

1

「IPv4 枯渇」とは何なのか？

IPv4のアドレス枯渇とは、具体的にどういった事態を指すのでしょうか。いったい何が原因で、いつ頃起こると予想されているのでしょうか。これらの点を本章では、実際のIPアドレスの割当状況と、インターネットの歴史、利用形態の変化から明らかにします。また、IPv4枯渇問題が及ぼす影響を、IPアドレスと経済活動との関連性を交えて解説します。

1 1 IPv4枯渇の現状

IPアドレスは「Internet Assigned Numbers Authority」(IANA)から分配されますが、「割り当て可能なIPv4 (IP version 4) アドレス空間が2011年3月に枯渇する」と予想されています。このため、新規にIPv4を取得しようとしても、割り当ててもらえないという状況が発生します。新規IPv4アドレスの割り当てがなくなると、インターネットを利用するすべての事業者にとって、新規加入者の獲得や新規事業の立ち上げに影響が及ぶおそれがあります。

● IPアドレスは本当になくなるのか?

「本当にIPアドレスはなくなるのか?」と疑問を持つ人も多いでしょう。IPv4アドレスの残量を予測する1つのアプローチとして、IPv4アドレスを0.0.0.0/8～255.0.0.0/8 (計256個) のアドレスブロックに分割し、各ブロックに対するIANAの割り当て状況から判断する方法があります。これを用いて説明しましょう。

表1.1 /8 ブロック消費量の推移

年	/8 割当数	/8 ブロック残数
2004	9	77
2005	11	66
2006	10	56
2007	13	43
2008	9	34
2009	8	26

表1.1からもわかるとおり、2004年以降毎年10個前後のペースで割り当てが続いており、残りは26ブロックしかありません。単純に考えても3年前後でなくなることは容易に推測できます。

26ブロックをアドレス数に換算すると、残り約4億3600万個とな

ります。これはIPv4で理論上提供可能な約43億のアドレスのうち90%を既に消費していることになります。システム運用に携わっている人であれば、CPUリソースの使用率が90%に到達しているのに、何も対策を考えないなどということがありえるでしょうか。IPアドレスの枯渇は切羽詰まっていると考えるべきです。

1 2 IPアドレスの管理団体

全世界のIPアドレスはIANAによって管理されていますが、IANAだけで世界中のすべてのIPアドレスを管理するのはたいへんです。そこで、世界を5つの地域に分割し、地域ごとに管理する「Regional Internet Registry」(RIR)という管理組織が設けられています(図1.1)。

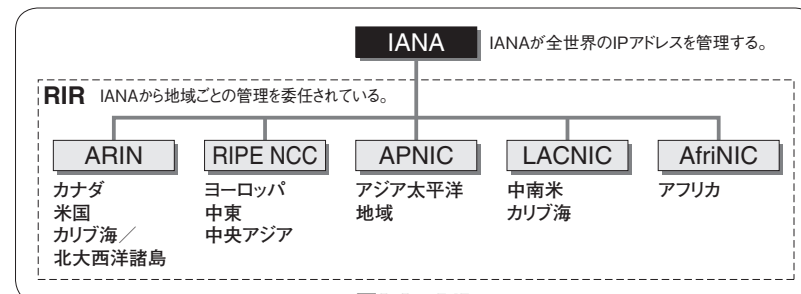
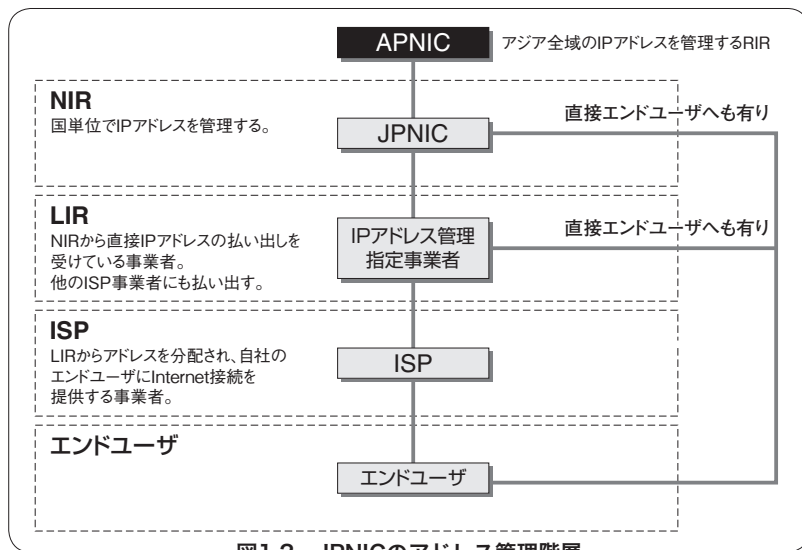


