正しい DS が見つかるまでプロセスを続行します。正しい DS にロックされると、適切な UCD を受信します。モデムは DHCP 経由で IP アドレスを取得し、TFTP 経由で DOCSIS コンフィギュレーション ファイルを取得します。DOCSIS コンフィギュレーション ファイルで指示された場合、モデムは新しい DS 周波数を選択します。

注：cable downstream override cable interface コマンドが(デフォルトで)発行されている場合、モデムに適切な DS 周波数を迅速に強制するのに役立ちます。この機能は、同じ CMTS からの複数の DS 周波数が存在するが、モデムは 1 つの US のみに物理的に接続されている場合に実行されます。正しく動作するには、DS チャネル ID を設定し、DS 周波数を設定し、US チャネルも同じ設定にする必要があります (チャンネル幅、ミニスロット、変調プロファイルなど)。

### 解決方法

組み合わせをやり直すか、または誤った DS 周波数にロックされる可能性を防ぐためにノッチ フィルタをモデムに配置します。また、ことによってはハブなど、プラントのダウンストリームに向けて DS をナローキャストすることもできます。DS RF なしでハブが完全にオプティカルな場合は、DS を 1310 nm のレーザーに送ってから、存在する場合はエルビウム添加光ファイバ増幅器 (EDFA) の後で 1550 nm のパスに波長分割多重 (WDM) を実行します。光学レベルが 1550 よりも約 10 dB 低いことを確実にし、ファイバの損失が両方の波長では異なることに注意してください。ただし、この解決策はハブで US RF を必要とします。別の例については、[シナリオ 5](#) を参照してください。

### 問題：プロビジョニング済みで、元の DS 周波数とは異なる DS 周波数が必要

インターフェイスで shut コマンドを発行してから、no shut コマンドを発行します。または、特定の DS 周波数がある新しい DOCSIS コンフィギュレーション ファイルをリロードするために、すべてのモデムをクリアします。新しいコンフィギュレーション ファイルをダウンロードするようモデムを強制するもう 1 つの方法は、cable modem change-frequency コマンドを発行するか、ケーブル モデムを一度に 1 台ずつクリアすることです。新しいコンフィギュレーション ファイルは、最初に使用されたものと異なる名前にする必要がある場合があります。

### 解決方法

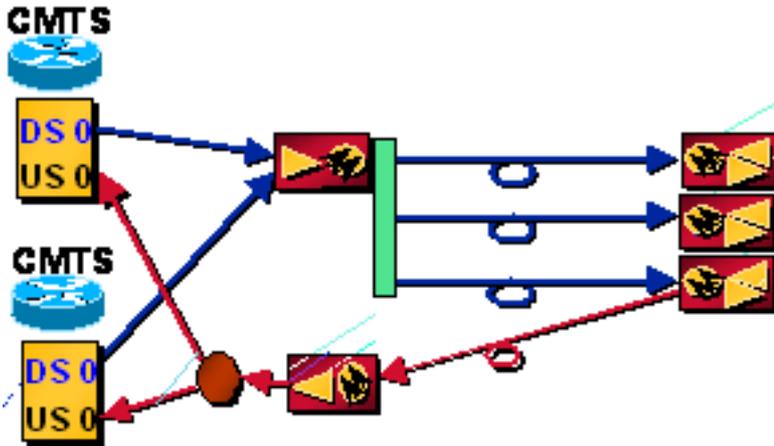
別の DS 周波数を使用するようモデムに強制するには、次のコマンドを発行します。

```
ubr7246-2# cable modem 003.e350.97f5 change-frequency ?
```

```
<54000000-1000000000> Downstream Frequency in Hz
```

## シナリオ 4

異なる CMTS からの 2 つ以上の DS 周波数が存在します。



### 問題：初めてのプロビジョニングですが、最初の DS 周波数が必要ない

モデムは DS のスキャンを行い、検出された最初の DS にロックされて、UCD とタイムスロットを取得します。モデムは最初の CMTS で登録を試みます。モデムの設定に応じて、DHCP に失敗するか、またはダウンロードされた DOCSIS コンフィギュレーション ファイルによって正しい DS 周波数に強制される場合があります。CM は命じられた DS 周波数、UCD および送信するタイムスロットを取得します。レンジングが完了し、CMTS と CM が同期されます。モデムは DHCP 経由で IP アドレスを取得し、TFTP 経由で DOCSIS コンフィギュレーション ファイルを取得します。DHCP に失敗すると、DS を再スキャンする前に、モデムはその他の UCD を試みます。

