

目次

[概要](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[表記法](#)

[音声対応ルータ ネットワークのためのダイヤル プランの設計](#)

[北米番号計画](#)

[セントラル オフィス コード](#)

[アクセス コード](#)

[CCITT 国際番号計画](#)

[アクセス コード：国際ダイヤル](#)

[国番号](#)

[トラフィック エンジニアリング](#)

[想定される送信元](#)

[トラフィックの着信特性](#)

[損失コールの処理](#)

[スイッチによるトランク割り当ての処理方法](#)

[ゲイン/損失計画](#)

[構内交換機 \(PBX\)](#)

[PBX インターフェイス](#)

[Cisco MC3810 の設計と設置](#)

[クロッキング計画](#)

[階層同期](#)

[PRS でトレース可能な基準のソース](#)

[同期インターフェイスに関する考慮事項](#)

[シグナリング](#)

[シグナリング システムのアプリケーションとインターフェイスの要約](#)

[北米での慣例](#)

[DTMF のペア](#)

[北米で一般的に使われている可聴音](#)

[北米で使われているコール プログレス トーン](#)

[単一周波数のインバンド シグナリング](#)

[サイト準備ガイド](#)

[ハンティング グループおよび優先順位設定](#)

[ツール](#)

[承認計画](#)

[トラブルシューティングのヒント](#)

[関連情報](#)

概要

このドキュメントでは、音声テクノロジーの設計と実装の原則について説明します。

前提条件

要件

このドキュメントに関する固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。

音声対応ルータ ネットワークのためのダイヤルプランの設計

ダイヤルプランという名称になじみのある方は、それほど多くないでしょう。ただし、これは大部分の方が習慣的に使用しているものです。北米の電話ネットワークは、エリアコードと7桁の電話番号で構成される10桁のダイヤルプランに従って設計されています。エリアコード内の電話番号の場合は、7桁のダイヤルプランが公衆電話交換網 (PSTN) で使われることとなります。電話交換機 (Centrex など) には、該当するサービスに加入している特定のユーザが、特別な5桁のダイヤルプランを使用できる機能が用意されています。また、Private Branch Exchanges (PBX) を使用すると、3 ~ 11桁の可変長ダイヤルプランを使用することもできます。ダイヤルプランには、特定の電話番号にかけるユーザ用の具体的なダイヤルパターンが含まれます。アクセスコード、エリアコード、専用コード、ダイヤルする桁数の組み合わせは、すべて特定のダイヤルプランの一部となります。

ダイヤルプランの設計には、お客様のネットワークトポロジ、現在の電話番号ダイヤルパターン、推奨されるルータ/ゲートウェイの位置、トラフィックのルーティング要件に関する情報が求められます。設計するダイヤルプランが、外部の音声ネットワークからのアクセスがないプライベートな内部音声ネットワークで使用される場合、電話番号は任意の桁数に設定できます。

ダイヤルプランの設計プロセスでは、まず、設置する機器と接続先となるネットワークについて特定の情報を集めます。ネットワーク内のユニットごとに、[サイト準備チェックリスト](#)を記入してください。この情報とネットワーク図を組み合わせ、番号計画の設計とそれに対応する設定の基盤にします。

ダイヤルプランは接続先の電話ネットワークに関連付けられます。一般的にダイヤルプランは、[番号計画](#)と、ネットワークで予想される音声コール件数で示したトラフィック量に基づいて決定します。

Cisco IOS® ダイヤルピアの詳細については、次のドキュメントを参照してください。

- [ボイス - Cisco IOS プラットフォームにおけるダイヤルピアとコールレグについて](#)
- [Cisco IOS プラットフォームにおける着信および発信ダイヤルピアについて](#)
- [Cisco IOS プラットフォームにおける着信および発信ダイヤルピアの照合方法について](#)

北米番号計画

北米番号計画 (NANP) は 10 桁のダイヤルプランで構成されています。この計画は 2 つの基本部分に分かれています。最初の 3 桁は番号計画エリア (NPA) で、一般的に「エリアコード」と呼ばれています。そして、残りの 7 桁も 2 つの部分に分かれており、最初の 3 桁は[セントラルオフィス \(CO\) コード](#)を表し、残りの 4 桁はステーション番号を表します。

NPA (エリアコード) は、次の形式で提供されます。

- N 0/03/01/02N は、2 ~ 9 の値です。2 桁目は、0 ~ 8 の値です。3 桁目は、0 ~ 9 の値です。

2 桁目が 0 ~ 8 に設定されている場合は、番号が 10 桁なのか 7 桁なのかがすぐにわかります。2 桁目と 3 桁目がどちらも「1」の場合は、特殊なアクションを意味します。

- 211 = 予約済み
- 311 は = 予約しました。
- 411 = 電話番号案内
- 511 は = 予約しました。
- 611 = 修理サービス
- 711 は = 予約しました。
- 811 = ビジネス オフィス
- 911 = 緊急

さらに、NPA コードではサービスアクセスコード (SAC) もサポートしています。このコードは、700、800、900 の各サービスをサポートしています。

セントラル オフィスコード

CO コードは、サービスを提供しているベル電話運営会社 (BOC) によって、NPA 内に割り当てられています。次の CO コードは専用の使用目的で予約済みです。

- 555 = 有料電話番号案内
- 844 = 時報
- 936 = 天気予報サービス
- 950 = Feature Group 「B」 アクセスでの長距離通信事業者 (IXC) へのアクセス
- 958 = プラント テスト
- 959 = プラントテスト
- 976 = 情報配信サービス

一部の「NN0」(最後の桁が「0」)のコードは、予約済みになっています。

アクセスコード

通常、「1」は長距離有料通話を示す 1 桁目として送信されます。ただし、次の特殊な 2 桁のプレフィクスコードも使用されています。

- 00 = 中継オペレータの取次ぎ
- 01 = 国際直接ダイヤル通話 (IDDD) 用に使用
- 10 = 10XXX シーケンスの一部として使用。「XXX」には、同等のアクセス IXC を指定します。

- 11 = カスタムのコーリング サービス用のアクセスコード。デュアル トーン多重周波数 (DTMF) の「*」キーによって実現する機能と同じです。

10XXX シーケンスは、キャリア アクセスコード (CAC) を表します。「XXX」は、ベルコアを通じて通信業者に割り当てられる、次のような 3 桁の数字です。

- 031 = ALC/Allnet
- 222 = MCI
- 223 = Cable and wireless
- 234 = ACC Long Distance
- 288 = AT&T
- 333 = Sprint
- 432 = Litel (LCI International)
- 464 555 = WilTel
- 488 = Metromedia Communication

新たに 1010XXX および 1020XXX というアクセスコードが追加されています。最新のリストについては、現地の電話帳を確認してください。

CCITT 国際番号計画

1960 年代初頭、国際電信電話諮問委員会 (CCITT) は世界全体を次の 9 ゾーンに分割した番号計画を策定しました。

- 1 = 北米
- 2 = アフリカ
- 3 = ヨーロッパ
- 4 = ヨーロッパ
- 5 = 中南米
- 6 = 南太平洋
- 7 = USSR
- 8 = 極東
- 9 = 中東および東南アジア

さらに、それぞれの国には 国番号 (CC) が割り当てられています。この番号の長さは、1 桁、2 桁、または 3 桁で、1 桁目がゾーンの番号になっています。

国際電気通信連合電気通信標準化部門 (ITU-T) (旧 CCITT) が推奨する方式は、勧告 E.123 で規定されています。国際形式の番号はプラス記号 (+) で始まり、その後に国番号、存在する場合は電話加入者中継線ダイヤル通話 (STD) コード (共通 STD/エリアコードのプレフィックス番号または長距離アクセス番号を付けない)、そして市内番号と続きます。次の番号 (例として使用) は、使用されている形式の一部です。

都市	国内番号	国際形式
トロント (カナダ)	(416) 872-2372	+ 1 416 872 2372
パリ (フランス)	01 33 33 33 33	+ 33 1 33 33 33 33
バーミンガム (イギリス)	(0121) 123 4567	+ 44 121 123 4567

コロン (パナマ)	441-2345	+ 507 441 2345
東京 (日本)	(03) 4567 8901	+ 81 3 4567 8901
香港	2345 6789	+ 852 2345 6789

ほとんどの場合、STD コードの最初の 0 は、国際形式番号には含めません。国の中には、9 という共通プレフィックスを使用しているところもあります (コロンビア、以前のフィンランドなど)。プレフィックスがエリアコードに入っていない一部の国 (北米、メキシコなど) の STD コードは、そのまま使用されています。

上記の表から分かるように、国番号「1」は、NANP の対象となる米国、カナダ、カリブ海諸国で使用されています。アメリカやカナダの電話会社は、他の国ほどこの情報を広めていません。「1」は、国内の長距離電話で最初にダイヤルします。偶然ですが国番号と同じ 1 です。

プラス記号の後ろに来る数字が、国際電話で使用する番号です (つまり、電話会社の海外ダイヤルコード、次に + の後ろに国際番号がきます)。

[アクセスコード : 国際ダイヤル](#)

国際ダイヤルのアクセスコードは、国際通話の発信元になる国によって異なります。最も一般的な国際プレフィックスは 00 です (その後に国際形式番号が続きます)。ITU-T 勧告では、推奨コードとして 00 を指定しています。特に EU 加盟国では、標準の国際アクセスコードとして 00 を採用しています。

[国番号](#)

国番号	国、地域	サービスノート
0	予約済み	a
1	アンギラ	b
1	アンチグアバーブーダ	b
1	バハマ	b
1	バルバドス	b
1	バミューダ	b
1	英領ヴァージン諸島	b
1	カナダ	b
1	ケイマン諸島	b
1	ドミニカ共和国	b
1	グレナダ	b
1	ジャマイカ	b
1	モンセラット	b
1	プエルトリコ	b

1	セントクリストファー・ネイビス	b
1	セントルシア	b
1	セントビンセント・グレナディーン	b
1	トリニダードトバゴ	b
1	タークス・カイコス諸島	b
1	アメリカ合衆国	b
1	米領ヴァージン諸島	b
20	エジプト	
21	アルジェリア (民主人民共和国)	b
21	リビア (社会主義人民リビア・アラブ国)	b
21	モロッコ (王国)	b
21	チュニジア	b
220	ガンビア (共和国)	
221	セネガル (共和国)	
222	モーリタニア (イスラム共和国)	
223	マリ (共和国)	
224	ギニア (共和国)	
225	コートジボワール (共和国)	
226	ブルキナファソ	
227	ニジェール (共和国)	
228	トーゴ (共和国)	
229	ベナン (共和国)	
230	モーリシャス (共和国)	
231	リベリア (共和国)	
232	シエラレオネ	
233	ガーナ	
234	ナイジェリア (連邦共和国)	
235	チャド (共和国)	
236	中央アフリカ共和国	
237	カメルーン (共和国)	
238	カーボベルデ (共和国)	
239	サントメ・プリンシペ (民主共和国)	
240	赤道ギニア (共和国)	
241	ガボン共和国	
242	コンゴ (共和国)	
243	ザイール (共和国)	
244	アンゴラ (共和国)	
245	ギニアビサウ (共和国)	
246	ジエゴ・ガルシア島	

247	アセンション島	
248	セイシェル (共和国)	
249	スーダン (共和国)	
250	ルワンダ共和国	
251	エチオピア	
252	ソマリア (民主共和国)	
253	ジブチ (共和国)	
254	ケニア (共和国)	
255	タンザニア (連合共和国)	
256	ウガンダ (共和国)	
257	ブルンジ (共和国)	
258	モザンビーク (共和国)	
259	ザンジバル (タンザニア)	
260	ザンビア (共和国)	
261	マダガスカル (共和国)	
262	レユニオン島 (フランス海外県)	
263	ジンバブエ (共和国)	
264	ナミビア (共和国)	
265	マラウイ	
266	レソト (王国)	
267	ボツワナ (共和国)	
268	スワジランド (王国)	
269	コモロ (イスラム連邦共和国)	c
269	マヨット (フランス海外県)	c
270	南アフリカ (共和国)	c
280- 289	スベア コード	
290	セントヘレナ島	d
291	エリトリア	
292- 296	スベア コード	
299	グリーンランド (デンマーク)	
30	ギリシャ	
31	オランダ (王国)	
32	ベルギー	
33	フランス	
33	モナコ (公国)	b
34	スペイン	b
350	ジブラルタル	
351	ポルトガル	

352	ルクセンブルク	
353	アイルランド	
354	アイスランド	
355	アルバニア (共和国)	
356	マルタ	
357	キプロス (共和国)	
358	フィンランド	
359	ブルガリア (共和国)	
36	ハンガリー (共和国)	
370	リトアニア (共和国)	
371	ラトビア (共和国)	
372	エストニア (共和国)	
373	モルドバ (共和国)	
374	アルメニア (共和国)	
375	ベラルーシ (共和国)	
376	アンドラ (公国)	
377	モナコ (公国)	e
378	サン・マリノ (共和国)	f
379	バチカン市国	
380	ウクライナ	
381	ユーゴスラビア (連邦共和国)	
382- 384	スペア コード	
385	クロアチア (共和国)	
386	スロベニア (共和国)	
387	ボスニア・ヘルツェゴビナ (共和国)	
388	スペア コード	
389	マケドニア (旧ユーゴスラビア共和国)	
39	イタリア	
40	ルーマニア	
41	リヒテンシュタイン (公国)	
41	スイス (連邦)	b
42	チェコ共和国	b
42	スロバキア (共和国)	b
43	オーストリア	b
44	イギリス (グレート・ブリテンおよび北ア イルランド連合王国)	
45	デンマーク	
46	スウェーデン	
47	ノルウェー	

48	ポーランド (共和国)	
49	ドイツ (連邦共和国)	
500	フォークランド諸島 (マルビナス諸島)	
501	ベリーズ	
502	グアテマラ (共和国)	
503	エルサルバドル (共和国)	
504	ホンジュラス (共和国)	
505	ニカラグア	
506	コスタリカ	
507	パナマ (共和国)	
508	サンピエール島・ミクロン島 (フランス海外準県)	
509	ハイチ (共和国)	
51	ペルー	
52	メキシコ	
53	キューバ	
54	アルゼンチン共和国	
55	ブラジル (連邦共和国)	
56	チリ	
57	コロンビア (共和国)	
58	ベネズエラ (共和国)	
590	グアドループ島 (フランス海外県)	
591	ボリビア (共和国)	
592	ガイアナ	
593	エクアドル	
594	ギアナ (フランス海外県)	
595	パラグアイ (共和国)	
596	マルティニーク島 (フランス海外県)	
597	スリナム (共和国)	
598	ウルグアイ (東方共和国)	
599	オランダ領アンティル諸島	
60	マレーシア	
61	オーストラリア	i
62	インドネシア (共和国)	
63	フィリピン (共和国)	
64	ニュージーランド	
65	シンガポール (共和国)	
66	タイ	
670	北マリアナ諸島 (連邦)	

