

3. 地方公共団体に求められる中長期対策指針

3.1. 社会における中長期的な状況の予測

3.1.1. IPv4 アドレス在庫枯渇の中長期的な影響の全体像

第3章では、IPv4 アドレス在庫枯渇の中長期的な影響と対策について考えていく。IPv4 アドレスの在庫は、その在庫プールの管理方法の関係から、IANA、RIR、ISP という順番で枯渇していくというのは、既に説明したとおりである。そして、アジア太平洋地域を管轄する RIR である APNIC においては、遅くとも 2011 年（平成 23 年）の第四四半期までには枯渇すると予想されている。

参考情報：

APNIC 自身による発表：<http://www.apnic.net/publications/news/2010/ec-statement>

JPNIC による関連発表：<http://www.nic.ad.jp/ja/topics/2010/20101215-02.html>

また、IPv4 アドレス在庫枯渇の対策として、世界的に IPv6 移行が進みつつあることも説明したとおりだが、短期的には IPv4 アドレスの延命を図るための提案等の動きも幾つかあり、IPv6 に切り替わるタイミングがいつ頃になるか、正確に予想するのは難しい状況である。

そこで、現在の状況のまま、大きな事象が新たに発生しないという前提で IPv4 から IPv6 へと切り替わっていく状況を予測したものが図 3-1 である。



図 3-1 IPv4 から IPv6 へ切り替わる状況の予測

これはあくまで諸般の状況を踏まえた予測にしか過ぎず、2013 年（平成 25 年）以降の時期においては、数年単位で状況の変化が前後する可能性がある。この線表のもとになる個別の状況について以下に記す。

- APNIC の発表にもあるとおり、2011 年（平成 23 年）後半には RIR の在庫は枯渇状態になると認識。
- ISP は早いものでは数ヶ月単位でアドレスの追加割り振りを受けているため、ISP によっては 2012 年（平成 24 年）前半にも在庫枯渇状態の事業者が現れる可能性が高い。
- 一方で、小規模 ISP で顧客がほとんど固定状態の場合や、大規模 ISP で既存のアドレスの使い回し等の余地が大きい場合には、数年単位での延命が可能なケースがあり得る。
- ISP において表面上は在庫が枯渇状態になったとしても、顧客側にプライベートアドレ

スを割り当てることでグローバルアドレスを節約する LSN（ラージスケール NAT）の導入やユーザー当たりの固定 IPv4 アドレスの準備率の引き下げ、ネットワークの段階的な拡張やサービスの入れ替え等の結果生じた虫食いの使われていないアドレスの回収利用、未利用アドレスの事業者間取引等により、IPv4 アドレスの捻出が可能な時期が一定の期間に渡って存在する。

- この期間中に捻出された IPv4 アドレスは、より需要の高い、ビジネス的価値の高いものに優先的に利用されていく。具体的には法人向けデータセンターサービス等に優先的に割り当てられると考えられる。
- それでもある時期以降、IPv4 の新規利用が不可能になる ISP が一定の閾値を超えると予想される時期が、中期的単位で存在する（数年レベル）。
- IPv4/IPv6 の混在時期を経て、IPv6 オンリー環境でも問題ないと事業者が考え始めたころから IPv4 利用の取りやめ、IPv6 への完全移行を目指す事業者が出てくる。これは 2 度目のシステム更改の時期を意識し、10 年単位でこのような状況が顕在化してくると予想される。ただし、残り続ける IPv4 利用者への対応をどうするかという問題もあり、事業者の対応はバラつく可能性も高い。

このようなシナリオに基づいて、IPv4 と IPv6 の切り替えが進行していくとしたとき、ユーザーにおいて予想される状況は以下ようになる。

- ISP からの法人・団体等向けの既存契約は 10 年単位でグローバル IPv4 のまま継続される（IPv6 対応するには、新たに IPv6 サービスの追加購入が必要となる。）。
- データセンターからの法人・団体向け契約は、IPv4 アドレス在庫枯渇後も新規契約向けにグローバル IPv4 で提供される可能性がある（数年単位で。ただし、IPv4 アドレスの在庫の枯渇度の状況により変わる。）。
- ISP から個人向けの既存契約は 10 年単位でグローバル IPv4 のまま継続される。引越し等で設備移転した場合でも、契約が継続していれば、そのままグローバル IPv4 で提供される。
- ISP からの個人向けの既存契約では、数年後より、時間帯によってインターネットが使いにくい事象が発生するかもしれない（ユーザー数に対する固定 IP アドレスの準備率が減らされ、混んでいる時間帯のアドレスが足りなくなるため）。
- ISP からの個人向けの新規契約では、法人よりも早くグローバル IPv4 からプライベート IPv4 へと変更される。ただし、プライベート IPv4 のサービスをすべての事業者が実施するとは考えにくいいため、IPv4 の新規利用が可能な ISP は限られたものとなってくる（グローバル IPv4 アドレスの在庫の枯渇に伴って、IPv4 での新規ユーザー獲得を停止する ISP も出てくる。）。
- IPv6 に関しては、2011 年（平成 23 年）4 月の NGN の IPv6 対応直後からサービスを開始する ISP は限られた事業者になると思われる。ただし、IPv4 アドレス在庫枯渇の

進展とリンクして、数年のうちには相当数の ISP が対応してくると考えられる。

- IPv6 でのサービスが浸透し、IPv6 での通信量が IPv4 での通信量を逆転したあたりから、IPv4 でのサービスを終了する事業者が出てくる可能性がある。こうなると既存のインターネットユーザーにおいても、IPv6 オンリーユーザーへの移行が求められることとなる。ただしこの時期は現時点では特定は難しく、10 年単位での活動となる。

