



ブロードバンドアクセスネットワークのオペレーションシステム

Operation System for Broadband Access Network

中島 亮悦*¹ 野崎 昌明*¹ 秋山 雅樹*¹ 矢田 俊之*¹ 石井 秀信*¹ 片桐 庸介*¹
Nakajima Ryoetsu Nozaki Masaaki Akiyama Masaki Yada Toshiyuki Ishii Hidenobu Katagiri Yousuke

あらまし

ブロードバンドネットワークを構成するアクセス系機器として、xDSL 関連装置や FTTH 関連装置が市場投入されてきている。

これらの装置について機器管理を含めた監視制御を行うにあたり、ネットワークの規模によって異なるオペレーションが要求されている。

そのため、それぞれの規模に適合したプラットフォームを採用することにより、ユーザのニーズに合ったオペレーションシステムを開発した。

Abstract

Devices related to xDSL and FTTH have been introduced in the market as access devices constituting broadband networks. Supervisory control of these devices, including device controls, requires operations that differ depending on network size.

We developed an operation system that satisfies user needs by employing platforms, each conforming to a specific network size.

* 1 アクセスネットワーク事業部 ソフトウェア統括部 オペレーションシステム開発部

1. ま え が き

近年、急速に伸びているインターネットサービスの増加に伴い、ブロードバンドアクセスネットワークの構築が拡大している。特に一般ユーザのインターネットアクセス増加はADSL（Asymmetric Digital Subscriber Line）^{注1)} 関連機器やFTTH（Fiber To The Home）^{注2)} 関連機器の市場投入の牽引役となっている。

このように急激に拡大しているアクセスネットワークには、同時に回線品質の安定性維持と故障発生時の迅速な復旧が要求されるため、ネットワークの規模に応じたオペレーションが重要となってくる。

アクセスネットワークのオペレーションには、個別のネットワーク機器の監視制御からネットワーク全体を見据えたネットワークサービス管理を中心としたもので多様であり、ネットワークの大きさによってそのオペレーション形態はさまざまである。

当社ではこれらの要求に応えるために、それぞれの実運用要求に適合したプラットフォームを採用することにより、ユーザニーズに合ったオペレーションシステムを開発した。

2. アクセスネットワークのオペレーション

アクセスネットワークは、ネットワーク規模や提供するサービス内容が異なるため、それぞれの規模やサービスに適合するように、三つのオペレーション形態を開発した。

表1に各オペレーション形態の特長を示す。

2.1 ネットワークオペレーションの概要

ネットワークオペレーションは、オペレーション形態の中で最もネットワーク規模が大きく、アクセス系以外にもバックボーンを含むネットワーク全体のオペレーションを可能としている。VoIP（Voice over IP）^{注3)} サービスやVOD（Video On Demand）^{注4)} サービスごとの管理、顧客ごとのVLAN^{注5)} 管理と

注1) 「加入者線」と一般に呼ばれる従来の電話回線（メタルケーブル）を利用し、専用のモデム経由で高速なデータ伝送を可能にしたデジタル技術の一つ。

注2) 電話局から各家庭までの加入者線を結ぶアクセス網を光ファイバ化し、高速な通信環境を構築する計画。

注3) IPネットワーク上で音声通話を実現する技術。

注4) 現在のテレビ放送のように、放送局から一方的に放送される映像をユーザが鑑賞するのではなく、個々のユーザが選択した異なる映像を、ユーザごとに配信すること。

表1 アクセスネットワークのオペレーション形態

オペレーション形態	特長	適合ユーザ
ネットワークオペレーション (図1参照)	<ul style="list-style-type: none"> ネットワーク全体のオペレーション マルチベンダネットワーク管理 End to Endのパス管理 サービス単位のネットワーク運用管理 ユーザ単位のVLAN管理 	大規模ネットワークを構築する通信事業者、多種多様のメディア、サービス事業者
NEオペレーション (図6参照)	<ul style="list-style-type: none"> NE(機器)単位のオペレーション 同一NEの複数監視制御機能 加入者ごとの回線状態監視 NE(機器)ごとに異なるオペレーション キャリア、ベンダ固有のオペレーション 	大規模～中規模ネットワークを構築する事業者、加入者機器主体の通信事業
ローカルオペレーション (図9参照)	<ul style="list-style-type: none"> NE(機器)単位のオペレーション 単一のNE(機器)監視制御 携帯可能であり必要時に接続 低コストのネットワーク機器管理 小規模スタート時の導入 	小規模ネットワークを構築する通信事業者、スモールスタート事業者

