

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

IPv6普及・高度化推進協議会
移行WG
大企業・自治体・SOHO SWG

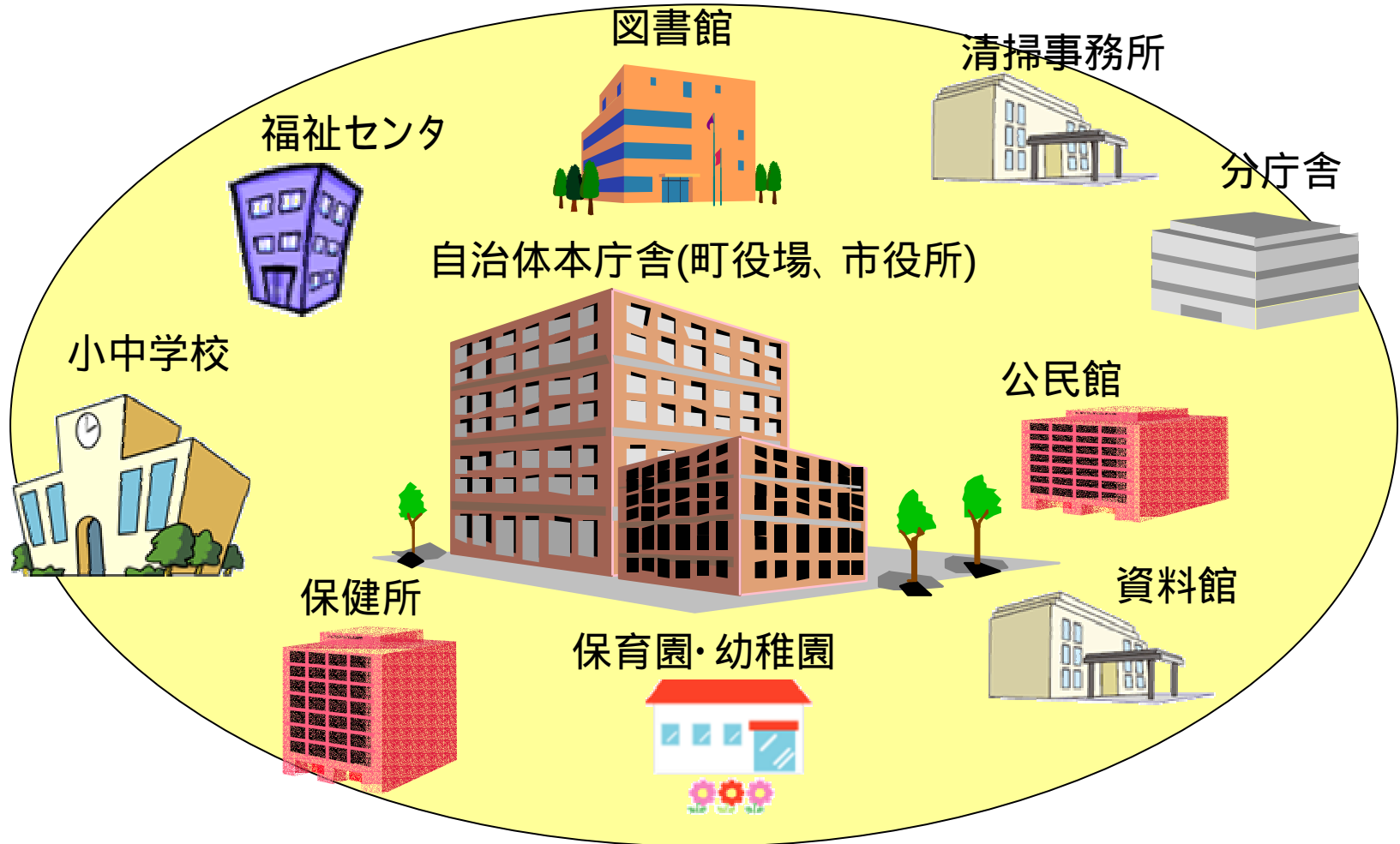
- 1．適用領域のネットワーク構成
- 2．IPv6移行シナリオ
- 3．IPv6移行時のネットワーク構成
- 4．補足事項

1. 適用領域のネットワーク構成

- 人口約12万人の中規模都市の基礎的自治体()
- 約1000人の市役所職員
- 本庁舎(市役所)を中心としたネットワーク構成
- 管轄する地域内で自治体ネットワークを形成
(職員が一般業務で利用するOA系ネットワークを対象)
 - 本庁舎を中心としたスター型のネットワーク
 - ◆ 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)
- 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)
- インターネットアクセスは、1箇所。(1.5Mbps程度)
- 原則としてリモートアクセスは許可されていない
- 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)