これらの IPv4 や IPv6 に関する状況変化の結果、地方公共団体において考えられる影響としては、次のようなものになると思われる。

- 2011 年（平成 23 年）4 月以降、IPv6 に対応した一般ユーザー（地方公共団体にとっては、団体のホームページ等にアクセスしてくる住民・企業等）は、徐々にではあるが確実に出てくる。ただし、初期のユーザーは既存の IPv4 のサービスに加えて IPv6 が利用可能となる形態であり、IPv6 オンリーユーザーではないため、IPv4 のままでもサービスに支障はない。しかし、インターネットの仕様により、IPv4 と IPv6 の混在環境では、IPv6 が優先して使われるため、IPv4 通信への切り替えに時間がかかり、見掛け上、地方公共団体のホームページ等の反応が遅くなったように見えてしまう。
- IPv4 アドレス在庫枯渇後数年後には、プライベート IPv4 と IPv6 の併用や IPv6 オンリーのユーザーが出始める。事業者側の研究開発や検証作業の結果、プライベート IPv4 でもインターネット通信にはほとんど支障がないと考えられているが、一部の環境や一部のサービスにおいて何らかの問題が発生する可能性は否定できない。また IPv6 オンリーユーザーの場合には、IPv4 にしか対応していない団体のホームページ等へはアクセスできない事態が発生する。
- 今後、システムやサービスの一部をアウトソーシングする際などに、グローバル IPv4 アドレスを新規提供可能な業者が徐々に限られてくることで、調達対象の選択肢が狭まってくることになる。またアウトソーシング先との接続には、IPv6VPN 等の利用が必要となる可能性もある。
- 遠隔での医療・介護支援、児童や高齢者の見守りサービス、学校授業のデジタル化に伴う遠隔学習など、インターネットを利用した新たな住民サービスを展開する際に、新たな IPv4 アドレスを利用できず、必然的に IPv6 でしかサービス展開できなくなる可能性が高い。
- 現在でもルーター等のネットワーク接続機器や端末の OS 等は IPv6 対応がほぼ完了している。またオフィス用のネットワークプリンターでも上位機種では IPv6 対応が進んできている。今後、IPv6 利用が世の中に広まるにつれ、IPv6 に対応した機器やアプリケーション等は、種類、数ともにさらに増加してくると考えられるが、その一方で、IPv4 にしか対応しない古い設計の機器やアプリケーションが長期在庫となっている。地方公共団体が適切なタイミングで適切な製品や技術の導入を意識し、将来にわたって利用できる製品であることの確実な確認が必要になる。

- IPv6 の利用が一般化してくるとサービスを IPv6 に絞り込み、IPv4 でのサービスを取りやめる事業者も出てくると思われ、多くのユーザーは IPv6 のみの環境でも地方公共団体のサービスを受ける上で支障がない環境に移行していくと考えられる。ただし、依然として残り続ける IPv4 ユーザーへの対応は必要であり、IPv4 でのサービスを取りやめることが難しい状況が継続する。2011 年（平成 23 年）4 月以降、早期の段階で IPv6 ユーザーへの対応のため、システムを IPv6 化することが必要なのとは逆に、IPv6 での利用が一般化した後でも、残り続ける IPv4 のユーザーのためのサービスを継続することが必要となる。この状況は非常に長期間に渡って続くことになる。

以上を踏まえると、地方公共団体においては、IPv4 アドレスの庫枯渇対応として、次のようなポイントがあることが分かる。

表 3-1 地方公共団体における在庫枯渇対応のポイント

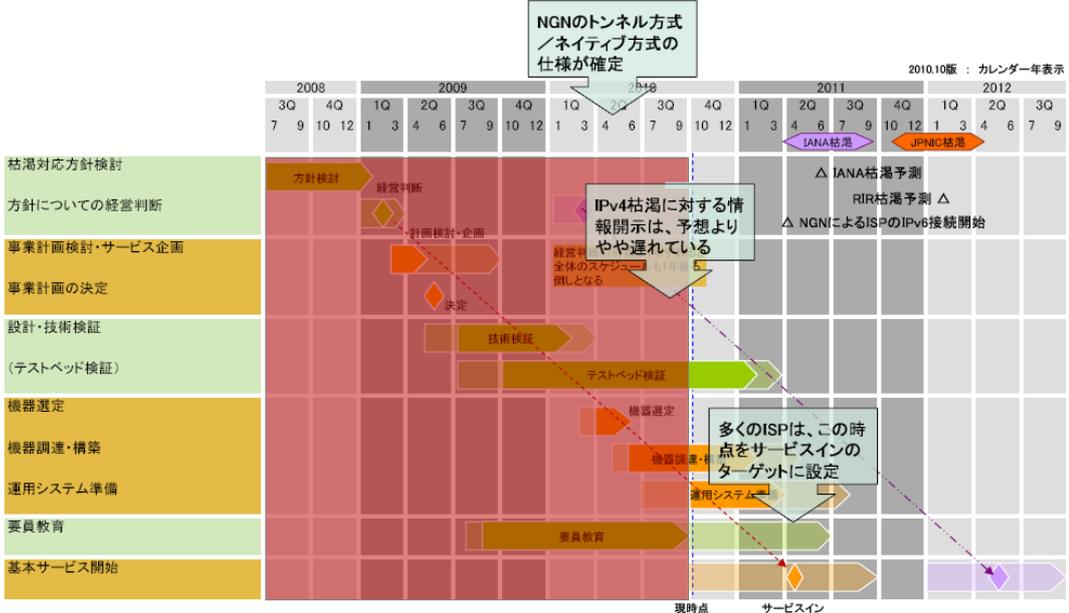
時期	課題	対応策	備考
短期	IPv6 対応ユーザーへの対応	フロントシステムの IPv6 対応 (実施すべき。)	第 1、2 章で 記述のとおり
中期	IPv6 オンリーユーザーへの対応	フロントシステムの IPv6 対応 (確実に実施すべき。)	
中期	プライベート IPv4 ユーザーへの対応	障害が発生しないことの検証	
中期	アウトソーシング先の選定	基本は IPv6 でのサービス展開 ※残り続ける既存 IPv4 ユーザー へのサービスをどう実現するかは 課題のまま残る。	
中期	新規の住民向けサービスの展開	IPv6 でのサービス展開の推進	
中期	古い機器の在庫処分への対応	調達仕様の IPv6 対応	
長期	残り続ける既存 IPv4 ユーザーへの対応	IPv6 でのサービスに加え、IPv4 でのサービスを維持する ※IPv4 サービスを取りやめる時期 については、現時点では判断は困 難	

3.1.2. 事業者等の対応ロードマップ

地方公共団体の IPv4 アドレス在庫枯渇対応を考える上で、事業者の動向を見極めることは重要である。NGN による IPv6 対応が始まる 2011 年（平成 23 年）4 月や RIR における在庫枯渇が予想される 2011 年（平成 23 年）末から 2012 年（平成 24 年）（後述のアクションプランの発表時の予測）を睨んで、IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースにより事業者向けのアクションプラン（対応ロードマップ）が発表されている。

アクションプランの進捗状況: ネットワーク関連(ISP)