いった汎用ネットワークサービスを中心とした運用管理に適している。

そのため、大規模ネットワークの運用管理を主体とした汎用のネットワークサービス管理システムをプラットフォームとして、その上に当社製品が持つ機器固有の監視制御機能を具備させることによって、アクセスネットワークを含むトータルネットワークオペレーション要求への対応を実現した。

2.2 NEオペレーションの概要

アクセスネットワークの構築においては、加入者数に比例したネットワーク機器の導入が必須であり、加入者の増加に伴ってネットワーク規模が増大する。

これらのアクセスネットワーク機器のオペレーションとしては、加入者単位での故障診断や切り分け、個別機器制御および回線品質の維持向上に加えて、

注5) バーチャルLAN。LANシステムにおいて、物理的なケーブルやマシンの接続形態に依存せず、LAN上の特定のノードだけで仮想的なグループを作る技術のこと。

できるだけ多くのアクセスネットワーク機器を、1台のオペレーションシステムで監視制御することが望まれる。

また、加入者宅までのアクセスラインを既存の電話回線を利用しているADSLシステムでは、それぞれのユーザごとに回線品質や通信速度を最良に設定するオペレーションが要求される。

当社では、このような要求を実現するオペレーションシステムの代表的な適用例として、NE制御を主機能とするプラットフォームを採用し、ADSLシステム向けのNEオペレーションシステムを開発した。

2.3 ローカルオペレーションの概要

オペレーション形態の中では最も規模が小さく、特定のサービス運用に限定することによって、導入費用を安価に押えられる。ビジネスとして小規模スタートするような場合に最も適している。必ずしも高性能サーバ等による大規模通信事業者並みの監視制御を必要としない、ネットワークの規模に合ったオペレーションシステムの導入を目的としている。

そのため、市販されている安価な汎用ハードウェア（Windows^{注6)} Note PC）上で動作するオペレーションとして、機器の監視制御機能に限定したロー

カルオペレーションを実現した。

これらのオペレーション形態にはそれぞれに特長があり、当社が開発した事例をもとに各オペレーション形態について説明する。

3. ネットワークオペレーション

ネットワークを構築する際には、その規模が大きくなるにつれて、導入する機器についてもさまざまなメーカーの機器が導入される場合が多くなっている。

そのため、種々のベンダの機器管理を行うマルチベンダ管理機能やネットワーク全体の構成管理、サービスの正常性や機器故障に伴う故障箇所特定に加えて、故障発生時にネットワークに及ぼす影響範囲についても管理が必要である。

このような大規模ネットワークの管理に適した汎用のネットワーク管理ソフトウェアをプラットフォームとして採用し、さらに、個別の機器管理機能を充実させたアプリケーションと連携させることによって、ネットワークオペレーションに要求される以下の機能を実現した。

