

---

---

# 基幹ネットワークの

# 実践的キャパシティプランニング

新日石インフォテクノ株式会社

---

## ■ 執筆者 Profile ■



塚田 治 男

1974年 日本石油（株）入社  
システム運用業務担当  
1982年 日本石油（株）電算部配属  
ネットワーク企画業務担当  
2003年 新日石インフォテクノ（株）発足  
2005年 現在 システムサービス部  
インフラ技術グループ所属  
ネットワークチームリーダー

## ■ 論文要旨 ■

インターネットの爆発的普及を背景に、企業の基幹ネットワークも基幹業務システム、グループウェア、音声、画像等を IP ネットワークに統合する流れが進んでいる。

この統合ネットワークのキャパシティプランニング及び日常監視について、従来型のトラフィック管理では、広帯域化のスピードに追随していくのは困難である。

“トラフィックを管理する”から“レスポンスを管理する”という発想の転換を行い、PING という一般的なツールを駆使することとした。手順は以下のとおりである。

基幹業務画面のレスポンスタイムを PING レスポンスタイムに換算する。主要拠点に対して5分間隔で PING を打ち、レスポンスタイムを取得し DB 化する。この DB を一定の基準により集計することでネットワークのキャパシティプランニングが可能となる。また、この DB を Web で検索しグラフ表示することにより、ネットワーク品質の状況が数値化、可視化できる。

これらによりタイムリーな回線増速の判断、ネットワーク運用管理の効率化が実現できている。

## ■ 論文目次 ■

<u>1. はじめに</u> .....	《 4》
1. 1  当社の概要	
1. 2  基幹ネットワークの変遷について	
1. 3  新日石グループの現行ネットワーク	
<u>2. 基幹ネットワークキャパプラの</u> <u>一般的な取組みについて</u> .....	《 6》
2. 1  キャパプラの必要性	
2. 2  一般的な手法とツールについて	
2. 3  当社における従来の取組み	
<u>3. 新しいキャパプラへの取組み</u> .....	《 7》
3. 1  発想の転換	
3. 2  基幹業務システムの画面レスポンス	
3. 3  ミッションクリティカルな拠点ネットワークと一般拠点ネットワーク	
3. 4  基準値の設定	
3. 5  処理概要	
3. 6  運用	
<u>4. 適用効果</u> .....	《 11》
4. 1  直接的な効果	
4. 2  音声 (VoIP) 品質での副次的効果	
<u>5. 発想の他ネットワークへの応用</u> .....	《 12》
5. 1  中国インターネット事情	
5. 2  発想を活用したチューニングと効果測定	
<u>6. 今後の課題</u> .....	《 13》
<u>7. むすび</u> .....	《 13》

■ 図表一覧 ■

図1	基幹ネットワークの変遷	《 4》
図2	新日石グループ全体ネットワーク	《 5》
図3	新日石グループ社内系VoIPネットワーク	《 6》
図4	PING測定プロセスフロー	《 10》
図5	PINGレスポンス状況と閾値	《 10》
図6	MRTG拠点サンプルグラフ	《 11》
図7	PING拠点サンプルグラフ	《 11》
図8	中国拠点PINGレスポンスグラフ	《 13》
表1	レスポンスと増強基準	《 9》

# 1. はじめに

## 1. 1 当社の概要

当社は 1985 年に設立された日石情報システム(株)を前身とし、2003 年に新日本石油株式会社と富士通株式会社の合弁会社として発足した。現在は新日本石油グループに関わるシステムの開発、運用、保守や、パッケージの販売を主力事業としている。