図1.1 RIR

RIRの下には、各国ごとにアドレスを管理する「National Internet Registry」(NIR)があり、そのなかの1つとして日本のIPアドレスを管理している「Japan Network Information Center」(JPNIC)があります(図1.2)。NIRからは、それぞれのNIRのポリシーに基づいてエンドユーザーに直接IPアドレスを払い出すケースもあります。

NIRの配下にはLIR (Local Internet Registry) と呼ばれる組織や、ISP (Internet Service Provider) が連なっており、それぞれの顧客であるエンドユーザーにIPアドレスを払い出します。



IANAの「IPv4 Address Space Registry」のページ（下記URL）を参照すると、IANAからRIRに対して、IPv4がどの程度割り当てられているかを確認することができます。その一覧の中で「UNALLOCATED」と表示されているアドレスブロックが、まだ割り当てされていない、今後新規に割り当て可能なブロックです。これを見れば、もうほとんど残っていないことがわかります。

<http://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space/ipv4-address-space.xml>

ISP各社では、顧客が順調に増加していくと、上位のJPNICやLIR等に新規にアドレスを申請し、新規顧客用のIPアドレスを譲り受けます。しかし現在、頂点のIANAで管理している割り当て可能なアドレス数の残り在庫はほとんど空に近づいており、この在庫がなくなれば、ISP等の事業者が新規の顧客を獲得しても、割り当てるIPアドレスがないといった状態となるため、サービスを継続することができなくなってしまいます。

1 3 IPを取り巻く市場環境

● インターネット利用形態の変化

ではなぜ、近年になってIPアドレスが不足してきたのでしょうか。いくつかの視点と歴史的経緯から、その原因を探ってみましょう。

世間一般にインターネットの普及が始まったのは、1995年～1999年です。そのころのインターネットの利用方法といえば、ネットを閲覧する必要のあるときにだけダイヤルアップで接続するといった形態が多くを占めていました。また、従量課金が一般的だったので、ネット接続時間も数分間程度と短く、1つのIPv4G（IPv4グローバルアドレス）を複数のユーザで効率よく利用することができました。1人あたり3分間接続し1つのIPv4Gを占有したとしても、60分の間に20人が接続することが理論上可能だったわけです。

1999年からADSLが国内で登場し、1ユーザあたりの接続時間が長くなり、常時接続が普及しはじめると、IPv4Gの利用効率の低下を招きました。ダイヤルアップ時代には1人あたり数分間しか使用していなかったのに、数時間接続が当たり前になったのです。こういった背景があり、「近い将来IPv4Gが不足しはじめるのではないか?」という声が2000年ころから盛んになり、IPv6の必要性を唱える人達も多く現れるようになりました。しかしこのときは、IPヘッダの内容を変換する技術「NAT/NAPT」（Network Address Translation/Network Address and Port Translation）の使用が一般的になり、その結果、IPv4枯渇への懸念は徐々に影をひそめていくようになりました。

しかしここ数年、状況は再び変わってきました。NAT/NAPTにより一旦は枯渇の懸念が薄れましたが、インターネットに接続される端末は、もはやPCだけではなくりました。社会インフラとして急成長したインターネットには、携帯音楽プレイヤー、ゲーム機、TVなど、さ