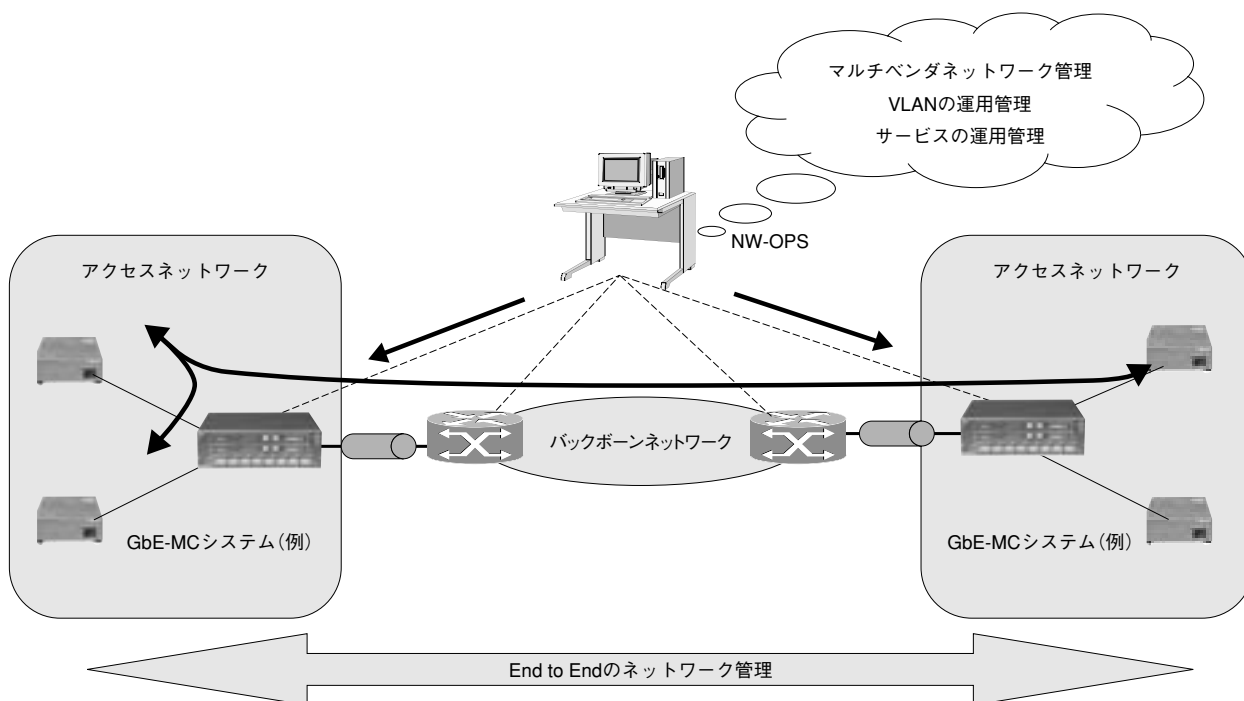


図1 ネットワークオペレーション構成例

注6) Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標。

- 1) ネットワーク機器の故障検出と構成管理機能
- 2) End to Endでのネットワークサービス (VLAN等) の設定機能
- 3) サービス単位やユーザ単位の運用管理機能
- 4) 複数のネットワーク機器ベンダ製品の管理機能
- 5) 実物理ネットワークマップによる容易な状況把握
- 6) GUIベースによるアクセス機器の機器管理

3.1 ネットワークオペレーションのシステム構成例

事例として、アクセスネットワークに当社製のギガビットメディアコンバータ (GbE-MC) を導入したケースを紹介する。

図1にネットワークオペレーションの構成例を示す。

GbE-MCはアクセスネットワークを構成する主要機器であり、増大するIPネットワーク情報の大容量化に対応している。

アクセス系の大容量化に伴って、ネットワーク全体が大規模化するために、ネットワーク全体をオペレーションすることが可能なプラットフォームとして、ネットワークサービス管理ソフトウェアとして既に導入実績のある、富士通製ProactNes/SN^{注7)}を採用した。

とくに、ネットワークを構成する機器が複数ベンダによって構成される(マルチベンダネットワーク)場合には、ProactNes/SNが持つマルチベンダ管理機能により、機器固有の差分をランピング (EAM^{注8)}) することでネットワーク管理への接続性を確保している。

ProactNes/SNをプラットフォームとすることで、ネットワークオペレーションに要求されるネットワーク全体の管理機能をProactNes/SNで対応し、機器特有の個別設定機能などのGUI機能を連携するEM^{注9)}がサポートすることで、個別機器の監視制御機能の操作性向上と故障発生の視認性を向上させた。