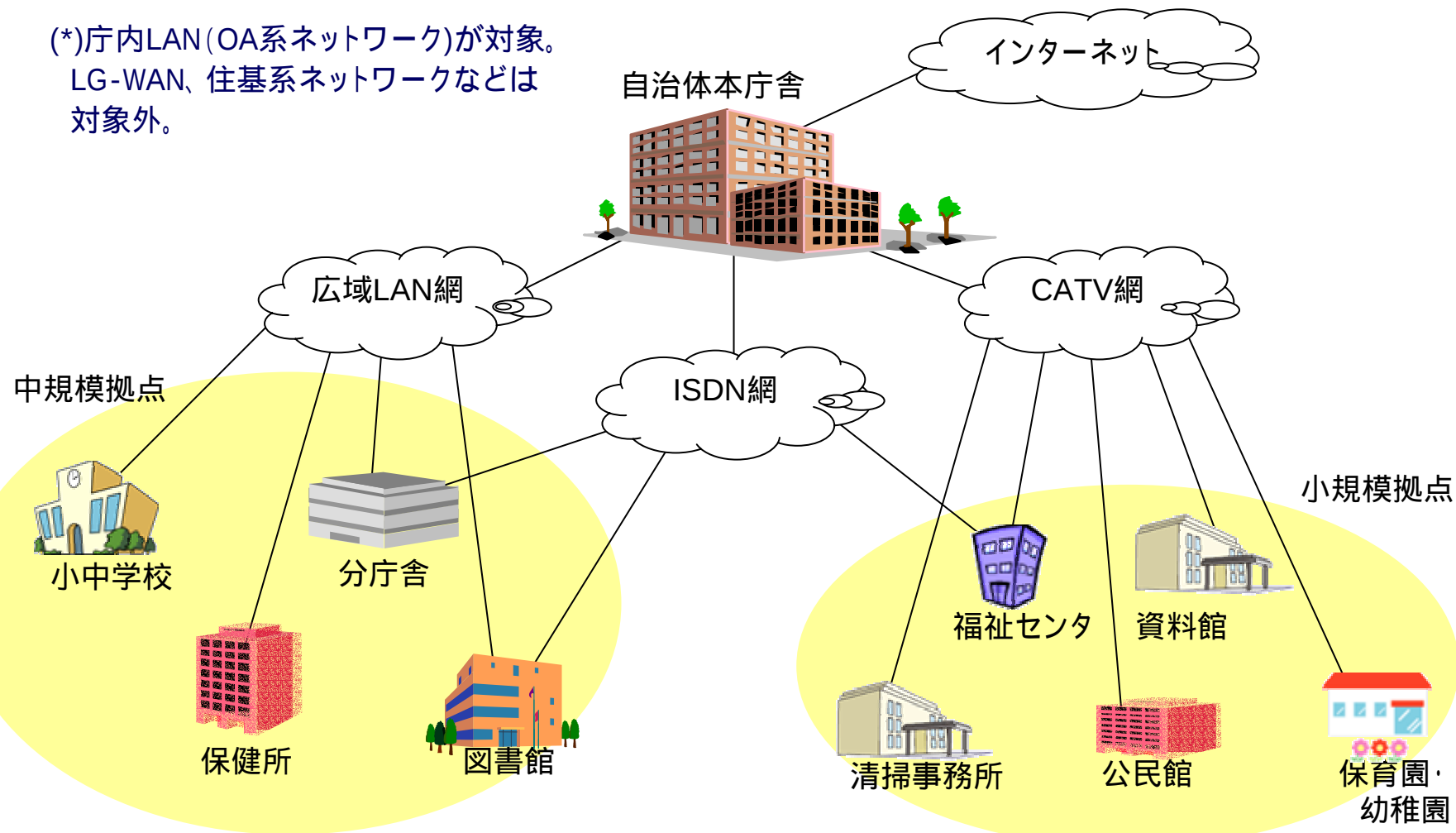
() 自治体 { 広域的自治体: 都道府県
○ 基礎的自治体: 市町村

- 関係施設が、特定地域内に集中的に存在



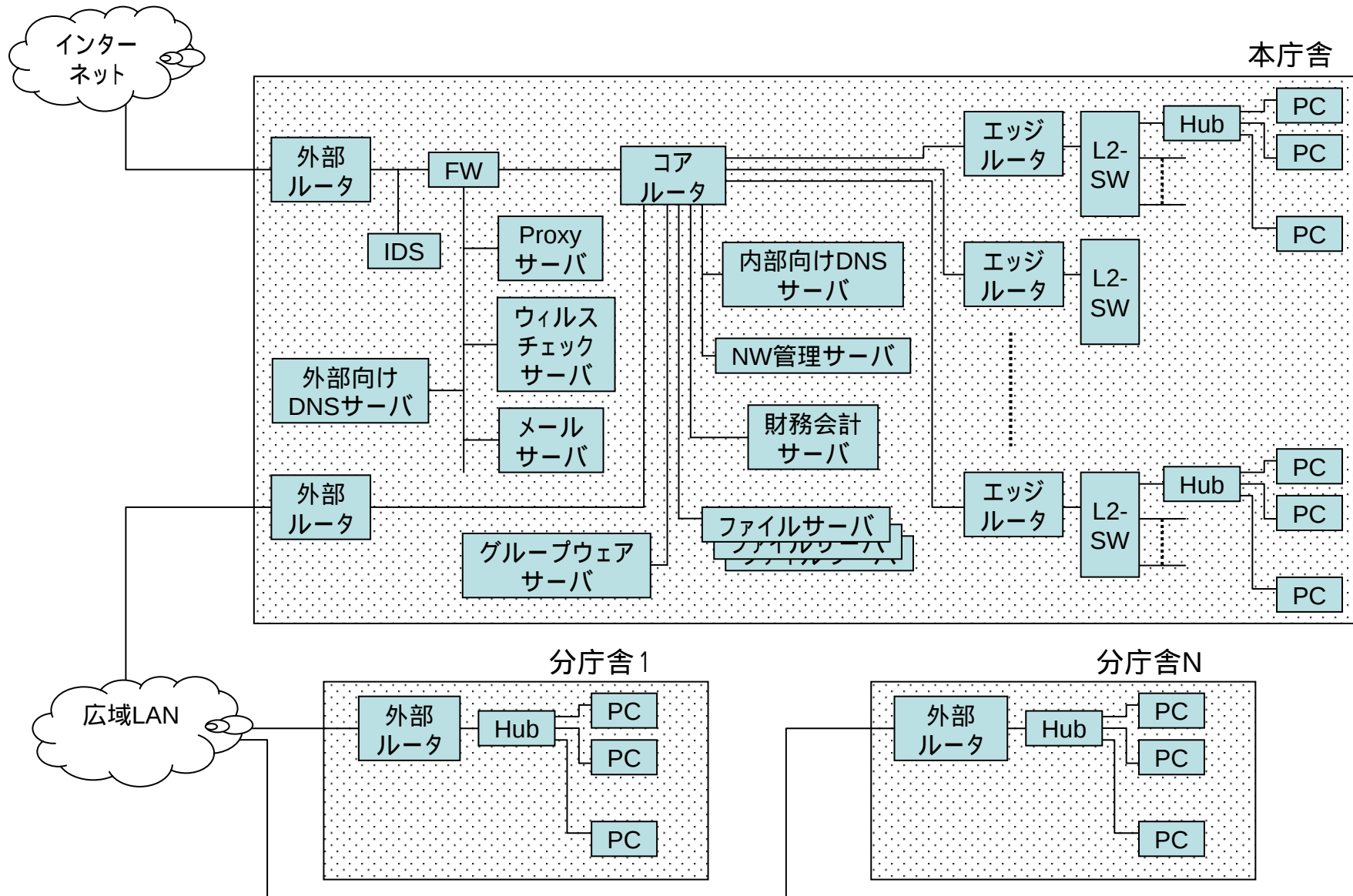
- 自治体ネットワーク(*)は、本庁舎を中心に関連施設とスター型に接続
- 広域LANや地域CATV回線を利用した拠点間接続回線を利用
- 利用目的に応じて、ISDN回線でバックアップ回線を用意する場合もある

(*)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。



- 外部(インターネット)アクセス回線は、1.5Mbpsの専用線、冗長性なし
- FW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
 - DMZに公開サーバ(メール、Web)やプロキシを配置
 - FWアクセスポリシー：「原則denyが基本」
 - ◆ 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
