

IPv4アドレス枯渇問題を知り、備える

数年前から話題になっているIPv4アドレス枯渇問題が現実のものとなりました。

ここでは、IPv4アドレス枯渇とはどのような問題なのか、ISPや企業にはどのような対応が求められるのかを解説します。

3.1 はじめに

IP(インターネットプロトコル)を使った通信では、パケットという小さな断片に分けられた情報がやりとりされます。大きな情報であっても小さなパケットに分割して運び、受け手側で元通りに組み立て直すことで、ネットワーク上の機器間でさまざまな情報が伝達されています。パケットには、送り手側と受け手側の機器を示す番号が含まれています。これは、ネットワーク上で機器の位置を示す住所のような情報で、IPアドレスと呼ばれています。

ここでは、IPアドレスに関する話題のうちIPv4アドレス枯渇問題を、ISPと企業ユーザの2つの視点から取り上げます。

3.2 インターネットとIPアドレス

インターネット上で通信している機器には、すべてIPアドレスが割り当てられています。インターネットでは、受け手の機器がどんなに遠方であっても、受け手のIPアドレスを元にパケットが届けられます。これを実現している技術が経路制御やルーティングと呼ばれるものです。インターネットでは、ルータと呼ばれる機器がどのIPアドレスがどこで利用されているかという情報を動的に交換して、常に正しい受け手にパケットが届けられるよう運用されています。

つまり、IPアドレスは、パケットを正しい受け手に届けるためにとても重要な役割を果たしています。受け手の機器がどれほど遠方であってもIPアドレスだけでパケットが届くということは、インターネットという広大

なネットワークでそのIPアドレスに対応する機器が一意に決まるということです。世界中の利用者がそれぞれ勝手にIPアドレスを設定してしまうと、IPアドレスの重複が発生してしまい、正しい受け手にパケットが届かなくなってしまいます。これを防ぎ、IPアドレスの一意性を担保するためには、何らかの管理体系が必要です。

3.3 IPアドレスの管理

3.3.1 IPアドレスの分配

現在、インターネットでは、階層構造を持つインターネットレジストリを通じてIPアドレスが分配されています。大本の在庫管理は、ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)によって運用されているIANA (Internet Assigned Numbers Authority)機能が担っています。IANAは、APNIC (Asia-Pacific Network Information Centre)など地域ごとに設立されているRIR (Regional Internet Registry)に、必要に応じてIPアドレスを分配します。実際にユーザへのIPアドレスの割り当てを行っているISPなどのLIR (Local Internet Registry)は、APNICなどのRIRやJPNIC (Japan Network Information Center)などのNIR (National Internet Registry)を通じてIPアドレスの分配を受けています。

ISPは、このようにして分配を受けたIPアドレスを使ってネットワークを構築し、ユーザに接続サービスを提供しています。これまでISPは、専用線やデータセンタといった常時接続サービスで静的なIPアドレスを割り当てて一方、ダイヤルアップ接続など一時的な接続サービスでは接続のつどに動的なIPアドレスを割り当てていました。動的なIPアドレスの割り当ては、需要の大

きさに応じて行えばよいため、実際の契約者数よりも少ない数のIPアドレスで運用できるなどのメリットがあったのです。しかし、ブロードバンド接続の要求が高まるにつれて、インターネットを利用していないときにも契約者からIPアドレスが解放されず、それまでと同じ契約者数でもより多くのIPアドレスが必要になってきています。

この原稿を執筆している時点でも、これまでどおりの分配ポリシーによってIPアドレスが分配されています。例えば、ISPは、将来の需要に基づいた必要量を申請し、その内容が審査で認められればIPアドレスの割当てを受けることができます。しかし、現在、1つの大きな問題が生じています。それは、IANAで管理されているIPv4アドレスの在庫が底をついてしまったのです。IPv4アドレスの在庫がなくなってしまうと、「無い袖は振れない」のことわざのとおり、これまでのような需要に応じた分配ができなくなります。現時点ですでにAPNICは、APNICが管理する在庫IPv4アドレス数が一定量以下になった場合、既存の需要に基づく割り振りを停止し、会員であるLIRに対して一律のサイズに限ったIPv4アドレス分配を行うというポリシーを採択しています。