-----> 推奨スケジュール
 - - - - -> デッドラインスケジュール

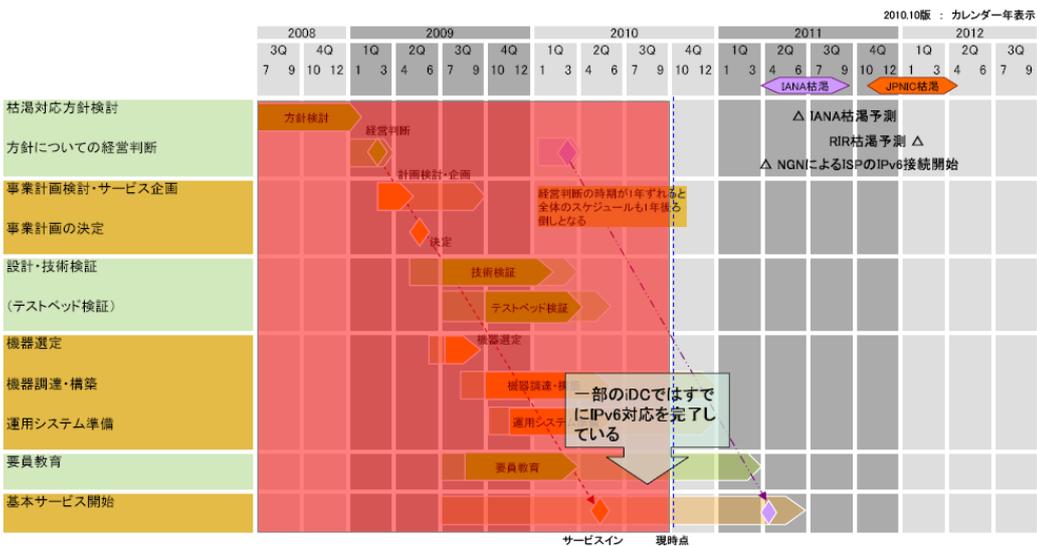


Copyright (C) 2009, 2010 Task Force on IPv4 Address Exhaustion, Japan

9

進捗状況: ネットワーク関連(IDC)

-----> 推奨スケジュール
 - - - - -> デッドラインスケジュール

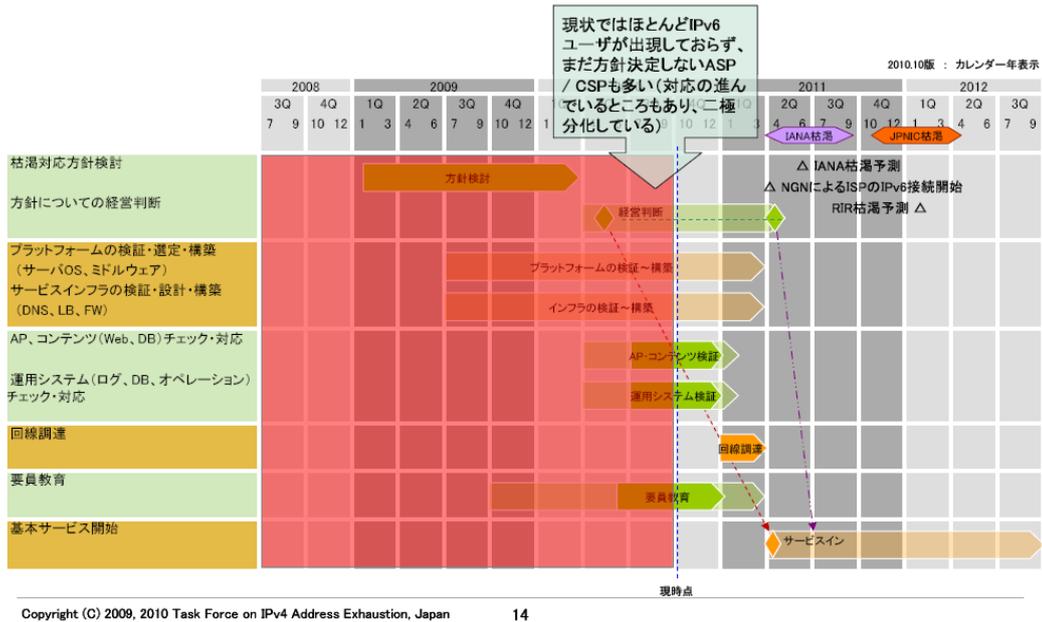


Copyright (C) 2009, 2010 Task Force on IPv4 Address Exhaustion, Japan

11

進捗状況: サービス(ASP/CSP)関連

-----▶ 推奨スケジュール
 -----▶ デッドラインスケジュール



Copyright (C) 2009, 2010 Task Force on IPv4 Address Exhaustion, Japan 14

図 3-2 IPv4 アドレス枯渇対応 アクションプラン 2010.10 版 (IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース)

IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォースのアクションプランでは、主に事業者向けということで、ISP や iDC、ASP/CSP (コンテンツサービスプロバイダー) 向けのマスターロードマップを提示することを目的としているが、それぞれの事業者の事情に応じつつも、おおむね 2011 年 (平成 23 年) 春から 2012 年 (平成 24 年) 半ばを目途に対応を進めるよう求めている。

図 3-2 は、アクションプランの中で合わせて発表されている 2010 年 (平成 22 年) 10 月初め現在の各事業者の全体的な進捗状況である。ISP に関しては、2011 年 (平成 23 年) 4 月の NGN の IPv6 対応開始に合わせて順調に準備が進んでいるようである。iDC については、一部の事業者は既に準備を完了し、いつでもサービスを開始できる状況にあるが、大部分の事業者は未だ様子を見ているという状況である。ASP/CSP はアクションプランでは 2011 年 (平成 23 年) 4 月を一つのターゲットとするよう求めているが、今はまだ IPv6 ユーザーがほとんどいないという現実の中で、対応の遅れが目立つ。ただし、Google や YouTube 等の海外の大手 CSP を中心に、先行的に IPv6 対応を進めているところも現れている。

これらは IPv6 対応の有無という観点でしか見ておらず、また 2011 年 (平成 23 年) から 2012 年 (平成 24 年) に向けての業界の全体的な状況しか示していないので、今後、中長

期に渡って個別のサービスの状況がどのようになっていくかは、今後 IPv6 ユーザーがどのように現れ、数を増やしていくかによって変わってくるものと思われる。ISP のサービスがどのようなスケジュールで変わっていくかは、既に「3.1.1.IPv4 アドレス在庫枯渇の中長期的な影響の全体像」において予想を示したとおりであり、こちらでは、iDC や ASP/CSP の今後のロードマップについて説明する。

iDC の場合、ネットワークの接続構成や利用技術などは ISP とほとんど同じである。したがって、技術や構成製品においては、ISP と同様に IPv6 利用のための準備は整っており、顧客の動向を見極めながら、いつから内部ネットワークを IPv6 に対応させ、IPv6 でのサービスを開始するか、ある意味その意思決定のみにかかっているとみえる。したがって、時系列にポイントを押しえていくと、次のようになると思われる。