特に新日本石油株式会社においては約 120 拠点へ基幹ネットワークを展開しており、当社がそのネットワークの設計、構築、運用を担っている。

## 1. 2 基幹ネットワークの変遷について

新日本石油の主要拠点向け基幹ネットワークの変遷について、日本石油の時代も含めて図 1 に示す。

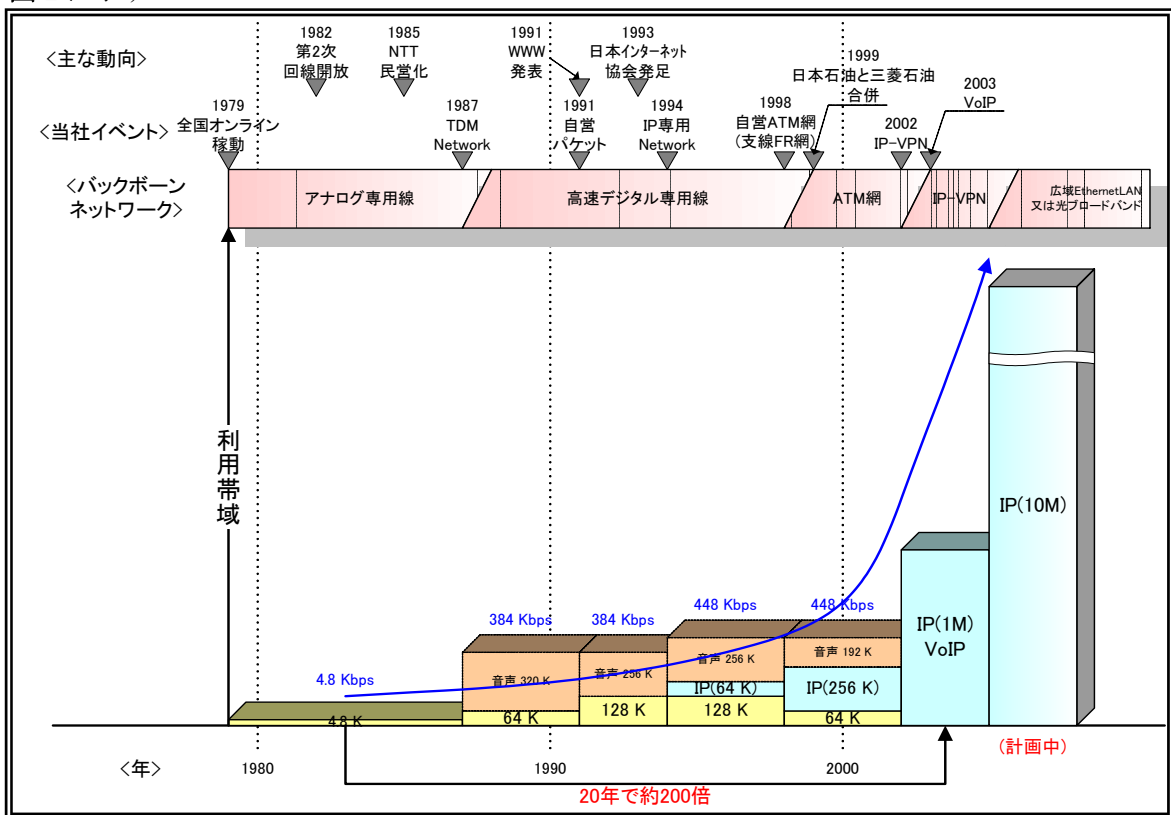


図 1 基幹ネットワークの変遷

1979 年の全国オンラインシステムの稼働を起点として、アナログ専用線、高速デジタル専用線、ATM 専用線、IP-VPN へと推移している。

三菱石油についても数年の差があるものの、ほぼ同時期に同様の推移となっている。(1999 年の合併時には図には示していない暫定回線が残っていたが、ATM 網、IP-VPN 網に統合している。)

新日本石油株式会社(以下新日石と略す)の支店、製油所などの主要拠点向けデータ系ネットワーク帯域で見ると、アナログ専用線時代から現在までの 20 年間で約 200 倍まで拡大している。

音声を含めたバックボーン回線の帯域で見ると、1987 年のデジタル化、2002 年の完全 IP 化(IP 統合によるコストダウン年 3 億弱)が大きな節目になっている。

デジタル化からの15年間はデータ系が伸びている中で、音声系については音声圧縮の技術革新が進み、段階的に32K, 8kへと効率化され、結果的にバックボーンとしての帯域は横並びとなっている。

2002年の完全IP化は、帯域としては2倍にとどまっているものの、今後のさらなる帯域拡大へ向けた飛躍のきっかけと考えられる。

World Wide Web(以下WWWと略す)の発表から始まりインターネット革命とまでいわれる状況の中で、各キャリアはバックボーンのIP化を競っており、最近では固定電話会社、携帯電話会社までIP化を目指している。

IP化の大きな潮流の中で、IP関連製品の低価格化、IPバックボーンネットワークへの集中投資、キャリア競争などがあいまって、ますます低価格化が進んでいく。そんな中でIP-VPNの10倍以上の帯域を確保できる広域イーサネットが安価に導入可能になってきた。