さまざまなデバイスが接続されるようになってきました。

今日の私たちの身のまわりを想像してみてください。自宅ではマンションタイプか戸建タイプの通信／ISP契約、移動時には携帯電話でインターネットにアクセス、なかにはモバイルデータ通信カードを別途契約し、外出先でもノートPCからインターネットにアクセスしているといったシーンが当たり前になりつつあります。

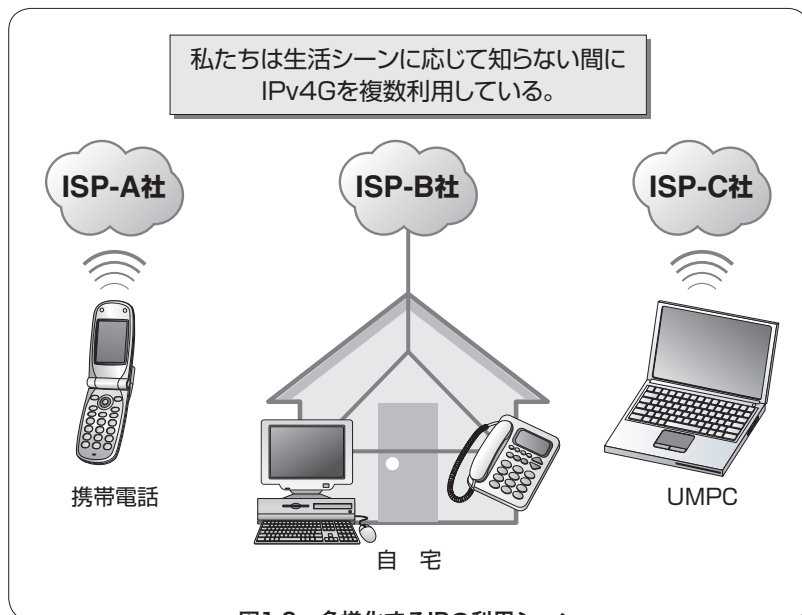


図1.3 多様化するIPの利用シーン

図1.3のように、ライフスタイルの多様化に伴い、IP通信が様々な生活シーンに浸透して、1人で3個のIPv4Gを状況に応じて使い分けるようになりました。昔はダイヤルアップ用にIPv4Gを1個消費し、しかもそれを複数のユーザで効率よく利用することが可能でした。しかし現在では、1人が複数のIPv4Gを利用する時代になってきたということです。

そしてこれからは、会社や自宅だけでなく、喫茶店や駅の構内にWiFiホットスポットが広がり、WiMAX (Worldwide Interoperability

for Microwave Access) を搭載したPCやカーナビが登場するなど、モバイルブロードバンドの利用拡大が見込まれています。場所的にも時間的にも、あらゆる生活シーンにおいて、IP通信を必要とする機会が今よりも大きく広がり、ますますIPのグローバルアドレスが必要とされることは明らかです。

● IPv4Gを求めるコンテンツプロバイダ

PCのスペックはリッチになり、ネットワークの帯域が増強されるのに従って、次第にインターネットを利用するアプリケーションは高度化してきました。Webの記事を閲覧するだけの当初のネットサーフィンから、YouTubeに代表される動画の視聴、P2P (Peer to Peer) アプリケーションによるファイル共有、SIP (Session Initiation Protocol) によるVoIP (Voice over IP)、オンラインゲーム等、HTTP以外のプロトコルもインターネット上を飛び交うようになってきました。

通信事業者やCATV会社も、近年、VoIPやIPTVといったサービスをさかんに提供するようになってきました。こうしたサービスは、他社との差別化を実現する有力な手段として位置づけられています。このような生活に密着したサービスを提供することで、自社の顧客が競争相手の事業者へ移ってしまうことのないよう、つなぎ止める効果があると考えているからです。

上記のようなHTTP以外のアプリケーションに共通することは、NAT/NAPTとの相性がよくないことです。アプリケーションによっては、通信が行えなくなることもあります。

古くは自社の顧客に対してIPv4P (IPv4プライベートアドレス) を割り当て、IPv4Gを希望する顧客には別料金を要求するISPもありました。しかし、アプリケーションのリッチ化や、ユーザのインターネット利用方法の多様化などを背景にして、様相は変わってきました。最近では、各家庭のHGW (ホームゲートウェイ) やSTB (セットトップボッ