3.3.2 IPv4アドレス枯渇問題

2月初めにIANAからAPNICにIPv4アドレスの割り振りを行った結果、IANAのIPv4アドレス在庫量が一定以下になりました。これを受けてこれまでの議論で決めら

れていた最後の分配ポリシーに基づき、2011年2月3日節分の日に残った在庫を5つのRIRに均等に割り振り、IANAで分配用に持っていたIPv4アドレスはなくなりました。これまでの需要と割り振りの傾向からすると、APNICの在庫は早ければ2011年5月、どんなに遅くても来年中には無くなる見込みです。JPNICは独自の在庫をほとんど持っていないため、APNICの在庫枯渇はそのまま日本でも在庫枯渇を意味します。

IPv4アドレスが枯渇すると、新規に事業を始めようとするISPがサービスに必要なIPアドレスを確保できなかったり、個人向けサービスに新規ユーザが接続できなかったりといった問題が発生すると考えられます。このような状況が発生する時期は、各ISPが保持しているIPアドレスの在庫や利用の伸びによって異なります。しかし、いずれにせよ、新規に顧客を獲得していたり、ネットワークを拡張したりしているISPでは、必ずIPv4アドレスの在庫枯渇が発生します。

中長期的な視点からは、インターネットに接続される機器数に比べてIPv4アドレスの絶対数が足りなくなることが予測されています。このため、IPアドレスの在庫枯渇に対する根本的な解決方法として、IPアドレス数を増やしたプロトコルであるIPv6の導入が必要になります。しかし、残念ながらIPv6はIPv4と互換性がなく、新たなプロトコルを追加するための導入作業が必要です。このような制約から、これまでIPv6の導入はなかなか進んできませんでした。しかし、IPv4アドレス

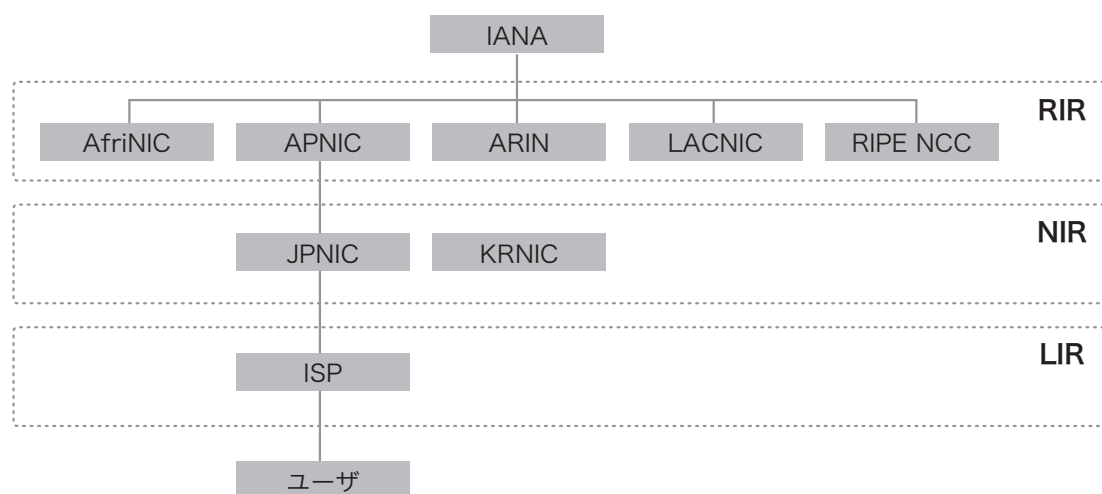


図-1 階層構造によるIPアドレスの分配

の枯渇が現実のものとなり、ようやく導入の検討が進み始めたように思えます。

3.3.3 ISPでの対応

IPv6の導入が進み始めたといっても、まだまだ多くのサイトがIPv4で運用されています。このような現状では、インターネットに接続したいというユーザにはIPv4の接続性も提供する必要があります。また、メールやWebなどのサービスを提供しているサーバ側でも、当面はIPv4アドレスが必要です。つまり、今後は何らかの方法でIPv4アドレスによる運用を延命していくことが必要になります。このための主な考え方は、IPv4アドレスの効率的な利用とIPv4アドレスの共有になります。