上記はギャランティ型ネットワークについての推移で見ているが、更にDSL技術をベースにしたブロードバンドの普及で見ると広帯域化のスピードは加速度的に高まっている。

### 1.3 新日石グループの現行ネットワーク

新日石グループの全体ネットワークについて図2に示す。

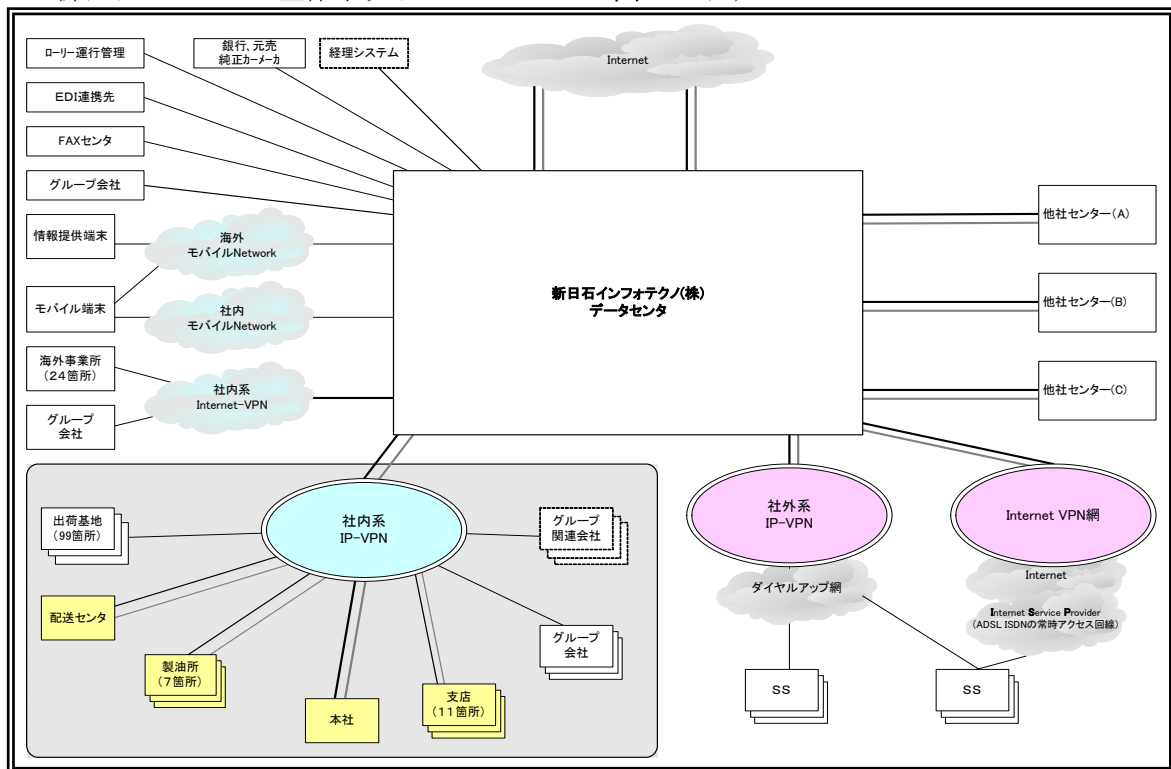


図2 新日石グループ全体ネットワーク

新日石グループの社内系 Voice over Internet Protocol (以下 VoIP と略す) ネットワークについて図 3 に示す。

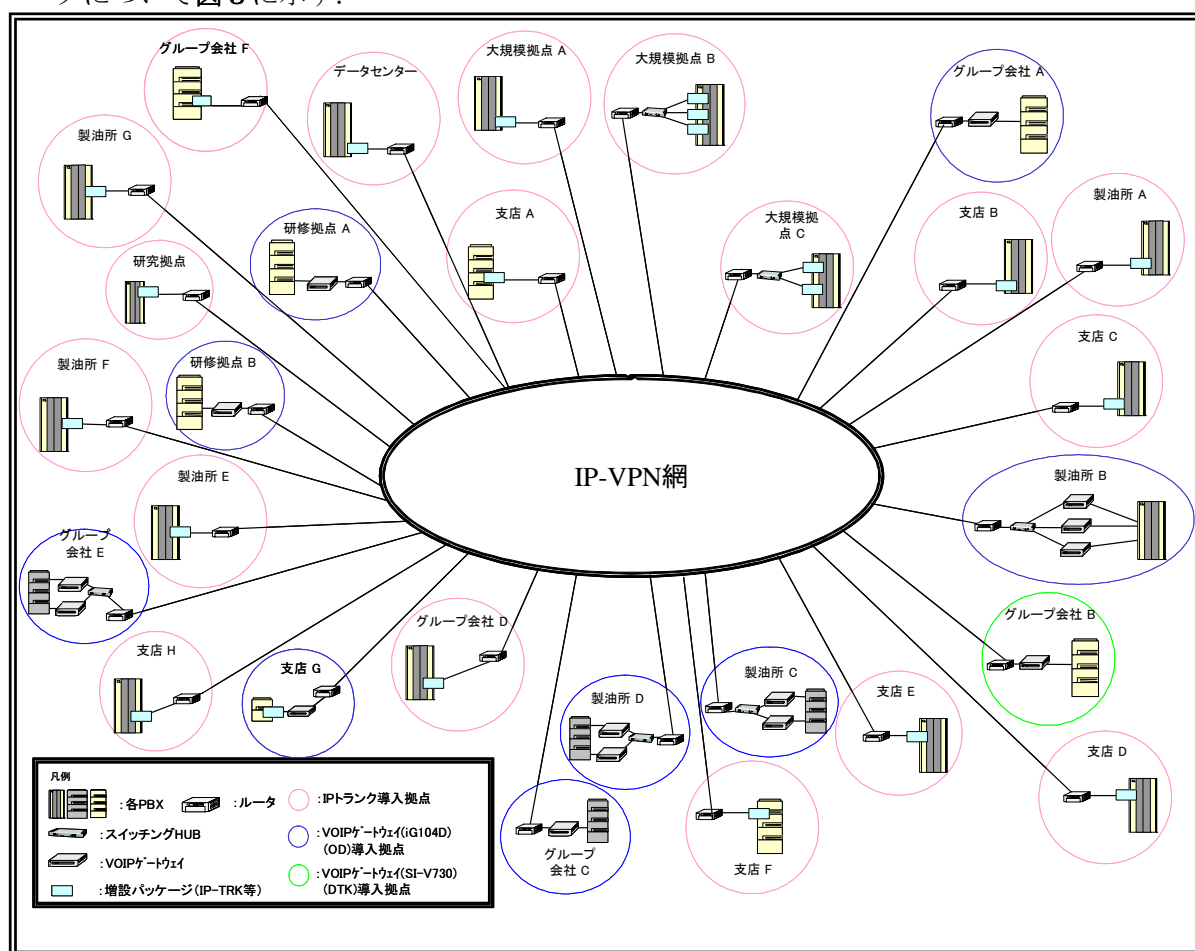


図 3 新日石グループ社内系 VoIP ネットワーク

## 2. 基幹ネットワークキャパラの一般的な取組みについて

### 2.1 キャパラの必要性

通信費の IT 運用コスト全体に占める割合は企業によって較差があるものの、数%~10%ぐらいと想定される。高額な IT 運用コストを最適化するという観点からも、無駄に太い回線を利用しつづけることは避けなければいけない。

