

# IPv4アドレス在庫枯渇問題とその対応指針

2011年4月15日、アジア太平洋地域におけるIPv4アドレスの通常在庫が枯渇しました。

これまでと同様に将来にわたってインターネットを利用し続けるためには、

IPv4アドレス在庫枯渇問題に適切に対応する必要があります。

ここでは、この問題にどのように対応すべきかを解説します。

## 4.1 はじめに

今日までのインターネットの発展で感じるのは、ネットワークでつながっていることはとても素晴らしいということです。今では日本にいながら世界中のさまざまな人と連絡できますし、旅行に出かけてもインターネットにさえつながれば、いつもと同じようにメールをやりとりしたりWebを閲覧したりできます。昨年も世界各国のさまざまな地域に出かける機会を得ましたが、どの地域のホテルにもインターネットにアクセスするための無線LANやイーサネットのポートが整備されていて、普段と変わらずに仕事を進めることができました。現在は、業務の効率化や素早い情報提供のためにインターネットが使われるようになっています。

また、インターネットでは、新たなサービスを開発しやすいという点が重要です。新興企業が音声通話や動画配信といった新たなサービスを開発して急激な発展を遂げた例はいくつもあります。今後もインターネットを利用できる人や地域は世界各地で増え続けるでしょうし、新たなサービスがインターネットを通じて提供され続けると思います。このような素晴らしいインターネットでの問題が、インターネットでの通信に必要なIPv4アドレスの国際的な在庫の消失、いわゆるIPv4アドレスの在庫枯渇問題です。

## 4.2 アジア太平洋地域の状況

現在、インターネットでの通信に使用されるIPアドレス

は、階層構造を持ったインターネットレジストリ<sup>\*1</sup>を通じて分配されています。この階層構造での大元の在庫管理は、ICANNによって運用されているIANA<sup>\*2</sup> (Internet Assigned Numbers Authority) 機能が担っています。IANAは、地域ごとに設立されているRIR (Regional Internet Registry) にIPアドレスを分配します。実際にユーザにIPアドレスを割り当てるISP等のLIR (Local Internet Registry) は、APNIC等のRIRやJPNIC等のNIR (National Internet Registry) を通じてIPアドレスの分配を受けています。日本時間での2011年2月3日深夜に、大元の在庫管理を担うIANAでのIPv4アドレスの中央在庫が枯渇しました。これは、APNICに対して2個の/8ブロックが割り振られたことで、IANAでの中央在庫が/8ブロックで残り5個になり、以前から合意されていたポリシーどおりに5つのRIRに残りのIPアドレスがそれぞれ分配されたためです。

IPv4アドレスの中央在庫がなくなったため、次は各RIRでの在庫が消費されて減っていきます。アジア太平洋地域でRIRとしてIPアドレスを分配しているAPNICは、IPv4アドレスの在庫が/8ブロックで1個になった時点で通常の割り振りを止め、その後は1会員組織当たり/22ブロックで1個までの割り振りを行うというポリシーを採用します。この通常の割り振りが終了する時期は2011年夏頃と考えられていました。しかし、実際には予想よりも少し早く、2011年4月15日にAPNICのIPv4アドレス在庫が/8ブロックで1個になりました。このため、現在APNICからのIPv4割り振りは、最後の/8ブロックからの割り振りポリシーに移行しています。日本でIPアドレスの分配を行っているJPNICは、APNIC

\*1 IPアドレスなどのインターネット資源を分配、管理する組織。

\*2 ICANNが運用するインターネット資源の管理、調整機能。

とIPv4アドレスの在庫を共有しているため、日本でのIPv4アドレス割り振りも終了しています。これは他の地域に先立つIPv4アドレスの在庫枯渇であり、世界がアジア太平洋地域の動向に注目しています。