- iDC の場合、企業や団体向けに直接に事業を行う場合だけでなく、ASP や CSP 等の事業者向けに事業を行う場合も多くある。このため、これらの IPv6 対応に先駆けて IPv6 対応することが求められる。
- 既に IPv6 対応を済ませている事業者もあるが、2011 年（平成 23 年）4 月の段階では、IPv6 対応済みのものは一部の事業者に留まると思われる。ただし、IPv6 対応ユーザーが開始すること、IPv4 アドレス在庫枯渇により追加のアドレス割り当てが受けられない等の事態が現実となり、2011 年（平成 23 年）から 2012 年（平成 24 年）に掛けて、多くの iDC が IPv6 対応を行っていくと思われる。
- 一方で IPv4 でのサービスがいつまで継続できるかということによって、サーバー用のグローバル IPv4 アドレスの供給能力は、ISP と同様に事業者によって大きく異なると考えられる。このため、新たな IPv4 アドレスの追加割り当てが受けられなくなった後、比較的短期間で、早ければ 2012 年（平成 24 年）の初めにも、IPv4 での新たなデータセンターサービス提供ができなくなる事業者が現れ始めると考えられる。iDC のようにサーバーを提供するサービスの場合、サーバーへのインターネットからの到達性を確保するためには、グローバル IPv4 アドレスの利用が必須であり、ISP のようにラージスケール NAT を入れて、IPv4 アドレスの使い回しを行うような方策を取ることができない。このため、事業者内における IPv4 アドレスの在庫の枯渇が、すなわち IPv4 での新規提供が不可能になる時期である。
- ISP と iDC を兼業している事業者や比較的大規模な事業者の場合、時期的には少し余裕があると考えられる。ISP と兼業している場合には、ISP 側で節約した IPv4 アドレスを iDC 側に転用することが可能であり、また従来は専用型サーバー（1 ユーザーでマシン 1 台を占有するため、ユーザーごとに IPv4 アドレスが必要）でのサービスを行っていたものを共用型サーバー（複数ユーザーでマシンを共有し、ユーザー数に対して必要とする IPv4 アドレスを節約できる。）にシフトしていくことで、IPv4 アドレスの消費スピードを減らすことができる。大規模 iDC の場合には共用型サーバーを利用する場合の節約効果が大きいので、延命効果は大きいと考えられる。ただし、それでも、IPv4

アドレスの在庫がいずれなくなるという事実が変わりはなく、数年単位で枯渇し、2010年代の半ばには、多くの事業者で新規の IPv4 でのサービスができなくなると考えられる。

- 2010年代半ば以降、事業者レベルでの IPv4 アドレスの在庫がなくなってからは、ユーザーに対して IPv6 でのサービス利用を求めざるを得なくなる。2011年（平成23年）から2012年（平成24年）の頃は希望するユーザーに対して IPv6 でサービスを提供するというスタンスだったものが、この頃には iDC からユーザーに対して IPv6 での利用を求めていくという状況が変わらざるを得なくなる。この頃にはインターネットを利用する一般ユーザーの環境も IPv4/IPv6 両方が使えるものが増えており、IPv6 のみでのサーバー提供でも影響は小さくなっていると考えられるため、混乱も限定的だろう。
- 2010年代半ば以降、サーバー側の環境が大きく IPv6 へ変化することで、インターネット全体が IPv6 へ完全移行するきっかけとなる可能性も大いに考えられる。

ASP/CSP の場合、その利用者である企業・団体や一般ユーザーの動向が大きく影響すると考えられる。したがって、時系列にポイントを押さえていくと、次のようになると思われる。

- 企業・団体にしろ、個人の一般ユーザーにしろ、既にインターネット回線を持っており IPv4 で接続しているユーザーは、当面は、率先して IPv6 環境へ移行するとは考えにくく、したがって、ASP/CSP に対しても特に IPv6 でのサービス提供を要求してくることは少ないと考えられる。
- しかし、現在でも個人の新規のインターネット契約数は年間 200~300 万回線もあり、ISP のビジネス戦略次第だが、このうちの多くが 2011年（平成23年）4月以降は、IPv4 に加えて IPv6 が利用できる契約になっていくと考えられる。これはすなわち、IPv6 対応ユーザーが少なからぬ数誕生していくことを意味しており、IPv6 オンリー環境ではないが、IPv6 優先環境にあるユーザーを ASP/CSP がどの程度意識して事業を行っていくかが大きなポイントとなる。事業者の場合、市場性や事業性が大きな判断材料となるため、IPv6 対応ユーザーが出たからと言ってすぐに IPv6 サービスに対応していくとは考えにくい。一定レベルの IPv6 アクセスが出てくれば考えざるを得ないと言っている事業者もあり、IPv6 対応ユーザー数の増加具合によっては、ASP/CSP 事業者自ら IPv6 対応していくタイミングが出てくるだろう。早い事業者では、2011年（平成23年）から2012年（平成24年）にも一部サービスから IPv6 対応を始めていくものも現れると考えられる。
- 一方、IPv6 オンリーユーザーは、2010年代半ばには本格化する可能性があり、それに合わせて ASP/CSP も IPv6 対応を本格化させる必要性が出てくるだろう。また、iDC でも説明したが、新規サービス用の IPv4 アドレス在庫は 2010年代半ばにはほとんど枯渇すると考えられるため、新たなサービスや事業を展開していこうと考えたときには、

IPv6 でしか展開できないという状況も発生してくると考えられる。

- したがって全体としては、IPv6 ユーザーの推移を見守りながら、早いものでは 2011 年（平成 23 年）から 2012 年（平成 24 年）にも対応を始め、2010 年代半ばには本格的に IPv6 対応が行われると考えられる。

3.1.3. ユーザーの IPv6 移行

地方公共団体の場合、住民向けにサービスを提供する事業者の立場と、外部の ASP 等を利用する利用者の立場の両方の側面を持っている。このうちここでは、住民向けにサービスを提供する事業者の立場として、サービスを提供する対象である住民・企業等のインターネットの一般ユーザーが、IPv6 にどのように対応していくかを見ていく。

IPv4 から IPv6 へと移行していく予想の全体的な状況については、既に「3.1.1.IPv4 アドレス在庫枯渇の中長期的な影響の全体像」に示したとおりである。そのシナリオをもとに、一般ユーザーがどのように IPv6 移行していくかをまとめると次のようになる。

- 2011 年（平成 23 年）4 月に ISP が IPv6 に対応した以降も、既存のユーザーの多くは特に環境の切り替えを行うことはなく、IPv4 のまま使い続ける。
- 現在でも毎年 200～300 万件はある新規のインターネット利用ユーザーについては、少なくない数が IPv4 に加え、IPv6 を使える環境となる可能性が高い。これは年を経る程に割合的にも増加していく。したがって、2011 年（平成 23 年）4 月以降は、100 万人単位の IPv6 対応ユーザーが毎年現れることになる。
- 2010 年代半ばには、グローバル IPv4 アドレスを新規供給できる ISP も限られた数となり、新規契約の主な形態はプライベート IPv4 と IPv6 の併用又は IPv6 オンリーとなると思われる。いずれにしても、ほとんどの新規ユーザーは IPv6 優先環境となり、一部は IPv6 オンリー環境になり始める。
- 企業などの場合、最初は自社の外部向け公開サーバーなどから IPv6 化を進めると考えられる。内部のイントラネットやそこで使われる端末システムの対応の優先順位はその後であり、ユーザーとしての企業の IPv6 対応も比較的ゆっくりしたものになると考えられる。一方で、本緊急対策と同様に、企業においても、調達仕様の IPv6 対応化や内部と外部の環境の違いに対するセキュリティーの評価、IPv6 へ切り替わるタイミングを意識したアドレス設計における最適化計画の策定などは短期対策としても求められるものであり、中期的には内部システムを含めた IPv6 の本格稼働が求められることになる。このため、2010 年代半ば以降、企業システム全体を IPv6 対応する動きも本格化する可能性がある。またそれに先だって、早い企業では 2012 年（平成 24 年）～2013 年（平成 25 年）頃より IPv6 対応を順次開始するところも出てくるだろう。これはすなわち、ユーザーとしての企業として、2012 年（平成 24 年）頃より IPv6 対応が始まる可能性があるということである。
- これらを踏まえると、地方公共団体にアクセスしてくるユーザーとしては、2011 年（平