671	グアム	
672	オーストラリアの外部領土	j
673	ブルネイ・ダルサラーム	
674	ナウル (共和国)	
675	パプアニューギニア	
676	トンガ (王国)	
677	ソロモン諸島	
678	バヌアツ (共和国)	
679	フィジー (共和国)	
680	パラオ (共和国)	
681	ワリー・エ・フトゥーナ諸島 (フランス海外領)	
682	クック諸島	
683	ニウエ	
684	米サモア	
685	西サモア (独立国)	
686	キリバス (共和国)	
687	ニューカレドニア (フランス海外領)	
688	ツバル	
689	ポリネシア (フランス海外領)	
690	トケラウ	
691	ミクロネシア (連邦)	
692	マーシャル諸島 (共和国)	
693-699	スペア コード	
7	カザフスタン (共和国)	b
7	キルギス共和国	b
7	ロシア連邦	b
7	タジキスタン (共和国)	b
7	トルクメニスタン	b
7	ウズベキスタン (共和国)	b
800	予約済み : UIFS への割り当てを検討中	
801-809	スペア コード	d
81	日本	
82	韓国 (大韓民国)	
830-839	スペア コード	d
84	ベトナム (社会主義共和国)	
850	北朝鮮 (朝鮮民主主義人民共和国)	

851	スペアコード	
852	香港	
853	マカオ	
854	スペアコード	
855	カンボジア(王国)	
856	ラオス人民民主共和国	
857 - 859	スペアコード	
86	中国(中華人民共和国)	g
870	予約済み: Inmarsat SNAC トライアル	
871	Inmarsat(大西洋: 東側)	
872	Inmarsat(太平洋)	
873	Inmarsat(インド洋)	
874	Inmarsat(大西洋: 西側)	
875 - 879	予約済み: 海上移動業務用途	
880	バングラデシュ(人民共和国)	
881 - 890	スペアコード	d
890 - 899	スペアコード	d
90	トルコ	
91	インド(共和国)	
92	パキスタン(イスラム共和国)	
93	アフガニスタン(イスラム共和国)	
94	スリランカ(民主社会主義共和国)	
95	ミャンマー(連邦)	
960	モルジブ(共和国)	
961	レバノン	
962	ヨルダン(ハシミテ王国)	
963	シリアアラブ共和国	
964	イラク(共和国)	
965	クウェート(国)	
966	サウジアラビア(王国)	
967	イエメン(共和国)	
968	オマーン(スルタン国)	
969	予約済み: 現在調査のため予約済み	
970	スペアコード	
971	アラブ首長国連邦	h
972	イスラエル(国)	

973	バーレーン (国)	
974	カタール (国)	
975	ブータン (王国)	
976	モンゴル	
977	ネパール	
978 - 979	スペア コード	
98	イラン (イスラム共和国)	
990 - 993	スペア コード	
994	アゼルバイジャン共和国	
995	グルジア (共和国)	
996 - 999	スペア コード	

サービス ノート :

- a : 1996 年 12 月 31 日まで割り当ては実行できなかった。
- b : 統合番号計画。
- c : マヨット島とコモロ (イスラム連邦共和国) で共有されるコード。
- d : 10 グループの 3 桁コードをすべて使い尽くした場合のみ、割り当てられる。
- e : 1994 年 12 月 17 日以前、アンドラの一部では国番号 33 と 34 が使われていた。
- f : 今後モナコで使用するために予約、または割り当てられている (コード 33 を参照) 。
- g : 参考 : 10.XII.1980 の通知第 1157 は台湾の地域に、コード 866 割り当てられます。
- h : U.A.E. : アブダビ、アジマン、ドバイ、フジャイラ、ラス アル カイマ、シャールジャ、ウム アル カイワイン
- i : オーストラリア外部領土のインド洋に浮かぶココス諸島、キーリング諸島を含む。
- j : オーストラリアの南極基地、クリスマス島、ノーフォーク島を含む。

トラフィック エンジニアリング

従来の音声ネットワークに当てはめて考えた場合、トラフィック エンジニアリングとは一定期間に要求された音声コール量を伝送するために必要なトランク数を決定する作業ということになります。また、X ネットワーク経由の音声の設計者にとっては、トランク数を適切に調整し、決定したトランク数を伝送できる適切な帯域幅の量をプロビジョニングすることが目標となります。

考慮すべき接続タイプは 2 種類で、回線とトランクです。回線を使用すると、電話機を PBX や CO スイッチなどの電話交換機に接続できます。トランクはスイッチどうしを接続します。トランクの例としては、PBX を相互接続しているタイラインを挙げることができます (「タイライン」に使われている「ライン」という言葉は無視してください。実際にはトランクのことです) 。

必要な電話機の本数は通常、同時に発信するコール数よりも多いため、企業ではコンセントレータの役目を果たすスイッチを使用することになります。たとえば、ある企業では電話機 600 台を PBX に接続しています。ただし、PBX を CO スイッチに接続しているトランクは 15 しかありません。

X ネットワーク経由の音声のトラフィック エンジニアリングは、5 つの手順で実施します。

手順は次のとおりです。

- 既存の音声トラフィック データを集めます。
 - グループ別にトラフィックを分類します。
 - トラフィックに対応するために必要な物理トランクの数を決定します。
 - 適切なトランク構成を決定します。
 - トラフィックのアーラン数を 1 秒あたりのパケット数やセル数に変換します。
1. 既存の音声トラフィック データを集めます。通信業者から次の情報を収集します。提供されたコール、破棄されたコール、全トランク ビジーのペグ カウントトランク グループのサービス グレード (GoS) 評価トランク グループ別の伝送されたトラフィック合計通信業者の料金を確認できる電話料金の請求書ここで使用する用語は、このあとのセクションで詳しく説明します。最適な結果を得るため、トラフィックに関する情報は 2 週間分を用意してください。PBX の呼詳細レコード (CDR) は、社内の通信部門で管理されています。この情報には、提供されたコールが記録されています。ただし、すべてのトランクがビジー状態であるためにブロックされたコールの情報は反映されていません。
 2. グループ別にトラフィックを分類します。大企業では、多くの場合、汎用目的のトランクグループにトラフィック エンジニアリングを適用するとコスト効率がアップします。たとえば、着信したカスタマー サービス コールを、一般的な発信コールとは明確に区別された別のトランクグループに分離します。最初に、着信方向と発信方向にトラフィックを分離します。たとえば、発信トラフィックを、市内通話、市内長距離通話、州内通話、州間通話など、発信した距離でグループ化します。料金は距離別に設定されていることがほとんどであるため、トラフィックを距離で分類することが重要です。たとえば、広域電話サービス (WATS) は米国で提供されているサービスですが、課金用に距離バンドを使用しています。バンド 1 は隣接した州が対象です。これは、米国全体を対象とするバンド 5 サービスよりもコストがかかりません。何のために電話をかけたのか、コールの目的を特定します。ファクス、モデム、コール センター、カスタマー サービス用のフリーダイヤル サービス、音声メッセージ用のフリーダイヤル サービス、在宅勤務用など、どのような目的で使われているか判断してください。
 3. トラフィックに対応するために必要な物理トランクの数を決定します。発生したトラフィック量と必要な GoS がわかっているならば、ニーズを満たすために必要なトランク数を計算できます。次の計算式を使用して、トラフィック フローを計算します。A はトラフィック フローです。C は 1 時間で発信されたコール数です。T は、コールの平均保留時間です。C は、伝送されたコールではなく、発信されたコール数です。通信業者または社内の CDR から取得した情報は、伝送されたトラフィックであり、提供されたトラフィック (通常は PBX から提供されるトラフィック) ではありません。コールの保留時間 (T) は、トランクが占有される平均時間で、通話時間以外の可変要因を考慮する必要があります。たとえば、ダイヤルと呼び出しに必要な時間 (コールの確立)、コールを終了させるための時間、ビジー信号および未完了コールの処理方法などが該当します。平均通話時間に 10 ~ 16 % を追加すると、このような時間セグメントを考慮に入れることができます。コールの課金記録をベースにする保留時間は、場合によっては、請求の増分に基づいて調整する必要があります。課金記録が 1 分刻みの場合、コールは平均で 30 秒水増しされます。たとえば、合計トラフィックが 1834 分となる 404 件分のコールに対する請求は、次のように調整する必要があります。404 コール x 0.5 分 (水増しされた通話時間) = 202 超過通話分数調整した実際のトラフィック : 1834 - 202 = 1632 実際の通話分数「適切なレベルのサービス」を提供するには、ピーク時または混雑する時間帯の GoS に基づいてトラフィック エンジニアリングを実

施します。GoSとは、コールがブロックされる可能性の測定単位です。たとえばGoSがP(.01)の場合は、100回の発呼において1回コールがブロックされることを意味します。つまり、GoSがP(.001)の場合は、1000回の発呼で1回コールがブロックされるという意味です。1日で最も混雑する時間帯の発呼を確認します。最も混雑する時間帯を見つける方法としては、1年で最も忙しい10日間を選び、1時間ごとのトラフィック合計を出し、最も混雑する時間帯を見つけて、平均時間数を導き出すやり方が最も正確です。北米では、1年で最も忙しい10日間を選んで、最も混雑する時間帯を見つけています。Q.80やQ.87などの規格では、別の方法を使用して混雑時間を計算しています。平均的な1時間のトラフィックではなく、混雑時のトラフィックでGoSを出すためには、十分な大きさのデータを使用する必要があります。電話エンジニアリングにおけるトラフィック量では、アーランという単位を使用します。1アーランは、1つのトランクが1時間に処理するトラフィック量です。これは無次元単位であり、さまざまな役割を持ちます。アーランをわかりやすく説明するため、ここでは次の例を使います。9アーランのトラフィックを伝送するトランクが18あり、すべての通話時間の平均が3分であるとします。この状況で、ビジー状態のトランクの平均数、1時間の発信数、すべてのコールの終了に要する時間がどうなるか考えてみましょう。ビジー状態のトランクの平均数はどうなりますか。1アーランは1時間に1つのトランクが処理するトラフィック量であるため、9アーランのトラフィックの場合は9つのトランクがビジー状態になります。1時間のコール発信数はどうなりますか。1時間に9アーランのトラフィックがあり、1コールあたり平均通話時間が3分の場合、1時間を分に換算し、アーラン数を乗算して、その合計を平均通話時間で割ります。これにより、180コールが導き出されます。 $9(1時間) \times 60分/時 \div 3分/コール = 180$ コールアーランは無次元単位ですが、時間を示します。すべてのコールを終了するために必要な時間はどうなりますか。1コールあたり3分続行するコールが180ある場合、合計時間は540分(9時間)になります。その他に使用する可能性があり、上記に相当する測定基準として、次のものが挙げられます。1アーラン=通話60分=通話3600秒=36 Centum Call Seconds (CCS) 混雑時間は、ビジネスが稼働した1カ月分のトラフィックを収集すると簡単に算出できます。たとえば、1カ月の営業日を22日間として、1日に発生するトラフィック量を決定します。その数字に15~17%を乗算します。一般的に、混雑時間のトラフィックは、1日に発生するトラフィック合計の15~17%に相当します。混雑時間に発生するトラフィック量(アーラン)を特定したら、次は特定のGoSを満たすために必要なトランク数を判断します。必要なトランク数は、トラフィックをどのように見込んでいるかという前提によって異なります。基本的な前提は次の4つです。トラフィックの発信元はいくつあるか。トラフィックの着信特性はどのようなものか。損失コール(サービス提供できなかったコール)をどのように処理するか。スイッチがトランク割り当てをどのように処理するか。

想定される送信元

最初の前提は、考えられる発信元の数です。送信元の数わからない場合と、送信元が限られている場合では、その計画に大きな違いが出てくる可能性があります。ここで示す例では、この計算方法は無視してください。次の表は、システムが伝送する必要があるトラフィック量(アーラン)と、想定 of 送信元が提供するトラフィック量を比較したものです。ここでは、GoSが0.01で、トランク数が10に維持されるものと仮定します。

送信元の数わからない場合は、4.13アーランしか伝送されません。この現象の原因は、送信元の数が増えると、コールの着信時間と保留時間が広く分散する可能性が高くなるためです。ただし、発信元の数減少すると、トラフィックの伝送能力は増大します。極端な例では、10アーランでも対応できます。この場合の送信元は10箇所だけです。そのため、リモートブランチ

オフィスで PBX またはキー システムをサイジングする場合、トランクの数を減らしても同じ GoS を維持できます。

トランク数が 10 で P が 0.01 の場合のポアソン分布 *

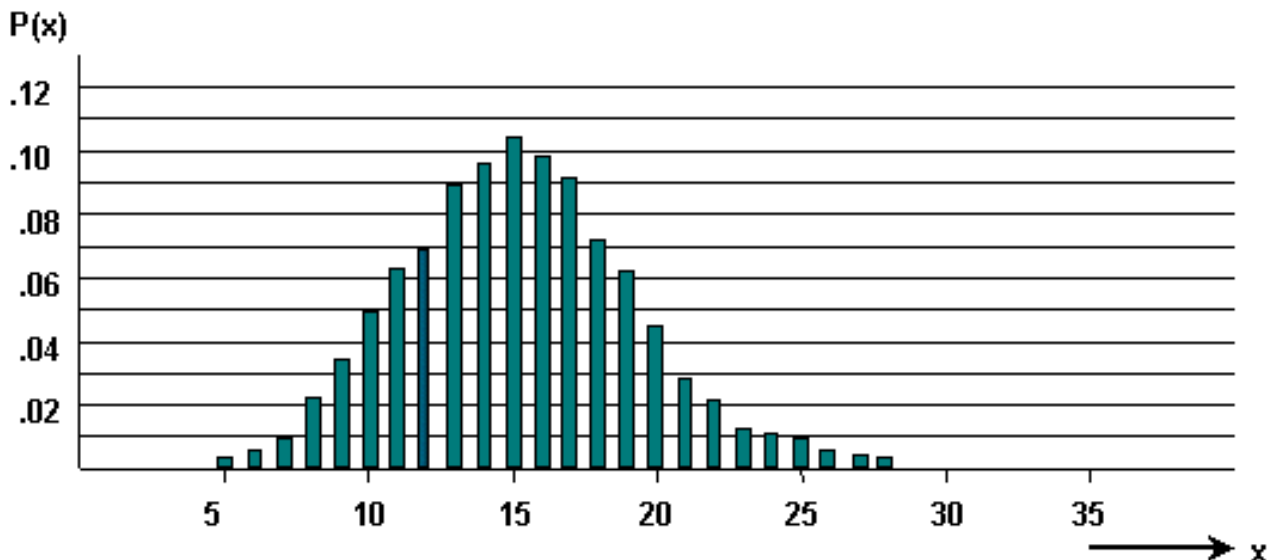
送信元の数	トラフィック キャパシティ (アーラン)
無限	4.13
100	4.26
75	4.35
50	4.51
25	4.84
20	5.08
15	5.64
13	6.03
11	6.95
10	10

注電話エンジニアリングで従来から使用されている計算式は、ポアソン着信パターンをベースにしています。これはおおよその指数分布です。この指数分布は、通話時間が非常に短いコールがごくわずかしかなことと、大半のコールの通話時間が 1 ~ 2 分であることを示しています。コールの通話時間が長くなると数は急激に減少し、10 分を超えるコールはごく少数です。この曲線は指数曲線とまったく同じにはなりませんが、実際の状態に非常に近いことがわかっています。

