

IPv6 によるインターネットの
利用高度化に関する研究会
取りまとめ
(案)

2010 年 1 月

目次

第1章	これまでの経緯と現状	1
第1節	検討の背景	1
1	インターネットにおけるIPアドレスの役割	1
2	インターネットをめぐる環境の変化	2
3	IPv4アドレス在庫の枯渇問題	4
4	IPv4アドレス在庫枯渇によって生じる問題	4
5	IPv4アドレス在庫の枯渇に対するこれまでの取組	5
第2節	IPアドレスに関する動向	10
1	IPv4アドレスの消費状況と今後の見通し	10
2	IPv6対応ユーザー数の推計	12
第3節	インターネット関連事業者の現状	15
1	インターネット関連事業者が取り得る対応策	15
2	インターネット関連事業者における対応の進捗状況	18
3	インターネット関連事業者を対象とした広報の現状	18
4	インターネット関連事業者における具体的対応例	20
第4節	諸外国における動向	23
第2章	当面の課題と対応	25
第1節	戦略的広報の推進	25
1	広報の必要性	25
2	広報の内容、時期	25
3	広報の対象	26
4	ISPによる適切な広報	27
5	ISP以外のインターネット関連事業者における適切な広報	29
6	その他の配慮すべき点	30
第2節	「モノのインターネット社会」の実現	32
1	「モノのインターネット社会」実現におけるIPv6の役割	32
2	様々な分野におけるIPv6の積極的な活用	34
第3節	従来の取組のさらなる推進	36
1	取組による成果の展開	36
2	国際的な連携の強化	36
3	電子政府、電子自治体のIPv6対応の促進	37
第4節	今後の課題	38
1	制度面の課題	38
2	利活用面・ビジネス面の課題	39
3	技術面の課題	40
4	その他の横断的な課題	41
	審議経過	42

第1章 これまでの経緯と現状

第1節 検討の背景

1 インターネットにおけるIPアドレスの役割

インターネットでは、IP (Internet Protocol) と呼ばれる方式で通信が行われており、多数の「ルーター」と呼ばれる機器が、パケットに分割されたデータを中継することによって通信が行われている。その際、インターネットに接続された個々の機器には、当該機器を識別するための番号として「IP アドレス」が割り当てられており、これによって送信元から受信先へ正しく通信を行うことが可能となっている。(図 1-1-1)

IPには複数のバージョンが存在し、現在のインターネットにおいて主流となっているバージョンはIPv4 (Internet Protocol version 4) である。IPv4におけるIPアドレス(以下「IPv4 アドレス」という。)は32桁の2進数で表され、IPv4 アドレスは全体で 2^{32} 個(4,294,967,296; 約43億個)存在する。すなわち、IPv4を利用した場合、インターネット上に約43億台の機器が同時に接続可能である¹。

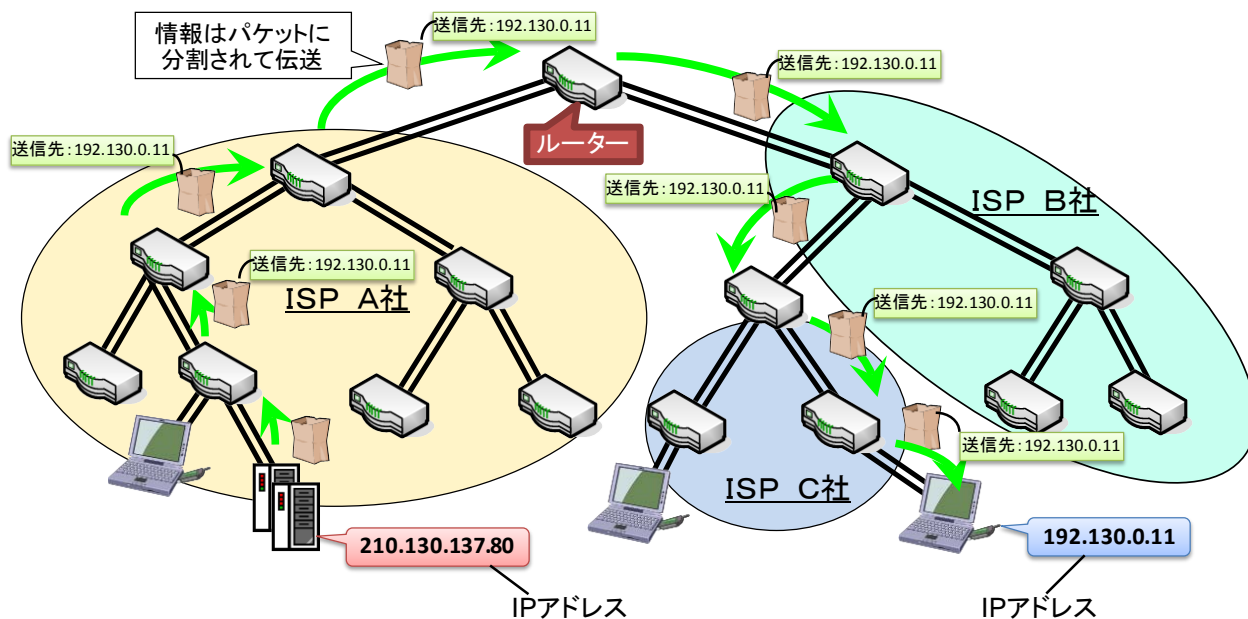


図 1-1-1 IP アドレスとは

¹ IPv4 アドレスの中には、プライベートネットワーク(企業内や家庭内におけるネットワーク等、外部から直接通信することができないネットワーク)においてのみ用いられるプライベート IP アドレスと呼ばれる特別なアドレスがあり、異なるプライベートネットワークにおいては同一のプライベート IP アドレスを用いることができるため、厳密には、実際にインターネットに接続可能な機器の数は43億よりも多くなる。

また、IPv4 の後継規格である IPv6 (Internet Protocol version 6) においては、IP アドレスは 128 桁の 2 進数で表され、IPv6 アドレスは全体で 2^{128} 個 (=約 340 澗個 : 340 兆 × 1 兆 × 1 兆個) 存在する。すなわち、IPv6 を利用した場合、インターネット上に約 340 澗台の機器が同時に接続可能である。

2 インターネットをめぐる環境の変化

IP アドレスの利用については、インターネットの利用形態の変遷と密接な関係があると考えられることから、これまでのインターネットを巡る環境の変化について俯瞰する。

(1) 1990 年代前半まで

インターネットは、米国国防総省が 1969 年に構築した ARPANET (Advanced Research Project Agency NET) がその起源であり、1980 年代後半に民間に開放された。

その当時、インターネットは商用利用も開始されていたものの、大学、企業等での研究を目的とした学術利用が主であり、インターネットに接続される機器も各個人に配備されることはなく、企業や大学、又はその中の部署ごとに配備されていた。そのため、「組織」を単位として通信が行われていた。

(2) 1990 年代後半

1990 年代後半になると、インターネットサービスプロバイダー (ISP) 等による個人ユーザーを対象としたインターネット接続サービスも多く提供されるようになり、一般家庭にも利用が拡大した。主に web ページの閲覧 (ネットサーフィン)、電子メールの送受信等の利用が行われるようになり、「組織」だけでなく「個人」を単位とした通信も行われるようになってきた。

(3) 2000 年代前半

2000 年代に入り、ADSL の普及が拡大し、通信の高速・大容量化・低廉化が進展した。これにより、一般家庭では常時接続によるインターネット利用が拡大し、2003 年にはブロードバンド契約者数は 1,000 万を超えた。

インターネットの用途は、web ページの閲覧や電子メールの送受信等において動画等のデータ量の大きいコンテンツが利用されるようになったほか、ネットショッピング、双方向コミュニケーション等、多様化が進展し、「組織」及び「個人」を単位とした通信が行われていた。

また、この頃、常時接続によるインターネット利用が進展したことや、いわゆる「IT

バブル」又は「インターネットバブル」によってインターネットの利用が急激に拡大したことにより、IPv4 アドレスの消費ペースが加速したため、アドレス在庫が数年のうちに枯渇するとの予測²がなされたことがあった。しかし、バブルの崩壊とともに、IPv4 アドレスの消費ペースは減退し、IPv4 アドレス在庫の枯渇時期の予測は 2020 年頃と大きく後退した³。

(4) 2000 年代後半

通信の高速・大容量化はさらに進展し、ADSL に代わって FTTH と呼ばれる光ファイバーを利用したブロードバンドアクセスの普及が拡大し、2008 年には FTTH の契約者数が ADSL の契約者数を上回るまでになった。

また、テレビやレコーダー、ゲーム機等の PC 以外の機器がインターネットに接続されるようになったほか、アプリケーションが端末になくとも様々なサービスを利用することが可能となる「アプリケーションサービス提供事業者 (ASP : Application Service Provider)」「SaaS (Software as a service)」「クラウドサービス」といった概念の登場、普及により、インターネットの用途もさらに多様化し、インターネットは社会・経済活動の基盤として欠かせないものとなった。さらに、無線 LAN によるホットスポットサービスの出現、携帯電話等端末からのインターネットアクセス等、モバイルでの利用も広がり始め、個人が複数のインターネットアクセス手段を持つ環境が生まれた。

そのため、「組織」、「人」を単位とした通信に加え、「モノ (機器)」を単位とした通信も行われるようになった。

一時期減退していた IPv4 アドレスの消費ペースは、中国、インド等をはじめとしたアジア諸国におけるインターネット利用の拡大により再び加速し、早ければ、2011 年にも IP アドレスの在庫が枯渇するとの予測⁴がなされた。

(5) 2010 年以降

今後は、PC や家電の他、スマートグリッド⁵に代表されるセンサー等、あらゆる「モ

² 「21 世紀におけるインターネット政策の在り方」(2002 年 8 月情報通信審議会) : 「IPv4 アドレスがいつ枯渇するかということ予測することは難しいが、ICANN の資料によると 2004 年から 2007 年までの間であるとの予測があり、また、現在のままのアドレス割り振り方式、アドレスの使い方のスキームが続いていくとして直近の北米を中心とする IT 不況を踏まえて控えめな見積もりをした場合には、2009 年頃までの間に枯渇するとの予測が出ているところである。」

³ 「IPv4 - How long have we got?」(2003 年 7 月ジェフ・ヒューストン) : 「RIR exhaustion of the unallocated address pool would occur in 2022.」

⁴ 「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」(2008 年 6 月) : 「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、2011 年初頭～2013 年半ば」

⁵ 情報通信技術を活用して電力の需要と供給を調整し、効率的に電力を供給する次世代型の電力網。

ノ（機器）」がネットワークに接続され、「モノ（機器）」どうしが自律的に通信を行う利用形態も一般化すると考えられる。これにより、通信は「組織」、「人」、「モノ」を単位として行われるようになると考えられる。

3 IPv4 アドレス在庫の枯渇問題

IP アドレスは、国際的なインターネット資源の調整・管理団体である ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) において管理されており、需要に応じて ISP 等の事業者により割り振りが行われている。

現在のインターネットにおいては IPv4 が主に利用されており、IPv4 アドレスの数は約 43 億個である。ICANN において、IPv4 アドレスは「/8」と呼ばれるブロック（1 ブロックの IP アドレスの数は 2^{24} 個（16,777,216＝約 1,680 万個）単位で割り振りが行われており、2009 年 12 月末現在において、IPv4 アドレスの在庫は 26 ブロック（約 4.4 億個）となっている。

2003 年頃までは、年間で 5 ブロック程度が消費されていたが、近年のアジア・太平洋地域、南米地域及び欧州地域を中心とした需要の拡大により、2004 年頃より消費が倍増している。このため、数年のうちに IPv4 アドレスの在庫が枯渇することが予測される。

なお、IP アドレスは需要に応じて地域ごとに公平に割り振られており、IP アドレス在庫の枯渇は我が国固有の問題ではなく、世界的な問題である。

4 IPv4 アドレス在庫枯渇によって生じる問題

IPv4 アドレスの在庫が枯渇した場合、その時点でのインターネットを利用し続けることは可能であるが、新たな利用者への対応や新たなサービス提供が困難となる等、国民生活や企業活動等の様々な場面において影響が生じる。

例えば、IPv4 アドレスがないと新たなサービス提供事業者の参入ができなくなり、既存のサービス提供事業者もネットワークに接続する機器の新設・増設ができなくなる。また、ユーザーが新たにインターネット接続サービスを受けることができなくなり、既存のユーザーも今後出現する新たなサービスが受けられなくなる可能性がある。（図 1-1-2）

