

# 2005 年 IPv6 移行ガイドライン

## 自治体ネットワークにおける IPv6 マルチキャスト配信システム 導入のケーススタディ

2005 年 3 月

IPv6 普及・高度化推進協議会

移行 WG 大企業・自治体・SOHO SWG

## 目次

1. 適用領域のネットワーク構成.....	3
対象自治体についての基本情報.....	3
自治体ネットワークの特徴.....	4
2. IPv6 移行シナリオ .....	6
動画配信方式の比較.....	6
IPと非IPの比較.....	7
ユニキャストとマルチキャストの比較.....	7
IPv4 マルチキャストとIPv6 マルチキャストの比較.....	8
自治体における議会中継のイメージ.....	8
IPv6 マルチキャストの導入概要.....	9
IPv6 マルチキャスト導入における検討課題.....	9
セキュリティ上の留意点.....	10
パフォーマンス、運用上の留意点.....	11
コスト面での評価.....	11
3. IPv6 移行時のネットワーク構成.....	13
マルチキャスト対応ネットワーク.....	13
マルチキャスト対応ネットワークの将来の課題.....	15
4. 補足事項 .....	16
IPv6 マルチキャストについて.....	16
移行WG 大企業・自治体セグメント 検討メンバ .....	18
移行WG SOHOセグメント 検討メンバ.....	19
お問い合わせ先.....	19

# 1 . 適用領域のネットワーク構成

## 対象自治体についての基本情報

ここでケーススタディの対象として想定する自治体の概要を紹介します。

今回の対象となるのは、基礎的自治体(都道府県ではなく、市町村)で、人口約 12 万人の中規模都市です。ここには、約 1000 人の市役所職員が働いています。

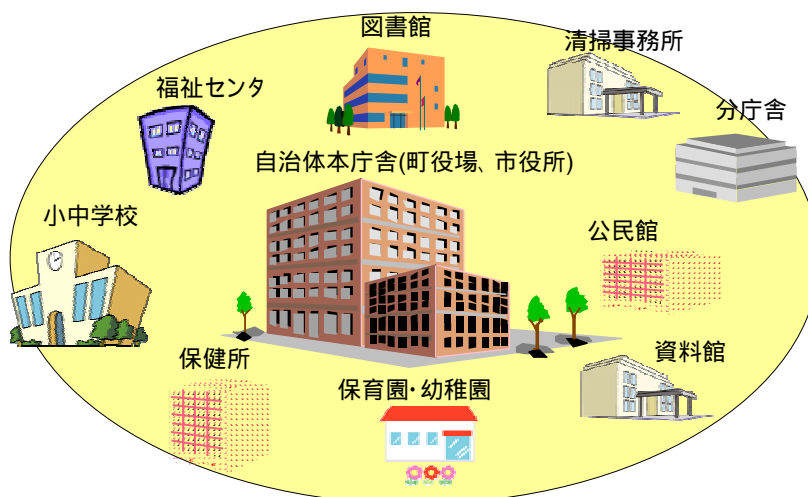
この自治体は、管轄する地域内で自治体ネットワーク(職員が一般業務で利用する OA 系ネットワーク)を形成しています。これは本庁舎(市役所)を中心としたスター型のネットワークで、中規模拠点 20 箇所(分庁舎、図書館、資料館、保健所など)、小規模拠点 40 箇所(地区公民館、観光センタ、無人施設など)を結んでいます。本庁舎をはじめとした各拠点は、特定の地域に集中して立地(ワイド LAN、CATV 網などで接続)しています。

この自治体ネットワークでは、インターネット接続(1.5Mbps 程度)を 1 箇所で行っています。職員は、メール、Web アクセス、グループウェア、ファイル共有サービスなどを利用(一部で、勘定系サービスも)しています。原則としてリモートアクセスは許可されていません。

## 自治体と関連施設イメージ



- 関係施設が、特定地域内に集中的に存在



この事例でも想定されているように、自治体ネットワーク(ここでは、LGWAN、住基ネットではなく、OA 系の庁内 LAN を対象としています)は、通常、本庁舎を中心に関連施設とスター型に接続

