

1 インターネット資源に関する概説、概況

1 インターネット資源に関する概説、概況

1-1 ドメイン名

1-1-1 ドメイン名の種類と性質

ドメイン名は、トップレベルドメイン（TLD）を基準として分類すると、分野別トップレベルドメイン（generic Top Level Domain: gTLD）と、国コードトップレベルドメイン（country code Top Level Domain: ccTLD）に大別される。

gTLDは本来分野別に割り当てられたTLDであり、一般的に登録者の居住する地理的制限無しに世界のどこからでも登録することができる¹。現在gTLDは、従来からある.com / .net / .org などに2001年以降新たに16種類が加わり、計19種類存在する(2008年2月時点)。この16の新gTLDのうち、.museum / .aero / .coop / .jobs / .travel / .mobi / .cat / .asia の8つは「スポンサ付きTLD」(sponsored TLD: sTLD)と呼ばれ、それぞれの業界・分野を代表するスポンサ組織が定める方針の下、関係メンバーのみに登録が制限されている。こうした制限のないその他のgTLDは、「スポンサ無しTLD」(unsponsored TLD: uTLD)と呼ばれていて、.com/.net/.orgなどの従来から馴染みのあるgTLDは、スポンサ無しのgTLDである。

一方、ccTLDは、ISO（国際標準化機構）のISO3166-1リストで規定されている2文字の国コードをもとにして²各国・地域に割り当てられたTLDであり、現在250種類³存在する(2008年2月時点、.su/旧ソビエト連邦など削除予定のものも含む)。ccTLDは、各国・地域の事情や管理機関の方針によりその性質はさまざまであるが、大きく分類すると、登録を国・地域内に限定しているccTLD（.jp / .au / .usなど）と、全世界からオープンに登録できるccTLD（.tv / .to / .ccなど）に分けることができる。

gTLDとccTLDの他に、インターネットインフラ用のトップレベルドメイン(Infrastructure TLD)が存在するが、これはユーザの登録対象とはなっていない。

¹ .edu / .gov / .milについては、歴史的経緯により米国内の（もしくは米国を中心とした）関係者/組織に使用が限定されている。

² これはあくまで原則であり、UK（本来ならばGB）などの例外も存在する。

³ .euの追加やセルビア・モンテネグロの分離など、状況の変化に併せ適宜増減している。

表1： ドメイン名の種類

gTLD	ccTLD	Infrastructure TLD
《従来からある gTLD》 .com (商業組織用) .net (ネットワーク用) .org (非営利組織用) .edu (教育機関用) .gov (米国政府機関用) .mil (米国軍事機関用) .int (国際機関用)	.jp (日本) .au (オーストラリア) .kr (韓国) .uk (イギリス) .us (米国) .de (ドイツ) .ca (カナダ) .cc (ココス諸島)	.arpa .e164.arpa .ip6.arpa .in-addr.arpa (いずれもインターネットインフラ用)
《新 gTLD》 .info (制限なし) .biz (ビジネス用) .name (個人名用) .pro (専門家用) .museum (博物館、美術館等用) .aero (航空運輸業界用) .coop (協同組合用) .jobs (人事管理業務関係者用) .travel (旅行関連業界用) .mobi (モバイル関係用) .cat (カタロニアの言語 / 文化コミュニティ用) .asia (アジア太平洋地域の企業 / 個人 / 団体等用)	.to (トンガ) .tv (ツバル) ・ ・ ・ ・	

1-1-2 ドメイン名の登録状況

現在、全世界におけるドメイン名の登録総数は約 1 億 4,600 万件以上になっている⁴。これは昨年よりも 1.3 倍ほど多い数字である。一昨年から昨年にかけては、前年比で 1.5 倍ほど

⁴ 出典：“Registrar Connections November 2007”
http://www.verisign.com/Resources/Naming_Services_Resources/Registrar_Connections/page_043137.html

の伸びを示していたので、そういう意味ではこの 1 年間の伸びはこれまでと比べてやや落ち着いたとも言える。この 1 億 4,000 万件強のうちの約半数を占めるのが .com であり、2007 年 10 月時点での登録数は約 6,900 万件で 7,000 万件突破目前となっている。おそらく、2007 年の 11 月か 12 月の統計では 7,000 万件を超えるものと思われる。 .com が全体に占める割合としては昨年と比べてほんの僅かではあるが減っており、 .com の登録数が増加した以上に、他のドメイン名の登録が増えた形である。

