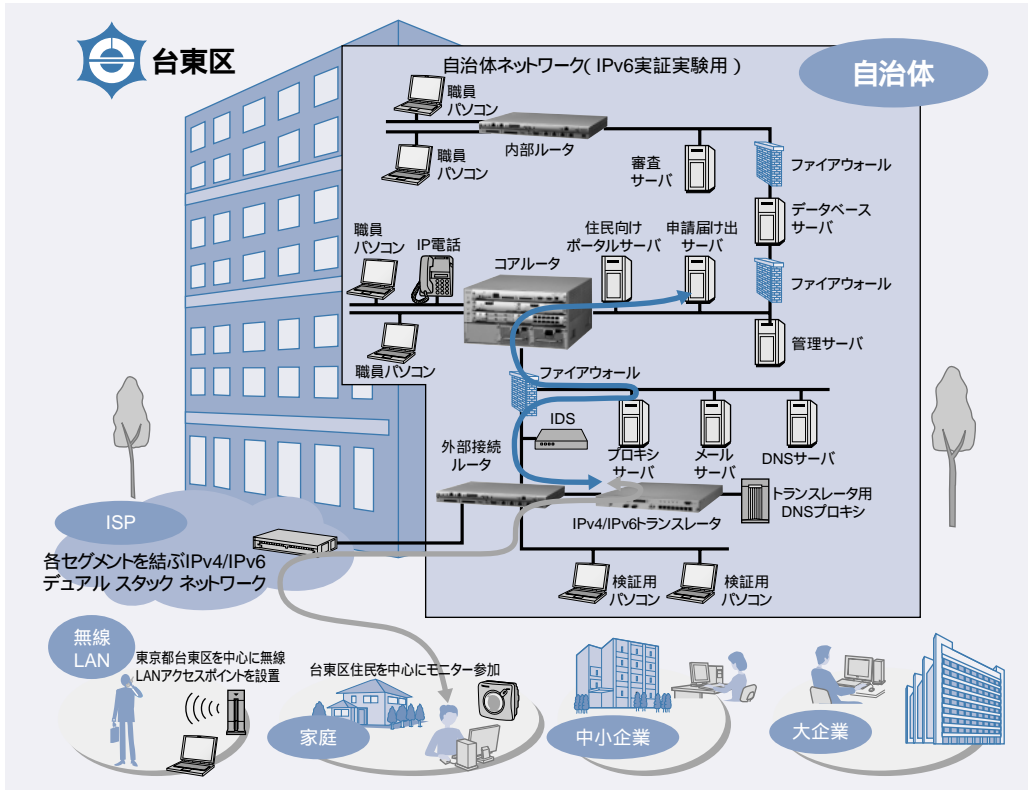


IPv6ネットワークへの移行ソリューション

Deployment Solutions for IPv6 Networks

月岡 陽一 Yōichi Tsukioka 白田 和巳 Kazumi Hakuta 山田 有 Tamotsu Yamada



注：略語説明
 IPv6(Internet Protocol Version 6)
 IDS(Intrusion Detection System)
 ISP(Internet Service Provider)
 DNS(Domain Name System)
 LAN(Local Area Network)

IPv6移行推進実証実験の全体構成

日立製作所が担当した自治体セグメントのほか、ISP、無線LAN、家庭、中小企業、大企業などのネットワーク利用条件が異なるセグメントに分け、関係キャリア・ベンダーが協力してIPv6移行実証実験を実施した。

次世代インターネットプロトコルであるIPv6の普及に伴い、IPv6対応機器・接続サービスなどが続々と商用化されつつあり、企業や家庭にIPv6をさらに深く浸透させるためには、具体的な導入方法や運用にあたっての不安や課題の解決が急務になっている。IPv6移行実証実験は、このような背景から、実際の検証用ネットワークシステムを構築し、利用環境に応じた移行方法の検証とノウハウの蓄積を行い、成果を移行ガイド

ラインとして広く公開することにより、IPv6の普及促進を図るとい、総務省の施策に基づいて行ったものである。

日立製作所は、東京都台東区の協力の下で、自治体ネットワークにおける実験を担当し、そこで得られた成果をガイドライン作成に生かすとともに、課題解決に向けた取り組みを推進している。

