

JPRS トピックス&コラム

■IPv4アドレス在庫枯渇問題とDNSのIPv6対応 ～在庫枯渇問題の概要とDNSにおける注意点～

最近「IPv4アドレスの在庫があつた数年で枯渇する」という話題をよく耳にします。在庫枯渇を直前に控え、その概要とDNSにおけるIPv6対応の際に考慮すべき点について解説します。



■古くて新しい「IPv4 アドレス在庫枯渇問題」

インターネットの通信には「インターネット・プロトコル (IP)」が使われます。現在広く使われているのは 1980 年代に開発された「IP バージョン 4 (IPv4)」です。

IPv4 では通信相手を「IPv4 アドレス」で指定します。IPv4 アドレスは 32 ビットの数字で表され、2 の 32 乗 (4,294,967,296 = 約 43 億) 個のアドレスを表すことができます。

しかし、この大きさはインターネットの世界的な普及に対し十分なものであるとは言えず、1990 年代初頭の段階で既に「インターネットの発展がこのまま続けば、IPv4 アドレスを近いうちに全て使い切ってしまう」ことが専門家の中で懸念されていました。これが「IPv4 アドレス在庫枯渇問題」です。

■IP アドレス管理のしくみ—階層的な管理構造

現在の IP アドレスの管理構造を図1に示します。

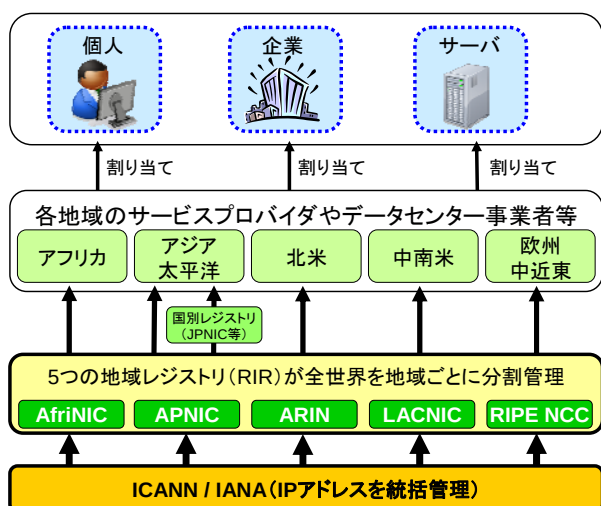


図1:IP アドレスの管理構造

IP アドレスは、全体の統括管理を行っている ICANN/IANA から、まず 5 つの RIR (地域レジストリ) に割り振られます。RIR からは JPNIC のような国別レジスト

リや各地域のインターネットサービスプロバイダ (ISP)・データセンター (iDC) 等に割り振られ、そこから各ユーザに割り当てられるという、階層的な管理構造になっています。

■在庫枯渇により何が起こるのか

では、IPv4 アドレスの在庫が枯渇してしまった場合、どのような問題が起こるのでしょうか。

RIR の IPv4 アドレスの在庫が枯渇すると、各地域の ISP や iDC への IPv4 アドレスの新たな割り振りができなくなります。つまり、ISP や iDC は新たなユーザを収容できなくなるため、**インターネットはそれ以上成長できなくなってしまう**ということになります。

■IPv4 アドレスの在庫はいつまでであるのか

APNIC のジェフ・ヒューストン氏による 2009 年 5 月現在の予測 (図2) によると、2011 年に IANA が統括管理する IPv4 アドレスの在庫が枯渇し (図中の赤線)、その 1 年後の 2012 年に RIR の IPv4 アドレスの在庫も枯渇すると言われています (図中の緑線)。

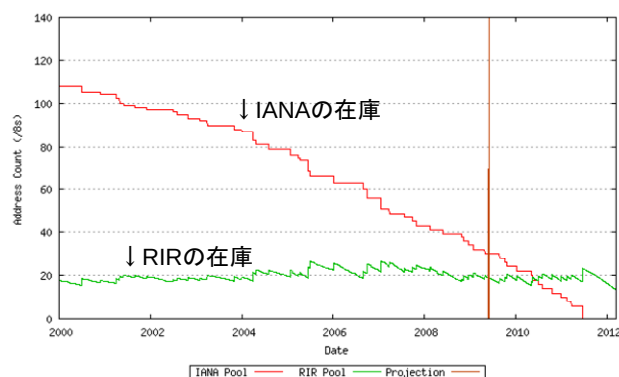


図2:IPv4 アドレスの使用状況予測¹

つまり、現在の消費状況が続いた場合、あと 3 年程度で IPv4 アドレスの在庫が枯渇してしまうということになります。

¹ <<http://www.potaroo.net/tools/ipv4/>> より引用

■IPv4 アドレス在庫枯渇問題への対策

IPv4 アドレス枯渇問題に対応するため、二つの対策が進められました。一つは、IPv4 アドレスの消費速度を抑え、在庫枯渇を遅らせるもので、**IPv4 アドレスの延命**と呼ばれています。もう一つは、より多くの IP アドレスを利用可能な全く新しい IP (**IPv6**)を開発・普及させ、アドレス枯渇問題を根本的に解決しようとするものです²。