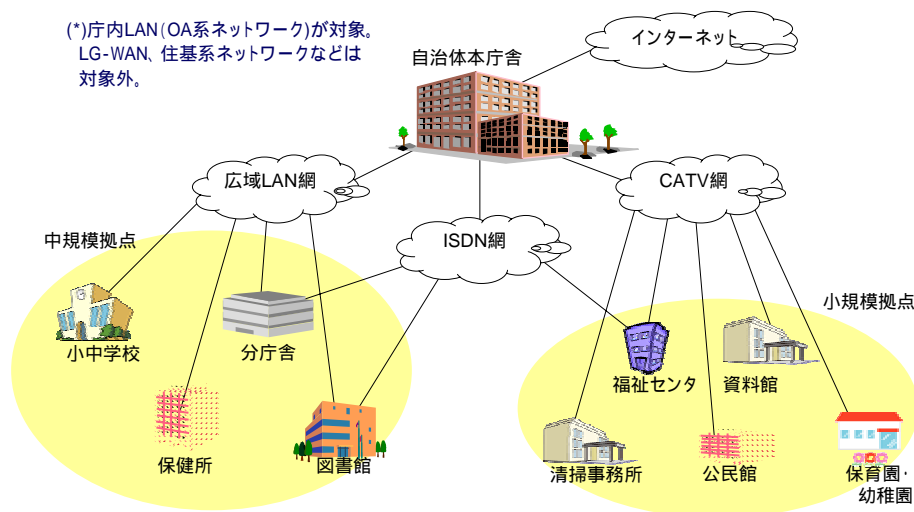
されています。そして、広域 LAN や地域 CATV 回線を利用した拠点間接続回線を利用しています。さらに目的に応じて、ISDN 回線などによるバックアップを用意する場合があります。

## 自治体ネットワーク



- 自治体ネットワーク(\*)は、本庁舎を中心に関連施設とスター型に接続
- 広域LANや地域CATV回線を利用した拠点間接続回線を利用
- 利用目的に応じて、ISDN回線でバックアップ回線を用意する場合もある

(\*)庁内LAN(OA系ネットワーク)が対象。  
LG-WAN、住基系ネットワークなどは対象外。



IPv6PC Transition WG Enterprise SWG

6

## 自治体ネットワークの特徴

ここで想定している事例では、外部(インターネット)アクセス回線に 1.5Mbps の専用線が用いられています。冗長性はありません。

セキュリティについては、ファイアウォールを境界として、内部端末とインターネット間での通信は原則禁止しています。公開サーバ(メール、Web)やプロキシは DMZ に配置されています。

ファイアウォールのアクセスポリシーは「原則 deny が基本」となっています。

外部 DMZ: 特定サービス(公開 Web、メールなど)以外は、原則 deny

DMZ 外部: 特定サーバの特定サービス以外は、原則 deny

DMZ 内部: deny

内部 DMZ: 特定サービス(Web プロキシ、メールなど)以外は、原則 deny

外部 内部: deny

内部 外部: 原則 deny

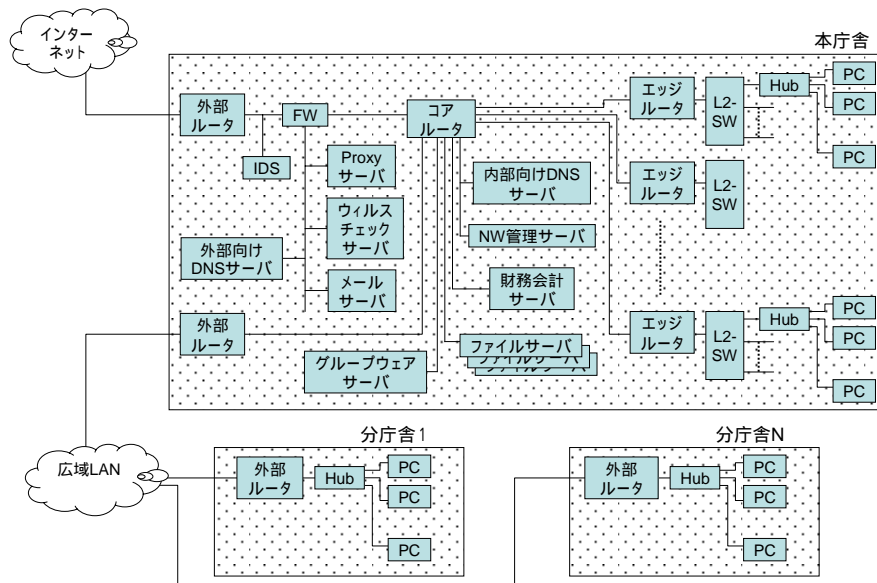
ファイアウォールで NAT して、内部ネットワークは(IPv4)プライベートアドレスを利用  
(内部 外部のダイレクトアクセスがない場合、NAT 機能は不要)