クス)にIPをアサインする際や、PCのような使い方が想定されるスマートフォンなどには、IPv4PではなくIPv4Gの割り当てが望まれるようになりました。このことも、IPv4Gの消費を加速させる原因となっています。

とりわけSTBやHGWは、電源が切られることもなく常時接続されているので、IPアドレスが開放されず、1つのIPv4Gを占有し続ける傾向があります。このため、今後の需要増が期待されるIPTVユーザの増加は、IPv4Gの消費を促進させる大きな原因の1つとなります。

● BRICsの躍進

ブラジルやロシア、インド、中国といった国々はBRICs(ブリックス)と呼ばれ、著しい勢いで経済発展を遂げていることをご存知のとおりです。BRICsの総人口は29億人です。世界の人口に占める割合は、日本がわずか2%に過ぎないのに対し、BRICsは約42%を占めています。

これらの国々のなかでも、経済力、人口ともに最も大きい中国の躍進は凄まじく、2000年の時点で2200万台だったインターネット接続端末は、中国経済の発展とともに急増し、2008年には実に2億9800万台にまで到達し、国別のネット接続端末数では世界一となりました。しかし、13億を超える人口を有する中国にとって、この2億9800万という数字を人口普及率に換算すると、決して大きな数ではありません。たった22%のユーザがネットを利用しているに過ぎません。「数年後には米国を抜いて世界一になる」と予想されている中国の経済状況を考慮すると、日本と同等程度の73%くらいまでは普及する余地があると思われる。同国におけるインターネット接続端末は、この先もまだまだ増え続けると断言できます。

CNNIC(中国インターネット情報センター)が発行している「Statistical Survey Report on the Internet Development in China (January 2009)」(中国におけるインターネット開発の定点調査報告・2009年1月)

という報告書によれば、インターネットの普及率はブラジルが26.1%、ロシアが23.2%となっています。そして、中国に次いで人口の多い、約11億の人口を抱えるインドの普及率は、驚くべきことに約5.2%に過ぎず、インターネットがほとんど利用されていない状況です。今後インドの経済が発展していくにつれて、インターネット接続端末が激増することは容易に想像できます。これらBRICs諸国の経済発展は、IPv4アドレスの消費を加速させる原動力となっていくでしょう。

● モバイルブロードバンドユーザの増加

携帯電話は世界中でヒットし、2006年度末までは全世界ベースで年率25%という成長率を記録していました。しかし、急速な普及は市場の飽和を招きます。2006年には、携帯電話の普及率が100%を超えた国は29カ国に達しました。特に、先進国の間で市場が飽和状態に陥り、2007年以降、増加ペースは先進国を中心に徐々に鈍化傾向となっています。

日本国内でも最近、普及台数が1億台を突破し、統計上はほぼ1人1台の携帯電話を保有するようになりました。Informa Telecoms & Media社の最新レポートによれば、「2011年には携帯電話の普及率が世界人口の70%を超え、普及率が50%に達しないのはアフリカ地域だけになる」と予想されています。

もはや音声通話だけでは需要の拡大を見込めないモバイル端末市場ですが、2010年からは次世代モバイルブロードバンドサービスの提供が始まります。これは「LTE」(Long Term Evolution)と呼ばれ、新たな市場を開拓するものと期待されています。

従来のモバイルブロードバンドは、速度面や通信の安定性の面で、家庭内やオフィス内からの固定系インターネット接続にはかないませんでした。LTEは次のような特徴を持っています。

- ・下りの通信速度が100Mbpsを超える

・自動車や電車による高速移動中でもデータ通信が途切れない

この2つの特徴から、LTEは固定系インターネット接続と同等か、あるいはそれ以上のブロードバンドサービスを提供することができます。特に、これまでの携帯電話では電車内での通信速度の低下が当たり前だったので、それが改善されるメリットは小さくありません。移動中のオンデマンドビデオの視聴なども可能になるので、ユーザの購買意欲を刺激する新たなサービスの登場が期待されています。