このような問題が生じることにより、これまで社会の発展を支えてきたインターネットの発展に支障をきたすこととなる。

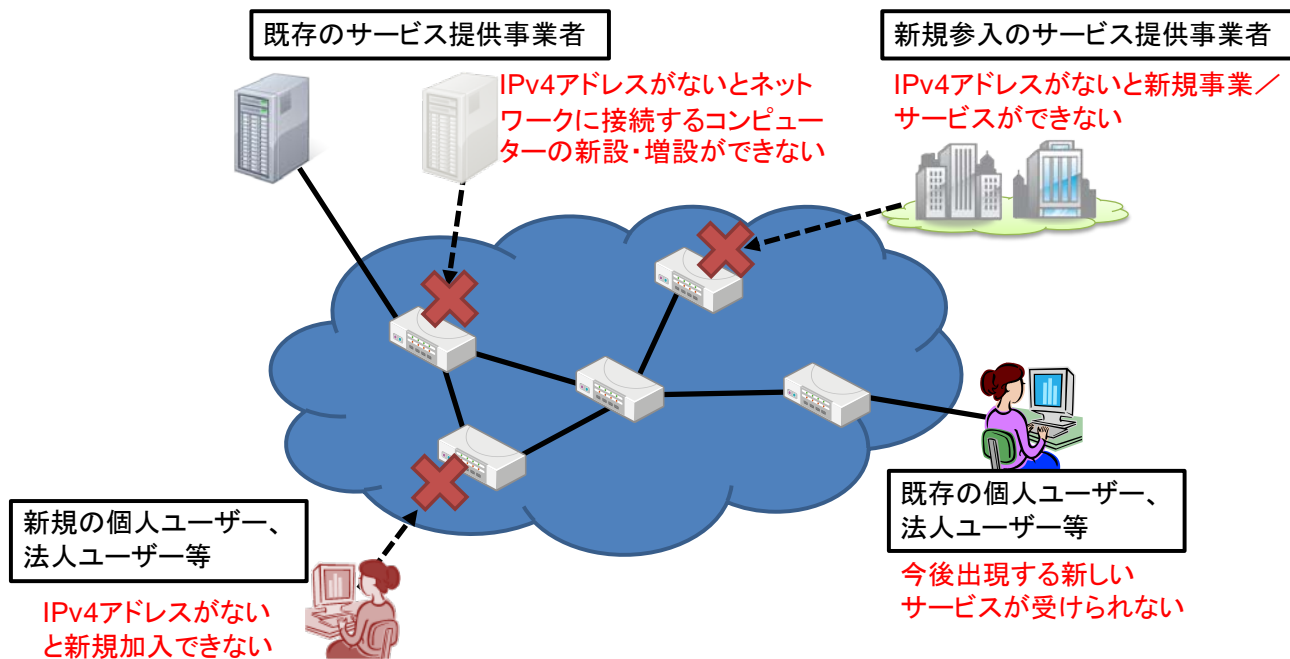


図 1-1-2 IPv4 アドレス在庫が枯渇した際に生じる問題

5 IPv4 アドレス在庫の枯渇に対するこれまでの取組

このような問題に対応するため、これまで、以下のような取組が行われている。

(1) IPv4 アドレス在庫の枯渇への対応策の作成

① 「インターネットの円滑な IPv6 移行に関する調査研究会」における検討

2007 年 8 月から 2008 年 6 月まで、IPv4 アドレス在庫の枯渇への対応策について検討を行うため、総務省において調査研究会を開催した。同研究会報告書において、対応に向けて個々の関連事業者がいつまでに何をすべきかをアクションプランとして策定した他、特に政府の役割として、

- 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に向けた支援を行うこと
- IPv4 アドレス在庫枯渇対応に係る初期費用負担等についての支援策について、関連団体と連携して検討を行うこと

ことが提言された。

② 官民における IPv4 アドレス在庫枯渇への対応の推進体制の構築

官民一体となった我が国全体の IPv4 アドレス在庫枯渇に対するアクションプラン推進体制として、総務省と IPv6 普及・高度化推進協議会を中心とする関係組織・団体により 2008 年 9 月に「IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース」が設立された。タスクフォースでは、来たるべき IPv4 アドレス在庫の枯渇をより円滑に乗り越えるべく、①課題検討（技術、運用、経営）、②広報啓発、③人材育成、④進捗管理の観点から様々な取組を行っており、2009 年 12 月末現在、19 の組織・団体⁶が参加している。

(2) 具体的対応策の推進

① アクションプランの詳細化

調査研究会が策定したアクションプランを踏まえ、IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースにおいて、インターネットにおけるサービス分野ごとの詳細なアクションプランが 2009 年 2 月に策定され、同年 10 月にはそのフォローアップを踏まえて改訂が行われた。（参考資料 1）

② 官民一体となった IPv6 関連技術者育成の推進

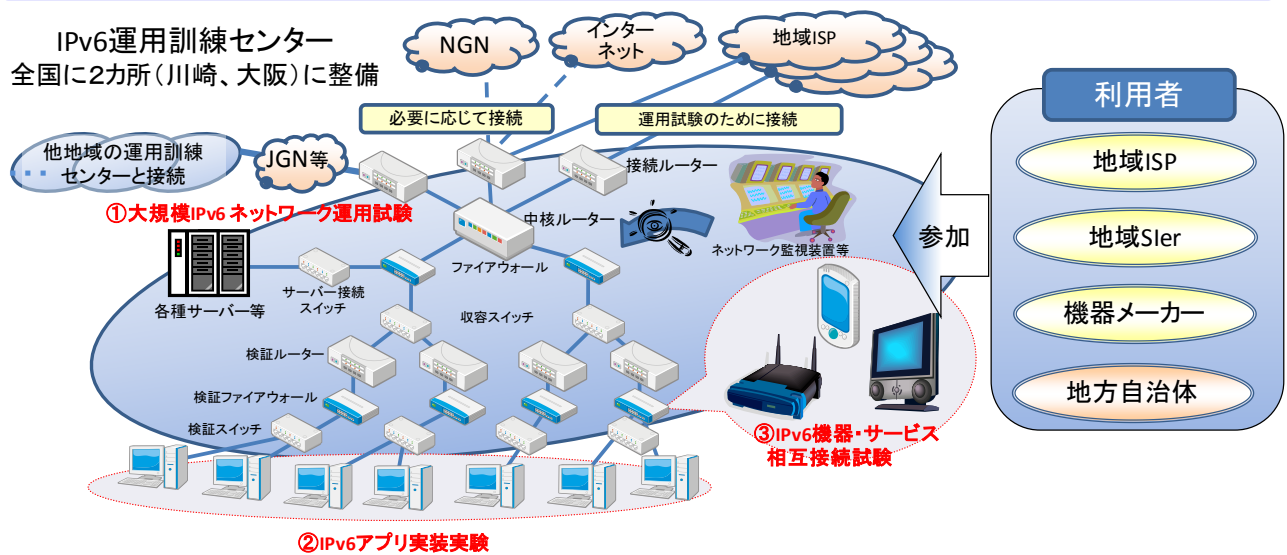
総務省では、IPv6 運用技術者の育成を目的とした「IPv6 運用技術習得のためのテストベッド整備」を 2009 年度から 2 カ年の計画で実施している。

具体的には、実ネットワークと同等の環境を持つテストベッドを全国 2 カ所（川崎市、大阪市）に整備し、ISP やシステムインテグレーター（Sier）、ネットワーク機器ベンダー、コンテンツサービス事業者等のネットワーク技術者がテストベッドを利用して IPv6 ネットワークの構築・運用等の技術を習得することを通じ、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している⁷。（図 1-1-3、参考資料 2）

⁶ 総務省、IPv6 普及・高度化推進協議会、(財) インターネット協会、次世代 IX 研究会、情報通信ネットワーク産業協会、(社) 全国地域情報化推進協会、(社) テレコムサービス協会、(社) 電気通信事業者協会、(社) 電気通信端末機器審査協会、(社) 日本インターネットプロバイダー協会、(社) 日本ケーブルテレビ連盟/日本ケーブルラボ、(財) 日本データ通信協会、(社) 日本ネットワークインフォメーションセンター、日本ネットワーク・オペレーターズ・グループ、NPO 日本ネットワークセキュリティ協会、日本 UNIX ユーザー会、(株) 日本レジストリサービス、(財) ハイパーネットワーク社会研究所、WIDE。

⁷ 平成 21 年度予算額 3.6 億円、平成 22 年度政府予算案計上額 3.6 億円。

- (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整備(21年度~22年度。21年度予算3.6億円)
 (2) 実証実験を通じて、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



- ・ 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、設定し、運用する。
- ・ 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。

図 1-1-3 IPv6 運用技術習得のためのテストベッド整備

③ IPv4 アドレス在庫枯渇対応に関する広報活動の展開

IPv4 アドレス在庫の枯渇問題は、2007 年頃から急激に顕在化したため、まずは IPv4 アドレス在庫が枯渇すること自体と、IPv4 アドレス在庫が枯渇すると、既存のサービス等に様々な影響が及び、インターネットの持続的な発展を阻害する可能性があることについて、インターネット関連事業者等に対して広報することが必要である。そのため、IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース及び総務省をはじめとしたタスクフォースに参画する団体を中心に、各種セミナー等での講演、雑誌記事の執筆等による IPv4 アドレス在庫枯渇対応に関する広報活動が展開されてきた⁸。

また、総務省において、全ての届出電気通信事業者に対して、本件に関する情報提供を継続的に実施している。

④ NTT 東西の NGN と ISP の IPv6 接続に係る方式の決定

個人ユーザーの IPv6 によるインターネットアクセスを可能とするためには、ISP

⁸ IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースが各業界団体に所属する企業に対して 2009 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけて実施したアンケート調査によれば、「IPv4 アドレス在庫が枯渇する」こと自体の認識は 98% に達している。(うち 80%以上が枯渇時期まで含めて認識。)

及びアクセス回線提供事業者の双方が対応する必要がある⁹。アクセス回線のうち、NTT東西が提供するNGNについて、IPv6 インターネット接続を可能とするためのNTT東西とISP間の接続方式について、NTT東西と（社）日本インターネットプロバイダー協会において協議が行われた。

その結果、トンネル方式及びネイティブ方式と呼ばれる2つの方式により提供されることとなり、それぞれ2011年4月以降準備が整い次第サービス提供が開始される予定である。

⑤ 電子政府・電子自治体システムにおける IPv6 対応の推進

政府及び自治体においても、インターネットを通じて国民又は住民に対して提供するサービスを維持するため、電子政府・電子自治体システムの IPv6 対応が必要である。政府における IPv6 の導入計画として、「IT 新改革戦略（2006年1月）」において「今後、各府省の情報通信機器の更新に合わせ、原則として2008年度までに IPv6 対応を図ることとする。」とされ、「重点計画2008（2008年8月）」においてその実現のための具体的な計画が策定されたほか、「第1次情報セキュリティ基本計画（2006年2月）」、「電子政府システムの IPv6 対応に向けたガイドライン（2007年3月）」、「i-Japan 戦略2015（2009年7月）」等において、電子政府システムの IPv6 対応を推進するための具体的な方策が策定された。これらを踏まえ、現在各府省において、電子政府システムの IPv6 対応に向けた取組が実施されつつある。（参考資料3）

⑥ IPv4 アドレス在庫枯渇対応に係る税制上の支援措置

「次世代ブロードバンド基盤促進税制」において、電気通信基盤充実臨時措置法に基づく実施計画の認定を受けた電気通信事業者及びケーブルテレビ事業者が、取得後5年度分の固定資産税の課税標準の特例¹⁰が認められる対象設備として、現在 IPv6 対応ルーターが規定されている。IPv4 アドレス在庫への対応を促進するため、2010年度より新たに電気通信事業用IPアドレス変換装置、IPv4/IPv6 トランスレーター、IPv6 対応管理装置、IPv6 対応VoIPサーバーを対象設備として追加することとした。（ただし、資本金又は出資金の額が50億円未満の事業者に限る。）（参考資料4）

⁹ 「IPv6 接続サービスの提供状況に関する調査（2009年3月、総務省）」によれば、個人ユーザー向けの IPv6 インターネット接続サービスについては、（株）インターネットイニシアティブ、NTT コミュニケーションズ（株）、ニフティ（株）等がトンネル接続等により提供している。
(http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ipv6/index.html)

¹⁰ 固定資産税の課税標準が4/5となり、課税額が20%安くなる。

⑦ 「IPv6 対応機器」、「IPv6 対応サービス」、「IPv6 対応に必要な技術」に関する「目
安」の提供（参考資料5）

現在、ネットワーク機器等が互いに IPv6 で通信ができることの国際的な認定を行
う仕組みとして、IPv6 の普及を目指す国際 NPO である IPv6 フォーラム内の IPv6 Ready
Logo Committee において IPv6 Ready Logo Program が実施されている。同プログラ
ムでは、消費者の混乱を避けるため、ルーターをはじめとした通信機器や、パソコン、
IP 電話等の通信端末、組込ソフトウェア及び OS 等を対象として認証ロゴを発行して
いる。

我が国においても、2008 年 4 月より、(財)電気通信端末機器審査協会が IPv6 フ
ォーラムと覚書を締結し、IPv6 Ready Logo Program の認証機関としてロゴ発行に係
る審査業務を実施しており、数多くの製品が認証ロゴを取得している。2009 年 9 月
末時点において、基本的な通信機能について確認された Phase-1 と呼ばれるロゴにつ
いては 167、基本的な通信機能に加え、暗号化通信等 IPv6 固有の機能も確認された
Phase-2 と呼ばれるロゴについては、72 の機種が認証ロゴを取得している。全世界に
おいて認証ロゴを取得した機種の数 Phase-1 が 405、Phase-2 が 286 であり、我が
国の製品における認証ロゴの取得は進展している。

また、総務省において、現在インターネットにおいて提供されているサービスが
IPv6 に対応しているかどうかの目安をユーザーに対して提供するとともに、ネット
ワーク技術者等の IPv6 関連技術修得を促進することを目的として、「インターネット
サービス等の IPv6 対応に係る基本指針・ネットワーク技術者に求められる IPv6 関連
技術習得に係る基本指針¹¹⁾」を 2009 年 6 月に策定した。

民間においては、本指針を踏まえて、以下の 2 つの制度が開始されている。

(ア) IPv6 Enabled Program¹²⁾

IPv6 に対応した web ページ及びインターネット接続サービスについて、一定の
要件を満たす web ページ又はサービスをデータベースに登録するとともにロゴを
発行する制度であり、IPv6 Forum が実施している。我が国においては、(財)電気
通信端末機器審査協会が翻訳情報を提供している。

(イ) ネットワーク技術者に求められる IPv6 関連技術習得に係る資格試験認定¹³⁾

ネットワーク技術者に求められる IPv6 関連技術習得に係る資格試験及びカリキ
ュラムについて、一定の要件を満たしているものについて認定する制度であり、
IPv6 普及・高度化推進協議会及び(財)電気通信端末機器審査協会が実施してい
る。