また、IDS と連携して、不正アクセス検出機能が実現されています。IDS による日常監視の結

果として、月毎のサマリ管理・報告が行われています。

庁内のクライアント接続は、フロア / 部署単位でサブネットを構成しています。小 / 中規模拠点については、広域 LAN や CATV 網を利用して本庁舎と接続しています。拠点によっては、ISDN 回線でバックアップしているところもあります。

## 自治体ネットワーク構成例



## 2 . IPv6 移行シナリオ

企業では直接的な利益の追求が活動の中心ですが、自治体では、福祉、教育、公共活動など、社会的な貢献が強く求められます。

こうした自治体共通の行政目標として、より密接な住民と行政のコミュニケーション環境、迅速で効率の良い業務環境、活気あるまち作り、行政情報の発信、などがあります。

特に IPv6 活用事例としては、動画配信ネットワーク基盤を活用した議会中継が考えられます。議会の討議内容を職員がリアルタイムに聴講できるような環境をつくり、将来的には、地域住民に広く公開して、オープンな行政を実現することができます。

そこで、ここでは自治体における動画配信の導入を考えます。

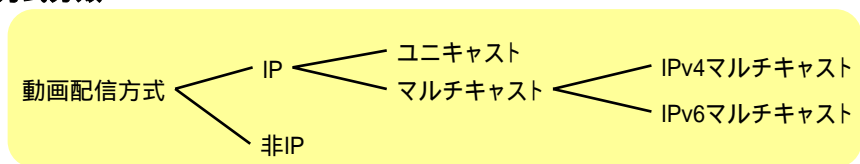
### 動画配信方式の比較

下のように動画配信にはいくつかの方式があります。まず、IP を利用する方式と非 IP の方式があり、IP を利用する方式には、IPv4/IPv6 のユニキャスト、IPv4 のマルチキャスト、IPv6 のマルチキャストがあります。以下では、これらの方式を比較します。

### 動画配信方式の検討



#### <方式分類>



#### <方式比較>

方式 評価項目	非IP	IPv4/IPv6 ユニキャスト	IPv4 マルチキャスト	IPv6 マルチキャスト
効率(一斉配信時)	A	B( 1)	A	A
コスト	C( 2)	B	A	A
拡張性・将来性	C( 3)	A	B	A

- 1: オンデマンド配信には適しているが、多数の端末に対してライブなどの一斉配信の場合は、配信サーバ側の負荷が増大する。
- 2: IPのような汎用基盤とは異なり、専用のネットワーク・配線基盤を構築することが前提。
- 3: 配信規模を拡張する際には、専用の回線を新規に用意する必要がある。また、将来的に配信情報を外部公開するのは困難。

## IP と非 IP の比較

まず、IP による動画配信と、非 IP による動画配信を比較します。

IP による動画配信では、既存の IP ベースの LAN 環境を利用して、配信サーバ、受信クライアントを追加して、動画配信システムを実現できます。

IP を使うと、導入・運用経費が比較的 low コストで実現可能です。ただし、既存 IP アプリの通信帯域と、動画配信の帯域に対して、適切な優先制御適用の検討が必要となります。

非 IP では、配信専用のアナログ線ネットワーク、有線 TV ネットワークなどを利用して配信します。比較的画質が安定していますが、配信専用ネットワークシステムであり、用途が限定されます。また、配信範囲の拡張が困難です。

結論としては、レガシーインフラがない限り、IP ベースの方が有利です。

## ユニキャストとマルチキャストの比較

次にユニキャストとマルチキャストを比較します。

ユニキャストの長所としては、オンデマンドでのストリーミングやダウンロードに対応可能だという点が挙げられます。一方、マルチキャストは、下に示したように、多数の端末に大容量コンテンツをライブ中継や一斉配信する場合の通信帯域を節約可能することができます。