LTEは端末の買い換え需要や、スマートフォンを含む2台目需要を刺激し、飽和状態の続く携帯電話市場を活性化させるでしょう。さらには、固定回線に比べてケーブル配線が少なく、開通までの時間も短いなど、モバイル通信が本来備えているべき、ユーザにとっての利点が数多くあります。こうしたことから、2010年以降から徐々に、固定系ブロードバンドユーザ数を、モバイルブロードバンドのユーザ数が追い越していくと予想されます。

そしてこのLTEはIP網として構築されます。しかもその用途は、既存携帯電話サービス(3.5G)の後継に止まりません。例えば、光回線の敷設が難しかった僻地にブロードバンドサービスを提供するためにも用いられます。また、街頭や電車内の看板やポスターに代わり、訴求力の高い高品質な動画広告を表示するデジタルサイネージなどへ適用することも期待されています。こうした用途開拓もまた、IPの新規需要を生み出していくことでしょう。

このような用途開発も合わせて、モバイルインターネットのIPアドレスは「今後5年間で5億～9億個必要」と予想されていますが、この数はIPv4Gの在庫を大きく上回っています。

1 4 世界各国の取り組み状況

IPのアドレス問題に対する世界各国の取り組み状況を概観すると、大きく分けて2つの傾向があることに気づきます。1つは、IPv4の枯渇そのものに真正面から真剣に取り組み、その対策手段としてIPv6の導入を検討しているグループ。もう1つは、IPv4の枯渇自体を危惧するよりも、IPv6によるイノベーションを目指しているグループです。

前者の国々には、日本や中国を中心としたアジア勢のほか、インターネットの普及が遅かったがために、IPv4の割り当てが元々少なかった国や地域が含まれ、積極的に対応を進めています。中国は「2012年までに商用IPv6ネットワークを利用可能にする」と発表しています。北京オリンピック会場の電灯やカメラはIPv6で制御されており、IPv6を実際に活用した事例としてしばしば紹介されています。また、日本のNTT東西が構築したNGN (Next Generation Network) は、世界を代表するIPv6網として有名です。これらの国々ではIPv4の枯渇が現実のものとして迫っており、ほとんど国策といえる位置づけでIPv6の導入を検討しています。

IPv6によるイノベーションを目的としている後者のグループには、米国と欧州勢が含まれます。特に米国は、インターネットの初期に大量のIPv4Gが割り当てられたこともあって、「IPv4枯渇にはまったくといってよいほど危機感を抱いていない」というのが本音でしょう。本書を執筆している2009年春現在でも、米国のベンチャー企業と話をすると、「プロダクトのIPv6対応は検討していない」と答えるベンダーが少なくありません。

しかし後者の国々にとっても、日本や中国は重要な取引先です。日本や中国のインフラがIPv4枯渇のためにIPv6に移行し、IPv6に対応していない製品は買わないとなったら、大変な機会損失になるでしょう。実際日本国内では、IPv6を使うか使わないかにかかわらず「IPv6の

サポート予定のない機器は購入しない」という企業が多数出てきています。

さらに、後者の国々にとっては、自分達がIPv6を敬遠している間に、アジア勢がIPv6を活かしたアイデアでIP市場をリードしていくとしたら、将来のビジネスにも影響を与えかねません。インターネットビジネスでは先行者が有利であることは、グーグルやヤフー、アマゾンの成功を見ても明白です。

こういったことを危惧して欧州勢は、「2010年中にはEUのインターネットトラフィックの25%をIPv6化する」という主旨の行動計画「Action Plan for the deployment of IPv6 in Europe」を発表しています。米国政府も「政府機関のシステムをIPv6化する」と発表しており、なかでも国防総省やNASAでIPv6が動作していることは有名です。民間企業では、グーグルが既に検索エンジンのIPv6化を完了しており、その他のシステムについても積極的にIPv6化を推進していく方針を表明しています。今後もグローバルに展開している企業ほど、IPv6対応をより精力的に推進していくものと思われます。

