

3

IPv4 アドレス在庫枯渇と IPv6 の普及

前村昌紀

(社) 日本ネットワークインフォメーションセンター (JPNIC)

JPNIC は日本において、インターネットに利用されるグローバル IP アドレスの管理に責任を持っており、キャリアやインターネットサービスプロバイダ (ISP) などの事業者に対して IP アドレスの分配を行っている。JPNIC のもう 1 つの顔は、インターネットの円滑な運営に寄与することを使命に掲げる公益法人であり、インターネットの技術や政策に関して調査や研究を行い、情報提供や普及啓発を行っている。IPv4 アドレス在庫枯渇は、JPNIC にとってこれらの両面から深刻な問題であるため、2005 年から今日に至るまで、検討報告書 2 編、Web、講演などの情報提供を行うとともに、2008 年からは業界横断的な取り組みとして、関連諸団体とともに IPv4 枯渇対応タスクフォース^{☆1}を発足し、活動を行ってきた。

そのような立場から、IPv6 に関する技術的な検討は共著者の皆様にお任せし、本稿では、IPv4 アドレスの在庫枯渇という問題自体と、その対応策としての IPv6 インターネットの普及について論じる。

IP アドレスの管理構造

IP アドレスの管理構造を、図-1 に示す。

IP アドレスは IANA (Internet Assigned Numbers Authority)^{☆2} による源泉管理の下、世界に 5 つある RIR (Regional Internet Registry: 地域インターネットレジストリ) が管轄地域におけるグローバル IP ア

ドレスの分配と管理に責任を持っている。JPNIC は、アジア太平洋地域を管轄する APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) の管理下で日本地域を管轄する NIR (National Internet Registry: 国別インターネットレジストリ) である。また、RIR あるいは NIR から実際の利用者 (エンドユーザ) への IP アドレスの分配は、利用者に接続性を提供する事業者を通じて行われることが一般的で、このような事業者を LIR (ローカルインターネットレジストリ) と呼ぶ。

グローバル IP アドレスの管理ルールは IP アドレスポリシーと呼ばれ、各 RIR でオープンフォーラムを通じてボトムアッププロセスで策定される。細部は地域ごとに異なるものの、一意 (uniqueness)、登録 (registration)、集成 (aggregation)、節約 (conservation)、公平 (fairness) の 5 つの原則を基にしていることは共通している^{☆3}。

IPv4 アドレスでは、この 5 原則のうち特に節約が重要視されてきた。RIR や NIR に IP アドレスを申請する場合、現在から向こう 1 年間ほどの具体的なネットワーク構築計画を提出した上で現実的な IPv4 アドレスの需要を実証する必要があった。ちなみに IPv6 では、節約という原則は残っているものの、需要実証が必要なのは非常に大きなネットワークに限られている。

☆1 <http://kokatsu.jp/>

☆2 <http://www.iana.org/>

☆3 JPNIC の IP アドレスポリシー: <http://www.nic.ad.jp/doc/ip-addr-ipv4policy.html> ここでも 5 原則が示されている。

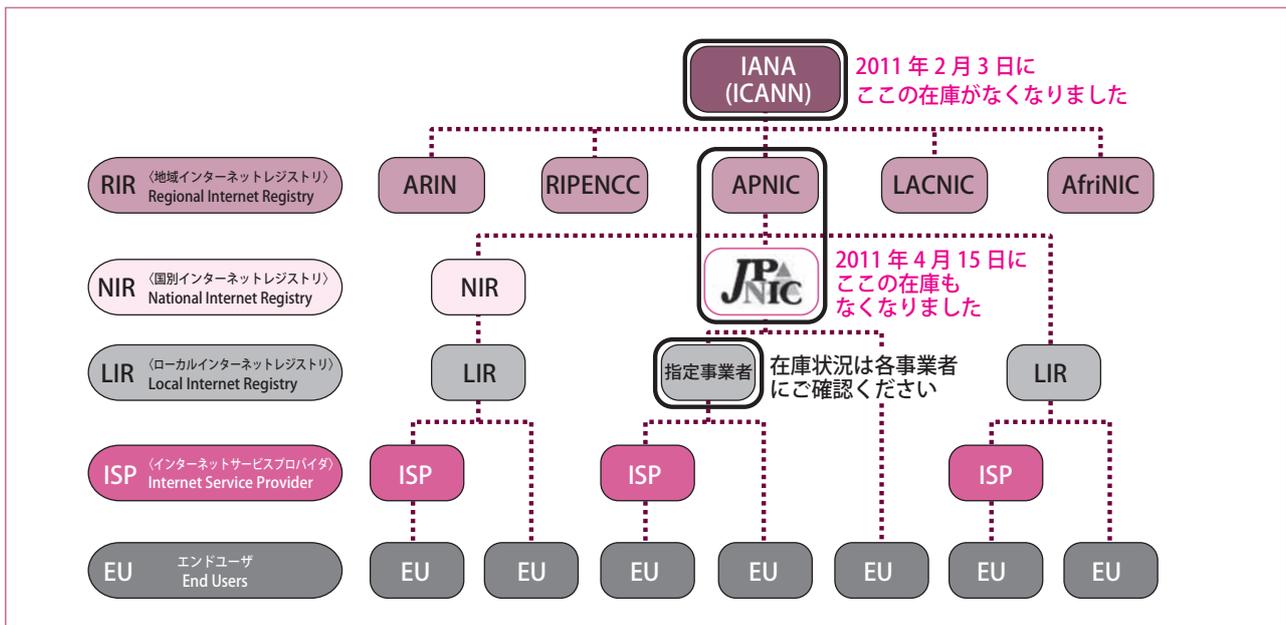


図-1 IPアドレスの管理構造 (http://www.nic.ad.jp/ja/ip/ipv4pool/img/status.jpg)