図2にProactNes/SNが持つ物理イメージによるトポロジーマップからEMを起動したときの画面例を示す。



図2 ProactNesのトポロジーマップからEMを起動した画面例



図3 GbE-MCのフィジカルビュー表示例

図3にGbE-MCの適用例として、EMが持つ個別機器管理によるフィジカルビュー表示例を示す。

一般に、ルータ等のIP系機器の個別機器管理機能については、Telnet^{注10)}によるコマンドライン機能で制御するケースが多く、キーボードによるコマンド投入が基本となるため、操作性やコマンド情報のスキル問題から熟練したオペレータの存在が必須である。

しかし、ネットワークの多様化に伴って、オペレーションにもその変化が現れ、複雑なオペレーションではなく、誰にでもできる容易な操作性と視認性の高さが要求される。

この要求に対応するために、GUIによるオペレーション機能としてEMを提供している。また、すべての操作をマウス操作で簡単に行えるようにした。

図4に、ProactNesサーバにおけるEMとの関連性を示す。

EM起動はProactNes操作画面上のメニューから選択することによって行えるため、全体のネットワーク管理と連動してオペレーションできる。以下にEMの特長を示す。

注7) キャリアや社会インフラなどに代表される大規模ネットワークの運用管理を総合支援する「ネットワークサービス管理システム」。

注8) ProactNes/SNがマルチベンダ機器をサポートする場合、機器と連携して機器ごとの差異部を吸収する仕組み。

注9) ProactNes/SNが動作するサーバ上にインストールされる機器固有の制御機能をGUIにて操作できるソフトウェア。

注10) インターネットなどTCP/IPによるネットワークで、リモートにあるサーバを端末から操作する仮想端末ソフトとそのためのプロトコル。

- 1) 操作性向上として、GUIによるユーザフレンドリーなマウスによる画面操作
 - 2) 機器に対するソフトストラップや警報通知情報などの設定情報を一覧表示
 - 3) 運用性として、フィジカルビューによる機器管理や機器開発メーカーによる、きめ細やかなメニューの提供
 - 4) 機能性として、複数同一設定項目の一括設定機能や機器の保守試験機能の充実
- 特に画面表示では、実際の機器側と同様の表示をするために定期的な機器情報ポーリング機能により、リアルな表示を実現している。
- また、機器のフィジカルビュー表示のもう一つの

特長として、定期的な機器ポーリングによる画面再表示時に伴う画面チラツキを防止する仕組みが実装されており、より視認性の高い画面表示を実現した。

3.2 ソフトウェア構成

図5にProactNesおよびEM実装サーバとクライアント端末のソフトウェア構成例を示す。

ProactNesを実装するサーバは汎用のUNIXマシンを採用しており、OSとしてSolaris^{注11)}を実装している。

また、クライアント端末についても汎用のパーソナルコンピュータを前提としており、Windows OSに対応して標準で実装される汎用Webブラウザ(Internet Explorer)による制御を実現した。

4. NE オペレーション

NEオペレーションは、ネットワークを構成する機器のうち、多数(同一種類)の機器を同時に一括監視制御する。

NEオペレーションでは、これらの同一機器の監視制御という特長を生かし、NE個別機能に依存する処理を行いながら、多量の機器の監視制御を可能にした。このため、アクセスネットワークを中心に専用のサービスを展開しているネットワークに適している。

NEオペレーションの基本機能である監視制御機能については固有のサービスがあり、機器種別単位のオペレーションが主となっている。さらに、より多くの機器を監視制御できる性能が要求されている。

監視では、機器故障の速やかな復旧を目的に、機器の特長に即した速やかな機器の故障か所の特定を行い、交換保守による復旧をサポートする。一方、交換保守後のデータ再投入による復旧遅延を避けるために、故障前に機器に設定されていた情報を保存しておき、一括再設定する機能も具備している。

