

IPv6、これまでとこれから

前田香織

広島市立大学大学院情報科学研究科

広島地域IPv6推進委員会

IPv6 これまでの20年

- 広島地域でのIPv6普及活動
 - 広島IPv6地域推進委員会
- IPv6関連実験

2005（平成17）年頃

- 「5年以内(2010年) 世界最先端のIT国家となる」
 - 2001: e-Japan戦略 「FTTH加速」100Mbps以上の基盤整備
 - 2003: e-Japan戦略II 「IT利活用」元気、安心、感動、便利な社会
 - 2004: u-Japan戦略 「ユビキタス基盤」
- IPv4アドレスの総数からのアドレス枯渇予想



- 新たなインフラの整備は急務
- 現インターネットの黎明期と同じ状況の再現！
 - 必要性、重要性の理解が困難
 - 使える環境は未整備



報道資料



MIC Ministry of Internal Affairs and Communications

平成17年8月25日

IPv6移行実証実験について

ユビキタスネットワーク社会構築に向けて

総務省は、インターネット基盤全体をIPv4からIPv6へ円滑に移行可能とすることにより、あらゆる人やモノが結びつくユビキタスネットワーク社会を実現するため、具体的な利用形態に応じたIPv6の有効性並びにIPv4からIPv6への移行方法等の検証を行うための実証実験を行います。

1. 背景

インターネットの次世代規格であるIPv6（Internet Protocol Version 6）は、あらゆる人やモノが結びつくユビキタスネットワーク社会を実現する上で基盤となる技術です。

IPv6ではアドレス数の大幅増加（IPv4は32ビットに対し、IPv6は128ビット）、セキュリティ強化（IPSecと呼ばれる暗号化通信を標準装備）及び各種設定簡素化（機器をネットワークに接続することにより自動的にアドレス設定）等が実現されることで、多様な機器がネットワークに接続可能となるとともに、情報家電、教育、交通、福祉を始めとする様々な分野において、高度かつ多様なサービスが実現可能となります。

インターネット基盤全体のIPv4からIPv6への円滑な移行は喫緊の課題であり、e-Japan戦略等においても、「IPv6を備えたインターネット網への移行」を具体的な政策目標として設定しています。また、我が国だけでなく、中国、韓国などのアジア諸国の他、米国や欧州を始めとした先進国においても各国政府主導により、IPv6の移行に関する取り組みが進められているところです。

2. 総務省におけるこれまでの取り組み

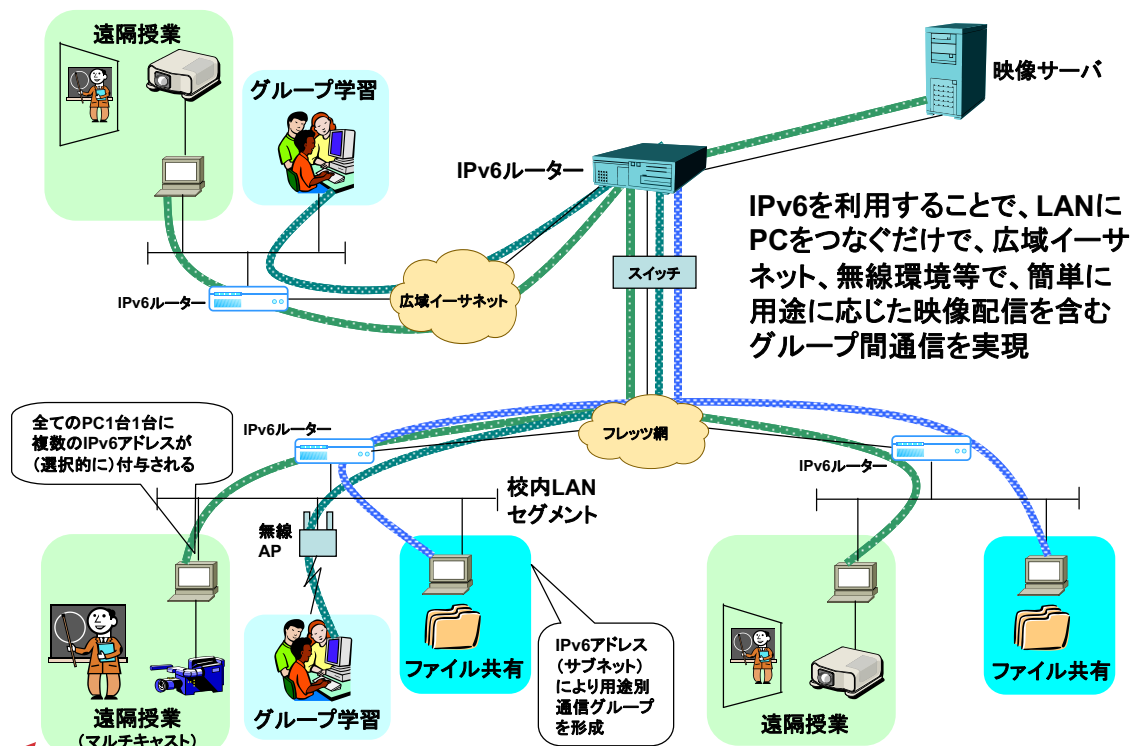
総務省では、平成15年度より3か年計画で、地方公共団体、中小企業、家庭等の利用者が容易にIPv6を使える環境を整備するための実証実験を、モデルネットワークを構築して実施しています。