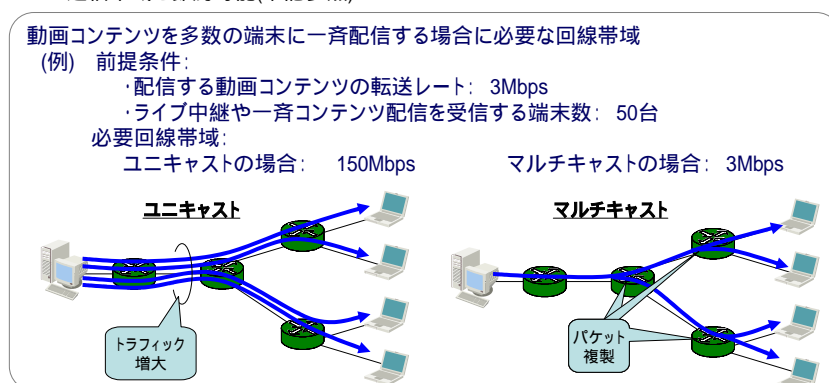
リアルタイムの議会中継では、マルチキャストが有利となります。

## 動画配信方式の比較(2/3)



### ■ ユニキャスト v.s. マルチキャスト

- ユニキャストの長所
  - ◆ オンデマンドでのストリーミングやダウンロードに対応可能有利
- マルチキャストの長所
  - ◆ 多数の端末に大容量コンテンツをライブ中継や一斉配信する場合の通信帯域を節約可能(下記参照)



結論: リアルタイムの議会中継を目的とする場合、マルチキャストの方が有利。

## IPv4 マルチキャストと IPv6 マルチキャストの比較

IPv4 マルチキャストと IPv6 マルチキャストは、機能的・実装的には優位差がありません。

マルチキャスト通信のルーティングプロトコル・グループ管理プロトコルは、IPv4 と IPv6 で、機能的にほぼ同等です。

また、既存システムにおいて、マルチキャストに対応している (IPv4) 製品はほとんど導入されていないため、IPv4 マルチキャストの場合でもルータを更新する必要があり、この点で IPv6 マルチキャストが不利だとは言えません。

Windows Media Service と Media Player など、主な動画転送・再生専用アプリケーションは、IPv4/IPv6 双方のマルチキャストに対応しています。

しかし、IPv6 ではマルチキャスト用のアドレス空間が潤沢に用意されています。グループ ID は、ユニキャスト用のグローバルアドレスのプレフィックスなどから生成可能であり、グローバルなマルチキャストアドレスが容易に取得できます。

また、小型ルータにおいては、IPv6 でのみマルチキャストに対応する製品もあります。

こうしたことから、将来的なネットワーク構築の観点から評価して、費用対効果は IPv6 のほうが高くなることが期待できます。

結論としては、IPv6 マルチキャストの方が有利となります。

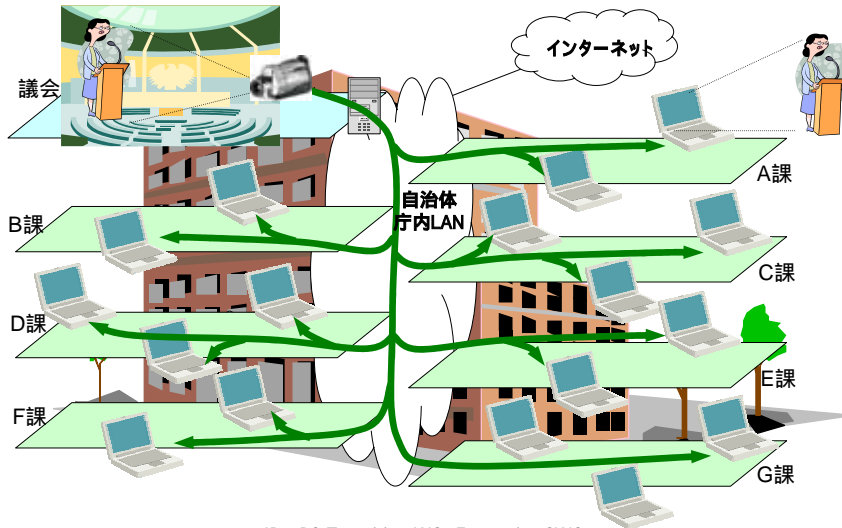
## 自治体における議会中継のイメージ

下の図のように、庁内 LAN を IPv6 対応させ、IPv6 マルチキャストに対応させることにより、議会の様子をリアルタイムに職員の PC 端末で視聴することができるようになります。



