

CAPNet がハイ アベイラビリティ*を実現した方法

(*注：アベイラビリティ= availability、システムの可用性を指す)

ハイ アベイラビリティ ケース スタディ

このケース スタディでは、Cisco IT がどのようにハイ アベイラビリティ ネットワークを実現し、運用コストを削減したかについて説明します。次のすべての分野で改善を図ることが、ハイ アベイラビリティの達成に非常に重要であるとわかりました。

- ネットワーク設計 — アーキテクチャ中心の一貫した設計
- ネットワーク運用 — 変更とアップグレードの一貫したプロセス
- ネットワーク管理 — 設定テンプレートと予防的な障害およびパフォーマンス管理
- ネットワーク サポート — トレーニング、スペアのストック、トラブルシューティング
- ネットワーク インフラストラクチャ — 複数のプラットフォームにわたる標準化

これらの分野に焦点を当てることで、CAPNet チームはアベイラビリティを 99.998%まで引き上げることができました。アベイラビリティの目標に到達しただけでなく、世界中のネットワークを担当する CAPNet のエンジニアの人数を、6 人からたった 1 人にまで削減できました。

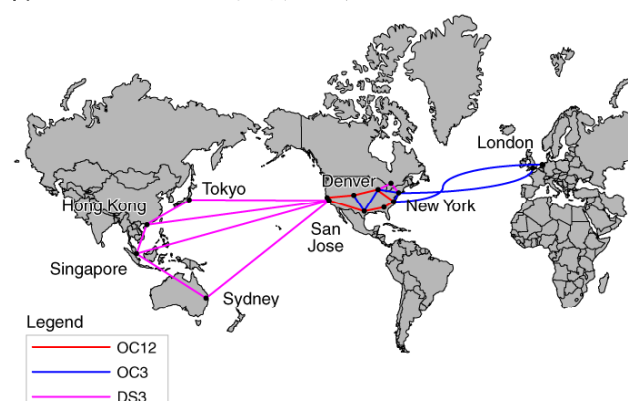
CAPNet

Cisco all-packet network (CAPNet) は、4大陸15カ所にいる何万人ものシスコの社員および契約社員に対応する、グローバルなバックボーン ネットワークです (図1)。

「CAPNetは、シスコの集約型グローバル コミュニケーション インフラストラクチャの中心部で、世界中にある何百ものシスコやパートナーの所在地にいるシスコの社員に向けて音声、ビデオ、データを伝送しています。このネットワークのアベイラビリティは、シスコの事業運営を支える最も重要なものなのです。」 (シスコシステムズ ワールドワイドITインフラストラクチャ担当副社長 Lance Perry)

シスコの社員と契約社員は、ビジネス上重要なアプリケーションの使用、オフィス間通信、および世界中に広がるシスコのファシリティにあるインターネット接続点へのアクセスを毎日CAPNetを通じて行っています。CAPNetは、シスコのグローバル ネットワークのバックボーンであるため、短時間停止しただけでも何千もの社員のワークフローが混乱してしまいます。したがって、ハイ アベイラビリティがCAPNetチームの優先事項なのです。

図1. CAPNet ワールドワイド ネットワーク



ギガビット イーサネット、OC12、OC3、およびDS3回線が、欧州、北米、アジア、およびオーストラリアの主要都市にあるシスコ サイトを接続しています。各サイトには、耐障害性を最大にするために、冗長ハードウェアに少なくとも2つの異なるルートの回線があります。CAPNetの帯域幅は、場所によって異なりますが45 Mbps~622 Mbpsです。

どのようにハイアベイラビリティを規定するか

ハイアベイラビリティは、通常ネットワークが使用可能な時間の割合として規定され、9の数字の数で表現されます。

- 3ナイン (99.9%) — 週 10 分のダウンタイム
- 4ナイン (99.99%) — 週 1 分のダウンタイム
- 5ナイン (99.999%) — 週 6 秒のダウンタイム

シスコのビジネスアプリケーションは、少なくとも4ナインのアベイラビリティが必要ですが、CAPNetの目標は5ナインです。多くの企業ネットワークには5ナインを達成する能力はあるのですが、ネットワークダウンタイムに影響するすべての要因に細心の注意を向けずにこのアベイラビリティに達するネットワークはほとんどありません。5ナインに到達するには、企業ではネットワーク設計、運用、管理、およびサポートを評価して改善する必要があります。しかし改善の効果は絶大です。アベイラビリティが高いネットワークは、運用コストを低下させ、社員の生産性を向上させ、サプライチェーン活動を合理化し、ビデオ会議やIPコミュニケーションなどのアプリケーションで必要なインフラストラクチャを提供することができるのです。

5ナインの達成のために

シスコのWANは、会社の成長や合併、ネットワークの強化に適應するために徐々に発展してきました。今までシスコでは、各サイトでさまざまな装置およびCisco IOS®ソフトウェアリリースを使用していて、設定も標準化されていませんでした。また買収した企業のネットワークは、慎重な計画や統合を行うことなくCAPNetに結合されたこともあり、運用とサポート手順のずれが、停止期間を長引かせることにもなりました。このようなさまざまな問題が、アベイラビリティに影響を与える計画外のダウンタイムを引き起こしていたのです。

同時にシスコはIPコミュニケーション（データ、音声、ビデオ）に多額の投資を行っていました。IPデータネットワークが成熟し、電話ネットワークと同じぐらい信頼でき、また信頼されるべきものになったためです。ここでCAPNetチームは、IPコミュニケーションを成功させるために、基礎となるインフラストラクチャを強化する時期が来たことを認識したのです。

ハイアベイラビリティへの取り組みを始めた時点で、CAPNetのService Level Agreement（SLA）は3ナイン（99.975%）で、これはネットワークインフラストラクチャに展開されている冗長ルータや冗長回線などの、耐障害性テクノロジーによるものでした。ダウンタイムは通常ハードウェアや回線の障害の結果ではありません。一般的

に、ルートのフラッピング、装置構成の不整合、サポート手順のずれなどの、些細で一時的な問題がダウンタイムの原因でした。

CAPNetチームは、これらの問題に段階的に取り組みました。まず、改善の進捗状況を数値化するアベイラビリティ測定の信頼性を高めることから始めました。次に、中心となる設計と手順のずれを特定し、アップグレードプログラムを実行しました。最初の目標は4ナインでしたが、主なずれを修正することでこの目標は達成されました。最終目標は5ナイン以上で、これを達成するにはネットワークアベイラビリティに影響するすべての要因に注意を払う必要があります。