また、IPv6への移行を促進するため、実証実験の成果は国内及び諸外国に広く公表しています。

広島地域での実証実験概要

- インターネットのIPv6移行のための実証実験
- 平成15年度(3年目)は普及のフィールドとして主に自治体に着目し、IPv6を活用したより具体的なソリューションを実証
 - 全国で20組織が取り組み、各参加組織がそれぞれのテーマを基に実験
- 広島地域実証実験：テーマは「学校間映像配信」
 - IPv6の特徴を活用し新たな教育ネットワークモデルを設計し、教育現場におけるより良い映像配信環境を構築することを目指す
 - 内容
 - 学校間遠隔授業
 - 地域IP網、およびJGN2等に接続された学校間で遠隔授業
 - 蓄積映像配信
 - 遠隔授業やイベント等の映像をビデオカメラで撮影し、編集を行った後HDコンテンツとして映像サーバに蓄積（ブロードバンド地域コンテンツ撮影研修グループに依頼）
 - 学校等の各拠点から自由にコンテンツを閲覧
 - イベント中継
 - 学校や講演会、セミナー等の不定期に開催されるイベントの映像を学校等の拠点に配信

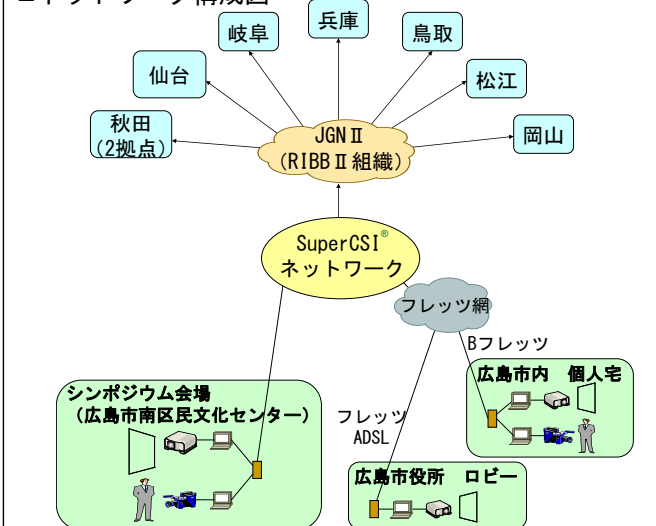
ネットワーク構成図



中国JGN II シンポジウム2005におけるMPEG2HDによる映像伝送（2005年7月）

- ・全国のJGN II 接続組織へIPv6のマルチキャスト機能による同時配信を行い、IPv6の普及活動の一環として、広島地域の取組みをアピール
- ・一般家庭に普及しているフレッツ回線を利用し、ハイビジョンによる高精度な映像の送受信が簡易に行えることを実践し、IPv6の普及を図る

■ネットワーク構成図



シンポジウム会場～個人宅間での意見交換



個人宅～会場間で送受信



広島市役所ロビーで受信

広島地域IPv6推進委員会の発足

2005年7月

●目的と実施事項

IPv6の技術的課題を検討するとともに、広島地域においてIPv4からIPv6への移行が確実かつ円滑に行なえることを実証し、IPv6の導入及び普及を推進することを目的とする。

1. 当地域におけるIPv6に関する技術的課題の検討
2. IPv4からIPv6への移行に関する試験的活動の企画立案、及び実施
3. 前項の試験的活動をもとにしたIPv6の普及・定着に向けた活動の実施
4. その他、本会が必要と認めた活動

