

IPv4 アドレス枯渇対応アクションプラン策定 ガイドライン

JLabs DOC-008-00-1.0

一般社団法人 日本ケーブルラボ
Japan Cable Laboratories

JLabs DOC-008-00-1.0

IPv4 アドレス枯渇対応アクションプラン策定
ガイドライン

社団法人 日本ケーブルテレビ連盟
一般社団法人 日本ケーブルラボ

IPv4 アドレス枯渇対応アクションプラン策定
支援タスクグループ

まえがき

現在のインターネットは、IPv4(Internet Protocol version 4)と呼ばれる方式が主流で動作している。インターネットに接続されている機器には、個々の機器を識別するための「IP アドレス」が割り当てられ、この識別をもとに送信元と受信先を特定して通信が行われる。その IPv4 アドレス (約 43 億個) の在庫は、早ければ 2011 年にも枯渇し、新たな IP アドレスの発行ができなくなることが予測されている。

IP アドレスの在庫が枯渇しても、現在動いているインターネットは動作する。しかし、新たな機器をインターネットに接続することができなくなるため、新規のユーザ獲得や新たなサービス展開などに支障が生じ、今や情報化社会の基盤となったインターネットの拡大が止まってしまい、国民活動や企業活動などに様々な影響が予測される。

この様なアドレス枯渇危機に対応するため、官民一体となったアクションプラン推進体制として「IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース」が 2008 年 9 月に設立された。

日本ケーブルテレビ連盟および日本ケーブルラボも、同タスクフォースに参画すると同時に、会員・ベンダー・システムインテグレータなど広くメンバーを募り、「IPv4 アドレス枯渇対応プロジェクト」を 2009 年 1 月に立ち上げ、インターネット接続や電話 (VoIP) サービスなどを提供しているケーブル事業者に対する広報啓発や技術検討、テストベッド構築などの活動をおこなっている。

これまでの、会員事業者に対する IPv4 アドレス枯渇問題のアンケート調査やヒアリングによれば、中小事業者にあっては、ケーブル局のネットワークシステム設計や構築に関して、システムインテグレータや機器ベンダーに依存している度合いが大きいことが見えてきた。本ガイドラインは、この様な事業者の皆様を対象に、IPv4 アドレス枯渇対応のアクションプラン検討の端緒となることを目的に作成した。枯渇問題へのインターネット関連者の取組状況、IPv6 の特長概要、IPv6 へのシステム移行、アクション事項と日程計画モデル、投資コスト予想、要員教育の考えなどについて示した。

IPv4 の枯渇対策としては、様々なシステム構築案が想定されるが、本ガイドラインの初版にあたっては、IPv6 を導入し IPv4 とのデュアルスタックでの運用を行う事業者を想定して作成した。今後の機器提供状況、新アプリケーション状況、他の通信事業者などの動向に合わせて、見直して改版を行う予定である。

IPv6 への対応には、通信機器の設備投資、機器変更に伴う運用確認など費用と時間を要することが予想され、技術・運用、テスト、経営、広報啓発、人材育成などの取り組み課題のアクションプランを策定し、緻密な計画を立てて、慎重に動作を確認しながら、ネットワーク設備の IPv6 化を進める必要がある。本ガイドラインを活用され基本線を検討し、各局のより具体的な検討については、機器ベンダーやインテグレータなどと検討されることを望む。

本書は、各事業者において IPv4 アドレスが枯渇してしまう前に、事前に対処方法や技術的ノウハウ等を貯めて、将来にわたり事業が継続発展できるようにガイド (支援) することを目的とする。

本ガイドラインがケーブルテレビ事業者、などに積極的に活用されることを希望する。

文書番号については、一般社団法人 日本ケーブルラボにおいて JCTA 日本ケーブルラボで策定した文書番号を引き継いで管理することになっていることから、JCTA 日本ケーブルラボの文書番号を踏襲して (JCL DOC-006 まで使用済み)、JLabs DOC-007 から採番することで、会員をはじめとする利用者にわかりやすい形をとることとした。

目 次

第 1 章	はじめに.....	1
1.1	ガイドラインの目的.....	1
1.2	用語と略語の説明.....	1
第 2 章	IPv4 アドレス枯渇問題と関連業界の対策状況.....	4
2.1	IPv4 アドレス枯渇予測と総務省および各業界の横断的取組.....	4
2.1.1	総務省の対応.....	4
2.1.2	IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース.....	6
2.2	IPv6 運用技術習得のためのテストベッド.....	7
2.3	日本ケーブルテレビ連盟と日本ケーブルラボの IPv4 アドレス枯渇対応推進体制.....	9
2.4	通信事業者のアクセス網 IPv6 対応状況.....	10
2.5	ISP における IPv4 アドレス在庫の枯渇対応に向けた検討状況.....	11
2.6	IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースの公表アクションプラン.....	15
第 3 章	IP アドレス (IPv4 と IPv6 の違いとその特徴).....	21
3.1	IPv4 アドレス.....	21
3.2	IPv6 アドレス.....	21
3.3	IPv6 についての期待.....	22
第 4 章	ガイドラインの基本的考え.....	23
4.1	IPv4 アドレス枯渇に対処する為の前提と考え方 (その影響範囲).....	23
4.2	対応策として考慮すべき事項 (留意点および課題).....	23
第 5 章	移行プラン.....	26
5.1	システム移行のシナリオ.....	26
5.2	システム構築に当たっての想定タスク.....	26
5.3	システム構成 (IPv4 ネットワークを IPv6 ネットワークへ移行).....	27
5.4	投資予想コスト概算 (IPv6 ネットワークシステム移行).....	30
5.5	必要期間 (設備計画から運用まで、IPv6 化移行プラン).....	31
5.6	要員教育と教育プラン.....	32
5.6.1	要員教育のニーズ.....	32
5.6.2	要員教育プラン.....	35
第 6 章	まとめ.....	39
第 7 章	引用・参照文献とホームページなど.....	40

IPv4 アドレス枯渇対応プロジェクト メンバー

IPv4 アドレス枯渇対応アクションプラン作成支援タスクグループ メンバー

第1章 はじめに

1.1 ガイドラインの目的

本書は、IPv4 アドレスの在庫が枯渇することの予測を提示し、枯渇への事前準備を促し、ケーブルテレビ事業の発展や継続性、顧客満足度の向上、地域における先進的取り組みによる地位の確立、存在価値向上のために、「IPv4 アドレス枯渇対応アクションプランの策定」を支援するために作成する。

特に、IPv4 アドレス枯渇対応のために IPv6 を導入、移行する事業者に向けたガイドライン（指標・指針）となることを目的としている。

なお、本書（0.0 版）では、テレビ放送伝送や IP 電話サービスに関しては、触れていない。

1.2 用語と略語の説明

本ガイドラインにおける用語と略語の説明を表 1-1 に示す。

表 1.1 用語と略語

用語と略語	内容
CMTS	Cable Modem Termination System の略。ケーブルモデムと対向でケーブルテレビ事業者側に設置される大型モデム。数千台から数万台のモデムを収容し、CMTS 自身で IP 層を終端するエッジルータとして実装されることが多い。
CPE	Customer Premises equipment の略。通信回線において顧客側の端末設備。ケーブルモデムを使ったインターネット接続サービスの場合、ケーブルモデムに接続される加入者の PC やブロードバンドルータが相当する。
DHCP、DHCPv4	Dynamic Host Configuration Protocol の略。RFC2131 で規定される動的に IPv4 ノードを設定するためのプロトコルで、bootp を拡張して開発された。IPv6 用の DHCPv6 と区別するために RFC2131 DHCP を DHVPv4 と表記することがある。
DHCPv6	RFC3315 で規定される IPv6 ノード用の DHCP。DHCPv4 と互換性はなく、デフォルトルートを通知する場合は SLAAC(RA) を併用する。

DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification の略。米国ケーブルラボによって規定されるケーブルモデムシステムの標準規格。1997年に1.0が発行され、以後の拡張された機能も標準化され1.1, 2.0, 3.0がリリースされた。下位互換性が担保されており1.0のCMを3.0のCMTSに収容することができる。IPv6は3.0で導入された。
iDC	iDCは、Internet data center の略。インターネット接続に特化したデータセンターであり、ユーザのサーバを預かり、インターネットへの接続回線や保守・運用サービスなどを提供する「コロケーションサービス」とか「ハウジングサービス」がある。また、自らが用意したサーバを顧客に貸し出すホスティングサービスを提供する業者もある。
IP 電話サービス (VoIP)	ケーブルインターネットの仕組みを利用した、IP 電話サービス。番号形式は、050 IP 電話と 0AB～J IP 電話に分けられ、それぞれでサービスを行っている。
ISP	ISPはInternet Services Provider の略。インターネットを利用するユーザに対して、ユーザのコンピュータをインターネットへ接続するための手段をサービスとして提供する事業者のことである。
LSN	LSNは、Large Scale NAT の略。キャリアグレードNATと呼ばれることもある。電気通信事業者などが、内部のネットワークと外部ネットワークの分界点でネットワークアドレス変換を行うこと。多くのユーザで共有のアドレス変換を行うことから、LSNと呼ばれている。
NAT/NAPT	NATは、Network Address Translation の略。NAPTは、Network Address Port Translation の略。LANなどのプライベートIPアドレスを持つネットワークからインターネットにアクセスするためWAN側のグローバルIPアドレスに変換する機能。NAPTはこの変換に、IPアドレスに加えポート番号も加えて変換する。
NGN	NGNは、Next Generation Network の略。従来の電話網並みの信頼性・安定性を確保しながら、IPネットワークの柔軟性・経済性を備えた、マルチメディアサービスを実現する、次世代の情報通信ネットワークである。

RIR	<p>地域インターネットレジストリ (Regional Internet Registry) の略。RIR は Internet Assigned Numbers Authority (IANA) より、所轄地域のインターネットリソースを管理委託され、地域のポリシーに従って、国別インターネットレジストリなどの下位組織に委託する。</p> <p>アジア太平洋地域は、Asia-Pacific Network Information Center (APNIC)、日本は、日本インフォメーションセンター (JPNIC) である。</p>
ケーブルモデム、CM (Cable Modem)	<p>ケーブルテレビ網を使い、デジタルデータを伝送するための変復調器(モデム)。インターネット接続などのデータ通信サービスを契約すると加入者の手元に設置され、通常 100BaseTX などの Ethernet で IF が提供される。</p>

第2章 IPv4 アドレス枯渇問題と関連業界の対策状況

本章では、IPv4 アドレスの在庫が枯渇することが予測されることを提示し、その周知と対応に関する各種団体やケーブルテレビ業界における取組状況について記述する。

2.1 IPv4 アドレス枯渇予測と総務省および各業界の横断的取組

全世界的にインターネット利用者が急増しており、図 2.1 および図 2.2 に示すように IPv4 アドレスの国際的在庫が枯渇することが予想されている。この状況を鑑み総務省から届出電気通信事業者に対し、IPv4 アドレス在庫の枯渇対応について情報を提供し、各業界団体で対応活動が展開されている。

2.1.1 総務省の対応

総務省では、IPv4 アドレスが枯渇してもインターネットの利活用に支障が生じないように有識者等を集めて研究会を開催し、この問題をめぐる課題の抽出を行うとともにその解決方を整理した。

(1) インターネットの継続的（更なる）な発展のため、2007年8月から2008年6月まで「インターネットの円滑な IPv6 移行に関する調査研究会」を開催し、主に以下の結果を得た。

(ア) IPv4 アドレス在庫の枯渇時期の予測

IPv4 アドレス消費のペースがこれまでと同様か、またはさらに伸びる方向にあると考えることが適当であり、国際的なアドレス割り振りやアドレス維持に係るルールに変化がなく、またアドレス割り振りを受ける者も恣意的に余剰のアドレス確保を図らないと仮定すると、

- ・ IPv4 アドレスの国際的在庫の枯渇は、2010 年半ば～2012 年初頭
- ・ 日本国内で利用する IPv4 アドレスの補充が不可能となるのは、2011 年初頭～2013 年半ばと予想される。

(イ) IPv4 アドレス在庫枯渇への対応方策の取りまとめ

IPv4 アドレス在庫の枯渇への対応方策については

- (i) NAT/NAPT を利用した IP アドレスの節約
- (ii) 割り振り済みの IPv4 アドレスの再配分による IP アドレス利用の最適化
- (iii) IPv6 への移行による新たなアドレス資源の利用

が挙げられるが、IPv4 アドレス在庫が枯渇するまでの期限内での実施可能性、サービスの継続性（現状のインターネットで実現可能な利用方法が引き続き実現可能か）、及び効果の永続性（対応のやり直しが不要か）の観点から、本質的な対応方策として、(iii) 「IPv6 への移行による新たなアドレス資源の利用」を行い、当初対応として (i) NAT/NAPT を利用した IP アドレスの節約」を行うことが最も適当である。

(IPv6 によるインターネットの利用高度化に関する研究会中間報告書 別紙 3 より引用)

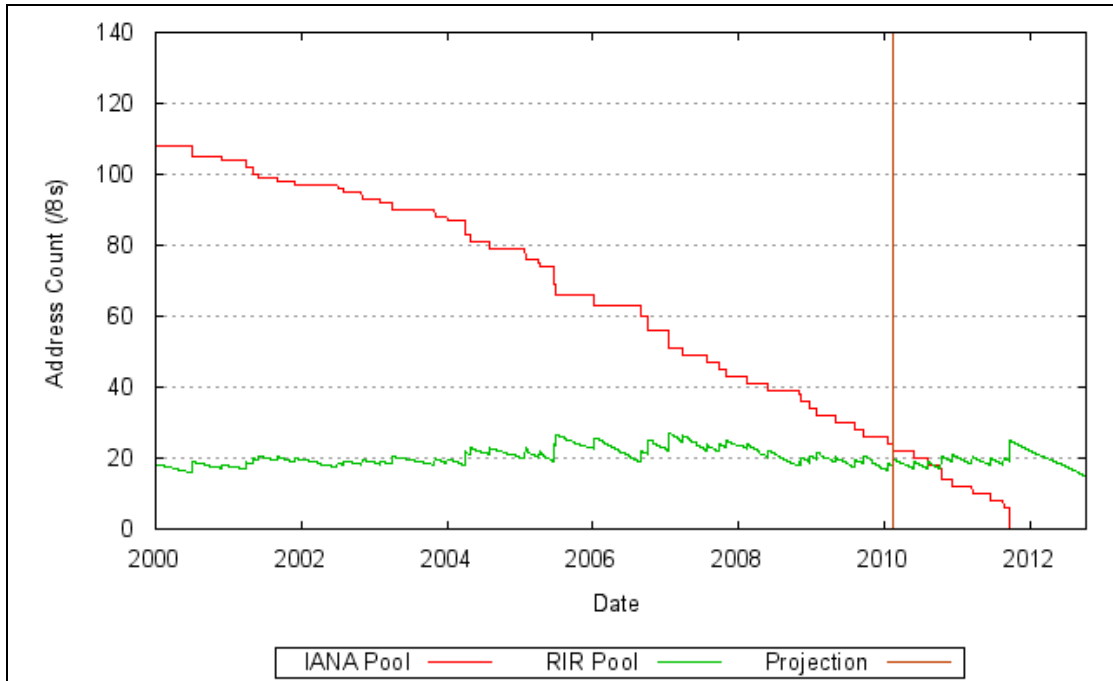


図 2.1 IPv4 アドレスの国際的在庫消費予測 (2010 年 2 月現在)
(JPNIC=社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンターから転載)