- FWにて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無い場合、NAT機能は不要)
- IDSと連携して、不正アクセス検出機能を実現
 - 日常監視、月毎のSummary管理/報告
- 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
- 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。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る。

自治体ネットワーク構成例



2 . IPv6移行シナリオ

自治体： 直接的な利益が強く求められる企業と比較すると、福祉、教育、公共活動などの社会的な貢献が強く求められる組織

■ 自治体共通の行政目標

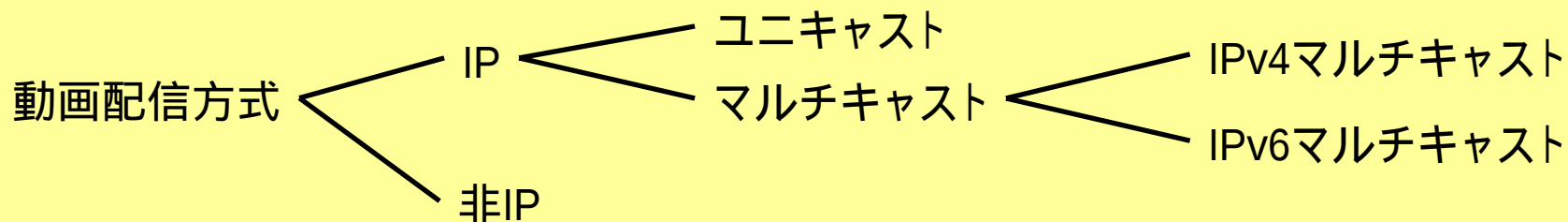
- より密接な住民と行政のコミュニケーション環境
- 迅速で効率の良い業務環境
- 活気あるまち作り、行政情報の発信