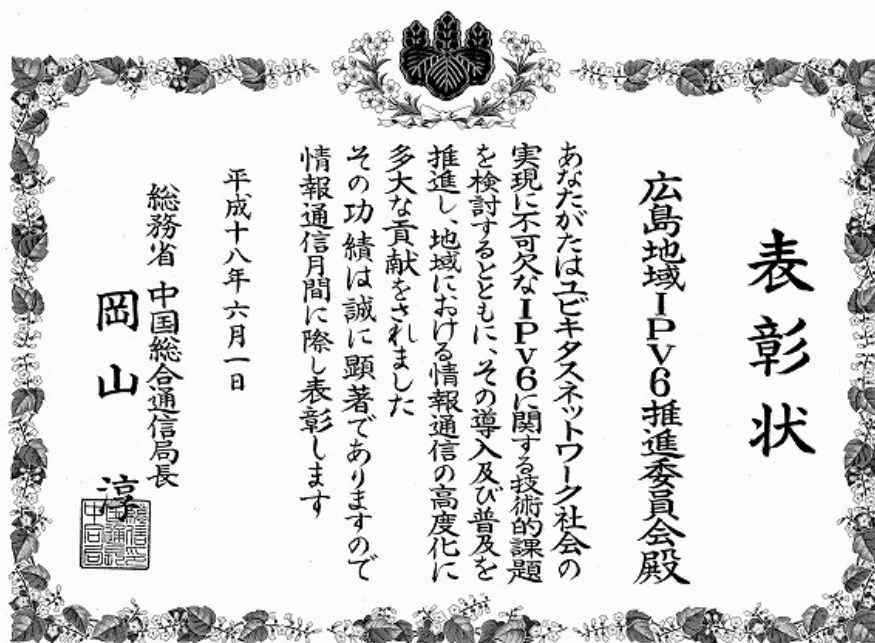
発足当時体制

- 委員：委員会の趣旨に賛同する自治体、企業、大学の組織や個人
 - 構成：広島市、広島大学、広島市立大学、安田女子大学、NTTグループ
- 事務局：NTT西日本広島支店、NTTネオメイト中国
- オブザーバ：中国総合通信局、広島市教育委員会
- 実験等の活動：NPO法人中国・四国インターネット協議会と連携

広島IPv6推進委員会2005年度活動

実験・イベント名	実施時期	内容
中国JGN II シンポジウム	7月15日	IPv6の特徴の一つであるマルチキャスト通信によるHD(ハイビジョン相当の高精細映像のこと)映像配信を行う。
総務省IPv6移行実証実験(学校間映像中継)	8月 ~3月末	総務省が3カ年で行っているIPv6移行実証実験事業を受託して行う。IPv6の学校教育現場での活用方法について学校間の映像中継を主として実証実験を行う。
映像コンテンツ配信実験	8月~	広島県内で行われる各種イベント内容等をHD映像によりアーカイブし、IPv6マルチキャストにより映像配信を行う。 ・SSM第九回講座(南極昭和基地~広島~鹿児島)の3拠点テレビ会議の映像配信 ・広島市こども文化科学館サイエンスミュージアム映像配信 ・その他広島市内の大学からのHD映像配信を計画中
無線によるIPv6利用実験	10月~	広島県内の大学に無線LANネットワークを整備し、IPv6による公衆無線LANサービスの検証を行う。IPv6の特徴であるプラグ・アンド・プレイ、セキュリティについて実証実験を行う。

平成18年度 電波の日・情報通信月間記念式典における表彰



会員

会員（個人）：大学6名

会員（企業）

- NTT西日本
- NTTビジネスソリューションズ
- 日立製作所
- シスコシステムズ合同会社
- アラクサラネットワークス株式会社
- 日商エレクトロニクス株式会社
- ジュニパーネットワークス
- 日本電気株式会社
- 富士通株式会社
- 株式会社ハイエレコンネットワークシステムズ

会員（自治体）

広島市企画総務局情報政策部

オブザーバ

- 総務省中国総合通信局
- 広島市教育委員会

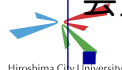
委員長：西村浩二（広島大学）

監事：

株式会社ハイエレコン
富士通株式会社中国支社

事務局：

NTT西日本本広島支店
NTTビジネスソリューションズ中国支店



セミナー・ハンズオン開催履歴

「技術者のためのIPv6セミナー」	2007年1月19日	70名
「CSIネットワークマスター 虎の穴 市民公開講座 in 高知」	2007年6月23日	70名
「技術者のためのIPv6セミナー2008」	2008年1月25日	60名
「明日を担う技術者のためのIPv6セミナー2008」	2008年6月7日	90名
「技術者のためのIPv6セミナー2009」	2009年3月13日	62名
「IPv6セミナー2009」	2009年7月17日	74名
「中国地域インターネットシンポジウム2010」	2010年2月12日	104名
「技術者のためのIPv6セミナー2010」	2010年6月18日	113名
「IPv6セキュリティセミナー2011」	2011年1月28日	90名
「IPv6セミナー2011」	2011年6月17日	133名
「IPv6セミナー2012」	2012年1月20日	93名
「技術者のためのIPv6セミナー2012」	2012年7月13日	131名
「IPv6セミナー2013 Winter」	2013年2月15日	77名
「IPv6セミナー2013 Summer」	2013年6月28日	105名
「IPv6セミナー2014 Winter」	2014年1月31日	75名
「IPv6セミナー2014 Summer」	2014年7月4日	93名
「IPv6セミナー2015 Winter」	2015年2月6日	55名
「IPv6セミナー2015 Summer/IPv6 Summit in HIROSHIMA 2015」	2015年7月10日	87名
「IPv6セミナー2016 Winter ～セキュリティ～」	2016年2月5日	51名
「IPv6セミナー2016 Summer ～IoT社会を支えるIPv6～」	2016年7月8日	80名
「IPv6セミナー2017 Winter」	2017年1月27日	49名
「IPv6セミナー2017 Summer」	2017年7月21日	79名
「IPv6ハンズオンワークショップ - サーバのIPv6運用におけるノウハウを学ぶ -」	2013年11月22日	22名
「IPv6ハンズオンワークショップ ～ネットワーク編～」	2014年11月21日	18名
「IPv6ハンズオンワークショップ ～IPv6接続とルーティング～」	2015年11月20日	12名
「第4回 IPv6ハンズオンワークショップ」	2017年1月28日	9名