トラフィックの着信特性

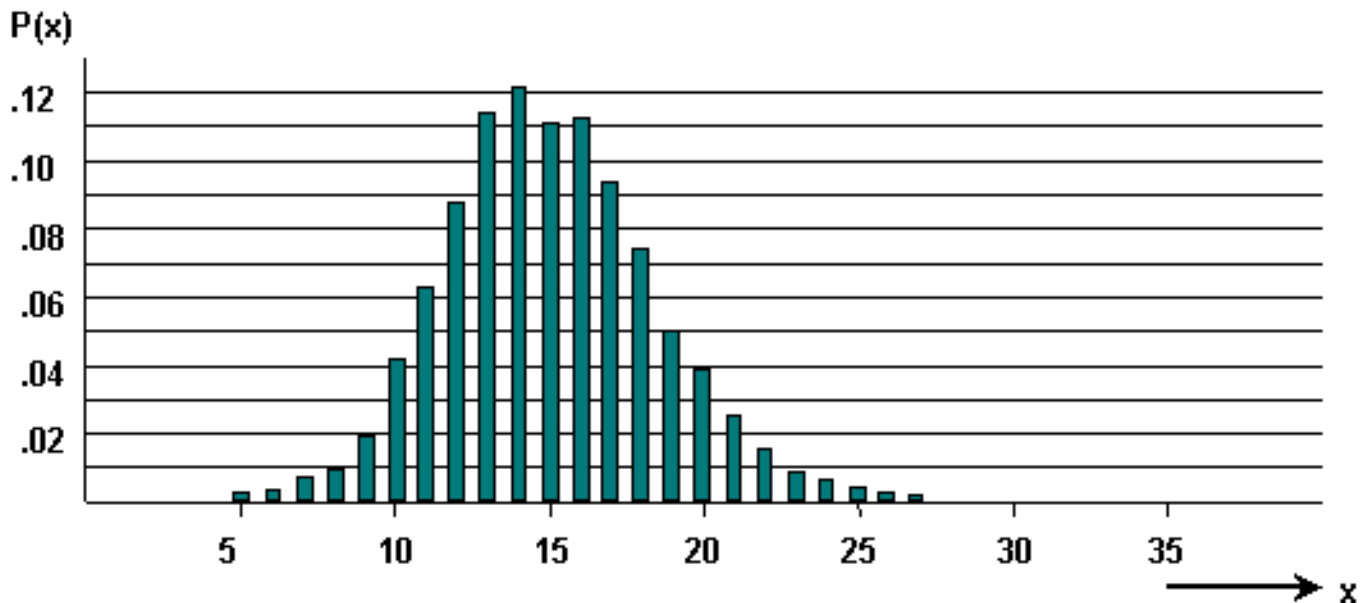
2 番目の前提は、トラフィックの着信特性に関するものです。このような前提は通常、コールの着信が典型的な釣鐘曲線を示すポワソントラフィック分布に基づいています。ポワソン分布は、一般的に無限のトラフィック送信元に対して使用されています。次の 3 つのグラフでは、縦軸が確率分布を、横軸がコールを表しています。

ランダムなトラフィック



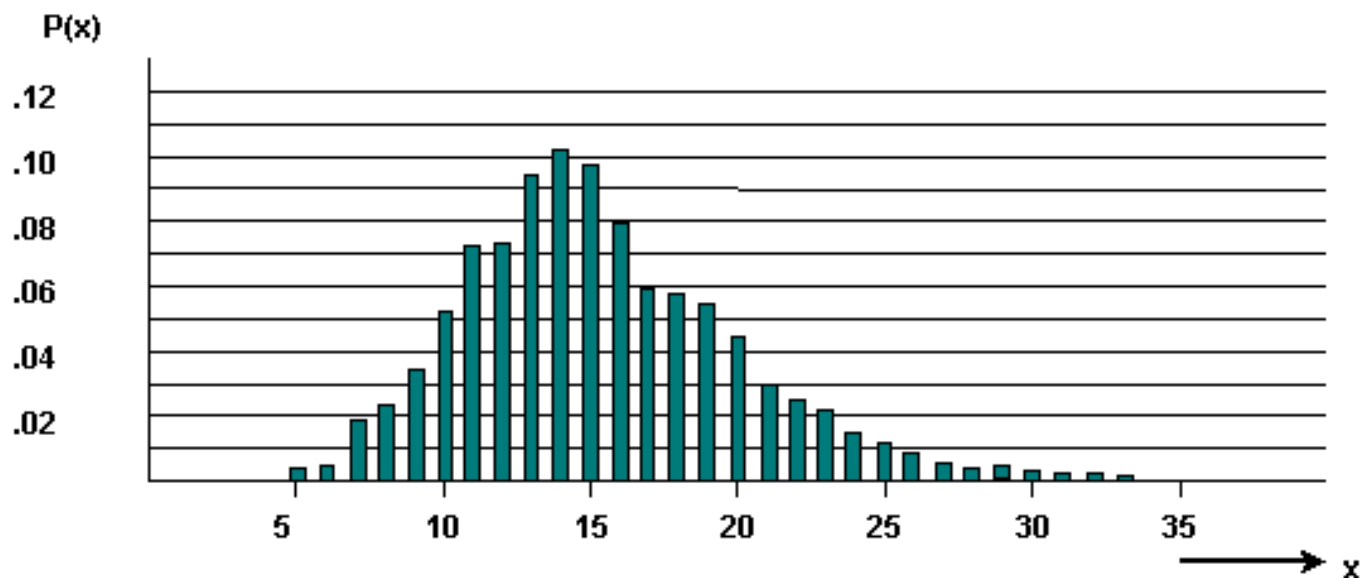
コールがひとかたまりになると、平滑化されたパターンのトラフィックになります。発信元が限られている場合、このパターンになる可能性が高くなります。

平滑なトラフィック



トラフィックにピークや起伏がある場合は、歪んだ曲線になります。この現象は、トラフィックが1つのトランクグループから別のトランクグループへローリングする場合に発生します。

起伏のあるトラフィック、またはピークのあるトラフィック

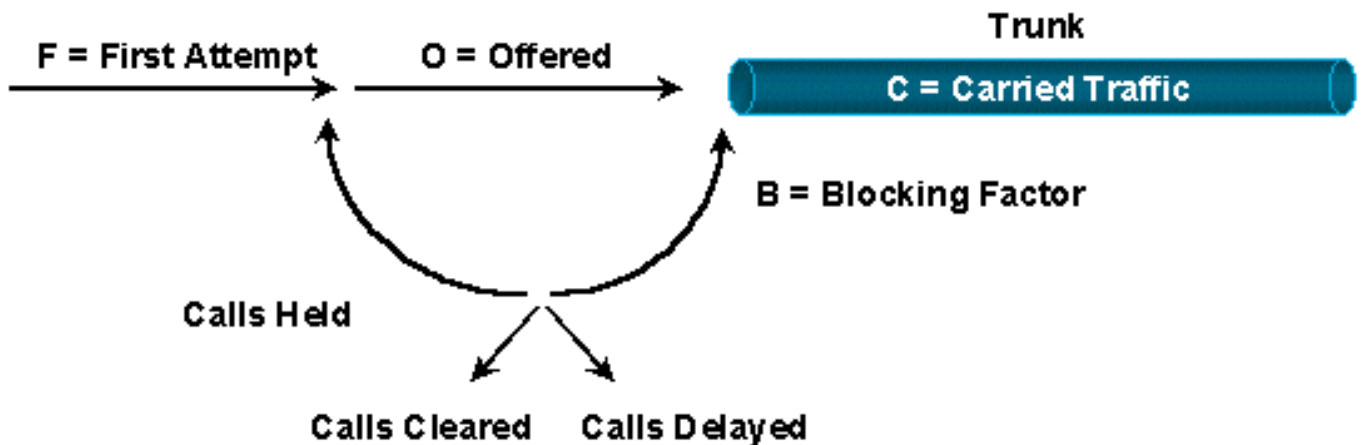


損失コールの処理

3番目の前提は、損失コールの処理方法です。次の図は、電話をかけたステーションが応答しない場合に使用できる3つのオプションを示しています。

- 損失コールのクリア (LCC)
- 損失コールの保留 (LCD)

- 損失コールの遅延 (LCD)



Lost Calls Cleared (LCC)—Give up on a Busy Signal

Lost Calls Held (LCH)—Redial on a Busy Signal

Lost Calls Delayed (LCD)—Sent Somewhere Else When Busy

LCC オプションは、コールが発信された時にサーバ (ネットワーク) がビジー状態か使用できない場合、コールがシステムから消失することを前提としています。つまり、あきらめて別の操作をするということです。

LCH オプションは、コールの発信に関係なく、保留時間中はコールがシステムに存在することを前提としています。つまり、保留時間が続く限り、あきらめるまでリダイヤルを続けるということです。

リコール (リダイヤル) は、トラフィックに関連する重要な考慮事項です。たとえば、200 コール発呼されたとします。そのうち 40 コールがビジー信号を受信し、リダイヤルを試行します。つまり、20 % 増の 240 コールが発呼されることになります。この状態では、トランクグループは最初の想定よりも低い GoS を提供することになります。

LCD オプションは、コールが発信されると、サーバの処理準備が整うまで、キューに入れられるということです。このオプションでは、保留時間が終わるまでサーバを使用します。これは、自動着信呼分配 (ACD) システムでは最も一般的な前提です。

損失コールがクリアされることを前提とすると、必要なトランク数がシステムで少なめに見積もられる傾向があります。一方、LCH ではこの数字が大きめに見積もられます。

スイッチによるトランク割り当ての処理方法

4 番目の仮定は、スイッチ機器自体に関するものです。回線交換環境では、大型のスイッチの多くがブロック型スイッチです。つまり、すべての入力に出力パスがあるとは限りません。回線がスイッチ経由で辿る経路と GoS への影響を特定できるように、複雑な評価構造が確立されています。この例では、関連機器が完全に非ブロック型であると仮定しています。

前述したように、3 番目の手順の目的は、必要な物理トランクの数を計算することです。この手

順では、混雑時間帯に提供されるトラフィック量を特定しました。また、お客様とのやり取りから、お客様が必要とする GoS は把握しています。そこで、公式または表を使用して必要なトランク数を計算してみましょう。

トラフィック理論はさまざまなキューイング方式と関連する公式から構成されていますが、ここでは、最も一般的に使用されているモデルを取り上げた表を示します。最も一般的に使用されているモデルと表は、アーラン B です。アーラン B は無制限の送信元、LCC、指数的または一定の保留時間のいずれかに適したポワソン分布に基づいています。アーラン B では、LCC オプションを前提にしているため、トランクの数が低めに見積もられますが、最も一般的に使用されているアルゴリズムです。

ここで示す例では、次のトラフィックを伝送するトランクグループ内のトランク数を特定します (トランクグループはパラレルトランクのハントグループとして定義されます)。

- 1 カ月に提供されるコールトラフィック 352 時間
- 1 カ月に 22 日の営業日
- 10 % の呼処理オーバーヘッド
- トラフィックの 15 % が混雑時に発生
- サービスグレード $p=0.01$

$$\text{混雑時} = 352 \div 22 \times 15 \% \times 1.10 (\text{呼処理オーバーヘッド}) = 2.64 \text{ アーラン}$$

トラフィックの前提は次のとおりです。

- 無制限の送信元
- ランダムまたはポワソントラフィック分布、および損失コールはクリアされる

これらの前提事項を踏まえると、使用に適したアルゴリズムはアーラン B となります。次の表を使用して、P が 0.01 の場合に適したトランク数 (N) を特定します。

N	P					
	.003	.005	.01	.02	.03	.05
1	.003	.005	.011	.021	.031	.053
2	.081	.106	.153	.224	.282	.382
3	.289	.349	.456	.603	.716	.9
4	.602	.702	.87	1.093	1.259	1.525
5	.995	1.132	1.361	1.658	1.876	2.219
6	1.447	1.622	1.909	2.276	2.543	2.961
7	1.947	2.158	2.501	2.936	3.25	3.738
8	2.484	2.73	3.128	3.627	3.987	4.543
9	3.053	3.333	3.783	4.345	4.748	5.371
10	3.648	3.961	4.462	5.084	5.53	6.216
11	4.267	4.611	5.16	5.842	6.328	7.077
12	4.904	5.279	5.876	6.615	7.141	7.95
13	5.559	5.964	6.608	7.402	7.967	8.835
14	6.229	6.664	7.352	8.201	8.804	9.73
15	6.913	7.376	8.108	9.01	9.65	10.63

注表は T. Frankel's 「電話の ABC」 から得られます

P 0.01 のサービスグレードが求められていることから、P 0.01 と指定された列だけを使用します。この計算では混雑時間のトラフィック量は 2.64 アーランであり、P 0.01 の列の 2.501 と 3.128 の間にあります。これは、7 と 8 のトランク数 (N) に相当します。フラクショナルトランクを使用できないため、次に大きな値 (8 トランク) を使用してトラフィックを伝送します。

特定のトラフィック量にサービスを提供するために必要なトランク数を特定できるアーラン B 表には、複数のバリエーションがあります。次の表は、トラフィックのレート (アーラン) をサポートするために必要なトランク数 (T) と GoS の関係を示したものです。

トラフィックレート (アーラン)	トランク数 (T)									
	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5	T=6	T=7	T=8	T=9	T=10
0.10	.09091	.0452	.0315	.0200	.0100	.0070	.0050	.0040	.0030	.0020
0.20	.1667	.0833	.0556	.0400	.0286	.0200	.0143	.0100	.0077	.0056
0.30	.2307	.1538	.1026	.0769	.0556	.0400	.0286	.0200	.0143	.0100
0.40	.2857	.2000	.1429	.1071	.0769	.0556	.0400	.0286	.0200	.0143
0.50	.3333	.2500	.1818	.1333	.1000	.0727	.0526	.0370	.0263	.0182
0.60	.3750	.2857	.2143	.1600	.1200	.0882	.0630	.0455	.0323	.0227
0.70	.4167	.3125	.2381	.1818	.1379	.1014	.0727	.0526	.0370	.0263
0.80	.4444	.3333	.2500	.1875	.1429	.1071	.0769	.0556	.0400	.0286
0.90	.4762	.3571	.2727	.2083	.1579	.1176	.0857	.0619	.0444	.0317
1.00	.5000	.3846	.2963	.2222	.1667	.1250	.0909	.0652	.0476	.0345
1.10	.5238	.4000	.3077	.2308	.1739	.1304	.0952	.0690	.0500	.0364