これらの対策は当初からセットになっており、延命によって時間を稼ぎ、その間に IPv6 の開発・普及を進めようという戦略が採用されました。

■延命、開発は成功、しかし普及は途上段階

そして1990年代にCIDR³とNAT⁴という、二つのIPv4アドレスの延命策が導入されました。特にNATとプライベートアドレス⁵の組み合わせは大きな成功を収め、IPv4アドレス在庫枯渇の時期は1990年代前半の当初予測よりも大幅に遅くなりました。

一方で、新しい IP である IPv6 の技術開発は 2000 年代初頭までに完了し、技術仕様に対応した実装の開発や各機器における IPv6 サポートも進みました。しかし、その普及については、当初の計画通りに進んでいるとは必ずしも言えない状況です。

IPv6 の導入にかかるコスト負担のモチベーションの問題など、いろいろと理由はあげられてきましたが、IPv4 アドレス在庫枯渇を数年後に控え、残された時間はわずかであるという認識が急速に広まっています。

このような状況を背景に、サーバやルータなどのハードウェア、OS やアプリケーションなどのソフトウェアに加え、インターネット上で提供されている各種 Web サービスなどにおいても、IPv6 への対応作業が進められ始めています。

■DNS の IPv6 対応—通信とリソースレコード

DNS は、インターネットにおける基本サービスの一つです。そのため、各アプリケーションやインターネットサ

ービスの IPv6 対応にあたり、それらに先行した DNS の IPv6 対応として、次の 2 つの作業が必要になります。

1. DNS の通信を IPv6 でできるようにする
2. DNS で IPv6 アドレスに関するリソースレコード (RR) を扱えるようにする

▼DNS の通信を IPv6 でできるようにする

DNS が IPv6 で通信できるようにするためには、サーバの OS と DNS サーバソフトウェアが IPv6 通信に対応している必要があります。BIND 9 や NSD/Unbound など、現在の多くの実装は IPv6 通信をサポートしています。

次に、DNS サーバを IPv6 ネットワークに接続し、外部との IPv6 通信を可能にする必要があります。サーバの実装によっては IPv6 接続を認識した時点で自動的に IPv6 通信が有効になるものもあります。意図しない動作をさせないためにも、仕様をよく確認しておきましょう。

▼IPv6 アドレスに関する RR を扱えるようにする

ホスト名に IPv6 アドレスを設定する場合、IPv4 の A レコードの代わりに **AAAA レコード**⁶を使います。

```
jprs.jp.      IN      AAAA    2001:df0:8::1
```

逆引きは IPv4 と同様に PTR レコードを使い、
in-addr.arpa の代わりに **ip6.arpa** ゾーンを指定します。

```
1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.  
.8.0.0.0.f.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa. IN  
PTR    jprs.jp.      (注:実際には1行で記述)
```

逆引きの設定の際には、dig コマンドの `-x` オプション(逆引き検索)の出力結果を利用すると便利です。

```
% dig -x 2001:df0:8::1
```

▼JPドメイン名における対応状況

JPRS では、皆様のドメイン名を IPv6 で運用できるようにするため、JP ドメイン名登録システム、JP DNS とともに、IPv6 への対応を完了しています。

ドメイン名と DNS の運用に関わる方は、IPv6 の導入の中で DNS の IPv6 対応の検討を早めに行いましょう。JPRS では DNS の運用に関する情報などを Web で提供しています。そちらもぜひご覧ください。

² IPv6 ではアドレス空間が 128 ビットに拡張されており、2 の 128 乗 (340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456) 個という、多大な数の IP アドレスを表すことができます。

³ Classless Inter-Domain Routing: RFC 1519 で定義されています。

⁴ Network Address Translation: RFC 1631 で定義されました。

⁵ インターネット上に存在しないことが保証されている IP アドレス。

⁶「クワッドエーレコード」と読みます。