延べ1841人

セミナー・ハンズオン開催履歴

テーマ

- IPv6への移行
- 6to4
- IPv6ネットワーク設計
事前にしておくこと
- IPv6プログラミング
- IPv6製品開発状況
- IPv6サービス開発
- サービス対応
- 高校生の取り組み

講師

アラクサラ、NTTコミュニケーションズ、パナソニック、Cisco、KDDI、倉敷ケーブル、MRI、NICT、JPRS、NTT、さくらインターネット、インテック、JPIX、Google、NTTドコモ、富士通、JPCERT/CC、IIJ、ソフトバンクBB、JPNIC、YAMAHA、グリー、パロアルト、日本ネットワークイネイブラー、ミクシイ、日本Microsoft、AWSジャパン、国立天文台、大学



IPv6普及・高度化推進協議会

IPv6 Rally ～使ってみようIPv6～

- IPv6サイトの収集競争
- OpenVPN提供
- 2007年11月

<http://www.supercsi.jp/ipv6rally/index.html>



Hiroshima City University

さらに遡って
2005年～

高校生IPv6実験

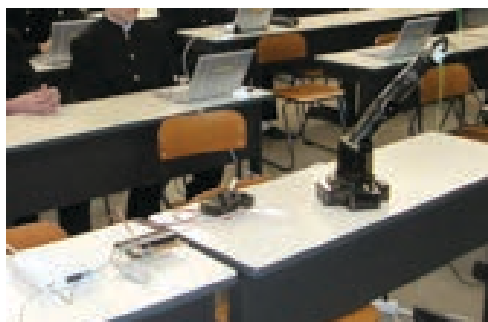
IoT



情報家電を備えた住宅模型IPv6
ハウス (佐賀の工業高校作成)



教室の照明の制御、温度等センサ情報
の取得 (広島市立広島工業高校)