制御では、機器に接続される通信回線の開通や切替などの制御を遠隔から可能にする。一方で、変化する通信回線の品質状態をリアルタイムに監視して、最適な回線状態を維持する制御機能も具備している。

NEオペレーションの具体例として、ADSL監視制御システムについて説明する。

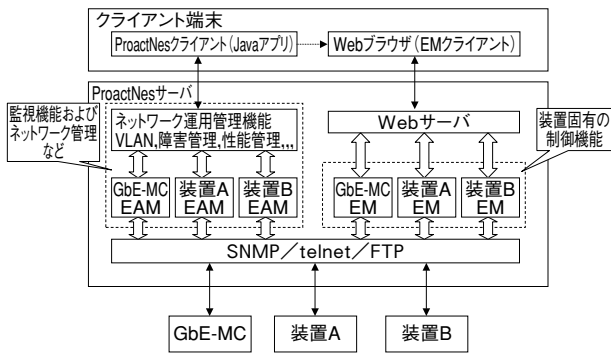


図4 ProactNesとEMの関連性

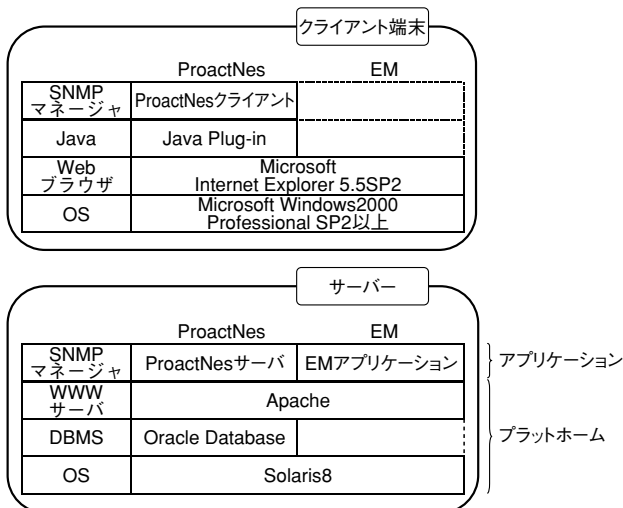


図5 ネットワークオペレーションのソフトウェア構成例

注11) 米国Sunsoft社が開発し、Sun Microsystems社のワークステーションなどで使用されているUNIXベースのマルチタスク・マルチユーザの基本ソフトウェアの名称。