¹¹⁾ http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/15272.html

¹²⁾ http://www.ipv6forum.com/ipv6_enabled/ipv6_enable.php

¹³⁾ <http://www.v6pc.jp/jp/entry/wg/2009/11/v6qualification.phtml>

第2節 IPアドレスに関する動向

1 IPv4 アドレスの消費状況と今後の見通し

(1) IPv4 アドレス在庫の枯渇時期の試算の前提

IPv4 アドレス在庫の枯渇時期の試算については、様々な手法が考えられるが、ここでは、「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（2008年6月）」において用いた以下の2つの手法により試算を行う。

- ① 国際的にも一般的に用いられているGeoff Huston氏（APNIC¹⁴のChief Scientist）のモデル（Geoffモデル）
- ② 線型モデル（モデレートモデル）

いずれの手法においても、直近 1200 日のIPアドレス割り振り、IPアドレスの実際の使用状況に関する実績値等¹⁵をもとに回帰分析を行い、枯渇時期を試算する。Geoffモデルは、直近のIPアドレスの「割り振りペースの変化」がそのまま継続すると仮定する¹⁶のに対し、モデレートモデルにおいては、直近のIPアドレスの「割り振りペース」がそのまま継続すると仮定するモデルである。

また、いずれの手法においても、国際的なアドレス割り振り等に係るルールに変化がなく、またアドレスの割り振りを受ける者も恣意的に余剰アドレスの確保を図らないことを前提とし、IP アドレスの消費動向に関連が深いとされる経済情勢については反映していない。

さらに、試算においては、世界全体におけるアドレスブロックの残数（IANA¹⁷プール）が5になると同時に、各地域インターネットレジストリ（RIR）¹⁸に1ブロックずつ割り振るというポリシーを採用している。また、最後に割り振られたアドレスブロックは通常の用途では使用されず、IPv4 アドレス在庫の枯渇対応のために特殊な用途に使用されると仮定している。

¹⁴ Asia Pacific Network Information Centre；アジア・太平洋地域において IP アドレス等のインターネット資源を管理する団体。

¹⁵ 過去の実績値は 2009 年 11 月 24 日現在のものである。

¹⁶ 直近の割り振りペースが加速している場合には、今後さらに割り振りペースがさらに加速し続けると仮定し、直近の割り振りペースが減速している場合には、今後さらに割り振りペースがさらに減速し続けると仮定する。

¹⁷ Internet Assigned Numbers Authority；ICANNにおける資源管理及び調整機能。

¹⁸ 世界を5つの地域に分け、それぞれの地域ごとに IP アドレス等のインターネット資源を管理する団体。北米地域を管轄する ARIN（American Registry for Internet Numbers）、ヨーロッパ、中東、中央アジア地域を管轄する RIPE NCC（Réseaux IP Européens Network Coordination Centre）、南米地域を管轄する LACNIC（Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry；正式名称と略称は一致しない。）、アフリカ地域を管轄する AfriNIC（African Network Information Centre）、アジア、太平洋地域を管轄する APNIC（Asia-Pacific Network Information Centre）がある。

(2) Geoff モデルによる試算

Geoffモデルによれば、IPv4 アドレスの消費は図 1-2-1 のように表され、世界全体における IPv4 アドレス在庫の枯渇は 2011 年後半、アジア太平洋地域 (APNIC) における IPv4 アドレス在庫の枯渇は 2012 年中頃と試算される¹⁹。

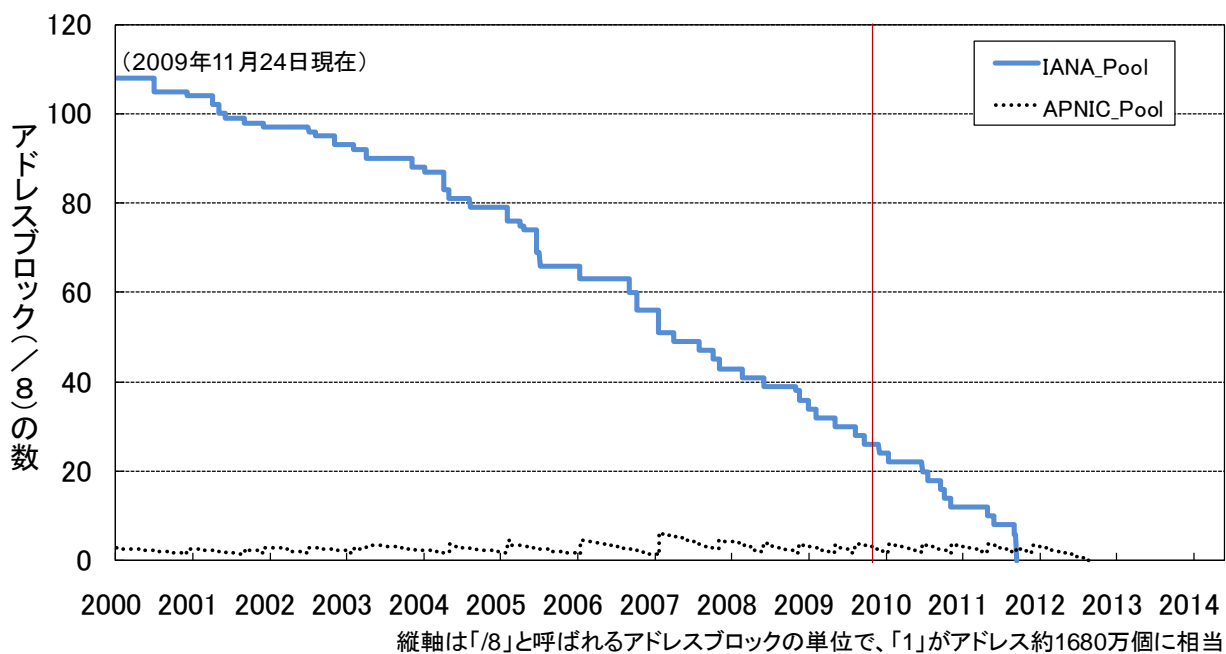


図 1-2-1 Geoff モデルによる試算

(3) モデレートモデルによる試算

モデレートモデルによれば、IPv4 アドレスの消費は図 1-2-2 のように表され、世界全体における IPv4 アドレス在庫の枯渇は 2011 年中頃、APNIC における IPv4 アドレス在庫の枯渇は 2012 年中頃と試算される。(参考資料 6)

¹⁹ Geoff モデルによる試算手法の詳細については、Geoff Huston 氏が公開する web ページ (<http://www.potaroo.net/tools/ipv4/>) 等において参照することができる。

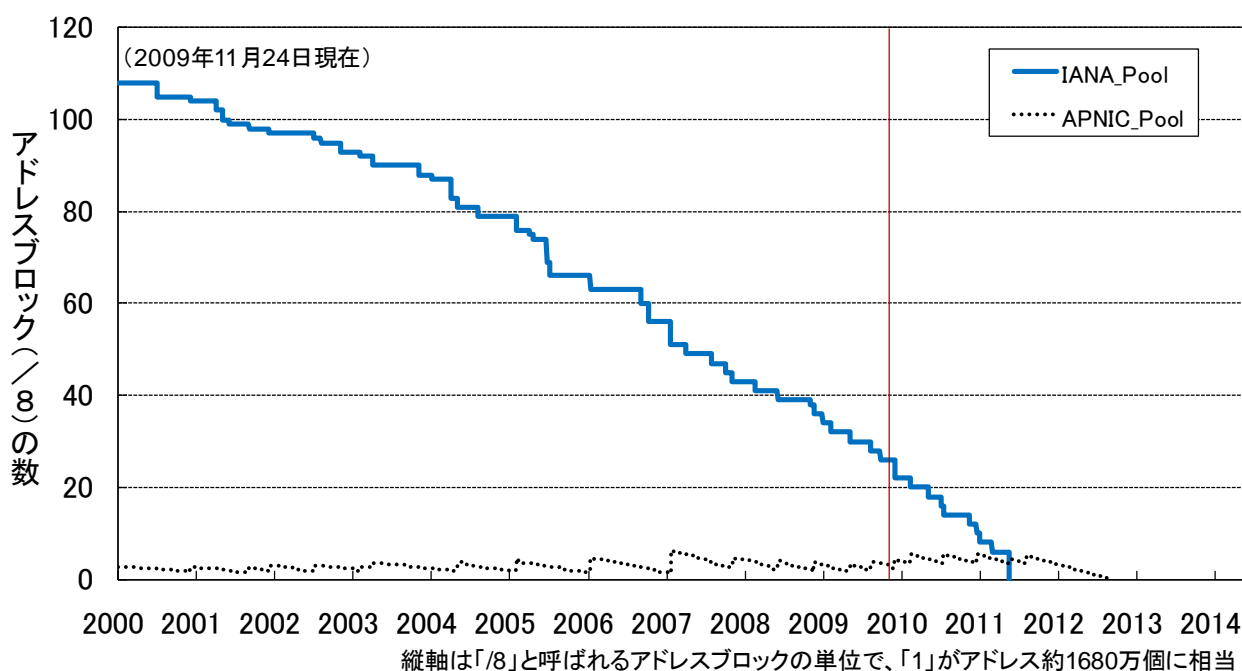


図 1-2-2 モデレートモデルによる試算

2 IPv6 対応ユーザー数の推計

インターネット上でのサービス提供事業者が IPv6 対応を図る際には、どの程度 IPv6 対応ユーザーが存在するのかを見積もることが重要である。そのため、インターネット関連事業者における IPv6 対応を促進するため、本研究会において、IPv6 対応ユーザー数の目安について、複数のシナリオを想定して推計を行った。

(1) 推計手法

IPv6 対応ユーザー数の推計のためのシナリオとして、既存の IPv4 によるインターネット利用者が積極的に IPv6 の利用に切り替えず、新規のインターネット利用者のみが IPv6 対応する場合（シナリオ 1、シナリオ 2）と、ISP 等が IPv6 対応することにより、既存の利用者が意識しないうちに IPv6 が利用可能となる場合（シナリオ 3）を想定する。IPv4 アドレスの在庫が枯渇しても、その時点でのインターネットを利用し続けることは可能であるため、直ちに全ての既存のインターネット接続利用者が IPv6 接続に移行することは考えにくい。そのため、シナリオ 3 に比べ、シナリオ 1、2 の方がより実際の IPv6 対応ユーザー数に近く、シナリオ 3 は潜在的な IPv6 対応ユーザーの数を表していると考えられる。

- ① シナリオ 1 : 2011 年 4 月以降の新規ブロードバンドユーザーのうち、光接続ユーザーを IPv6 利用可能者として推計

NTT 東西において、現時点で IPv6 対応サービスの提供が予定されているのが光接続の NGN のみであることを踏まえ、新規の光接続ユーザー（NTT 東西以外の事業者のユーザーを含む）を IPv6 対応ユーザーとしてカウントする。ケーブルテレビでも IPv6 対応サービスの開始が予定されているが、その見込み数は含んでいない。

新規ユーザーの中には IPv6 対応 OS を使用しないケースも考えられるが、2011 年時点で販売、利用中の OS はほとんどが IPv6 対応と考えられるので、その数は考慮しないこととする。

- ② シナリオ 2 : 2011 年 4 月以降の利用者の引越し等による契約移動を含む新規光接続ユーザーを IPv6 利用可能者として推計

シナリオ 1 と同様に新規の光接続ユーザーを IPv6 対応ユーザーとしてカウントする。契約移動数については、人口の移動統計およびブロードバンド利用世帯数割合をもとに推計し、新規ユーザーと合算して考える。ケーブルテレビにおける IPv6 利用可能者数については、シナリオ 1 と同様に現時点では含まない。

- ③ シナリオ 3 : IPv6 対応 OS を所有する PC ユーザーを IPv6 利用可能者として推計

PC用OS（クライアント用およびサーバー用）を対象とする。IPv6 対応品としては、以下の各バージョン以降について、その出荷数をカウントする²⁰。

- Windows Vista 以降
- Linux カーネル 2.6 以降
- BSD 4.0 以降
- MacOS X (10.2) 以降

(2) 推計結果

それぞれのシナリオによる IPv6 対応ユーザー数の推計は、表 1-2-3 のとおりである。

ただし、いずれのシナリオにおいても、それぞれの条件において IPv6 が利用可能な状態にあるユーザーを IPv6 対応ユーザーとしてカウントしているため、その他の条件によって IPv6 が利用可能でない場合も想定される。従って、これらの推計によるユーザー数は、実際のユーザー数よりも多く見積もられていると考えられる。

²⁰ 出荷数統計では、OS のバージョンまで分けていない場合が多く、また、Linux や BSD については派生が多数あるため、対応 OS の出荷時期以降はすべて新しい OS に切り替わるという前提でカウントする。

表 1-2-3 IPv6 対応ユーザー数の推計

シナリオ	年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	契約数 (百万世帯)	0	3.1	6.2	9.3	12.4	15.5	18.5	21.5	24.6	27.6
2	契約数 (百万世帯)	0	4.0	7.9	11.8	15.6	19.4	23.1	26.8	30.4	34.0
3	IPv6 対応 PC の数 (百万台)	58.64	60.54	61.44	62.35	63.09	63.87	—	—	—	—

(3) その他の推計シナリオ

上記のシナリオの他、インターネット上で実際に行われている IPv4 及び IPv6 による通信を観測することで得られるデータを利用した IPv6 対応ユーザー数の推計シナリオも以下のとおり考えられるが、いずれも課題があり、推計手法の検討が必要である。