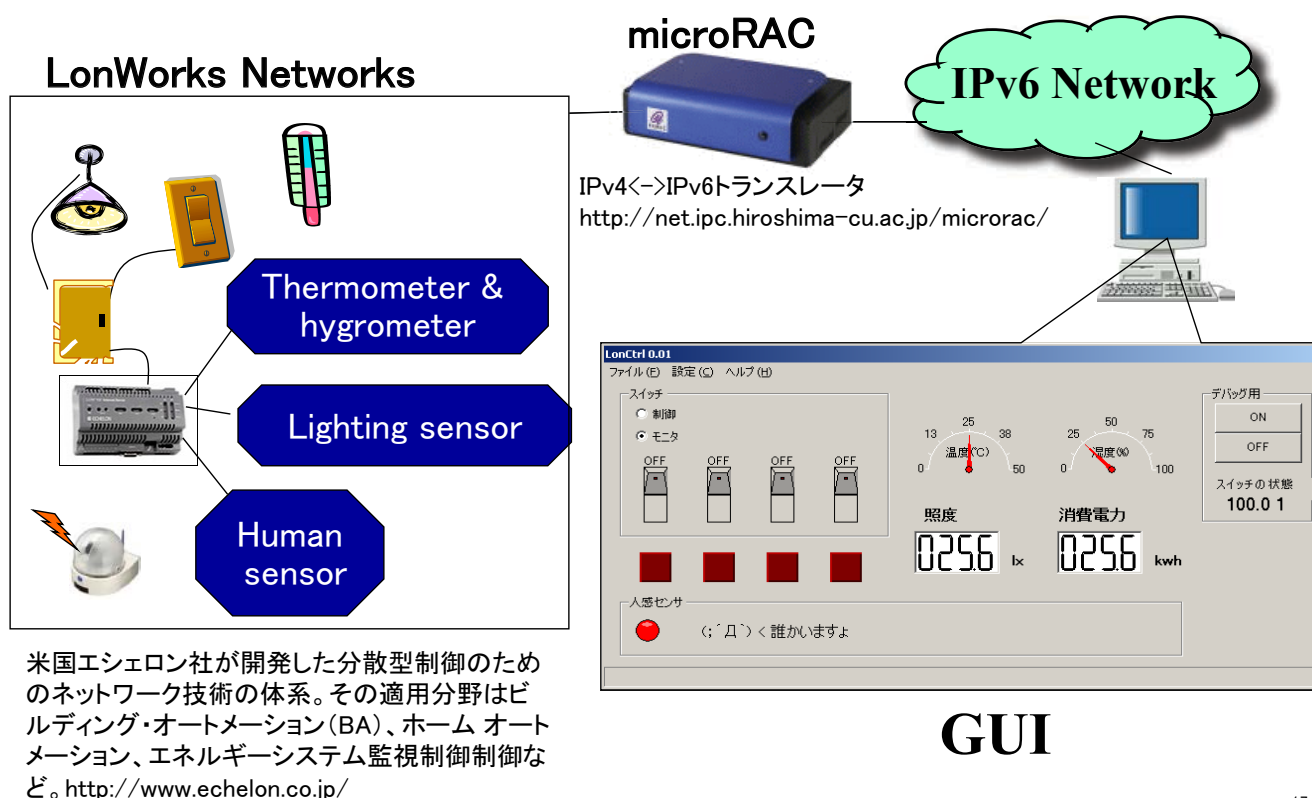


情報家電コントローラと
ロボットアーム



広島市工のビデオを広島大学
附属福山中学から制御

高大連携遠隔制御実験



17

これまで

- 普及啓発終了
 - わかっているけど、移行してない
- アプリ、サービス対応は携帯電話キャリア対応（2017年度末）への期待
- IPv6は話題にならない

これから：気になっていること

- サブネット内マルチキャストパケット
- 業務アプリケーション
- インターネット分離
 - 自治体情報セキュリティクラウド

IPv6 マルチキャストパケットの調査

背景

- IPv6では積極的にマルチキャスト利用
 - 制御、管理プロトコルとしてマルチキャスト利用
- マルチキャスト多用の問題点
 - 端末やネットワークのリソース消費
 - 小型、低消費電力使用の機器では顕著
 - 解決のためのプロトコル変更^{*1}、ルーティング提案^{*2}など
 - 無線ネットワーク(L2)では通信品質確保がユニキャストに比べて弱い
 - 無線LANのRTS/CTSの仕組みがない→ 今は導入の傾向も
 - 端末消費電力の増加
 - IEEE802.1v：マルチキャストフレームの選択的受信
 - その他の提案^{*3}

*1 Arch Rock, P. Thubert, "Compression Format for IPv6 Datagrams over IEEE 802.15.4-Based Networks," IETF, RFC6282, Sept. 2011.

*2 T. Winter, Ed., P. Thubert, Ed., A. Brandt, J. Hui, R. Kelsey, P. Levis, K. Pister, R. Struik, JP. Vasseur, R. Alexander, "RPL: IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks," IETF, RFC6550, Mar.2012.

*3 Yuta Morisawa, Yoshihiro Kawahara, Tohru Asami, "Power-Saving Mechanism for IEEE 802.11 Clients in a Multicast Multimedia Streaming," 2014 IEEE 38th Annual International Computers, Software and Applications Conference, pp.289-298, Jul. 2014.