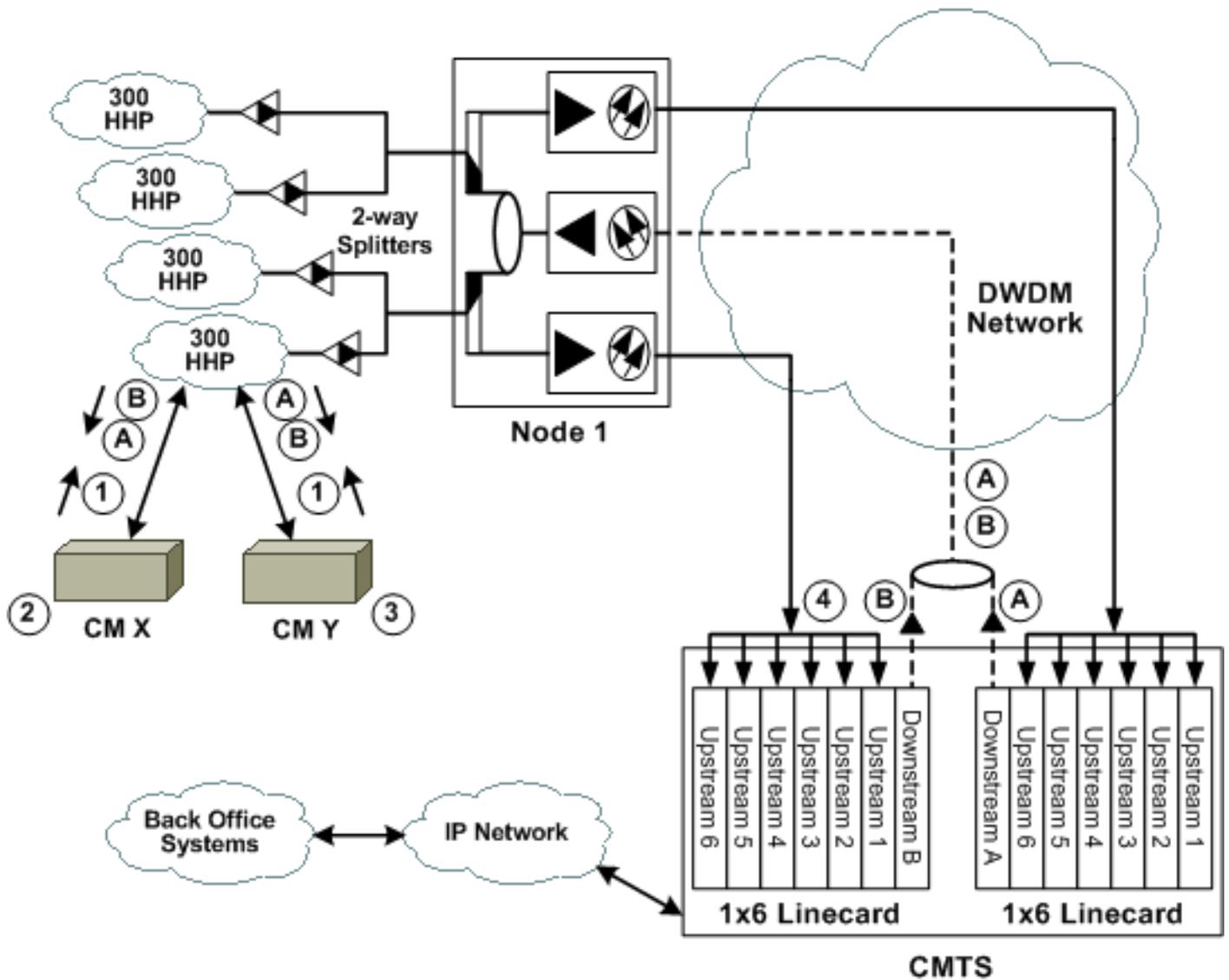
### 解決方法

`no cable downstream override` ケーブル インターフェイス コマンドを発行します。この機能は、複数の DS 周波数が存在するが、モデムは 1 つの US のみに物理的に接続されている場合に実行されます。これは、複数プロバイダーのシナリオ向けではありません。この機能がアクティブになると、モデムは正しい DS 周波数にロックされて最初の