① DNS に対する IPv6 アドレスの問い合わせに関するデータに基づく推計

現時点では IPv6 対応 OS を持ちながら、接続環境の制約により実際には IPv6 の利用ができていないユーザーも多いと考えられる。DNS に対する IPv4 アドレスの問い合わせ (A のクエリー) と IPv6 アドレスの問い合わせ (AAAA のクエリー) の割合、問い合わせの通信の IPv4 と IPv6 の割合等から、実際に IPv6 を利用しているユーザー数を推計する。ただし、実際の通信を IPv6 によって行うが DNS への問い合わせの通信は IPv4 によって行うようなケースを把握できないことや、DNS への問い合わせのうち国内からのものを特定することが困難であること等の課題がある。

② インターネットエクスチェンジ (IX : Internet Exchange) 等における IPv6 通過パケットのデータに基づく推計

IX 等の通信が集中する点において観測される IPv6 パケットの数から IPv6 対応ユーザー数を推計する。国内状況に特化して評価できる可能性があるが、パケット数とユーザー数の相関があまり強くないため、有意な推計ができない可能性があることや、IX を経由しない通信 (プロバイダ間での直接通信)、IPv4 トンネルを利用している通信等は把握することができない等の課題がある。

第3節 インターネット関連事業者の現状

1 インターネット関連事業者が取り得る対応策

インターネット関連事業者が取り得る対応策としては、主に以下の3つの方策が考えられる。

(1) IPv4 アドレスの節約 (NAT)・トランスレーター (翻訳機) の活用

① ネットワークアドレス変換 (NAT) の活用による IPv4 アドレスの節約

ネットワークアドレス変換 (NAT: Network Address Translation)²¹は、一つのIPアドレスを複数の機器で共有するための技術であり、事業所内や家庭内のネットワークをLAN (Local Area Network) として切り分け、LAN内での通信ではプライベートアドレス²²を利用し、LANから外部のネットワーク²³と通信を行う際にはLAN全体で一つのグローバルアドレスを共有して通信を行う。

ISPがNATを導入し、一つのIPアドレスを複数のユーザーで共有することにより、IPアドレスを節約することが可能となる。なお、ISPが導入する大規模なNATはLSN (Large Scale NAT) と呼ばれる。

② トランスレーターの活用

IPv4 アドレス在庫が枯渇した後は、今後新たに構築されるネットワークにおいては、IPv6によって通信が行われることになるが、IPv4とIPv6では通信方式が異なるため、そのままでは直接通信することができない。そのため、通信方式を変換するトランスレーターを活用することにより、IPv4のネットワークとIPv6のネットワークを相互接続することができる。現在利用されているトランスレーターではProxy方式²⁴、NAT-PT方式²⁵、TRT方式²⁶等の方式が用いられている。

いずれの対応策も、技術としてはある程度確立されており、既に市場に製品が存在し

²¹ ここでは、IPアドレスに加え、ポート番号を変換するNAPT (Network Address Port Translation) を含む。(ポート番号: IPアドレスを利用した通信において、同一のネットワーク機器上で複数のプログラムが動作している場合、それらのプログラムを互いに区別するために用いられる0から65535までの番号。)

²² ローカルアドレスとも呼ばれる。

²³ LANに対してWAN (Wide Area Network) と呼ばれる。

²⁴ アプリケーション層で変換を行う方式。

²⁵ Network Address Translation-Protocol Translation方式; DNSと連携してIPv4アドレスとIPv6アドレスを変換する方式。

²⁶ Transport Relay Translator方式; トランスポート層で変換を行う方式。

ており、早期に対応可能²⁷であるが、通信を途中で変換するために一部のアプリケーションが正常に動作しなくなる²⁸、又は機能が制限されるといった問題がある。さらに、変換によって管理すべきログ情報が膨大となり、ログ情報の取得及び保存に多大なコストがかかるだけでなく、事業者によっては、ログ情報の取得及び保存を断念せざるを得ない場合もある。これによって、例えばインターネット上でサイバー攻撃が発生した際にその攻撃元の特定が困難になる等の問題が生じることが想定され、インターネットの安心・安全な運用発展が阻害されることが懸念される。

(2) IPv4 アドレスの再配分

① IPv4 アドレスの移転に関する現状

IPv4 アドレスの再配分は、割り振られた IPv4 アドレスが RIR に自主的に返還されて行われる場合と、ISP 等の事業者間で移転によって行われる場合がある。

IP アドレスの移転については、いくつかの RIR においてすでに施行済み、あるいは施行準備の段階にある。(表 1-3-1)

表 1-3-1 各地域における IPv4 アドレス移転手続きの実施に向けた動き

RIR	状況	実施(予定)時期
APNIC (アジア太平洋)	コンセンサスが成立し、施行準備段階	2010 年 2 月頃
RIPE NCC (欧州・中東)	施行済み	2008 年 12 月
ARIN (北米)	施行済み	2009 年 6 月
LACNIC (中南米)	コミュニティ議論中	不明
AfriNIC (アフリカ)	未提案	不明

JPNIC においても、APNIC における IPv4 アドレスの移転の実現に向けた動きを受けて、検討が開始されている。順調に進めば 2010 年にも施行される可能性があるが、実施時期を含む詳細については未定である。(参考資料 7)

② IP アドレスの移転の実現による IPv4 アドレスの流通量の試算

正確な推定は難しいが、参考までにごく粗い試算を以下のとおり行った場合、およそ年間需要の 0.9 年分に相当する数の IPv4 アドレスが再配分可能と見込まれる。

²⁷ 本対応策を実施した場合でも、IPv4 グローバルアドレスが不要になることはないため、サービス提供事業者は、提供するサービスにおいて今後必要となる IPv4 グローバルアドレスを確保していることが必要となる。

²⁸ 例えば NAT において、セッション数(同時に可能な通信の数)の限界から、web ページが一部欠けて表示されることがある。

- 旧クラス A で配布済みのものの数 38
- このうちルーティングテーブルに載っているものの数 20
(これはインターネット上で利用済みと仮定)
- 残りのルーティングテーブルに載っていないものの数 18
(イントラネットなどの内部ネットワークで使っていると仮定)
- このうち約半数が IP アドレスの付替えが可能であり、市場に流通したと仮定すると、9 (およそ年間需要の 0.9 年分に相当)
(アドレス数の単位は「/8」(IPv4 アドレス約 1,680 万個に相当))

この方策を採用した場合、新たな装置や通信方式を導入する必要がないため、ネットワーク改修のコストがかからないという利点があるが、現時点では実際にどのように運用されるかが不透明であり、また、配分可能な IPv4 アドレスの数はそれほど多くなく、恒久的な解決策とはならないと考えられる。

(3) IPv6 の導入

現在 IPv4 によって通信が行われているネットワークに、IPv4 の後継規格である IPv6 を導入することにより、IPv4 アドレスが約 43 億個しかないという根本的な問題を解決することができる。

ただし、IPv4 の利用を停止して IPv6 のみを利用するようにすることは現実的ではなく、当面は IPv4 と IPv6 の双方での通信が可能となるような環境 (デュアルスタック環境) を維持することが必要となる。そのため、対応を完了するための時間及びコストを多く要すると考えられる。

(4) それぞれの方策の比較

それぞれの方策の特徴は表 1-3-2 のとおりまとめられる。このことから、短期的には IPv4 アドレスの節約 (NAT)・トランスレーターの活用を進めるとともに、本質的な対応として IPv6 の導入を図ることが適当であると考えられる。IPv4 アドレスの移転については、未だ不透明な点も多く、本方策を採用する際のリスクは現時点では大きいと考えられる。

表 1-3-2 IPv4 アドレス在庫の枯渇対応策の特徴

方策	NAT・トランスレーターの活用	IPv4 アドレスの再配分	IPv6 の導入
早期実現可能性	○	△ (現時点では不透明)	×
既存サービスへの影響	×	○	○
本質的解決となるか	×	×	○

2 インターネット関連事業者における対応の進捗状況

インターネット関連事業者における対応の進捗度合いについては、

- 第1段階：IPv4 アドレス在庫が枯渇することを認知している段階
- 第2段階：枯渇による影響を把握し、理解している段階
- 第3段階：自身にとっての問題点を分析し、把握している段階
- 第4段階：対応策についての検討を行っている段階
- 第5段階：対応策を決定した段階
- 第6段階：対応策実施計画を立案した段階
- 第7段階：対応策を実施している段階

の順に表すことができる。IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースにおいて調査を行ったところ、各業界における対応の進捗状況は以下のとおりである。

(1) ISP、ASP、コンテンツサービス提供事業者（CSP：Contents Service Provider）

枯渇の認知、影響度を把握している（第2段階）事業者は7、8割程度であり、対応策検討（第4段階）を実施しているのは先行グループのみ。

(2) 通信機器等製造事業者

影響度の把握（第2段階）まで到達しているのは半数不足であり、IPv4 アドレス在庫枯渇による影響度合い、対応の必要性について、具体的なメッセージが発信できていないと考えられる。

(3) ソフトウェア開発者

通信機器等製造事業者と同じ。

(4) システムインテグレーター（Sier）

通信機器等製造事業者と同じ。

3 インターネット関連事業者を対象とした広報の現状

インターネット関連事業者を対象とした広報については、対象がどのような段階にあるかによって適切に行われることが必要である。現在、IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースにおいて、各業界における対応の進捗状況を把握したうえで、以下のとおり必要な広報を行っているところである。（参考資料8）

(1) ISP、ASP、GSP

認知度向上はほぼ完了と考えられが、関連情報のアップデートを今後も行う。特に具体的対応方策に関する情報（How-To系情報）の広報を実施する。

定期的な情報アップデートを行うイベントの開催、タスクフォース参加組織を通じたIPv6 ネットワーク運用に関する実習（ハンズオンセミナー）の実施、テストベッドの拡充等を引き続き実施する。また、事業者におけるアクションプランの立案の支援を推進する。

(2) 通信機器等製造事業者

機器種別ごとに進捗度、課題なども異なるため、種別ごとの戦術を今後検討する。CEATEC 等の場を活用し、来場者アンケートを実施する。

(3) ソフトウェア開発者

認知度向上、影響度の把握の促進のために広報内容を検討する。（アプリケーションにおける対応の必要性、通信事業者の対応予定に関する情報等。）ソフトウェア開発者・企業に対する広報を行うためのチャネルを開拓する。

オープンソースカンファレンス（OSC）等、ソフトウェア開発者が集まる会議において、発表、資料配布、展示の出展、アンケート等を積極的に実施する。

(4) システムインテグレーター（Sier）

まずはアドレス枯渇状況を周知し、Sier にとってのビジネスチャンスであることをアピールする。Sier が取り扱うシステムは多岐にわたるため、各 Sier の対応が必要となる領域や時期、ソリューションについての検討を支援する。

情報サービス産業協会（JISA）、日本情報システム・ユーザー協会（JUSA）等関係団体と連携し、セミナーの開催や 所属組織へのアンケート調査等を実施する。

4 インターネット関連事業者における具体的対応例

IPv4 アドレス在庫の枯渇対応としての具体的な取組を既に開始しているインターネット関連事業者も存在する。具体的な取組事例は以下のとおりである。

(1) ISP、ケーブルテレビ事業者における対応

「IPv6 接続サービスの提供状況に関する調査の結果について」(2009年3月総務省)²⁹においてISPに対して実施したアンケート調査によれば、2009年3月時点でIPv4 アドレス在庫枯渇問題への対応策の検討を行っている社(対応策ができあがっている社及び対応策を実施している社を含む)は、約27%であった。

また、本研究会においてヒアリングを実施したところ、インターネットイニシアティブ、NECビッグロブ、NTTコミュニケーションズ、ソネットエンタテインメント、ニフティ等のISPや、ソフトバンクグループ、KDDI、ケイ・オプティコム等のアクセス回線を自ら所有するISP、ジュピターテレコム等のケーブルテレビ事業者において、既にLSNの導入やIPv6 対応等の検討が開始されていることが明らかとなった。これらの事業者が占める加入者数のシェアは約75%³⁰に上り、2011年頃の対応サービスの提供開始を目標としている事業者もある。(参考資料9、10、11)

ISPにおける対応の時期や手法は、アクセス回線における対応の時期や手法に左右されるため、現時点では、既にIPv6 対応の手法が決定しているNTT東西のNGNを利用したIPv6 インターネット接続サービスについて主に検討している状況にある。

また、ISPが個人ユーザーに提供するサービス形態は、例えば図1-3-3のとおり類型化される。それぞれの形態の特徴は表1-3-4のとおりである。

²⁹ http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ipv6/pdf/090327_1_i1.pdf

³⁰ ISPによるIPv4 アドレス枯渇対応の対象となる加入者の割合を示すものではない。(現時点では、ここに挙げたISPが提供する全てのサービスメニューにおいてIPv4 枯渇対応が行われることは決定していない。)