調査の動機と目的

■ IPv6が普及した時のマルチキャストパケットの影響

- IoTが対象とする小型機器に対する影響
- 大規模無線LAN等に接続される機器への影響

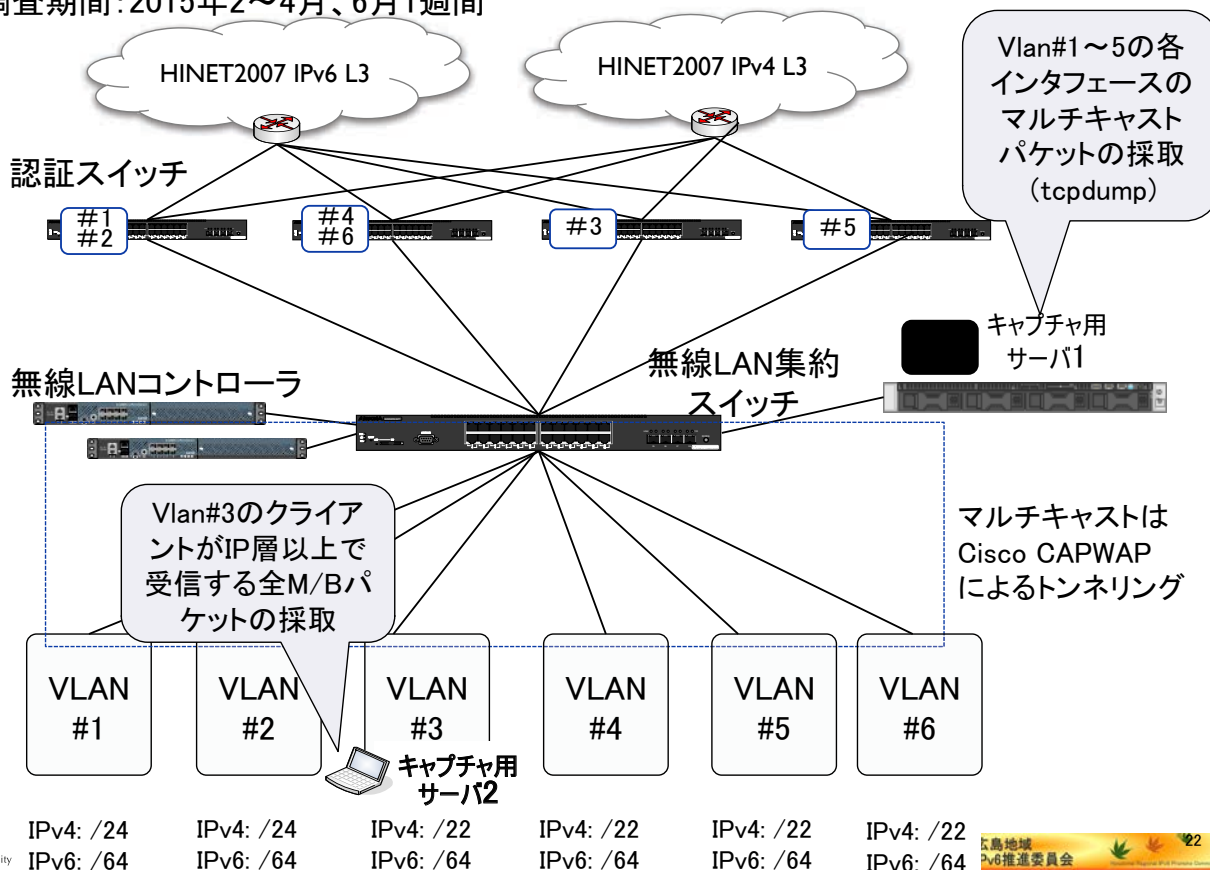


目的

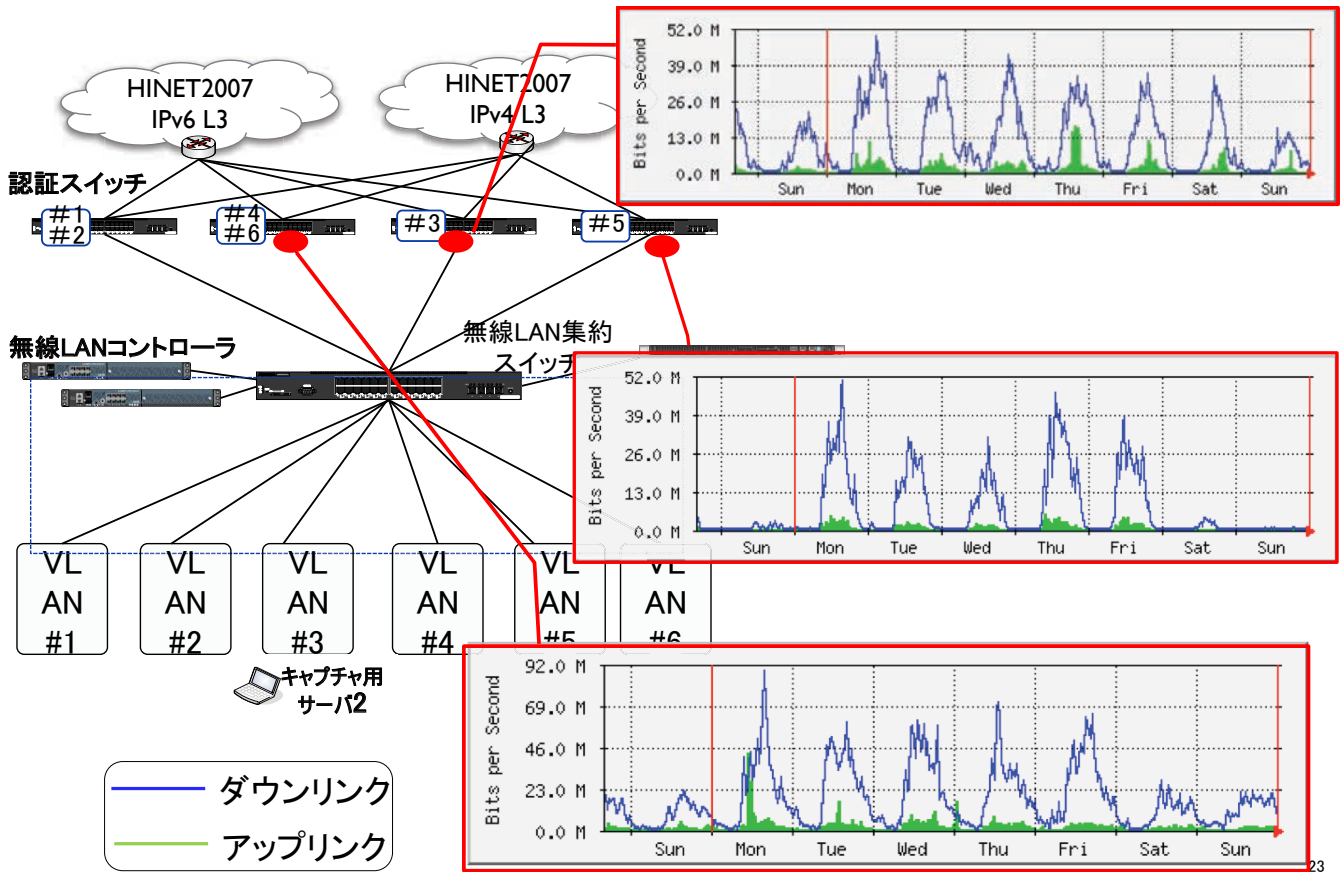
- マルチキャストパケット／ブロードキャストパケットの流量、内訳の実態を調査
- IPv6が主となった時、流量パケットの影響考察