自治体における
IPv6活用事例

動画配信ネットワーク基盤を活用した議会中継

- 議会の討議内容を職員がリアルタイムに聴講
- 将来的には、地域住民に広く公開し、オープンな行政を実現

< 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 非IP

● IP

- ◆ 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
- ◆ 導入・運用経費が比較的低コストで実現可能。
- ◆ 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

● 非IP

- ◆ 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
- ◆ 比較的画質が安定している
- ◆ 配信専用ネットワークシステムであり、用途が限定される。
- ◆ 配信範囲の拡張が困難。

結論： レガシーインフラが無い限り、IPベースの方が有利

■ 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)

動画コンテンツを多数の端末に一斉配信する場合に必要な回線帯域

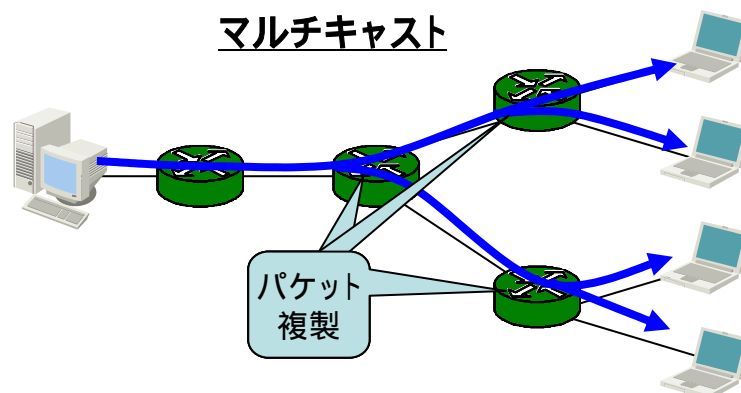
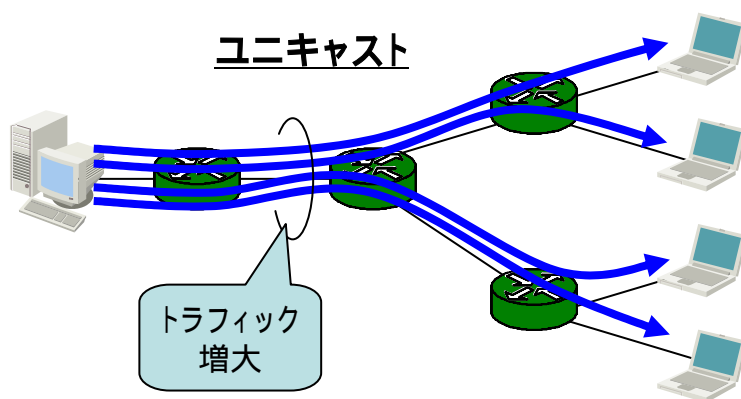
(例) 前提条件:

- ・配信する動画コンテンツの転送レート: 3Mbps
- ・ライブ中継や一斉コンテンツ配信を受信する端末数: 50台

必要回線帯域:

