

# ライン減損の理解

## 内容

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[表記法](#)

[回線の障害](#)

[最も一般的な回線シェープ障害](#)

[長いサブスクライバループ](#)

[ロードコイル](#)

[PCM トランスコーディング およびnon-PCM 変調](#)

[関連情報](#)

## 概要

このドキュメントでは、show modem operational-status コマンドで報告される回線シェープパラメータを調べることで識別可能な最も一般的な障害について説明します。このコマンドについては、「Inspecting Individual Modems with the show modem operational-status Command」の項の「Overview of General Modem and NAS Line Quality」でも説明しています。

## 前提条件

### 要件

このドキュメントに特有の要件はありません。

### 使用するコンポーネント

このドキュメントの内容は、特定のソフトウェアやハードウェアのバージョンに限定されるものではありません。

### 表記法

ドキュメント表記の詳細は、『[シスコ テクニカル ティップスの表記法](#)』を参照してください。

## 回線の障害

回線の障害は、次の 3 つのカテゴリに分類できます。

- ・減衰：元の信号プロパティの損失。
- ・ひずみ：元の信号プロパティの変更。
- ・ノイズ：元の信号に属さないプロパティの導入。

以下の表に、この3つの障害の詳細を記載します。

障害	説明
減衰	<ul style="list-style-type: none"> <li>・チャンネル減衰 周波数応答信号レベル回線品質</li> <li>・ループ減衰</li> <li>・デジタル減衰</li> <li>・ロード コイル ( 通常、18000 フィートを超える長さのサブスクライバループの場合 )</li> </ul>
ひずみ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パルス符号変調 ( PCM ) の歪み: コーディング追加トランスコーディング第6フレームごとの robbed ビットシグナリング ( RBS ) クロックドリフト</li> <li>・高調波ひずみ</li> <li>・混変調ひずみ</li> <li>・アナログとデジタル間の追加変換</li> <li>・適応差分 PCM ( ADPCM ) と PCM 以外の変調</li> <li>・振幅のひずみ ジッターふらつきゲイン ヒット数デジタル パディング</li> <li>・周波数のひずみ Offset 反射損失 ( 一部の周波数。特にブリッジ タップからの周波数 )</li> <li>・干渉 ( 一部の周波数 )</li> <li>・位相のひずみ ヒット件数ジッターふらつき</li> <li>・エンドツーエンドの遅延 ( 特に衛星リンク )</li> <li>・遅延のひずみ</li> <li>・Echo 近端遠端[その他 ( Others ) ]</li> <li>・折り重なりひずみ</li> <li>・非線形ひずみ</li> </ul>
ノイズ ( 白および色付き )	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インパルス</li> <li>・背景</li> <li>・サーマル</li> <li>・量子化</li> <li>・クロストーク ( 他のサービスと電源を含む )</li> <li>・周波数 ( 不良スプリッタ )</li> <li>・CPU からの干渉</li> </ul>

エンドツーエンドのプロープによってモデムで取得した集約値だけを基にして、特定の回線の品

質が低下している理由を推測するのは難しいことがあります。障害の原因は多数あり、そのそれぞれに各種の変形や重なりがあります。たとえば、以下の表に示すように、信号品質 (SQ) パラメータでは、信号レベルと平均シンボル エラー (決定エラー、イコライザ エラー、トレリス エラーなど) に基づく回線ビット エラー レート (BER) を見積ることができます。

SQ	BER
7 6 5 4 3	検出不能 検出不能 10E-6 10E-6 10E-4 10E-2
2 1 0	10E-2 接続なし

ただし、コールパスでエラーが導入された正確な場所やエラーの特性を識別することはできません。

回線シェープも、もう一つの不可欠な回線品質パラメータです。これは、初期トレーニングシーケンスの (フェーズ 1 の V.8 ネゴシエーションの後の) フェーズ 2 の一環として、モデムが両端で実行する回線プローブの結果です。回線プローブ中に、音声帯域の周波数範囲全体が、150 Hz 単位の「大音量」信号 (通常レベルより 6 dB 大きい音) でテストされます。フェーズ 2 が終了するまでに、両端のモデムは独自の回線シェープマップを取得します。

## 最も一般的な回線シェープ障害

長いアンロード回線と長いロード回線のシェープは異なります。アンロード回線では、1kHz から 3750Hz までの範囲にわたり、フェーディング (周波数によって徐々に増加する減衰) が表れます。そのような回線にロードコイルを追加すると、特定の周波数 (通常は、3000 ~ 3400Hz の範囲) を超えるとロールオフが急増しますが、その周波数未満ではフェーディングが防止されません。