	1	66	79	2	47	82	13	02	00	00
1.20	.54 54 5	.2 46 58	.0 89 78	.02 62 3	.0 06 25	.0 01 25	.0 00 21	.0 00 03	.0 00 00	.0 00 00
1.30	.56 52 2	.2 68 68	.1 04 29	.03 27 8	.0 08 45	.0 01 83	.0 00 34	.0 00 06	.0 00 01	.0 00 00
1.40	.58 33 3	.2 89 49	.1 19 18	.40 04 0	.0 11 09	.0 02 58	.0 00 52	.0 00 09	.0 00 01	.0 00 00
1.50	.60 00 0	.3 10 34	.1 34 33	.04 79 6	.0 14 18	.0 03 53	.0 00 76	.0 00 14	.0 00 02	.0 00 00
1.60	.61 53 8	.3 29 90	.1 49 62	.05 64 7	.0 17 75	.0 04 71	.0 01 08	.0 00 22	.0 00 04	.0 00 01
1.70	.62 96 3	.3 48 61	.1 64 96	.06 55 1	.0 21 79	.0 06 14	.0 01 49	.0 00 32	.0 00 06	.0 00 01
1.80	.64 42 86	.3 66 52	.1 80 27	.07 50 3	.0 26 30	.0 07 83	.0 02 01	.0 00 45	.0 00 09	.0 00 02
1.90	.65 51 7	.3 83 63	.1 95 47	.08 49 6	.0 31 28	.0 09 81	.0 02 65	.0 00 63	.0 00 13	.0 00 03
2.00	.66 66 7	.4 00 00	.2 10 53	.09 52 4	.0 36 70	.0 12 08	.0 03 44	.0 00 86	.0 00 19	.0 00 04
2.20	.68 75 0	.4 30 60	.2 39 99	.11 66 0	.0 48 80	.0 17 58	.0 05 49	.0 01 51	.0 00 37	.0 00 08
2.40	.70 58 8	.4 58 60	.2 68 41	.13 87 1	.0 62 42	.0 24 36	.0 08 28	.0 02 48	.0 00 66	.0 00 16
2.60	.72 22 2	.4 84 24	.2 95 61	.16 11 8	.0 77 33	.0 32 42	.0 11 90	.0 03 85	.0 01 11	.0 00 29
2.80	.73 68 4	.5 07 77	.3 21 54	.18 37 2	.0 93 29	.0 41 72	.0 16 41	.0 05 71	.0 01 77	.0 00 50
3.00	.75 00 0	.5 29 41	.3 46 15	.20 61 1	.1 10 05	.0 52 16	.0 21 86	.0 08 13	.0 02 70	.0 00 81
3.20	.76 19	.5 49	.3 69	.22 81	.1 27	.0 63	.0 28	.0 11	.0 03	.0 01

	40 62	22 34	11 47	05 50	02 47	01 04	00 41	00 15	00 05	2
7.00	.0 47 72	.0 27 08	.0 14 37	.0 07 13	.0 03 32	.0 01 45	.0 00 60	.0 00 23	.0 00 09	.0000 3
7.25	.0 55 38	.0 28 27	.0 11 73	.0 09 10	.0 04 38	.0 01 98	.0 00 84	.0 00 34	.0 00 13	.0000 5
7.50	.0 63 56	.0 38 21	.0 21 57	.0 11 42	.0 05 68	.0 02 65	.0 01 17	.0 00 49	.0 00 19	.0000 7
7.75	.0 72 21	.0 44 56	.0 25 88	.0 14 12	.0 07 24	.0 03 50	.0 01 59	.0 00 68	.0 00 28	.0001 1
8.00	.0 81 29	.0 51 41	.0 30 66	.0 17 22	.0 09 10	.0 04 53	.0 02 13	.0 00 94	.0 00 40	.0001 6
8.25	.0 90 74	.0 58 72	.0 35 93	.0 20 73	.0 11 27	.0 05 78	.0 02 80	.0 01 28	.0 00 56	.0002 3
8.50	.1 00 51	.0 66 46	.0 41 65	.0 24 66	.0 13 78	.0 07 27	.0 03 62	.0 01 71	.0 00 76	.0003 2
8.75	.1 10 55	.0 74 60	.0 47 81	.0 29 01	.0 16 64	.0 09 02	.0 04 62	.0 02 24	.0 01 03	.0004 5
9.00	.1 20 82	.0 83 09	.0 54 39	.0 33 79	.0 19 87	.0 11 05	.0 05 82	.0 02 90	.0 01 37	.0006 2
9.25	.1 31 26	.0 91 88	.0 61 37	.0 38 97	.0 23 47	.0 13 38	.0 07 23	.0 03 70	.0 01 80	.0008 3
9.50	.1 41 84	.1 00 95	.0 68 70	.0 44 54	.0 27 44	.0 16 03	.0 08 88	.0 04 66	.0 02 33	.0011 0
9.75	.1 51 51	.1 10 25	.0 76 37	.0 50 50	.0 31 78	.0 19 00	.0 17 08	.0 05 81	.0 02 97	.0014 5
10.00	.1 63 23	.1 19 74	.0 84 34	.0 56 82	.0 36 50	.0 22 30	.0 12 95	.0 07 14	.0 03 75	を 探 し ま す。 0018 7

10.25	.1 73 98	.1 29 38	.0 92 57	.0 63 47	.0 41 57	.0 25 94	.0 15 40	.0 08 69	.0 04 67	.0023 9
10.50	.1 84 72	.1 39 14	.1 01 03	.0 70 44	.0 46 99	.0 29 91	.0 18 14	.0 10 47	.0 05 75	.0030 1
10.75	.1 95 43	.1 48 99	.1 09 69	.0 77 68	.0 52 74	.0 34 22	.0 21 18	.0 12 49	.0 07 02	.0037 6
11.00	.2 06 08	.1 58 89	.1 18 51	.0 85 19	.0 58 80	.0 38 85	.0 24 52	.0 14 77	.0 08 48	.0046 4
11.25	.2 16 66	.1 68 83	.1 27 48	.0 92 92	.0 65 15	.0 43 80	.0 28 17	.0 17 30	.0 10 14	.0056 7
11.75	.2 27 14	.1 78 77	.1 36 55	.1 00 85	.0 71 77	.0 49 05	.0 32 12	.0 20 11	.0 12 02	.0068 7

トライフ ックレー ト(アー ラン)	トランク数 (T)									
	T= 21	T= 22	T= 23	T= 24	T= 25	T= 26	T= 27	T= 28	T= 29	T= 30
11.50	.00 37 5	.00 19 5	.00 09 8	.00 04 7	.00 02 2	.00 01 0	.00 00 4	.00 00 2	.00 00 1	.0 00 00
12.00	.00 55 7	.00 30 3	.00 15 8	.00 07 9	.00 03 8	.00 01 7	.00 00 8	.00 00 3	.00 00 1	.0 00 01
12.50	.00 79 8	.00 45 2	.00 24 5	.00 12 7	.00 06 4	.00 03 4	.00 01 4	.00 00 6	.00 00 3	.0 00 01
13.00	.01 10 9	.00 65 1	.00 36 7	.00 19 8	.00 10 3	.00 05 1	.00 02 5	.00 01 1	.00 00 5	.0 00 01
13.50	.01 49 5	.00 90 9	.00 53 1	.00 29 8	.00 16 0	.00 08 3	.00 04 2	.00 02 0	.00 00 9	.0 00 04
14.00	.01 96 3	.01 23 4	.00 74 5	.00 43 3	.00 24 2	.00 13 0	.00 06 7	.00 03 4	.00 01 6	.0 00 08
14.50	.02 51 6	.01 63 1	.01 01 8	.00 61 1	.00 35 3	.00 19 7	.00 10 5	.00 05 5	.00 02 7	.0 00 13

15.00	.03 15 4	.02 10 5	.01 35 4	.00 83 9	.00 50 1	.00 28 8	.00 16 0	.00 08 6	.00 04 4	.0 00 22
15.50	.03 87 6	.02 65 8	.01 76 0	.01 12 4	.00 69 2	.00 41 1	.00 23 5	.00 13 0	.00 06 9	.0 00 36
16.00	.04 67 8	.03 29 0	.02 23 8	.01 47 0	.00 93 2	.00 57 0	.00 33 7	.00 19 2	.00 10 6	.0 00 56
16.50	.05 55 5	.03 99 9	.02 78 9	.01 88 1	.01 22 6	.00 77 2	.00 47 0	.00 27 6	.00 15 7	.0 00 86
17.00	.06 49 9	.04 78 2	.03 41 4	.02 36 1	.01 58 0	.01 02 3	.00 64 0	.00 38 7	.00 22 6	.0 01 28
17.50	.07 50 3	.05 63 2	.04 10 9	.02 90 9	.01 99 6	.01 32 6	.00 85 2	.00 53 0	.00 31 9	.0 01 85
18.00	.08 56 0	.06 54 5	.04 87 3	.03 52 6	.02 47 6	.01 68 5	.01 11 1	.00 70 9	.00 43 8	.0 02 62
18.50	.09 66 0	.07 51 3	.05 69 9	.04 20 8	.03 02 0	.02 10 3	.01 42 1	.00 93 0	.00 59 0	.0 03 62
19.00	.10 79 6	.08 52 8	.04 95 2	.03 62 7	.02 58 2	.01 78 5	.01 78 5	.01 19 7	.00 78 8	.0 04 90
19.50	.11 95 9	.09 58 4	.07 51 5	.05 75 5	.04 29 6	.03 12 1	.02 20 5	.01 51 2	.01 00 7	.0 06 50
20.00	.13 14 4	.10 67 3	.08 49 3	.06 61 0	.05 02 2	.03 72 0	.02 68 1	.01 87 9	.01 27 9	.0 08 46

注この表は「データ転送のためのシステム解析から」、James Martin、Prentice-Hall、Inc. 1972、ISBN 得られます: 0-13-881300-0)から 失われるトランザクションの表 11.確率 P (n)。

ほとんどの状況では、ユニット間をつなぐ1つの回線で、予測される音声コール数に十分対応できます。ただし、一部のルートではコールが集中し、より高いGoSを提供するために回線の追加が必要になることがあります。電話エンジニアリングでのGoSは、一般的に0.01～0.001です。これはブロックされるコール数の確率を表します。つまり、0.01の場合は100コールのうち1コールが、0.001の場合は1000コールのうち1コールがブロックによって失われることに

なります。GoS、つまりシステムのブロック特性を表す一般的な方法は、所定のトラフィック負荷が発生した場合に損失コールになる確率を示す方法です。P(01)は優れたGoS、P(001)は非ブロック型GoSと見なされます。

4. 適切なトランク構成を決定します。

適切なトランク構成は、技術面ではなく、コスト面の影響を受けて決定されます。トランクの追加による価格分岐点を特定する場合は、測定基準として1分あたりのコストが最もよく使われています。追加の通信コスト、機器コスト、管理コスト、メンテナンスコストなどすべてのコスト要因を考慮してください。

コストを考慮してネットワークを最適化する場合は、次の2つのルールに従います。

- コールの時間数が多めに見積もられている混雑時ではなく、平均使用時のデータを使用します。
- 増分コストが次善ルートよりもコストがかかるようになるまでは、最も安いコストの回線を使用します。

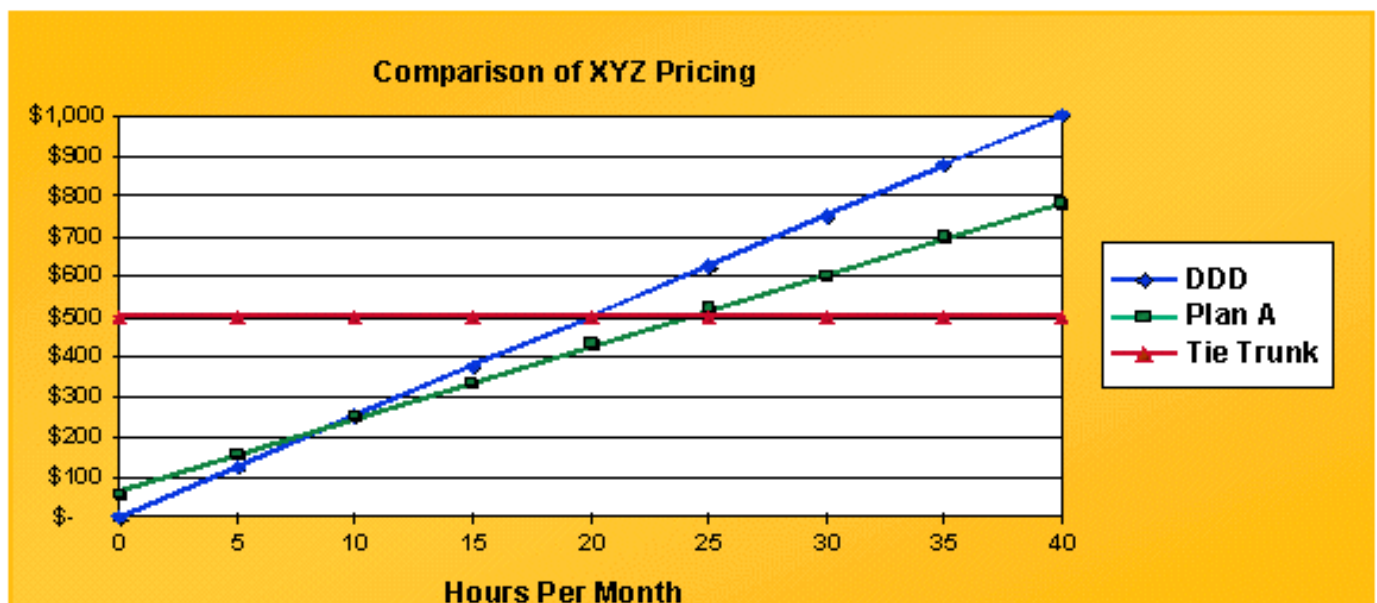
前の例を踏まえると、2.64アーランのトラフィックが提供されている場合に、0.01のGoSを提供するには8トランクが必要です。まず、平均使用時の数値を算出します。

$$352 \text{ 時間} \div 22 \text{ 日 (1 カ月)} \div 8 \text{ 時間 (1 日の営業時間)} \times 1.10 \text{ (呼処理オーバーヘッド)} = 2.2 \text{ アーラン (平均時)}$$

通信事業者(XYZ)が次のレートを設定していると仮定します。

- ダイヤル直通長距離通話(DDD) = \$ 25 (1時間)
- 節約プランA = 固定料金 \$ 60 + \$ 18 (1時間)
- タイトランク = 定額料金 \$ 500

まずコストをグラフ化します。アーランで計算しやすくするため、すべての数値は1時間あたりの数値に変換されています。



赤い線で表されたタイトランクは、\$ 500 のところで直線を示しています。DDDは0から始まる直線です。コストを最適化する場合は、この線の下にとどまるようにします。それぞれのプランが交差するポイントは、DDDとプランAでは8.57時間、プランAとタイトランクでは24.4時間です。

次に、トランクごとに伝送されるトラフィックを計算します。ほとんどのスイッチでは、先入れ先出し (FIFO) 方式で音声トラフィックが割り当てられます。つまり、トランクグループの最初のトランクは、同じトランクグループの最後のトランクよりも多くのトラフィックを伝送することになります。これらの点を踏まえて、トランクごとのトラフィック平均割り当て量を計算します。ただし、このような数値を反復して計算するプログラムがなければ、計算は困難です。次の表は、そのようなプログラムを使用して 2.2 アーランをベースにしたトラフィック分配を算出したものです。

2.2 アーランをベースにした各トランクのトラフィック

トランク	提供時間	トランクごとの伝送量	伝送された合計量	Go S
1	2.2	0.688	0.688	0.688
2	1.513	0.565	1.253	0.431
3	0.947	0.419	1.672	0.24
4	0.528	0.271	1.943	0.17
5	0.257	0.149	2.093	0.049
6	0.107	0.069	2.161	0.018
7	0.039	0.027	2.188	0.005
8	0.012	0.009	2.197	0.002
9	0.003	0.003	2.199	0

最初のトランクの提供時間は 2.2 時間で 0.688 アーランを伝送します。このトランクの理論上の最大値は 1 アーランです。8 番目のトランクは 0.009 アーランしか伝送していません。音声を伝送するためのデータ ネットワークを設計する場合、データ ネットワークへ移される特定のトランクに大量のトラフィックが集中する可能性もあれば、ほとんどトラフィックがないトランクも出てくる可能性があります。