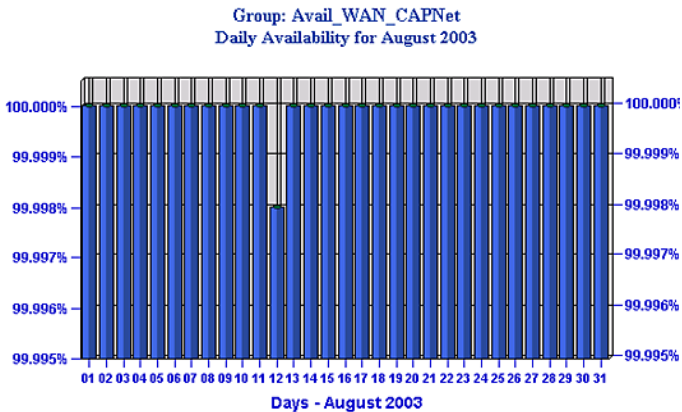
これは成功事例であり、CAPNetチームが、ハイアベイラビリティ目標の達成と運用コストの削減をすべて実際のグローバルネットワーク環境で実現した方法について説明します。またCAPNetチームはこれを人材を追加せずにすべて行いました。既存のチームがすべての改善策を計画し実行しました。実際に、アベイラビリティが改善されるにつれてネットワークサポート作業が減少し、チームは他のプログラムにより多くの時間を当てられるようになりました。

CapnETアベイラビリティの測定

CAPNetでは、EMANを使用してアベイラビリティを測定しています。EMANは継続的にCAPNetノードのアベイラビリティデータを収集し、アベイラビリティのパーセント値を計算し、結果をレポートする社内ネットワーク管理システムです。

EMANでは、パフォーマンスを時間または場所別に示した棒グラフでアベイラビリティデータを表示します。たとえば、図2は2003年8月の日次のCAPNetアベイラビリティを示しています。

図2. 2003年8月のアベイラビリティ グラフ



EMANの開始により、CAPNetグループは良質のアベイラビリティ測定値を利用できるようになりましたが、チームはプログラムの全期間にわたって測定精度を改善しました。精度に関する最も重要な変更は、ここで説明したデバイスアベイラビリティではなく複合ホストアベイラビリティを測定することにしたことです。

アベイラビリティを測定する理由

Cisco ITは、CAPNetがどれだけ良好に動作しているかを判断し、特定の停止の理由を識別し、そして最も重要である、アベイラビリティの長期的な傾向を確認するために、アベイラビリティ値を使用しています。アベイラビリティが向上傾向にあるのか悪化傾向にあるのかを把握することは、アベイラビリティ改善プログラムを実行する場合に進ちよく状況を数値で確認できるため、特に重要です。

長期間にわたり一貫してアベイラビリティを測定することは、CAPNetチームがハードウェア、ソフトウェア、回線、トポロジー、運用手順などを変更した場合の効果を追跡するのに役立ちます。CAPNetでは、システムユーザのサービスレベルを確認するためにもアベイラビリティ測定を使用します。

CAPNetでのアベイラビリティの測定方法

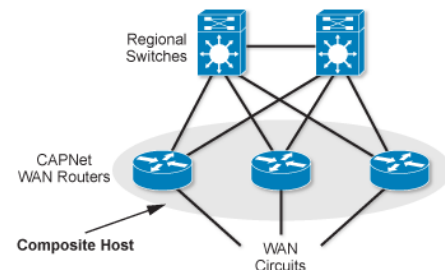
CAPNetでは、15秒ごとに24時間365日各CAPNetサイトにpingすることでアベイラビリティを測定します。サイトにあるホストが応答した場合、サイトがその間隔（15秒間）で使用可能であったとみなされます。デバイスやリンクの単一障害でサイトが分離されてしまうわけではないので、CAPNetでは個々のデバイスやリンクのアベイラビリティではなくサイトのアベイラビリティを測定します。CAPNetではデバイスおよびリンクのアベイラビリティをモニタしますが、これらの測定値はCAPNetのアベイラビリティレポートに影響しません。

複合ホスト

CAPNetでは、複合ホストを使用してサイトのアベイラビリティを測定します。これはEMANの機能で、サイト内にあるすべてのWANルータを単一の論理ホストにグループ化するものです。複合ホストのアベイラビリティをテストすることで、サイトのアベイラビリティがわかります。またEMANは、アベイラビリティサブグループとして複合ホストを扱うので、あとでネットワークアベイラビリティデータをサイト別に確認できます。

たとえば、図3は、3つのWANルータをグループ化した複合ホストを示しています。

図3. CAPNetサイトの複合ホスト



この例では、冗長ハードウェアとメッシュ型の接続によって、サイトでは単一デバイスや単一リンクの障害に耐えられるようになっています。障害の周辺ではトラフィックのルートが迅速に再ルーティングされるので、1つまたは2つの個別ホストやWAN回線で障害が発生してもアベイラビリティに影響しません。サイトにあるリージョナルスイッチやアウトバンド管理回線（図にはありません）などの他の装置のアベイラビリティは直接測定されません。

集約アベイラビリティ

集約ネットワークアベイラビリティは、グローバルCAPNetネットワーク内のすべてのサイトやアベイラビリティサブグループのアベイラビリティを複合したものです。各サイトには1つのアベイラビリティサブグループがあり、そのサブグループには1つの複合ホストがあります。CAPNetには13のアベイラビリティサブグループが含まれていて、San Joseの外にあるハブごとに1つあります。San JoseにあるEMANアベイラビリティコレクタは世界中のアベイラビリティを測定します。

表1は、12カ月間の全CAPNetサイト（アベイラビリティサブグループ）のアベイラビリティの一覧です。

表1. 2003年4月～2004年3月のアベイラビリティ

アベイラビリティサブグループ	アベイラビリティ
アトランタ	99.998%
シカゴ	99.999%
ダラス	99.999%
デンバー	100%
EMEA	99.91%
香港	100%
カナタ	99.99%
ニューヨーク	99.999%
RTP	99.999%
レッドウッド シティ	100%
シンガポール	99.999%
シドニー	99.998%
東京	100%
ネットワーク合計	99.9916%

ネットワーク アベイラビリティの合計は、単純にすべてのアベイラビリティ サブグループを平均したものです。あるサブグループが他のサブグループより重要であることはありません。

アベイラビリティ測定

CAPNetチームは、各ハブ、回線、およびデバイスから未調整アベイラビリティ データを収集します。

- ハブ サイト

複合ホスト内の少なくともデバイスの1つが応答している場合、複合ホストは使用可能であるとみなされます。このような基準でCAPNetチームはアベイラビリティを測定しています。

ホスト アベイラビリティ測定では、未調整アベイラビリティと調整済アベイラビリティは区別されません。CAPNetはバックボーン サービスなので、CAPNetチームはサービスを中断させるダウンタイムは計画しません。

- WAN 回線 (計画的な保守用の未調整および調整済アベイラビリティ)