1 はじめに

従来のインターネットの概念を根本から覆す、まったく新しい潜在能力を秘めた次世代インターネットプロトコルであるIPv6(Internet Protocol Version 6)が、いよいよ本格的普及段階に入ってきた。実用上最低限必要な仕様もほぼ固まり、わが国は、IPv6対応の機器、ソフトウェア、サービスの開発・導入を世界に先駆けて推進している。一方、実際に商用で運用されているネットワークでは、IPv6への移行はそれほど進

展していない状況にある。企業や家庭にIPv6を本格的に浸透させるためには、「具体的な移行導入の方法がわからない」、「安定度、品質への不安」、「直近の具体的なメリットがはっきりしない」といった、システムインテグレーターやネットワーク管理者、一般ユーザーが抱える課題の解決が不可欠である。具体的には、ネットワーク利用領域で分類した対象セグメントごとに、それぞれのセグメントに対するIPv6移行導入シナリオ・ノウハウの明確化や、信頼性・導入コストの評価方法の具現化が必要である。日立製作所は、このようなIPv6普及にあたっての課題にいち早く注目し、その対応策を検討して

きた。

ここでは、特に自治体ネットワークを中心としたIPv6移行推進に対する取り組みと、その成果について述べる。

2 IPv6移行実証実験

総務省データ通信課が推進するIPv6移行実証実験は、NTTコミュニケーションズ株式会社取りまとめの下に、日立製作所ほか複数の企業が協力して実施された。ネットワークの実利用環境で、効果的なIPv6への移行を促すことを目標に、3段階のフェーズに分けて行った(図1参照)。これは、次世代ネットワークとしてのIPv6への移行方法を実証し、具体的なノウハウなどをIPv6移行のためのガイドラインとしてまとめ、広く公開することにより、社会全体でのIPv6導入を促進することを主眼とした施策である。

2.1 実験の概要

この実験では、自治体、大企業、中小企業、家庭、無線LAN(Local Area Network)アクセス、ISP(Internet Service Provider)などにセグメントを分類し、各社が分担して、それぞれのセグメント固有のネットワークモデルに対するIPv6移行シナリオを検証した。また、ウェブカメラを利用したIPsec(IP Security)リアルタイム通信や、SIP(Session Initiation Protocol)ベースのコミュニケーションアプリケーション、マルチキャストストリーミング配信など、セグメント間を連携させた広範囲な実証実験も実施した。

日立製作所は、東京都台東区の協力の下に、自治体ネットワークでの実験を担当した。特にセキュリティの維持・管理が重要視される自治体ネットワーク環境に着目し、既存の自

治体サービスを維持しつつ、IPv6へスムーズに移行する技術の評価、優位性や課題の抽出を実施した。台東区役所内に実証実験用の自治体ネットワークを構築し、ISPセグメントとIPv4/IPv6双方のプロトコルを同時に利用できるデュアルスタック回線(10 Mビット/s)で相互接続してインターネットアクセスを実現した。

この実験では、トランスレータ方式、リバースプロキシ方式、トンネル方式、およびデュアルスタック方式の四とおりのIPv6移行方式を定義し、構築した実証実験用の自治体ネットワークでその有効性を検証した。また、セキュリティ(IPsec、ファイアウォール、IDS(Intrusion Detection System)、不正アクセス)、アプリケーション(電子申請、WWW(World Wide Web)、メール)、QoS(Quality of Service)など、注目すべきテーマごとに検証項目を設定し、これらの検証項目を上述した四とおりのIPv6移行方式に従って実施して、さまざまなネットワーク条件に合わせた適切なIPv6移行シナリオをまとめた。

2.2 IPv6移行方式

2.2.1 トンネル方式

トンネル方式は、固定トンネル(IPv6 over IPv4)のほか、ユーザー側の簡単な設定だけで、既存のIPv4アドレスからトンネル用のIPv6アドレスを自動生成する“6to4”やISATAP(Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol)などの動的トンネルを利用し、IPv6に対応していないネットワークセグメント上でIPv6パケット転送を実現する方式である。最低限のIPv6機器構成で、暫定的にIPv6を導入するのに有効である。しかし、現状のIPv6対応ファイアウォールは、トンネリングでカプセル化されたパケットの内部情報までをチェック対象としていないことから、この方式を適用するにあたってはセキュリティポリシーの維持に注意が必要である(図2参照)。

現時点では、セキュリティ境界(ファイアウォール)の前段階で、いったんトンネルを終端させ、ファイアウォールをネイティブIPv6パケットの処理ができるようにする必要がある。