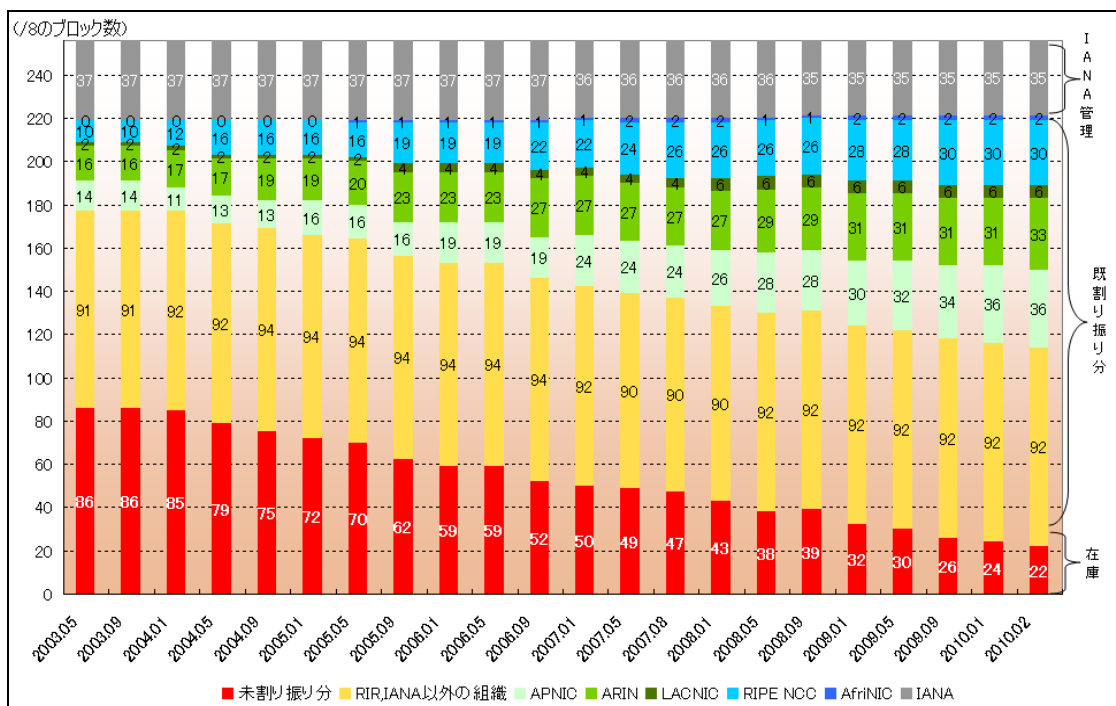


図 2.2 過去の IPv4 アドレス割り振り状況
(Internet Protocol v4 Address Space のデータを元に JPNIC 作成から転載)

(2) 「IPv6 によるインターネットの利用高度化に関する研究会」報告書の取りまとめにあたり

IPv6 移行の推進のためのアクションプランを策定し、政府やネットワーク事業者、システムインテグレータ等が取り組むべき課題や IPv6 移行の対応策を公表。

(3) IPv6 普及・高度化推進協議会 (v6pc) 並びに政府は、テストベッド整備など技術者が技術習熟を図るための IPv6 教育プログラムの充実を支援している。

○関連情報の詳細については、第7章 (1)を参照いただきたい。

2.1.2 IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース

インターネットに関する様々な関係者が連携して IPv4 アドレス枯渇への対応を推進するため、総務省及びテレコム／インターネット関連団体は、平成 20 年 9 月「IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース」を発足。図 2.3 に 2010 年 2 月現在の参加団体を示す。

○IPv4 アドレス枯渇タスクフォースの詳細は、第7章 (2)を参照いただきたい。

「IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースの役割」

- ・「IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース」等を中心に官民一体となり取組を行う。
- ・「IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース」は、IPv4 アドレス在庫の枯渇をより円滑に乗り越えるべく、取組課題を①課題検討 (技術・運用・経営)、②広報啓蒙、③人材育成、④進捗管理の観点から整理、国全体のアクションプランの推進体制の役割を担う。

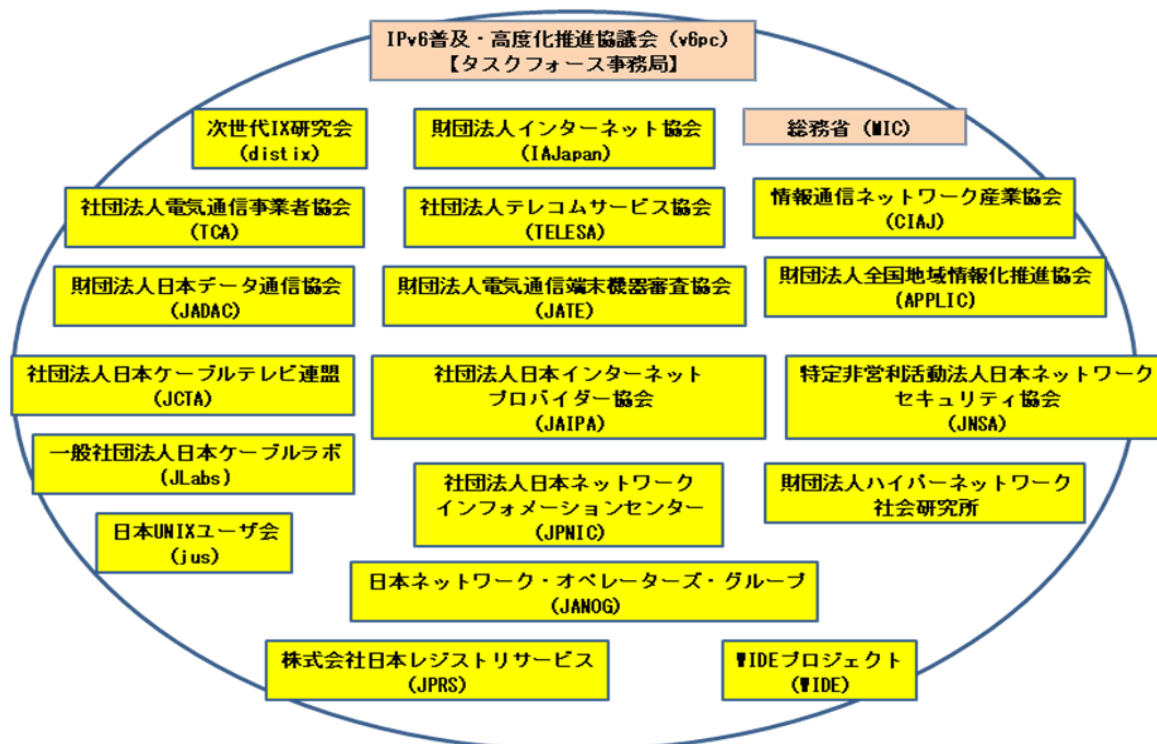


図 2.3 「IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース」参加団体 (2010 年 2 月現在)

2.2 IPv6 運用技術習得のためのテストベッド

- (1) 実ネットワークと同等の環境を持つ IPv6 運用訓練センターを全国 2 カ所に整備
 - (2) 実証実験を通じ、複雑かつ大規模なインターネットを IPv6 で運用・構築できる技術者を育成
- 図 2.4 および図 2.5 にテストベッドの利用イメージとケーブルインターネットの構成を示す。

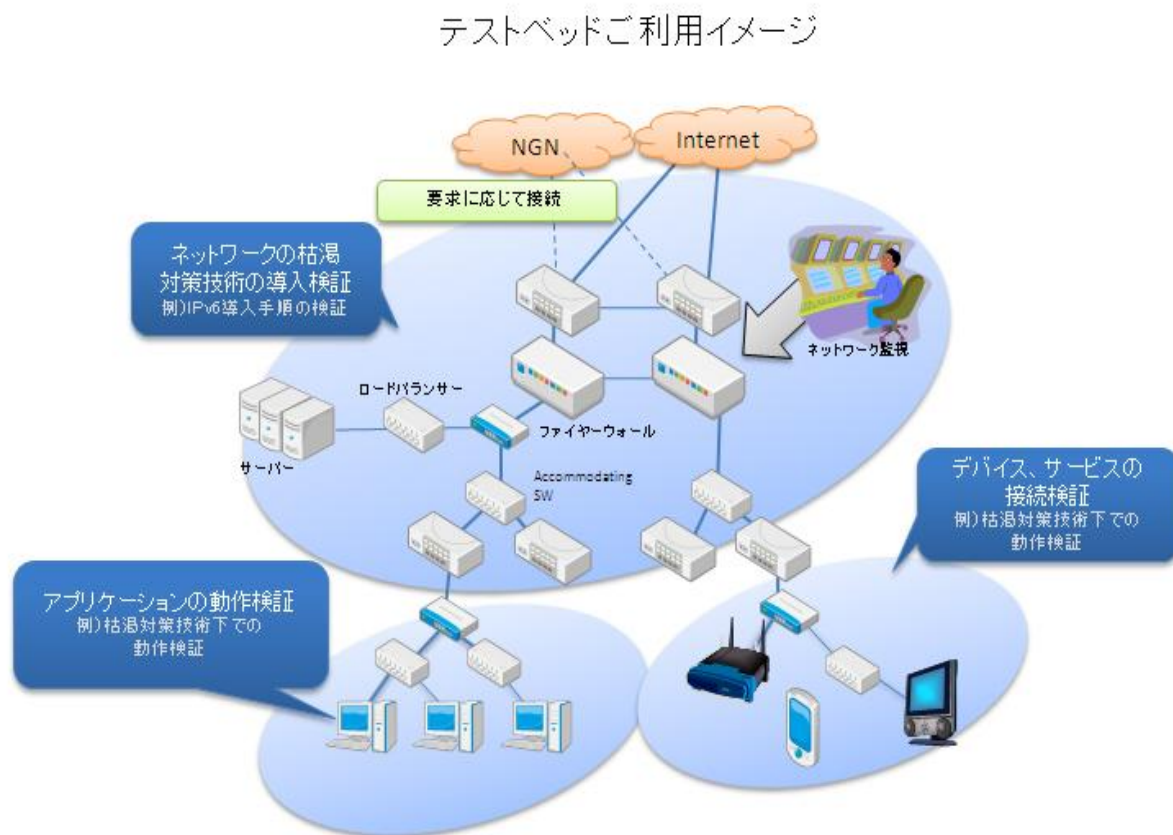
○関連情報の詳細については、第 7 章 (3)を参照いただきたい。

テストベッド 構築先 (全国 2カ所)

- ・ 慶應義塾大学 新川崎タウンキャンパス (神奈川県川崎市)
- ・ 株式会社ブロードバンドタワー西梅田データセンター (大阪府福島)

テストベッド構築の狙い

- ・ 自社から持ち込んだ機材及びセンターの機材を参加者自らが相互に接続、設定運用のノウハウを身につける。
- ・ その稼働状態を分析し設定等にフィードバックすることによって、IPv6 ネットワーク運用に必要な技術スキルを身につける。



主催：IPv6 普及・高度化推進協議会 ビジネステストベッド WG

図 2.4 テストベッドの利用イメージ

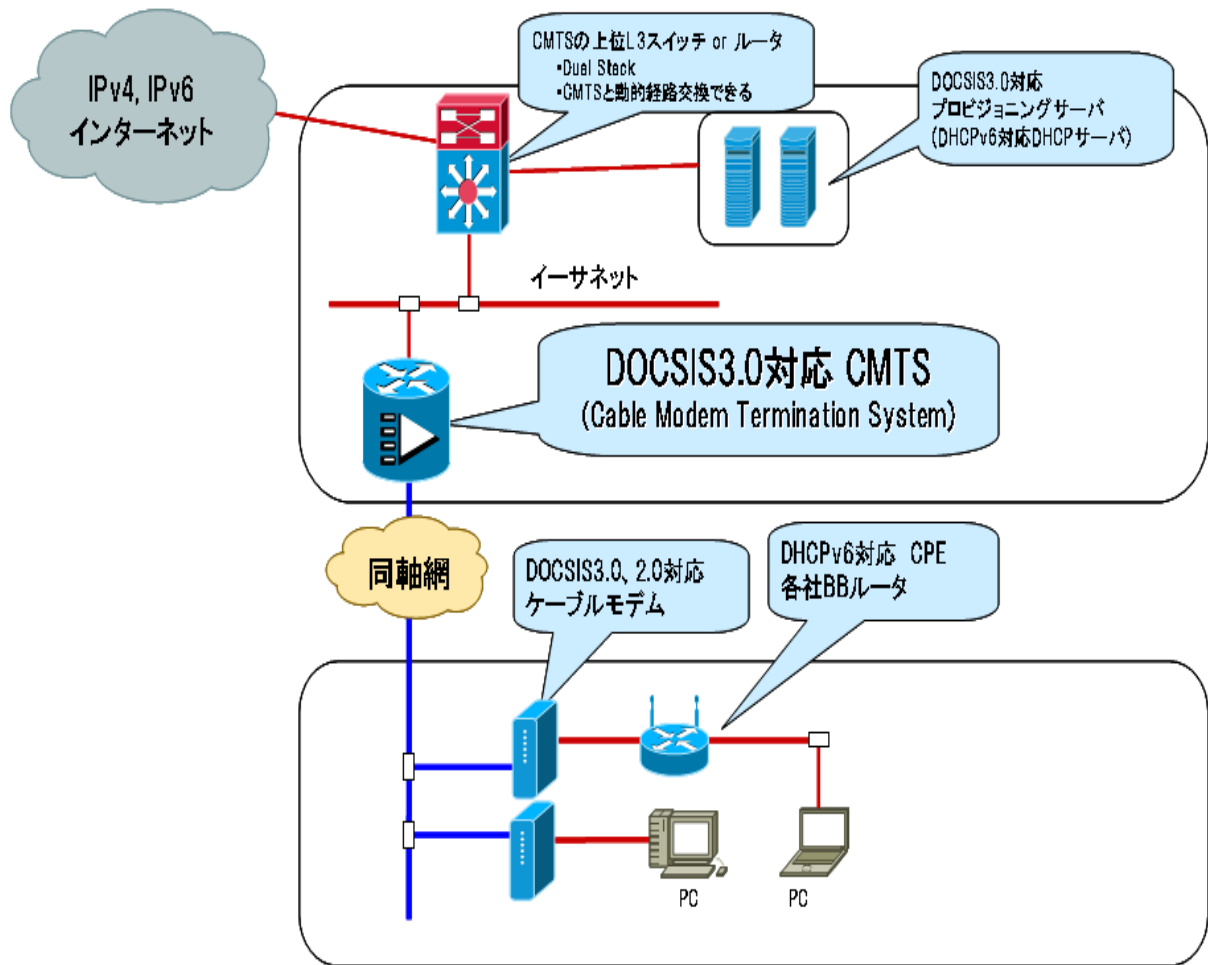


図 2.5 ケーブルインターネットテストベッド構成

2.3 日本ケーブルテレビ連盟と日本ケーブルラボの IPv4 アドレス枯渇対応推進体制

日本ケーブルテレビ連盟（JCTA）および日本ケーブルラボ（JCLその後JLabs）は、IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースに参加すると同時に、会員・ベンダー・システムインテグレータなど広くメンバーを募り、「IPv4 アドレス枯渇対応プロジェクト」を2009年1月に立ち上げ、インターネット接続やIP 電話サービス（VoIP）などを提供しているケーブル事業者に対する広報啓発や技術検討、テストベッド構築などの活動を行っている。