アジア太平洋地域では、IPv4アドレスの通常在庫は枯渇してしまいました。現在は、APNICやJPNICからIPv4アドレスの割り振りを受け、実際にネットワークを運用しているISP等の各ネットワーク運用組織の在庫が消費されている段階です。IPv4アドレスの在庫量とその消費速度は、ISPによって異なります。しかし、ユーザの獲得やサービスの拡充を続けているISPでは、近い将来にIPv4アドレスの在庫が枯渇することになります。この問題をそのまま放置しておくと、ISPでのユーザ受注が行えなくなったり、システムの組み替えで一時的にIPv4アドレスが必要になっても対応できなくなったりする等の影響が出る可能性があります。

### 4.3 IPv4アドレス在庫枯渇問題への対応

インターネットにはまだまだ多くの可能性があり、より広い地域の人々が利用できるような環境を維持していきたいと、多くの人が望んでいます。今回のIPv4アドレスの在庫枯渇問題への対応として、次の3つの方法が考えられます。

- IPv4アドレスの利用効率を上げる
- IPv4アドレスを共有する
- IPv6への移行する

現在、恒久的な対応方法としては、3番目に示す「IPv6への移行」以外に有効なものはありません。ただし、実際には、IPv6の導入を行いつつ、ISPや各ネットワークの状況に応じて複数の方法を組み合わせた対応が実施されていくことになるでしょう。

#### 4.3.1 IPv4アドレスの利用効率の向上

IPv4アドレスの利用効率を上げるという対応方法は、ビジネスの変化やネットワーク構成の変更によって利用されなくなったIPv4アドレスに着目した方法です。利用されなくなったIPv4アドレスを回収してアドレスを必要とする別な組織に再配布することで、IPv4の延

命を図ろうというものです。ただし、あまり小さな単位でIPv4アドレスを回収しても有効ではありません。組織内であれば何らかの手段で対応できるかもしれませんが、インターネットでの到達性をきちんと確保するには、ある程度の連続した大きさのIPv4アドレスが必要です。現在は/24ブロック程度の大きさが必要です。また、すでにIPv4アドレスを回収した事例もありますが、提供側を説得することが難しかったり、回収までに費やす時間が長かったり、回収できても需要が大きすぎて消費されてしまったりするといった課題があります。

使われていないIPv4アドレスの利用を促進するためのポリシーも議論されてきました。それが「IPv4アドレス移転ポリシー」です。通常の手順では、必要なくなったアドレスは、JPNICやAPNICにいったん返却された後に必要な組織に再配布されます。ただし、このポリシーでは、移転元と移転先の両者が合意すれば、IPv4アドレスを組織間で移転できます。JPNICでは、2011年夏頃をめどに移転制度を実装する予定です。また、APNICでは、すでに昨年このポリシーが実装されたため、APNICが管理するIPv4アドレス範囲であれば移転できる状態になっています。IPv4アドレス移転は、移転元と移転先の合意を確認するというポリシーであるだけで、たとえ両者間で金品の授受があったとしてもAPNICやJPNICは関知しません。実際にIPv4アドレス移転はIPv4アドレスの売買になると言われています。金品の授受が行われることで、IPv4アドレスを必要とする組織への流動性が高まることになるでしょう。すでに北米では、こうした動きがあり、実際に移転の手続きも行われています。

#### 4.3.2 IPv4アドレスの共有

IPv4アドレスの共有は既に利用されているNAT技術を押し進めるものです。

現在多くの家庭ではNAPTルータを導入しています。ISPからユーザには大抵1個のIPv4アドレスが割り当てられ、これをNAPTして内部のホストで共有して利用することで、必要となるアドレス数を削減しています。これをさらに押し進め、ISP側でも大規模なNAPT機器を運用して、さらに必要なアドレス数を削減しようというのです。するとISPは既存のIPv4アドレスでさらに多くのユーザに接続サービスを提供できるようになり