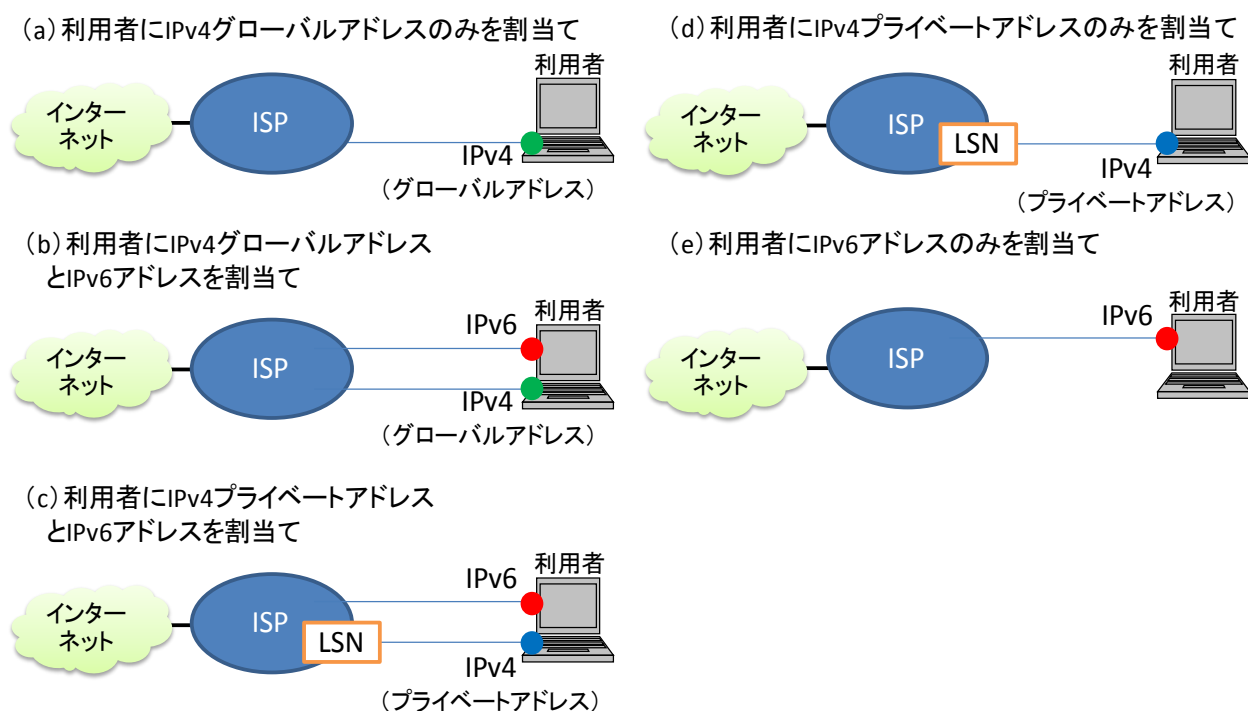


図 1-3-3 ISP が個人ユーザーに提供するサービス形態の例

表 1-3-4 各サービス形態の特徴

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
割り当てる IPv4 アドレス	グローバル	グローバル	プライベート	プライベート	割り当てない
IPv6 アドレスの割り当て	×	○	○	×	○
ISP が運用するネットワーク	IPv4 のみ	IPv4 と IPv6	IPv4 と IPv6	IPv4 のみ	IPv6 のみ
新規加入者の受け入れ	IPv4 アドレス在庫が枯渇すると不可	IPv4 アドレス在庫が枯渇すると不可	○	○	○
LSN の導入	不要	不要	要	要	不要
ユーザーが既存サービスを利用する際の影響	無	無	小	一部制限が生じる可能性	サービス提供者側が IPv6 対応しない場合サービスが受けられない

(2) アクセス事業者における対応

アクセス回線における IPv6 対応についても、一部の事業者において検討が開始され、機器の対応、運用体制の整備等対応に向けた準備が行われつつある。例えば、NTT 東西の NGN については、ISP との接続方式が決定され、2011 年 4 月以降サービス提供が開始されるスケジュールとなっている（第 1 節参照）他、KDDI、ソフトバンクグループ、ケイ・オプティコム等においても FTTH を中心に対応について検討が進められている。

(3) モバイル事業者における対応

モバイル事業者のネットワークにおいて、携帯電話端末やデータ通信用端末等を利用したインターネットアクセスは増加しつつあるため、モバイルにおけるインターネットアクセスについても、有線と同様に IPv4 アドレス枯渇への対応について検討が必要となる。例えば、米国 Verison 社は、LTE³¹の端末の仕様において IPv6 アドレスの割り当てを受けられることができることを求めている。我が国においては、現行及び LTE 等将来のサービスを含め、現時点で携帯電話事業者は具体的な対応策について公表していない。

一方で、MVNO³²の中には IPv6 対応について検討している事業者もある。例えば日本通信は、自らがユーザーの端末に対して IP アドレスを割り当てる形態（レイヤー 2 接続）でサービスを提供しているが、自らのネットワークにおいて使用している機器を IPv6 対応することにより、IPv6 アドレスをユーザー端末に割り当てることを検討している。

³¹ Long Term Evolution ; 新たな携帯電話の規格であり、現在広く普及している第 3 世代携帯電話に対して、第 3.9 世代携帯電話とも呼ばれる。

³² Mobile Virtual Network Operator ; 仮想移動体通信事業者

第4節 諸外国における動向

諸外国においても、IPv6 推進に関する様々な取組がなされている。(参考資料 12)

(1) 政府における行動計画等の策定

政府の取組としては、例えば米国では、連邦評議会が 2009 年 5 月に政府系機関全体での IPv6 対応共通ロードマップを提供している。EU においては、2008 年 5 月に「インターネットの高度化：IPv6 普及のための行動計画」と題した報告書を採択している。フランスにおいては、2008 年 10 月に発表された「デジタルフランス 2012」に掲げられている 154 施策の 1 つとして「2009 年から段階的に、政府調達において IPv6 との互換性を要求するようにする」とこととされている。また、中国においては 2003 年 12 月から中国次世代 IP ネットワークモデルプロジェクト CNGI が推進され、韓国においては 2008 年 12 月「インターネットアドレス資源の管理などに関する基本計画」が策定されている。オーストラリアにおいては、2007 年に連邦政府情報管理局が全ての連邦政府機関が所有するソフトウェア及びハードウェアを IPv4 から IPv6 に対応するものに移行するための戦略を策定している。このように、各国において政府レベルで IPv6 推進に向けた計画が策定されている。

(2) 官民の連携による取組

政府による取組の下、例えば英国では「UK IPv6 Task Force」において、政府、産業界、民間専門家等が協力し IPv6 への移行を進めている。また韓国では、「IPv6 移行推進協議会」が政府、産業界民間専門家等で組織されるとともに、IPv6 移行及び技術支援のために韓国インターネット振興院（政府傘下機関）に「IPv6 移行支援センター」が設置され、様々な角度から IPv6 推進を行っている。

(3) 技術者の育成に向けた取組

フランス、韓国、オーストラリア等において、IPv6 の技術者を育成するための各種取組が展開されている。例えば、オーストラリアのビクトリア州政府では、通信セクターのほか、建設、医療、金融、自動車など IPv6 への移行に関係するセクターが参加する IPv6 のテストベッドネットワークに資金提供を行っている。各国において、技術者不足についても様々な取組が行われている。

(4) その他の取組

政府の取組のほか、ICANN、経済協力開発機構（OECD：Organization for Economic Cooperation Development）等の国際的枠組みや、業界団体における国際的な活動等において、各国が連携して対策を講じることの重要性が確認されている。

例えば ICANN においては、IPv4 アドレスの在庫は数年で枯渇することを前提に、インターネットの将来の成長は IPv6 の時宜にかなった導入にかかっているとの観点から、ICANN 理事会が地域インターネットレジストリ等と協力して、教育、普及活動に取り組むこととしている。

また、OECD では、IPv4 アドレス在庫の枯渇問題に対して、サービスの継続性と同様、セキュリティや安定性の維持のためにタイムリーな「IPv6 への移行」を実行する政策環境を作る必要があると強調したレポート「インターネットアドレス空間：IPv4 の管理と IPv6 への移行における経済への影響」を 2007 年に取りまとめるとともに、2008 年 6 月に開催されたインターネット経済の将来に関するソウル閣僚会合においても、インターネット経済の発展に貢献するために進みつつある IPv4 アドレス在庫の枯渇を踏まえて、インターネット・プロトコルの新たなバージョン（IPv6）の採用を、特に、民間の重要な IPv4 アドレス利用者とともに、政府によるタイムリーな IPv6 の採用を通して奨励すると宣言される等、IPv4 アドレス在庫の枯渇問題に対する取組を進めている。

業界団体における国際的な活動としては、例えば、世界の通信事業者、研究組織等が参加する国際的な IPv6 推進団体である IPv6 フォーラムが、web サイト及び ISP が IPv6 に対応していることを認証する「IPv6 対応ロゴプログラム（IPv6 Ready Logo Program）」を推進している。また、北米地域の IPv6 推進団体である北米 IPv6 タスクフォース（NAv6TF）では、産業界及び政府と連携して IPv6 の普及に必要な専門知識の提供を行っている。このように、IPv6 推進について、全世界的規模から地域的規模まで様々な活動が実施されている。

第2章 当面の課題と対応

これまで述べた事実関係を踏まえ、IPv4 アドレス在庫の枯渇問題に対処するためには、枯渇によって生じる支障や混乱等を最小限にとどめると同時に、IPv6 の利用を推進することが必要であるとの観点から、本研究会では以下のとおり取りまとめを行った。

第1節 戦略的広報の推進

1 広報の必要性

社会経済活動の基盤となり、生活のあらゆる場面で活用されているインターネットにおいて、IPv4 アドレスの在庫の枯渇によって個人ユーザー及び法人ユーザー等に様々な支障や混乱等が生じる可能性があることから、これらを最小限にするために、IPv4 アドレスの在庫の枯渇やこれによって生じる問題等に対する正確な認識を広め、適切な対応を呼びかけること、すなわち広報が最も重要である。

インターネットには通信事業者、ISP、ASP、コンテンツサービス提供事業者（CSP）、通信機器等製造事業者、ソフトウェア開発者、Sier 等、多岐にわたる関係者が存在することから、IPv4 アドレス在庫枯渇への効果的な対応のためには、あらゆる関係者があらゆる関係者に対して適切に広報を実施することが重要である。また、ユーザーのインターネットの利用環境に変化が生じ、ユーザーに対して何らかの負担（金銭的なものに限らない）を求める可能性があることから、インターネット関連事業者及びユーザーを対象とした広報が果たす役割は非常に大きいと考えられる。

2 広報の内容、時期

広報に当たっては、次の内容を適切に広報する必要がある。

- 現行の IPv4 アドレスが枯渇し、新たなアドレスを付与できなくなる時が数年後にくること
- これにより、新たな利用者や新たなサービス提供が困難となり、これまで社会の発展を支えてきたインターネットの発展を阻害する可能性があること
- IPv4 に加え、後継規格である IPv6 を導入することで、インターネットの発展が引き続き可能となること

これらに加えて、全てのインターネット関連事業者が、それぞれ必要と考えられる情報を適時適切に開示することで、互いに必要な情報を容易に入手できる環境を実現することが重要である。

また、いつまでに IPv4 対応しなければならないかという点もまた重要である。Geoff

モデル、モデレートモデルの2つのモデルを適用した場合、2012年中頃にはIPv4アドレスの新規割り振りが受けられなくなることが想定される（第1章第2節）。これらは過去のIPアドレス割り振り、IPアドレスの実際の使用状況に関する実績値等を基にして算出したものであり、実際には経済情勢の影響等もあり、精度の高い試算は困難である。しかしながら、IPv4アドレスの在庫は全体の10%を切っているため、不確定要素によって枯渇時期が変動したとしてもその幅はそれほど大きくないと想定され、IPv4アドレス在庫が今後2年程度の内に枯渇することを前提とした対処が必要であると考えられる。

さらに、インターネット関連事業者が対応すべき時期の目標については、安定してIPv6技術を利用したサービスを提供できるようになるには時間を要することが想定されるため、利用者の混乱防止等の観点からも、IPv4アドレス在庫の枯渇直後ではなく、若干余裕を持たせることが適当であると考えられる。

こうしたことから、インターネット関連事業者は、2011年初頭までにIPv4アドレス在庫枯渇への対応を行うことが求められる。

ただし、各事業者は、自らの状況を考慮し、最適なスケジュールを立てて対応を行うことが求められる。すなわち、例えば対応が2011年初頭に間に合わない場合には、それによって自らが提供するサービスそのもの及びそのユーザーに何らかの支障が生じるリスクがあることを認識することが必要である。

3 広報の対象

(1) インターネット関連事業者向け広報

インターネット関連事業者を対象とした広報については、IPv4アドレス枯渇対応タスクフォースにおいて、各業界における対応の進捗状況を把握した上で、必要な広報戦略、具体的手法が策定された上で推進されており、引き続き適切に実施されることが期待される。（第1章第3節）

また、上述のとおり、IPv4アドレス在庫枯渇への対応に当たっては、あらゆるインターネット関連事業者が連携して取り組むことが重要であるが、特にインターネットへの接続機能を提供するISPの対応がある程度進まなければ、他の関連事業者における対応は進めにくいという側面がある。さらに、現時点で既に一部のISPにおける具体的な対応が進みつつあることを踏まえ、まずはISPにおける対応を定めることを先行させつつ、それを受けてその他のインターネット関連事業者も含めて、広報について足並みをそろえるアプローチが有効である。

(2) インターネット関連事業者によるユーザー向け広報

個人ユーザー、法人ユーザー等を問わず、ユーザーにとってISPがインターネットと

の直接の接点となることから、ユーザーが IPv4 アドレス在庫枯渇によって具体的にどのような影響を受けるかについては、ISP の対応方法に左右される。すなわちユーザーはどの ISP のサービスを受けているかによって、対処は全く異なる。

このため、ユーザー向け広報については、「インターネットの窓口」を担う ISP を通じて行うことを基本とすることが適当である。ただし、法人ユーザーの IPv6 対応については、Sler 等が主体となって検討するケースも多く、そのような場合には、Sler 等は ISP と連携して、法人ユーザー等の顧客への影響について分析し、その結果を法人ユーザー等に対して適切に広報することが求められる。また、個人ユーザーへの広報については、次のようなユーザーのタイプに応じてその内容や時期等を工夫することが必要である。

- IP のバージョンを特に意識することなくインターネットを利用しているユーザー
- 情報リテラシーがある程度高く、IPv4 のアドレス在庫の枯渇状況について認識しているユーザー
- 先進的なユーザー