外部(インターネット)接続回線としては、すでに大手ISPが商用サービスを開始しているトンネル接続サービスの適用が可能であり、また、試験目的での利用を前提とすれば、6to4トンネルを適用することも可能である。一方、自治体内部でのIPv6化が困難な場合は、ISATAPを利用することを提言している。ISATAPを利用することにより、IPv4プライベートアドレスで構築されたネットワーク内の端末パソコンでも、IPv6アドレスを持っているISATAPルータとの間で直接トンネルを生成することが可能になる。なお、一部のアプリケーションでは、ISATAPによるIPv6仮想インタフェースが認識されない場合があるので、注意が必要である。

2.2.2 トランスレータ・プロキシ方式

個々のネットワーク環境の都合によっては、IPv6端末と

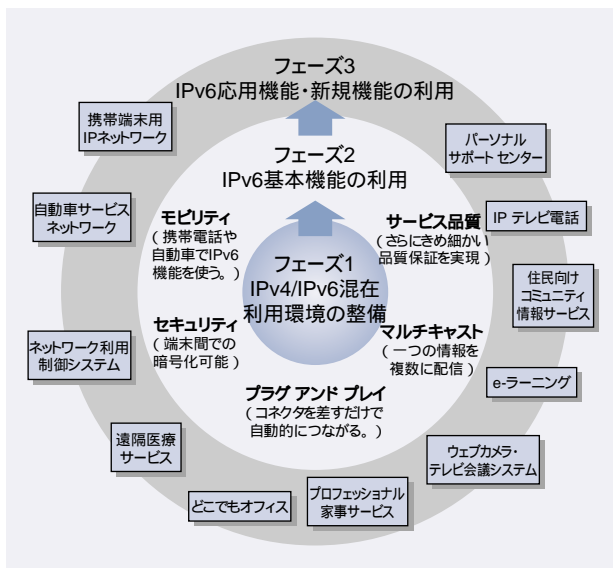
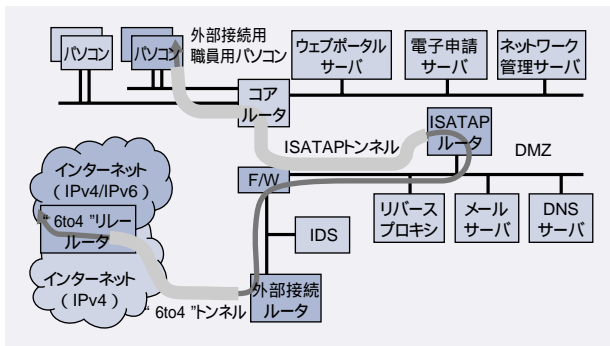


図1 IPv6移行実証実験の実施イメージ

IPv6実証実験は、三つのフェーズに段階分けし、3年間を通しての実施計画に基づいて実施される。



注：略語説明 ISATAP (Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol)、DMZ (Demilitarized Zone)、IDS (Intrusion Detection System)、DNS (Domain Name System)

図2 IPv6移行方式の概略構成

6to4やISATAPを利用したトンネル方式によるIPv6移行イメージを示す。

IPv4端末の接続性を仮想的に実現する対策も必要となる。トランスレータやIPv4/IPv6プロトコル変換に対応したプロキシ(代理)を利用することにより、IPv4とIPv6で異なるプロトコルの端末(サーバ)間での通信が可能になる。しかし、片側がIPv4のみである制約から、本質的にはIPv6の利点を引き出せないことを認識しておくべきである。

自治体をはじめとした組織ネットワークでのIPv4/IPv6プロトコル変換によるIPv6導入の目的としては、主に以下の二つが考えられる。

- (1) 内部の既存レガシーサーバ(IPv4)などでIPv6対応が困難な場合に、その前段でIPv4/IPv6プロトコル変換することにより、擬似的に外部からのIPv6アクセスに対応する。
- (2) 内部のパソコン端末(IPv4)から、外部IPv6サイト(ウェブなど)にアクセスする場合に、IPv4/IPv6プロトコル変換装置を介して、擬似的に外部へのIPv6アクセスを実現する。