一方、ネットワークがつながっていることが当たり前となっている今日、ストレスなく業務システムを利用できることが業務生産性を維持する条件でもある。ネットワークが輻輳し、レスポンスが悪化していることに利用者からのクレームで初めて気づくようであれば、そこからの問題分析、回線増速の申込み、機器の手配などのリードタイムを要し、発生から解決までの時間を要すると共に、企業に対する機会損失となるおそれもある。

基幹業務システムからスタートした企業ネットワークは、メインフレーム系プロトコルで構築され、IP プロトコルでのグループウェア系ネットワークとはお互いの独立が確保されてきた。

1. 2項で述べたとおり、インターネットの躍進により、IP プロトコルへの統一が進み大半の企業ではネットワーク統合が行われている。

多くの業務システム、多くの利用者で共用されることになった基幹ネットワークについて、利用状況の把握、適切な増減の判断が求められている。特に、日常のキャパシティプランニング（以下キャパプラと略す）によりレスポンス悪化の兆候を掴み、問題が顕在化する前に対策を行うことが重要となる。

## 2. 2 一般的な手法とツールについて

ネットワークのキャパプラについては、ネットワークトラフィックの回線帯域に占める割合（以下帯域使用率という）を管理することが一般的である。

統合型ネットワーク管理ツールの多くは、PING 応答を確認することによる死活監視を基本として、ルータ、スイッチ等の各通信機器からエラーメッセージをトラップとして受け取ることや CPU 使用率、バッファ使用率、ポート別トラフィック、パケットロス等を Management Information Base（以下 MIB と略す）として採取し、事前に設定した閾値を超えた時点でアラームを出す機能を持っている。

近年では、従来の統合型ネットワーク管理ツールとは異なり、トラフィック量に特化することで、帯域使用率を容易に参照できるものが出てきている。その中でもフリーソフトの Multi Router Traffic Grapher（以下 MRTG と略す）が広く普及している。このソフトを利用することで、拠点間の帯域使用率が日単位、週単位、月単位でグラフとして確認できる。

各企業におけるネットワークキャパプラは、帯域使用率について独自の基準を設けることでネットワーク増強の判断とすることが多い。判断基準を持たない企業では、プロトコル別トラフィック調査などと合わせてネットワークコンサルティング会社にアドバイスを求めるケースも多い。

## 2. 3 当社における従来の取組み

新日石における最初の段階の IP ネットワークはグループウェア専用ネットワークである。グループウェアネットワークは、基幹業務システムのようにトラフィックを想定することが難しく、回線増速についての一定の判断基準が必要になった。

この時の基準が、帯域使用率について通常日、日中平均 50%以下であること、ピーク日、日中平均 80%以下であること、のどちらかでも不可となった場合に増速することとした。

その後、段階的に業務システムを IP ネットワークに統合してきた際も、この基準で運用されてきていた。

トラフィックの増大傾向への対策、通信費の大幅な削減に向けて、データ系及び音声系について IP ネットワークへの完全統合が推進され、帯域についても大きく拡張されることになった。この新しい統合ネットワークを背景として、従来のキャパプラの基準ではいくつかの問題が発生することが予測された。

## 3. 新しいキャパプラへの取組み

### 3. 1 発想の転換

キーワードは“トラフィックを管理する”から“レスポンスを管理する”である。

- ・トラフィック管理の困難さ

定型業務中心のシステムは、設計段階からトラフィックを想定することができ、稼

動後の変動も少ない。一方グループウェア系及び基幹情報系についてはトラフィックを事前に推測することは難しく、利用者の IT リテラシーの向上にともなってトラフィックも伸びていく。

- ・広帯域化による基準値の陳腐化

帯域使用率の基準値については、一定の帯域範囲では運用状況を基準値の見直しにフィードバックすることで妥当な値になる。しかしながら、帯域が数倍になったり、1 Mbps から 10Mbps へジャンプするような状況では基準値としての意味を持たなくなる。当然ながらベストエフォート型では全く意味を持たない。

- ・レスポンスの管理

画面レスポンスの普遍的な要件は“速いほどよい”である。

このレスポンスについての基準値を作ることと安価に測定することができれば、トラフィックを直接の判断基準にすることや、広帯域化していくことからくる問題点を避けることができる。

### 3. 2 基幹業務システムの画面レスポンス

“速いほどよい”画面レスポンスの一つの基準は、現行の体感レスポンスより遅くならないことである。

日本石油の第一次オンラインシステムにおいて、画面レスポンスの目標が3秒に定められた。当初はハードウェア専用端末だったこともあり、目標レスポンスはほぼ確保されていた。その後、専用端末がパソコンに置き換わったことや画面アプリケーションの種類が増え、単に3秒を目標とすることが困難になってきた。