ます。ただしこれによってサービスの劣化が発生するかもしれません。例えばユーザに割り当てられるIPv4アドレスはインターネットから直接は到達できないIPv4アドレスになるので、家庭からゲーム等が利用できなくなったり、Web等の公開サーバの運用ができなくなる恐れがあります。また、NAPTの実装によってはVPN等の利用に制限がでる可能性もあります。

### 4.3.3 IPv6への移行

IPv4アドレスの在庫枯渇に対応するには、ここまでに示したような方法でIPv4の延命を行いつつ、利用可能なIPアドレスを劇的に増やせるIPv6への移行を進めることになると考えています。そのためには、まずIPv6の接続性の確保が必要です。日本では、IPv6の導入が比較的早くから進められ、すでにいくつかのISPでIPv6の接続サービスが提供されています。企業は、これらのサービスを利用してIPv6対応を進めることができます。家庭での利用に関しては、アクセス網の対応を待っている段階です。ただし、すでにいくつかの事業者からIPv6対応が表明されていますし、今年中には順次IPv6の接続サービスを利用できる環境が整ってくる予定です。当面IPv6への接続性が必要な場合には申込みが必要になるようですが、将来はIPv6に対応したアクセス網を利用したインターネット接続に契約するだけで標準でIPv6の接続性も確保されるはずです。

IPv4のみの環境からIPv6とIPv4を併用する環境に移行すると、どうしても複雑さが増します。さらに、IPv4にしか対応していない機器からIPv6のサービスにアクセスしたり、逆にIPv6の機器からIPv4のサービスにアクセスしたりする場合には、その途中で通信を適切に仲介してくれる機器を導入する必要があります。このとき、IPv6とIPv4の併用による複雑さは、仲介する機器が担うため、端末側での処理は単純になるように思えます。しかし、通信に何か問題が発生したときには、問題の切り分けがかなり難しいものになります。したがって、この方法は、どうしても対応が難しいときや、用途が限定されるときにのみ使える手法だと思えます。現状での推奨方法は、IPv4アドレスが利用可能な間に

IPv6への対応を進め、IPv6でもIPv4でもアクセスできる環境を整えてしまうことです。ほとんどの実装でIPv6の接続性を優先的に利用するようになっていきますので、最初からきちんと品質のよいIPv6の接続性を確保しておくことがポイントです。

### 4.3.4 懸念される他の問題

IPv4アドレス枯渇に関しては、別の懸念事項もあります。組織間でIPv4アドレスが移転されるようになると、誰がそのIPv4アドレス資源を管理しているのかという情報が、これまで以上に重要になります。これまでも他者のIPアドレスを勝手に広報してしまう経路ハイジャック問題がありました。ただし、そのほとんどは、設定ミスが原因でした。しかし、今後、利用できるIPv4アドレスがなくなり、IPv4アドレスを移転することで収益を上げられる状況になるため、勝手に他者のIPv4アドレスを利用したり、あるいは登録情報に乗っ取って勝手に移転してしまったりする事案が想定されます。ISP等のネットワーク管理組織は、インターネットレジストリに登録した情報をきちんと正しく更新し、登録情報に意図しない変更が加えられていないことを確認する必要があります。

## 4.4 まとめ

IPv4アドレスの在庫枯渇は、最近始まった問題ではなく、長年言われ続けていた問題です。当初は、IPv6の導入がもっと速やかに行われると考えられていました。しかし、現実には導入は遅々として進まず、IPv4アドレスの在庫枯渇が先にやってきそうです。このためIPv4での接続性を維持しながらIPv6の導入を進めるといふ、よりコストのかかる対応が必要になりました。今後、IPv6への移行が遅くなればなるほど、IPv4の接続性を維持するための開発や機器導入へのコストが増大していくことになります。できるだけスムーズにIPv6の導入が行われ、もっと楽しいことにみんなで知恵を出し合えるようなインターネット環境になればよいと考えています。

執筆者:

松崎 吉伸 (まつざき よしのぶ)

IJ サービス本部 ネットワークサービス部 技術開発課 シニアエンジニア。あれこれ面白そうなる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。