この仕組みについて、例を用いて説明します。まず、非常に短い、単純な旧式の電話サービス (POTS) 回線のシェープの例をご覧ください。

Level	Frequency																				Attenuation						
	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100	2250	2400	2550	2700	2850	3000		3150	3300	3450	3600	3750	
-22	.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	.	.	1	
-24	x	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	.	3	
-26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	5
-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7
-30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9

450 ~ 3300Hz で応答が一定していることがわかります。ループ長の特徴であるフェーディングは見られません。150Hz の時点でわずかなロールオフが発生し、3450 ~ 3750Hz にかけて増加していきます。エッジでのロールオフは、純粋に、コーデックの前のアナログ/デジタル ロジックで POTS 回線に適用された lowpass フィルタの特性です。以下の回線シェープのサンプル出力をご覧ください。

```

150 .....*
300 .....*
450 .....*
600 .....*
750 .....*
900 .....*
1050 .....*
1200 .....*
1350 .....*
1500 .....*

```

1650 .....\*

1800 .....\*

1950 .....\*

2100 .....\*

2250 .....\*

2400 .....\*

2550 .....\*

2700 .....\*

2850 .....\*

3000 .....\*

3150 .....\*

3300 .....\*

3450 .....\*

3600 .....\*

3750 .....\*

### 長いサブスクライバループ

3 マイルのアンロード回線を適用すると、フェーディングが増加します。300Hz では -2dB の減衰が徐々に増えて、3600Hz では -12dB になります。その結果、シェープは以下ようになります。

Level	Frequency																				Attenuation						
	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100	2250	2400	2550	2700	2850	3000		3150	3300	3450	3600	3750	
-22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
-24	.	x	x	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
-26	x	X	X	X	X	X	X	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
-30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	9
-32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x	.	.	11
-34	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	.	.	13
-36	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	.	15
-38	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	.	17
-40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	.	19