また、例えば、現在利用しているオンラインゲームが引き続き利用可能なのか、新規にインターネットに接続するテレビを購入する際にどのような機能を持った機種を選択すればいいのか等、個人ユーザーからの問い合わせが多く発生することは容易に想像できるため、ISP からの広報と歩調を合わせて、その他のインターネット関連事業者からも適切な広報を行うことが必要である。

4 ISPによる適切な広報

インターネット関連事業者向け広報においても、ユーザー向け広報においても、ISP が先行して、又は中心となって対応を促進することが重要であることから、ISP における IPv4 アドレス在庫枯渇への対応の充実が求められる。

ISP における IPv4 アドレス在庫枯渇対応については、各事業者の経営に関わるものであり、各事業者が各々の利用者の動向や経営環境等を踏まえ、その時期や方法等について個別に判断することが基本と考えられる。

こうした考えを前提とした上で、例えば、IPv4 アドレス在庫枯渇対応の時期について、ISP が足並みをそろえることも有効であり、例えば、制度上問題がないことを前提に、IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースが策定したアクションプランを参考にして、ISP が互いに連携して事業者共通の対応時期を自主的に設定することも考えられる。

(1) 「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（仮称）」の策定

ISP は、IPv4 アドレス在庫枯渇が自らの個人ユーザーや法人ユーザー等に与える混乱

等を最小限にするため、IPv4 アドレス在庫枯渇への対応の有無、対応を実施する場合の具体的方策や時期等を明示することが必要である。

こうした情報提供を全ての ISP がユーザーに対し適切に行うことを確保するため、「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（仮称）」を国において関係事業者の意見等を十分に踏まえつつ、早急に策定することが求められる。

その上で、必要な場合には、事業者団体等においてそのガイドラインを活用し、ISP の IPv4 アドレス在庫枯渇対応に関する情報をユーザー、他のインターネット関連事業者等に分かりやすく伝えるための仕組みを構築することが考えられる。

ガイドラインにおいて規定する開示すべき情報については、例えば以下の項目が考えられる。

① IPv4 アドレス在庫枯渇への対応の有無

自らが提供するサービスについて、IPv4 アドレス在庫枯渇対策を実施するのか。実施する場合、自らが提供している複数のサービスメニューのうち、どれに対して IPv4 アドレス在庫枯渇対応を行い、どれに対して行わないのか。

② 対応を実施する場合の具体的方策・時期

IPv4 アドレス在庫枯渇対策を実施する場合、例えば図 1-3-3 に示すサービス形態のうちどれをいつ採用するのか、又はその他の形態を採用するのか。

③ ユーザーが IPv6 対応サービスを利用するための方法、費用

例えば NTT 東西の NGN を利用して IPv6 インターネット接続サービスを提供する場合、ISP がトンネル方式とネイティブ方式のうちどちらの方式を採用しているかによって、ユーザーがこれまで利用してきたホームゲートウェイがそのまま利用可能か、新たな機器が必要となるか。その費用はいくらか。

④ ISP の IPv6 対応及び IPv4 枯渇対応によって制約を受けるサービスとその内容

ISP が採用する IPv4 アドレス在庫枯渇対応策によって、既存のサービスにどのような制約が生じるか。この情報は、サービス提供事業者と連携し、可能な限り多くのサービスを対象として調査をした上で開示されることが望ましい。

⑤ IPv4 アドレス在庫枯渇への対応のスケジュール³³

ISP が実際にどのようなスケジュールで対応を進めるか。

なお、これらの項目については、必要に応じ、適時更新することが求められる。また、可能な限り早い時期に開示されることが望ましいが、開示が困難な項目については、開

³³ この情報は、ISP 以外のインターネット関連事業者が自らの提供するサービス又は機器等の IPv4 アドレス在庫枯渇対応を図る際にも必要となる。

示が可能となる時期の見込みのみを示すことも考えられる。

(2) 「IPv6 先行導入実験」の実施と「利用者からの問い合わせ対応マニュアル」の整備

実際に IPv6 対応サービス等の新たな形態でのサービス提供が開始されると、ユーザーの利用環境は大幅な変化することが想定され、それに伴うユーザーの混乱を避けるため、以下の点に留意することが必要である。

- IPv6 対応サービス等の新たな形態でのサービス提供開始に当たって、ユーザーに対して事前説明を適切に行うこと
- 新たな形態でのサービス提供開始後のユーザーからの問い合わせ対応に万全を期すこと

特に、ユーザーからの問い合わせ対応に万全を期すためには、予めサポート体制を整備しておくことが必要である。具体的には、IPv6 インターネット接続サービスの提供を試行（リハーサル）することや、共通的なユーザーサポートセンターを一定期間用意することが考えられる。このような取組を通じ、IPv4 アドレス在庫の枯渇の前後において想定される事態に関する社会的・経済的影響や必要な対応を明らかにするとともに、IPv4 枯渇対応によって生じる問題事例の収集及びユーザーからの問合せ対応マニュアルの作成を実施することが必要である。

こうした枯渇時期における取組については、個々の ISP ごとの対応では限界があるため、業界一体となって行うことが考えられ、ユーザーの混乱防止等の観点から、国も必要に応じ協力することが求められる。

5 ISP以外のインターネット関連事業者における適切な広報

上記の ISP における適切な情報開示の必要性については、ISP 以外のインターネット関連事業者においても同様であり、広報の内容、時期について、大枠が統一されていることが望ましい。

(1) アクセス事業者

アクセス回線（有線及び無線）提供事業者については、ISP と同様にユーザーの直接の接点となる事業者であることから、IPv4 アドレス在庫枯渇への対応について、早期に適切な情報開示を行うことが必要である。

具体的には、NTT 東西の NGN をはじめ、一部の事業者においては FTTH やケーブルテレビを中心に IPv6 への対応に向けた検討が進められているが、その他の ADSL やダイヤルアップ等の回線についても、IPv4 枯渇対応の有無、時期、手法等について、早急に検討を行い、早期に適切な情報開示を行うことが求められる。

(2) モバイル事業者

携帯電話事業者の回線を通じたインターネットアクセスも増加しており、携帯電話事業者においても、有線と同様に、IPv4 枯渇対応の有無、時期、手法等について検討を行い、早期に適切な情報開示を行うことが求められる。

(3) 通信機器等製造事業者等

また、通信機器等製造者においては、「IPv6 に対応している製品」について、IPv6 Ready Logo の取得に加え、どの機能が IPv6 対応していてどの機能が対応していないかについて、早期に適切な情報開示を行うことが求められる。

なお、Sler 等が法人ユーザー等の顧客に対し、IPv6 対応の必要性について説明する際には、それが Sler 等による営利活動のみによるものではないことを明確にするため、国又は業界団体等の第三者が作成した客観的な資料を活用することが有効である。

6 その他の配慮すべき点

上記の他、以下の点についても配慮することが求められる。

(1) IPv6 対応を行わないインターネット関連事業者に対する広報

既に一部のユーザーの端末が IPv6 に対応³⁴し、インターネット上において IPv6 による通信が行われているため、インターネット関連事業者は、IPv6 に対応していない場合であっても、自らのネットワーク上において IPv6 通信が行われる可能性がある。そのため、IPv6 対応を行わないインターネット関連事業者に対しても、セキュリティ上の観点等から、IPv6 に関する対応について検討が求められる³⁵ことについて、適切に広報を行うことが求められる。

(2) IPv6 普及度の定量的な把握

IPv6 対応の推進を図る上で、現状のインターネットにおいてどの程度 IPv6 が普及しているかを定量的に把握することが効果的であることから、インターネットにおけるトラフィックについて、例えば以下の項目について今後継続的に計測を行うことが必要である。(参考資料 13)

³⁴ 例えば、コンピュータの基本ソフトウェアの多くが、既に IPv6 環境（又は IPv4 と IPv6 の併存する環境）を前提として設計されている。

³⁵ IPv6 通信によって IPv6 対応していないサーバーやルーター等の機器が想定外の動作を行い、セキュリティ上の問題を引き起こさないようにするためにも、IPv6 通信を遮断する等の適切な管理を行うことが必要となる。

- IPv6 アドレスの割り振り状況
- DNS サーバーへの問い合わせにおける IPv4 と IPv6 の比較
- ドメインにおける主要サービス（web、DNS、メール）の IPv6 対応状況
- デュアルスタック web サーバーに対する IPv4/IPv6 アクセス数の比較
- BGP による経路情報における IPv4 と IPv6 の比較

また、IPv6 が導入される途上である現時点においては、IPv6 による通信の品質が IPv4 に比べて相対的に低い（遅延時間が大きい）という事実がある³⁶。このような品質の差が生じる主な原因は、インターネットにおいて IPv6 対応がまだ十分に進んでいないこと³⁷であると考えられ、IPv6 対応が進展するにつれ、品質の差は小さくなると想定される。

従って、例えば、「IPv6 は通信速度の点では IPv4 よりも遅い」という誤った知識が広まることによって IPv6 の利用の促進を阻害することがないように、適切に広報が行われることが求められる。ただし、この点については、遅延の差について意識しないようなユーザーに対しては、かえって混乱が生じる可能性があるため、広報の対象を適切に選択する必要があるとの意見もある。

³⁶ インテック・ネットコア社が実施した調査によれば、web サーバーにおける IPv6 でアクセス可能な利用者からのアクセスについて測定したところ、現時点では一度の通信において数 10 ミリ秒の遅延が生じることがある。メールや単純な構成の web ページを閲覧する際にはこの遅延が体感速度に影響することは少ないと考えられるが、多くのコンテンツを含む web ページを閲覧する際など、複数回の通信を行う必要がある場合には、数 10 ミリ秒の遅延が何度も重なり、結果として体感速度に影響を及ぼす可能性もある。

³⁷ 例えば、通信経路上に IPv4 のみにしか対応していない区間があった場合、IPv6 による通信ではその区間を迂回する等しなければならぬため、IPv4 での通信に比べて遅延が生じる。

第2節 「モノのインターネット社会」の実現

インターネット上において、「組織」や「人」を単位とした通信に加えて、「モノ」を単位とした通信が行われるようになり、インターネットの利用形態の多様化が進展している。従って、IPv6による「モノのインターネット社会」の実現等、IPv6の積極的な活用は、我が国の新たな成長戦略にとっての大きな推進力として位置付けられると考えられる。

1 「モノのインターネット社会」実現におけるIPv6の役割

(1) 「モノのインターネット社会」とは

インターネットを巡る環境の変化に伴い、「組織」や「人」だけでなく、「モノ」を単位とした通信が行われるようになってきている。そのため、「人」と「モノ」、「モノ」と「モノ」がコミュニケーションを行う（情報をやりとりする）ことにより、国民生活の様々な場面でICTの利便性をさらに享受することのできる社会、すなわち「モノのインターネット³⁸社会」が実現されると考えられる。

具体的には、医療・防災・教育等といった社会生活の基盤となる場面はもちろんのこと、最近特にその重要性が注目されるようになった環境分野においても「モノのインターネット社会」の実現によってICTの利便性を享受することが可能となる。

(2) 「IPv6」と「モノのインターネット社会」

「モノのインターネット社会」には次のような特性があり、これらを踏まえつつ、「モノのインターネット社会」を支える基盤技術として、IPv6のより一層の活用を促進することが必要である。

- 多数の機器がオープンなネットワークに接続される環境の進展

「モノのインターネット社会」においては、個々のネットワークは、閉域網としてだけではなく、インターネット等に接続されるオープンなネットワークとして構築されることにより、例えば複数のセンサーネットワークを組み合わせるサービスを提供したり、1つのセンサーネットワークが複数のサービスで利用されたりする等、より柔軟で利便性の高いサービスが実現される。したがって、「モノのインターネット社会」において、ネットワークはインターネットにおいて用いられているIPアドレスを利用して実現されることが多くなると考えられる。その際、非常に多くの機器がネ

³⁸ 狭義には電子タグ等のRFIDネットワークのみを指すこともあるが、ここではそれ以外に情報家電のネットワークやセンサーネットワーク等を含めたPC以外の機器が接続されたネットワーク全般を指す。

ットワークに接続されることから、使用可能な数に制限のあるIPv4 アドレス³⁹ではなく、IPv6 アドレスを活用して実現されることが現実的である。

- 「クラウドネットワーク」の活用の進展

また、クラウドネットワークのようにネットワーク構成が複雑、大規模な場合には、IPv4 の場合に比べ、アドレス設計が容易となる⁴⁰等の理由から、IPv6 を活用することによってより効率的にネットワークを構築することが可能となる。すなわち、IPv6 においては、アドレスの数に余裕があるため、サーバーの仮想化やネットワーク機器に割り当てるIPアドレスをネットワーク構成に沿って階層的にする等、管理を容易とし、拡張性をもったIPアドレスの利用が可能であるが、IPv4 ではアドレスの数が十分でないために無駄なく密に利用する必要があり、管理の容易さや拡張性の点で限界がある。

さらに、クラウド等仮想化技術を活用したネットワークにおいては、単一のサーバーに複数の IP アドレスが割り当てられるため、その点からも使用可能な数に制限のあるIPv4 アドレスではなく、IPv6 アドレスを活用して実現されることが現実的である。

- 「直接通信」の活用の進展

「モノのインターネット社会」においては、通信の途中にサーバー類を介在させない直接通信（又はサーバー類の介在を最小限とする通信）によって遅延の少ない高品質の通信の活用が求められることが想定される。IPv4 においては、IP アドレスの数に制約があることから、1つのグローバルな IP アドレスを複数の機器で共用するために NAT が一般的に利用されているため、直接通信の実現が困難なケースが多い。一方、IPv6 においては IP アドレスの数に事実上制約がなく、個々の機器にグローバルな IP アドレスを割り当てることができる。そのため、IPv6 を活用すれば、NAT が不要になり、直接通信の実現が容易となる。