UCD で送信を行い、両方の CMTS にヒットし、いずれかの CMTS が DS 周波数のオーバーライドを送信します。したがって、最初の DS 周波数で別の UCD を検出する可能性がなかった場合でも別の DS 周波数でスキャンが開始される場合があります。

## シナリオ 5

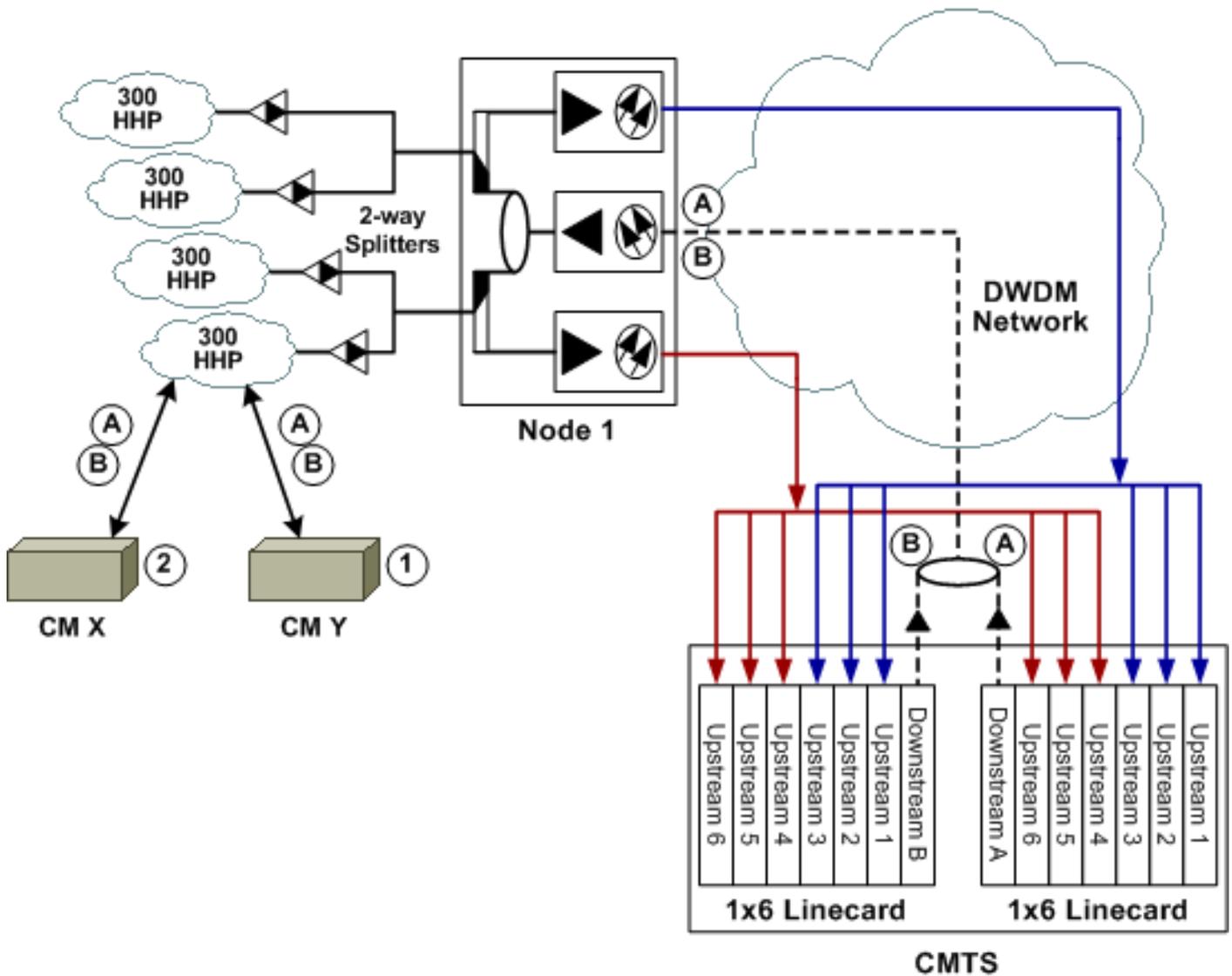
さまざまなラインカードからの 2 つ以上の DS 周波数が別々の US ネットワーク上にあります。