## 自治体における議会中継イメージ

- マルチキャストを利用して、議会の様子を各職員のPC端末で聴講  
庁内LANをIPv6対応



IPv6PC Transition WG Enterprise SWG

15

## IPv6 マルチキャストの導入概要

マルチキャスト対応関連装置として、ここでは、サーバに Windows Media Service + カメラ (IEEE1394 or USB) を導入します。ルータ/レイヤ 3 スイッチでは、IPv6 対応と広帯域化 (ソフトのバージョンアップあるいは機器交換) を実施します。クライアントは Windows XP + Windows Media Player10 を利用します。

変更規模としては、マルチキャストサーバ(カメラ連携)の新設に加え、メインスイッチ、WAN 対応ルータ、ファイアウォールなどレイヤ 3 処理装置の IPv6 対応が必要です。状況に応じてレイヤ 3 装置の撤廃 (レイヤ 2 化) を行います。

ユーザ端末の IPv6 対応も必要ですが、ここでは Windows XP を活用します。第 1 段階では、合計 1000 台のユーザ端末のうち、50 台 (5%) を IPv6 端末に更新し、その後、順次 IPv6 端末を導入することにします。

外部配信については、ファイアウォール、外部回線など、現時点では課題が多いと考えられます。

## IPv6 マルチキャスト導入における検討課題

IPv6 マルチキャストの導入にあたっては、下のような点を検討する必要があります。

LAN 上のスイッチは、不要なポートにマルチキャストトラフィックが流れないように MLD Snooping 機能を実装する必要があります。配信について、分庁舎との WAN 接続部分の IPv6 化の問題があり、さらに外部に公開する場合には、配信方式の検討が必要になります。

初期段階では、庁内 LAN のサービスに限定し、外部への配信については、トンネルやデュアルスタックによる IPv6 回線を用意していくことになります。

## IPv6マルチキャスト導入における検討課題



- 動画帯域 / フォーマット
  - 1M前後でも良いか？ もっと広帯域にするか？
  - 手軽なのはWindows Media Video(wmv形式)
  - フレーム数(fps)、画素数
- トラフィックの評価
  - スwitching Hubを共有している他ユーザへの影響 (MLD snoopingの必要性)
  - ルータでの帯域制御、優先制御の必要性 (他アプリによるバースト負荷による影響)
- 分庁舎への配信はどうか
  - 回線帯域や外部ルータの再検討
  - IPv6 over IPv4トンネルによる暫定対策
- 配信範囲の設定
  - 各自治体のポリシーに応じて、配信範囲の検討が必要。
  - 自治体外部に公開する場合、配信方式をどうするか。
- 外部回線
  - 初期段階では庁内LAN内サービスに限定。
  - 外部回線は、トンネルやデュアルスタックなどによるIPv6回線を用意
  - IPv6導入と同時に回線の広帯域化(1.5M 10M or 100M)

## セキュリティ上の留意点

ここで、IPv6 マルチキャスト配信を導入していく場合の、セキュリティポリシーに関する留意点を紹介します(セキュリティガイドライン 4 章 自治体(BCP)を参照)。

### BCP

まず、初期導入時の配信先はイントラ内部のみで、外部には配信しないという判断は、セキュリティ的にも支持できます。具体的には、次の対策を講じます。

- ・ エッジルータにおけるマルチキャスト設定やフィルタ設定により配信範囲を明確に隔離
- ・ 配信サーバのアプリケーションレベルでのログ管理設定の適用

また、各端末に対する IPv6 サービスは、当面は限定的利用とします。次のように端末への IPv6 サービスを制限します。

- ・ 必要最低限の IPv6 トランスポートをサポート。IPv6 マルチキャストサービスにおいてはグロ

ーバルアドレスが不要なため、エッジルータにおける RA 設定をしない方法がある

- ・ 組織管理対象外の IPv6 アプリの利用を制限する。アプリケーションのインストール自体を制限する、独立セグメント(VLAN 利用)を生成するといった方法がある

## 将来

将来は、ストリームデータ受信に認証を適用することで、セキュリティを確保します。これにより、公開コンテンツと限定公開コンテンツの使い分けを行います。限定公開に対しては、DRM やアクセス認証による実現を検討します。