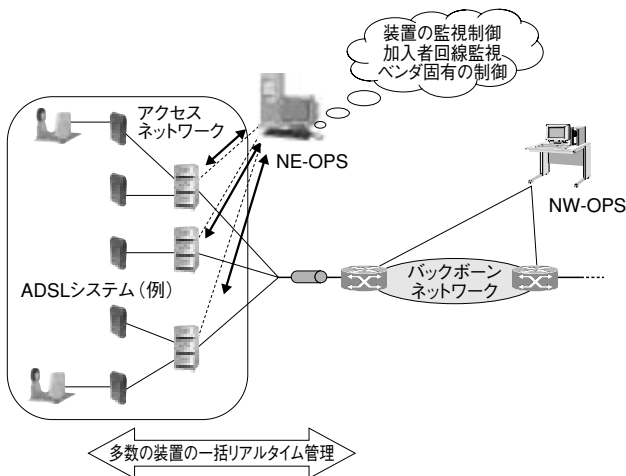


図6 NEオペレーション構成例

図6にADSLシステム向けNEオペレーションのシステム構成を示す。

4.1 NEオペレーションのシステム構成例

ADSLシステムに適用した事例を紹介する。

ADSLシステムは、加入者宅に設置されるモデムと電話局内に設置されるDSLAM^{注12)}にメタリック回線を利用し、ブロードバンドアクセスサービスを提供する。

このシステムのNEオペレーションには、ADSLシステムの個別機能として以下に示す機能が要求されている。

- 1) ADSLは短期間のうちに大量の機器が普及した。そこで、1台の監視制御システムで多数の機器を監視することが求められている。
- 2) IP系装置では、監視制御の通信プロトコルとして処理負荷が非常に軽いSNMP^{注13)}を使用するが、このプロトコルは処理負荷が軽い反面、通信エラー時の再送などの保護処理がないため、いかにこの保護処理を補完するかが求められている。
- 3) ADSLは、従来の電話で使用されるメタリックケーブルを使用して高速なブロードバンド通信を実現するという導入上の容易さの反面、エンドユーザと電話局の距離等の条件に応じた、個別の制御が必要という運用面の難しさがああり、この点がほかのIP系機器と大きく異なる特長となってい

注12) ADSLシステムを構成する局設置装置。

注13) IETFで標準化されたTCP/IPネットワーク環境での管理プロトコル。管理する側の「SNMPマネージャ」と管理される側の「SNMPエージェント」の二つでMIB (Management Information Base) と呼ばれる管理情報を交換することで、機器の管理が行われる。

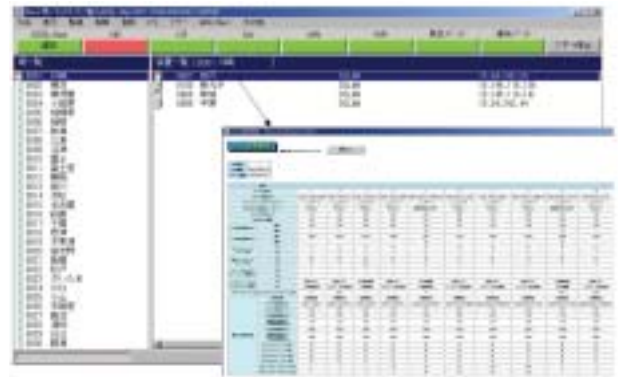


図7 ADSL OPSの装置管理画面例

る。この個別制御を効率的に実現することが求められている。

これらの機能を実現するため、以下に示す二つの機能を開発した。

4.1.1 ADSL制御端末ソフトウェア

DSLAMを遠隔で常時監視する機能と各種の設定・読出機能に加えて、全装置情報の定期収集を行っており、故障発生時にその情報を用いて装置の早期復旧をサポートしている。

また、LAN機器の監視プロトコル (SNMP) の欠点である「データ欠落のために障害情報が監視制御システムに表示されない」といった事態を回避するため、定期的にDSLAMに対してポーリングを行い、監視制御システムとDSLAMの状態の不一致を検出する処理を行っている。

この処理には、状態不一致が少ないほど処理負荷が軽くなる差分収集処理を採用している。現在、1台のNEオペレーションによって、最大34万回線の加入者回線の監視と、最大500台までのNEを監視制御する能力を実現している。

図7に複数のNEが登録される画面例と複数回線に対する設定画面例を示す。

警報の発生状況がアイコンの色でわかるようになっており、イベントログ形式での表示も可能である。さらに、装置を選択することによって複数回線の設定制御を行うことができ、ADSLの各種パラメータの設定および現在の回線状態を確認することができる。