各回線では、San JoseのEMANコレクタから最も遠い、回線の終わりにあるインターフェイスIPアドレス (EMAN仮想ホスト) に対してICMPを使用してアベイラビリティがモニタされています。このデータは、WAN回線がSLAに準拠していることを確認するのに役立ちます。

WAN回線は、一般的に、未調整のダウンタイムから計画的保守によるダウンタイムを取り除いた調整済アベイラビリティ値によってその特性がわかります。CAPNetでは、オンサイトのスペアを使用したり、オンサイトサポートを行ったりすることで計画外停止のリスクを最小限にしています。

- WAN ルータ

各デバイスのアベイラビリティは、オンコール ログの停止レコードを調査することでモニタされています (「ネットワーク サポート」を参照)。この作業は、頻繁にダウンするデバイスを特定するのに役立ちます。

アベイラビリティテスト

EMANコレクタは、該当するIPアドレスに15秒ごとに2つのpingを送信します。デバイスが2つのpingの内の少なくとも1つに15秒以内で応答した場合、そのデバイスは15秒間使用可能であったとみなされます。従って、デバイスの平均アベイラビリティは、成功ping間隔数を合計ping間隔数で割ったものに等しくなります。1日24時間の間に、15秒のping間隔が5,760あります。

pingに1回失敗しただけでも、その日のアベイラビリティは4ナインを下回ります (99.982%)。表2に、pingの失敗と月間のアベイラビリティとの関係を示します。

表2. 月間アベイラビリティへの ping の失敗の影響

ping が失敗した 間隔の数	月間ダウンタイム	アベイラビリティ
1.728	26.1 秒	99.999%
17.28	4.3 分	99.990%
30 ¹	7.5 分	99.982%

論理的に認識できない停止は長くても15秒未満です（ある ping 間隔が始まった瞬間にダウンして、次の ping が送信されるまでに復旧した場合）。15秒間隔を使用することで、モニタリング トラフィックの量を適切にすることができます。

アベイラビリティ測定の利点

CAPNetは、99.99%のアベイラビリティを提供することが見込まれているため、エラーの余地がほとんどありません。平均的なユーザでは認識できない瞬間的なルート変更でさえ、CAPNetでは許容されないようなアベイラビリティの低下の原因となる可能性があります。強固なアベイラビリティ測定システムは、CAPNetのハイ アベイラビリティプログラムの基礎になります。

4 ナインの達成

CAPNetチームはアベイラビリティを適切に測定できるようになり、ネットワークおよび運用インフラストラクチャ全体を戦略的に評価する準備が整いました。この評価では、改善プロジェクトの対象を特定し、そのそれぞれにプライオリティを定めました。この段階のアベイラビリティプロジェクトでは、次のような設計および標準化の分野のプライオリティが高くなっていました。

- ルート集約のための IP アドレッシング プラン
- 標準的なハードウェアおよびソフトウェア
- 設定管理プロセス

ルート集約の問題

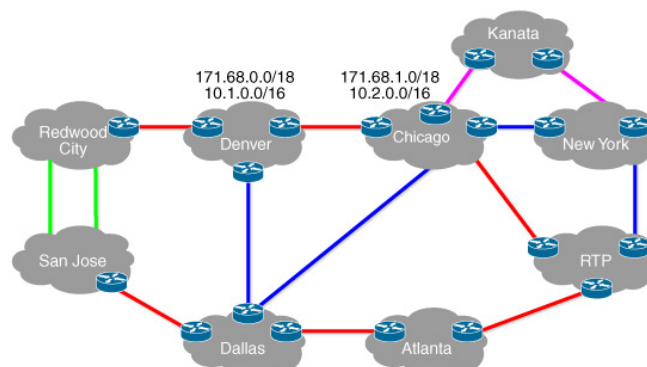
シスコのWANは、会社の成長や合併、ネットワークの強化に適応するために長期にわたって徐々に発展してきました。その結果、IPアドレスは地域でグループ化されておらず、ルーティング テーブルは大規模なものになり、ルート集約は実用的ではありませんでした。ある地域のネットワークフラップが広い範囲に伝播してしまい、アベイラビリティの低下を招いていました。

Cisco ITでは、次のような理由からルート集約を実装することを選択しました。

- ルーティング テーブルのサイズを小さくするため。その結果、メモリと CPU リソースを節約できます。
- ルートの階層化を実施し、ルーティングが不安定になってもそれを小さな範囲に限定するため。ある集約の範囲にある 1 つの IP アドレスが変更されたり、リンクの状態が変更されたりしても、その変更は集約されているエリア外にはアドバタイズされません。

ルート集約を実装するために、CAPNetおよび地域のITグループはネットワーク全体に新しいIPアドレッシングプランを採用する必要がありました。新しいプランでは、ネットワーク アドレスは地域単位でグループ化されたので、WANインターフェイスで集約できるようになりました。図4に、米国CAPNetと選択されたエリアでの集約アドレスを示します。

図4. CAPNet サイト用の集約ルート



多くのサイトでは、サイト管理とIP Phone用と、インターネット ルーテッド アドレス用の、2つの集約アドレスのみをアドバタイズします。たとえば、デンバー サイトには次のような2つの集約アドレスがあります。

- 171.68.0.0/18 — 171.68.0.0~171.68.63.255 のアドレス
- 10.1.0.0/16 — 10.1.0.0~10.1.255.255 のアドレス

ハードウェアの標準化

CAPNetチームの次のプロジェクトは、標準ハードウェアの選択とその展開です。一貫したハードウェア構成は、ハイアベイラビリティを維持しつつCAPNetをグローバルに測定するために重要なことです。標準化されていない1回限りの構成を行うと、場合によってはサポートが複雑になったり、停止が長引いたりして、Cisco ITの総所有コストが増大します。

¹ ping間隔が1日1回失敗した場合

サポートするハードウェア プラットフォームの数を最小限にすることで、運用をシンプルにし、プラットフォーム間の非互換性を最小限にできます。ハードウェアの標準化には、ベース シャーシ、すべてのライン カード、および実装シャーシ スロットが含まれています。

CAPNetでは、表3に示すような標準ハードウェア プラットフォームを使用しています。

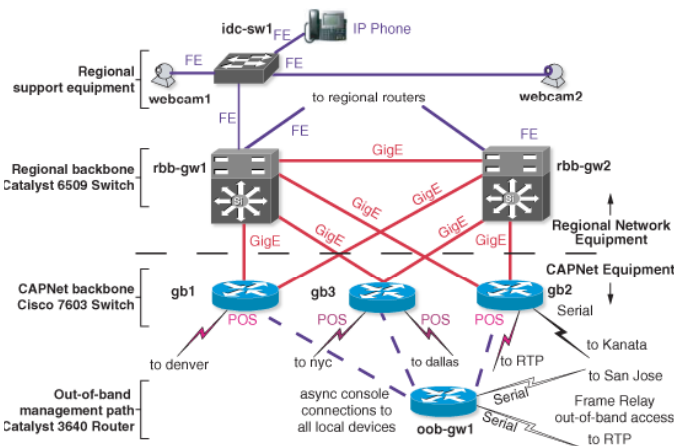
表3. CAPNet 用の標準ルータ

ルータ	役割	主な機能
7206VXR	バックボーン ルータ	DS3 インターフェイス
7603	バックボーン ルータ	OCx インターフェイス
3640	アウトバンド ルータ	フレーム リレー インターフェイス