以下に、回線シェープのサンプル出力を示します。

150 .....\*

300 .....\*

450 .....\*

600 .....\*

750 .....\*

900 .....\*

1050 .....\*

1200 .....\*

1350 .....\*

1500 .....\*

1650 .....\*

1800 .....\*

1950 .....\*

2100 .....\*

2250 .....\*

2400 .....\*

2550 .....\*

2700 .....\*

2850 .....\*

3000 .....\*

3150 .....\*

3300 .....\*

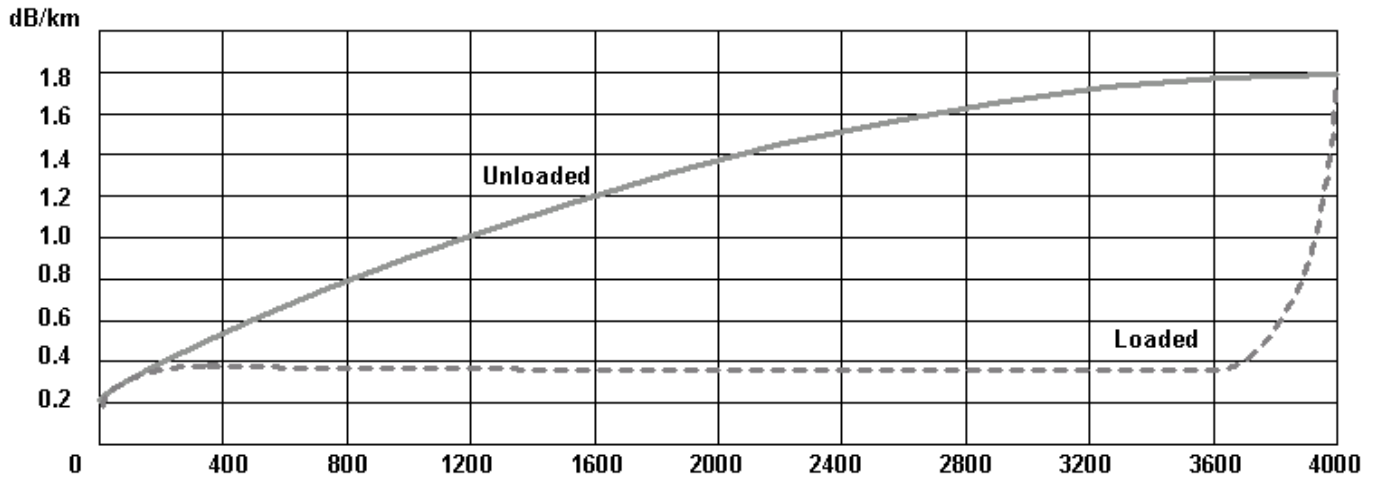
3450 .....\*

3600 .....\*

3750 .....\*

# ロードコイル

ロードコイルは音声周波数帯域で回線特性を大幅に改善しますが、より高い周波数では犠牲が伴います。



ロードコイルを使用すると、前述の3マイルのループでのロールオフポイントは、3300 Hzのあたりになります。

Level	Frequency																	Attenuation								
	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100	2250	2400	2550		2700	2850	3000	3150	3300	3450	3600	3750
-22	.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	.	.	.	.	.	1
-24	x	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	.	.	.	.	3
-26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	.	.	.	5
-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	.	.	.	7
-30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	.	.	.	9

ロードコイルは、コイルのロールオフポイントより下のフェーディングに比例した周波数に信号レベルのブーストを適用し、ロールオフポイントより上の周波数をなくします。以下に、回線シェープのサンプル出力を示します。

```

150 .....*
300 .....*
450 .....*
600 .....*
750 .....*
900 .....*
1050 .....*
1200 .....*
1350 .....*
1500 .....*
1650 .....*
1800 .....*
1950 .....*
2100 .....*
2250 .....*
2400 .....*
2550 .....*
2700 .....*
2850 .....*
3000 .....*
3150 .....*
  
```

3300 .....\*  
 3450 ..\*  
 3600 .\*  
 3750 .\*

## PCM トランスコーディング およびnon-PCM 変調

デュアル コーデックを使用した短いループのシェープは、ロード コイルを使用した長いループのシェープと非常によく似ています。これらを区別する 1 つの方法として、デュアル コーデックでは 150Hz でロールオフが増加します。

.....*	150.....*
.....*	300.....*
.....*	450.....*
.....*	600.....*
.....*	750.....*
.....*	900.....*
.....*	1050.....*
.....*	1200.....*
.....*	1350.....*
.....*	1500.....*
.....*	1650.....*
.....*	1800.....*
.....*	1950.....*
.....*	2100.....*
.....*	2250.....*
.....*	2400.....*
.....*	2550.....*
.....*	2700.....*
.....*	2850.....*
.....*	3000.....*
.....*	3150.....*
.....*	3300.....*
.....*	3450.....*
.....*	3600.....*
.....*	3750.....*

64 Kbps のデータ ストリームを必要とする PCM 変調とは異なり、ADPCM は 32 Kbps、さらにはわずか 16 Kbps で機能します。ゲインは、通常の会話中では、人の声のプロパティが徐々に変わるという事実に基づいています。絶対値の代わりにデルタ値を送信することで、複数の音声チャンネルを 64 Kbps ストリームに圧縮することが可能になります。この基本的な前提は、モデム接続には当てはまりません。

150.....*
300.....*
450.....*
600.....*
750.....*
900.....*
1050.....*
1200.....*
1350.....*
1500.....*
1650.....*
1800.....*
1950.....*
2100.....*
2250.....*
2400.....*
2550.....*

2700 .....\*  
2850 .....\*  
3000 .....\*  
3150 .....\*  
3300 .....\*  
3450 .....\*  
3600 .\*  
3750 .\*

150 Hz でのロールオフの増加とハイエンドでの周波数の排除に加え、ADPCM の信号対雑音比 (SNR) が低くなることもよくあります。V.34 モデルでは、高いシンボル レートを使用することもできますが、通常は、レートを最大 2743 ボーに制限することが推奨されます。

最近では、音声を 8 Kbps 以下のデータ ストリームにフィルタリングする圧縮技術が増えていることから、モデム接続への悪影響が深刻化しています。たとえば 2.4 Kbps 以下でも、モデムの接続を維持することは可能です。ただし、そのようなリンクでユーザ データの送信に成功するとは限りません。

## [関連情報](#)

- [モデムの送受信レベルの理解を参照してください。](#)
- [モデムのトラブルシューティング](#)
- [アクセスダイヤル テクノロジーのサポート](#)
- [テクニカルサポート - Cisco Systems](#)