すでに計算してある損益分岐点の価格とこうした数値を組み合わせることで、適切なトランク構成を決定できます。1 カ月のうち営業日が 22 日間で 1 日 8 時間という条件では、1 トランクが 1 カ月に伝送できるトラフィックは 176 アーランです。最初のトランクは 0.688 アーラン、つまり 68.8 % の効率でトラフィックを伝送します。これを月単位に換算すると、121 アーランになります。この交点は 24.4 時間と 8.57 時間です。次の図では、タイトランクが 26.2 アーランのまま使われていますが、次に低いトランクは 24.4 時間を下回っているためプラン A を使用しています。同じ手法は、DDD の計算にも当てはまります。

データ ネットワーク経由で伝送される音声については、データ インフラストラクチャの 1 時間あたりのコストを算出することが重要です。この場合、別の料金オプションとして、X トランク経由の音声を計算します。



5. 伝送されたトラフィックのアーランを 1 秒あたりのパケット数やセル数に変換します。

トラフィック エンジニアリングにおける 5 番目の手順では、伝送されたトラフィックのアーランを 1 秒あたりのパケット数またはセル数に換算します。その方法の 1 つとして、1 アーランを適切なデータ測定値に変換してから、修飾子を適用する方法が挙げられます。次の式は、パルス符号変調 (PCM) 音声と、限界まで充填されたパケットをベースとした理論上の数値です。

- 1 PCM 音声チャンネルには 64 kbps が必要です。
- 1 アーランは 60 分の音声です。

したがって、1 アーラン = $64 \text{ Kbps} \times 3600 \text{ 秒} \times 1 \text{ バイト}/8 \text{ ビット} = 28.8 \text{ MB}$ (1 時間あたりのトラフィック) という式が導かれます。

AAL1 を使用する ATM

- 1 アーラン = 655 KB セル/時 (44 バイトのペイロードと仮定した場合)
- = 182 セル/秒

AAL5 を使用する ATM

- 1 アーラン = 47 バイト の ペイロードを仮定する 600 人の KB セル/時間
- = 167 セル/秒

フレーム リレー

- 1 アーラン = 960 KB フレーム (30 バイトのペイロード)、または 276 fps

IP

- 1 アーラン = 1.44 M パケット (20 バイトのパケット)、または 400 pps

実際の状況に基づいて、これらの数値に修飾子を適用します。適用する修飾子の種類は、パケットのオーバーヘッド、音声圧縮、音声アクティビティ検出 (VAD)、シグナリングのオーバーヘッドなどです。

パケットのオーバーヘッドは、パーセント修飾子として使用できます。

ATM

- AAL1 には、44 バイトのペイロードごとに 9 バイト、または係数 1.2 が割り当てられています。
- AAL5 には、47 バイトのペイロードごとに 6 バイト、または係数 1.127 が割り当てられています。

フレーム リレー

- 4 ~ 6 バイトのオーバーヘッド、4096 バイトまでのペイロード変数。
- 30 バイトのペイロードと、4 バイトのオーバーヘッドを使用し、係数は 1.13 です。

IP

- 20 バイト (IP 用)。
- 8 バイト (ユーザ データグラム プロトコル (UDP) 用)。
- 12 ~ 72 バイト (リアルタイム トランスポート プロトコル (RTP) 用)。

圧縮リアルタイム プロトコル (CRTP) を使わないと、オーバーヘッド量は非現実的な大きさになります。実際の係数は 3 です。CRTP を使用すると、一般的に 4 ~ 6 バイトのオーバーヘッドをさらに減らすことができます。5 バイトと仮定すると、係数は 1.25 になります。8 KB の圧

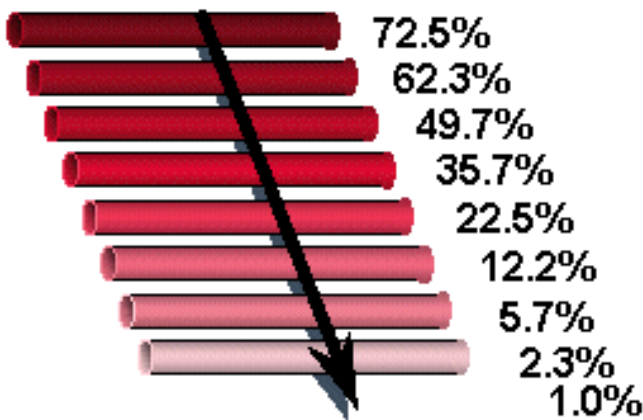
縮音声を伝送すると仮定します。この場合、オーバーヘッドを考慮すると、10 KB 以下にすることはできません。また、レイヤ 2 のオーバーヘッドも考慮に入れる必要があります。

音声圧縮と音声アクティビティ検出も係数として扱います。たとえば、共役構造代数的符号励振線形予測 (CS-ACELP) (8 KB の音声) では、係数として 0.125 を考慮します。また、VAD では 0.6 または 0.7 の係数を考慮します。

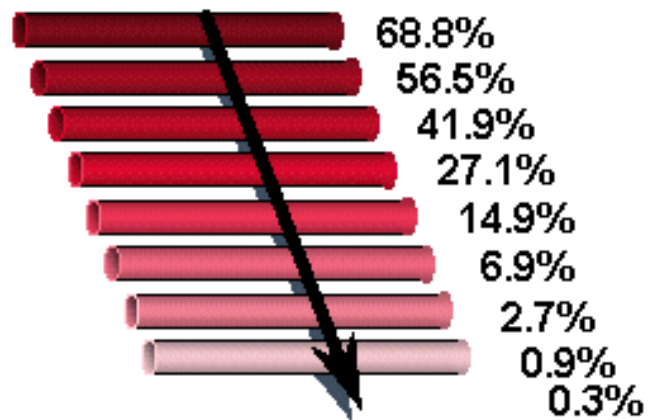
最後に、シグナリングのオーバーヘッドを考慮します。特に、VoIP では、Real Time Control Protocol (RTCP)、H.225 および H.245 接続を計算に入れる必要があります。

最後の手順では、トランクへのトラフィック分配を適用し、帯域幅とどのくらい一致するか確認します。次の図は、混雑時間と平均的な時間の計算に基づいたトラフィック分配です。混雑時間の計算では、2.64 アーランを基準として、トランクごとのトラフィック分配を表示するプログラムを使用しました。

2.64 Erlangs during BH



2.2 Erlangs during AH



BH = 混雑時

AH = 平均時

例として平均時の数値を使用すると、最初のトランクには 0.688 アーランが割り当てられます。これは、 $64 \text{ kbps} \times 0.688 = 44 \text{ kbps}$ に相当します。8 KB の音声圧縮は 5.5 kbps に相当します。考慮した IP オーバーヘッドは最大 6.875 kbps になります。音声トランクを使用すると、最初のトランクはより大きなトランクグループ内だけで大量のトラフィックを伝送できます。

音声マネージャとデータマネージャを使用する場合、音声帯域幅の要件を計算する最善の方法は、数学的手法を使用することです。トラフィックが集中するピーク時には、常に 8 つのトランクが必要です。PCM 音声を使用すると、8 つのトランクで 512 KB が必要です。混雑時には 2.64 アーラン、つまり 169 kbps のトラフィックを使用します。平均すると、2.2 アーラン (141 kbps) のトラフィックを使用することになります。

音声圧縮を使用しながら IP 経由で伝送する 2.2 アーランのトラフィックでは、次の帯域幅が必要になります。

• $141 \text{ kbps} \times 0.125 \text{ (8 KB の音声)} \times 1.25 \text{ (RTCP を使用するオーバーヘッド)} = 22 \text{ kbps}$
考慮する必要があるその他の修飾子は次のとおりです。

- レイヤ 2 のオーバーヘッド
- コールのセットアップとシグナリング オーバーヘッドのティアダウン

- 音声アクティビティ検出 (使用している場合)

ゲイン/損失計画

今日のお客様のプライベート ネットワークでは、エンドツーエンドの損失や伝搬遅延などの伝送パラメータに注意を払う必要があります。こうした特性は、ネットワークを通じて効率的に情報を配信する場合の妨げになります。また、このような特性が組み合わされ、「エコー」と呼ばれるさらにやっかいな障害となって表れます。

主にエコーとニアシンギング (受話者エコー) を制御するため、エンド オフィス (EO) 間の伝送パスには損失の概念を組み込みます。所定の送話者エコーの GoS を達成するために必要な損失量は遅延とともに増加します。ただし、損失により、主要な音声信号も減衰します。そのため、損失が大きすぎると、送話者の声が聞き取りにくくなります。聞き取りにくさの程度は回線のノイズ量に左右されます。損失、ノイズ、送話者エコーの相乗的な影響は、損失、ノイズ、エコーの GoS 測定基準で評価します。損失計画を作成する場合は、3つのパラメータ (損失、ノイズ、送話者エコー) による、お客様の知覚への総合的な影響を考慮します。損失計画では、すべての接続長に対し、接続損失の値が最適値に近いことが理想的です。同時に、その計画が容易に実装、管理できるものでなくてはなりません。次に示す情報は、お客様のプライベート ネットワークに合わせて Cisco MC3810 を設計し、実装する場合に役立ちます。

構内交換機 (PBX)

PBX とは、ユーザ コミュニティ内の各ユーザがパブリック ネットワーク (セントラル オフィス、Wide Area Telephone Service (WATS)、FX トランク経由)、専用サービス トランク、コミュニティ内の他のユーザ (PBX 回線) を対象に、電話の受発信を可能にする機器アセンブリです。ダイヤルを開始すると、PBX によってアイドル状態の回線、または該当のトランク グループ内のアイドル状態のトランクにユーザが接続され、ダイヤル トーンや可聴音など、適切なコールステータス信号が返されます。回線やトランク グループがビジー状態の場合は、ビジー通知が返されます。また、着信コールの応答およびユーザ サポート用にコンソール担当者のポジションを用意できます。PBX には、アナログ PBX とデジタル PBX があります。アナログ PBX (APBX) は、コールを接続するために、アナログ スイッチを使用するダイヤル PBX です。デジタル PBX (DPBX) は、コールを接続するために、デジタル スイッチを使用するダイヤル PBX です。PBX は衛星、メイン、タンデムの 3 種類のいずれかで動作します。

衛星 PBX は、パブリック ネットワークからコールを受信するメイン PBX を基盤にし、プライベート ネットワークの他の PBX に接続できます。

メイン PBX は、公衆電話交換網 (PSTN) へ通じるインターフェイスとして機能し、特定の地域をサポートします。また、従属する衛星 PBX をサポートするだけでなく、タンデム PBX としても機能できます。

タンデム PBX は通過ポイントとして機能します。あるメイン PBX からのコールは、別の PBX を介して 3 番目の PBX に転送されます。このため、タンデムと呼ばれています。

PBX インターフェイス

PBX インターフェイスは主に次の 4 つのカテゴリに分類されます。

- タイトランク インターフェイス
- パブリック ネットワーク インターフェイス

- 衛星 PBX インターフェイス
- 回線インターフェイス

このドキュメントでは、タイトランク インターフェイスと衛星 PBX インターフェイスに重点を置いて説明します。この2つのカテゴリには、主に次の4つのインターフェイスがあります。

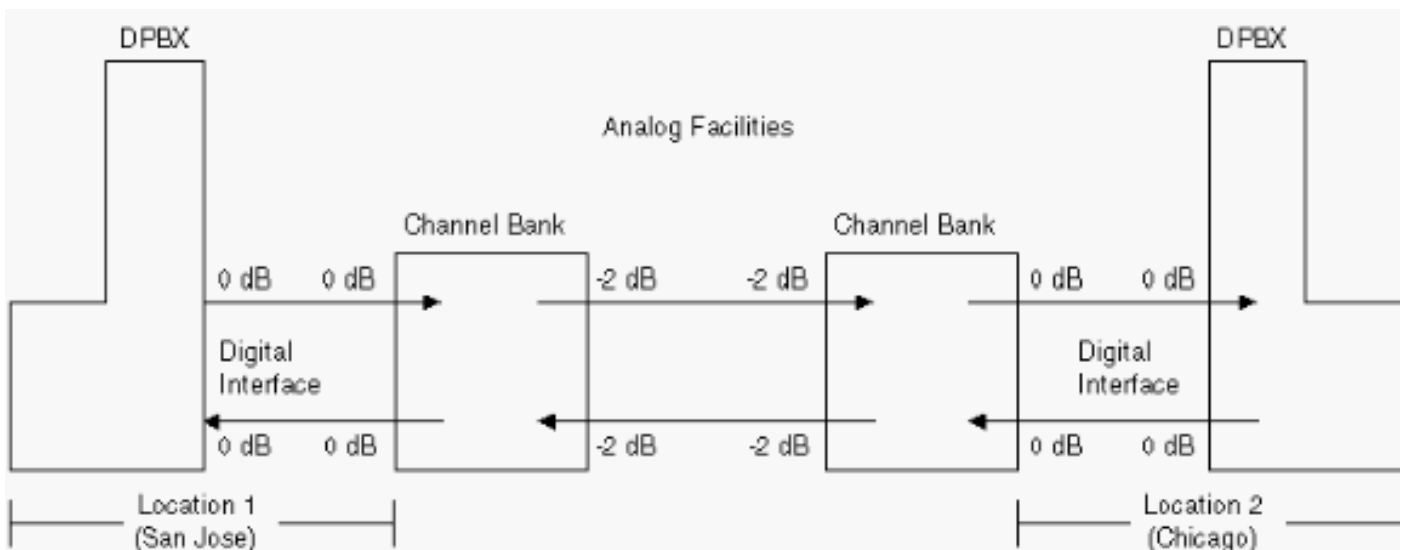
- S/DTT - デジタル サテライト PBX タイトランクへのデジタルトランク インターフェイス。
- S/ATT - アナログ サテライト PBX タイトランクへのアナログ幹線 インターフェイス。
- D/TT - デジタル ISDN 以外または組み合わせ タイトランクへのデジタルトランク インターフェイス。
- A/TT - タイトランクへのアナログ幹線 インターフェイス。

PBX インターフェイス レベル

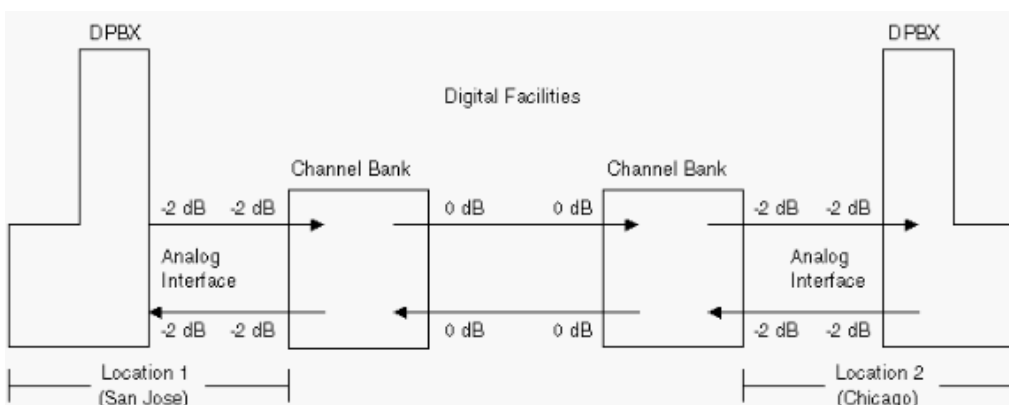
適切な伝送レベルおよび受信レベルで Cisco MC3810 を設計および実装するため、まず DPBX に期待されるインターフェイスとレベルをまとめました。(アナログ デジタル変換を使用しない) Pure Digital タイトランクを使った DPBX は、上図に示すように、常に 0 dB (D/TT) で送受信を実行します。