近年の IPv4 アドレス消費状況

近年の IPv4 アドレス在庫枯渇に至る経緯をおさらいしておきたい。

2011年2月3日に、IPv4アドレスのIANA在庫が、/8ブロック5つに達し、これら最後のブロックが1つずつ各RIRに分配された。それから2か月半ほどが過ぎた4月15日、アジア太平洋地域のRIRであるAPNICの在庫が枯渇したため、この在庫を共用するJPNICでも、事業者に対して通常のIPv4アドレス分配ができなくなった。

図-2に示すのは、近年の、IANAからRIRに対する、IPv4アドレスの分配量を示したグラフである。2004年以降、年間/8ブロック10個前後の消費ペースで推移するようになっていたが、2010年の消費量はさらにこれを大きく引き離し、/8ブロック19個に上った。

この中で、APNICが19個のうち8個を消費しており、消費量で群を抜いている。APNICの管轄地域であるアジア太平洋地域は、世界人口の半数以上を擁するとともに、近年発展が著しい中国とインドを含んでいる。特に中国の消費は顕著で、2010年1年間で中国に分配されたIPv4アドレスは、/8ブ

ックで2.7個、APNICが2010年にIANAから分配を受けた/8ブロック8個の1/3が中国に渡った計算となる。

2011年に入り、APNICの在庫が枯渇した4月15日までの間、APNICでは2010年を上回るペースでIPv4アドレスの分配が進み、/8ブロックひとつを使い切るのに、2週間程度しかかからないという有様であった。ちなみに、その間北米地域、欧州では、3か月合計でも、それぞれ/8ひとつにも満たない消費ペースであったことから、APNICにおける消費ペースの顕著さが伺える。

JPNICでも、IPv4アドレス在庫枯渇の時点に向けて消費の追い上げ状況が見られた。2010年1年間でJPNICから分配したIPv4アドレスの総数は、/8ブロックで0.6個、これに対して2011年に入り在庫枯渇の時点までの総数が、0.97個と、1個に肉薄する数字であった。これら最近の分配の用途としては、従来型の需要が堅調であったのに加え、クラウドサービス、スマートフォンを始めとする携帯端末、公衆無線LANサービスなど、これまであまり見られなかった用途に対する需要が加わったかたちであった。

本項における消費状況はRIRが公開している統

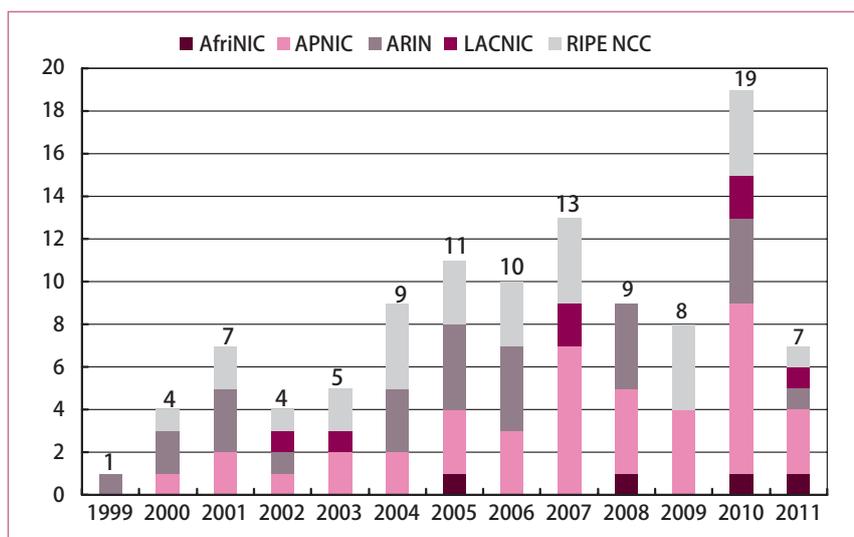


図-2 IANA から RIR への IPv4 アドレス分配量の変遷

計データ^{☆4}から分析導出が可能である。

なぜここまでの間、IPv6 の普及が低調だったか

このように、IPv4 アドレスの消費ペースは在庫枯渇直前になっても衰えることがなかった。つまり、新たなネットワーク基盤の構築に IPv4 が使われ、その後継である IPv6 は積極的に使われていないように見える。IPv6 の規格が標準化されたのは 1995 年であり、早期展開が期待されてもいたが、その理由を端的に示すと、以下の 3 点である。