今回、レスポンスの基準を作るにあたって、この3秒を細かく定義することと安価に実測（擬似的な実測を含む）できることを主題とした。

- ・対象画面

基幹業務システムで利用される画面は数多い。多くのパケットが送受信される画面や膨大なDBを検索する情報系などについて一律の目標レスポンスは規定できない。

この中で頻繁に使われるエントリー画面と照会画面の二つに絞込み規定することとした。

- ・基準レスポンス

体感レスポンスは、ネットワークレスポンス、サーバ処理時間、クライアント処理時間の合計である。その内、サーバ処理時間、クライアント処理時間についてはサーバ・クライアントシステム担当側において2秒に抑えることで合意している。

したがって体感レスポンスから2秒を引いた値がネットワークの目標レスポンスタイムである。

体感レスポンスについて以下の3つのランクに分類し、各ランクの一日の発生頻度をネットワーク増強の基準とした。（具体的には3.4項参照）

Aランク：体感レスポンスを3秒未満＝ネットワークレスポンス1秒未満

Bランク：体感レスポンスを3秒～5秒＝ネットワークレスポンス1秒～3秒

Cランク：体感レスポンス5秒以上＝ネットワークレスポンス3秒以上

- ・実測ツール

ツールについては、死活監視で利用しているPINGを採用し、擬似的な測定とした。



なお最近、いくつかの市販レスポンス測定ツールが出てきているが、以下の点で問題があるため採用していない。

- ・統計的に測定するためには、ツールを入れたクライアントを専用を用意し全国に設置する必要があるため費用がかかりすぎる。
  - ・多くのツールが Web 系やデファクトになっている特定プロトコルを対象にしているため、今回のような業務アプリケーションプロトコルに対応できない。
- ・PING レスポンスへの置き換え

クライアント側で業務処理でやり取りされるパケットシーケンスをキャプチャーし、データパケット数、パケット長、ウィンドコントロールの状況（ACK 送出までの連続パケット数、パケット長）から、100 バイトの PING のターンアラウンドタイム（以下、PING レスポンスと略す）と画面表示にかかわるネットワークレスポンスとの関係を算出した。

例えば、ネットワークレスポンスが 1 秒未満（体感レスポンス 3 秒未満）であるためには PING のレスポンスが 160ms 未満である必要がある。

### 3.3 ミッションクリティカルな拠点ネットワークと一般拠点ネットワーク

基幹業務システムの中でも、支店のような一般拠点と、専用オペレータによるエントリー業務を行う拠点がある。

専用オペレータ拠点向けネットワークはミッションクリティカルであり、トラフィック量が多いことから安定した広帯域が必要となり高額である。このネットワークの帯域のチューニングのために今回の擬似レスポンス測定が最初に使われた。その有効性が確認されたことにより、その後、一般拠点の基準値を作成し全国へ適用させた。

### 3.4 基準値の設定

瞬間的な高トラフィックによるレスポンス遅れを防ぐことは困難であり、それだけをネットワーク増強の判断基準にすることはできない。

今回は、一日における B ランク、C ランクの発生頻度が一定の割合（閾値）を超えた時点でネットワーク増強することとした。

ネットワークを増強する基準となる、レスポンスと発生頻度の関係について表 1 に示す。

表 1 レスポンスと増強基準

ランク	体感レスポンス	ネットワークレスポンス	PING レスポンス	ネットワーク増強基準(閾値)	
				専用オペレータ拠点の発生頻度	一般拠点の発生頻度
A	3 秒未満	1 秒未満	160ms 未満		
B	3～5 秒	1～3 秒	160～480ms 未満	全体の 10%	全体の 15%
C	5 秒以上	3 秒以上	480ms 以上	全体の 3%	全体の 5%