例えば、IPv4アドレスの効率的な利用としては、現在利用されていないIPv4アドレスを回収して他の場所で利用することなどが考えられます。また、組織間でIPv4アドレスを融通し合うことも検討され、すでにAPNICでは会員組織間でIPv4アドレスを移転できるポリシーが採択されています。ユーザに提供する接続サービスに関しても、Webやメールといった外部サーバへのアクセス用途が多いとの判断から、ユーザ間でIPv4アドレスを共有するための技術が検討されています。

3.4 企業における対応

「うちはIPv4アドレス枯渇問題の対応をしなければいけないのか?」「うちのシステムはIPv6対応が必要なのか?」このような質問を企業の情報システム担当者からよく受けます。企業は、IPv4アドレス枯渇問題に対応する必要がありますのでしょうか。企業によるIPv6対応は必要なのでしょうか。次に、一般企業におけるIPv4アドレス枯渇問題の対応方針の考え方や対策の具体例を示します。

3.4.1 自社への影響の分析

まず初めにIPv4アドレス枯渇問題を正しく理解する必要があります。そもそもIPv4アドレス枯渇問題とは、一体どのようなものなのでしょうか。IPv4アドレス枯渇の状況はどのようなもので、どのようになっていくの

でしょうか。誰にどのような影響があり、それによって世の中はどのようになっていくのでしょうか。このようなことを正確に理解する必要があります。

IPv4アドレス枯渇問題の現状を正確に理解した後は、この問題が自社のシステムにどのような影響を与えるかを把握します。考えるべきことは次の2点です

- 自社でのIPv4アドレスの在庫
- 世の中でのIPv4アドレスの在庫

まず自社でのIPv4アドレスの在庫ですが、現在の在庫量と今後のシステム増強計画などを照らし合わせ、今後もIPv4アドレスの消費が続くのか、自社の在庫がいつまで持つのかといった点を把握します。

しかし、自社のIPv4アドレスの在庫が十分であったからといって、いっさい対応を行わなくてもよいというわけではありません。世の中でのIPv4アドレスの在庫がなくなりIPv6の導入が進んだ場合、自社のシステムがIPv4にしか対応していないのでは、IPv6を使うユーザが接続できません。このため、インターネットによってビジネスを展開している企業はもちろんのこと、一般企業でも少なくとも公開系のサーバ群やDMZへのIPv6導入は必要になります。

また、IPv6の導入がビジネス上のメリットやデメリットになりうるケースも考えられます。例えば、競合他社がIPv6に対応し自社が対応しなかった場合、競合他社にどのようなビジネス上のアドバンテージを取られてしまうのか、また自社がIPv6に対応し競合他社が対応しない場合にどのようなメリットを見いだせるのかといった検討も必要です。コストも重要な検討材料の1つです。IPv6の導入は、情報システム部門の担当者が想像する以上に多大なコストがかかります。ビジネス上のメリットとIPv6導入コストを比較して、IPv6を導入するかどうかを決定します。

こういった内容を元にしてIPv4アドレス枯渇問題に対応するかどうかを判断します。また、対応する場合には、その対応時期や対応方法を検討する必要があります。

3.4.2 企業での対応活動

IPv4アドレス枯渇問題での企業における恒久的な対応方法は、IPv6の導入になります。ただし、IPv6の導入だけではなく、IPv4アドレス在庫の延命処置といった対応も必要です。

IPv4アドレス在庫の延命処置の1つに、管理上はサーバやクライアントに付与されているはずだが、実際には使用されていないIPv4アドレスを回収するといった作業があります。また、無駄なネットワーク分割を最適化することも、IPv4アドレス在庫の延命処置になります。例えば、/29でサブネットを構成しているネットワークでのIPv4アドレスの総数は8個です。ただし、このうちネットワークアドレスとブロードキャストアドレスで2個、デフォルトルートで1～3個が使用されるため、実際にホストに利用できるアドレスは3個です。/29で構成しているネットワークが多数あるときには、それらをまとめることでIPv4アドレスを節約することができます。未使用アドレスの回収やネットワーク分割の最適化などによってネットワークの棚卸を行うことが、IPv4アドレスの節約につながります。