成 23 年)にも IPv6 対応ユーザーは全国で 100 万件単位で現れ、2010 年代半ばには IPv6 オンリーユーザーや IPv6 企業ユーザーによるアクセスが本格化する可能性が高いということになる。

3.2. 地方公共団体のネットワークを取り巻く外部環境の変化

この節では、地方公共団体のシステムやネットワークを取り巻く外部環境について考える。これまで説明してきた、IPv6 対応ユーザーや IPv6 オンリーユーザーの出現、システムを使った新たな業務に対して十分な IPv4 アドレスがもらえないというのは、確かに、地方公共団体に対して IPv4 アドレス在庫枯渇対応や IPv6 対応を迫る要因の一つである。しかし、地方公共団体のシステムやネットワークが繋がる相手先が IPv6 に対応した場合には、より直接的な影響が発生する可能性がある。あるいは、相手に合わせて、IPv6 対応をさらに急がなければならなくなる可能性もあると言える。

したがってここでは、地方公共団体のシステムやネットワークが繋がる相手先が、今後、IPv6 対応をしていく可能性について考察する。以下では、それぞれの外部環境ごとに項目を立てて考察を行うが、住基ネットに関しては、既に 2018 年（平成 30 年）まで IPv4 でシステムを維持していくと決定していること、完全な閉域網であり IPv4 アドレス在庫枯渇に晒されているグローバルインターネットを意識する必要がないことから、ここでは取り上げないこととする。

3.2.1. 総合行政ネットワーク（LGWAN）

3.2.1.1. LGWAN の IPv6 化の必要性

LGWAN は、すべての地方公共団体の市内 LAN を相互に接続するネットワークであり、グローバル IPv4 アドレスで構築されている。したがって、IPv4 アドレス在庫枯渇の影響を直接受けることとなる。今後、LGWAN で使用する IPv4 アドレスの在庫が枯渇すると、新たな IPv4 アドレスの割り振りを受けることができなくなり、必然的に IPv6 の対応が迫られることになる。

現在、LGWAN の接続団体数は、市町村合併等によりピーク時の半分強となっており、その分の余裕が生じている。このため、特段の大きな環境の変化が生じない限り、LGWAN については、IPv4 アドレスの在庫の枯渇は差し迫った問題ではなく、IPv4 のままで運用することは可能である。

しかし、LGWAN-ASP の普及拡大に見られるように、地方公共団体における ICT 化の波は、LGWAN の IPv4 アドレス在庫枯渇を早める可能性がある。

(1) IPv4 アドレス消費の新たな要因

まず一つの大きな要素は、コンビニエンスストアにおける証明書等の交付サービス(コンビニ交付サービス)である。これは 2010 年（平成 22 年）2 月から開始され、住民基本台帳カードを利用して、住民票の写し・印鑑登録証明書をコンビニエンスストアで取得できるというものである。2009 年（平成 21 年）度には 3 団体、2010 年（平成 22 年）度には 38 団体がこれに取り組んでいる。コンビニ交付サービスでは、サービスを提供する市区町村ごとに、サーバー等のための IPv4 アドレスを新たに必要とする。そのため、今後、このサ

ービスに対応する団体が増えてくると、非常に速いスピードで IPv4 アドレスを消費する可能性がある。

もう一つの要素は、最近話題になることの多いクラウドコンピューティングである。

クラウドコンピューティングは、仮想化やグリッド等の技術を利用して、インフラ、プラットフォーム、ソフトウェア等のネット上のリソースを複数のユーザーで共有利用し、必要となしのみ必要な処理能力を利用することができるため、コンピュータの保有や利用に伴う無駄やコストを大幅に削減することができるという特徴を持っており、多くの企業ユーザーから注目を集めている。

業務の効率化やコスト削減は地方公共団体にとっても大きな課題であり、これらのニーズを満たすため、2009年（平成21年）度から総務省の自治体クラウド開発実証事業として、北海道、京都府、徳島県、佐賀県、大分県及び宮崎県が、2010年（平成22年）度には、LASDECの自治体クラウド・共同アウトソーシング移行促進事業として、留萌地域電算共同化推進協議会、福井坂井地区広域市町村圏事務組合及び奈良県基幹系システム共同化検討会が、そのほかにも、神奈川県町村情報システム共同化推進協議会、福岡県糟屋南部3町等が自治体クラウドに取り組んでおり、参画市町村数は100を超えている。

クラウドコンピューティングを実現するためには、物理的なシステム環境を仮想化技術によって多数の仮想マシンに分割し、それぞれにシステム全体を構成するためのサービスソフトウェアやアプリケーションソフトウェアを分担して載せることになる。ユーザーに対してサービスを提供する形態により、IaaS（仮想マシン等のシステム基盤のレベルでサービスを提供する形態）、PaaS（アプリケーション基盤のレベルでサービスを提供する形態）、SaaS（アプリケーションサービスそのものを提供する形態）と言われるような複数の形態が存在するが、いずれの場合にも、管理やセキュリティ上の理由から、ユーザー毎に利用する仮想マシン群は分けて提供され、それぞれにIPアドレスが必要となるのが普通である。すなわち、サービスに必要な処理能力とサービスの数とユーザーの数の積に比例して、仮想マシンの数が増加することになる。

クラウドタイプのLGWAN-ASPサービスが増加し、利用団体が増えれば、システム全体で必要となるIPアドレスは急激に増加する可能性がある。LGWANで利用可能なIPv4アドレスは現時点では余裕があるが、クラウドタイプのLGWAN-ASPサービスの展開次第では、IPv4アドレスの在庫は一気に消費されるおそれもある。

このような状況にならないよう、ユーザーからのアクセスを集約するゲートウェイを設け、実際に処理を受け持つ仮想マシンにはプライベートIPv4アドレスを割り当てる方法も考えられるが、ゲートウェイが処理上のボトルネックとなる可能性もあるため、IPアドレスの節約等の明確な理由がない限り、強制することはできない。むしろ、IPv6の広大なアドレス空間を利用することで、フラットかつスケラビリティの高い設計とする方が、クラウドコンピューティングの利用や展開には有効であろう。