ハイブリッド タイトランク (アナログ デジタル変換を行う) を使用した DPBX では、チャンネルバンク (CB) インターフェイスが両端で DPBX にデジタル接続されていて、アナログ タイトランクが使用されている場合、送受信のレベルは 0 dB です (次の図を参照)。CB がアナログ インターフェイス経由で DPBX に接続されている場合、送受信のレベルは -2.0 dB です (次の図を参照)。

ハイブリッド タイトランクを使用した DPBX

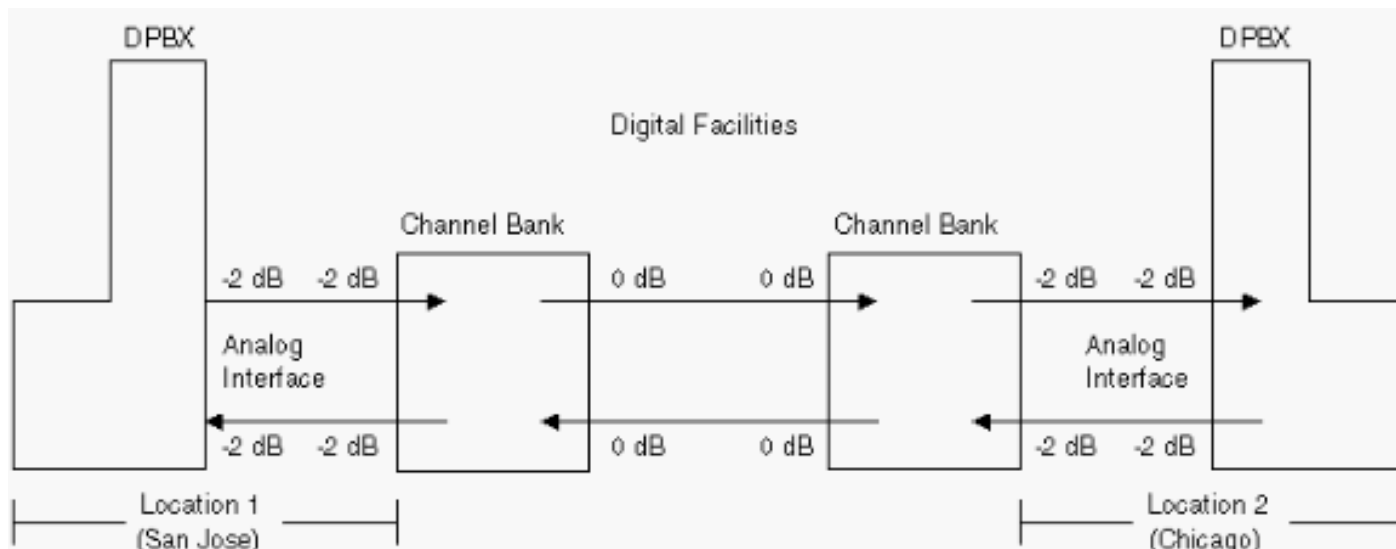


アナログ インターフェイスを介して DPBX に接続されているチャンネルバンク



CB が 1 つしかなく、アナログ インターフェイス経由で DPBX に接続されている場合、伝送レベルは -2.0 dB、受信レベルは -4.0 です (次の図を参照)。

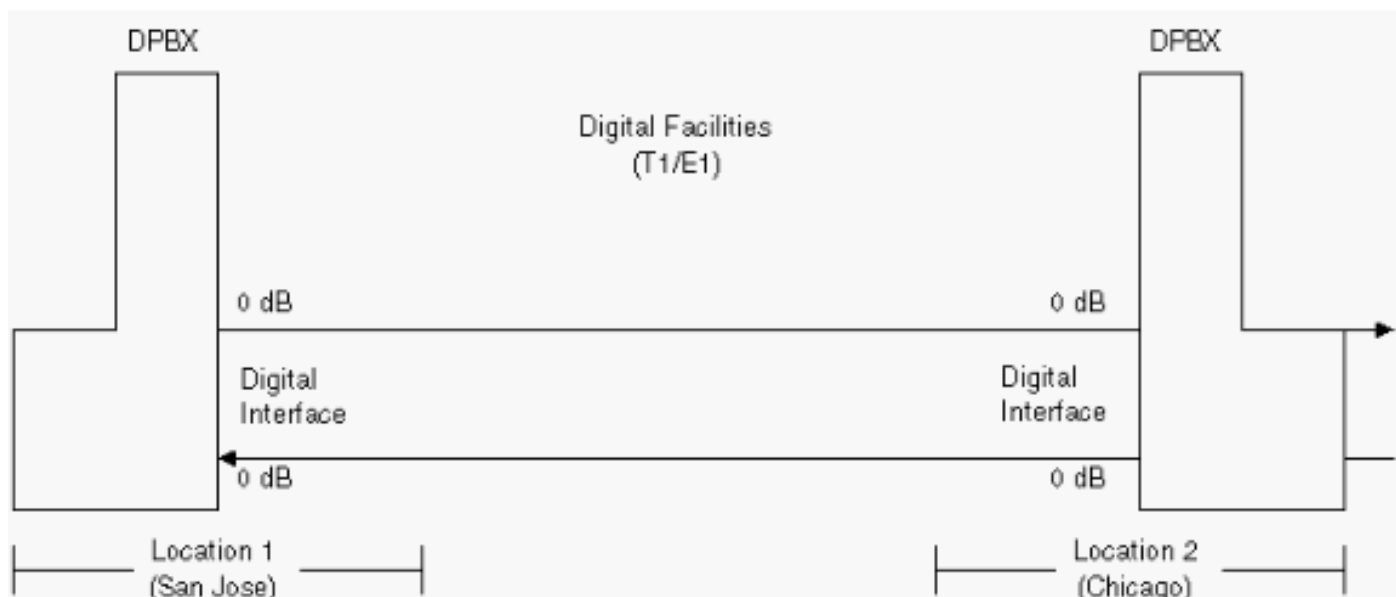
アナログ インターフェイスを介して DPBX に接続されている CB



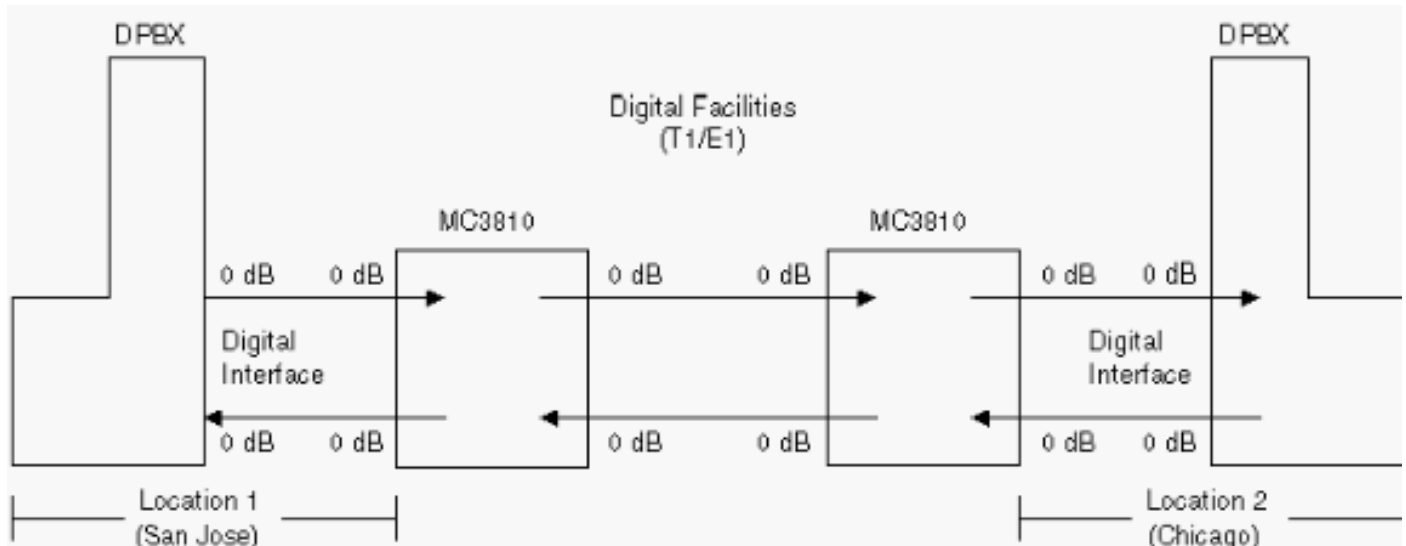
Cisco MC3810 の設計と設置

Cisco MC3810 をお客様のネットワークに実装する場合、Cisco MC3810 を設置しても、エンドツーエンドのコールが同じ損失やレベルになるように、既存のネットワーク損失計画を理解しておく必要があります。このプロセスは、「ベースライニング」または「ベンチマーキング」と呼ばれています。ベンチマークの実施方法の 1 つは、Cisco MC3810 を設置する前に、すべてのネットワーク コンポーネントを図に書き出し、米国電子工業会および米国電気通信工業会 (EIA/TIA) の規格に基づいて、ネットワークの主なアクセス ポイントと出力ポイントでの予測レベルを文書化することです。その後で、そのようなネットワーク内のアクセス ポイントと出力ポイントのレベルを測定することで、適切に文書化されていることを確認できます (次の図を参照)。レベルを測定し、文書に記載したら、Cisco MC3810 を設置します。設置が完了したら、事前に測定して文書化したレベルと一致するように、Cisco MC3810 のレベルを調整します (次の図を参照)。

Cisco MC3810 設置前のネットワーク コンポーネント



Cisco MC3810 設置後のネットワーク コンポーネント



Cisco MC3810 を実装するほとんどのケースでは、DPBX が、お客様のネットワーク全体の一部となります。ネットワーク トポロジは次のようになります。

DPBX (ロケーション 1) は、Cisco MC3810 (ロケーション 1) に接続し、これを介して遠隔端末 (ロケーション 2) につながるファシリティ/トランク (デジタルまたはアナログ) に接続します。このファシリティ/トランクは、別の Cisco MC3810 に接続されています。これは別の DPBX (ロケーション 2) に接続します。このシナリオでは、DPBX で予想されるレベル (送信と受信) は、上図で示されているようにファシリティ/トランクの種類やインターフェイスによって決定されます。

次に、設計を開始します。

1. 伝送機器やファシリティ接続などすべての要素を含め、既存のネットワークを図式化します。
2. EIA/TIA 規格 (EIA/TIA 464-B および EIA/TIA 通信システム情報第 32 -デジタルPBX 損失計画アプリケーション ガイド) の上におよびにリストされている情報を使用する伝送機器の各ピースの期待されたレベルを (両方の出力およびアクセスインターフェイスのために) リストして下さい。
3. 実際のレベルを測定して、予想レベルと実際のレベルが同じであることを確認します。同じレベルになっていない場合は、EIA/TIA のドキュメントで、設定とインターフェイスの種類を再度確認してください。必要に応じて、レベルを調整します。レベルが同じ場合は、そのレベルを文書に記録し、次の機器に進みます。ネットワークで測定したレベルをすべて文書に記録し、それらが予想レベルと一致していることを確認できれば、Cisco MC3810 を設置できる準備が整ったことになります。

Cisco MC3810 を設置し、設置前に測定して文書化したレベルと一致するように調整します。これにより、全体のレベルがベンチマークレベルと一致するようにします。最後にテスト発呼を実施し、Cisco MC3810 が効率的に動作していることを確認します。効率的に動作していない場合は、レベルの設定が正しいか再確認します。

Cisco MC3810 は PSTN へのインターフェイスとしても使用できます。Cisco MC3810 は、Foreign Exchange Station (FXS) ポート上で -3dB、Foreign Exchange Office (FXO) ポートおよび receive and transmit (E & M) ポートでは 0 dB となるように設計されています。アナログの場合、この数値は双方向に当てはまります。デジタルの場合、値は 0 dB です。Cisco MC3810 には、実際のゲインを表示するダイナミック コマンド (`show voice call x/y`) が用意さ

れているため、技術担当者はディジット キーを保持したまま、さまざまな DTMF トーンに対する実際のゲインを監視できます。

Cisco MC3810 内部に組み込まれているインターフェイス オフセットは次のとおりです。

- FXO 入力ゲイン オフセット = 0.7 dBm FXO 出力減衰オフセット = - 0.3 dBm
- FXS 入力ゲイン オフセット = -5 dBm FXS 出力減衰オフセット = 2.2 dBm
- E&M 4w 入力ゲイン オフセット = -1.1 dBm E&M 4w 出力減衰オフセット = - 0.4dBm

Voice Quality Testbed (VQT) システムは、さまざまな音声伝送デバイスとネットワークで、客観的な音声測定を行うためのツールです。次に例の一部を示します。

- パケット スイッチド ネットワークでのエンドツーエンドの音声遅延の測定
- 一般電話サービス (POST) チャンネルの周波数応答の測定
- 電話ネットワークのエコー キャンセラの効果と速度の測定
- スピーカー フォン端末の音響インパルス応答の測定

クロッキング計画

階層同期

階層同期方式は、4 ストラタム レベルのクロックで構成されています。これは、北米のネットワークを同期するためです。また、現在の業界規格にも適合している方式です。

階層同期方式では、周波数基準がノード相互間で送信されます。同期階層の最高レベルのクロックは、プライマリ基準ソース (PRS) です。相互接続しているすべてのデジタル同期ネットワークは、PRS で制御する必要があります。PRS は、長期間にわたり 1×10^{-11} 以上の精度で周波数を維持する機器であり、オプションで協定世界時に対する確認も行います。これは、最新の業界規格に適合しています。この機器はストラタム 1 のクロック (セシウム基準)、または UTC から取得した標準周波数と時刻サービス (LORAN-C や Global Positioning Satellite (GPS) 無線受信機など) で直接制御される機器である場合もあります。LORAN-C と GPS 信号自体は、セシウム基準で制御されています。この基準は、PRS から物理的に削除されているため、PRS には含まれていません。プライマリ基準ソースはストラタム 1 デバイスであるが、ストラタム 1 デバイスへのトレースが可能なため、PRS が制御するすべてのデジタル同期ネットワークは、ストラタム 1 のトレース機能を備えることとなります。

ストラタム 2 ノードは、同期階層の第 2 レベルになります。ストラタム 2 クロックは、次のデバイスへの同期化を提供できます。

- 他のストラタム 2 デバイス
- ストラタム 3 デバイス (デジタル クロスコネクト システム (DCS) やデジタル エンド オフィスなど)
- ストラタム 4 デバイス (チャンネル バンクや DPBX など)

同様に、ストラタム 3 クロックは、他のストラタム 3 デバイスやストラタム 4 デバイスへの同期化を提供できます。

階層同期の便利な機能の 1 つは、デジタル交換ノード間の既存のデジタル伝送ファシリティを同期に使用できることです。たとえば、T1 キャリア システムの基本的な 1.544 MB/秒の回線レート (1 秒あたり 8000 フレームのフレーム レート) を、この目的で使用できます。このキャリア システムのトラフィック伝送量を低減させる必要はありません。このため、別の伝送ファシリティを同期専用 to 確保する必要はありません。ただし、パブリック ネットワークとプライベート