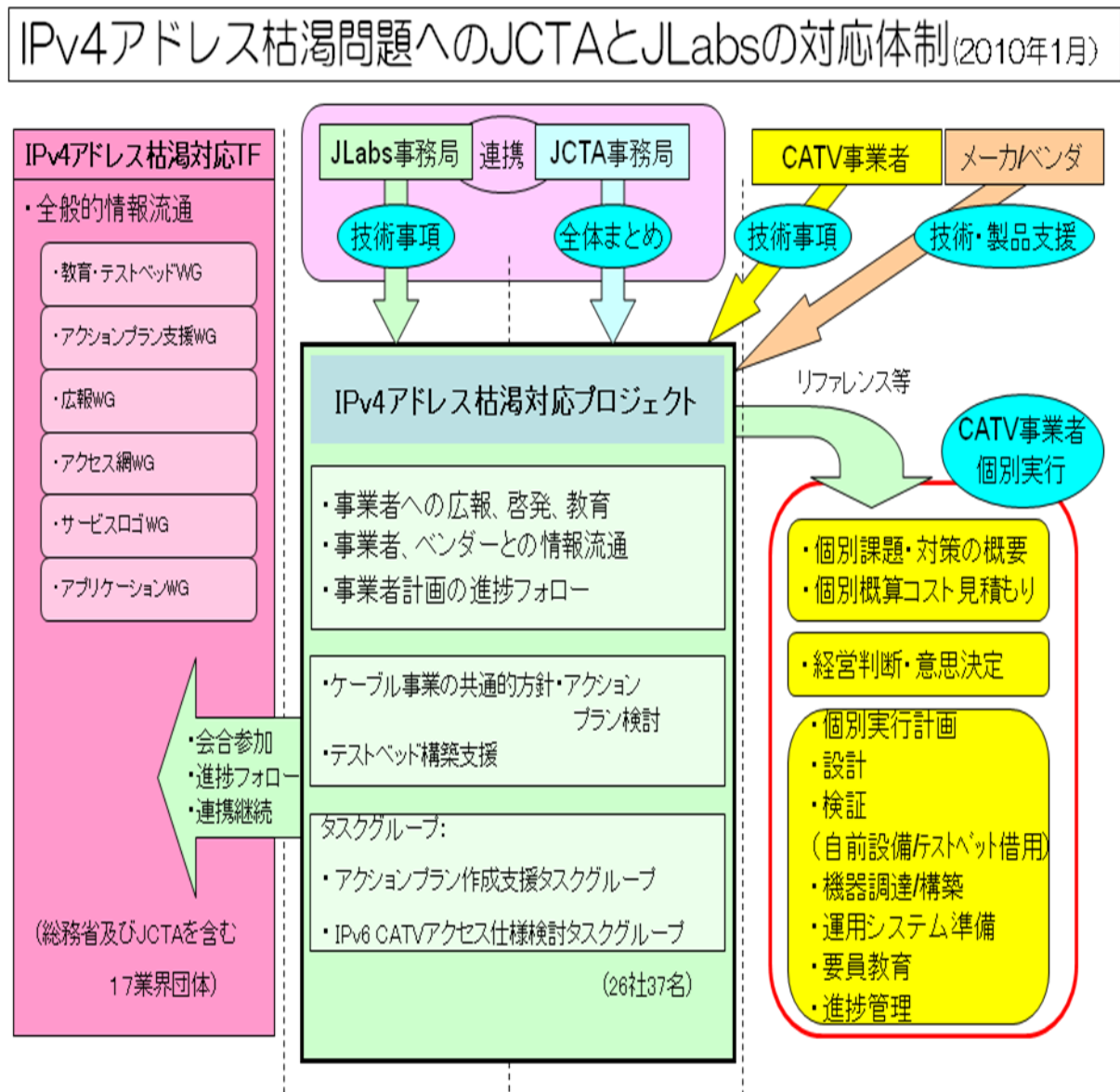


図 2.6 IPv4 アドレス枯渇対応プロジェクト

2.4 通信事業者のアクセス網 IPv6 対応状況

大手通信事業者のアクセス網においても、IPv4 アドレスの枯渇対応を考慮した IPv6 化の準備が進められている。ここでは、NTT の NGN とソフトバンクグループの対応状況の例を述べる。

(1) NTT の NGN におけるアクセス網の IPv6 対応

NTT 東日本および NTT 西日本が提供する NGN について、IPv6 インターネット接続について、ISP 団体や事業者と NTT の協議の結果、個人ユーザの IPv6 へのアクセスに関して、2009 年 8 月に総務省により、「トンネル方式」と「ネイティブ方式」での提供が合意された。いずれの方式についても 2011 年 4 月以降準備が整い次第サービスの提供が開始される予定である。

「ネイティブ方式」については、2009 年 12 月に BBIX 株式会社、日本インターチェンジエクスチェンジ株式会社、インターネットマルチフィード株式会社の 3 社が接続事業者として選定された。

○NGN における IPv6 接続対応の詳細については、第 7 章 (4)を参照いただきたい。

(2) ソフトバンク BB におけるアクセス網の IPv6 対応

ソフトバンクグループでは、IPv4 アドレス枯渇など現状の IPv4 が抱える課題を解決し、インターネットのさらなる普及発展のため、すべてのお客様に IPv6 インターネットサービスを提供する「IPv6 for Everybody!」構想を推進している。本構想の第 1 弾として、インターネットエクスチェンジ事業を行っている BBIX が ISP 向けに提供する IPv6 ローミングサービスを活用して、ソフトバンク BB は、2010 年 4 月から光系インターネットサービスを利用するお客様に、6rd 技術 (※) での IPv6 インターネットサービスの提供を開始する。

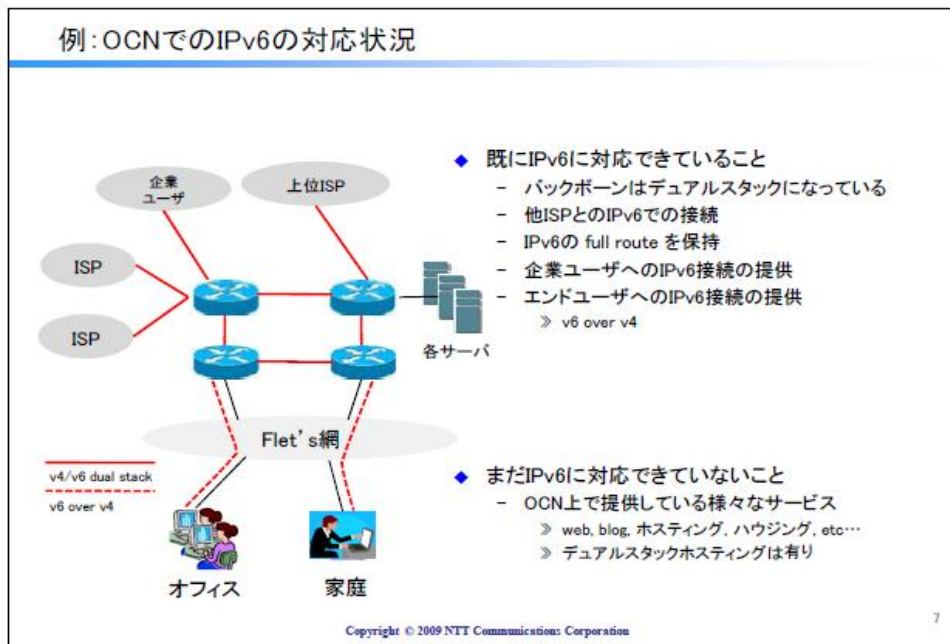
※：IPv6 rapid deployment の略。IPv6 over IPv4 トンネル方式

(2010 年 2 月 23 日 ソフトバンク BB 株式会社 プレスリリースより)

○「IPv6 for Everybody!」の詳細は、第 7 章 (5)を参照いただきたい。

2.5 ISPにおけるIPv4アドレス在庫の枯渇対応に向けた検討状況

総務省「IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会」でのヒアリングによれば、大手のISPでは、既にIPv4アドレス枯渇に向けてLSNの導入やIPv6対応などへの検討が開始されていることが明らかになっている。以下に、2010年3月に報道発表された同研究会の第二次中間報告書参考資料の参考資料9に掲載された、ISPの対応状況を掲載する。



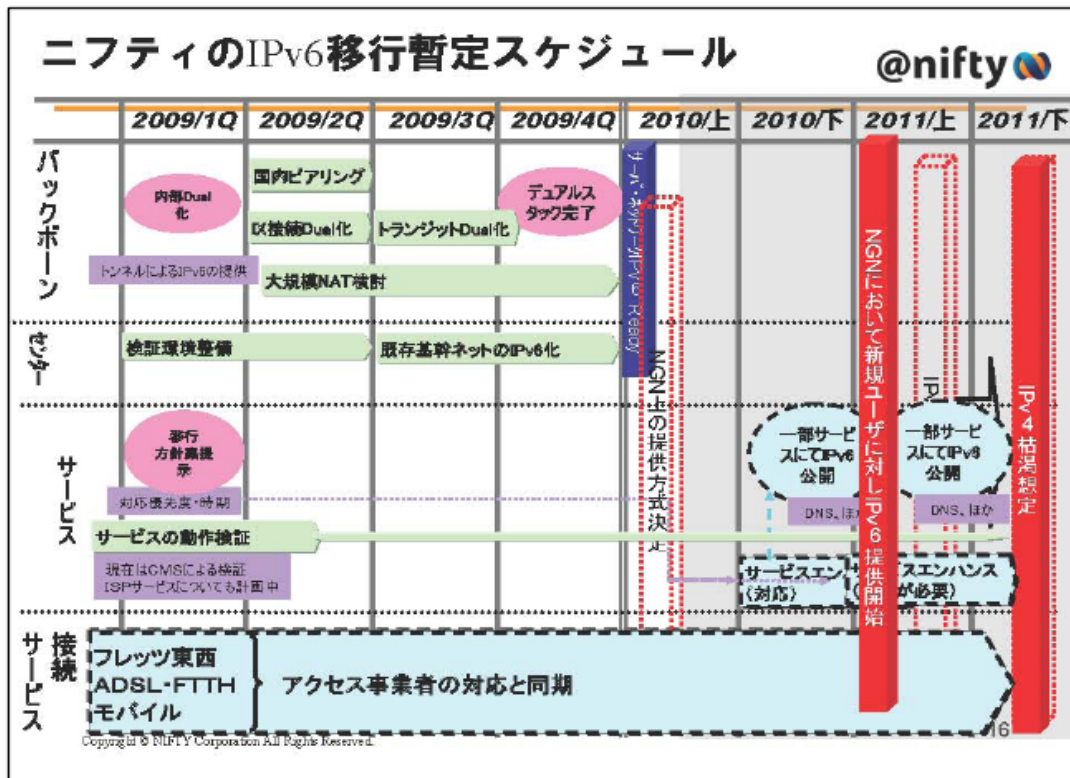
資料 WG 広 1-2 より抜粋 (NTT コミュニケーションズ)

展開スケジュール

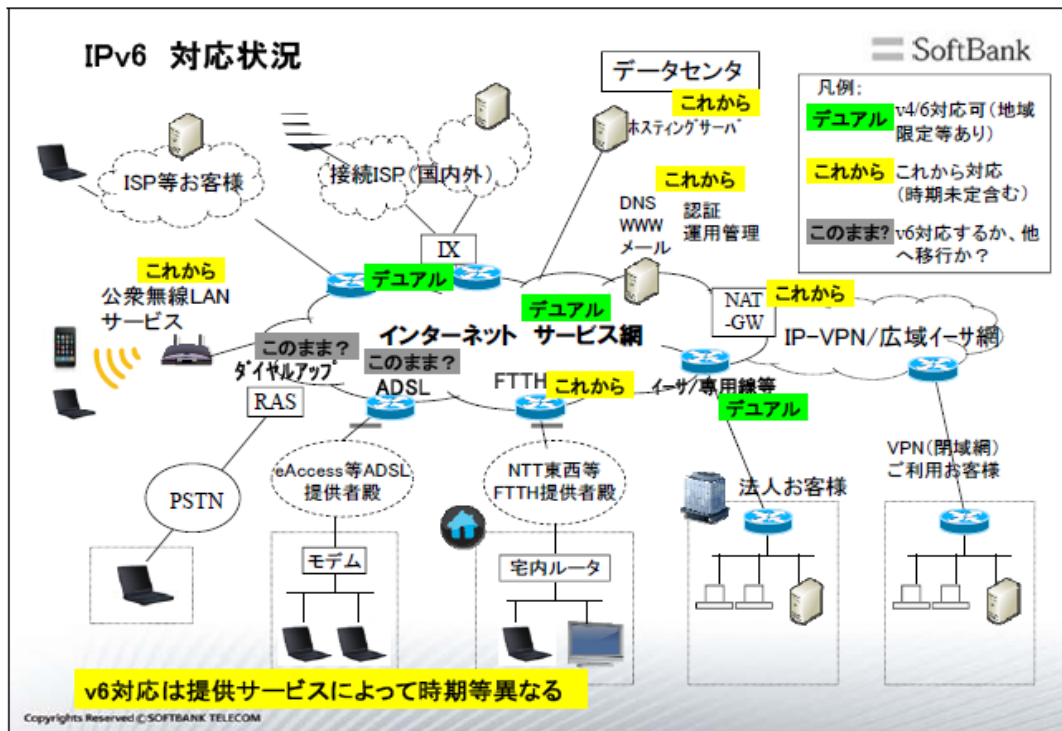
	2008年度	2009年度	2010年度
運用監視機能		監視体制検討	
バックボーン	デュアルスタック化	対外/core 完了	
DCネットワーク		評価	展開
ロードバランサ	ロードバランサ IPv6対応	ツール開発	展開
サーバ			既存サーバにIPv6アドレス追加
		OS v6対応標準化	新規構築サーバのデフォルトデュアルスタック化
サービス		共通モジュールIPv6対応開発	逐次展開
サービス基盤			既存サービスのIPv6化
	メール/HP事前評価	構築	

ネットワークReady サービスReady

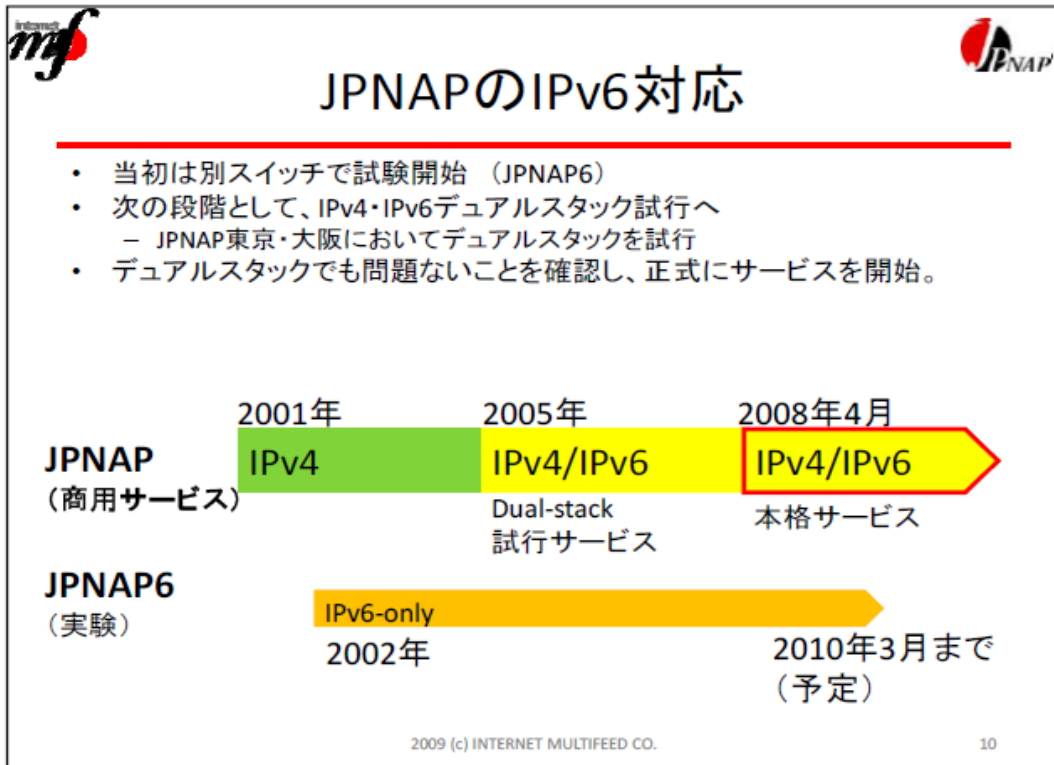
- 2009年6月末 ネットワークのIPv6対応準備完了(ネットワークReady)
 - 2010年度末 サービスのIPv6対応準備完了(サービスReady)
- 2011年度アクセスサービス開始(予定)に備える