現在の設計は、30 % のデータ浸透と 20 % の音声のために、1x6 ラインカードが 1 個の 600 HHP のノードに必要であることを示しています。



1. XとYの2台のCMは、同じCMTSラインカード(DSAおよびB)に物理的に接続されていますが、US接続に関しては1つのラインカードにのみ接続されています。
2. 新しいCM(X)はDSAにロックされて、US1で送信するように指示するAからのマップを使用して初期化およびレンジングを実行します。
3. 既存のCM(Y)は、DSBのマップに基づいてUS1でトラフィックを送信します。
4. 送信時間が一致し、CMYからのデータがCMXからの送信によって破損します。

## 解決方法



1. CM XとCM Yは両方のCMTSラインカードAとBに物理的に接続されています。両方のCMは両方のDS信号を認識しますが、物理的には各CMTSラインカードの6つのUSポートの3つのみ接続されています。
2. CM Xは DSA にロックされて、US チャンネルへの接続を試みます。DS A では、CM X は US ポート 1 ~ 3 のみに接続されます。ポート 4 ~ 6 は同じ周波数と同じはマップ タイミングを共有します。したがって、これらの周波数をリスニングするポートはすべて、DS A からの同じマップ タイミングを共有します。CM X からの送信は、他のポートまたはラインカードと干渉できません。周波数の例

この問題は uBR7200 シャーシ内のラインカードが同じクロックをソースとしており、誤って同期されているという事実によって軽減されていますが、上記の解決策はさらなる保証を提供します。

**cable downstream override** ケーブル インターフェイス コマンド ( デフォルト ) を発行すると、適切な DS 周波数をモデムにすばやく強制するのに役立ちます。このトポロジは、DS あたり 1200 HHP であるが US あたり 600 HHP など、非対称的なトポロジにノードをセグメント化するためにファイバノードが複数の US レーザートランスミッタを使用する場合に発生します。

## FAQ と注意事項

「time offset」を使用して距離を計算するにはどうすればよいのですか。

次の数式を使用すると、タイム オフセットは CMTS からの物理的な距離と直接関連しています。

$$((\text{tick} / 64) \times (\text{time offset} - \text{magic number}) \times c \times Vp) / 2$$

この数式では、 $c$  は真空での光の速度 ( 186,000 マイル/秒または 984e6 フィート/秒 )、 $Vp$  はメディアを介した伝播の速度 ( ドロップ同軸の場合は 0.82、ハードライン同軸の場合は 0.87、または光ファイバの場合は 0.67 ) です。ラウンドトリップであるため、式全体が 2 で除算されます。以下に、いくつかの例を示します。

$$((6.25e-6 \text{ sec.} / 64) \times (\text{time offset} - \text{magic number}) \times 984e6 \text{ フィート/秒} \times Vp) / 2$$

6 フィートのプラントのタイム オフセットが何であれ、これが除算する magic number であると仮定できません。たとえば、タイム オフセットが 3055 の場合は、2800 を除算し、そこから 6.9 マイルを求めるために計算します。同じ 6 フィートのプラントに同じベンダーまたは異なるベンダーからのさまざまなモデムに対する異なるタイム オフセットが可能です。