その他、登録数の多い大規模な TLD としては、 .de (ドイツ)、 .cn (中国)、 .net、 .uk (イギリス)、 .org などが挙げられる。依然として根強い人気の .com を除くと、 .de の登録数が gTLD を含めた中でもかなり突出しており、 ccTLD の中では唯一 1,000 万件以上の登録数となっている。また、3 位の .net は、2007 年の 7 月に登録数 1,000 万件の大台を突破し、 .com、 .net に続いて 3 番目の 1,000 万件越えとなった。昨年から引き続き、 .de は順調に登録数を伸ばしているが、登録にあたっての制限が緩く、世界中に登録をオープンにしていることや、また、ISP などと提携してユーザのドメイン名登録にも力を入れていることなどが、大きく影響しているものと思われる。

また、昨年からの大きな動きとしては、 .cn の登録数がかんりの伸びを示していることが特筆できる。昨年度の調査では、約 180 万件の登録数で、 ccTLD 全体の中では 5 番目の登録数だったが、2008 年 1 月時点の登録数は 900 万件を突破しており、 ccTLD の中では .de に次いで 2 番目、 gTLD を含めても .com、 .de、 .net に続いて 4 番目の登録数を誇るまでになっている。しかも、他の TLD に比べて .cn の登録数の伸びは著しいものがあり、このままのペースで増え続ければ、2008 年度の早い内、おそらく第 1 四半期中には登録数 1000 万件を突破し、 .net の登録数を超えるのも時間の問題であるように思われる。この .cn の驚異的な登録数増加であるが、中国政府が中国語ドメイン名の普及を目指して積極的に活動を行っていることや、CNNIC が初年度の登録料を 1 元とするキャンペーンを期間限定で行い、またそのキャンペーンを度々延長していることなどが大きく影響しているものと思われる。

なお、昨年新たに登録が開始され、かなりの登録数の伸びを見せた .eu であるが、事前登録の段階で 200 万件近い登録を集め、昨年の調査の時点で約 250 万件の登録数となっていたことからすると、2008 年 2 月時点で約 270 万件というのはやや意外な数字である。これは、優先登録機関の開始から先願登録開始直後にかけて、 .eu の登録を希望しているユーザが希望するドメイン名をほぼ登録し終わってしまい、需要が一息ついたからだと考えてもいいのではないだろうか。

新 gTLD の中では .mobi が順調に登録数を伸ばしている。昨年度の調査では「登録開始後数ヶ月の伸びには目を見張るものがあるが、この増加ペースがどこまで続くのかは不明」と

していたが、結果としては今年に入っても順調に登録数を伸ばすこととなった。昨年度の調査時点の 37 万件からほぼ倍の登録数とし、.mobi よりも先に登録受け付けを開始した.name の登録数を遙かに上回るほどになった。それ以外の TLD に関しては、二極化の傾向が見られ、下記の表でいうと.cat までと.coop から大きく傾向が異なっている。前者はどの TLD に関しても、多少の程度の差はあれ順調に登録数を伸ばしてはいるが、後者に関しては、昨年度の調査時点からほぼ横ばいの登録数となっている。これは、後者の TLD が新 gTLD の中でも比較的狭い範囲を登録対象としていることから、ある意味当然の状況と言えなくもない。したがって、今後も傾向としては変わらないのではないと思われる。

表2： gTLD別登録数ランキング（2007年10月現在）⁵

順位	gTLD		登録数
1	.com	（商業組織用）	69,621,530
2	.net	（ネットワーク用）	10,398,432
3	.org	（非営利組織用）	6,325,476
4	.info	（制限なし）	4,956,218
5	.biz	（ビジネス用）	1,917,559
6	.mobi	（モバイル関係用）	722,758
7	.name	（個人名用）	476,416
8	.travel	（旅行関連業界用）	28,529
9	.cat	（カタロニア言語 / 文化用）	24,079
10	.coop	（協同組合用）	6,217
11	.pro	（専門家用）	6,009
12	.aero	（航空運輸業界用）	4,881
13	.museum	（博物館、美術館等用）	2,855

データが公開されていない.edu/.gov/.int/.mil は除く。

⁵ 登録数データは各レジストリ（またはスポンサ組織）がICANNに提出する月間報告書<<http://www.icann.org/tlds/monthly-reports/>>に基づくが、報告書の公開が数ヶ月遅れとなるため、2007年10月時点（.aeroについては2007年9月時点、.museumについては2005年12月時点）のデータが最新のものとなっている。