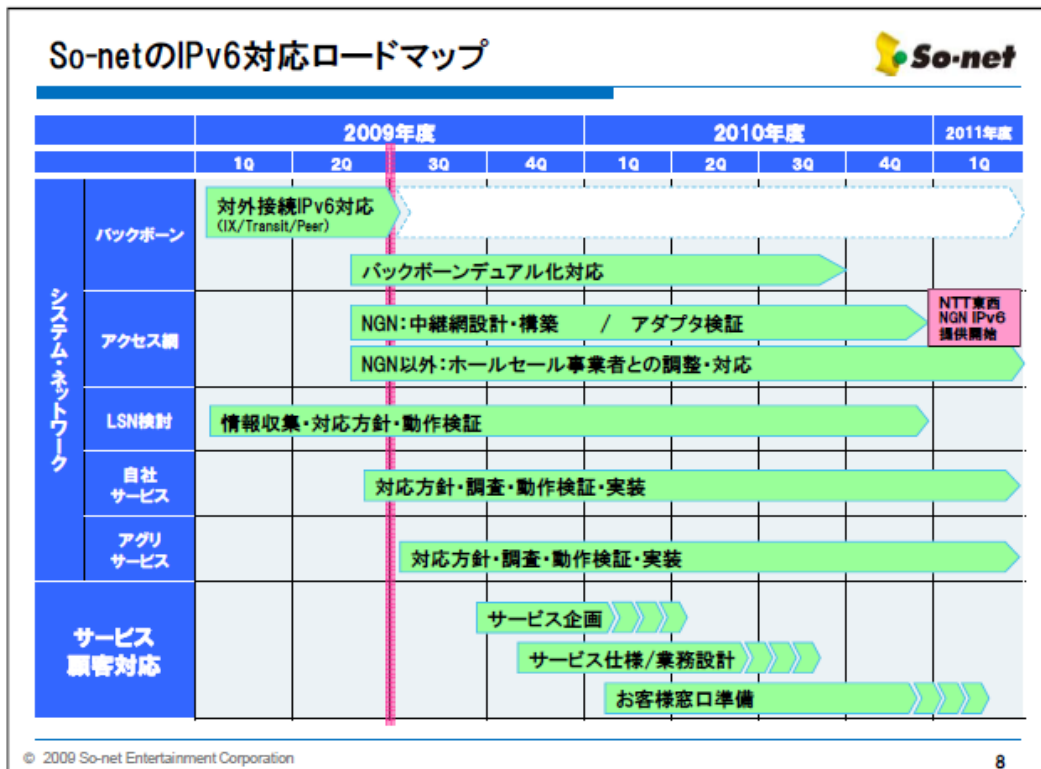
資料 WG 広 2-2 より抜粋 (ニフティ)



資料 WG 広 2-3 より抜粋 (ソフトバンク)



資料 WG 広 2-5 より抜粋 (インターネットマルチフィード)



資料 WG 広 3-1 より抜粋 (インターネットマルチフィード)



資料 WG 広 3-1 より抜粋 (インターネットマルチフィード)

Internet Initiative Japan Inc.

サービスのIPv6提供状況 - 1

接続系サービスのIPv6提供状況

サービス名	IPv6ネイティブ接続環境 IPv6/IPv4デュアルスタック 接続環境	IPv6トンネリングサービス	IPv6仮想アクセス	対応状況および制限
インターネット接続サービス	提供中	提供中		参照用DNSサーバーは対応済み NTPサーバーは対応済み NTPサーバーは対応済み
IIJデータセンターサービス	提供中(*1)	提供中		NTPサーバーは対応済み
IIJ DSL/Aサービス		提供中		
IIJ DSL/Fサービス		提供中		
IIJ FiberAccess/Aサービス		提供中		
IIJ FiberAccess/Tサービス		提供中		
IIJダイヤルアップアドバンスド			提供中	
IIJモバイル			提供中	IPv6仮想アクセス対応版セキュアリンク 3G接続ツールの提供
IIJ4U			提供中	
IIJmio DSL/DFサービス			提供中	
IIJmio DSL/SFサービス		提供中	提供中	
IIJmio FiberAccess/DCサービス			提供中	
IIJmio FiberAccess/DFサービス			提供中	
IIJmio FiberAccess/SFサービス		提供中	提供中	
IIJmioモバイルアクセスシリーズ			提供中	
IIJmio高速モバイル/EMサービス			提供中	

(*1) 一部データセンターに限る

© 2009 Internet Initiative Japan Inc. 6

資料 WG 広 3-4 より抜粋 (インターネットイニシアティブ)

2.6 IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースの公表アクションプラン

IPv4 アドレス在庫の枯渇時期は、様々な要因により変動しうると考えられる。例えば昨今の景気後退による、インターネット関連産業の設備投資減が影響して枯渇時期が後ろに伸びる可能性もある。一方で、ワイヤレスブロードバンドサービスの利用が加速した場合、IPv4 アドレスを必要とする端末が増加して、枯渇期間が短くなる可能性も想定しておく必要もある。

IPv4 アドレス在庫の枯渇時期が、予想より早まった場合と予想より遅れた場合を想定した時、社会的・経済的に前者の予想より早まった場合の影響の方が大きいと考えられる。また、対応が遅れた場合には自らが提供するサービスそのもの及びユーザに対し悪影響を及ぼすリスクがあることを認識すべきである。従って、アドレスの枯渇時期については最速の時期を想定することが適当と考える。

以下に、2010年6月にIPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースが公表したアクションプランから、ケーブルテレビ事業者に係わってくるISPとiDCのアクションプランを抜粋して提示する。本アクションプランは、現時点で想定される枯渇時期を目安に個々のプレイヤーが自らの状況を考慮し、最適なスケジュールを立て対応することを求めている。

ケーブルテレビ業界においては、IPv4 枯渇対応タスクフォースのアクションリストとそのアクションプランの推奨スケジュールに則した対応を取ることが望ましいが、個々の事業者の実情や状況に応じた対応を講じ、デッドエンドスケジュールまでには完了することを望む。また、競合ISPの状況も見据え遅れをとらない対応も必要と考える。

ケーブルテレビ業界において、メーカー、ベンダー、インテグレータと協力し前述の通りアクションリストやアクションプランを見据えた行動を取ることで、今後の業界発展に寄与するものとする。

○IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースの公表したアクションプランについては、第7章 (6)を参照いただきたい。



IPv4アドレス枯渇対応 アクションプラン 2010.06版

2010.06.4
IPv4アドレス枯渇対応タスクフォース

Copyright (C) 2009, 2010 Task Force on IPv4 Address Exhaustion, Japan

1



目次

本資料について	3
アクションプラン策定にあたっての考え方	4
現状における進捗状況評価	5
この半年間のIPv4アドレス枯渇対応に関するトピック	6
アクションプラン：ネットワーク関連(ISP、iDCなど)	7
アクションプラン：サービス(ASP/CSP)関連	12
アクションプラン/進捗状況：企業ユーザ関連(官庁/自治体等を含む)	15
アクションプラン：その他のプレイヤー	16

Copyright (C) 2009, 2010 Task Force on IPv4 Address Exhaustion, Japan

2



本資料について

- 本資料は、早ければ2011年にも想定されるIPv4アドレス枯渇問題に対応するにあたって、日本における各事業者のアクションプランの推奨パターンをまとめたものである。IPv4アドレス枯渇対応タスクフォースでは、各事業者がこのアクションプランに基づき、自社の状況を検討した上で、各々の状況に合わせたアクションプランを立案して実行していくことにより、インターネット業界全体でより円滑にこの問題を乗り切ることを期待している。
- なお、本資料はその時々最新の状況に合わせ、定期的に見直す。
- 2009.10版では、NTT NGNの実現時期確定にあわせて一部の線表を引き直した上で、最新状況を付記した。
- 2010.6版では、各事業者ごとの線表自体の見直しは行わず、進捗状況を評価すると共に、最新状況を付記した。

更新履歴

日付	バージョン	内容
2009年2月17日	2009.2版	IPv4アドレス枯渇対応アクションプランの初版として策定、発行
2009年10月5日	2009.10版	NTT NGN実現時期確定に合わせた線表引直し他
2010年6月4日	2010.6版	IPv4アドレス枯渇対応の最新状況に合わせた見直しと修正

Copyright (C) 2009, 2010 Task Force on IPv4 Address Exhaustion, Japan

3



アクションプラン策定にあたっての考え方

- ✓ 総務省において開催された「IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会」第二次中間報告書（2010年3月）において指摘されているとおり、2011年初頭をターゲットとする。
 - IPv4アドレス在庫の枯渇時期については、上記報告書において、以下のとおり予測されている。
 - 国際的在庫 (IANA Pool) の枯渇は、2011年中頃～後半
 - 日本国内で利用するアドレスの補充が不可能となるのは、2012年中頃
 - 一方、G.Huston氏の最新予測（2010年5月現在）では、
 - IANAにおける枯渇日については2011年3Q～4Q
 - APNICにおける枯渇日については2012年1Q～2Q
 とされている。（web上で日々データが更新されているため、日々枯渇予測日が変わる。）
 - 枯渇時期は、景気後退による設備投資減で延びる可能性がある一方で、ワイヤレスブロードバンドサービスサービスでの利用の加速化、アジアを中心とする需要の拡大、駆け込み需要などの理由で早まる可能性もある。
 - したがって、現時点では従来のとおり、ターゲットを2011年初頭とする。
 - ※ 「IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会」http://www.soumu.go.jp/main_content/000058238.pdf
- ✓ ただし、アクションプラン自体は、少し時間的な幅を持たせたモデルとした。事業者は自社の状況とリスクを考慮し、自社に最適なスケジュールを立てていくべきである。
- ✓ 最も対応の遅い事業者でもJPNIC/APNIC枯渇時期には対応を完了すべき。
- ✓ 本アクションプランはアドレス消費状況やIPv6技術課題検討進捗度合い、IPv6利用サービスの開始予定などを見て、随時改定していくこととする。

Copyright (C) 2009, 2010 Task Force on IPv4 Address Exhaustion, Japan

4



アクションプラン: ネットワーク関連 (ISP、iDCなど)

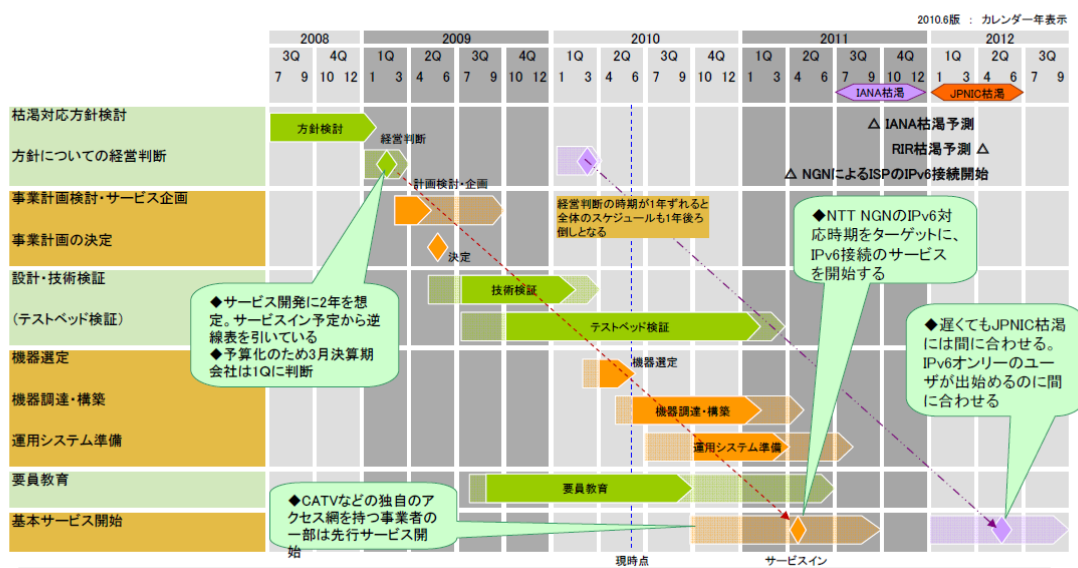
ネットワーク関連事業者にとって、IPv4アドレス枯渇対応に必要な典型的なアクションリストは以下の通りである。

1. 枯渇対応方針決定・経営判断
 - i. 枯渇問題の自社への影響を分析する
 - ii. 枯渇対応方針について経営判断を行う
 - 例: 非対応、対応手段 (IPv6、LSN等)、対応時期、アクセス網方式など
2. 事業計画検討・サービス企画立案
 - i. 方針のブレークダウン及び事業計画を検討する
 - 例: サービス企画、ネットワーク概要設計、運用方式・システム検討など
 - 事業計画決定を踏まえてすべてのスケジュールが走り出す
3. 設計・技術検証
4. 機器選定・調達・構築・運用システム準備
5. 要員教育
6. 基本サービス開始



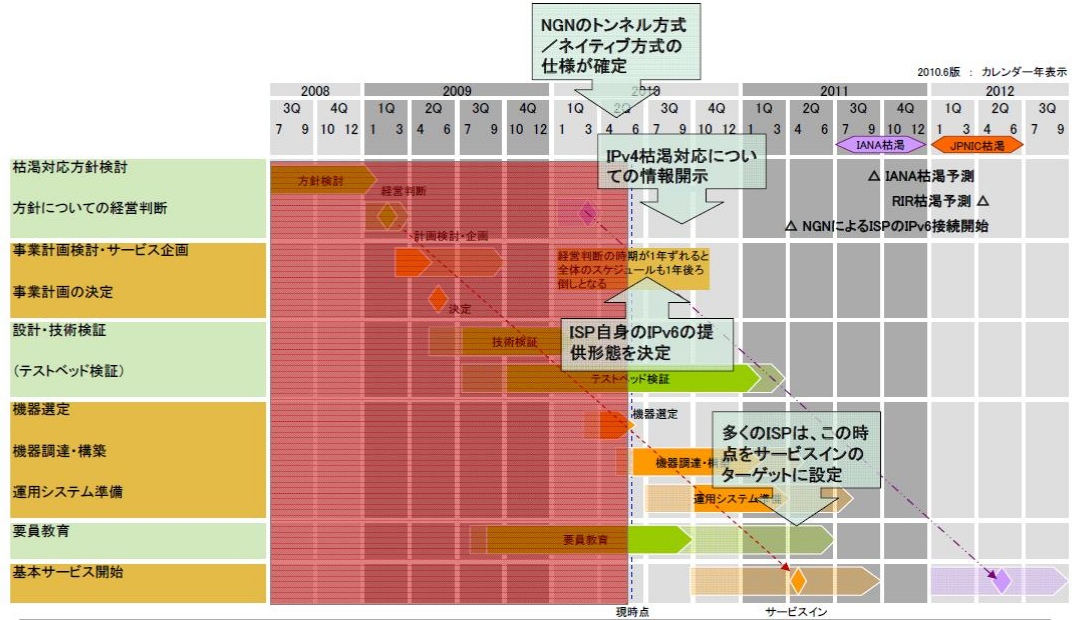
アクションプラン: ネットワーク関連 (ISP)