ユニキャストの場合: 150Mbps

マルチキャストの場合: 3Mbps



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。

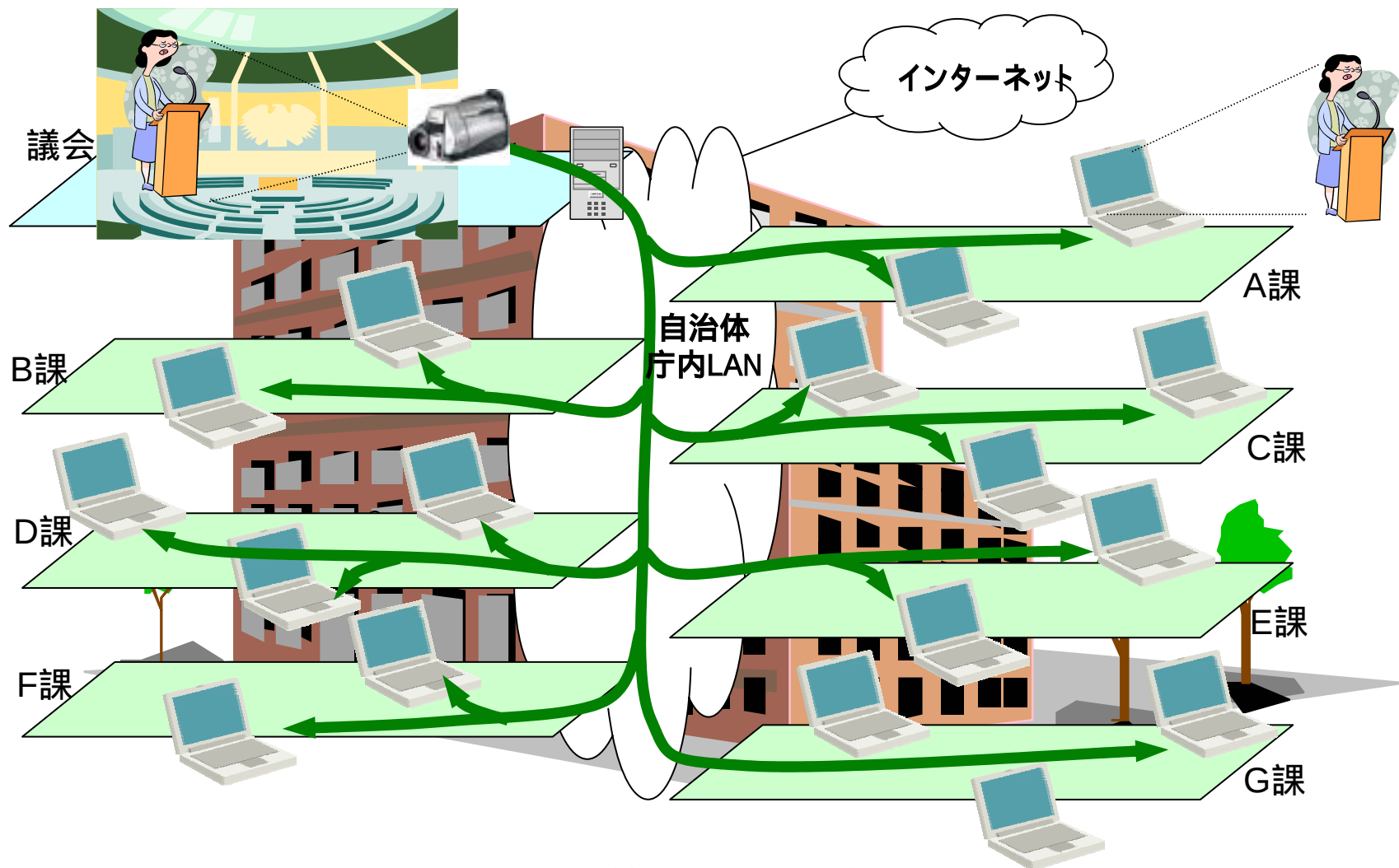
■ IPv4マルチキャスト v.s. IPv6マルチキャスト

- 機能的・実装的にはIPv4/IPv6に優位差無し
 - ◆ 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。
 - ◆ 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)製品は殆んど導入されていない為、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る
 - ◆ Windows Media Service や MediaPlayer、主な動画転送/再生専用アプリは、IPv4/IPv6双方のマルチキャストに対応
- マルチキャストを標準実装するIPv6
 - ◆ 潤沢なマルチキャスト用のアドレス空間を有するIPv6
 - IPv6の場合、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る。
 - ◆ 特に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る
- 将来的なネットワーク構築の観点から評価して、IPv6の方が費用対効果が大きくなることが期待できる。

結論： IPv6マルチキャストの方が有利。

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



■ マルチキャスト対応関連装置

- サーバ: Windows Media Service + カメラ (IEEE1394 or USB)
- ルータ / L3SW: IPv6対応、広帯域化 (ソフトVer-UP or 機器交換)
- クライアント: WindowsXP + Windows Media Player10

■ 変更規模

- マルチキャストサーバ(カメラ連携)の新設
- L3処理装置IPv6対応
 - ◆ メインスイッチ、WAN対応ルータ、FW、
 - ◆ 状況に応じて、L3装置の撤廃 (L2化)
- ユーザ端末のIPv6対応
 - ◆ WindowsXP
 - 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。
 - 以降、順次IPv6端末を導入。

< 外部配信する場合 >

- FW、外部回線・・・ : 現時点では課題が多い。

■ 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

- スイッチング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するか

- 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)

■ セキュリティポリシー

(→セキュリティガイドライン：4章 自治体 (BCP) 参照)

< BCP >

- 初期導入時の配信先はイントラ内部のみ、外部には配信しない
 - ◆ 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
- 各端末に対するIPv6サービスは、当面は限定的利用とする
 - ◆ 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不要
→ エッジルータにおけるRA設定をしない方法もある
 - ◆ 組織管理対象外のIPv6アプリの利用を制限
 - アプリ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