また、偽配信サーバ防止(配信元の特定)については、マルチキャストルータのフィルタ設定による対策を実施します。

## パフォーマンス、運用上の留意点

サービスが本格化した場合、配信を希望する端末のみにマルチキャストパケットを送信するレイヤ 2 スイッチ機能である MLD Snooping が必要になります。この機能に対応したレイヤ 2 スイッチが必要となります。

また、優先制御や帯域制御の設定により、他サービスとの棲み分けを実現しなければなりません。

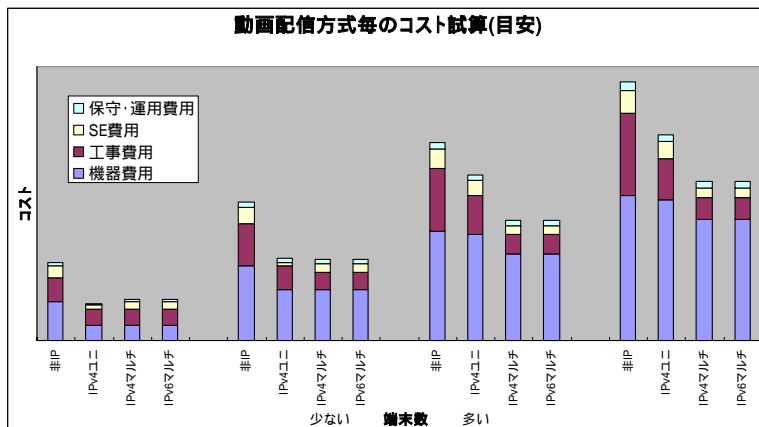
さらに、マルチキャストサービス供給過多の場合の制御について考えておく必要があります。将来、複数のマルチキャストセッション(チャンネル)が発生する可能性があります。その場合、共倒れしないように、セッション数を制限するなどが求められます。

通信不具合時の解析・切り分け・対応方法の整理も必要です。マルチキャストに特化した、回線利用状況や不具合箇所を管理可能な保守・運用ツールが求められます。

## コスト面での評価

マルチキャスト対応に必要な概算コスト(目安)は、以下の通りです。

## ■ マルチキャスト対応に必要な概算コスト(目安)



IPv6マルチキャストにおける機器費用の内訳(受信端末が50台の場合)

- サーバ: PCサーバ + Windows Server 2003ライセンス + カメラ = 0.3M¥ + 0.6M¥ + 0.1M¥ 1.0M¥
- クライアント: PC(WindowsXP版) × 50台 9.0M¥
- メインSW: IPv6対応L3-SW 3.0M¥