### 3.5 処理概要

PING 測定から DB 作成、レポートニング、Web 検索の処理概要について図 4 に示す。

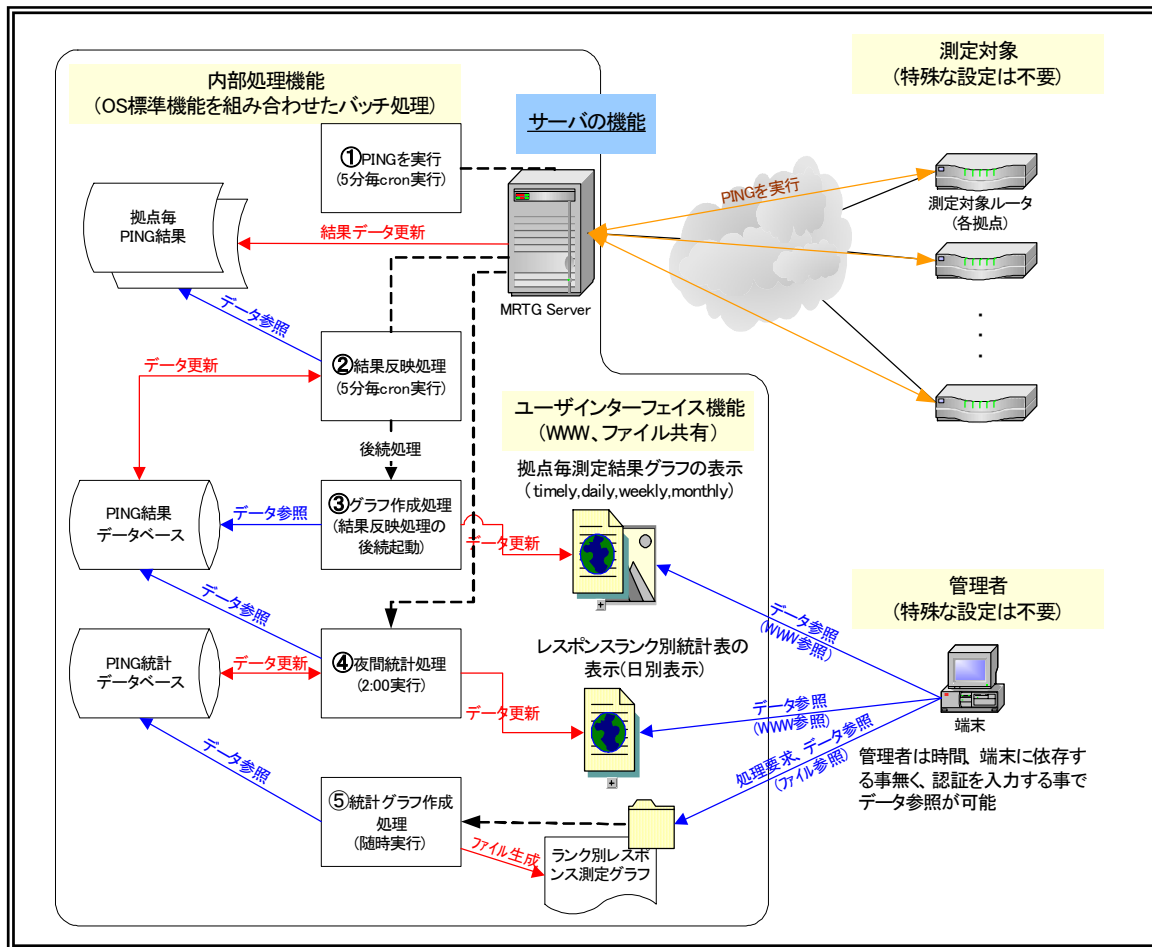


図4 PING測定プロセスフロー

### 3.6 運用

#### 3.6.1 キャパシティプランニング

当社では新日石に対して毎月、ネットワーク運用報告を行っている。

その中の議題の一つとして、ネットワークキャパシティ状況（図5にPINGレスポンス状況と閾値を示す）を報告し、閾値に近づきつつある拠点の状況などについて認識の共有化を図っている。

その他、随時、当社ネットワーク担当者により閾値越えについてチェックしている。

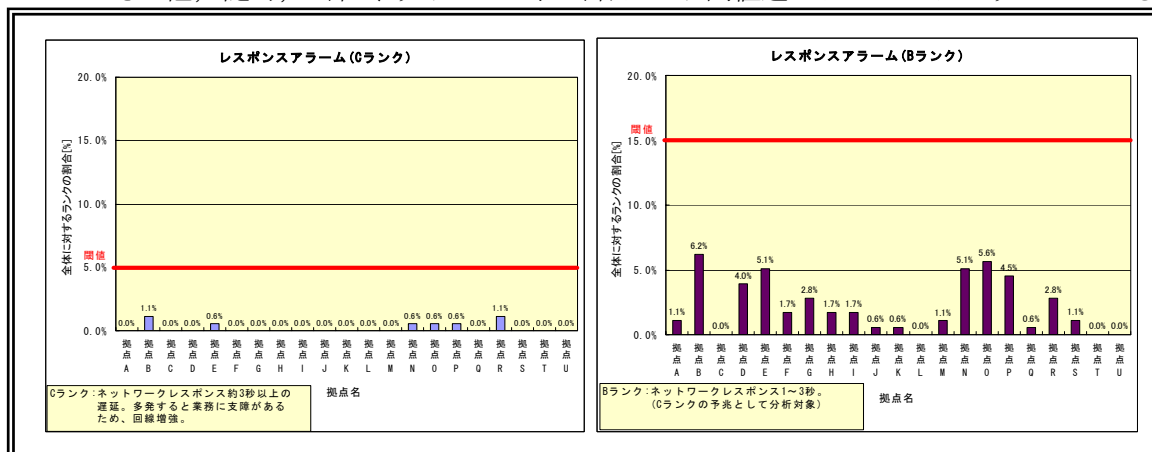


図5 PINGレスポンス状況と閾値

### 3. 6. 2 ネットワーク運用管理への利用

ネットワーク監視装置による死活監視，エラーメッセージのトラップ，各種使用率（使用帯域，通信機器 CPU，メモリ，バッファ等）に関する閾値越えアラームによる異常の検知を行っている。

合わせて，障害の未然防止の観点から，MRTG による Web での帯域使用率グラフの分析（拠点サンプルを図 6 に示す），今回の PING レスポンス統計の作成過程でできた DB の Web による随時検索（拠点サンプルを図 7 に示す）を行っている。