調査方法と計測環境

調査期間: 2015年2~4月、6月1週間



無線LANの利用状況1:トラフィック



無線LANの利用状況2 : 接続台数、マルチキャスト流量

VLANごとの1日の平均端末接続台数

VLAN ID	IPv6	IPv4	IPv6/IPv4
#3	1485	1547	0.960
#4	1170	1212	0.965
#5	1369	1398	0.979
#6	730	755	0.967

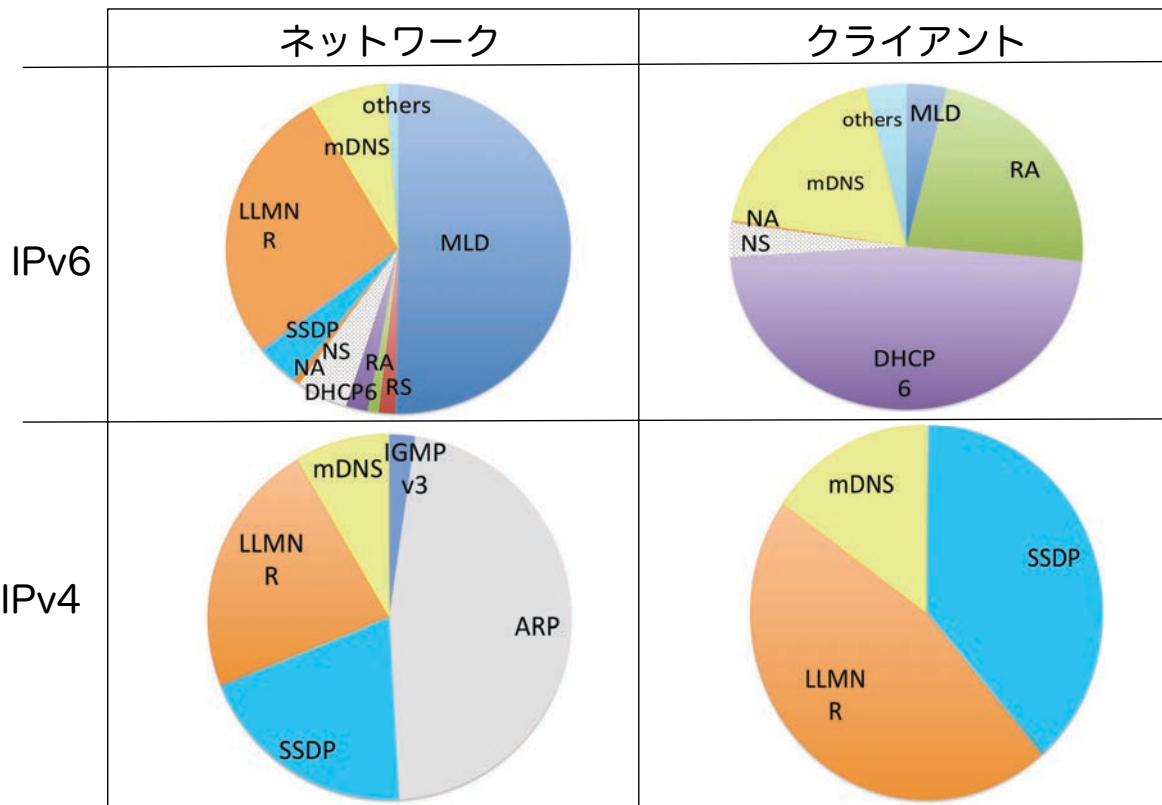
VLAN#3のマルチキャストパケット流量

	プロトコル	平均パケット数/秒(pps)	平均パケットサイズ(Byte)	平均トラフィック(kbps)
ネットワーク	IPv4	17.4	132.0	18.4
	IPv6	14.0	115.5	13.1
クライアント	IPv4	9.5	258.8	19.7
	IPv6	1.1	156.2	1.4

