

IP アドレス (IPv4)

ネットワーク上の IP パケットを送受信する機器を識別するために指定する、ネットワーク層における識別用の番号である。

データリンク層の MAC アドレスを物理アドレスというのに対応して、論理アドレスとも呼ばれる。

IP アドレスは、次の 5 つの**アドレスクラス**に分かれている。

分類	アドレス範囲	用途(先頭ビットの値)
クラス A	0.0.0.0–127.255.255.255	ネットワークアドレス長は 8 ビット、ホストアドレス長は 24 ビット (2進数では、0-で始まる)。端末: 1,677 万台
クラス B	128.0.0.0–191.255.255.255	ネットワークアドレス長は 16 ビット、ホストアドレス長も 16 ビット (2進数では、10-で始まる)。端末: 65,534 台
クラス C	192.0.0.0–223.255.255.255	ネットワークアドレス長は 24 ビット、ホストアドレス長は 8 ビット (2進数では、110-で始まる)。端末: 254 台
クラス D	224.0.0.0–239.255.255.255	IP マルチキャスト専用 (1110-で始まる)
クラス E	240.0.0.0–255.255.255.255	将来の使用のために予約されている。(1111-で始まる)

クラス A はネットワーク部が短く(8 ビット)、ホスト部が長い(24 ビット)。すなわち、多くの機器を保有する大組織や多くの顧客を有する大規模なインターネットサービスプロバイダ (ISP) に割り当てられている。クラス C はその逆である。

これは、日本の電話番号において東京などの人口が多い地域には 03 のような短い市外局番が割り当てられ、人口の少ない地域には長い市外局番が割り当てられているのと似ている。

しかし、アドレスクラスを用いた IP アドレス割り当てには問題が生じた。

ほとんどのネットワーク(たとえばインターネットサービスプロバイダ)ではクラス A では大きすぎ、クラス C では小さすぎたため割り当ての要求がクラス B に集中したのである。

クラス B の割り当てを受けたネットワークの中には 65,534 台のホスト(インターネットサービスプロバイダであれば接続ユーザー数)をフルに接続することがまれであるネットワークも存在し、IP アドレスが無駄に消費されることになった。

●プライベートアドレス

すべてのコンピュータにグローバル IP アドレス(世界で一つの番号)を割り振るのは、現実的にも困難です。たまにしかインターネットに接続しないコンピュータにまでグローバル IP アドレスを割り振っていたら、IP アドレスは無くなってしまいます。

そこで、直接インターネットに接続しないコンピューター(LAN 上のパソコンなど)のために、以下の IP アドレスが割り当てられており、自由に使うことができます。この IP アドレスを、グローバル IP アドレスと区別して、プライベート IP アドレスと呼びます。

クラス	プライベート IP アドレス
クラスA	10.0.0.0～10.255.255.255
クラスB	172.16.0.0～172.31.255.255
クラスC	192.168.0.0～192.168.255.255

主に、プライベート IP アドレスは、会社や家庭の LAN 内(イーサネット)で使われます。しかし、プライベート IP アドレスからはグローバルアドレス(インターネット)へは直接アクセスできないため、LAN とインターネットとの中継点でアドレスの変換を行なう必要があります。アドレスの変換は、ルーターの NAT/IP マスカレードといった機能を使います。

●下位ネットワークの自由な設定が可能＝サブネットマスク

そこで現在ではアドレスクラスを使わず、ネットワーク部とホスト部の境界を 8 ビット単位に固定せずに細分化する可変長サブネットマスクや CIDR(Classless Inter-Domain Routing)が一般化している。

IP アドレスの割り当て範囲を示すために、IP アドレスの末尾に「/」(スラッシュ)とともにネットワークアドレス長を付記して表わすことも多い。

IPv4 の場合、最上位桁からのビット数でネットワークアドレス長を表す。例えば 192.168.0.0/24 の表記の場合、ネットワーク部（施設内 LAN 区分に割り振る ID）は最上位桁から 24 ビットで、残り 8 ビットがホスト部（PC に割り振る ID）となる。