CAPNetは、地域のネットワーク グループと協力してこれらの標準コンポーネントを、各サイトでも利用できるような基本的要素にまとめました。これらの基本的要素には、標準ハードウェア コンポーネントだけでなく、標準的なポートの用途や命名規則も含まれています。

図5に、一般的なCAPNetサイトを示します。

図5. CAPNet サイトでの一般的な装置の構成



このサイトには、主に次のようなコンポーネントがあります。

- Cisco 7603 ルータ

これらの3つのCAPNetルータは、ギガビット イーサネット回線を使用して地域のバックボーン スwitchに接続しています。冗長ルータおよび回線を用意することにより、ルータや回線で障害が発生している間もこのサイトを使用可能にすることができます。ルータの数はサイト

によって異なりますが、すべてのサイトには冗長回線を装備したルータが少なくとも2つあります

- Cisco 3640 マルチサービス プラットフォーム

このルータは、アウトバンド フレーム リレー管理パスをサポートします。このパスにより、すべてのWAN回線で障害が発生してもローカル装置でコンソール セッションを開くことができます。

- Cisco Catalyst® 6509 スイッチ

地域バックボーンのCatalyst 6509スイッチは、CAPNetの一部ではありませんが、サイトの標準化にとって重要なため、ここで示しています。これらのルータは、CAPNetバックボーンの地域ゲートウェイを形成します。

- Cisco Catalyst 3550 スイッチ

このスイッチは、ローカルIP Phone、ローカル コンソール アクセス、およびWebカメラをサポートしています。オンサイト要員が必要な問題をリモートの社員を通じて解決する場合にWebカメラは便利です。これは地域に装備されている装置ですが、CAPNetサポート要員に役立つものです。

Cisco IOS ソフトウェアの標準化

標準ハードウェアの選択と展開が終了したあと、CAPNetでは標準Cisco IOS®ソフトウェア リリースを選択して展開する必要があります。Advanced Servicesやシスコ内の他の設計および運用グループと協力して、CAPNetでは積極的に各サイトと装置で展開するCisco IOSリリースの数をできるだけ少なくするようにしました。

Cisco IOSソフトウェア リリースの標準化によって非互換性を完全に排除することはできませんが、CAPNetデバイスと他の運用グループのデバイスとの間のインターオペラビリティ上の問題を最小限にすることができます。

Cisco IOSソフトウェアの標準化には、次のような利点もあります。

- 他のグループの経験やテスト結果を利用できる
- チームが特定し追跡しなければならないバグの数を減らすことでネットワーク運用を改善する
- ルーティング、QoS (サービス品質)、およびマルチキャストなどの重要なサービスがエンドツーエンドで問題なく機能することを保証する

CAPNetチームは、Cisco ITが発行したグローバルIOS標準リストからCisco IOSソフトウェア リリースを選択しました。このリストでは、プラットフォームのタイプと機能によって**推奨**と**許容**の2つのカテゴリを定義しています。

CAPNetで使用されているCisco IOSソフトウェアの現在および前のリリースは、ネットワーク チームが利用できる社内のシスコWebサイトで公開されています。例として表4に、2004年3月23日時点での現在と前のCisco IOSソフトウェアリリースを示します。

表4. CAPNet ルータ用の標準 Cisco IOS ソフトウェア リリース

ルータ モデル	ルータ機能	現在の Cisco IOS	前の Cisco IOS
7206VXR	バックボーン ルータ	12.2(13)T5	12.2(8)T4
7603	バックボーン ルータ	12.1(19)E1	12.1(13)E8
3640	アウトバンド ルータ	12.2(13)T5	12.2(8)T4
7206VXR	DR/VPN ルータ	12.2(15)T7	なし

注: フィーチャ セットは Secure Shell (SSH;セキュア シェル) プロトコル サポート付きの 3DES です。

Cisco IT内の運用グループ (CAPNetを含む) は、**推奨**または**許容**リリースを使用している場合、Global Cisco IOS Software標準に準拠しているとみなされます。CAPNetチームは、許容リリースから推奨リリースへのアップデートを機械的には行いません。アップデートは、通常ネットワーク ユーザが新しいリリースでのみ使用可能な新しい機能が必要とする場合に行われます。

デバイス設定

CAPNetに標準のハードウェアおよびソフトウェアが展開されたので、チームでは標準設定を定め、実施したいと考えました。CAPNetは、一貫性がなかったり不適切な設定によって起こる非互換性を減らすために、標準設定を決定しました。AAA (認証、許可、アカウントिंग) 認証、SNMP (簡易ネットワーク管理プロトコル) のアクセス リスト、NTP、ロギングなどで標準設定を採用することは、パフォーマンスと信頼性を最大にしながサポートやインターオペラビリティの問題を最小限にするのに役立ちました。

CAPNetでは、EMAN Auto Configuration Toolおよび標準のグローバル テンプレートを使用して基本設定 (パスワードの暗号化、タイムスタンプなど) を、AAA認証、マルチキャスト、SNMPおよびNTP設定に適用しました。

EMANでは、標準設定を各デバイスに毎日再適用して、実施された可能性がある一時的な設定変更を上書きします。Auto Configuration Toolを使用することで、設定の一貫性を

今までにないレベルに引き上げることができました。2002年第四半期にこのツールを導入する前まで、CAPNetチームはセットアップと定期的な設定検査を手動で行うことによって一貫性を保っていました。この作業には時間がかかり、設定エラーを簡単に見逃していました。

4 ナインからの発展

4ナインは、ルーティングの改善と、ハードウェア、ソフトウェア、および設定の標準化によって達成されました。各サイトで、さまざまな時期に異なるハードウェア、ソフトウェア、およびIPサブネットを展開するため、これらの分野の問題は、ネットワークが成長するにつれて次第に蓄積していく可能性があります。これらの問題を修正しただけで、CAPNetアベイラビリティは4ナインを遙かに上回るまでになりました。しかし、4ナインを維持し、5ナインまで押し上げるには、運用、管理、およびサポート プロセスに注目する必要があります。次に、この取り組みについて説明します。