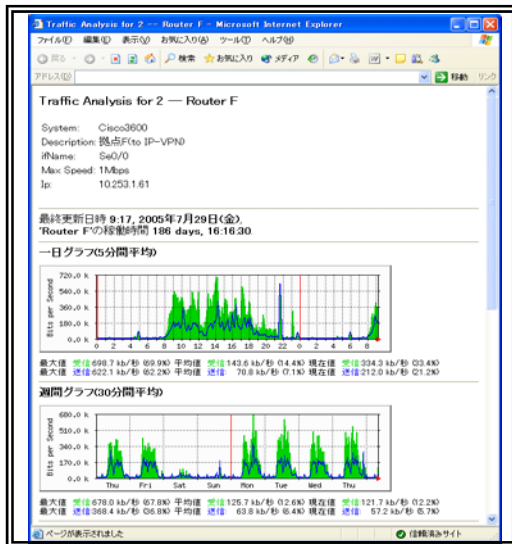


図 6 MRTG 拠点サンプルグラフ

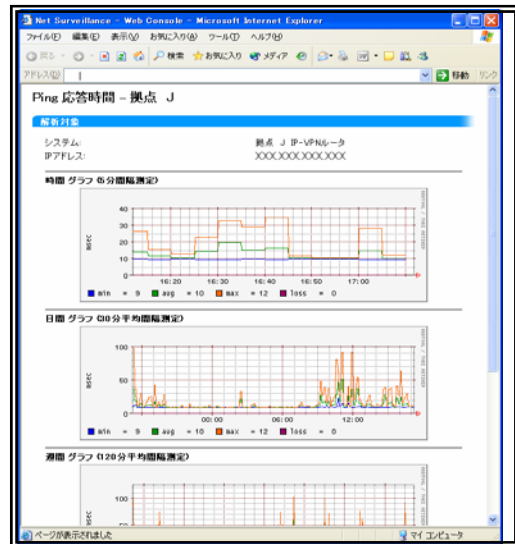


図 7 PING 拠点サンプルグラフ

## 4. 適用効果

### 4. 1 直接的な効果

回線帯域の増強についての具体事例は，ミッションクリティカルな拠点に対してである。基幹システム稼動当初，利用者からのクレームがあがり今回の PING 測定を開始した。サーバ側のレスポンス改善と合わせて，閾値に余裕をもたせた回線増速を行い，安定稼動を確認した上で，閾値の範囲内に留まるよう回線減速した。

高額な数 Mbps 回線について，適正な選択ができています。

その他の拠点については，現時点での閾値越えは発生していない。

一部，利用頻度の高い拠点のシステム担当者から回線増速の要望が上がったが，閾値越えが起きていないこと，利用者からのクレームもないことから増速は行っていない。

基幹システムの安定稼動後の“利用者からのクレーム前の対処”及び無駄な回線コストの削減は達成できていると考えられる。

またネットワーク管理の面で見ると，ネットワーク監視装置，MRTG ができることは部分的なアラームである。

障害そのものではなく予兆を捕まえるためには，健康か不健康かの判断が最初に必要なであり，PING レスポンス統計を見ることで，どの程度に健康状態が悪化しているか素早くわかる。そこから帯域使用率を分析したり，トラフィックの中身，通信機器の各使用率等を分析し具体的な病原についての解析を行うことが効果的である。

特別な装置を導入することなく PING という一般的なツールを利用して安価（0.5 人月程度）にシステム構築できたことを考えると，費用対効果は大きいといえる。

## 4. 2 音声 (VoIP) 品質での副次的効果

ある拠点において PING レスポンスの閾値越えが発生し、その時点から音声品質が劣化するという事象が発生した。

VoIP は Quality of Service により優先制御されているものの、一定以上のバーストラフィックに影響される。画面レスポンスで規定した閾値の値が偶然、音声品質劣化の閾値とも一致したことになる。

今後は IP 電話導入、無線 LAN の導入も見込まれるため、画面レスポンス以外へも積極的に閾値設定していくことになる。

なお、今回の閾値越えからの調査で、インターネットからの大量のダウンロードが発見でき、利用者への注意、全社的なインターネット利用ルールの徹底が図られた。

## 5. 発想の他ネットワークへの応用

### 5. 1 中国インターネット事情

新日石では経営戦略の一つとして海外事業への取組みを強化しており、海外拠点とのネットワーク接続を積極的に展開している。

国際ネットワーク接続については、国際専用線の費用の高さから、安価なインターネット VPN 方式を採用している。

その中で、中国においては北京、上海、蘇州、天津、広州及びモバイル向けに展開しているがネットワーク品質が悪く、特に広州とモバイルはセッションが切れる状態が頻発し、広州に対する対応（ネットワーク品質に対する証明含む）を検討することとなった。

### 5. 2 発想を活用したチューニングと効果測定

インターネット VPN の方式として、ルータ型、クライアント型（電子証明書付）を採用している。

まず、セッションが切れるということについて、ベースデータが必要と考え開発環境の中で以下の検証データを収集した。

目的：Security Architecture for Internet Protocol（以下 IPSec と略す）トンネルのセッションが切れるぎりぎりのネットワーク品質について数値化する。

測定方法：ネットワークテスト環境に負荷を段階的にかけ、IPSec トンネルが切れた時点の PING レスポンスを指標値とする。

ケース：ルータ型、クライアント型（電子証明書付）、クライアント型（電子証明書なし）

測定結果：クライアント型（電子証明書付）約 700ms、クライアント型（電子証明書なし）：約 1,000ms、ルータ型：1,300ms

上記から、広州はクライアント型 VPN の利用からルータ型 VPN に変更することとした。ただし、IPSec トンネルが切れないとしてもアプリケーション側から見て 1,000ms のネットワーク遅延は耐えられないことが想定される。利用者から見た実用上のレスポンスでも 600ms 程度が限界に近い。