< 将来 >

- ストリームデータ受信のための認証処理
 - ◆ 公開コンテンツと限定公開コンテンツの使い分け
 - ◆ 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
- 偽配信サーバ防止(配信元の特定)
 - ◆ マルチキャストルータのフィルタ設定による対策

■ MLDsnooping対応

- 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L2スイッチ機能
→ 専用のMLDsnooping対応L2スイッチが必要

■ QoS制御

- 優先制御や帯域制御の設定による他サービスとの住み分け

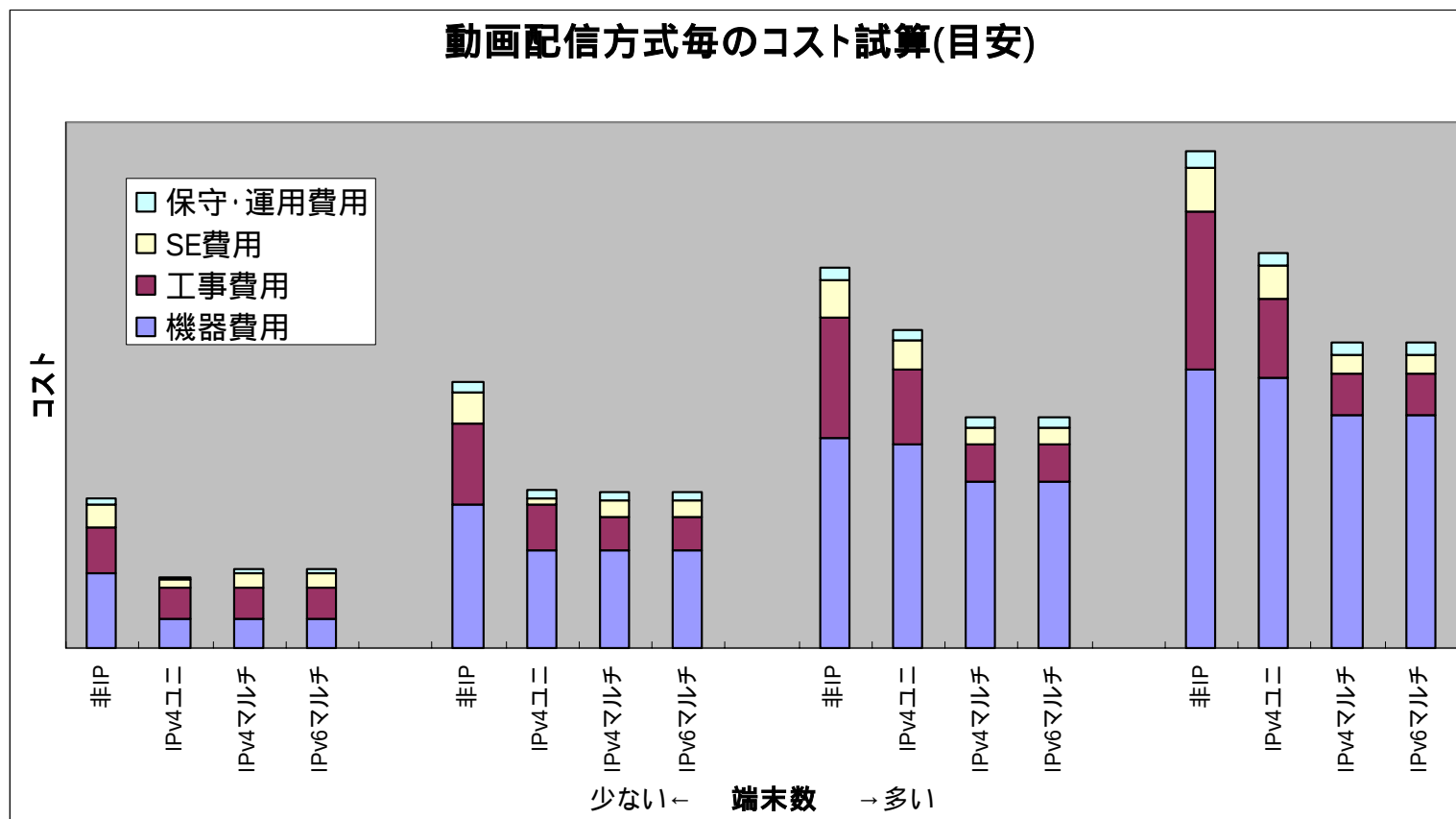
■ マルチキャストサービス供給過多の場合の制御

- 将来、複数と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
- 共倒れしないように、セッション数を制限??