4.1.2 ユーザポート自動調整機能

ADSLは『エンドユーザと電話局の距離が近い場合に適した方式』、『遠い場合に適した方式』、

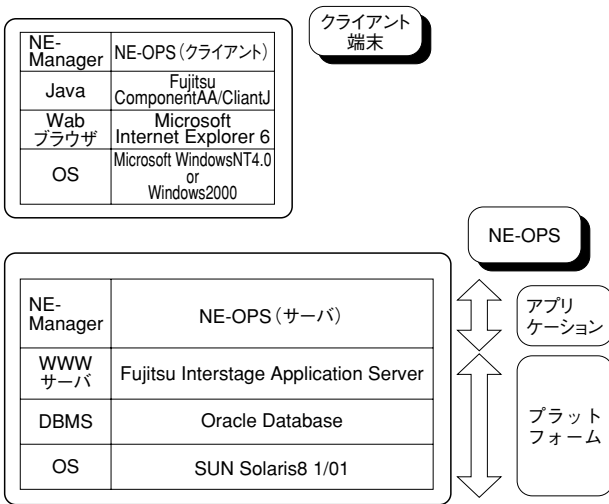


図8 NEオペレーションのソフトウェア構成例

『ISDNとの干渉に強い方式』などのさまざまな方式が存在し、エンドユーザごとに接続方式を設定している。

この設定は通常ハードウェア内で行われるが、運用形態によってはこれとは異なる条件での設定が必要になることがある。

しかし、ハードウェアにこれらの運用形態ごとの処理を求めることは、ハードウェアの容量や能力を考慮すると困難であり、人を介した個別の設定作業が必要となる。これを、人を介さずに効率的に実現するため、「ユーザポート自動調整機能」を具備し、自動で設定することを可能とした。

また、各ユーザの距離、速度、安定性（＝一日にどの程度切れるか）などの情報を自動収集する機能によって、よりきめ細やかなサービスに向けたデータ提供を実現した。

4.2 ソフトウェア構成

ユーザポート自動調整機能とADSL制御端末サーバはUnix (Solaris) プラットフォーム上で構成される。

図8にADSL制御端末サーバのソフトウェア構成例を示す。

ADSL制御端末サーバは、クライアントサーバ構成を取っており、専用アプリケーションとWebブラウザを用いて監視制御を行い、クライアント端末からのリアルタイム監視および制御を可能にしている。

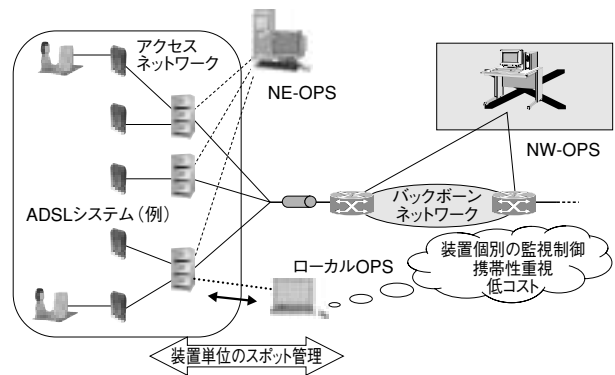


図9 ローカルオペレーションの適用例

5. ローカルオペレーション

最近のネットワーク構築事例をみると、初期のビジネススタイルに合わせて小規模スタートから始めて、ビジネスの成長度合いによってネットワークを拡大するケースが増えている。

しかし、オペレーションシステムを構築する場合は、初期導入時から大中規模のネットワークシステムを構築することを前提としており、最初から大掛かりなNMSの導入により、個々の機器レベルからネットワークレベルといった階層単位での監視制御を想定している。

しかし、ビジネスを小規模スタートする場合、ネットワーク規模が小さい段階では大規模NMSの導入はかえってオバースペックを招き、また、経済的にも負担が大きくなるので、小規模ネットワークの運用に適した、小回りの効く監視制御システムが求められている。

5.1 ローカルオペレーションのシステム構成例

図9にローカルオペレーションの適用例を示す。

ブロードバンドアクセスネットワークでは、ビジネススタイルによって従来のような常時・リアルタイム監視制御が必ずしも必要とされない。例えば、集合住宅の管理組合などのようにローカルに運用することも予想される。

その際、期待されるローカルオペレーションとは、

- 1) 規模に見合ったオペレーションシステム
 - 2) 小回りの効くオペレーションシステム
 - 3) 将来に繋がるオペレーションシステム
- と考えており、以下のような取り組みを行っている。