## 3 . IPv6 移行時のネットワーク構成

### マルチキャスト対応ネットワーク

庁内 LAN に閉じた範囲でのコンテンツ配信を目的とした、IPv6 マルチキャスト対応のネットワーク構築で、必要とされる具体的な作業は以下の通りです。

#### **メインスイッチ**

- IPv6 対応のレイヤ 3 スwitchに交換
- IPv6 対応コンフィグ(アドレッシング、ルーティング)を設定
- IPv6 対応マルチキャストを設定

#### **マルチキャストサーバ**

- 配信対象コンテンツの送信ポイント(議会場)にマルチキャストサーバ + 撮影用カメラを設置
- IPv6 対応サーバとして庁内 LAN 内のセグメントに接続

#### **クライアント**

- IPv6 対応 OS(Windows XP)を搭載した PC を導入
- IPv6 をインストールし、Windows Media Player を最新化

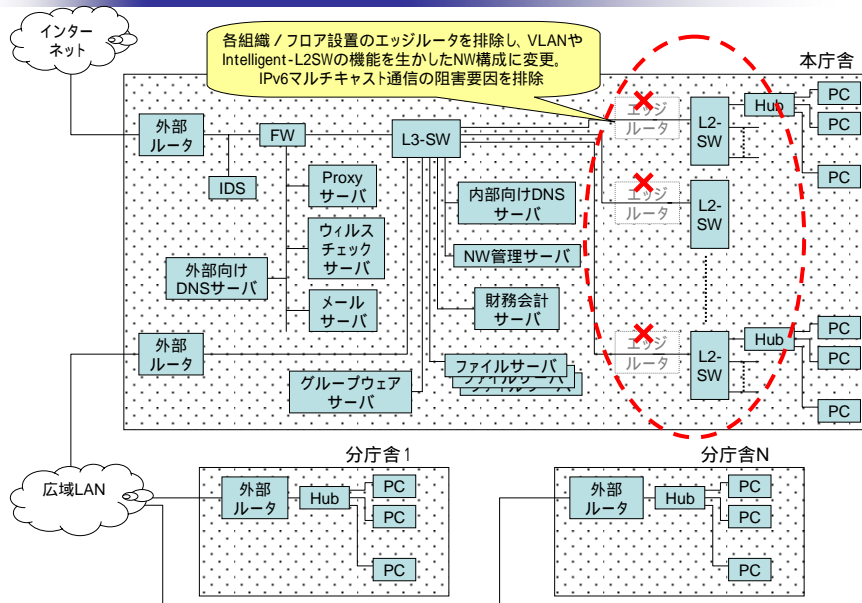
#### **不要なエッジルータを廃止**

- IPv6 通信を阻害するエッジルータは削除し、下図のようにレイヤ 3 的階層を低減

#### **遠隔拠点への配信**

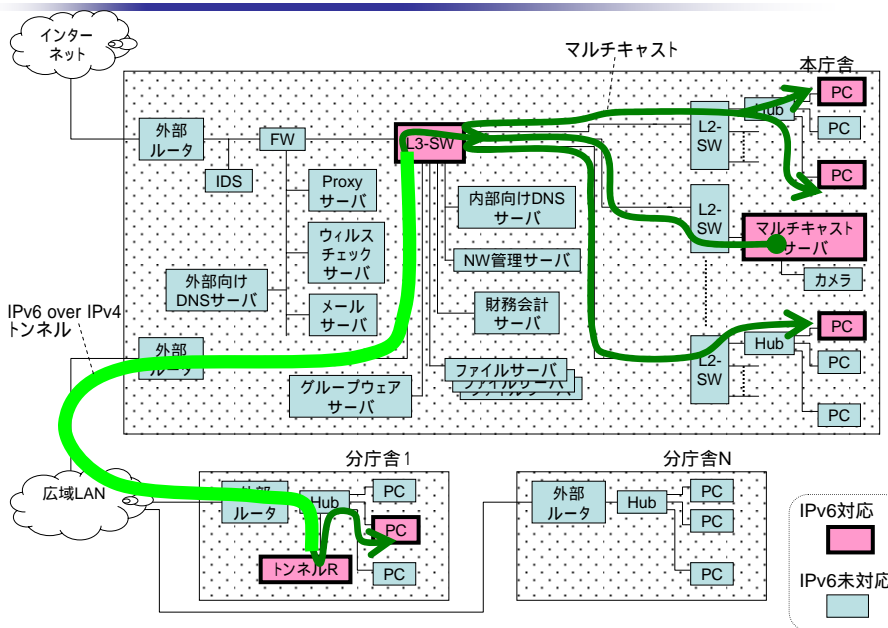
- トンネル接続の場合、マルチキャスト対応のトンネル終端ルータが必要

## ネットワークの簡素化



本庁舎内は、極力レイヤ2化し、この上でIPv6 マルチキャストをPCに配信します。分庁舎との間の回線では、IPv6 over IPv4 トネリングを行い、既存のIPv4 インフラを經由してIPv6 マルチキャスト配信を行います。

## マルチキャスト対応ネットワーク



## マルチキャスト対応ネットワークの将来の課題

将来は、庁内 LAN 内の配信を大規模化し、外部にもコンテンツを配信することになります。その際には、以下のような点を考慮しなければなりません。

### **インターネット接続回線**

配信帯域を考慮の上、IPv6 対応回線(デュアル/トンネル)の契約  
マルチキャスト配信の実現性については接続事業者と相談が必要  
配信サーバを ASP 化することも考慮すべき

### **マルチキャストサーバ**

外部配信用のマルチキャストサーバは、DMZ に設置

### **ファイアウォール、IDS**

IPv6 マルチキャスト通信に対応したセキュリティ機器を導入(現時点ではファイアウォールが未対応)

### **DNS**

外部配信用サーバの公開にあたり、DNS も IPv6 対応(マルチキャストに対しては直接的な影響はない)