ただし、直接通信については、

- 端末に対して直接通信が可能となると外部からの攻撃を受けやすくなる等、セキュリティ上の脅威が高まる⁴¹ため、アドレスを変換する仕組み（NAT）がファイアーウォールとして必要

³⁹ NAT を利用すれば、IPv4 アドレスでもより多くの機器を扱うことができるが、その場合、双方向の通信が容易ではないという問題がある。

⁴⁰ IPv6 においては、アドレスの数に余裕があるため、ネットワーク機器に割り当てる IP アドレスをネットワーク構成に沿って規則的にする等により、管理を容易とし、拡張性をもった IP アドレスの利用が可能。例えば、「ホテルの部屋番号」は、5階の部屋番号は全て 500 番台とする等、「建物の構造」に沿って番号が振られている。その結果、使用されない「部屋番号」が生じるが、利便性（部屋番号からその部屋の階数がわかる）や拡張性（新たに部屋を増やしても同じ規則で番号が振ることができる）が高まっている。

⁴¹ 一方で、攻撃を受けた際の攻撃元の特定が比較的容易になるという指摘もある。

- 機器に割り当てられる IP アドレスが固定される場合には、IP アドレスがプライベート情報となり得るため、NAT が必要

という指摘もあり、必ずしも全ての IPv6 による通信において直接通信が適切であるとは限らないことに留意が必要である。

2 様々な分野における IPv6 の積極的な活用

IPv6 による「モノのインターネット社会」の実現に当たっては、インターネット上において今後新たなサービスが出現することが想定され、例えばこのような新規サービスを国内はもとより国外にも積極的に展開することにより、我が国の国際競争力の強化に資することが考えられる。具体的には、以下の様な分野における「モノのインターネット社会」実現に向けた IPv6 の積極的な活用が考えられる。

(1) 環境分野での積極的な活用

近年、ICTの活用がもたらす効率改善や移動の削減により、経済活動による地球環境への負荷を軽減するための取組が進展しており、特にICTを積極的に活用したエネルギー利用の効率改善によって消費電力を低減し、CO₂ 排出量の削減を図るスマートグリッドやスマートメーター⁴²と呼ばれる取組が推進されている。また、短期的・局地的な気象変化の予測やヒートアイランド現象の緩和等、センサーネットワークを活用した環境情報の効果的な取得・分析を可能とする取組も行われている。

IPv6 を活用した「モノのインターネット社会」の実現は、このような環境負荷軽減に向けた取組においても有効であると考えられ、実証実験等を通じて、各種課題に対処することが必要である。

例えば、スマートメーターを活用して家庭内又は業務用ビル内におけるエネルギー利用効率を向上させる取組を促進させる方策の一つとして、スマートメーターのコストを下げる事が考えられる。そのためには、スマートメーターの機能を可能な限り簡略化し、必要な処理をネットワーク側において行うことが必要となる。その際、

- IPv6 技術を活用してスマートメーターをネットワーク側からどのように制御すればよいか
- どのような機能をスマートメーター側に置き、どのような機能をネットワーク側に置けばよいか
- クラウド技術を活用してネットワーク側の処理を行う場合、クラウドが満たすべき情報セキュリティ等の技術的要件はどのようなものか

⁴² 通信機能を持ち、ネットワークを介して家電等の管理・制御を行う高機能の電力メーター。

といった課題を解決することが必要である。

このような取組を推進することは、「モノのインターネット社会」における ICT 利活用の促進を図る上で効果的であると考えられる。

(2) モバイル分野での積極的な活用

「モノのインターネット社会」において、あらゆるモノがインターネットに接続される環境を実現するためには、携帯電話等のモバイルネットワークを活用することが不可欠となる。そのため、モバイル分野で IPv6 の積極的な活用が求められる。

例えば、2010 年以降サービス提供が開始される LTE において、ユーザーの端末からインターネットへのアクセスにおいて IPv6（又は IPv4 と IPv6 の両方）が利用されることが期待される。

第3節 従来の取組のさらなる推進

1 取組による成果の展開

これまで IPv4 アドレス在庫の枯渇対応に向けて様々な取組が行われている（第1章第1節）が、これらの取組による成果を国内外に展開していくことが必要である。

とりわけ、総務省において実施している「IPv6 運用技術習得のためのテストベッド整備」においては、複雑かつ大規模なインターネットを IPv6 で運用・構築できる技術者の育成を主な目的としているが、技術者の育成と同時に、IPv4 ネットワークへの IPv6 の導入や、IPv6 ネットワークの管理・運用に関する様々な技術や知見が蓄積されつつある。

本テストベッドの運用により、ネットワーク事業者における技術者の育成は着実に進んでいるが、今後は必要に応じて設備を拡充し、ASP や CSP 等の事業者による利用をさらに促進することが必要である。また、国が特定の企業や技術に依存しない「中立な場」としての IPv6 に関する検証環境を継続的に提供することにより、インターネットにおける円滑な IPv4 アドレス在庫枯渇対応の促進に加え、我が国の成長戦略の一環としての IPv6 の普及・活用によるネットワーク産業の拡大が期待される。

さらに、IETF 等において標準化提案を行うことやテストベッドを海外の技術者が活用できるようにすることを含め、蓄積された知見を国外において活用することも我が国のネットワーク産業の発展のために重要である。

2 国際的な連携の強化

IPv4 アドレス在庫が枯渇し、インターネットの IPv6 対応を推進するという流れは、国際的にも必然のものとなっているが、IPv4 アドレス在庫枯渇への対応策として IPv6 対応を行う場合、インターネットの利用環境が急激に変化することが想定されることから、その時期や進め方については、国際的に協調することが望ましい。その実現のため、例えば、以下のような取組が考えられる。

(1) 諸外国への情報提供

我が国における先進的な取組について、積極的に諸外国へ情報提供することを通じ、国際的な整合性を確保しつつ IPv4 枯渇対応を推進することが求められる。

(2) IPv6 関連技術・ノウハウの海外展開

IPv4 枯渇対応・IPv6 対応に係る我が国の先進的な技術やノウハウについて、得られた知見や技術情報の提供に対するニーズは大きいと考えられる。

具体的には、アジア地域における連携の強化のためには、APEC-TEL や日 ASEAN の枠

組みでの IPv6 対応に関する協力を推進することが効果的であると考えられる。2008 年に日本と ASEAN の間で採択された「日本と ASEAN の情報通信分野における作業計画 2008-2009」において、IPv6 技術者育成の支援等、ASEAN との IPv6 に係る協力を総合的に推進することが合意された。これに基づき、2008 年 12 月に、IPv6 普及・高度化推進協議会を中心にしてマレーシアに我が国から技術者を派遣し、IPv6 機器の相互接続性に関する技術研修を実施しており、今後もこのような取組を引き続き推進することが必要である。

(3) 諸外国の取組状況の国内への情報提供

IPv4 アドレス在庫の枯渇対応を進めるに当たっては、国際的な整合性の確保や、国際競争力の強化の観点から、官民連携の下、諸外国の政府及び民間事業者において行われている取組に関する情報を入手し、適切に国内への情報提供を行うことが重要である。

3 電子政府、電子自治体の IPv6 対応の促進

政府及び自治体においても、インターネットを通じて全ての国民又は住民に対して公平にサービスを提供するため、電子政府・電子自治体システムの IPv6 対応を引き続き促進することが必要である。電子自治体システムにおける IPv6 対応に当たっては、システムを管理する行政側と、システムを構築し納入する民間側が連携して適切に対応することが重要であり、IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース、地方公共団体や地域の情報化推進を支援する（財）地方自治情報センター及び（財）全国地域情報化推進協会等に期待される役割は大きいと考えられる。

例えばクラウドネットワークを活用した新たな電子政府、電子自治体システムを構築する際には、IPv6 対応を念頭に置いて検討を行うことが必要である。

また、電子政府及び電子自治体システムの IPv6 対応を率先して行うことにより、民間における IPv6 対応を促進する呼び水となる効果も期待される。

第4節 今後の課題

今後、IPv4 アドレス在庫枯渇への対応の進展や、IPv6 を活用した「モノのインターネット社会」の進展を図る上で、以下のような課題が挙げられる。これらの課題の解決に向け、官民の適切な役割分担の下で取り組むことが必要である。

1 制度面の課題

制度面における課題として、例えば以下の課題が挙げられる。

(1) プライバシーとデータ保護に関する課題

IPv4 ではユーザーの機器に割り当てるIPアドレスは固定されず、動的に割り当てられることが一般的であったが、IPv6 では、IPアドレスが固定的に割り当てられる場合が多くなることが想定される⁴³。そのような場合には、IPアドレスはユーザーに紐付けられたプライバシー情報となりうることに十分配慮すべきである。

また、監視カメラ等のセンサーネットワークの利用や電子タグの利用等において、プライバシー保護について十分配慮することが必要である。その際、民間を中心に、行政を含めた関係者において広く議論されることが必要であり、その成果についても、広く公表されることが期待される。

(2) 新サービスが生まれた場合等の問題に関する課題

「モノのインターネット社会」においては、技術やサービスの変化が急速に起きることが想定されるが、その変化に対応する制度の確立が間に合わない可能性がある。さらに、インターネット上において提供されるサービスに関係する事業者が増加し、それらの関係が複雑になることにより、何らかの問題が発生した場合の問題解決が困難となることが想定される。従ってそれぞれの責任分界点や因果関係が分かるような仕組みや、効果的な問題の解決のための仕組みが必要である。

また、複数のセンサーネットワークを組み合わせて新サービスを提供した場合、センサー等の機器設置者(情報提供者)が想定していなかった利用法が生まれることがあり、そのような場合には、機器設置者、新サービス提供者、新サービス利用者の中で発生する権利関係を制度化等により整理することが必要となる場合がある。

(3) グローバル化における国際的な協調に関する課題

我が国が先行してインターネットの IPv6 対応を推進することは、ビジネス面で先行

⁴³ IPv6 では、IPv4 と同様に利用者に割り当てる IP アドレスを固定しない手法も存在する。

者利益を考えた場合に重要であるが、我が国独自の対応とならないよう、国際的な協調を取りながら進めて行く必要がある。

(4) 社会経済活動の基盤としてのインターネットの保全に関する課題

今後、インターネットは社会経済活動の基盤としてますますその重要性が高まることが想定されるが、同時に、社会的に影響の大きい防災、医療、エネルギー等の分野において、システム障害や事故等が発生した場合の影響も大きくなるため、対策が必要である。

2 利活用面・ビジネス面の課題

利活用面・ビジネス面における課題として、例えば以下の課題が挙げられる。

(1) 利便性の高いサービスの提供のための関係者による連携

複数のネットワークを組み合わせてサービスを提供したり、1つのネットワークを複数のサービスで利用したりするといった、より柔軟で利便性の高いサービスを低コストで実現可能とするため、関係者が足並みを揃えて IPv6 を活用したオープンなネットワークとしてサービスを提供することが必要である。

また、サービスの提供に当たっては、将来的にどのような端末やアプリケーション、サービス等における相互接続性を確保するため、共通の仕様やインタフェース等の条件を策定し、これらを適用することが有効である。

(2) 関係者による適切なコスト負担及び役割分担

「モノのインターネット社会」を実現する新しいサービスにおいて、どのような特性をもった通信が行われるか、現時点で全体像を予想することは困難であり、また、多数の機器がネットワークに接続されるようになると、例えば、コスト面の要因からセキュリティ機能が限定された機器が接続されることも想定される。そのため、ネットワーク全体のセキュリティ確保が困難になり、他のサービスの品質確保に影響を及ぼすおそれがある。

従って、ネットワーク事業者、アプリケーション提供事業者、機器提供事業者等の関係者は、サービスの品質を確保するために適切に連携し、責任分界点を明らかにした上でサービスを提供することが求められる。

(3) 情報セキュリティの確保、対策の推進

IPv6 によって NAT を介さない直接通信が可能となり、情報セキュリティ上の脅威が

高まる可能性があるため、これまで以上に情報セキュリティの確保に配慮することが求められる。また、実際に情報セキュリティの侵害への対応のための取組を通じ、情報セキュリティを確保する上で必要となるノウハウを蓄積することが求められる。

また、モノとモノの通信がインターネットを介して行われる場合、利用者が意図、管理しないところで通信が行われることで、保護されるべき情報が漏洩することが懸念されるため、モノとモノの通信であっても、それが誰の意思・許可に基づいて行われているのか（暗号化の判断も含む）を確認・管理する手段・対策が求められる。

(4) イノベーションの促進

「モノのインターネット社会」におけるイノベーションを促進するためにも、現在のインターネット同様、誰もが参画できるオープンな環境を維持することが求められる。

(5) 多数の機器を安価にインターネットに接続するための通信サービスの提供

多数のセンサー等の機器をインターネットに接続する場合、機器の数に応じて回線利用や IP アドレス割当て等に係るコストが増加し、それにより接続料金も増加することが想定される。そのため、例えば通信速度や利用可能なサービスを限定する等により、多数であっても機器を安価にインターネット接続することが可能なサービスの提供が求められる。

3 技術面の課題

技術面における課題として、例えば以下の課題が挙げられる。

(1) 研究開発の促進、標準化の推進

以下の課題に関する研究開発の促進及び標準化の推進が求められる。

- 情報セキュリティの確保、プライバシーの保護
- 異なる種類の機器間の相互接続性の確保
- 大量の機器がネットワークに接続された場合のルーティング、ネットワーク維持に要する負荷への対策
- トラフィック特性の変化⁴⁴への対策