ネットワーク関連プレーヤー (ISP) におけるアクションプラン (基本形)





アクションプランの進捗状況: ネットワーク関連(ISP)



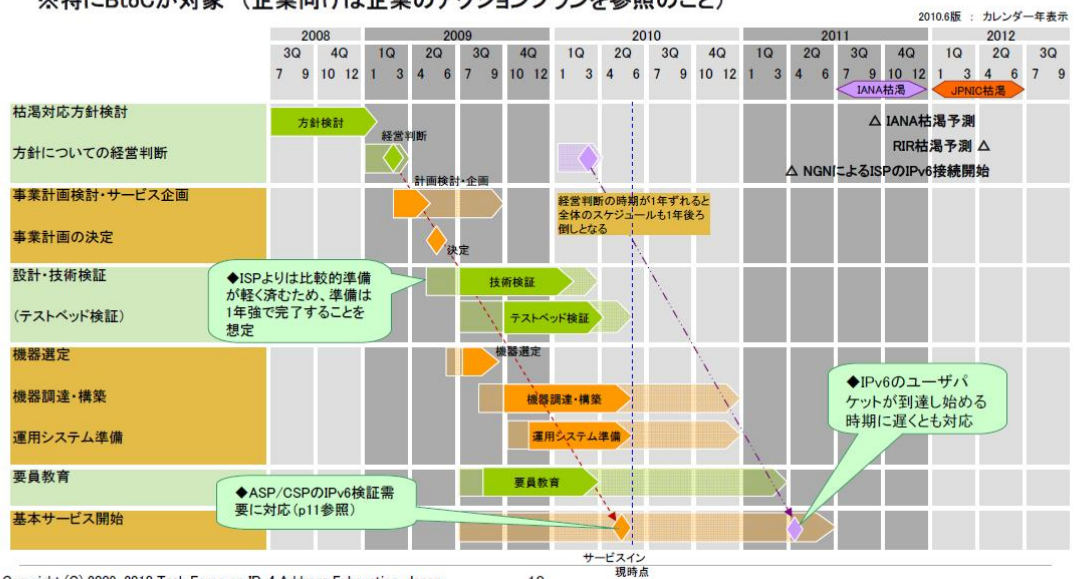
Copyright (C) 2009, 2010 Task Force on IPv4 Address Exhaustion, Japan



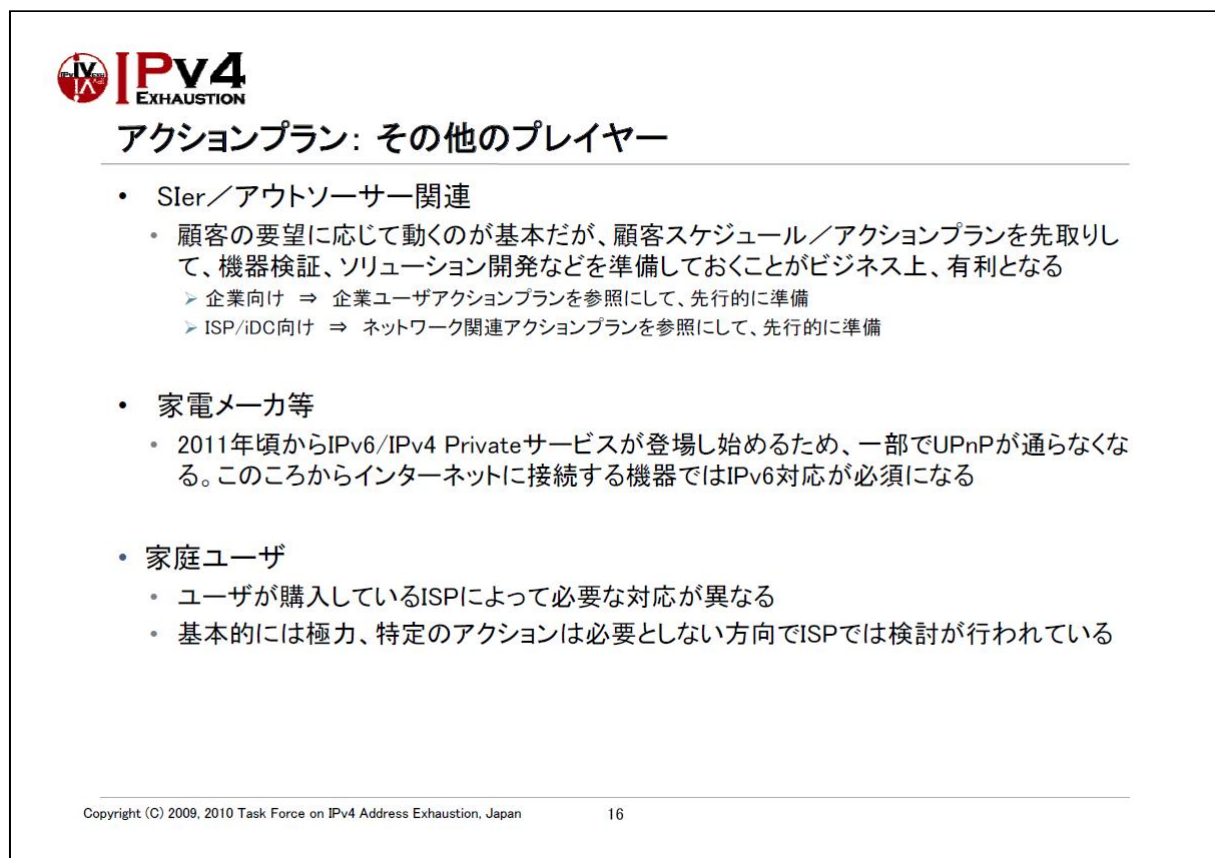
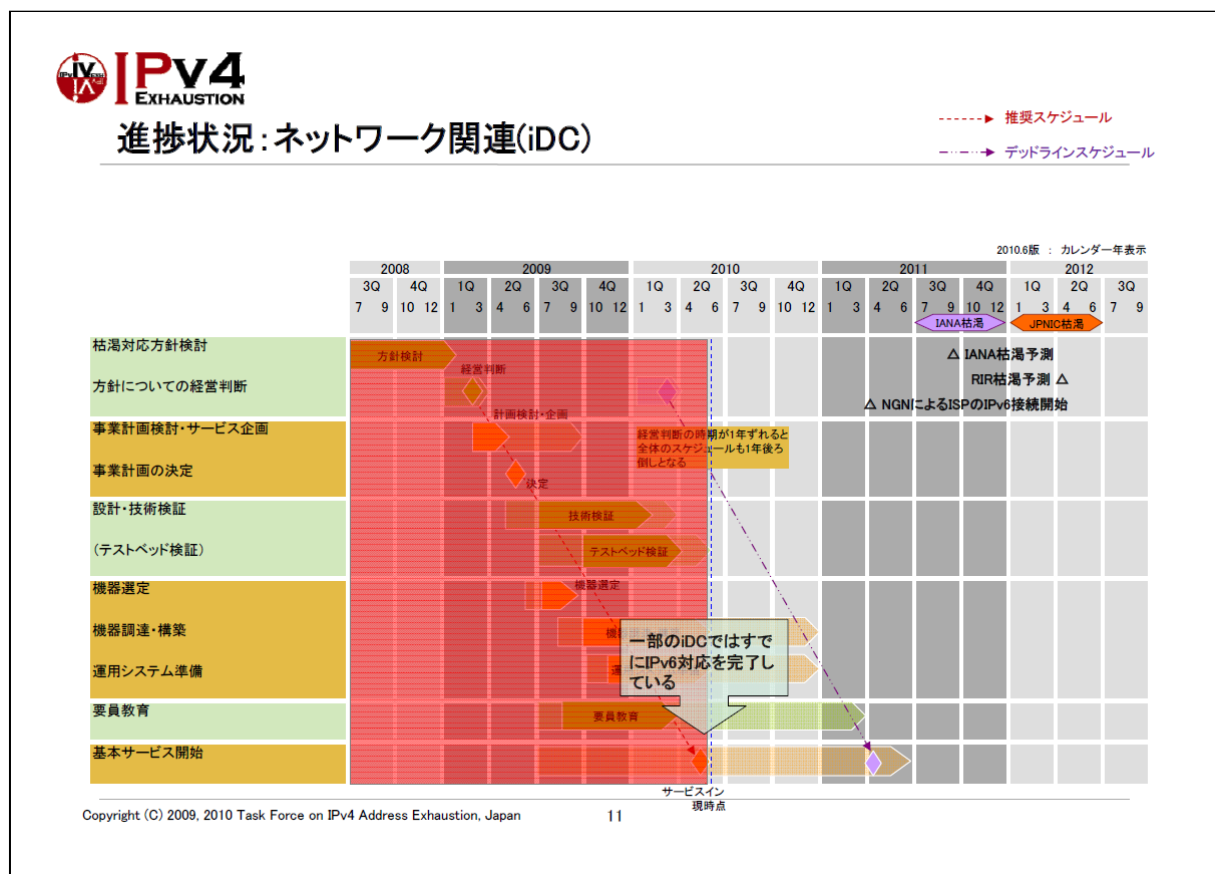
アクションプラン: ネットワーク関連(iDC)

iDCにおけるアクションプラン(基本形)

※特にBtoCが対象 (企業向けは企業のアクションプランを参照のこと)



Copyright (C) 2009, 2010 Task Force on IPv4 Address Exhaustion, Japan



第3章 IP アドレス (IPv4 と IPv6 の違いとその特徴)

本章では、IP アドレスの役割を概説し、IPv4 アドレスと IPv6 アドレスの違いについて技術的要素を少し含め概説し、IPv6 への期待感も挙げている。

インターネットに接続されたコンピュータ等は、IP(Internet Protocol) という通信手順を用い、IP アドレス (固有の番号) によって識別されたコンピュータや機器間の通信を行う。

3.1 IPv4 アドレス

現在、広く使われている IP は IPv4(Internet Protocol バージョン 4) アドレスを用いている。IPv4 アドレスの数は、約 43 億個で地球上の総人口よりも少ない数である。現在の IP アドレスには、プライベート IP アドレスとグローバル IP アドレスがある。

(1) プライベート IP アドレス

インターネットへ直接通信することのないコンピュータが、インターネットから分離されたネットワーク上で利用する IPv4 アドレスのこと。

(2) グローバル IP アドレス

インターネット上で一意であり、直接インターネットに接続されるコンピュータ等が利用する IPv4 アドレスのことで、IP アドレスを管理する機関から割り当てられるアドレスである。

IPv4 アドレスの枯渇問題は、このグローバルアドレスの在庫が枯渇することをさしている。

IPv4 はもともと、20 年以上も前に策定された技術であり、今日のようにインターネットが急激に拡大、普及してネットワークの大規模化や多様化が起こることを想定していなかった。

3.2 IPv6 アドレス

IPv6(Internet Protocol バージョン 6 という)は、次世代のインターネットプロトコル (通信手順) である。IP アドレスの数は、ほぼ無限といえる約 340 潤個 (43 億の 4 乗個) 可能で、基本的にはグローバル IP アドレスのみである。

また、IPv6 アドレスは次の 3 種類に大別される。

(1) ユニキャストアドレス

単一機器の識別番号で、ユニキャストアドレス宛てのパケットはそのアドレスを持つ単一機器に配送される。

IPv6 ユニキャストアドレスには、現状グローバルユニキャストアドレス、リンクローカルユニキャストアドレス (同一セグメント上での通信に使用する一意のアドレス)、IPv4 埋め込み IPv6

アドレス（128 ビット全体の下位 32 ビットに IPv4 アドレスを埋め込み、ノードの IPv4 アドレスとして使用）などの種類が存在する。

(2) エニーキャストアドレス

ユニキャストアドレスが特定の 1 台の機器へのパケットの送信に使用されるのに対して、エニーキャストアドレスは、特定のグループ内で、いずれかの機器にパケットを送信したい場合に持ちられるアドレスである。送信元に一番近い位置にある機器がパケットを受信した時点でその通信が終わる。エニーキャストアドレスは、一般の機器に割り当てられるのではなく、ルータやサーバなどで利用される。

エニーキャストアドレスはユニキャストアドレス空間から割り当てられ、表記上はエニーキャストアドレスとユニキャストアドレスの区別はつかない。

(3) マルチキャストアドレス

特定の機器集合の識別番号である。IPv4 とは違い、IPv6 にはブロードキャストアドレスは存在せず、マルチキャストアドレスが同様の役割を果たす。

マルチキャストアドレス宛てのパケットはそのアドレスを持つ集合内のすべての機器に配送される。

IPv6 マルチキャストアドレスには「スコープ」という概念があり、スコープフィールドの値でそのマルチキャストアドレスグループの有効範囲を表す。そのスコープが IPv6 マルチキャストの特徴の一つで、同一セグメント内でのみ有効なリンクローカルスコープが定義されている。

3.3 IPv6 についての期待

IPv6 アドレスは、単に IPv4 アドレスのビット幅を 4 倍に拡張しただけではなく、そのアドレス幅を活かし、アドレスに構造を持たせて自動設定をしやすくしている。また現在、IPv6 アドレスに、位置情報や特定の意味を持たせるなどの、様々なサービスに適応できるようなことも提案されており、今後も IPv6 アドレスの使い方についての議論を注視していく必要がある。

また、IPv4 ではオプションだった、セキュリティ・認証機能 (IPSec という) 技術が標準となり通信が暗号化され、なりすましや改ざんを防ぐことが標準として可能になったことも、一つの特徴となる。

IPv6 は、社会基盤としてのインターネットを実現する技術であり、ユビキタス社会のインターネットインフラとして、「いつでも、誰でも、どこでも」かつ「簡単、安全」に利用できるよう整備され、コミュニケーション手段の一つとしての通信インフラの拡大、浸透していくものと期待されている。

第4章 ガイドラインの基本的考え

本章では、IPv4 アドレス在庫が枯渇した場合のその影響範囲や度合い、その課題、考慮すべき事項、対処すべき事項を記述し、IPv4 アドレス枯渇対応アクションプラン策定へのガイドラインとして前提とする基本的な考えを示す。

4.1 IPv4 アドレス枯渇に対処する為の前提と考え方（その影響範囲）

IPv4 アドレスが枯渇することにより、具体的に発生する影響として、次の事が上げられる。

- ①事業者はサーバの増加が出来ない。
- ②バックボーンの拡張が出来ない。
- ③新規ユーザを収容できない。
- ④サービスエリア等の拡張が出来ない。
- ⑤新サービスの展開が出来ない。

さらに、枯渇した後も IPv4 アドレスを利用したサービスを提供せざるを得ない状況に強いられた場合、残り少ない IPv4 アドレスの取り合いが起きることも予想される。