(2) IPv6 への対応ニーズ

本ガイド作成に先立ち実施した団体へのヒアリングやアンケートでは、「既に IPv6 に対応しているので LGWAN が対応すれば IPv6 での運用を開始する。」「LGWAN は IPv6 に対応すべきである。」といった意見があった。さらに、調査研究委員会においても、「新たな情報通信技術戦略」等を意識した LGWAN の IPv6 対応を望む声があった。

また、本ガイドの発行を契機に、今後多くの団体で IPv6 への対応が進められることとなる。その際、LGWAN が IPv6 に対応していなければ、LGWAN との接続のために IPv4 を残さざるを得なくなる。国の方針に基づき、電子自治体のさらなる推進に取り組んだ団体に、IPv4 と IPv6 の両方を運用するコストを強いることは極力避けたいところである。

さらに、民間のクラウドサービスでは IPv6 対応が進んできているが、LGWAN が IPv6 に対応していなければ、サービス提供者に対し、LGWAN 上でのクラウドサービスの提供に IPv4 への対応を強いることになる。地方公共団体の業務用システムの中には、住民の個人情報等を含むこと等の理由から、インターネット上のクラウドサービスの利用に適さないものもあり、LGWAN 上でのクラウドサービスの参入障壁になりかねない。

このように、今後の状況次第ではあるが、LGWAN で利用する IPv4 アドレスの在庫が枯渇すれば、必然的に IPv6 対応せざるを得なくなる。その対応の時期や方法については、LGWAN の構成の見直し時期や、個々の団体において調達している LGWAN 接続のための機器の更新時期といった諸事情を踏まえ、LGWAN 運営協議会で決定されることになる。しかし、先に挙げたように、LGWAN の IPv4 アドレスの在庫が枯渇すれば、コンビニ交付サービスや自治体クラウドサービスへ参入できなくなることや、団体や LGWAN-ASP のニーズやシステム改修に係る期間等を鑑み、在庫が枯渇してからでなく、その前のできるだけ早い段階で、枯渇予測を踏まえた IPv6 への対応の検討と関係者への周知が求められるところである。

なお、LGWAN の機器の仕様については、既に IPv6 対応を条件としてきていることから、IPv6 の対応が必要となった時にも、基本的にアプリケーションレベルでの対応で対応可能なようになっている。

3.2.1.2. LGWAN 用のテストベッド構築の提案

LGWAN に関して、運営協議会による現状での結論は、次回の更改については IPv4 でいくというものである。しかし上記で説明したように、次回と次々回の間にも、LGWAN 内部の IPv4 アドレス在庫枯渇により IPv6 対応を考えざるを得ない場面が出てくる可能性がある。

また、今回実施したアンケートでは、LGWAN の IPv6 対応について注目しているとの意見も幾つかあった。地方公共団体の内部システムと直接接続する存在である LGWAN がど

のように IPv6 に対応していくかは、各団体にとっても気になるところのようである。

第 1 章及び第 2 章において説明した緊急対策では、地方公共団体の内部システムについては、今後の調達仕様で IPv6 対応を指定することとアドレス設計における最適化計画について取り組むことを述べるにとどめており、内部システムそのものの IPv6 化の実施には触れていない。しかし中長期の状況を考えると、フロントシステムは IPv6 対応、内部システムは IPv4 のみという分離されたままの状況を維持し続けるのは適切とは言えない。したがって、IPv6 化を意識したアドレス設計における最適化計画により、適切なタイミングで内部システムの IPv6 化を図っていく必要がある。

「2.6.3.システムの IPv6 対応に向けての検証環境」でも述べたとおり、既存のシステムをリプレースしたり、新たなシステムを導入しようとしたりする場合、新しいシステム環境が設計どおりに不具合なく動作するか、既存のシステムに悪影響を与えないか、想定外の問題を起ささないか等について、事前に検証することが重要である。このことは、地方公共団体の内部システムの IPv6 化と LGWAN の IPv6 化の双方に言えることであり、そうであれば、それぞれの本格的な IPv6 化に先立って、限定的なテストベッド環境を設け、双方の目的に従って事前に検証できるようにすることが望ましいと考えられる。これは LGWAN そのものの IPv6 対応とは独立して、限定的に実施できることであり、中長期対応の一環として先行して取り組まれることが必要と考えられる。

3.2.2. 都道府県等の情報ハイウェイ

現在、多くの都道府県において情報ハイウェイが整備されており、LGWAN とは別に、都道府県と市区町村の間、あるいは都道府県内の市区町村間の通信やアプリケーション等に利用されている。その中には、各団体間の連絡や共通アプリケーションの利用だけでなく、地域内／地域間の医療情報連携や防災通信のインフラとして利用されたり、過疎地域のブロードバンド整備のための幹線として利用されたり、市区町村から ISP に接続するための足回り回線として使われたりと様々な利用がされている。

都道府県の情報ハイウェイを IPv6 で構築・運用している例は、今のところ岡山県のみで、IPv4 アドレス在庫枯渇対策について本格的な検討を進めている都道府県もほとんどない状況である。

しかし、山間地（過疎地と重なることが多い。）での地デジ難視聴対策の一つとしてブロードバンドによる IP 再送信（IPv6 による IPTV 方式）が実施されていること、防災無線に代わるブロードバンド経由での防災放送などで IPv6 によるマルチキャスト放送が適していること、遠隔医療・介護支援や児童・高齢者の見守りなど、今後新たに増えていくと思われるアプリケーションに対して IPv4 アドレス在庫枯渇後は IPv6 による展開しか考えられないことなど、今後、地域において IPv6 の必要性が高まっていくと思われるが、これらは正に情報ハイウェイにおけるアプリケーションの利用とも重なるものである。したがって、

現在は IPv6 対応の検討すらほとんど行われていない状況にあるが、地域住民へのサービスの維持を考えた場合、情報ハイウェイの IPv6 対応は今後必要性が高まっていくものと考えられる。

また、市区町村においては、直接に ISP と契約し、接続しているものも多いが、都道府県の情報ハイウェイ経由でインターネットへ接続しているケースも多くみられる。このため、情報ハイウェイが IPv6 対応することにより、当該都道府県内の市区町村も IPv6 化が容易になると考えられる。

3.2.3. 地方公共団体向けクラウドサービス

「3.2.1 総合行政ネットワーク (LGWAN)」でも述べているが、今後、地方公共団体向けのアウトソーシングサービス/ASP サービスについては、クラウドタイプのものへと移っていく可能性が高い。これは LGWAN-ASP に限った話ではなく、インターネットや専用線経由で地方公共団体向けに事業者が直接展開しているサービスも同様である。これらについては既に述べたとおり、2010 年代半ば以降は IPv4 でのサービス展開が困難となり、必然的に IPv6 でのサービスに移らざるを得ない。