- 1) IPv4 と IPv6 の間に相互互換性がない
- 2) IPv6 は既存のインターネットユーザに対して新たな利便を与えない
- 3) IPv6 を導入するには少くないコストがかかる

これら 3 つの条件下で、圧倒的に多いユーザとサービスを収容するネットワーク (IPv4) と、誰もいないネットワーク (IPv6)、どちらに接続したほうが利便性が高いか。これはネットワーク外部性と呼ばれる性質で、答えは考えるまでもなく前者である。IPv6 を導入する経済合理性は低いと言わざるを得ない。

しかし、IPv4 アドレスのレジストリ在庫はすでに枯渇し、すでに入手可能性はきわめて限定的であ

☆4 <ftp://ftp.apnic.net/pub/stats/>

るため、自由な選択ができるわけではない。いわば、IPv4 インターネットは「満席」状態となった。

この満席の状態の会場に遅れて到着し、イベントの主催者(レジストリ)からその部屋に空席がないことが言い渡されつつも、どこかに席が空いていないか、席を詰める余地がないかと必死に見回しつつ、主催者が設けた遥かに広い別室に移ることに考えがいかないというのが、今の状況である。

加えて、会場にはまだ続々と列をなして参加者が向かっていることも、遥かに広い別室に移ったら悩まなくても済むことも、参加者の大多数が気付いている。さらに、その別室に移ると、広々とした空間を使ってもっとたくさんの人と会話が弾むだろうし、新しい遊びを始めることさえできることも想像できる。

ここまで分かっている、すでに元の部屋にいる参加者にとって、広げてしまった荷物をまとめて別室に移ることは、かなり面倒な状態、というわけである。

問題は、満室状態の今の部屋から、遥かに広い別室に移るということがどのようにして起こるかである。ここまでイベント会場の比喩を使って説明してきたが、インターネットでは、サーバやクライアントをデュアルスタックにして、両方の部屋にいる状態を作り出すことも可能である。それでも、デュア

ルスタックを実施するコストが小さくない、ということになる。

IPv6 普及への道筋

PC やサーバなどの OS の大半がすでに IPv6 対応となっているが、データセンタや ISP といった接続事業者が IPv6 インターネットへの接続性を提供しないかぎり、ユーザやサービス事業者はインターネットで IPv6 を利用することができない。しかし、接続事業者の IPv6 対応に関するコスト要素は多岐にわたり、大きな負担となるため、今に至るまで接続事業者における IPv6 対応は例が少なかった。しかし、IPv4 アドレス在庫枯渇を迎えた今、やっと若干の道筋が見えてきた。

先の 2) に挙げたとおり、IPv6 は既存のインターネットユーザに対して新たな利便を与えない一方で、将来にわたって IPv4 だけで済ませることができないことは、広く認知されている。つまり、いつかは IPv6 に手をかけなければならない。一方で、先の 3) のとおり IPv6 に対応するには少なくないコストがかかるが、現在、IPv6 対応が進んでいる事業者数例を見ると、短期的に大きな設備投資をするのではなく数年かけることで設備投資を分散したり、またスキルや知識を蓄えて内製化することで効率的な IPv6 対応を実現している。

つまり、必要性から目を背けず、少しずつコツコツと準備と工夫を積み重ね、自分たちでできることは自分たちでやる、といった、きわめて地道な努力によって難しい課題を実現しているようである。

最後に

全世界的に、IPv4 アドレス枯渇が現実のものとして捉えられはじめ、JPNIC でも情報提供や認知度向上に取り組み始めた 2005 年から 6 年経ち、ついに 2011 年 4 月 15 日に、APNIC と JPNIC における IPv4 アドレス在庫が枯渇した。事業者ではこの間に準備が進み、4 月 18 日に IPv6 アクセス提供開始を発表した KDDI の au ひかり^{☆5} や、6 月 1 日からついに始まった NTT 東西のフレッツによる IPv6 インターネットアクセス^{☆6}、そしてこれらを採用する ISP によって、IPv6 アクセスが現実のものとなりつつある。今後 1 年の間に、事業者における IPv4 アドレスの在庫も次々と枯渇していくものと考えられるので、これらの相乗効果で、インターネットのあらゆるステークホルダにおいて、IPv6 への対応が身近な問題となるであろう。これらの対応が円滑に進むことで、単にネットワークプロトコルだけではなく、インターネットが総体として次世代の情報社会基盤となり、それをユーザが実感できる日が、早く来ることを期待する。

(2011 年 7 月 3 日受付)

☆5 http://www.kddi.com/corporate/news_release/2011/0418a/

☆6 <http://www.ntt-east.co.jp/release/1105/110526c.html>

前村昌紀 maem@nic.ad.jp

(社) 日本ネットワークインフォメーションセンター (JPNIC) インターネット推進部長。1996 年より、委員や役員などとして JPNIC の IP アドレス管理業務に関与。2007 年に専従の IP 事業部部長として JPNIC 事務局に着任。2009 年より現職。APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) 理事会議長。国際大学 GLOCOM 客員研究員。