ネットワーク間の同期インターフェイスは、ファシリティの障害履歴、ポイント調整、スイッチングポイントの数など、特定のデジタル伝送ファシリティの特性に合わせて調整する必要があります。

信頼性の高い動作は、通信ネットワークのすべての部分にとって非常に重要です。このため、同期ネットワークには、ストラタム 2 の各ノード、さまざまなストラタム 3 のノード、およびストラタム 4 ノード（該当する場合）に対し、プライマリとセカンダリ（バックアップ）の同期ファシリティが含まれています。さらに、ストラタム 2 と 3 の各ノードには、同期基準のわずかなずれを修正する内部クロックが搭載されています。通常、この内部クロックは、同期基準にロックされています。同期基準が削除されると、クロック周波数は安定性を維持できるレートに維持されます。

PRS でトレース可能な基準のソース

PRS トレースが可能な地域通信事業者/国際電気標準会議（LEC/IEC）のネットワークにプライベート デジタル ネットワークを相互接続する場合、PRS へのトレースが可能な基準信号による同期を行う必要があります。PRS トレースは、次の 2 つの方式で実現できます。

- PRS クロックを提供する（ネットワークが LEC/IEC のネットワークとプレシオクロナスに（疑似同期で）動作する場合）
- LEC/IEC ネットワークから PRS でトレース可能なタイミングを受け入れる

同期インターフェイスに関する考慮事項

LEC/IEC とプライベート ネットワーク間のインターフェイスでタイミングを受け渡す際に使用できるアーキテクチャは、基本的に 2 種類あります。最初のアーキテクチャは、1 箇所で LEC/IEC から PRS によるトレースが可能な基準を受け入れ、相互接続しているファシリティの他の機器にタイミング基準を提供するネットワークで使用します。もう 1 つのアーキテクチャは、LEC/IEC との各インターフェイスで PRS によるトレースが可能な基準を受け入れるネットワークで使用します。

最初の方式では、プライベート ネットワークが、すべての機器の同期を制御します。ただし、技術面とメンテナンス面で制限があり、配信ネットワークで少しでも損失が発生すると、関連するすべての機器で LEC/IEC ネットワークとのずれが発生してしまいます。この問題によって引き起こされる障害は、検出が困難です。

2 番目の方式では、PRS によるトレースが可能な基準が、LEC/IEC との各インターフェイスでプライベート ネットワークに対して提供されます。この方式では、PRS でトレース可能な基準を失っても、問題を最小限に抑えることができます。さらに、LEC/IEC とのずれは、問題のソースと同じインターフェイスで発生するため、問題の発生箇所を見つけやすく、その後の修正も容易です。

シグナリング

シグナリングは、CCITT 勧告 Q.9 で、「コールの確立、リリース、制御と自動通信運用のネットワーク管理に特化した（音声以外の）情報の交換」と定義されています。

広義には、シグナリングは次の 2 種類に分けられます。

- ・加入者シグナリング
- ・トランクシグナリング (スイッチ間や局間)

従来から、シグナリングは次の4つの基本機能に分類されています。

- ・監視
- ・アドレス
- ・コールプログレス
- ・ネットワーク管理

監視シグナリングは次のように使用されます。

- ・回線やトランクでコール要求を開始する (トランク上の着信回線シグナリング)
- ・接続の確立を保持またはリリースする
- ・課金を開始または終了する
- ・確立済み接続で、オペレータを再度呼び出す

アドレスシグナリングは、発信または着信した加入者の電話番号とエリアコード、アクセスコード、構内交換機 (PABX) タイトランクアクセスコードなどの情報を伝送します。アドレス信号には、お客様やネットワーク設備などによって開始されたコールの宛先を示す情報が含まれます。

コールプログレス信号は、コールの進捗や失敗を加入者やオペレータに知らせる録音メッセージ、または可聴音です。このようなコールプログレス信号については詳しく説明します。

ネットワーク管理信号は、回線の一括割り当てを制御するため、または過負荷状態への対応としてネットワークの交換システムの動作特性を変更するために使用します。

加入者シグナリング手法に加え、世界で使用されているレジスタ間シグナリングシステムは約25種類ありますが、CCITT No.7 共通線信号方式 (SSN7) が、国際/国内標準のレジスタ間シグナリングシステムとして急速に広まっています。

E&M 信号方式は、ほとんどの設置に関連しています。ただし、リファレンスとして、チップアンドリングループ、チップアンドリングリバースバッテリーループ、ループスタート、およびグラウンドスタートに関する単一周波数 (SF) シグナリングも含まれています。

タイプIとタイプIIは、南・北・中央アメリカで使用されるE&M信号方式として最も一般的なものです。タイプVはアメリカで使われていますが、ヨーロッパでも非常に普及しています。SSDC5Aはフェールセーフ動作を考慮して、オンフック状態とオフフック状態が逆になっている点が異なります。つまり、回線が途切れた場合、インターフェイスはデフォルトであるオフフック (ビジー) 状態になります。すべてのタイプの中で、タイプIIとタイプVだけが対称です (クロスケーブルを使用してバックツアバックの接続が可能)。SSDC5は、イギリスで最も一般的に使用されています。

よく使われる他のシグナリング手法は、遅延、即時、およびウィンクスタートです。ウィンクスタートとは、発信元デバイスが着信スイッチからの指示を待って、ダイヤルされたディジットを送信するインバンド技術です。ウィンクスタートは通常、ISDNやSignaling System 7 (SS7) などのメッセージ指向型シグナリングスキームで制御されるトランクでは使用されません。

[シグナリングシステムのアプリケーションとインターフェイスの要約](#)

シグナリングシステムのアプリケーション インターフェイス	特性	
ステーション ループ		
ループシグナリング		
基本ステーション	DCシグナリングステーションでの発信 セントラル オフィスからの呼び出し音	
コインステーション	DCシグナリングステーションでのループスタートまたはグラウンドスタートの発信 コインの収集および返却用の回線に加え、グラウンドパスとシンプレックスパスも使用	
局間トランク		
ループリバースバッテリー	単方向のコール発信 メタリックファシリティに直接適用可能 電流と極性の両方を感知 適切なファシリティシグナリングシステムを備えた通信事業者のファシリティで使用	
E&Mリード	双方向のコール発信。すべてのアプリケーション用にファシリティシグナリングシステムが必要となる。	
	ファシリティ	シグナリングシステム
	メタリック	DX
	アナログ	SF
	デジタル	情報内のビット
専用サービス		
ループタイプ	標準的なステーションループとトランク配列（前述のとおり）。PBX-COトランクのコインサービスと同様のグラウンドスタート形式。	
E & M リード	PBXダイヤルタイトランク用E&M。専用サービス回線の通信事業者システムチャンネル用	

	E&M。
--	------

北米での慣例

北米で一般的に使用されるタッチトーンセットは、12種類あります。また、カスタムセットの中には16種類のトーン信号を提供するものもあり、追加の桁はA～Dのプッシュボタンで識別されます。

DTMF のペア

低周波数グループ (Hz)	高周波数グループ (Hz)			
	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

北米で一般的に使われている可聴音

トーン	周波数 (Hz)	リズム
ダイヤル	350 + 440	連続
ビジー (ステーション)	480 + 620	0.5 秒オン、0.5 秒オフ
ビジー (ネットワーク)	480 + 620	0.2 秒、0.3 秒
リングリターン	440 + 480	2 秒、4 秒
オフフックアラート	多重周波数ハウリング	1 秒、1 秒
警告の録音	1400	0.5 秒、15 秒
コール待機	440	0.3 秒、9.7 秒

北米で使われているコールプログレス トーン

名前	周波数 (Hz)	パターン	レベル
低いトーン	480 + 620 600 x 120 600 x	各種	- 24 dBm 0

	133 600 x 140 600 x 160		61 ~ 71 dB m C 61 ~ 71 dB m C 61 ~ 71 dB m C 61 ~ 71 dB m C
高いトーン	480 400 500	各種	- 17 dB m C 61 ~ 71 dB m C 61 ~ 71 dB m C
ダイヤルトーン	350 + 440	一定	- 13 dB m 0
可聴呼び出しトーン	440 + 480 440 + 40 500 + 40	2 秒オン、4 秒オフ 2 秒オン、4 秒オフ 2 秒オン、4 秒オフ	- 19 dB m C 61

			から 71 dB m C 61 から 71 dB m C
回線ビジー トーン	480 + 620 600 x 120 600 x 133 600 x 140 600 x 160	0.5 秒オン、0.5 秒オフ	
リオーダー	480 + 620 600 x 120 600 x 133 600 x 140 600 x 160	0.3 秒、0.2 秒	
6A アラート トーン	440	2 秒オン、以降 10 秒ごとに 0.5 秒オン	
レコーダ警告 トーン	1400	15 秒ごとに 0.5 秒バースト	
復帰トーン	480 + 620 600 x 120 600 x 133 600 x 140 600 x 160	0.5 秒オン、0.5 秒オフ	- 24 dB m C
コイン投入 トーン	480 + 620 600 x 120	一定	

	600 x 133 600 x 140 600 x 160		
受話器オフフック (アナログ)	1400 + 2060 + 2450 + 2600	0.1 秒、0.1 秒	+5 vu
受話器オフフック	1400 + 2060 + 2450 + 2600	0.1 秒、0.1 秒	+3 .9 ~ - 6. 0 dB m
ハウラー音	480	10 秒間にわたり、1 秒ごとにレベル増加	最大 40 vu
該当番号なし (crybaby)	200 ~ 400	周波数が 1 hz に変調し、6 秒ごとに 0.5 秒間中断	
空のコード	480 + 620 600 x 120 600 x 133 600 x 140 600 x 160	0.5 秒オン、0.5 秒オフ、 0.5 秒オン、1.5 秒オフ?	
ビジー確認トーン (Centrex)	440	最初に 1.5 秒、その後 7.5 ~ 10 秒ごとに 0.3 秒	- 13 dB m 0
ビジー確認トーン (TSPS)	440	最初に 2 秒、その後 10 秒ごとに 0.5 秒	- 13 dB m 0
コール待機トーン	440	10 秒の中断で分けられた 300 ミリ秒のバーストを 2 回	- 13 dB m 0
確認トーン	350 +	10 秒の中断で分けられた	-

	440	300 ミリ秒のバーストを 3 回	13 dBm0
キャンプオンの表示	440	コンソール担当者がグループからリリースするごとに 1 秒	- 13 dBm0
リコールダイヤル トーン	350 + 440	バーストを 3 回、0.1 秒オン/オフ、以降一定	- 13 dBm0
データセット 応答 トーン	2025	一定	- 13 dBm
電話カードプロンプト トーン	941 + 1477、その後 440 + 350	60 ミリ秒	- 10 dBm0
[Class of Service] >	480 400 500	0.5 ~ 1 秒を 1 回	
命令 トーン			
1 回	480 400 500	0.5 秒	
2 回	480 400 500	2 回の短いバースト	
3 回	480 400 500	3 つの短いバースト	
4 回	480 400 500	4 つの短いバースト	
番号確認 トーン	135	一定	
コインの種類			
35 セント	1050 ~ 1100 (ベル)	1 タップ	
10 セントの投入	1050 ~	2 タップ	

	1100 (ベル)		
25 セントの投入	800 (ゴング)	1 タップ	
コイン収集トーン	480 + 620 600 x 120 600 x 133 600 x 140 600 x 160	一定	
コイン返却トーン	480 400 500	0.5 ~ 1 秒を 1 回	
コイン返却テストトーン	480 400 500	0.5 ~ 1 秒を 1 回	
グループビジートーン	480 + 620 600 x 120 600 x 133 600 x 140 600 x 160	一定	
空のポジション	480 + 620 600 x 120 600 x 133 600 x 140 600 x 160	一定	
ダイヤル オフ 正常	480 + 620 600 x 120 600 x 133 600 x 140	一定	

	600 x 160		
永続信号	480 400 500	一定	
警告トーン	480 400 500	一定	
サービス監視	135	一定	
トーン送信へ進行 (IDDD)	480	一定	- 22 dB m 0
集中インターセプト	1850	500 ms	- 17 dB m 0
ONI 命令トーン	700 + 1100	95 ~ 250 ミリ秒	- 25 dB m 0

注パターンの3つのドットは、そのパターンが無限に繰り返されることを意味します。

単一周波数のインバンド シグナリング

SF インバンド シグナリングは北米の広い範囲で使用されています。最も一般的な用途はアイドル状態、ビジー状態などの監視目的で、回線シグナリングとも呼ばれています。また、トランクでのダイヤルパルスシグナリングに使用することもできます。SFシグナリングのダイナミクスでは、信号の長さ、E&M回線の設定、リードインターフェイスの配列について理解することが必要です。以降の表では、SFシグナリングの特性、E&Mリードの設定、およびインターフェイスの配列を示します。

一般的な単一周波数シグナリングの特性

一般	
シグナリング周波数 (トーン)	2600 Hz
アイドル状態の伝送	切断
アイドル/ブレーク	トーン
ビジー/メイク	トーンなし
着信側	
検出器帯域幅	+/- 50 Hz @ -7 dBm (Eタイプ用)) +/- 30 Hz @ -7 dBm

パルスレート	7.5 ~ 122 pps
E/M ユニット	
オンフック状態の最小時間	33 ms
オフフック状態での最小トーンなし	55 ms
入カパーセント ブレーク (トーン)	38 ~ 85 (10 pps)
E リード - オープン	アイドル
- グラウンド	ビジー
発信 (ループ リバース バッテリ) ユニット	
アイドル状態の最小トーン	40 ms
オフフック状態での最小トーンなし	43 ms
オンフック状態での最小出力時間	69 ms
R リードの電圧 (チップ上のリングとグラウンドで -48 V)	オンフック
T リードの電圧 (リング上のチップとグラウンドで -48 V)	オフフック
終端 (ループ リバース バッテリ) ユニット	
オンフック状態での最小トーン	90 ms
オフフック状態での最小トーンなし	60 ミリ秒
最小出力時間 (トーンオン)	56 ms
ループ オープン	オンフック
ループ クローズ	オフフック
発信側	
低レベル トーン	-36 dBm
高レベル トーン	-24 dBm
高レベル トーンの持続時間	400 ms
事前切断	8 ms
ホールドオーバー切断	125 ms
クロスカット	625 ms
オンフック切断	625 ms
E/M ユニット	
M リードの電圧	オフフック (トーンなし)
M リードのオープン/グラウンド	オンフック (トーン)
M リードの最小グラウンド	21 ms
M リードの最小電圧	21 ms
最小出カトーン	21 ms
最小トーンなし	21 ms
発信 (ループ リバース バッテリ) ユニット	

ループ電流からトーンなし	19 ms
ループ電流なしからトーン	19 ms
トーン出力の最小入力	20 ms
トーンなし出力の最小入力	14 ms
最小トーン出力	51 ms
最小トーン出力なし	26 ms
ループ オープン	オンフック
ループ クローズ	オフフック
終端 (ループ) ユニット	
リザーブ バッテリからトーンなし	19 ms
通常バッテリからトーン	19 ms
トーン出力用最小バッテリ	25 ms
トーンなし用最小リバース バッテリ	14 ms
最小トーン出力	51 ms
最小トーン出力なし	26 ms
R リードのバッテリ (-48 v)	オンフック
TY リードのバッテリ (チップ上で -48)	オフフック