企業の情報システムにIPv6を導入するときにも最も大事なものは、導入計画です。これまでIPv4によってシステムを構築するときには、IPアドレスの付与ルール、DNSの名前の付け方、フィルタポリシなどは、あらかじめ決められたルールに従って設計してきたはずで

IPv6でシステムを構築する際には、このようなIPv4で当たり前のように行ってきたことを、どのように実行するか一つ一つ決める必要があります。次に、具体的な検討項目をいくつか示します。

■ IPv6アドレッシング

IPv6アドレスには、大きく分けてグローバルアドレスとリンクローカルアドレスの2種類があります。また、機器へのIPv6アドレス付与方法には、固定的な割り当てとなる手動方式と、MACアドレスから算出するEUI-64方式があります。このようなことから、各ネットワーク機器に対して、インターフェースにグローバルアドレスを付与するのか、リンクローカルアドレスにするのか、IPv6アドレスを手動割り当てにするのか、EUI-64方式とするのか、といったことを検討する必要があります。さらに、サーバ機器やクライアント端末では、IPv6特有の匿名アドレス (RFC3041) の使用を許可するかどうかの検討も必要です。

■ DNSの名前の付け方

通常、システムをIPv4とIPv6のデュアルスタックにする場合、最も標準的な名前 (例えばwww.example.co.jp) をデュアルスタック名に指定するでしょう。ただし、このような名前付けには、サーバを運用しているエンジニア自身がIPv4とIPv6のどちらで通信しているのかが分からないという、運用上の課題が潜んでいます。この課題の解決策には、例えばwww-v4.

パターン 1 : トンネル接続方式

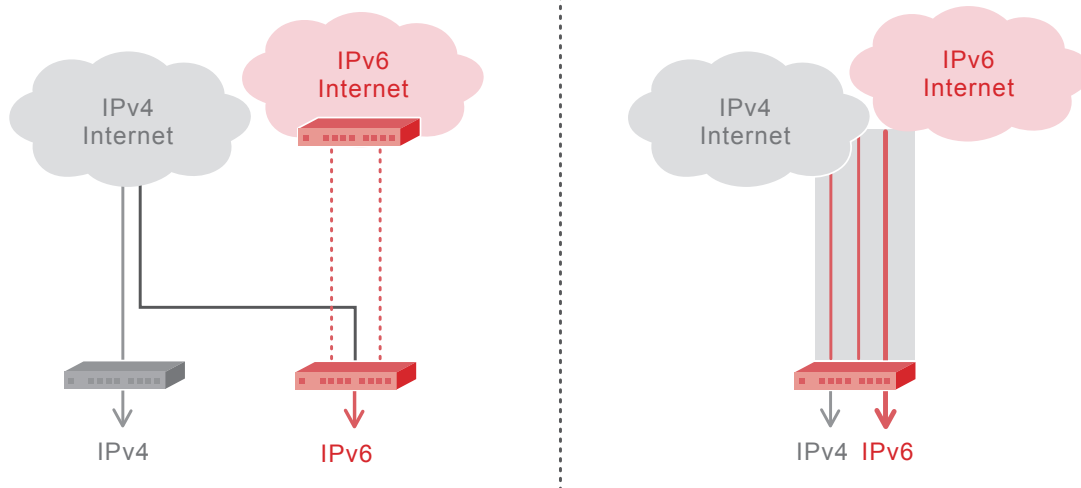


図-2 ネットワークへのIPv6の導入方法

example.co.jpをIPv4の名前、www-v6.example.co.jpをIPv6の名前として返すといった命名ルールでの工夫などがあります。

■ IPv6スキルアップ

情報システムにIPv6を導入する場合、そのシステムに携わるあらゆる人々がIPv6に関するスキルを身につけておく必要があります。しかし、現状では、多くの企業でIPv6を扱えるエンジニアが不足しているため、社内エンジニアのIPv6スキル向上といった課題があります。