1 5 IPv4枯渇が及ぼすビジネスリスク

IPv4の枯渇はビジネスにどのような影響を及ぼすでしょうか。まずは図1.4を見てください。

このグラフは、日経平均を参考にした国内株価の年度ごとの高値と、IANAが明らかにしている/8ブロックの割当数の推移です。面白いことに、株価の昇降と/8ブロックの消費は、ほぼ一致して昇降しています。少し乱暴にいうと、「/8のブロック割当数が10を超えていれば好景気」です。つまり、ちょっとした景気判断の指標になっています。

これは偶然の一致ではありません。「IPアドレスが必要になる」と各企業が判断すれば、IPアドレスを申請するからです。では、各企業が

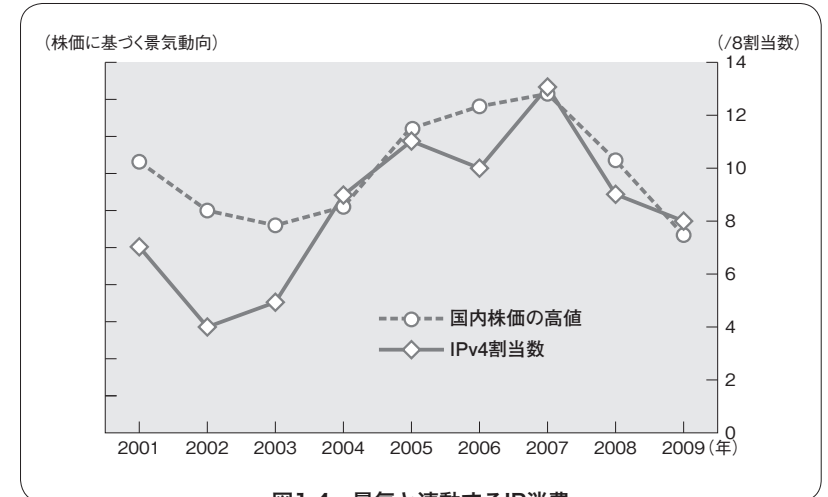


図1.4 景気と連動するIP消費

IPアドレスを必要と考えるのは、どのようなタイミングでしょうか。その企業のポジショニングによって若干異なると思いますが、簡単に思いつくのは次のようなときでしょう。

- ・新規事業所を立ち上げるために、ISP接続を申請する
- ・自社サービスの加入者増加に伴い、IPアドレスを確保する
- ・新規サービスを立ち上げるために、IPアドレスを確保する

どれも景気のいい話ばかりですが、現代の企業活動においてネット接続はなくてはならないものであり、企業が成長を続けていく上でIPアドレスは不可欠です。したがって、世界中の企業の景気がよければIPアドレスの消費が加速し、景気が悪化するとアドレス消費は鈍化します。

想像してみてください。もし、新しい会社や事業を立ち上げようとしたときに、ネットにつながっていないオフィスや、携帯電話からもネット接続ができない業務環境など、今どき考えられるでしょうか。取引先のホームページを調べることも、Eメールを出すこともできません。取引先からの連絡手段は、電話かFAX、手紙でのやりとりになります。会社概要などを記載したホームページさえありません。ネッ

トが使えないということは、大きなハンデキャップを背負っているのと同じです。

このように、ネットは今日の企業活動に密着しており、IPアドレスがなくてはそのネットにつなぐことさえできません。業績が向上して成長が見込めるときは、企業は事前にIPアドレスを申請し、景気が悪化して事業所を統廃合するようなことになれば、IPアドレスを返却することでしょう。

IPアドレスの枯渇は、新たなネット接続ができなくなることを意味し、リアルビジネスのリスクとなります。世界の経済活動が続く限り、このまま何も対処をしなければ、IPv4アドレスの枯渇は必ず到来します。これからはクラウドコンピューティングの時代へ突入し、その結果、ネット接続の重要性はますます高まるでしょう。残された時間はわずかです。その間に適切な対応策を講じなければ、世界経済の発展が停止する——これがIPv4枯渇の現状と、それが及ぼす結果です。