E&M リード シグナリングで使用される単一周波数信号

発信側				着信側			
信号	M リード	E リード	2600 Hz	2600 Hz	E リード	M リード	信号
アイドル	グラウンド	オープン	オン	オン	オープン	グラウンド	アイドル
接続	バッテリ	オープン	オフ	オン	グラウンド	グラウンド	接続
ダイヤル停止	バッテリ	グラウンド	オフ	オフ	グラウンド	バッテリ	ダイヤル停止
ダイヤル開始	バッテリ	オープン	オフ	オン	グラウンド	グラウンド	ダイヤル開始
ダイヤルパルス出力	グラウンド	オープン	オン	オン	オープン	グラウンド	ダイヤルパルス出力

	バッテリ		オフ		グラウンド		
オフフック	バッテリ	グラウンド	オフ	オフ	グラウンド	バッテリ	オフフック (応答)
リング転送	グラウンド	グラウンド	オン	オフ	オープン	バッテリ	リング転送
	バッテリ		オフ				グラウンド
リングバック	バッテリ	オープン	オフ	オン	グラウンド	グラウンド	リングバック
		グラウンド		オフ		バッテリ	
点滅	バッテリ	オープン	オフ	オン	グラウンド	グラウンド	点滅
		グラウンド		オフ		バッテリ	
オンフック	バッテリ	オープン	オフ	オン	グラウンド	グラウンド	オンフック
切断	グラウンド	オープン	オン	オン	オープン	グラウンド	切断

リバース バッテリ チップおよびリング ループ シグナリングで使用される単一周波数信号

発信側				着信側			
信号	T/R - SF	SF - T/R	2600 Hz	2600 Hz	T/R - SF	SF - T/R	信号
アイドル	オープン	バッテリ - グラウンド	オン	オン	オープン	バッテリ - グラウンド	アイドル
接続	クロージャ	バッテリ - グラウン	オフ	オン	クロージャ	バッテリ - グラウン	接続

		ド				ド	
ダイヤル停止	クロージャ	リバースバッテリーグラウンド	オフ	オフ	クロージャ	リバースバッテリーグラウンド	ダイヤル停止
ダイヤル開始	クロージャ	バッテリーグラウンド	オフ	オン	クロージャ	バッテリーグラウンド	ダイヤル開始
ダイヤルパルス出力	オープン	バッテリーグラウンド	オン	オン	オープン	バッテリーグラウンド	ダイヤルパルス出力
	クロージャ			オフ		クロージャ	
オフフック	クロージャ	リバースバッテリーグラウンド	オフ	オフ	クロージャ	リバースバッテリーグラウンド	オフフック(応答)
リング転送	オープン	リバースバッテリーグラウンド	オン	オフ	オープン	リバースバッテリーグラウンド	リング転送
	クロージャ		オフ		クロージャ		
リングバック	クロージャ	バッテリーグラウンド	オフ	オン	クロージャ	バッテリーグラウンド	リングバック
		リバースバッテリーグラウンド		オフ		リバースバッテリーグラウンド	

点滅	クロ ージ ャ	バッ テリ グラ ウンド	オフ	オン	クロ ージ ャ	バッ テリ グラ ウンド	点滅
		リバ ース バッ テリ グラ ウンド		オフ		リバ ース バッ テリ グラ ウンド	
オンフ ック	クロ ージ ャ	バッ テリ グラ ウンド	オフ	オン	クロ ージ ャ	バッ テリ グラ ウンド	オンフ ック
切断	オー プン	バッ テリ グラ ウンド	オン	オン	オー プン	バッ テリ グラ ウンド	切断

チップおよびリング リードを使用した呼び出しおよびループ開始シグナリングに使用される単一周波数信号 - セントラル オフィス エンドでの発呼

信号	T/R -SF	SF - T/ R	2 6 0 0 H z	2 6 0 0 H z	T/R -SF	SF - T/ R	信号
アイドル	グラ ンド -バ ッテ リ	オー プン	オフ	オン	グラ ンド -バ ッテ リ	オー プン	アイドル
捕捉	グラ ンド -バ ッテ リ	オー プン	オフ	オン	グラ ンド -バ ッテ リ	オー プン	アイドル
呼び出し	グラ ンド -バ ッテ リお よび 20 Hz	オー プン	オン オフ	オン	グラ ンド -バ ッテ リお よび 20 Hz	オー プン	呼び出し

オフフック (リングトリップと通話)	グラ ンド -バ ッテ リ	ク ロ ー ジ ャ	オ フ	オ フ	グラ ンド -バ ッテ リ	ク ロ ー ジ ャ	オフフック (リングトリップと応答)
オンフック	グラ ンド -バ ッテ リ	ク ロ ー ジ ャ	オ フ	オ フ	グラ ンド -バ ッテ リ	ク ロ ー ジ ャ	オフフック
オンフック (切断)	グラ ンド -バ ッテ リ	オ ー プ ン	オ フ	オ ン	グラ ンド -バ ッテ リ	オ ー プ ン	オンフック (切断)

注20 Hz の呼び出し信号 (2 秒オン、4 秒オフ)

チップおよびリングリードを使用した呼び出しおよびループ開始シグナリングに使用される単一周波数信号 - ステーション エンドでの発呼

信号	T/R - SF	SF - T/R	26 00 H z	2 6 0 0 H z	T/R - SF	SF - T/R	信号
アイドル	オ ー プ ン	グラ ンド -バ ッテ リ	オ ン	オ フ	オ ー プ ン	グラ ンド -バ ッテ リ	アイドル
オフフック (捕捉)	ク ロ ー ジ ャ	グラ ンド -バ ッテ リ	オ フ	オ フ	ク ロ ー ジ ャ	グラ ンド -バ ッテ リ	アイドル
ダイヤル開始	ク ロ ー ジ ャ	ダイ ヤ ル ト ー グ ラ ウ ド - バ ッ テ リ	オ フ	オ フ	ク ロ ー ジ ャ	ダイ ヤ ル ト ー グ ラ ウ ド - バ ッ テ リ	ダイヤル開 始
ダイヤルパルス出力	オ ー プ ン - ク ロ ー	グラ ンド -バ ッ テ リ	オ ン オ フ	オ フ	オ ー プ ン - ク ロ ー	グラ ンド -バ ッ テ リ	ダイヤルパ ルス出力

	ジャ			ジャ		
応答の待機	クロージャ	可聴音とグラウンド-バッテリー	オフ	クロージャ	可聴音とグラウンド-バッテリー	応答の待機
オンフック (通話)	クロージャ	グラウンド-バッテリー	オフ	クロージャ	グラウンド-バッテリー	オフフック (応答済み)
オンフック (切断)	オープン	グラウンド-バッテリークロージャ	オン	オープン	グラウンド-バッテリー	オンフック (接続解除) オフフック

チップおよびリングリードを使用した呼び出しおよびグラウンド開始シグナリングに使用される単一周波数信号 - セントラル オフィス エンドでの発呼

信号	T/R - SF	SF - T/R	2600 Hz	2600 Hz	T/R - SF	SF - T/R	信号
アイドル	オープン-バッテリー	バッテリー-バッテリー	オン	オン	オープン-バッテリー		アイドル
捕捉	グラウンド-バッテリー	オープン	オン	オン	グラウンド-バッテリー		メイクビジー
呼び出し	グラウンド-バッテリーおよび 20 Hz	オープン	オンおよび 20 Hz	オン	グラウンド-バッテリーおよび 20 Hz	オープン	呼び出し
オフフック	グラ	ク	オ	オ	グラ	ク	オフフック

(リングトリップと通話)	エンド-バッテリー	ロージャ	フ	フ	エンド-バッテリー	ロージャ	(リングトリップと応答)
オンフック	グラウンド-バッテリー	クロージャ	オン	オン	オープン-バッテリー	クロージャ	オンフック
オンフック (切断)	グラウンド-バッテリー	オープン	オフ	オン	グラウンド-バッテリー	オープン	オンフック (切断)

注20 Hz の呼び出し信号 (2 秒オン、4 秒オフ)

チップおよびリングリードを使用した呼び出しおよびグラウンド開始シグナリングに使用される単一周波数信号 - ステーションエンドでの発呼

信号	T/R - SF	SF - T/R	2600 Hz	2600 Hz	T/R - SF	SF - T/R	信号
アイドル		オープン-バッテリー	オン	オン	バッテリー-バッテリー	オープン-バッテリー	アイドル
オフフック (捕捉)	グラウンド	オープン-バッテリー	オフ	オン	バッテリー-バッテリー	オープン-バッテリー	捕捉
ダイヤル開始	クロージャ	ダイヤルトーンとグラウンド-バッテリー	オフ	オフ	クロージャ	ダイヤルトーンとグラウンド-バッテリー	ダイヤル開始
ダイヤルパルス出	オー	グラウンド-バ	オン	オフ	オー	グラウンド-バ	ダイヤルパルス出

カ	プ ン ク ロ ー ジ ャ	ッ テ リ	オ フ		プ ン ク ロ ー ジ ャ	ッ テ リ	カ
応答の待機	ク ロ ー ジ ャ	可 聴 音 と グ ラ ウ ン ド - バ ッ テ リ	オ フ	オ フ	ク ロ ー ジ ャ	可 聴 音 と グ ラ ウ ン ド - バ ッ テ リ	応答の待機
オフフック(通話)	ク ロ ー ジ ャ	グ ラ ン ド - バ ッ テ リ	オ フ	オ フ	ク ロ ー ジ ャ	グ ラ ン ド - バ ッ テ リ	オフフック(応答済み)
オンフック	ク ロ ー ジ ャ	オ ー プ ン - バ ッ テ リ	オ ン	オ ン	バ ッ テ リ - バ ッ テ リ	オ ー プ ン - バ ッ テ リ	オンフック(接続解除)
オンフック(接続解除)		ク ロ ー ジ ャ	オ ン	オ フ	オ ー プ ン - バ ッ テ リ	オ ー プ ン - バ ッ テ リ	オンフック

サイト準備ガイド

新しいサイトでの Cisco MC3810 設置計画を作成するには、次のチェックリストとフォーム (Adobe Acrobat PDF ファイル) をダウンロードしてください。

- [Cisco MC3810 マルチサービス コンセントレータ サイト準備チェックリスト](#)
- [Cisco MC3810 マルチサービス コンセントレータ サイト準備の要約](#)
- [Cisco MC3810 機器チェックリスト](#)
- [音声サービス設定情報](#)
- [お客様サイト情報](#)
- [デジタル音声ポート用計画フォーム](#)
- [アナログ音声ポート用計画フォーム](#)
- [ネットワーク図](#)
- [ネットワーク ゲイン/損失図](#)

ハンティング グループおよび優先順位設定

Cisco MC3810 では、ハンティング グループという概念をサポートしています。ハンティング グループとは、同一の PBX 上で同じ宛先パターンを持つダイヤル ピア グループを設定することです。ハンティング グループを使用すると、特定の デジタル信号レベル 0 (DS-0) のタイムスロットでダイヤルピアへの発呼を行い、そのタイムスロットが使用中だった場合に、Cisco MC3810 は利用可能なタイムスロットが見つかるまで、そのチャンネルの他のタイムスロットをハントします。この場合、各ダイヤル ピアは 3000 という同じ宛先パターンを使って設定され、その宛先パターンへのダイヤル プールを形成します。プール内の特定のダイヤル ピアを他のダイヤルピアよりも優先するには、**preference** コマンドを使用して各ダイヤル ピアの優先順位を設定します。優先順位の値は 0 から 10 です。ゼロが最も高い優先順位です。すべてのダイヤルピアの宛先パターンが同じでも、優先順位が異なるダイヤル ピアの設定例を次に示します。

音声ネットワークのダイヤル ピアに対しては、ネットワーク側で優先順位を設定することもできます。ただし、POTS ダイヤル ピア (ローカル電話装置) と音声ネットワーク ピア (WAN バックボーンをまたいだデバイス) の優先順位を混在させることはできません。システムが解決するのは、同じタイプのダイヤルピア間の優先順位のみで、2 つの異なる優先順位リスト間での優先順位は解決しません。POTS および音声ネットワーク ピアが同じハンティング グループに混在する場合、POTS ダイヤル ピアには音声ネットワークピアよりも高い優先順位が必要です。発呼に失敗した場合にそれ以上のダイヤル ピア ハンティングを無効にするには、設定コマンドの **huntstop** を使用します。再び有効にするには、**nohuntstop** コマンドを使用します。

ツール

- Ameritec Model 401 - 多目的テレコミュニケーション テスターフラクショナル T1 ビット エラー レート テスト (BERT) CSU エミュレータ/コントローラ SLC-96 モニタ物理層テスターワイドバンド TMS (送信減衰測定セット) 電圧計 DTMF/MF デジタル デコーダ
- Dracon TS19 Portable Test Telephone (バット セット)
- IDS Model 93 アナログ テスト セット送信側 250 ~ 4000 Hz スイープ 3 トーン ゲイン スロープ テスト制御可能なレベル +6dBm ~ -26 dBm (1 dB 単位) 5 種類の固定周波数 (404、1004、2804、3804、2713 Hz) 5 種類の固定振幅 (-13、-7、0、+3、+6 dBm) 5 種類のユーザ保存周波数/振幅着信側 +1.2 dBm (測定信号の振幅) ~ -70 dBm (0.1 dBm の分解能) dBm、dBrn、Vrms で表示される周波数とレベルの測定フィルタには 3 kHz フラット、C-Msg、1010 Hz ノッチが含まれる。600 オーム、900 オーム、またはハイインピーダンス (High-Z) が選択可能

承認計画

承認計画には、ダイヤル/番号計画と、すべての音声品質問題 (ゲイン/損失計画、トラフィック エンジニアリング、負荷、すべての機器に関するシグナリングと相互接続など) を示す要素を含める必要があります。

1. 次の作業を実行して、音声接続が動作していることを確認します。構成に接続されている電話機の受話器を持ち上げ、ダイヤル トーンが聞こえることを確認します。ローカルな電話機から設定済みのダイヤル ピアに電話をかけ、発呼が問題なく行われたことを確認します。
2. 次の作業を実行して、ダイヤル ピアと音声ポート設定が有効であることを確認します。設定したダイヤル ピアが比較的少数の場合は、**show dial-peer voice summary** コマンドを使用

して、設定したデータが正しいことを確認します。音声ポートのステータスを表示するには、**show voice port** コマンドを使用します。すべての音声ポートのコール ステータスを表示するには、**show voice call** コマンドを使用します。すべてのドメイン特定部分 (DSP) 音声チャネルの現在のステータスを表示するには、**show voice dsp** コマンドを使用します。


[トラブルシューティングのヒント](#)

コールの接続に問題がある場合は、次の作業を実行して問題の解決を図ってください。

- フレーム リレー設定に問題があると思われる場合は、**frame-relay traffic-shaping** がオンになっていることを確認します。
- T1 コントローラのシリアル ポート 2 を経由して Voice over Frame Relay トラフィックを送信している場合は、**channel group** コマンドが設定されていることを確認します。
- ダイヤル ピア設定に関連する問題が疑われる場合は、ローカルとリモートのコンセントレータで **show dial-peer voice** コマンドを使用し、両方でデータが正しく設定されていることを確認します。

すべてのテスト結果を文書として記録します。

[関連情報](#)

- [音声に関する技術サポート](#)
- [音声と IP 通信製品サポート](#)
- [Cisco IP Telephony のトラブルシューティング](#) 
- [テクニカルサポート - Cisco Systems](#)