5 ナインの達成

4ナインに到達するためのステップでは、簡単に実行できる改善を行いました。5ナインを達成するには、運用およびサポート手順の細かい改善が必要になります。

CAPNetでは、次のプログラムを優先させました。

- ネットワーク設計 — ファシリティおよび回線計画、およびテクノロジーの採用
- ネットワーク管理 — ホスト定義とアウトバンド管理
- ネットワーク運用 — Cisco IOS ソフトウェアのアップグレードとネットワークの変更のベストプラクティス
- 障害管理とネットワーク サポート — モニタ、アラート、およびイベント手順

ネットワーク設計

CAPNetは、米国、EMEA、アジア太平洋地域、および日本のシスコのファシリティに接続するSONET/SDH、DS3、およびフレーム リレー (Internet Data Center [IDC]へのアウトバンド アクセス用) 回線で構成されたワイド エリア ネットワークです。CAPNetサイトは、4大陸でシスコが所有またはリースしているファシリティと、キャリアが所有するIDCにあります。

冗長性と耐障害性を備え、慎重に計画された包括的なアーキテクチャと設計が、このハイ アベイラビリティなネットワークの基礎になっています。パフォーマンス、信頼性、およびシスコにとっての価値 (コストとショーケース) が設計で考慮されている重要な要素です。

ファシリティ計画

物理的なファシリティを選択する際に次の点を考慮します。

- サイト — 環境制御機能を備えた、装置用ラックのあるしっかりした部屋など、すべての装置に適した物理サイトを選択します。
- 電力 — ハイ アベイラビリティの実現には、信頼性の高い電源が必要です。すべての装置に Uninterruptible Power Supply (UPS;無停電電源装置) が必要で、バックボーン装置には UPS と発電機のバックアップが必要です。

キャリア回線計画

ハイ アベイラビリティWAN回線では、マルチホーミング、回線の冗長性、低遅延、回線保護、などのアベイラビリティ手法のあるSLAが必要です。CAPNet設計者チームは、回線業者と協力して必要なサービスを利用可能にしました。さまざまな理由から、必要な帯域幅、回線の冗長性、または遅延対策が必ずしもすべての回線で可能ではありません。コスト、使用可能な光ファイバのパス、キャリア容量などのさまざまな要因で妥協を求められます。このような場合、運用チームとキャリアが妥協点を認識できるように妥協内容を文書化し、停止中に適切な手順に沿って迅速に問題を最小限にし、通常のサービスに復旧できるようにします。

耐障害性テクノロジーの採用

耐障害性テクノロジーを活用することによって、ネットワークはハードウェアおよび回線障害に耐えられるようになります。耐障害性テクノロジーを採用する際には、簡潔であるかどうかを重視し、使用しているアプリケーションに必要なテクノロジーのみを選択します。

冗長ホストおよび回線

各CAPNetサイトには、耐障害性を最大にするために、冗長ハードウェアには少なくとも2つの異なるルートの回線があります。この構成では、ホストまたは回線で障害が発生しても、トラフィックは冗長ホストおよび回線に迅速に再ルーティングされるため、トラフィックが中断することはありません。

IP Event Dampening

CAPNetでは、現在 (Cisco IOSソフトウェア リリース12.2Tを実行している) Cisco 7200プラットフォーム上で、IP Event Dampening機能を展開しています。IP Event Dampeningは、BGPのルート抑制と同じように機能します。回線フラップや他の理由によってルートがフラップした場合、ルートが一次的に制限されます。IP Event Dampeningにより、

ルート フラップによるトラフィック消失が防げるようになるため、優れたレイヤ3冗長性を備えているCAPNetのようなネットワークの安定性が高まります。

CAPNetチームは、Cisco ITのテストによって承認されたCisco IOSソフトウェア リリースでIP Event Dampening機能がサポートされたらすぐにこの機能をCisco 7600プラットフォームに展開する予定です。

ネットワーク管理

ネットワークを管理してハイ アベイラビリティを達成するためには簡素性と一貫性が重要です。ホストが明確に特定されていて常にアクセス可能であることを確認してください。

EMAN 管理システム ホスト設定

各CAPNetデバイスは、EMANホスト管理下に入ります。この管理作業は、「障害管理」で説明するモニタリングとアラートの基礎となります。

各デバイスのEMANホスト管理情報が正確で一貫していることは非常に重要です。次は、CAPNetホストの標準設定です。

```
Area = As appropriate for location
Street = As appropriate for location
City = As appropriate for location
Support Group = IT
PGM Group = CAPNet
Duty Pager = capnet-duty
Contact = capnet-core@cisco.com
Collect Syslog Messages=Yes
Read-Only Community String = See std. config
Rear-Write Community String = See std. config
Collector Name = IS-HQ (and others as appropriate)
Priority Level = P1/P2 (as appropriate)
Report Type = WAN
Alerts Enabled? = Yes
Download Config? = Yes
Business Support = CAPNet
Router Service Type = CAPNet Router
Comments = A brief description of the device function and what redundancy (if any) is available
```

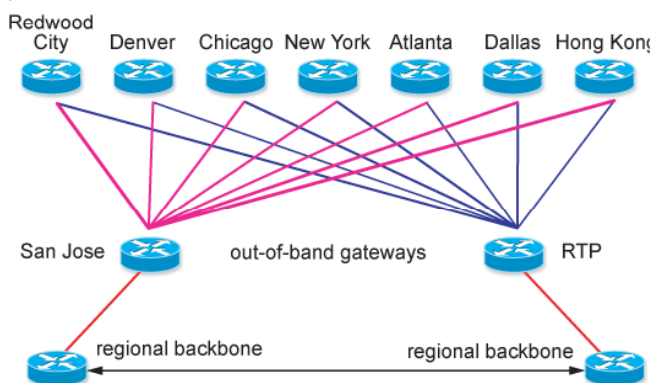
アウトバンド管理パス

アウトバンド管理パスにより、すべてのWAN回線がダウンしていても、ネットワーク サポート スタッフはコロケーション サイトにアクセスできます。サポート要員が問題のあるサイトにアクセスできないと、問題の解決とサービスの復旧に時間がかかってしまうため、これは重要なアベイラビリティ要素です。

各コロケーション サイトには、サイト内の各実働デバイスのコンソール ポートに接続しているCisco 3640マルチサービス プラットフォームへの冗長フレーム リレーPermanent

Virtual Circuit (PVC;相手先固定接続) があります。このバスを使用して、サポート スタッフは任意のデバイスのコンソール セッションを開いて、要員をサイトに派遣せずに問題をリモートで分析できます。図6に、CAPNetのアウトバンド管理ネットワークを示します。

図6. アウトバンド ネットワーク



すべてのサイトは2つの独立したアウトバンド バスからアクセス可能で、1つはSan Joseからで、もう1つはRTPからのものです。そのため、すべてのWAN回線とアウトバンド回線の1つがダウンしても各サイトにアクセスできます。完全にサイトにアクセスできない場合、重大なWAN停止が発生したことになり、サイトだけの問題ではなくなります。