⁴⁴ 例えば、従来の web アクセス等においては、アップロード（ユーザー端末からサーバーへの通信）よりもダウンロード（サーバーからユーザー端末への通信）によるトラフィックの方が多いが、センサーネットワークにおいては、アップロード（センサー端末からサーバーへの通信）がダウンロード（サーバーからセンサー端末への通信）の方が多くなるといった変化が考えられる。

(2) 国際協調・国際展開の推進

国際的なデファクトスタンダードの策定活動への参加やその支援、個別企業を超えた、共通の枠組みづくり、人材の育成等を通じ、国際協調・国際展開を推進することが求められる。

4 その他の横断的な課題

上記のほか、横断的な課題として、以下の課題が挙げられる。

- IPv4 アドレスの移転が可能となった場合の課題の検討等

IPv4 アドレスの移転ルールの策定に当たっては公正かつ透明な手続きの下で行われることが求められる。

また、これまで認められていなかった IPv4 アドレスの移転が可能となることにより、インターネットにおける IP アドレスの利用形態が大きく変化することも想定される。現時点ではどのような問題が生じるかを特定することはできないが、問題が生じた際に迅速な対応が可能となるよう、引き続き、官民において状況を注視することが必要である。

審議経過

1. 審議事項

IPv4 アドレス在庫の枯渇後も社会経済の重要インフラであるインターネットの利用環境を確保し、さらなる利便性の向上を図る観点から、IPv6 対応やその普及促進に関する具体策等について検討を行った。

2. 審議体制

総合通信基盤局長の研究会である IPv6 インターネットの利用高度化に関する研究会において審議を行った。研究会の構成員は別紙 1 のとおりである。

また、IPv6 インターネットの利用高度化に関する研究会では、IPv6 利用促進ワーキンググループ、IPv4 アドレス在庫枯渇対応に関する広報戦略ワーキンググループ及び IPv6 によるモノのインターネット社会ワーキンググループを設置し検討を行った。ワーキンググループの構成員は別紙 2、別紙 3 及び別紙 4 のとおりである。

3. 審議経過

■ IPv6 によるインターネットの利用高度化に関する研究会 審議経過

年月日		主な議事
2009年2月27日	第1回	① 事務局説明 ・インターネットのIPv4アドレス枯渇対応について ・検討の背景と課題等について ・ワーキンググループの設置 等 ② 構成員からのプレゼンテーション ・荒野構成員 ・高橋構成員
2009年4月10日	第2回	① 構成員からのプレゼンテーション ・荒野構成員 ・江崎構成員 ② IPv6 利用促進ワーキンググループからの報告 ・ワーキンググループ中間取りまとめ ・IPv6 対応サービスに係るガイドライン案 ・IPv6 対応技術に係るガイドライン案 ③ 事務局説明（中間取りまとめ骨子案等）

2009年4月27日	第3回	① 事務局説明（中間報告書案等）
2009年6月16日	第4回	① 事務局説明（中間報告書等）
2009年8月21日	第5回	① 事務局説明 ・検討課題 ・ワーキンググループの設置 等 ② 構成員／オブザーバーからのプレゼンテーション ・荒野構成員 ・会津構成員 ・(株) ウィルコム ・シスコシステムズ合同会社 ・吉田構成員
2009年12月2日	第6回	① ワーキンググループからの報告 ・IPv4 アドレス在庫枯渇対応に関する広報戦略ワーキンググループ取りまとめ ・モノのインターネット社会ワーキンググループ取りまとめ ② 構成員／オブザーバーからのプレゼンテーション ・ニフティ（株） ・立石構成員 ・荒野構成員 ・NTTコミュニケーションズ（株） ③ 事務局説明（IPv4 枯渇を取り巻く状況 等）
2009年12月17日	第7回	① 構成員／オブザーバーからのプレゼンテーション ・日本通信（株） ・荒野構成員 ・吉田構成員 ② 事務局説明（取りまとめ骨子案等）
2010年1月18日	第8回	① オブザーバーからのプレゼンテーション ・パナソニック（株） ② 事務局説明（取りまとめ案等）

■ IPv6 利用促進ワーキンググループ 審議経過

年月日		主な議事
2009年3月13日	第1回	① 事務局説明（検討事項等） ② 構成員からのプレゼンテーション ・寺田構成員 ・山下構成員

		・小野寺構成員
2009年3月25日	第2回	① 事務局説明 ・IPv6対応サービスに係るガイドライン ・IPv6対応技術に係るガイドライン ・論点整理 等
2009年4月1日	第3回	① 事務局説明 ・IPv6対応サービスに係るガイドライン ・IPv6対応技術に係るガイドライン ・中間取りまとめ案 等

■ IPv4 アドレス在庫枯渇対応に関する広報戦略ワーキンググループ 審議経過

年月日		主な議事
2009年8月25日	第1回	① 事務局説明（検討事項等） ② 構成員からのプレゼンテーション ・山下（達）構成員 ・内山構成員
2009年9月16日	第2回	① 構成員からのプレゼンテーション ・岸川構成員 ・木村構成員 ・榎本構成員 ・阿賀谷構成員 ・外山構成員 ・馬場構成員
2009年10月7日	第3回	① 構成員からのプレゼンテーション ・菊池構成員 ・田中構成員 ・橘構成員 ・三膳構成員 ・瀧塚構成員 ・永見構成員 ・木下構成員
2009年10月21日	第4回	① 構成員からのプレゼンテーション ・立石構成員 ・山下（良）構成員 ・濱口構成員 ② 事務局説明（取りまとめ骨子案等）
2009年11月9日	第5回	① 事務局説明（取りまとめ案等）

■ IPv6によるモノのインターネット社会ワーキンググループ 審議経過

年月日		主な議事
2009年9月3日	第1回	① 事務局説明（検討事項等） ② 構成員からのプレゼンテーション ・内山構成員 ・真崎構成員
2009年9月24日	第2回	① 構成員からのプレゼンテーション ・細川構成員 ・山下（達）構成員 ・三膳構成員
2009年10月14日	第3回	① 構成員からのプレゼンテーション ・笠原構成員 ・小畑構成員 ・高瀬構成員 ・丹波構成員 ・木下構成員 ② 事務局説明（取りまとめ骨子案等）
2009年10月21日	第4回	① 事務局説明（取りまとめ案等）

IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会 名簿

[構成員]

(敬称略、五十音順)

	会津 泉	多摩大学 情報社会学研究所 教授
	荒野 高志	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 理事
	依田 高典	京都大学大学院 経済学研究科 教授
	井筒 郁夫	社団法人 電気通信事業者協会 専務理事 (第5回から)
	今井 恵一	社団法人 テレコムサービス協会 政策委員会委員長
	江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
	熊田 和仁	財団法人 日本データ通信協会 情報通信セキュリティ本部 本部長
座長代理	國領 二郎	慶應義塾大学 総合政策学部 教授
座長	齊藤 忠夫	東京大学 名誉教授
	坂田 紳一郎	社団法人 電気通信事業者協会 専務理事 (第4回まで)
	高橋 徹	財団法人 インターネット協会 副理事長
	立石 聡明	社団法人 日本インターネットプロバイダー協会 副会長
	中村 修	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
	中村 正孝	一般社団法人 日本ケーブルラボ 所長 (社団法人 日本ケーブルテレビ連盟 理事)
	松村 敏弘	東京大学 社会科学研究所 教授
	吉田 清司	財団法人 電気通信端末機器審査協会 専務理事

IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会
IPv6利用促進ワーキンググループ 構成員名簿

[構成員]

(敬称略、五十音順)

主査	江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
副主査	中村 修	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
	会津 泉	多摩大学 情報社会学研究所 教授
	依田 高典	京都大学大学院 経済学研究科 教授
	内山 昌洋	パナソニックコミュニケーションズ株式会社 渉外企画グループ 参事
	榎本 洋一	ソフトバンクテレコム株式会社 サービス開発本部 本部長
	小野寺 好広	シスコシステムズ合同会社 日本研究開発センター シニアマネージャー
	小林 克巳	財団法人 日本データ通信協会 国家試験企画室長
	高瀬 晶彦	株式会社日立製作所 ネットワーク統括本部 主管 上席コンサルタント
	瀧塚 博志	ソニー株式会社 コアデバイス開発本部 スタンダードシステム開発部 担当部長
	立石 聡明	社団法人 日本インターネットプロバイダー協会 副会長
	田中 寛	KDDI株式会社 技術渉外室企画調査部 部長 (第3回から)
	鶴巻 悟	ソフトバンクBB株式会社 ネットワーク本部 技術企画統括部 企画開発部 担当部長
	寺田 昭彦	財団法人電気通信端末機器審査協会 日本IPv6認証センター長
	外山 勝保	インターネットマルチフィード株式会社 取締役 技術部長
	永見 健一	株式会社インテック・ネットコア 取締役 CTO
	松村 敏弘	東京大学 社会科学研究所 教授
	三澤 康巨	KDDI株式会社 技術渉外室企画調査部 部長 (第2回まで)
	山下 達也	NTTコミュニケーションズ株式会社 先端IPアーキテクチャセンタ 担当部長

IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会
IPv4 アドレス在庫枯渇対応に関する広報戦略ワーキンググループ構成員名簿

[構成員]

(敬称略、五十音順)

主査	江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
副主査	中村 修	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
	会津 泉	多摩大学 情報社会学研究所 教授
	阿賀谷 匡章	株式会社ジュピターテレコム 商品戦略本部 通信事業戦略部長
	依田 高典	京都大学大学院 経済学研究科 教授
	内山 昌洋	パナソニックコミュニケーションズ株式会社 標準化・渉外推進室 参事
	榎本 洋一	ソフトバンクテレコム株式会社 営業開発本部 副本部長
	小畑 至弘	イー・アクセス株式会社 専務執行役員 CTO
	笠原 秀一	株式会社ウィルコム 次世代事業推進室 事業推進G 課長補佐
	菊池 正郎	ソネットエンタテインメント株式会社 取締役 執行役員
	岸川 徳幸	NECビッグロブ株式会社 基盤システム本部 統括マネージャー
	木下 剛	シスコシステムズ合同会社 システムエンジニアリング&テクノロジー シニアディレクター
	木村 孝	ニフティ株式会社 経営補佐室 担当部長
	瀧塚 博志	ソニー株式会社 CD開発本部 UIシステム開発部 担当部長
	橘 俊郎	株式会社ケイ・オプティコム 総合経営本部 経営戦略グループ 部長
	立石 聡明	社団法人日本インターネットプロバイダー協会 副会長
	田中 寛	KDDI株式会社 技術渉外室 企画調査部 企画調査部長
	鶴巻 悟	ソフトバンクBB株式会社 ネットワーク本部 技術企画統括部 企画開発部 担当部長
	寺田 昭彦	財団法人電気通信端末機器審査協会 日本IPv6認証センター長
	外山 勝保	インターネットマルチフィールド株式会社 取締役 技術部長
	永見 健一	株式会社インテック・ネットコア 取締役 CTO
	濱口 和子	株式会社日立製作所 ネットワークソリューション事業部 主任技師
	馬場 達也	株式会社NTTデータ ビジネスソリューション事業本部 ネットワークソリューションBU 課長
	前村 昌紀	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 インターネット推進部 部長
	松村 敏弘	東京大学 社会科学研究所 教授
	三膳 孝通	株式会社インターネットイニシアティブ 取締役 戦略企画部 部長
	山下 達也	NTTコミュニケーションズ株式会社 先端IPアーキテクチャセンタ 担当部長
	山下 良蔵	一般社団法人 日本ケーブルラボ 部会担当部長

IPv6によるインターネットの利用高度化に関する研究会
IPv6によるモノのインターネット社会ワーキンググループ構成員名簿

[構成員]

(敬称略、五十音順)

主査 中村 修	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
副主査 江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
会津 泉	多摩大学 情報社会学研究所 教授
阿賀谷 匡章	株式会社ジュピターテレコム 商品戦略本部 通信事業戦略部長
依田 高典	京都大学大学院 経済学研究科 教授
内山 昌洋	パナソニックコミュニケーションズ株式会社 標準化・渉外推進室 参事
小畑 至弘	イー・モバイル株式会社 専務執行役員
笠原 秀一	株式会社ウィルコム 次世代事業推進室 事業推進G 課長補佐
菊池 正郎	ソネットエンタテインメント株式会社 取締役 執行役員
岸川 徳幸	NECビッグロブ株式会社 基盤システム本部 統括マネージャー
木下 剛	シスコシステムズ合同会社 システムエンジニアリング&テクノロジー シニアディレクター
高井 時雄	財団法人 日本データ通信協会 企画調査部 担当部長
高瀬 晶彦	株式会社日立製作所 ネットワークソリューション事業部 上席コンサルタント
丹波 廣寅	ソフトバンクモバイル株式会社 プロダクト・サービス本部 商品企画統括部 統括部長
永見 健一	株式会社インテック・ネットコア 取締役 CTO
林 一司	ニフティ株式会社 執行役員 IT統括本部長
細川 雅也	日本アイ・ピー・エム システムズエンジニアリング株式会社 システム基盤技術 ICP エグゼクティブITスペシャリスト
真崎 博司	ソニー株式会社 渉外部 技術担当部長
松村 敏弘	東京大学 社会科学研究所 教授
松本 佳宏	株式会社ケイ・オプティコム 通信サービス技術本部 計画開発グループ ネットワーク技術開発チーム チームマネージャー
三膳 孝通	株式会社インターネットイニシアティブ 取締役 戦略企画部 部長
森島 昌俊	株式会社NTTデータ 技術開発本部 SIアーキテクチャ開発センタ シニアエキスパート
山下 達也	NTTコミュニケーションズ株式会社 先端IPアーキテクチャセンタ 担当部長
山下 良蔵	一般社団法人 日本ケーブルラボ 部会担当部長