### **クライアント**

IPv6 対応 PC(Windows XP など)の本格的な追加導入

### **レイヤ 2 スイッチ**

マルチキャスト通信運用の本格化に応じて、MLD Snooping に対応したレイヤ 2 スイッチを導入

マルチキャスト動画配信をきっかけとして導入した IPv6 ネットワーク基盤を生かして、他の IPv6 アプリケーションを効率よく導入していくことができます。

## 4 . 補足事項

### IPv6 マルチキャストについて

#### **マルチキャストとは**

マルチキャストとは、ルータがパケット中継時にパケットを 2 つ以上に複製することにより、1 台の送信者から N 台の受信者に対して効率的に情報を転送することを可能とする技術です。ブロードバンドコンテンツのライブ中継や一斉配信などでの適用が効果的です。

#### **マルチキャスト方式**

マルチキャストを導入するにあたっては、適用する「経路制御方式」と「グループ管理方式」を選択する必要があります。

##### 経路制御方式

マルチキャスト通信を実現する為の、ルータ同士で利用されるプロトコル

PIM-SM

現時点で最も一般的な、マルチキャスト経路情報交換のためのプロトコル

PIM-SSM

受信者が送信者を指定した上でマルチキャストグループに参加する。不正な送信端末からのマルチキャスト通信障害を防止可能

##### グループ管理方式

マルチキャスト通信を実現する為の、ルータとホスト間で利用されるプロトコル

MLD(Multicast Listener Discovery)

MLDv1: PIM-SM 対応のマルチキャストグループ管理プロトコル

MLDv2: PIM-SSM 対応のマルチキャストグループ管理プロトコル

#### **現時点で適当なマルチキャスト方式とは**

当面の実用化・普及面では、PIM-SM / MLDv1 が有利ですが、パケット転送効率、セキュリティ面では、PIM-SSM / MLDv2 の方が優れています。したがって、当面は、PIM-SM と MLDv1 で IPv6 マルチキャストを実現し、将来的に対応製品の充実に伴い、PIM-SSM と MLDv2 に移行するのが現実的です。

#### **PIM-SM における BSR、RP**

##### RP



送受信ホストがマルチキャストへ参加するために参加メッセージを送信するルータのあるポイント。PIM-SM では、通常時は RP を経由してマルチキャストパケットが転送される。

### BSR

すべてのPIM-SMルータに対して、RPやBSR自身の情報(IPv6 アドレスなど)を通知するルータ。

## **マルチキャストアドレス**

### アドレス空間

IPv6 マルチキャストのアドレス空間としては、ff00::/8 が用意されています。

<参考> IPv4 の場合、

224.0.0.0 ~ 239.255.255.255(クラス D)

(例) 2001:db8:1234::/48 を有するユーザが、マルチキャストアドレスを生成する場合:

ff3x:30:2001:db8:1234::\*\*\*\*.\*\*\*\*

x: スコープ指定

\*: グループ ID 指定

### 特殊なIPv6 マルチキャストアドレス

特殊な IPv6 マルチキャストアドレスには、以下の 2 つがあります。

ff02::/16 : リンクローカルスコープのマルチキャストアドレス

ff0e::/16 : グローバルスコープのマルチキャストアドレス

# 移行WG 大企業・自治体セグメント 検討メンバ

(敬称略)

## SWG チェア

月岡(日立)

阪内(NEC)

## メンバ

荒野(インテックネットコア)

伊藤(キヤノン)

猪俣(富士通)

及川(マイクロソフト)

太田(NTT 東日本)

大平(リコー)

加藤(NTT)

金山(インテック W&G)

国武(RINT)

鈴木(日立)

橘(あにあにどっとこむ)

田付(NEC)

徳重(NTT コミュニケーションズ)

中井(NTT コミュニケーションズ)

中原(NEC)

西田(リコー)

白田(日立)

橋本(MRI)

廣海(インテックネットコア)

山崎(NTT コミュニケーションズ)

山本(NTT 東日本)

吉岡(トヨタ IT 開発センタ)

# 移行 WG SOHO セグメント 検討メンバ

(敬称略)

## SWG チェア

猪俣(富士通)

阪内(NEC)

月岡(日立)

## メンバ

荒野(インテックネットコア)

中井(NTT コミュニケーションズ)

中原(NEC)

金海(NEC)

大平(リコー)

伊藤(キヤノン)

山本(清水建設)

吉岡(トヨタ)

尾崎(富士通)

## お問い合わせ先

本ガイドラインに関するお問い合わせは、以下のアドレスまでメールでご連絡下さい。  
IPv6 普及・高度化推進協議会移行WG / e-mail: [wg-dp-comment@v6pc.jp](mailto:wg-dp-comment@v6pc.jp)