フレーム リレー回線は、完全に主WAN回線から独立している必要があります。主回線と同時に障害が発生しないように、さまざまな場所からのさまざまな回線を使用しています。

ネットワーク運用

CAPNetチームは、Cisco IOSソフトウェア アップグレードおよび変更管理についてベスト プラクティスを採用することでネットワーク運用を改善しました。

Cisco IOS ソフトウェア アップグレードのベスト プラクティス

CAPNetチームは、ユーザが新機能を必要としていて、ITトランスポート設計およびエンジニアリング チームがそのリリースを全社的に展開することを承認した場合のみ、新しいCisco IOSソフトウェア リリースを採用します。必要に応じてCAPNetチームはアップグレード候補を選択して、Cisco IOSソフトウェア アップグレード手順に従ってアップグレードを実行します (図7を参照)。

図7. Cisco IOSソフトウェア アップグレード プロセス



グローバルCisco IOSソフトウェア標準書にリストされているイメージがシスコの他のトランスポート グループでテストおよび展開されていても、CAPNet運用チームでは、新しいCisco IOSソフトウェア イメージを展開する前に選別し、検証します。事前選別では次のことが行われます。

- Cisco.comおよび Advanced Services を通じたバグ修正
- 致命的なバグに関する Cisco IOS ソフトウェア リリース ノートの点検

次にCAPNetは、ラボ テストとパイロット テストを行って候補のCisco IOSソフトウェアを検証します。ラボ テストでは基本的な機能と互換性を検証し、パイロット テストでは限定された実働環境でルータの動作を検証します。候補のCisco IOSソフトウェアがすべてのテストにパスすると、これが新しい標準となり、CAPNetサイト全体での展開が計画されます。

Cisco IOS ソフトウェア イメージの保存

すべてのCAPNetルータには、少なくとも2つのCisco IOSソフトウェア イメージを保存できるフラッシュ メモリ (オンボードまたはスロットのフラッシュ メモリ) があります (表5を参照)。

表5. Cisco IOS ソフトウェア イメージの保存場所

	7603	7206VXR	3640
プライマリ イメージ	sup-bootflash	スロット 0	ブートフラッシュ
セカンダリ イメージ	スロット 0	スロット 1	スロット 0

CAPNetでは、現在のCisco IOSソフトウェア イメージとその直前に使用していたイメージをすべてのルータに保存してきました。プライマリCisco IOSソフトウェア イメージが使用できなくなった場合に、すぐに置き換えることができる前のイメージを準備しておくことは重要です。現在使用中のプライマリ イメージの代わりにアップグレードされたイメージを使用するのが実用的でない場合、現在のプライマリ イメージをルータに2つ保存します。これによって、プライマリ イメージが使用できなくなった場合に代替のブートイメージが常に使用可能になります。

Cisco IOS ソフトウェア イメージのアップグレード

CAPNet全体にわたるCisco IOSソフトウェア イメージのアップグレードは定期的な作業なので、停止がないように正確に実行する必要があります。アップグレードを円滑に行うために、CAPNetでは社内Webサイトに詳細なアップグレード手順を公開しています。これらの手順は以下の通りです。

- Cisco IOS ソフトウェア ステージング — バックアップ場所へ新しいイメージをロードするプロセス
- Cisco IOS ソフトウェア アップグレードのスケジューリング — 正式なシスコの変更管理システムを通じたメンテナンス時間のスケジューリング プロセス。このシステムは Web ベースのツールで、変更要求の作成、承認、および追跡を簡単に行えます。
- Cisco IOS ソフトウェアのアクティブ化 — 新しいイメージのアクティブ化と新しいイメージが正しく機能していることを確認するプロセス。これには、サポート要員への通知も含まれているので、サポート要員は変更の予定を把握できます。

変更管理のベスト プラクティス

CAPNetは、新しいハードウェアや回線の追加などの、ネットワークに対する他の変更も同じように扱います。変更は、シスコのネットワーク停止期間を考慮に入れながら変更管理システムを介してスケジューリングされ、システム化された形で展開されます。これはCisco IT全体の手順で、CAPNet固有のものではありません。

障害管理

ハイ アベイラビリティ ネットワークでも障害やダウンタイムがあります。ハードウェア コンポーネントが故障したり、ソフトウェアにバグがあったり、あるいはWAN回線のドロップや、ネットワーク要員のミスも発生します。ネットワーク パフォーマンスをモニタし、サポート スタッフにアラートを送信しても、障害の数は減りませんが、影響を減らすことはできます。問題を迅速に特定して運用要員に通知するモニタリングおよびアラート システムを確立することは、停止期間とその影響を最小限にするのに大いに役立ちます。

アクティビティ モニタ

EMAN Enterprise Monitorは、社内のCisco ITネットワーク管理システムで、ネットワーク アクティビティをモニタし、重要な変更についてアラートを送信する堅牢なツール セットを提供します。

CAPNetではEMAN Enterprise Monitorを使用して次のネットワーク情報をキャプチャします。

- デバイスおよび仮想ホストの ICMP アベイラビリティ
- 重要なイベントのトラップ
 - インターフェイスの状態
 - ルータのリロード
 - ルータのコールドスタート
- 次の項目のリアルタイム モニタリング
 - インターフェイスの状態
 - ルータの CPU レベル
 - ルータ メモリ
 - 遅延モニタ (各回線に契約上の遅延あり)
- Syslog メッセージ
 - EIGRP Stuck In Active (SIA)
 - デュプレックスの不一致
 - 他のイベント

インターフェイス トラップ、リアル タイム モニタリング、および仮想ホストをモニタすることは過剰のようですが、冗長ホストおよび冗長回線のある環境では、このレベルのモニタリングによって、誤りが起こる可能性を最小限にすることができます。ルータのリスタートまたは断続的な回線フラップは、アベイラビリティに影響しませんがトラップが生成されます。そのような検知されない障害はネットワークのパフォーマンスや信頼性に影響します。基本的に、十分にモニタする必要があります。

CAPNetチームは、リアル タイム モニタリング用にEMANにカスタム表示を追加しました。この表示により、当番のエンジニアは、すべてのリアル タイム モニタリング イベントの、現在のステータスと例外状況を迅速に調べることができます。