但し、IPv4 アドレスの在庫枯渇により、すぐに全ユーザに影響が出るわけではない。ある程度の在庫は RIR や日本のプロバイダーが持っているが、世界的に枯渇した場合は補充をすることが出来なくなる。インターネット利用が実生活上増えていることを考えると IP アドレスの消費も増えることになり、その補充が出来なくなれば上記①～⑤のような事態が発生して、インターネットの成長も止まりかねない。従って、各事業者は事業継続・計画、発展の観点からも IP アドレスの在庫不足を認識し対処する方法を模索し計画的な対策を実施すべきといえる。

4.2 対応策として考慮すべき事項（留意点および課題）

IPv4 アドレスの在庫枯渇の対応策としては、次の事が考えられる。

- ①自社網内からの捻出、再分配などの方法で捻出する。
- ②NATなどを介しプライベートアドレスを利用する。
- ③新しいアドレス資源・新しい通信プロトコルの利用（IPv6の導入）。
- ④IPアドレスブロックのオーナー移転。

上記①、②及び③それぞれの方法を採用したとしても、作業負担や対応機器のコスト負担が発生する。下記に述べるそれぞれの方法のメリット、デメリットを考慮すると、②と③を併用して対応することが、現実的であろう。

- (1) 自社網内から捻出、再分配

捻出できる限度もあり効果が期待できない。網内を再度見直すことは必要だが永続的な根本解決にはならないと考える。

(2) NAT などを利用した接続

IP アドレスを節約する方法で、1つのアドレスを複数のノードで共有する方法である。ノードからの発信に共有アドレスを割り当て NAT や NATPT を利用して通信する手段である。ネットワークを LAN 側と WAN 側と分け、WAN 側に一つのグローバル IP アドレス、LAN 側にプライベート IP アドレスを割り当てる手法である。WAN 側へ通信の際にグローバルとプライベートの変換をおこなう。この変換には、下記の 2 つの手法がある。

- ・ 予めルールを定めて、静的変換
- ・ 直近の通信の実績による動的変換

この方法のメリットとして、ある程度のアドレスの節約効果があげられるが、アドレスが枯渇する永続的な根本解決にはならない。また、web サイトなどのサービス提供の場合に以下に示すようなデメリット及び懸念事項もある。

- ・ NAT/NAPT を考慮していないアプリケーションの通信に制限が出る場合がある。
- ・ 一つのアドレスを共有する為、問題が生じた場合 WAN 側からの原因特定が難しい。
- ・ 適用できる利用者が限られる可能性がある。
- ・ 大規模なネットワークにおける運用・構築ノウハウが乏しい。
- ・ 技術的に大規模な集約が難しいのと、必要コストが大きい。

(3) 「新しいアドレス資源・新しい通信プロトコルの利用」(IPv6 の導入)

IPv6 への移行は、IPv4 枯渇問題と同時に注目されている。IPv6 は IPv4 の後継プロトコルであり、インターネット経由で様々なサービスや次世代ネットワークで利用され始めている。IPv6 を導入する上での、メリットとデメリットは下記の通りである。

(a) メリット

- ・ 事実上無制限の IP アドレス空間がある。
- ・ 全ノードがグローバル IP アドレスを持つことができる。
- ・ NAT/NAPT を使う必要がない。
- ・ 前に記述した『3.3 IPv6 についての期待』で述べたように、ネットワーク設計におけるアドレス設計の容易さや自動設定をしやすくする。
- ・ 基幹ルータの経路サイズの抑制 (アドレスの集約)

(b) デメリット

- ・ IPv4 と IPv6 は共存できるが、互換性がない。(直接の通信ができない)
- ・ 新規導入や開発などの投資が必要となる。(ネットワーク機器、ソフトウェアなど)
- ・ NAT などを使う場合、IPv4 との互換性を維持する為にアプリケーションごとに経路

- を設定する必要がある。アドレス数に比例し通信経路が増大する可能性がある。
- ・普及率が低く、現段階での認知度、ノウハウの蓄積が少ない。

(4) アドレスブロックのオーナー移転

アドレスの保有者間で IPv4 アドレスブロックを移動することであり、手元にあるアドレスに余裕のある ISP や iDC などが、アドレスが不足している ISP や iDC などに譲渡することである。

アジア太平洋ネットワークインフォメーションセンター (APNIC) でも 2010 年 2 月より施行を開始し、日本ネットワークインフォメーションセンター (JPNIC) は、2009 年 11 月の JPNIC オープンポリシーミーティングにてコンセンサスが得られたものの、未だ施行に向けて準備中である。

なお、アドレスブロックのオーナー移転はアドレス取引のアンダーグラウンド化によるレジストリデータベースの信頼性低下を防ぐ意味合いが強く、具体的な方法論も含め未確定な要素が多い。また仮にオーナー移転が施行されたとしても実際に各 ISP が IPv4 アドレスを放出するか懐疑的な見方もあり、アドレスを必要とするオペレータにどの程度まで直接的な恩恵が見込めるかは未知数である。

第5章 移行プラン

本章では、現行の IPv4 ネットワークを IPv4/IPv6 デュアルスタックネットワークへ移行する場合のシステム構成例、投資予想概算、移行所用期間、要員教育などについて述べる。

5.1 システム移行のシナリオ

現状の IPv4 ネットワークから IPv6 ネットワークへの移行のシナリオを考えると、表 1 のように想定される。現在の IPv4 ネットワークから完全 IPv6 ネットワークへの移行の間の導入期および共存期が、ユーザ環境も考慮すると数年以上の期間存在することが想定される。また、この期間は各事業者の規模や投資計画などともリンクして変動するものと考えられる。

表 5.1 IPv4 から IPv6 への移行シナリオ

時期	現在	導入期	共存期	完了期
ネットワーク内容	移行前	簡易 IPv6 移行開始	本格的 IPv6 移行	完全 IPv6 移行
概要		試験導入 アプリケーション試験	管理負荷が大きいので、短期間に切り替える	移行不可能な IPv4 機が残るだけ
IPv4/IPv6 の通信		端末の Dual-Stack 利用 サーバの Dual-Stack 利用 とアプリケーションの IPv6 対応	ネットワークの更新に伴う全ネットワークの Dual-Stack 化	
	IPv4 のみ	トンネル、 v4/v6 トランスレート GW ポイント 対応できない機器、アプリケーションの洗い出し。 IPv4,v6 混在時の誤動作機器の洗い出し。 Multicast の IPv6 化検討 Mobile 機器の IPv6 化検討	Dual-Stack による IPv4,IPv6 併行稼働状態 IPv4 だけのセグメントが残される可能性がある。 Internet 接続の IPv6 化	IPv6 のみ 一部に IPv4 が残る可能性あり。

5.2 システム構築に当たっての想定タスク

システム移行に当たっての想定されるタスク例について、図 5.1 にしめす。これらのタスクにおける具体的な課題も各業者のシステムに依存する部分があり、ベンダーやインテグレータ等と連携して

取組むことを勧める。

インテグレータによっては、IPv6 機器のアセスメント、コンサルティング等 IPv6 導入支援サービスをおこなっているところもある。

IPv6イネーブリングサービス

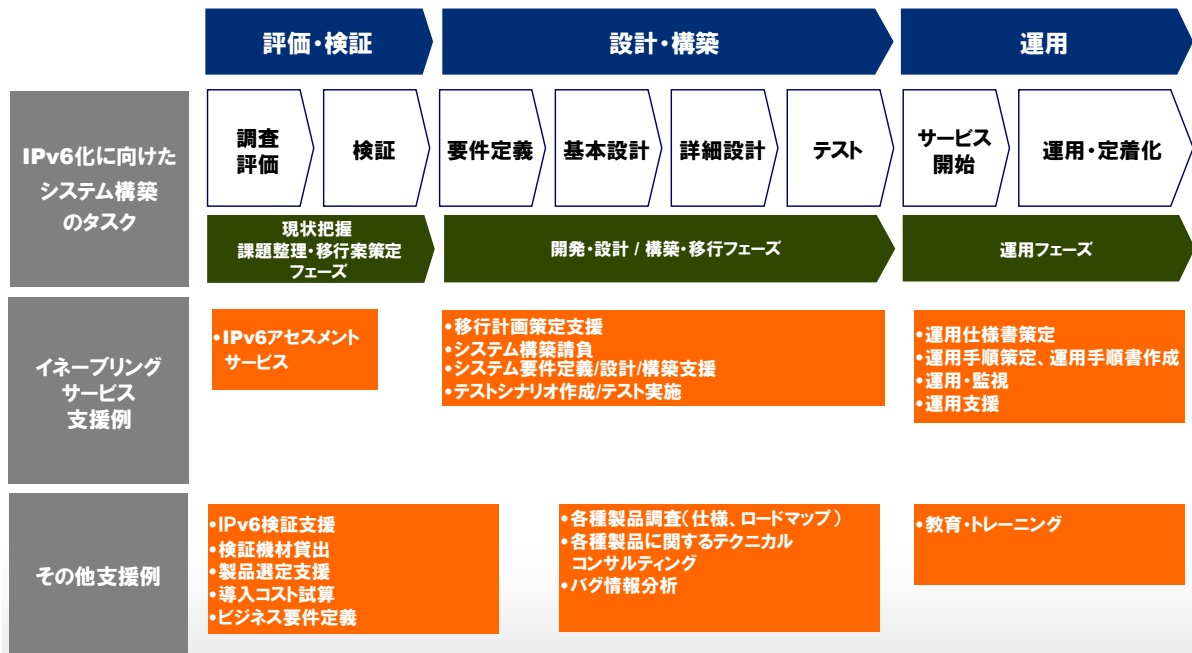


図 5.1 システム構築での想定タスクとインテグレータによる IPv6 導入支援サービス一例

(伊藤忠テクノソリューションズ (株) 「IPv6 イネーブリングサービス」より転載)

5.3 システム構成 (IPv4 ネットワークを IPv6 ネットワークへ移行)

図 5.2 に示す基本的な IPv4 ネットワークから図 5.3 に示す基本的な IPv4/IPv6 デュアルスタックネットワークへの移行モデルを想定して記述する。

なお、IPv6 システムの想定されるアクセス技術仕様などについては、日本ケーブルラボ資料「IPv6 対応ケーブルインターネット技術仕様ガイドライン JLabs DOC-009」(第7章 (7)) を参考にさせていただきたい。

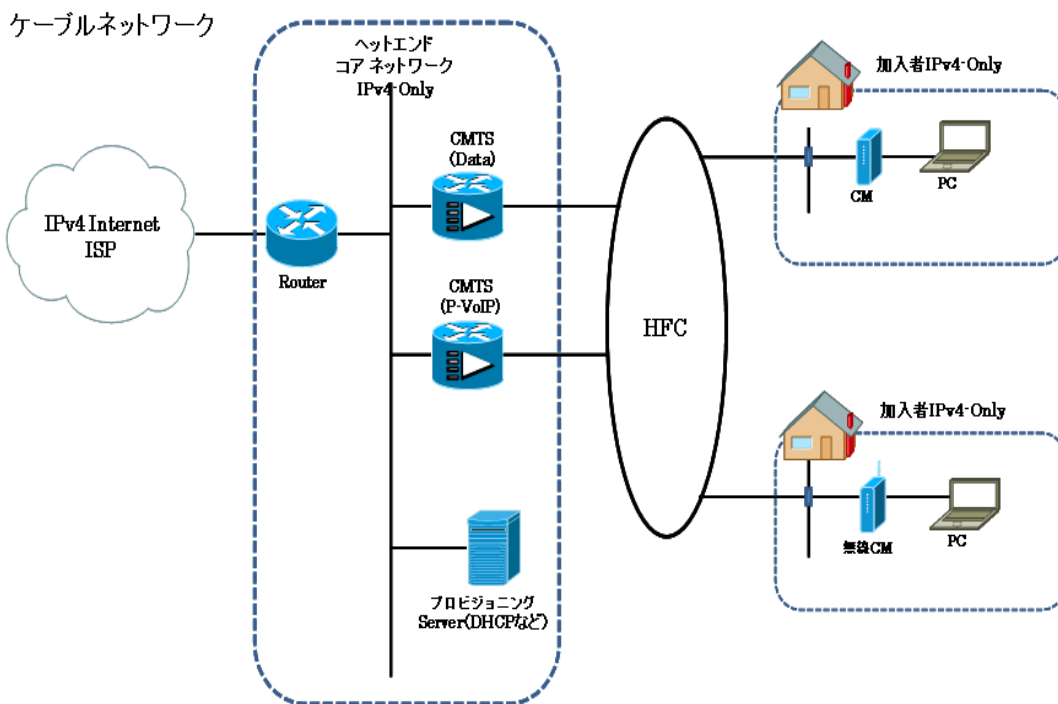


図 5.2 IPv4 のケーブルネットワーク構成例

ケーブルネットワーク
:デュアルスタック

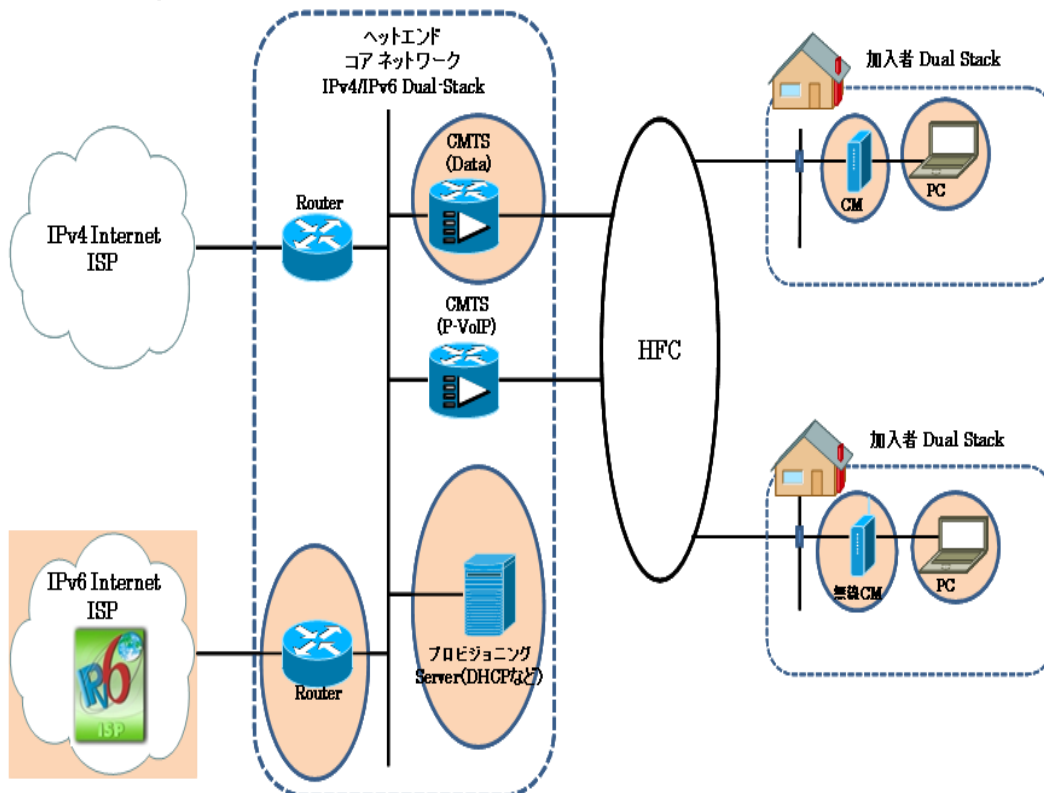


図 5.3 IPv4/IPv6 デュアルスタックのケーブルネットワーク構成例

●IPv4 ネットワークを IPv6 ネットワークへ移行する場合の考慮すべき事項

図 5.3 の構成略図内の枠色つき●に記載の箇所を構成変更する。

1. IPv4/IPv6 へ対応の ISP との接続。
2. ヘッドエンド・コアネットワーク : Router、CMTS(Data)及びプロビジョニング Server(DHCP など) を IPv6 対応製品へソフトウェアのバージョンアップもしくは買い替え。
3. 加入者設備 : CM を IPv6 対応へファームウェアのバージョンアップ、あるいは DOCSIS3.0 対応 CM へ買い替え。
4. 加入者 : PC は IPv6 プロトコルに対応した製品であること。
5. IPv6 での通信の場合、ヘッドエンド・コアネットワーク内 Router ないし NAT 追加もしくは LSN を経由し IPv4 ISP へ繋ぐ。(本書の本版では言及しない)