■ 通信不具合時の解析・切り分け・対応方法の整理

- 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・運用ツールの必要性

■ 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)

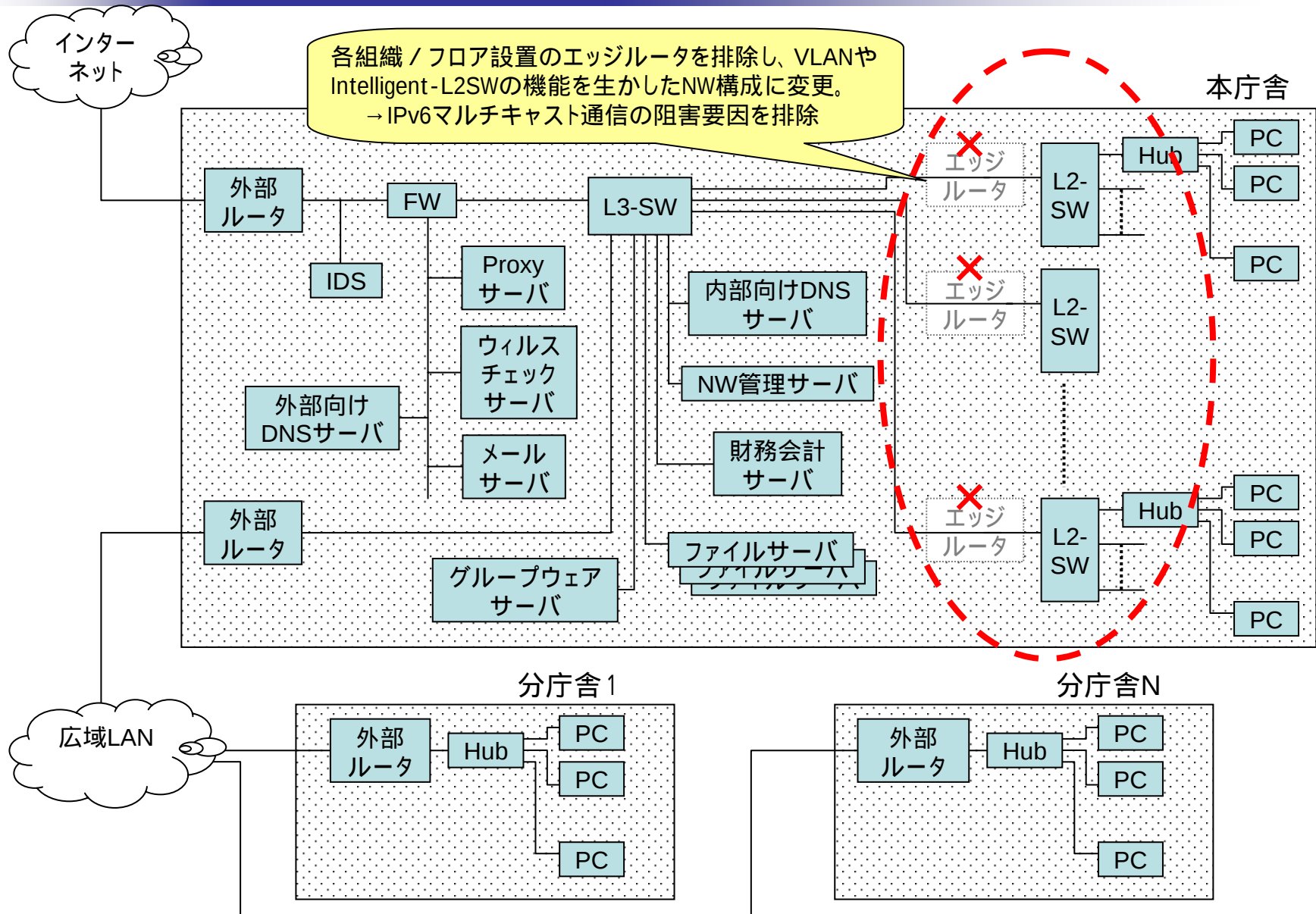
- サーバ: PCサーバ + Windows Server 2003ライセンス + カメラ = 0.3M¥ + 0.6M¥ + 0.1M¥ 1.0M¥
- クライアント: PC(WindowsXP版) × 50台 9.0M¥
- メインSW: IPv6対応L3-SW 3.0M¥