冗長回線を持つホストのモニタリング

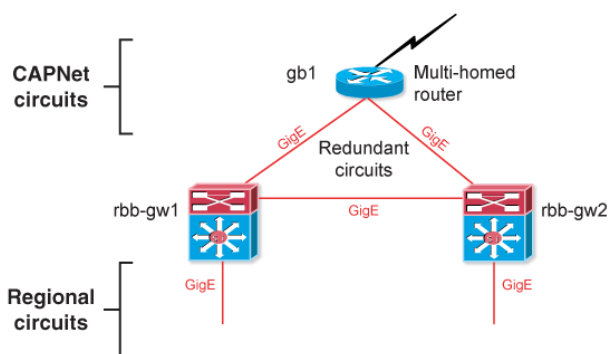
アベイラビリティ測定の精度は、インターフェイスの使用状況とホーム アドレス設定が適切であるかどうかによって決まります。適切でない場合、ホストがダウンしていないときにダウンと表示される可能性があります。

各CAPNetホスト名は、ループバック0インターフェイスのアドレスのシングル ホームで、ループバック アドレスは個々のデバイスをモニタするのに使用されます。ループバック インターフェイスは、ホストのモニタリングやEMANからのリモート コマンドを実行するための、常時アップしている安定したインターフェイスとして使用できます。ループバック インターフェイスを使用すると、メン

メンテナンスとサポートが簡単にできます。モニタリングでラウンド ロビンDNSを実行する場合は、EMAN Enterprise Monitorで誤った検知（ホストが実際にアップしているのにシャットダウンしていることを示す）が頻繁に表示される可能性があるため、マルチ ホーム ホスト名よりもシングルホーム ホスト名の方が向いています。

図8に、マルチ ホーミングによってどのようにアベイラビリティ データが不正確になるかを示します。

図8. 冗長回線のあるマルチ ホーム ホスト



gb1がマルチ ホーム ホスト名でモニタされる場合、rbb-gw2の1時間の計画的なメンテナンスの間gb1がダウンと表示されます。ルータがrbb-gw1に冗長接続していても、gb1とrbb-gw2を接続しているインターフェイスがダウンしているためです。rbb-gw2の変更管理にgb1を含めることでこの問題を回避できますが、そうしてしまうと、メンテナンス中にgb1で実際に発生した問題を認識できなくなります。

ネットワーク アラート

EMANは、モニタしているあらゆるデータに対してアラートを送信するように設定できます。これらのアラートは、個人や当番のページ名に送信できます。CAPNetチームでは、アラートグループを使用して、ネットワークの部分やアラート プライオリティによって異なるアラートをカスタマイズしています（表6を参照）。

表6. アラート グループ通知

アラートグループ	処置	例
高	オンコール エンジニアにただちに通知、24 時間 365 日	回線ダウン
中	業務時間中はオンコール エンジニアに通知し、時間外では電子メールを送信	アウトバンド回線フラップ
低	電子メールでの通知のみ	デプレックスの不一致

複数のアラート グループを使用することで、深刻な問題に対する迅速な対応を確実に行えます（24時間365日）。深刻ではないものの重要な他の問題も、オンコール エンジニアに過度な負担をかけずに適切な時間枠で処理されます。

ネットワーク サポート

CAPNetでは、ネットワーク サポートにオンコール エンジニアを活用していて、二次的にCisco Advanced Servicesの支援を受けています。オンコール エンジニアは、ネットワークの問題を解決できるように24時間365日待機しています。オンコール エンジニアは、オンコール ログを使用して問題を追跡し、EMANで要約情報を公開します。

オンコール エンジニアリング

CAPNetのオンコール勤務のローテーションでは、8人のエンジニアが1週間ずつ24時間対応勤務を行います。したがって、各エンジニアは1週間オンコール勤務をして7週間は通常勤務をすることになります。オンコール エンジニアはすべての緊急問題を処理する責任があり、EMANアラートサービスによってリアルタイムで呼び出されます。場合によっては、CAPNetオンコール エンジニアはネットワーク運用からのアラートを受信することもあります（通常CAPNetには直接関係していません）。

CAPNetでは、オンコール勤務スケジュールを他のCisco IT サポート グループのスケジュールとともにIT運用サポート勤務スケジュールで公開しています。このスケジュールは、毎日のオンコール勤務のプライマリおよびバックアップ エンジニアをカレンダー形式で表示しているWebページです。

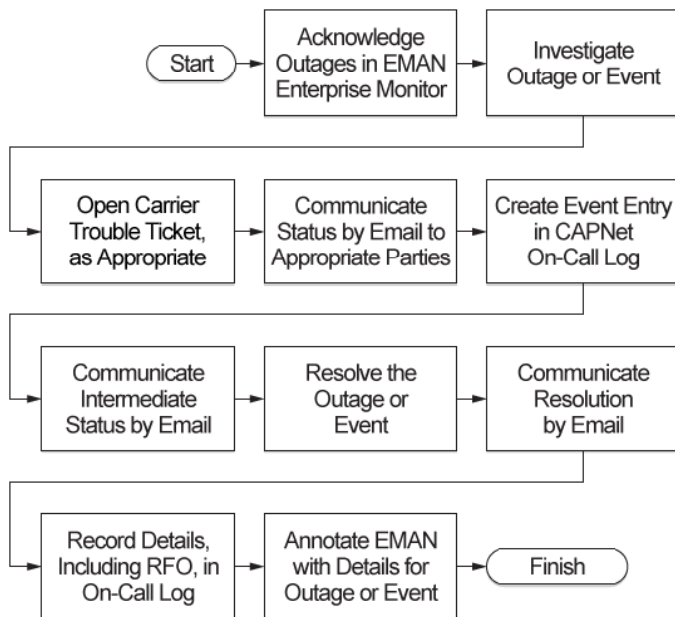
オンコール勤務の交代

CAPNetのオンコール勤務ローテーションは1週間ごとに代わり、新しいシフトは米国太平洋時間の毎週月曜日午前8:00から始まります。そのとき、現在のオンコール担当エンジニアはオンコール業務を次のローテーションのエンジニアに、電話またはインスタントメッセージで引き継ぎます。現在のCAPNetオンコール担当エンジニアは、次のエンジニアがオンコール勤務の交代を明確に確認するまで、オンコール業務に責任を持ちます。オンコール勤務交代時のオープンケースおよびトラブルチケットは、不適切な場合や事実上不可能な場合を除き、新しいCAPNetオンコール担当エンジニアに引き継がれます。

イベント手順

CAPNetのオンコールエンジニアは、標準的な手順に従って問題を特定し、進行状況を伝達し、結果を文書化します(図9を参照)。

図9. イベント手順フロー図



CAPNet オンコール ログ

オンコールエンジニアが処理するすべてのインシデントは、オンコール要約ログに記録されます。このログは、問題の種類、問題の下位種類、開始時間、終了時間、停止およびイベント期間、解決にかかった時間、Reason For Outage (RFO;停止理由)について、停止およびイベントを追跡し、計算します。表7は、問題の種類および下位種類の要約です。