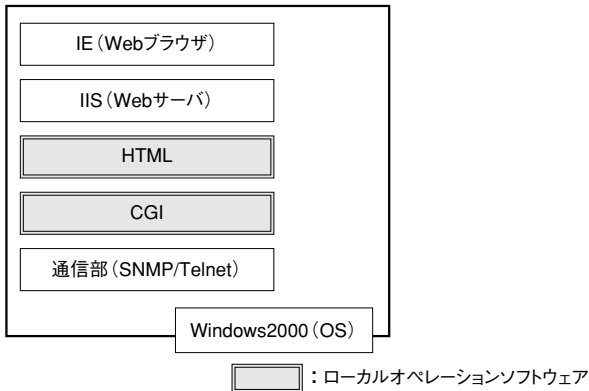


図10 ローカルオペレーションのソフトウェア構成例

5.1.1 規模に見合ったオペレーションシステム

- 1) 既存資産を活用し、比較的安価なプラットフォーム（Windows系パソコン）にソフトウェアやロジックを移行することで、費用圧縮を図った。
- 2) ほかの監視制御システム（汎用マネージャ・架前端末など）との連携を可能とし、相乗効果による最適な運用を可能とした。

5.1.2 小回りの効くオペレーションシステム

- 1) 携帯できるように、汎用ノートパソコンをターゲット素材とした。
- 2) 必要時に装置と接続する制御を前提とし、データベースソフトのようなミドルウェアを不要とした。

5.1.3 将来に繋がるオペレーションシステム

- 1) ローカルオペレーションから始めて、ネットワークオペレーションシステムやNEオペレーションシステムへの移行を容易にするように、操作性・画面フォーマットなどの統一を図った。
- 2) 既存資産を活用することによって、お客様が慣れ親しんだインターフェースを変えることなく、操作性の継続を図った。

5.2 ソフトウェア構成

将来上位オペレーションシステムへの移行を考慮し、ソフトウェア・アーキテクチャの統一や汎用性の高いWebブラウザ・Webサーバ・通信プロトコルの活用やHTML^{注14)}言語を採用し、柔軟性のある構造とした。

図10にソフトウェア構成例を示す。

注14) WWWブラウザなどで表示するためのハイパーテキストを記述するための言語。

6. アクセスネットワークオペレーションシステムの展開

急速なADSLへの加入者増加にみるように、インターネットを中心とした本格的なブロードバンドの実現が始まっている。

アクセスネットワークのインフラとしては、現在のインターネットを中心としたサービスから、情報量の大きい映像データのストリーミングサービスなどによって、高速化、広帯域化が必要とされる。

このようなネットワークをオペレーションするには、前述のように、ネットワークの規模に応じたオペレーションシステムの提供を推進するとともに、それぞれのオペレーションについて、常にユーザーズを的確に捉えて対応していくことが必要となる。

特にネットワーク機能の高速広帯域に加えて、より安定したネットワーク品質を維持するための性能管理機能の強化、および効率的なネットワーク運用に向けた帯域管理機能などの充実が必要とされる。

また、ネットワークへの不法アクセスを防止するためのセキュリティ管理機能の強化によって、更に高度なサービス管理の実現と、ネットワークの信頼性維持を経済的に導入できるように実現していきたい。

7. む す び

ブロードバンドアクセスネットワークの構成には前述のADSLやFTTHのほかにも、HFC^{注15)}や無線とさまざまな媒体を利用したネットワークの構築が可能であり、それぞれのネットワークの特長に適合したオペレーションの実現に加えて、より高速、広帯域なアクセスネットワークが今後実現されていくと考えられる。

これまでに培った技術に加えて、更にフレキシブルなサービス管理、また、ユビキタスに対応したセキュリティ管理など、お客様のニーズに合ったオペレーションシステムの実現と提供を目指します。

最後に、ブロードバンドアクセスネットワークのオペレーションシステム開発にあたり、ご指導、ご

注15) CATVの標準的なインフラであり、光ファイバーと同軸ケーブルを組み合わせた網構成のこと。

協力頂いた関係各位に感謝します。

参考文献

- 1) 「アスキー デジタル用語辞典」(株)アスキー



[開発者] 後列左から、秋山、矢田、石井、
前列左から、野崎、片桐、中島