地方公共団体にとってはコスト削減の必要性から、既にシステムのアウトソーシングや共同化は進みつつある傾向にあり、クラウド化の流れはこれをさらに後押しすることにもなるが、これらが IPv6 へ移行することで、地方公共団体側も必然的に IPv6 対応を図らざるを得ない状況になっていく。調達条件として IPv4 での提供を義務付けたとしても、新規に IPv4 でのシステム提供が可能な事業者は限られたものとなり、やはりあるタイミングで、IPv6 を主に利用する形態に移らざるを得ないターニングポイントがやってくる。なお、この場合のクラウドシステムは、地方公共団体の内部事務に深く根ざしたものであると考えられるので、地方公共団体側も内部システムのレベルで IPv6 化の取り組みが必要となることであろう。

3.2.4. その他

これまでの説明で述べたこととも重複するが、医療過疎地の問題や地域の高齢化の問題の解決策の一つとして、遠隔での医療や介護支援、児童や高齢者の見守りなどにネットワークシステムを活用しようという動きが各地で見られる。また屋外の防災無線を補助するものとして、各家庭に引かれたブロードバンド回線を利用した防災端末の設置も徐々に広がりつつある。しかし、IPv4 アドレス在庫枯渇によって、新たなグローバル IPv4 アドレスが利用できなくなると、これらの住民支援のサービスを IPv6 で展開する必要性が出てくる。これは都道府県の情報ハイウェイを利用する場合だけでなく、地方公共団体が独自にサービス展開する場合でも同様である。ISP 等による IPv4 アドレスの使い回しで、在庫枯渇後数年は新たな IPv4 アドレスが供給可能だったとしても、それにも限りがあり、2010 年代半ば以降には地方行政による新規の住民向けサービスは IPv6 で展開せざるを得ない状

況がやってくると考えられる。

3.3. 地方公共団体のシステム及びネットワークの中長期的な対応

3.3.1. ロードマップ

ここでは、第1章、第2章で述べた緊急対策や、第3章でここまで述べた中長期の社会的影響や外的環境の変化を踏まえ、地方公共団体として中長期のレベルでは何をする必要があるかについて論じる。実施すべき内容の項目を以下に列挙する。

- ・緊急対策（短期対策）
- ・アドレス設計における最適化計画を踏まえた内部システムの IPv6 対応
 - ▶ 外部との何らかの連携のあるシステム
 - ▶ 完全に内部に閉じたシステム
- ・新規の住民サービス関連システムの IPv6 での整備

以下、それぞれについて説明する。

3.3.1.1. 緊急対策（短期対策）

緊急対策として実施した、フロントシステムの IPv6 対応、調達機器の IPv6 対応、セキュリティについての内部システムの対応方針検討、アドレス設計における最適化計画については、中長期においても引き続き実施し、さらに対応品質を高める必要がある。

フロントシステムの IPv6 対応については、緊急対策の実施方法次第では、より恒久的な対策に変えていく必要がある。例えば、既存システムにはほとんど手を付けずに、トランスレータのみで対応を図った場合には、フロントシステムの本格的な IPv6 対応について検討・実施していく必要がある。

調達機器の IPv6 対応についても、セキュリティの検討や最適化計画を踏まえ、今後のシステムの在り方、構築方針等に則り、より適切なレベルでの条件記述に向けて内容の見直しが必要である。

セキュリティの検討や最適化計画については、内部システムの IPv6 対応を前提に検討を行い、その実施進捗を確実に管理していくことが必要である。

3.3.1.2. アドレス設計における最適化計画を踏まえた内部システムの IPv6 対応

(1) 外部との何らかの連携のあるシステム

中長期において一番大きな作業は内部システムの IPv6 対応である。大まかな作業を以下に列挙する。

- ・アドレス設計における最適化計画に基づく IPv6 対応範囲の特定
- ・IPv6 化対象範囲のうち、個々の要素の IPv6 対応方法の確認（ハード及びソフト）
- ・そのままでは IPv6 化が困難なものについての対策の検討
- ・IPv6 化により予想される影響と対策の検討
- ・システム設計、アドレス設計

- ・システム構築、アプリケーション改修
- ・動作検証

(2) 完全に内部に閉じたシステム

地方公共団体の内部システムの IPv6 対応を考える中でも、完全に内部に閉じたシステムについては、検討対象外として良いであろう。これにより、既存のアプリケーションの改修に関する不必要なコストを排除することができる。

ただし、このことは、新規技術の導入を排除している話ではない。逆に既存のシステムや環境に依存することによって、古い設計のシステムを維持することになり、かえって高いコストを払い続ける必要がある場合もある。したがって、IPv6 化を必須とする必要はないが、常に最適なシステムの在り方を意識して見直していくことは必要である。

3.3.1.3. 新規の住民サービス関連システムの IPv6 での整備

地方公共団体が住民向けに新規のシステム・サービスを行おうとする場合、IPv4 アドレスの在庫が枯渇し、ISP や iDC 等からもグローバル IPv4 アドレスの供給が受けられなくなったときから、IPv6 でサービス展開するしかなくなる。しかし、それより前の時点であっても、対象が住民である場合には、フロントシステムの IPv6 対応と同じ理由により、やはり IPv6 を含むサービスとして展開する必要が出てくる。つまり、今後新たに展開を始めるサービスに当たっては、IPv4・IPv6 両方でサービスを行うべきで、IPv4 アドレス在庫枯渇後は IPv6 でサービスを行うしかないということになる。

3.3.2. コストの試算

システムの IPv6 対応のコストの試算に当たって考えるべき要素を以下に列挙する。

- ・設計コスト
- ・調達コスト（ハードウェア、ソフトウェア、回線）
- ・構築コスト（開発、構築、テスト）
- ・運用コスト（システム保守運用、回線）

現状、ネットワーク機器のハードウェアについては、IPv6 対応が進んでおり、IPv6 対応だからと言って、特別に高額ということはなくなりつつある。しかし、それ以外の要素についてはそうとも言い切れない。今のところ、IPv6 での本格的なシステム展開をしているところは、事業者においても、企業・団体等においてもほとんどないため、多くのシステムインテグレーターやベンダーは、IPv6 に関する十分な経験を積んでいない状態である。

このため、本格的な IPv6 システムの導入を考えると、システム設計においても、ネットワーク機器以外のハードウェアやソフトウェアにおいても、システムの構築や運用におい

でも、従来以上に手探りの要素が含まれ、工数が増加すると考えられるため、コストは増加すると考えるのが一般的である。ヒアリング調査の結果としては、IPv6に対応したシステムを構築しても、構築コスト、運用コストともに、IPv4 のみの場合とほとんど変わらないというコメントが得られているが、まだまだ IPv6 の適用範囲や利用は限定的であり、本格的な IPv6 システムにおいても同様の結果となるかは、見極めが難しい状態である。

回線に関しては、2011 年（平成 23 年）4 月以降、ISP の IPv6 サービスが開始されるが、法人・団体向けメニューにおいては、当初は需要の少なから多少割高な料金が設定されると推測される。既存の契約 ISP に特別に要求して IPv6 サービスを提供してもらう場合には、さらに高額になる可能性もある。