トランスレータやプロキシを利用してIPv6を導入するにあたっては、利用目的・利用対象を明確化したうえで、部分的に導入すべきであると考えられる。

トランスレータ方式とプロキシ方式を比較した場合、自治体ネットワークのように、きわめて大きなトラフィックの負荷がかかることがまれな利用環境や、IPv4/IPv6プロトコル変換の対象となる外部公開サーバなどの数が限られている利用環境では、プロキシ方式でも機能的に十分である。プロキシ方式は、プロトコル変換用のIP(Internet Protocol)アドレスプールの確保や管理、DNS(Domain Name System)の設定変更が不要なため、導入も容易である。一方、特定の利用目的に限らず、汎用的アプリケーションを対象としたIPv4/IPv6プロトコル変換の需要があり、比較的高い負荷のトラフィックが想定される場合は、トランスレータ方式により、円滑なIPv6対応が可能と考えられる。

2.2.3 デュアルスタック方式

IPv6移行にあたっては、基本的にIPv4/IPv6両方のプロトコルを共存させるデュアルスタック方式によるIPv6導入が推奨される。しかし、自治体ネットワークですべてのネットワーク

機器を一度にIPv6に対応させるのは、規模的にも困難である。そのため、段階的にIPv6対応機器を導入しながら、特に外部接続ルータやファイアウォールについては最優先でIPv6に対応し、諸制約条件に合わせてトンネルやプロトコル変換を利用することが必要と考える。

2.3 IPv6移行シナリオ

ネットワークを更新する際の大まかな流れとして、段階置換型と独立融合型の二つおりのネットワーク構成変更パターンが考えられる。前者は、既存のネットワークシステムが比較的小規模で、標準的な機器を使用している場合に都合がよく、後者は、大規模で、使用している機器の設定やカスタマイズが複雑化しており、機器の置き換えが容易にはできない場合などに適用が考えられる。

自治体ネットワークといってもさまざまな環境条件が考えられ、IPv6への移行のシナリオを一意に決定することは困難である。このため、上述したIPv6移行方式とネットワーク構成変更パターンとの組み合わせをベースにして標準的なIPv6移行のための指針をまとめた(表1参照)。トンネリング、トランスレータ、プロキシについては、既存ネットワーク基盤を生かしたIPv6移行技術であることから、段階置換型での適用が効果的である。一方、デュアルスタックについては、すべての機器をIPv6にも対応させるために、独立融合型での適用が受

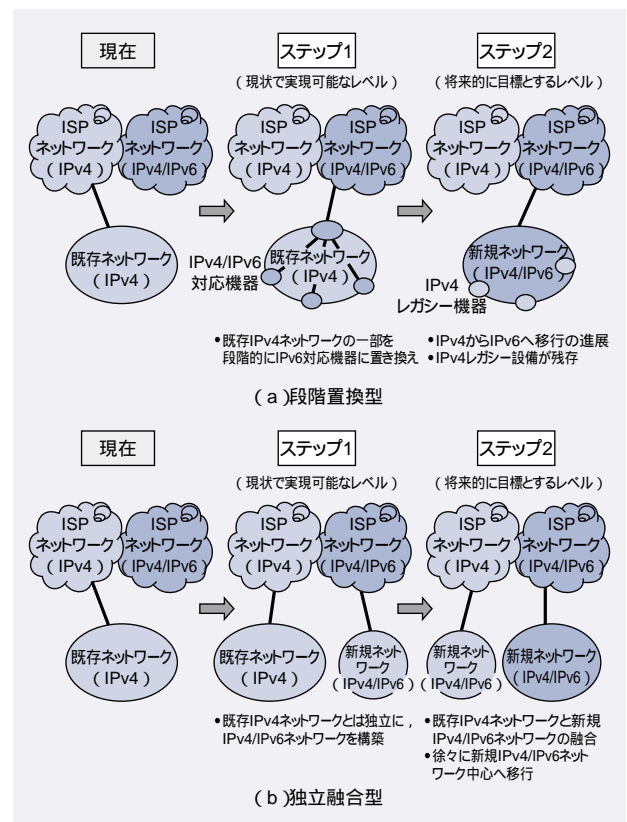


図3 ネットワーク構成変更パターン

ネットワーク構成変更パターンとしては、少しずつ機器やソフトウェアを交換していく段階置換型と、新規IPv6ネットワークを個別に構築してから既存ネットワークと徐々に融合させる独立融合型の二つが考えられる。