表7. 問題の種類

問題の種類	問題の下位種類
COS — CatOS	COS — その他 COS — 未確認/不連続 COS — バージョン インターオペラビリティ
EV — 環境	EV — 電力:装置 EV — 電力:部屋 EV — 電力:サイト
HE — 人的エラー	HE — 設定ミス HE — CM 承認なし HE — 冗長障害 ...
HF — ハードウェア障害	HF — ケーブル配線 HF — シスコシステムズ製コンポーネント HF — シスコ製以外のコンポーネント
IL — 遅延増加	IL — 遅延増加:キャリアのリルート IL — 遅延増加:回線輻輳
IOS — IOS	IOS — CPU 負荷 IOS — マルチキャスト IOS — ルーティング ...
NA — なし	NA — エンジニアのトラブルシューティング NA — ネットワークに関連しない問題 NA — P3 サイト NA — モニタリングの問題
TF — トランスポート障害	TF — LAN TF — WAN 回線ダウン:一般的なキャリア停止 TF — WAN 回線ダウン:バックアップなし ...
UD — 不明	UD — 不明

問題追跡

長期にわたって停止とイベントの詳細を追跡することは、システムの運用を成功させるためには重要です。各エンジニアが引き継いでいくオンコール ローテーション以外に問題の傾向や長期的な問題を特定する信頼できる方法はありません。四半期ごとに、CAPNetは追跡しているデータを見直して、運用の改善に関連する部分を特定します。

たとえば、オンコール ログの問題の種類で次の問題を簡単に特定できます。

- 長期的なハードウェアまたは Cisco IOS ソフトウェアの問題
- キャリアや個別の回線で定期的に発生する問題
- 電源および HVAC 問題などの環境問題
- 設定ミスなどの人的エラー

回線またはハードウェア障害のような問題は予防できませんが、オンコール ログによって改善可能な問題をより簡単に特定できます。問題は特定されないかぎり修復できません。オンコール ログは、進行中の問題や長期的な問題を特定しそれを修正して、運用を良好に維持するためにCAPNetが使用する重要なツールです。

またオンコール ログを利用してEMANページにコメントを付ける（コピーアンドペースト）ことができます。これにより、オンコール ログに簡単にアクセスできない個人およびグループに停止およびイベント情報を提供できます。EMANのコメントで整合性のある完全な情報を提供するために、CAPNetでは次の情報を含むコメントテンプレートを正在しています。

- 影響のあったホストおよび回線
- ダウンした時間
- アップした時間
- 問題の説明
- RFO

予防的な障害管理

CAPNetのオンコール担当エンジニアは、EMANネットワーク アベイラビリティを毎日見直して、アベイラビリティ目標に達していないものにコメントを付ける責任があります。CAPNetでは、設定変更の詳細、ルーティング テーブル内のルート数、自動設定の成功と失敗、および設定例外の詳細を含む日次レポートを受信しています。またCAPNetには、EIGRP SIAやイーサネット デュプレックスの不一致などのイベントのSyslogアラートも着信します。

アベイラビリティが低下した原因の調査は、それによってサイトやデバイスがSLAを下回らなかった場合でも行うことを強く推奨します。軽微な問題を予防的に調査することで、それがサービスに影響する停止となる前に弱点を発見できます。

Cisco Advanced Services

CAPNetでは、次の作業や専門家用の技術リソースとしてCisco Advanced Servicesを活用しています。

- バグ修正
- 製品開発
- ハードウェアおよびソフトウェア リソース
- トラブルシューティングの専門家
- 設計の専門家

スペア コンポーネント

CAPNetでは、各サイトでスペア コンポーネントを保持しています。ハードウェア障害が発生した場合、フィールド要員が完全な冗長状態で迅速にハードウェア コンポーネントをスワップして通常の運用に復旧します。

カメラおよびリモート要員

各CAPNetのコロケーション サイトには、装置のラックに向けたWebカメラがあります。オンコール エンジニアは、これらのカメラで装置を見ながらリモート要員による問題解決を支援します。Cisco ITは、すべてのコロケーション サイトでオンサイト サポート契約を結んでいるため、オンサイトサポートをただちに受けることができます。

CAPNet のマニュアル

簡単に見つけることができる正確なオンライン マニュアルがあると、オンコール エンジニアが問題発生時に迅速に対処し修復するのに役立ちます。次のオンライン マニュアルがCAPNetチームで保持されています。

- 『CAPNet Duty Procedures』
- 『CAPNet Carrier Contacts Page』
- 『CAPNet Network Maps』
- 『CAPNet IOS Standards』
- 『CAPNet BGP』
- 『CAPNet Dashboard Global Duty Schedules』
- 『TAC Case Procedures』

すべてのマニュアルは、Cisco ITの社内用Webサイト上で簡単にアクセスできます。

結論と推奨

多くの観点から、ハイ アベイラビリティは適切な運用作業と常識的な対応によって達成されます。ベスト プラクティスを採用すると、短期的には運用オーバーヘッドが増えますが、適切に実行されていれば、長期的にはオーバーヘッドは大幅に減少します。中心となるのはネットワーク設計、設定、モニタリングとアラート、オンコール サポート手順、および文書化です。これらの分野に焦点を当てないと、優れた運用を達成するのが困難になり、また維持することはさらに難しくなります。

ハイ アベイラビリティ プログラムを開始する場合、まず簡単にできる改善から実行します。展開しているハードウェアプラットフォームやCisco IOSソフトウェア リリースが多

すぎる場合、標準ハードウェア プラットフォームと標準ソフトウェア リリースに変更してください。ただし、技術の利用と標準化だけでは5ナインに到達することはできません。多くの障害は、運用、管理、およびサポート手順が確立されていないことから起こります。シスコでは、重要なプロセスについてのベスト プラクティス ホワイト ペーパーなどの、多くのリソースを企業に提供しています。

ハイ アベイラビリティの達成による利益は、コストをはるかに上回ります。ハイ アベイラビリティ ネットワークによって、企業イメージは改善し、運用コストは削減され、社員やベンダーの生産性は向上し、またテレビ会議やVoice over IP (VoIP) などの最新のIPコミュニケーション アプリケーションをサポートできるようになります。

©2004 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Cisco, Cisco Systems, および Cisco ロゴは米国およびその他の国における Cisco Systems, Inc.の商標または登録商標です。この文書で説明した商品、サービスはすべて、それぞれの所有者の商標、サービスマーク、登録商標、登録サービスマークです。この資料に記載された仕様は予告なく変更する場合があります。



シスコシステムズ株式会社

URL: <http://www.cisco.com/jp/>
問合せ URL: <http://www.cisco.com/jp/go/contactcenter/>
〒107-0052 東京都港区赤坂 2-14-27 国際新赤坂ビル東館
TEL: 03-6670-2992

電話でのお問合せは、以下の時間帯で受付けております。
平日 10:00～12:00 および 13:00～17:00

お問合せ先