ただしこの状況は、2011 年（平成 23 年）以降、IPv6 のユーザーが増えるに従って徐々に改善され、中期的には大きな違いはなくなるものと考えられる。特に事業者レベルで IPv4 アドレスの在庫の枯渇が見えて来てからは、逆にグローバル IPv4 を提供することの方が困難であり、コストのかかることであるため、IPv4 を割高にする理由はあるとしても、IPv6 を割高にする理由はない。IPv6 システムの普及により他の要素、設計コスト、構築コスト、運用コストなども、ほとんど差がなくなると考えられる。

したがって、中長期のレベルで考える分には、コストは特に余計には掛らないという前提で考えていっても良いであろう。

3.4. IPv6 を活用した電子自治体サービスの参考事例

本ガイドでは、主として IPv4 アドレス在庫枯渇対策としての IPv6 対応について触れているが、IPv6 を利用することによって、IPv4 の代替ではない IPv6 ならではの機能を活かしたシステム活用も可能である。ここでは、実験や実運用等で使われている IPv6 を利用した電子自治体サービスについて、IPv6 活用の参考事例として紹介する。

3.4.1. 岡山情報ハイウェイの事例の紹介

岡山県が整備・運用する県レベルの高速ネットワークで、県の行政ネットワーク、市町村の行政ネットワーク、民間 ISP 等が接続しており、IPv4/IPv6 でのサービスを行っている。

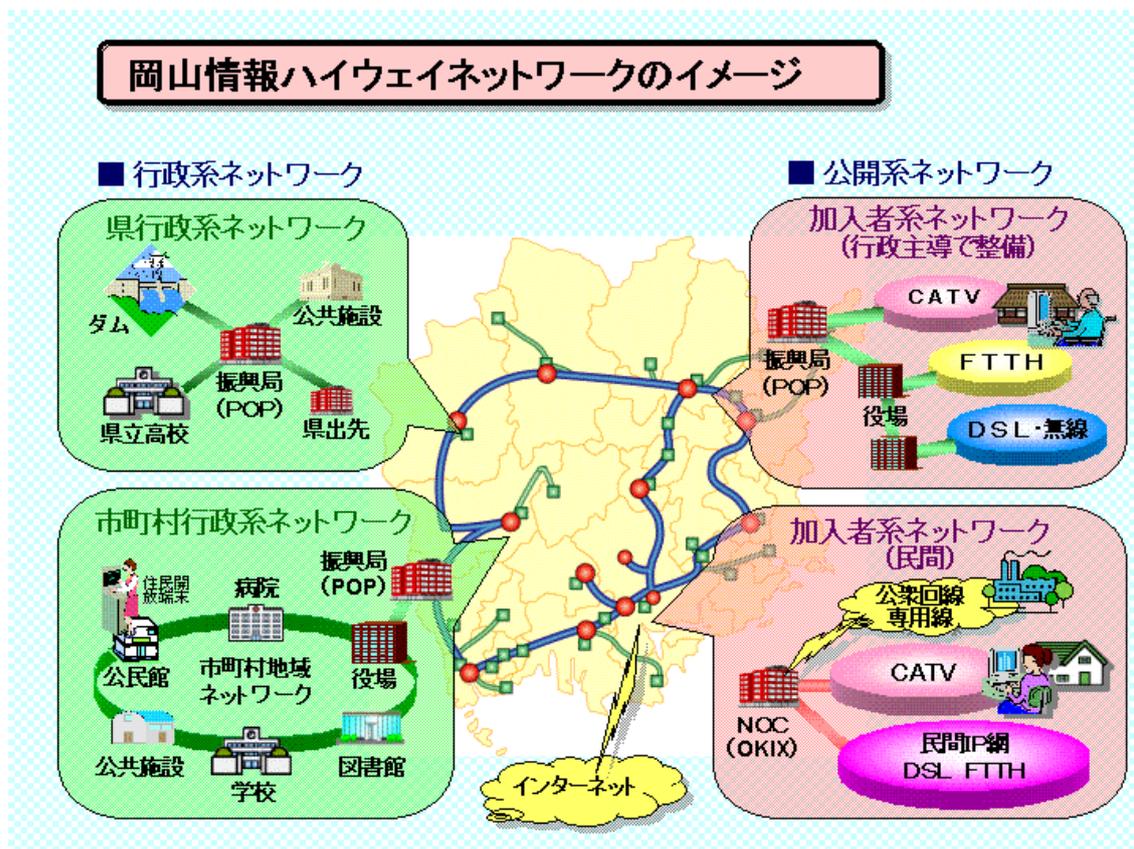


図 3-3 岡山情報ハイウェイ概要図（岡山県ホームページより）

情報ハイウェイは、県内の 27 市町村のすべてを光ファイバーで接続しているが、そのすべてが IPv6 で繋がっているわけではなく、IPv6 接続しているのは倉敷市、鏡野町、美咲町の 3 市町である。一方、情報ハイウェイに繋がっている ISP はすべて IPv6 対応しており、情報ハイウェイ自身は市町村が ISP に接続するための足回り回線にもなっているため、IPv6 接続している市町については、市町－情報ハイウェイ－ISP という経路において、す

べて IPv6 で通信可能である。これは市町村にとってみれば、県の情報ハイウェイが IPv6 のプロバイダサービスをしてきているようなもので、情報ハイウェイに繋がれば簡単に IPv6 対応ができるため、市町村の IPv6 導入に際して技術的敷居を下げるという点で大変効果的である。

また、この県の取り組みと呼応して、倉敷市では、防災スピーカーや気象センサーネットワークを IPv6 ネットワークで展開しており、マルチキャスト通信や P2P 通信（Web サーバー等のサーバーを必要とせずに、端末同士が直接に相互通信する方式）の利点を生かして、災害時の現場状況のいち早い把握や災害情報の住民向け伝達に役立てている。

3.4.2. その他の事例紹介

その他、地方公共団体で IPv6 を利用した事例としては、東京都の施設・設備系ネットワークの IPv6 化、IPv6 移行実証実験における各種取り組みなどがある。

東京都の施設・設備系ネットワークの IPv6 化では、IPv6 を利用することで都庁舎内の電源、空調、照明、エレベーター等の設備の状況を遠隔で一括監視できるようにしている。一つのビルを丸ごと監視するためには、センサーの数は数万点にも及ぶ数が必要と言われており、これらを IPv6 を活用することによって実現している。

また、IPv6 移行実証実験において比較的多かったのは、映像配信をベースとした実験である。遠隔授業での映像配信、あるいは地域の防犯カメラの映像の監視配信などで、マルチキャストや P2P 通信といった IPv6 と親和性の高い通信方式により、新たな住民向けサービスの可能性を探るものとして実施された。実証実験そのものは既に終了しているが、一部には今でも使い続けており、遠隔授業やイベント中継に活用している例がある。