大差なし

10倍以上多

マルチキャストパケットの内訳 (#VLAN3)



※ステートフルアドレス自動設定：DHCPサーバ：v4のみ、IPv6はRA

25

IPv6になると置き換わるパケットの影響

- 名前解決 (LLMNR, mDNS)、サービス検索 (SSDP, ws-discovery)
 - 名前解決、サービス検索はIPv4と同程度に
- アドレス解決 (ARP, NS/NA)
 - アドレス解決、アドレス重複確認はv4のARP(ブロードキャスト) 相当
 - ICMPv6でクライアント処理負荷減になる可能性あり
- 自動アドレス設定 (RA, DHCP)
 - DHCPv6サーバがないときはRA分リクエスト多
- マルチキャスト制御パケット (MLD)
 - プラグアンドプレイ機能により接続端末数増加によるMLDは増加
 - IGMPv3に相当するMLDはIPv6ユニキャスト通信増加しても増えない

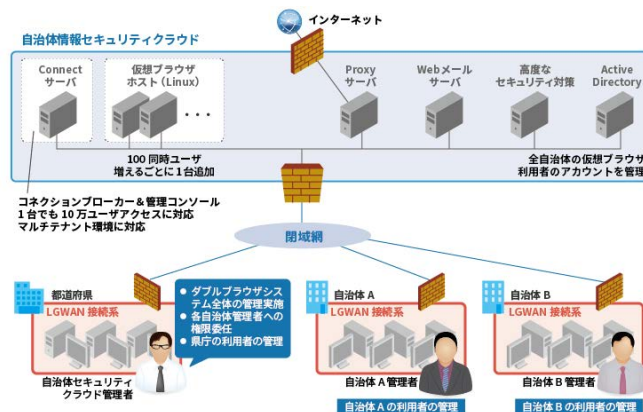
IPv4とIPv6の混在の影響

- 同機能のパケットがIPv4, IPv6ともに出ている
- IPv6になって大幅に増えるわけではない
- IoT, M2M機器への負荷

26

地方公共団体における情報セキュリティ

- 総務省 地方公共団体における情報セキュリティポリシーに関するガイドライン（平成27年3月）
 - 自治体情報システム強靱性向上モデル
- 地方公共団体情報セキュリティ強化対策費補助金交付（第1回平成28年3月）
 - (3) 都道府県と市区町村が協力して、自治体情報セキュリティクラウドを構築し、高度な情報セキュリティ対策を講じること



27

地方自治体に向けたIPv6促進の国（総務省）の方針

- IPv6対応ガイドライン、IPv6対応調達仕様書モデル
 - 「中小通信事業者、企業及び地方自治体のIPv6対応を促進するため、本検討結果を業種別にガイドライン及び調達仕様書として取りまとめております。」
 - 地方自治体編（2014年7月）
 - 「多くの企業や地方自治体のウェブサイト等の外部向けサービスについては、必ずしもIPv6対応が進んでいない。」
 - 従って、中小通信事業者、企業及び地方自治体のIPv6対応を促進していくことが重要
- IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会 第四次報告書 概要 ～IoT時代を拓く新たな戦略～（2016年1月）
 - ①政府機関・地方公共団体
 - IPv6によるコンテンツ提供、情報システム、Wi-FiネットワークのIPv6対応を推進
 - ②IPv6対応の見える化と政府調達の要件化
 - 事業者等は、IPv6 Ready Logoを取得した機器の使用を前提
 - 政府調達等でIPv6対応機器の活用を要件化し、IPv6普及を牽引

28

情報通信に必要な資源

- 放送
 - 資源：周波数
 - アナログ放送 → 地上デジタル放送
 - 2011年7月24日アナログ停波
- 通信（インターネット）
 - 資源：インターネットに接続するためのIPアドレス
 - IPv4 → IPv6（“Everything over IP”の思想）
 - 2011年4月15日 日本国内ISPへの新規割当終了
- 必要な資源が枯渇→新たな資源、見直し

これから

- 気になること解消
 - IPv4とIPv6の混在解消
 - 業務系アプリケーション対応
 - インターネット分離対応
 - 自治体情報セキュリティクラウド
- インターネットの健全な発展

JEPG/IP（1993～）

定義：JEPG/IP は、インターネットの円滑な運用と順調な発展のため、中立な立場から技術的な調査検討を行ない、必要な事項を勧告するグループです

- もう少し、広島地域IPv6推進委員会

2018 IPv6セミナー Winter（1月）
講師、絶賛募集中！