インターリーブングはスループットを変更しますか。インターリーブングは、遅延に影響することが想定されますが、オーバーヘッドは増加しません。遅延は、DS や US のスループットまたは両方に影響を与えますか。

interleave-depth の値を減らすと、US PPS レートに影響する DS の処理時間が短縮されるので、アップストリームパフォーマンスに影響を与える可能性があります。また、これはアップストリームの送信機会とその CM での受信を割り当てる、マップ パケット間の送信間隔を減らすことを理解することも重要です。したがって、値が小さい数値に設定された場合はアップストリームの転送レート ( モデムあたりの PPS ) をいくらか増加させます。

デフォルト値は 32 です。インパルスノイズの問題の回避策として、64 または 128 に増やすことができます。この値を増やすと、US のパフォーマンス低下 ( 速度 ) が見られますが、ダウンストリームのノイズ安定性は向上します。つまり、プラントがクリーンな状態でない限り、モデムの接続が失われるといった、ダウンストリームにおける修正不可能なエラーが増えることとなります。

インターリーブを下げると、モデムあたりのスループットは理論的に増加しますが、実際の光ファイバ/同軸ハイブリッド ( HFC ) プラントの遅延によって制限される可能性があります。

Mod Profile の下にある guard-t が 8 シンボルのデフォルトに設定されているのはなぜですか。

guardtime ( guard-t ) は、さまざまなベンダーに応じて CMTS によって異なる可能性があります。仕様では、これを CM および CMTS の両方で発生する 5 シンボルと最大タイミング エラーを合わせた期間以上に設定する必要があるとしています。

ガード タイムは、Cisco CMTS では要求、短いバースト、および長いバーストのために 8、QPSK と QAM では初期バーストとステーション バーストのために 48 に設定されることが確認されています。これは、初期設定とステーション メンテナンスの機会を増やし、実際のデータトラフィックのオーバーヘッド時間は減らしたいため、論理的に聞こえます。

この guardtime は実際のラインカードによっても異なります。Texas Instruments ( TI ) アップストリーム チップを使用する MC5x20S は 22 シンボルの保護帯域を必要とする一方で、新しい Broadcom チップを使用する MC28U はバースト サイズによって異なる保護帯域を必要とします。

スクランブラとはアナログ レベルのランダム化またはデータ レベルのマンチェスター コーディ

ングのようなものですか。これは密度または異なるシンボルを持つ QAM チップのためのものですか。

スクランブラは、データ レベルのマンチェスター コーディングのようなもので、絶対にオフにしないでください。スペクトル アナライザでピークホールドを使用して表示すると、周波数のトレースに「batman」効果が発生します。

バーストの長さはミニスロット単位またはバイト単位ですか。最大バーストを設定するコマンドは DOCSIS コンフィギュレーション ファイルにありますか。

バーストの長さはバイト単位です。本来は、255 が有効な番号のミニスロット単位でした ( 現在、255 は DOCSIS で無効です )。この値は、0 またはイーサネット フレームよりも大きい数値に設定する必要があります。

バーストの長さはユーザに固有のパラメータで、別のユーザとして同じチャネルで同じバーストタイプを使用する場合でもユーザによって異なることがあります。この設定がない場合は、バースト サイズはその他の設定で制限されることを意味します (たとえば、DOCSIS コンフィギュレーション ファイル)。DOCSIS コンフィギュレーション ファイルで 0 の値を設定すると、バーストの長さは可変になり (固定されていない)、モデムは要求に応じてバーストできるようになります。

値 0 は、DOCSIS 1.1 モデムでは機能しません。この値は、2000 以下にする必要があります。この値を 5000 に設定すると、3 つの 1518 バイトのイーサネット フレームで連結を使用できますが、これを許可しない Broadcom チップでは問題となります。この値は、4096 バイト以下にする必要があります。

1522 を超える数値は、固定された制限にモデムの要求を限定します。最新の BC コードには、デフォルトで 2000 バイトに設定される **cable default-phy-burst** コマンドがあります。このコマンドは、DOCSIS コンフィギュレーション ファイルで max-burst が 0 に設定されたままの状態 (通常は不正) であっても、アップストリームの連結がアクティブ化された DOCSIS 1.1 コードを実行している場合はモデムがオンラインになるようにします。通常、モデムは **show cable modem** コマンドで **reject(c)** を取得するはずですが、この新しいコマンドはこれを上書きします。