【留意点・注意点】

- (1) 機器のファームウェア・バージョンアップにおける、性能インパクトの検証。
- (2) IPv6 化移行に関する、段取り。

①CMTS のみを IPv6 対応 (バージョンアップ、または新規導入) にする。

②CM のファームウェア・バージョンアップ。

③CM の DOCSIS3.0 へ置き換え。

上記①、②、③同時に進めるか、個別に進めるかはサービスの切り替えのタイミングと展開方法を十分に検討する必要がある。

また、IPv6 導入にあたっての各機器の選定は製品の性能・評価試験等を事前に各ベンダー、メーカー等と検証することが必要である。

5.4 投資予想コスト概算 (IPv6 ネットワークシステム移行)

ここでは、『5.3 システム構成』に記載の IPv4 システムから IPv4/IPv6 デュアルシステム構成を想定して、移行コストについての概算を示している。

各々の機器ならびに作業詳細コストは、各ベンダー、インテグレータ等に確認が必要である。各事業者のシステム規模が異なることや、冗長の考え方などにより使用機器ならびに構成が異なるため、事業者個別に算出することが必要である。

(1) 機器を入れ替える場合 (3000 ユーザ想定。定価)

① IPv6 Internet ISP 接続 Router

IPv6 対応ルータ

@ 500 万円～

② CMTS(Data)

DOCSIS 3.0 対応 CMTS 1 台

@ 3500 万円～

③ プロビジョニング Server (DHCP など)

サーバ本体、ライセンス

@ 700 万円～

④ 上記、機器を入れ替える場合の作業費

@ 500 万円～

※導入前検証費用等は含まず

(2) 既存の機器のバージョンアップのみを行う場合 (3000 ユーザ想定。定価)

① IPv6 Internet ISP 接続 Router

IPv6 対応ソフトウェアへのバージョンアップ

@ 130 万円～

② CMTS(Data)

エンジン・カードを DOCSIS3.0 対応に交換

@ 2700 万円～

③ プロビジョニング Server (DHCP など)

IPv6 対応 DHCP ソフトウェアへのバージョンアップ

@ 500 万円～

④ 上記、機器のバージョンアップの場合の作業費

@ 350 万円～

※既存の機器の対応状況調査、バージョンアップ検証費用等は含まず

(3) CM の入れ替え (DOCSIS3.0 対応) = 台数 3000 台で算出の場合

@ 2400 万円～

※上記、CM の入れ替えにはエンドの客先作業分は含まず。

5.5 必要期間（設備計画から運用まで、IPv6 化移行プラン）

図 5.4 は、IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースが公表しているアクションプランで、枯渇対応方針の検討から設備配備までの大まかな、標準的な業務推移を示している。

各事業者にて移行期間を想定する必要がありプラン策定上で、本ガイドラインを参考に作り込んでいただきたい。

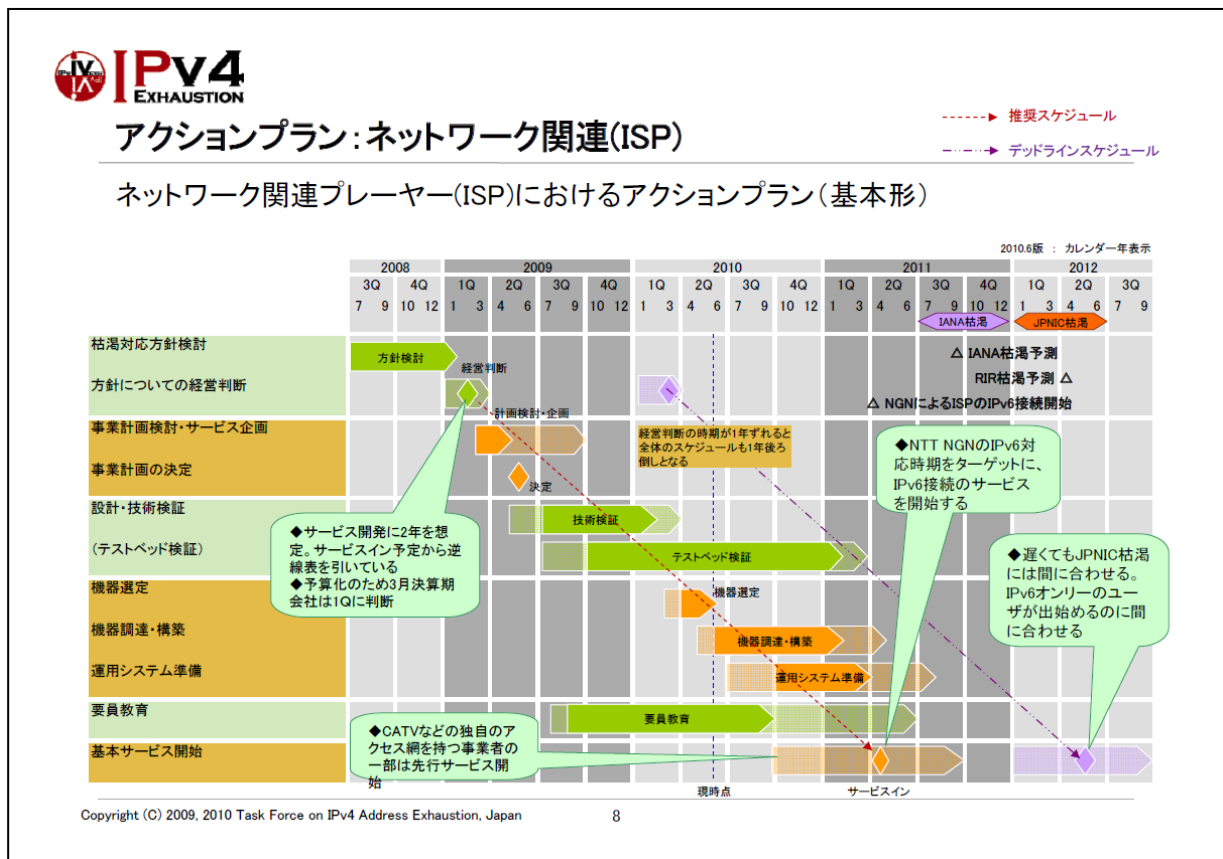


図 5.4 ISP におけるアクションプランの基本形

5.6 要員教育と教育プラン

IPv6 の導入検討、設備設計、技術評価、設置および運用などを行うためには、IPv6 技術に精通した技術者の育成が不可欠である。ここでは、ケーブルテレビ事業者における IPv6 技術者教育のニーズの状況、ならびに要員教育プランに係わる指針、各種技術講習カリキュラムやハンズオンセミナーなどについて述べる。

5.6.1 要員教育のニーズ

2009年5月に、IPv4 アドレス枯渇対応プロジェクトで日本ケーブルテレビ連盟加入のケーブルテレビ事業者に「IPv4 アドレス枯渇対応状況アンケート」を実施した。この中で技術者教育のニーズに関する結果を以下に示しているが、IPv6 技術者の教育ニーズは非常に高いものがある。

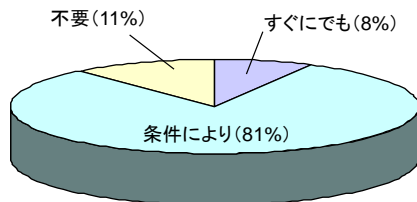
IPv6 技術を習得済の技術者は、教育対象技術者の約 5%に留まっており、300～400 名の技術者の育成のニーズが想定される。教育サービスの内容や費用の利用条件にもよるが、技術者教育サービスの利用意向も高いことが伺われる。

アンケート実施概要

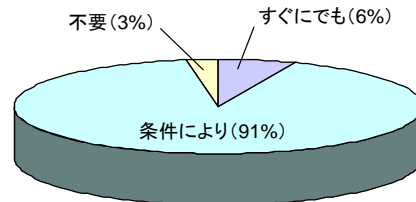
1. 目的
 - ケーブルテレビ事業者のIPv4アドレス枯渇対応状況の調査
 - IPv4アドレス枯渇対応プロジェクトの活動方針へのフィードバック
2. 実施時期
 - 2009年5月28日～6月15日
 - Webページによるアンケート方式
3. 実施方法
 - ケーブルテレビ連盟加入事業者355社に回答依頼
4. 回答数
 - 155社、回答率44%(昨年10月に実施した、前回のアンケートの回収率は64%)
 - 回答のあった事業者のインターネットサービス加入者数の合計は、約330万加入で、全加入者数の約410万加入の83%となるので、業界の状況をよく表していると考えられる。
5. 集計方法
 - MSO加盟事業者は、MSOが代表して回答している場合もあり、各MSOごとに統一した回答になると想定し、1社として計上した。
 - 業界全体に対する影響度を見るため、回答事業者数だけでなく、加入者数に換算した数字も集計した。

技術者教育サービス利用意向

教育サービス利用意向(事業者数)



教育サービス利用意向(利用者数換算)



- ・ 技術者教育サービスの利用意向について質問した。
 - すぐにも、と条件により利用したいとする事業者が事業者数で89%、加入者数で97%ある。
 - すぐにも利用したいところは中規模事業者が多く、大手事業者は条件により利用したいとしている。

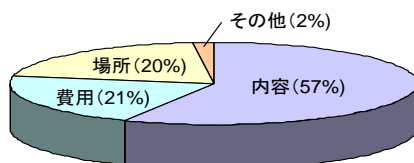
事業者規模別条件
(平均加入者数)

すぐにも	1.8万
条件により	2.7万
不要	0.54万

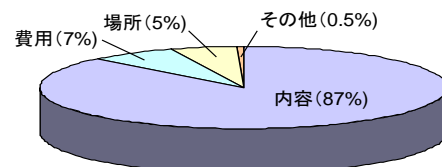


技術者教育サービス利用条件

教育サービス利用意向(事業者数)



教育サービス利用意向(利用者数換算)



- ・ 技術者教育サービスの利用条件について質問した。
 - 内容を重視する結果だが、中小規模事業者に費用や場所を重視するところが多い。
 - 地方の中小規模事業者にとり、場所や費用は重要な条件と思われる。

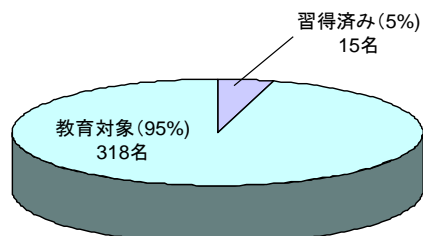
教育サービス利用条件
と事業者規模

内容	4.9万
費用	0.8万
場所	0.68万
その他	0.79万



IPv6技術者の教育ニーズ

IPv6技術者の教育状況



- IPv6技術者の教育サービス対象人数について質問した。
 - 教育対象技術者数が318名となっている。アンケートの回答社数は、加入者換算で83%となっているので、事業者全体に単純に換算すると383名となる。
 - 300～400名の技術者を、今後2年程度の期間に教育するシステムを構築する必要があると考えられる。

5.6.2 要員教育プラン

(1) IPv6 関連技術習得に係る基本指針

表 5.2 は、IPv6 に対応できる技術者の育成のための目安としての基本指針を IPv6 普及・高度化推進協議会が策定したものである。「技術者の区分」は、技術者の担務の区分を示し、「技術区分」は、技術要素であり、それぞれの技術者に求められる技術要素を表したものである。

また、『2.2 IPv6 運用技術習得のためのテストベッド』のところでも記述したが、技術習得のためのテストベッドを活用したネットワーク技術者の育成も必要である。

表 5.2 技術者区分と IPv6 技術習得 (達成目標 要件)

		技術者区分	IPv6 技術習得	達成目標	要件	
		技術区分				
		基本技術	移行技術	運用技術	管理技術	開発技術
技術者の区分	管理者	◎	○	○	○	○
	設計者	◎	◎	◎	◎	○
	導入者	◎	◎	◎	○	○
	運用・監視者	◎	○	◎	◎	○
	開発者	◎	○	○	○	◎

◎=必須、○=習得することが望ましい

技術者の区分	要件
管理者	ネットワークを管理し、技術者に業務を割り振る管理職の立場の者
設計者	ネットワークシステム、アプリケーションシステム等を導入するに当たりそれらの、設計が出来る立場の者
導入者	設計された構成に基づき、システム等の導入を行える者
運用・監視者	導入されたシステム等を監視し、運用を行える者
開発者	機器、ソフトウェアプログラム等の開発を行える者

技術区分	要件
基本技術	IPv4 ネットワークにおける経路増大とアドレス枯渇問題
	IPv6 等の背景を理解できる
	IPv6 アドレス体系 (管理手法)、プロトコル仕様、IPv4 との相違点・継承点を理解できる
移行技術	IPv4 アドレスを節約する技術を理解すること(CIDR、NAT、など)
	IPv4 と IPv6 共存および移行技術を理解すること(トランスレータ、プロトコル変換、トンネル、デュアルスタックなど)
	DNS やメールシステムなど対応が必要になる周辺技術を把握すること
	IPv6 移行シナリオの種類や内容を体系的に理解すること
	目的ごとのネットワーク設計例を理解すること

表 5.2 技術者区分と IPv6 技術習得（達成目標 要件）（続き）

技術区分	要件
運用技術	ネットワーク設計(プロトコル検討・利用技術の決定・運用管理技術・IPv6 アドレス管理計画)について理解すること
	ネットワーク運用に利用するプロトコル(ルーティング、スイッチング、フィルタリングなど)を理解すること
	IPv4 と IPv6 の共存環境(デュアルスタック環境)でのルータ、ゲートウェイ等の機器の設定手法等の内容を理解すること
	ネットワーク運用に必要なセキュリティ技術について理解すること
管理技術	IPv6 ネットワークの管理手法を理解すること
	ネットワーク管理に利用するプロトコルや手法を理解すること(MIB、SNMP、ping、netconf 等)
開発技術	開発言語ごとの IPv6 サポートが必要な事項を理解すること
	統合開発環境での IPv6 対応方法とテスト方法について理解すること
	各開発言語における IPv6 サポート状況、導入方法、エラーハンドリング方法を理解すること

(IPv6 普及・高度化推進協議会の技術者要件定義より転載)

(2) IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースのハンズオンセミナー

IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースでは、IPv6 オペレータ育成プログラムとして各種のセミナーを開催している。ハンズオンセミナー開催場所は、テストベッドの構築先の慶應義塾大学 新川崎タウンキャンパス内と株式会社ブロードバンドタワー西梅田データセンター内の 2ヶ所に加えて、その他の地方でも開催が予定される。

具体的な開催日程、場所および内容などについては、IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースホームページの IPv6 オペレータ育成プログラムで、確認を行っていただきたい。

(第7章 (8)参照)