■ ネットワークへのIPv6の導入

ネットワークへのIPv6の導入方法は、大きく分けて2つあります。トンネル方式とデュアルスタック方式です。トンネル方式は、既存のIPv4ネットワーク上にIPv6トンネルルータを設置し、IPv6パケットをIPv4でカプセル化して転送する方式です。これに対してデュアルスタック方式は、回線とルータにIPv4とIPv6の両方を混在して転送できるようにする方式です。

■ サーバへのIPv6の導入

サーバへのIPv6の導入方法も、大きく分けて2つあり

ます。トランスレータ方式とデュアルスタック方式です。トランスレータ方式では、既存のサーバに詳しい手を加えず、サーバの手前にトランスレータ装置を設置します。トランスレータ装置によってIPv6パケットがIPv4パケットに変換され、既存のサーバに転送されます。これに対してデュアルスタック方式は、サーバ自体でIPv4とIPv6の両方を扱えるようにする方式です。

3.5 まとめ

このように、現在、IPv4アドレスの在庫枯渇問題は、目前に迫ったものになっています。在庫の枯渇によってIPv4アドレス分配のポリシーが変更され、IPv4アドレスの共有やIPv6の導入でユーザ環境が変わるなど、これまでに経験したことがない変化が起こることが予想されます。IJは、業界活動等を通して枯渇問題に対応し、IPv6の早期導入によってインターネット全体が今後も魅力あるものであり続けられるように取り組むとともに、お客様が必要とする情報を提供してお客様の組織に合った対応が進められるように支援し続けます。

パターン 1：トランスレータ方式

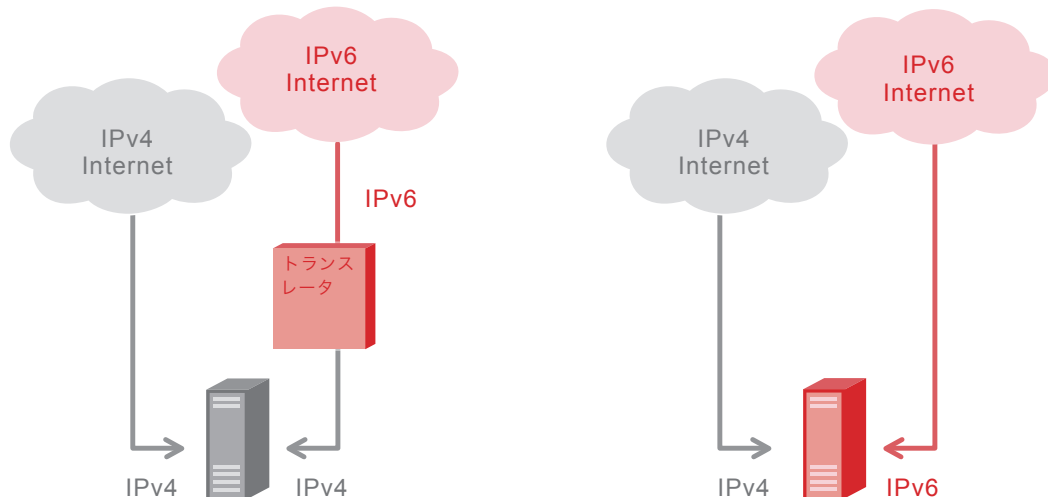


図-3 サーバへのIPv6の導入方法

執筆者:

松崎 吉伸 (まつざき よしのぶ)

IJ ネットワークサービス本部 ネットワークサービス部 技術推進課 シニアエンジニア。あれこれ面白いような事を見つけては頑張っている。IJ-SECTメンバ、The Asia Pacific OperatorS Forum co-chair、APNIC IPv6 SIG chair、JPCERT/CC専門委員。

加賀 康之 (かが やすゆき)

IJ サービス本部 サービスインテグレーション部 サービスマネジメント課 コンサルタント。企業ネットワークの構築やコンサルティングに従事。現在はIPv6導入に関するコンサルティングを担当。