●ブロードキャストアドレスの用途

ブロードキャストは全体同報通信とも訳され、ネットワーク上の複数のコンピュータに対して、一斉にデータを送信するために利用されます（通常、受信確認は行わず、一方的に送信するだけである）。

例えば Windows OS では、システム起動時に自分自身のコンピュータ名をブロードキャストして、LAN 内の他のコンピュータに自分自身の存在を知らせるようになっています。

IPv6 開発の背景

IPv6 とは、次世代の IP プロトコルとして開発が進められてきたものです。

これまで長年に渡りインターネットを支えてきた IPv4 は、インターネットの規模が大きくなるに従ってその欠点も次第に明らかになってきました。

●IP アドレスの枯渇

IPv4 はアドレス総量が約 43 億個しかなく、地球上の人間 1 人に 1 つ割り当てることさえ不可能です。また、ネットワークアドレスや特殊なアドレスに使われる部分もあるため、実際に使える個数はこれよりずっと少なくなります。

インターネットの拡大に伴い、近い将来、使える IP アドレスが枯渇してしまうのでは、という懸念があります。

【アドレスの個数】

- IPv4: 2^{32} 個 = 4,294,967,296 個
- IPv6: 2^{128} 個 = 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456 個

【長さに例えると】



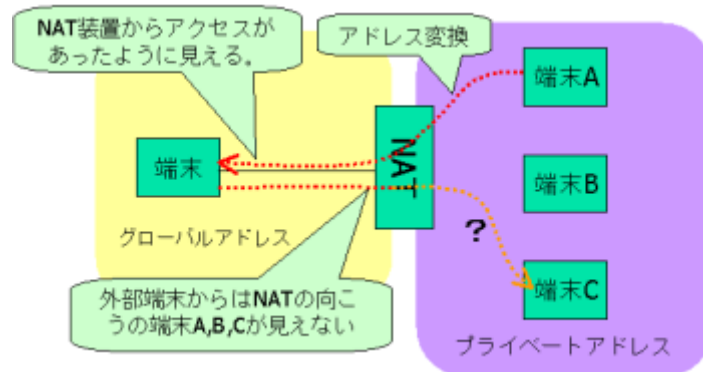
- IPv4 = 1mm
- IPv6 = 約 83 億 8 千万光年
(銀河系の直径(約 10 万光年)の 83,800 倍)

●NAT(アドレス変換)

IP アドレスの少なさに関連し、構内 LAN ではプライベート IP アドレスを利用し NAT によるアドレス変換で端末数を増やすことが行われてきました。

ただ、この方法では外部から構内 LAN 側の端末を特定することができないため、双方向通

信に難があり、具体的には IP 電話やネットワークゲームで不具合が起こる場合があります。1対1通信が基本のインターネットのそもそものコンセプトと異なるため、NAT は邪道だと主張する人もいます。



ルータの経路表の増大

アドレスを細かく割り振ると、インターネットで IP パケットを流す方向を司る経路表のデータ量が大きくなり、ルータの性能・容量を大きくする必要があります。

なお 2004 年 8 月現在、経路集約の努力がなされているにも関わらず約 14 万の経路があり、現在も増加中です。インターネットのバックボーンに位置するルータは、この表をいちいち参照しながらパケットの流れるべき方向を決定しています。

【参考】

- [BGP Routing Table Analysis](#)
10 年間の経路数の推移がグラフ化されています。

インターネットの広がり背景としたこのような欠点を克服することを主眼に開発されたのが IPv6 です。

IPv6 の主な特徴

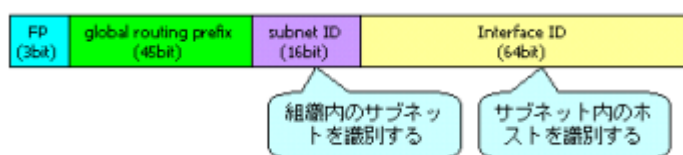
●IP アドレスが多い

前項で説明した通りです。

●設定が簡単

・固定的に決まっているネットワークアドレス部(Prefix 長と呼ぶ)