表1 IPv6移行のための指針

この実証実験の結果に基づき、ネットワーク構成変更パターンごとに、IPv6移行方式の有効性について指針を示した。

IPv6移行方式	ネットワーク構成変更パターン			
	段階置換型		独立融合型	
	初期段階	成熟段階	初期段階	融合段階
トンネリング				
トランスレータ ^{*1}				^{*2}
プロキシ ^{*1}				^{*2}
デュアルスタック	^{*3}			

注：記号説明ほか（適合度優）、（適合度良）、（適合度可）

^{*1} トランスレータかリバースプロキシのどちらかを選択

^{*2} 既存網との融合の際、既存サービスアプリケーションを仮想的にIPv6対応させることが可能

^{*3} 必要最低限の機器ではデュアルスタック化が必要

当であると考える。

2.4 アプリケーション

実証ネットワークでIPv6移行した構成上での実際のアプリケーションの動作検証にあたっては、電子申請サーバとウェブサーバを導入した。特に、IPv6対応が困難な電子申請サーバをレガシーサーバとして位置づけ、プロキシやトランスレータによるプロトコル変換を利用してIPv6対応を実現し、稼働を検証した。これにより、ユーザー側からIPv6ベースで電子申請サーバへアクセスした場合でも、問題なく動作することを実証できた。

3 IPv6普及・高度化推進協議会での取り組み

IPv6普及・高度化推進協議会は、2003年5月に、家庭、SOHQ（Small Office, Home Office）、大企業・自治体、およびISPの四つのSWG（Sub-Working Group）から構成する「移行WG（Working Group）」を設置した。移行WGは、協議会会員から広く参加を募り、SWGごとに各ネットワーク領域のIPv6移行導入に関するさまざまなノウハウの集約に向けて活動中である。日立製作所は、特に大企業・自治体のSWGで積極的な活動を展開している。その成果としてSWGごとに「IPv6移行ガイドライン」を公開しており、今後も適宜内容を更新していく方針である。

移行WGのIPv6移行ガイドラインでは、各セグメントの特徴を定義したうえで、現時点で実現できることのほか、IPv6を普及させるための課題、将来的なIPv6ネットワーク形態、セキュリティモデルに関する検討内容、および各種ノウハウについてまとめている。

4 今後の展望

IPv6への移行のための議論や検証を実施する中で、これ

から解決しなければならない課題も明確になってきた。IPv6ネットワーク環境においては、新しいセキュリティモデルがまだ明示的には確立しておらず、特に組織として厳密に管理すべきネットワークでは、これがIPv6普及を妨げる大きな課題となっている。また、SIPなどを利用した、IPv6を生かすアプリケーションの導入事例が少なく、その効果やコスト面での利点が不明確である。今回の実証実験で抽出された各種検討課題については、引き続き実施されるIPv6移行実証実験において、集中的にその対策について検討する予定である。また、これまでにまとめたIPv6移行のためのノウハウについては、実ネットワークに適用したうえで、安心、簡単、便利に使えるIPv6ネットワーク導入事例として、広く公開していく予定である。

5 おわりに

ここでは、IPv6への移行推進に対する取り組み、移行実証実験、およびその成果について述べた。

IPv6は、その規格草案の提言当初から日立製作所が積極的に取り組んできたものであり、世界的な競争力がある技術分野の一つである。インターネットを活用したビジネスが急速に広まるとともに、ウイルスや不正アクセス、回線品質など、さまざまな課題も浮上している現在、日立製作所は、将来のインターネットを支える基盤技術の本命としてのIPv6普及に向けて、今後も引き続き積極的に取り組んでいく考えである。

参考文献など

- 1) IPv6普及・高度化推進協議会ホームページ、
<http://www.v6pc.jp/jp/wg/transWG/index.html>

執筆者紹介



月岡 陽一

1995年日立製作所入社、情報・通信グループ ネットワークソリューション事業部 IPソリューションセンタ 所属
現在、主にIPv6ネットワークのシステムエンジニアリング業務に従事
E-mail : y-tsukioka @ itg. hitachi. co. jp



白田 和巳

1995年日立製作所入社、情報・通信グループ ネットワークソリューション事業部 IPソリューションセンタ 所属
現在、主にIPv6ネットワークのシステムエンジニアリング業務に従事
E-mail : kazumi. hakuta @ itg. hitachi. co. jp



山田 有

1990年日立製作所入社、情報・通信グループ 公共システム事業部 政府自治体関連プロジェクト推進部 所属
現在、主に自治体システムのシステムエンジニアリング業務に従事
E-mail : tam-yamada @ itg. hitachi. co. jp