(3) ベンダーによる技術者教育コース（ハンズオンセミナー）

以下に述べるような、IPv6 に関するベンダー主催の教育コースも用意されており、利用することができる。各事業者には、各ベンダーの教育カリキュラムも有効に活用し IPv6 技術の習得を図られたい。

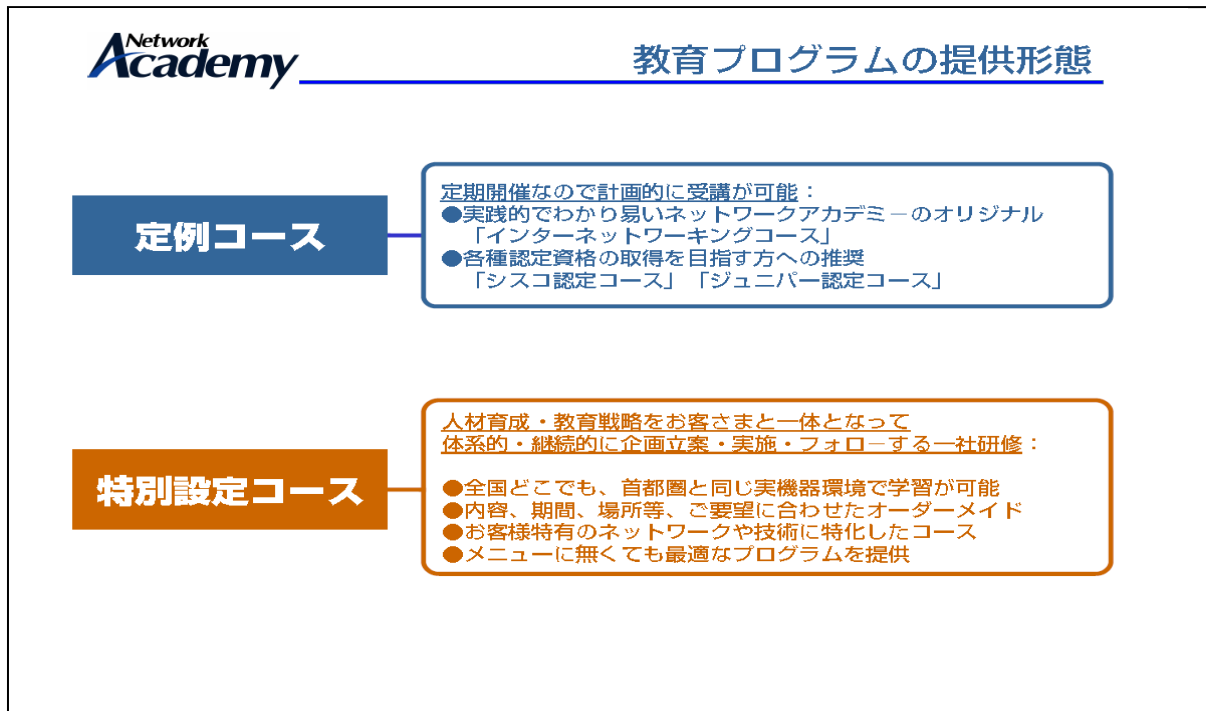


図 5.4 ネットワンシステムズ教育カリキュラム一例



● IPv6 特別設定コース (受講形式：講義+実習)

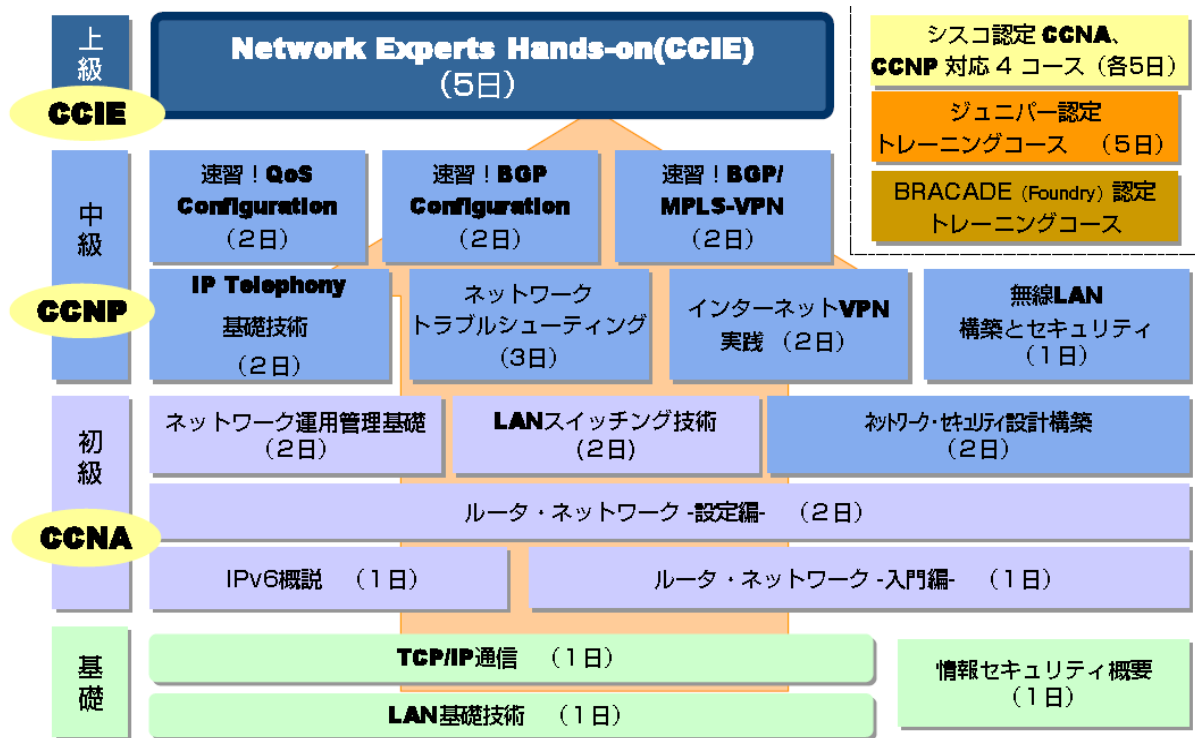
目的：●現在使用されている IPv4 と比較した際の相違点を中心に IPv6 について学習する。

- ・ IPv6 のアドレス体系について理解する。
- ・ IPv6 の機能と動作を理解する。
- ・ IPv4 から IPv6 ネットワークへの移行方法の概要を理解する。

●実際の IPv6 動作や運用時の IPv6 特有の切り分けポイントを体験することで、IPv6 の特性を理解する。

内容：

1. IPv6 アドレス体系
2. IPv6 ヘッダー
3. ICMPv6 メッセージ
4. アドレスのプラグ・アンド・プレイ
5. IPv6 を利用したアプリケーションサービス
 - ・ DNSv6, DHCPv6
6. ネットワークの移行技術
 - ・ デュアルスタック
 - ・ トンネリング
7. IPv6 ルーティング
 - ・ OSPFv3
 - ・ MP-BGP
8. 確認操作
 - ・ IPv6 基本設定
 - ・ Ping の使用
 - ・ NDP 動作
 - ・ DNS 動作



(ネットワンシステムズ(株) ネットワークアカデミーから転載)

図 5.5 その他の技術習得通常コース一例

第6章 まとめ

IPv4 アドレス枯渇に関して、現在おこなわれている状況およびアクションプラン検討の指針について述べてきた。インターネットの継続的発展、事業継続の視点から IPv4 アドレス枯渇対策としてインフラ提供事業者として取るべき施策を検討する必要があるが出てきている。今日の IPv4 アドレスの枯渇状況の情報を収集し、市場の動向、顧客のニーズ、ISP としての立場を総合的に分析し、事業の在り方を考えて行くことが望ましい。

現段階では IPv6 について、アプリケーションやネットワーク機器、サーバ等で全ての対応が出来ているわけではなし、IPv6 アドレスの提供によって急激にユーザ環境が変化することは考えにくい。しかし、将来起こりうる事態を想定し、ユーザの立場を常に考え、先行した取組がサービスを提供する側としては望ましいと考える。

また、2010年4月に総務省から公表された「ISPのIPv4アドレス在庫枯渇対応に関する情報開示ガイドライン」に求められるように、ユーザに対しても IPv4 アドレス枯渇対応について、ISP として適切な情報を提供することも必要である。しかし、ユーザの情報リテラシーのレベルもまちまちであることから、画一的な情報提供だけでなく、効果的な広報計画も検討することが重要である。

IPv4 アドレス枯渇問題に適時適切な対応を行い、将来にわたり、ケーブルテレビ事業者が発展し、地域の核となりサービス提供や顧客獲得、事業拡大ができる事を願って総括とする。

第7章 引用・参照文献とホームページなど

本書で、引用や参照した文献やホームページ（URL）の情報について以下に記述するので、参考にしてください。

なお、URL は更新変更されるので、ページが見つからない場合には、メインのサイトから関連情報を検索するなど注意して利用いただきたい。

(1) 総務省「IPv6の普及促進」

http://www.soumu.go.jp/menu_02/ictseisaku/ipv6/index.html

総務省「インターネットの円滑なIPv6移行に関する調査研究会報告書」

http://www.soumu.go.jp/s-news/2008/pdf/080617_2_bt1.pdf

総務省「IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会」

http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/chousa/ipv6_internet/index.html

(2) IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース

<http://www.kokatsu.jp/blog/ipv4/>

(3) IPv6 普及・高度化推進教員会 ビジネステストベッドWG

<http://www.v6pc.jp/jp/entry/wg/2009/12/v4exh-testbed.phtml>

(4) NTTのNGNにおけるIPv6インターネット接続

News Release 次世代ネットワーク（NGN）におけるIPv6インターネット接続機能の提供に係る接続約款変更の認可申請について

<http://www.ntt-east.co.jp/release/0905/090519b.html>

IPv6インターネット接続機能の概要

http://www.ntt-east.co.jp/release/0905/090519b_1.html

次世代ネットワークにおけるIPv6 ISP 接続サービスの技術的条件等

<http://www.ntt-east.co.jp/info-st/mutial/ngn/index.html>

(5) ソフトバンクグループのIPv6 for Everybody!

(Global IP Business Exchange 2010 IP-Bizex のページより)

Global IP Business Exchange 2010 講演資料 枯渇対応 Business セッション
特別講演5「IPv6 for Everybody!」

<http://ip-bizex.e-side.co.jp/timetable/program/S5-makizono-ipbizx2010.pdf>

(6) IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースの公表したアクションプラン

http://www.kokatsu.jp/blog/ipv4/news/ActionPlan_20100607.pdf

(7) 日本ケーブルラボ資料 IPv6 対応ケーブルインターネット技術仕様ガイドライン

JLabs DOC-009

(8) IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースホームページのIPv6オペレータ育成プログラム

<http://www.kokatsu.jp/blog/ipv4/> の「IPv6 オペレータ育成プログラム」タグ

IPv4 アドレス枯渇対応プロジェクト メンバー (順不同)

	氏名	会社・団体名
メンバー	友松 和彦	アリス・グループ・ジャパン(株)
メンバー	加藤 順一	アリス・グループ・ジャパン(株)
メンバー	草木 務	アリス・グループ・ジャパン(株)
主任	芦田 宏之	イツツ・コミュニケーションズ(株)
メンバー	篠原伸一郎	伊藤忠テクノソリューションズ(株)
メンバー	多田 佳史	伊藤忠テクノソリューションズ(株)
メンバー	伊藤 太郎	伊藤忠テクノソリューションズ(株)
メンバー	宮脇 良隆	伊藤忠テクノソリューションズ(株)
メンバー	荒井 康祐	NEC マグナスコミュニケーションズ(株)
メンバー	鶴野 直樹	(株)帯広シティケーブル
メンバー	日種 至信	関西マルチメディアサービス(株)
メンバー	小北 裕宣	近鉄ケーブルネットワーク(株)
メンバー	小山 海平	(株)倉敷ケーブルテレビ
メンバー	井澤 史郎	(株)ケーブルテレビ可児
メンバー	澤井 健司	(株)ケーブルテレビ富山
メンバー	田原 誠一	(株)ケーブルメディアワイワイ
メンバー	澤崎 栄治	(株)コミュニティネットワークセンター
メンバー	川島 誠一	シスコシステムズ合同会社
メンバー	平松 史昭	ジャパンケーブルネット(株)
メンバー	常深 克也	シンクレイヤ(株)
メンバー	森本 勉史	シンクレイヤ(株)
メンバー	幡手 雄仁	住商情報システム(株)
メンバー	須田 広志	知多メディアスネットワーク(株)
メンバー	吉澤 克也	(株)テクノロジーネットワークス
メンバー	長谷川陽治	(株)テクノロジーネットワークス
メンバー	小堺 昭男	(株)テクノロジーネットワークス
メンバー	佐藤 秀樹	(株)テクノロジーネットワークス
メンバー	鈴木 規夫	ネットワンシステムズ(株)
メンバー	奥山 清雄	ネットワンシステムズ(株)
メンバー	澤村 博之	パナソニック(株)
メンバー	大黒 学	(株)フジクラ
メンバー	北川 和雄	(株)ブロードネットマックス
メンバー	守屋 篤	(株)ブロードネットマックス
メンバー	伊藤 哲仁	マスプロ電工(株)
メンバー	岡井眞一郎	モトローラ(株)

メンバー (テストベッド構築支援)	安田 歩	NTT コミュニケーションズ(株)
メンバー (テストベッド構築支援)	山下 達也	NTT コミュニケーションズ(株)
メンバー (テストベッド構築支援)	中崎 雄祐	NTT コミュニケーションズ(株)
実行責任者 (事務局)	平出 利彦	日本ケーブルラボ
実行リーダ (事務局)	井上 達哉	日本ケーブルラボ
メンバー (事務局)	野堀 勝明	日本ケーブルラボ
メンバー (事務局)	運天 直樹	日本ケーブルラボ
メンバー (事務局)	林 英雄	日本ケーブルテレビ連盟

※記載名簿中の社名につきましては、平成22年3月31日現在のものとしております。

(以下は、以前参加いただいたメンバー)

実行リーダ (事務局)	山下 良蔵	日本ケーブルラボ
メンバー (事務局)	大谷 俊一	日本ケーブルテレビ連盟
メンバー	三原光太郎	関西マルチメディアサービス(株)
メンバー	寺岡 信人	(株)ジュピターテレコム

IPv4 アドレス枯渇対応アクションプラン作成支援タスクグループ メンバー (順不同)

	氏名	会社・団体名
主任	奥山 清雄	ネットワンシステムズ(株)
メンバー	鈴木 規夫	ネットワンシステムズ(株)
メンバー	宮脇 良隆	伊藤忠テクノソリューションズ(株)
副主任	伊藤 太郎	伊藤忠テクノソリューションズ(株)
メンバー	北川 和雄	(株)ブロードネットマックス
メンバー	芦田 宏之	イツツ・コミュニケーションズ(株)
メンバー	平出 利彦	日本ケーブルラボ
メンバー	井上 達哉	日本ケーブルラボ

(以下は、以前参加いただいたメンバー)

メンバー	山下 良蔵	日本ケーブルラボ
------	-------	----------

無断転記を禁じます。

**IPv4 アドレス枯渇対応アクションプラン策定
ガイドライン
JLabs DOC-008-00-1.0**

発行 2010年 6月 30日

一般社団法人 日本ケーブルラボ
〒108-0071 東京都港区白金台 3-19-1
興和白金台ビル 5F
電話 03-6450-4311
FAX 03-6450-4310

2010年6月30日