3 . IPv6移行時のネットワーク構成

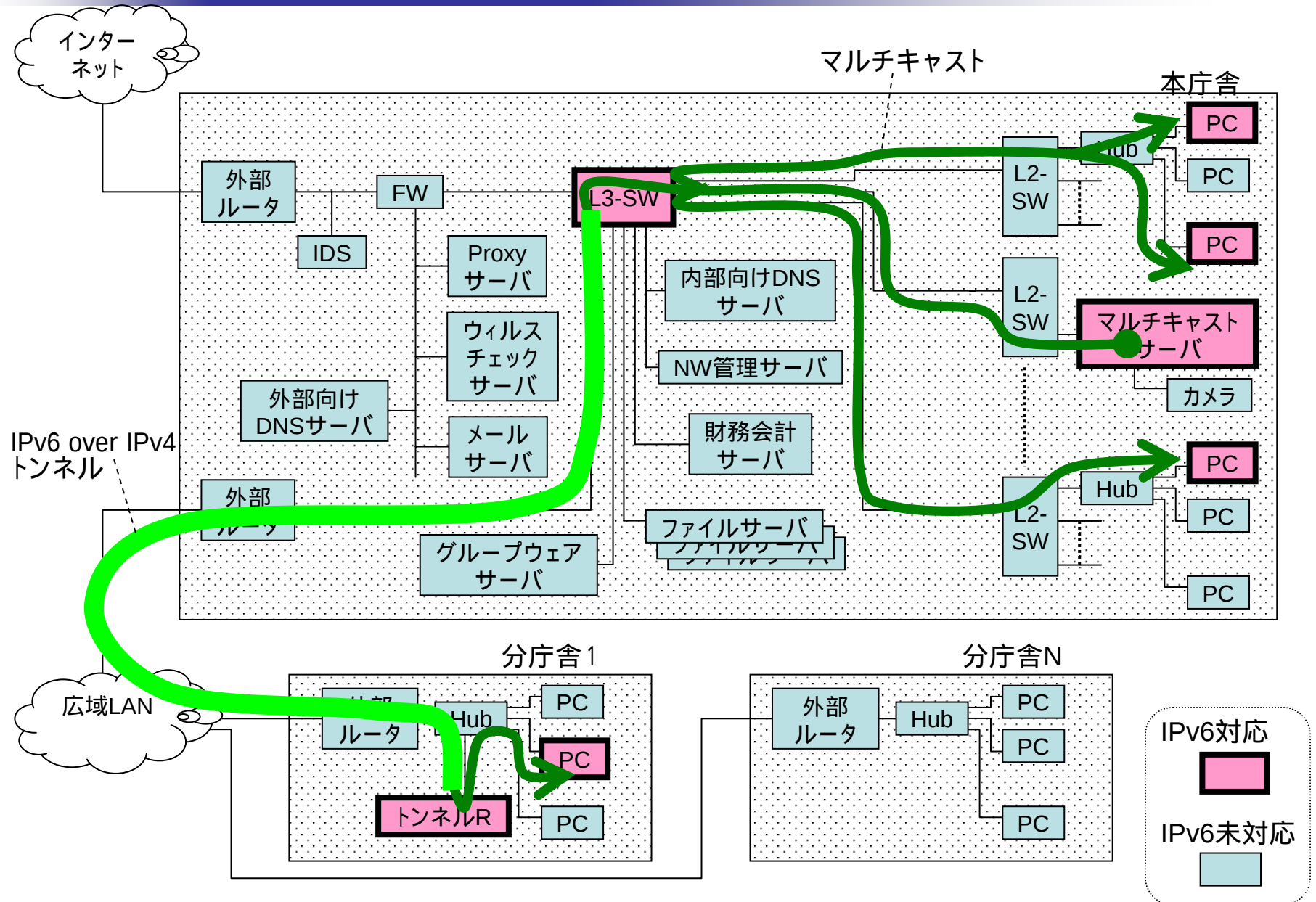
■ 庁内LANに閉じた範囲でのコンテンツ配信

- メインSW
 - ◆ IPv6対応のL3SW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(WindowsXP)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、L3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



マルチキャスト対応ネットワーク



■ 庁内LAN内の配信を大規模化し、外部にもコンテンツ配信

- 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
- FW、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FW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無い)
- クライアント
 - ◆ IPv6対応PC(WindowsXPなど)の本格的な追加導入
- L2-SW
 - ◆ マルチキャスト通信運用の本格化に応じて、MLDsnoppingに対応したL2-SWを導入

■ その他のIPv6サービス導入

- マルチキャスト動画配信を切欠として導入した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良く導入

4 . 補足事項

■ 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が可能
- 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

■ 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る。

● 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

PIM(Protocol Independent Multicast)
SSM(Source-Specific-Multicast)

SM(Sparse-Mode)
MLD(Multicast Listener Discovery)

■ 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
- パケット転送効率、セキュリティ面では、PIM-SSM / MLDv2

→ 当面は、PIM-SMとMLDv1にて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。

■ 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ーのあるポイント。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: ff00::/8

< 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

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

"11111111" 固定(8bit)	Flag (4bit)	Scope (4bit)	Group ID (112bit)
------------------------	----------------	-----------------	----------------------

"0" 固定(8bit)	Prefix長 (8bit)	Unicast-Prefix (64bit)	グループID (32bit)
-----------------	-------------------	---------------------------	-------------------

RP(Rendezvous Point)
BSR(Bootstrap Router)