1 組織に割り当てられる Prefix が /48, 1 つのサブネットに割り当てられる Prefix が /64 と(概ね)決まっています。



/64 であれば、それに含まれる IP アドレス数は非常に多く、ネットワーク設計をする際に、IPv4 のようにホスト数と IP アドレスの総数を気にしながら細かい検討をする必要が無くなります。

・IP アドレスの自動設定

自分の Ethernet インタフェースの MAC アドレスなどから自動で IP アドレスを決定してしまう仕組みが備わっています。

また、Prefix もルータから勝手に読み出す仕組みがあるので、単なる端末であれば何も考えずにネットワークに接続すれば IP アドレスが自動設定され、すぐ通信が可能な状態になります。

IPv6 のアドレス表記

従来の IPv4 では、2 進数で表記された数値を 8 ビット単位でドット(.)で区切り、10 進数表記する。

[例] 192.0.2.1

IPv6 では、128 ビットを表記する際、IPv4 と同様の表記では冗長になりすぎるため、16 進数で表記された数値を 16 ビット単位で、コロン(:)で区切って表記する。

[例] 2001:0db8:bd05:01d2:288a:1fc0:0001:10ee

この方法でも、まだ冗長であるため、以下のルールが適用される場合がある。

- あるセクションが "0" で始まる場合、当該先行する "0" を省略することができる。

[例] 2001:0db8:0020:0003:1000:0100:0020:0003 =
2001:db8:20:3:1000:100:20:3

- 16ビット単位の記述で2回以上0 が連続するところは "::" で省略することができる。ただし、 "::" は可変長なので、1箇所だけ使用できる。

[例 1] 2001:0db8:0000:0000:1234:0000:0000:9abc =
2001:db8::1234:0:0:9abc

[例 2] 2001:0db8:0000:0000:0000:0000:0000:9abc =
2001:db8::9abc

IPv4 から IPv6 への移行は起こるのか

現状、Web を見たりメールの送受信をしたり、世間一般的に「インターネット」と呼ばれる使い方を
する上で、IPv4 だから困っているという場面さほどありません。

実際、ユーザから見れば IPv6 経由で Web にアクセスしたところで「だから何？」というのが現実だ
と思います。これが IPv6 の普及が進まない1つの原因です。

IPv6 の利点として言われていることに対して、今すぐに対応が必要かという、

- アドレスの枯渇
着実に枯渇に向かって進んでいることは事実ですが、ISP(プロバイダ)が抱え込んでいる
余剰アドレスがあり、あと20年は大丈夫という説もあって、以前ほどの切迫感はないと感
じています。
- NAT の弊害
確かに NAT の弊害はありますが、NAT をうまく越えられるような技術の開発もあり、実際
に困る場面は今のところ少ないのではないかと思います。

- インターネットの経路数の増大
ルータの能力も飛躍的に向上し、経路数の増大に対しても力技でどうにかなるという見方も出てきています。

また、もう1つIPv6の普及を阻害しているのは、IPv4との**互換性の無さ**です。

昔の例ですが、白黒テレビからカラーテレビに移行したとき、白黒テレビでもカラー放送が(白黒になってしまいますが)見れたように、IPv6がIPv4との互換性を持っていれば、現在のインターネットへの普及も、もっと進んだと考えられます。

互換性がないため、ルータの取替えや新しいソフトウェアの開発・導入などで全体として巨額な追加投資が必要になります。また、移行期間ではIPv6とIPv4両方のプロトコルをサポートしなければならない。

このようなことから、現在世間一般的に「インターネット」と呼ばれるネットワークがIPv6に移行することは、全世界的に政策的な圧力がかからない限りは恐らく無いのではないかと思います。