以上をもとに、PING レスポンス統計を随時チェックすることで、日本側から日々変化す

る中国インターネットの品質をチェックし、新日石への状況説明、キャリアへの改善要望提出などを行った。

なお、キャリアの中国向けネットワーク増強についてのプレス発表にもなって、劇的に品質が改善されたことが、PING レスポンス統計（図8に Web 画面を示す）により一目で確認できる。

以上のように回線品質が数値化できていること、可視化できていることの効果は大きくさまざまな場面で活用できると考える。

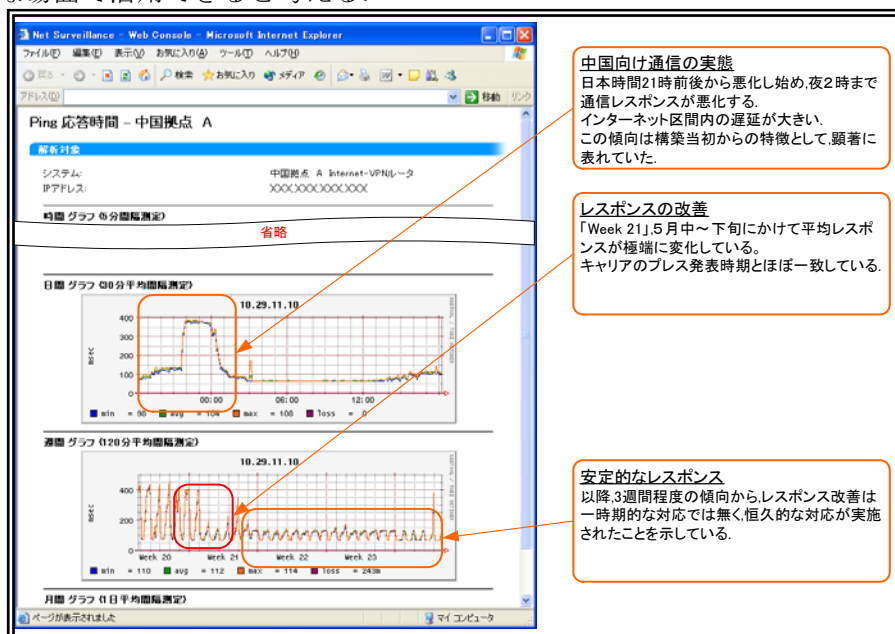


図8 中国拠点PING レスポンスグラフ

## 6. 今後の課題

PING レスポンスの状況については、過去分も含めてリアルタイムに参照できる。

一方、キャプチャとしての閾値越えは統計処理を加える必要から、バッチ処理となり、レポート出力にとどまっている。

今後は、閾値越え対象についてメール通報機能を加えることでリアルタイム性を高め、キャプチャ目的以外に監視目的にも活用していきたい。

瞬間的な閾値越えを通知するツールは数多くあるものの、統計的な処理を加えた上で判定し通報するツールはほとんど見当たらない。

ツールの自社開発を視野に入れながら、今後、有効な市販ツールが出てくるようであれば、過去の当社の経験を組み込んで活用して行きたいと考えている。

## 7. むすび

安価で広帯域なブロードバンドネットワークの普及は、家庭から始まり、企業へ進んでいる。基幹ネットワークで見ても、中、小規模の企業では当たり前のように採用しており、大規模ネットワークにおいてもギャランティ型との組み合わせが進んでいる。

今回紹介した“PING により擬似的にレスポンスを測定する”＝“品質を測定する”のに適しているのは、本質的にはギャランティ型ネットワークよりも帯域を管理できないベストエフォート型のブロードバンドネットワークなのかもしれない。

ブロードバンドネットワークにおいてファイル転送などによりスループットを測定することはよく行われている。しかしながら、ネットワークの構築時や問題が発生した時などに散発的に測定する、にとどまっている企業が大半と思われる。

ネットワークの変遷で見てきたように、デジタルの時代に入ってから約 15 年、TDM 方式からフレームリレー方式、ATM 方式といった推移はあるものの、利用帯域が大きく広がるようなバックボーンネットワークの技術革新は起きていなかった。

インターネット革命の入り口にさしかかった今日、インターネットが社会に与えるインパクトとともに、光の高密度な波多重、無線 LAN のブロードバンド化、衛星による地球規模での携帯通信など技術革新も急激に進み始めている。

それら“華やかさ”とは別に、現場を支えるネットワークチームメンバおよび協力会社メンバの日常のネットワーク運用・管理の汗から生まれたのが今回紹介した内容である。

“きちっとつながる”というネットワークの基本をおさえてこそ、技術革新から生まれる新しいものを享受できる。

いずれ新しい時代を迎えるであろう基幹ネットワークの管理について、地道に前進していきたいと考えている。

## **参考文献**

- [1] インターネットプロトコルハンドブック編集委員会編：“最新インターネットプロトコルハンドブック”，朝日新聞社
- [2] 経済産業省HP白書・報告書：“産業構造審議会 情報経済分科会 第三次提言「ネットワークの創造的再構築」”
- [3] 笠野英松 監修，マルチメディア通信研究会 編：“インターネットRFC辞典”，アスキー出版局