フラグメンテーションの実装は、これまでに可能であったよりも多くの連結をモデムが行えるようにします。これを無効にするには、**default-phy-burst** コマンドを 0 に設定します。

短いバーストと長いバーストを構成するものは何ですか。

1.6 MHz のチャネル幅で QPSK の 8 ティックにミニスロットを選択すると、すべてのミニスロットは次のように 16 バイトになります。

$1.28 \text{ Msym/秒} \times 2 \text{ ビット/シンボル} \times 1 \text{ バイト/8 ビット} \times 8 \text{ ティック/ミニスロット} \times 6.25 \text{ }\mu\text{s/ティック} = 16 \text{ バイト/ミニスロット}$

変調プロファイルにおける短い Interval Usage Code ( IUC ) の標準の最大バースト サイズの設定は、6 ミニスロットです。16 × 6 = 96 バイトであるため、96 バイト以下のすべてのバーストはショート グラントを使用します。ショート グラント IUC は、TCP 確認応答と 64 バイトのイーサネット フレームを対象としています。

500 マップ/秒に相当する 2 ミリ秒ごとにマップが送信されます。マップは約 60 バイトで、ブレードまたは uBR 全体の US ポートの数によってサイズを変更します。したがって、500 マップ/秒/US となるため、1x6 カードの場合はマップのみの DS オーバーヘッドは約 1.5 Mbps になる可能性があります。

マップと Moving Picture Expert Group ( MPEG ) のフレームは関係ありません。すべてのイーサネット パケットは、MPEG-TS ペイロードで送信されます。各 MPEG-TS フレームの 184/4 バイトは、イーサネット パケットでオーバーレイされる連続的なバイトのシーケンスを作成します。マップは、イーサネット パケットです。その長さは、含まれる IUC の数によって異なります。データ パケット、要求スロット、メンテナンス間隔など、各アップストリームの送信機会あたり 1 つの IUC があります。マップのサイズは、選択された US 変調と帯域幅 ( BW ) に応じて変更できます。

マップは 2 ~ 8 ミリ秒の間で変化する場合があります。2 ミリ秒は使用される最小値で、8 ミリ秒は 1518 バイトのフレームとその他のデータを送信するためにかかる時間です。小さなマップは要求と認可の遅延を減らすため、より適しています。

マップは CPU のほか、ダウンストリーム BW にもヒットします。uBR あたり 12000 に相当する、500 マップ/US × 6 US × 4 ラインカードを使用できます。通常は、250 マップ/秒/US に近くなります。

3 個のノードのグループが異なる周波数でデンス モードの組み合わせのために接続されている場合、異なる Rx 周波数を介した CM の分配はどのように行われますか。この場合、ロード バランシングと冗長はどのように実行されますか。

最初は、UCD メッセージを受信するアップストリーム チャンネルを選択するのはケーブル モデムです。ベンダーの実装またはモデムが最後の US 周波数をキャッシュしたかどうかによって、ケーブル モデムは最初の使用可能なアップストリーム チャンネルを必ず選択したり、使用できるオプションの中からランダムに選択したりする場合があります。

新しい Cisco IOS ソフトウェア コードは、US ポート全体でモデムを均等にプロビジョニングするために、半ばランダムな方式で UCD を送信します。ただし、DOCSIS コンフィギュレーション ファイルを使用して特定の US ポートに特定のモデムを強制できるようにする必要があります。

アドミッション制御とモデムあたり最小保証されたアップストリーム帯域幅を組み合わせると、CMTS は設定したアドミッション制御のしきい値に到達したときに特定のモデムでプロビジョニングできないようにします。このしきい値は、10 % と 1000 % の間で設定できます。

使用可能な CM が多いと、レンジングする必要のある UCD が多くなることを意味し、これらをプロビジョニングするのに時間がかかることを意味します。

12.2(15)BC1 以降の Cisco IOS ソフトウェア リリースでは、ダイナミック ロード バランシングと呼ばれる機能が導入され、モデム数または実際の使用率や負荷に基づいてモデムをバランシングするように設定できます。

## 関連情報

- [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](#)