表3： ccTLD別登録数ランキング（2008年2月現在）⁶

順位	ccTLD	国/地域	登録数
1	.de	（ドイツ）	11,771,605
2	.cn	（中国）	9,001,993
3	.uk	（イギリス）	6,486,829
4	.eu	（欧州連合）	2,760,034
5	.nl	（オランダ）	2,736,351
6	.it	（イタリア）	1,482,092
7	.us	（米国）	1,386,412
8	.br	（ブラジル）	1,238,113
9	.ru	（ロシア連邦）	1,070,482
10	.ch	（スイス）	1,056,751

1-2 IP アドレス

IP を使用してインターネットに接続するコンピュータを識別するための番号が、IP アドレスである。「IP」とは「Internet Protocol」の略であり、インターネットで用いられる、OSI のネットワーク層に対応するプロトコルである。現在広く用いられている IP は、「バージョン 4(IPv4)」と呼ばれるものであるが、アドレスの空間を大幅に拡張した「バージョン 6(IPv6)」の利用も進んできている。

IPアドレスは、コンピュータのネットワークインターフェース毎に割り当てられる。IPのバージョン毎に特に区別する際は、IPv4 アドレス、IPv6 アドレスと呼ぶこととなる。IPv4 は 32 ビットのアドレス空間（ 2^{32} 個のアドレス）を持つが、IPv6 は 128 ビットのアドレス空間（ 2^{128} 個のアドレス）を持つ。

1-2-1 IPv4 アドレス

前項で述べた通り、IPv4 アドレスは 32 ビットのアドレス空間を持つ。2 進数では 32 桁の数字（0 か 1）で表されるので、IPv4 アドレスの総数は 2^{32} 個となり、10 進数表記すると、約 43 億個⁷となる。IPv4 アドレスの表記は、一般に、8 ビットごとに 4 つに区切って 10 進

⁶ 登録数データは各レジストリの公開データに基づく。

⁷ 正確には、 $2^{32}=4,294,967,296$ 個となる。

数に直し、ピリオドで区切った表記が用いられる。

例えば、11000000.10101000.00000000.00000001 は、192.168.0.1 と表記される。この表記で表すと、IPv4 アドレスの範囲は0.0.0.0 から、255.255.255.255 までということになる。

IPv4 アドレスには、プライベートアドレスとグローバルアドレスという2つの概念がある。前者はインターネットに直接接続されていないネットワークで自由に使って良いとされるアドレスであり、それ故に複数の利用者で重複があっても問題はない。一方、後者はインターネットに直接接続されているネットワークで、コンピュータを一意に識別するために付けられるアドレスであり、それ故に複数の利用者間での重複は許されない。グローバルアドレスの一意性を保つことは、IP アドレス管理組織の重要な役割である。

IPv4 アドレスは、ネットワークを識別する部分（ネットワーク部）と、そのネットワーク内のホストを識別する部分（ホスト部）に分かれている。以前はこの境界を IPv4 アドレスの上位の数ビットによって決定する方式が採られていた。これがクラスと呼ばれる概念である。

クラスはその規模によって、主に「クラス A」「クラス B」「クラス C」に分けられる。これらを 10 進数のアドレスで表記した場合、それぞれのクラスの上位ビット、アドレス範囲、ネットワーク部のビット数と利用できる最大ホスト数は以下の表のようになる。

表4： クラスフルの割り当て

クラス	上位ビット	アドレス範囲	ネットワーク部のビット数 (ホスト数)
A	0	0.0.0.0 – 127.255.255.255	8 ビット(16,777,216)
B	10	128.0.0.0 – 191.255.255.255	16 ビット(65,536)
C	110	192.0.0.0 – 223.255.255.255	24 ビット(256)

この他に、マルチキャスト用の「クラス D」、実験用の「クラス E」というアドレスも存在する。クラス E は長らく議論の対象にすらなっていなかったアドレスだが、IPv4 アドレスの枯渇が叫ばれるようになった2005年以降、このクラス E アドレスをグローバルアドレス、もしくはプライベートアドレスとして利用できないかという議論がなされるようになった。この議論はまだ続いており（2008年2月18日現在）結論は出ていない。

表5： クラスD、クラスE

クラス	上位ビット	アドレス範囲
D	1110	224.0.0.0 – 239.255.255.255
E	1111	240.0.0.0 – 255.255.255.255

上記で説明したような方式を「クラスフル」と呼ぶ。以前は、ネットワークの規模すなわちネットワークに接続されるコンピュータの数に応じ、クラスのアドレスが分配されていた（これを「クラスフル」の割り当てという）しかし、この方式は世の中のネットワークの規模をあまりに大雑把に分けており、実際には膨大な余剰アドレスを生む原因となった。こうした分配は「歴史的な割り当て（historical assignment）」とも呼ばれ、現在の分配とは区別して語られている。

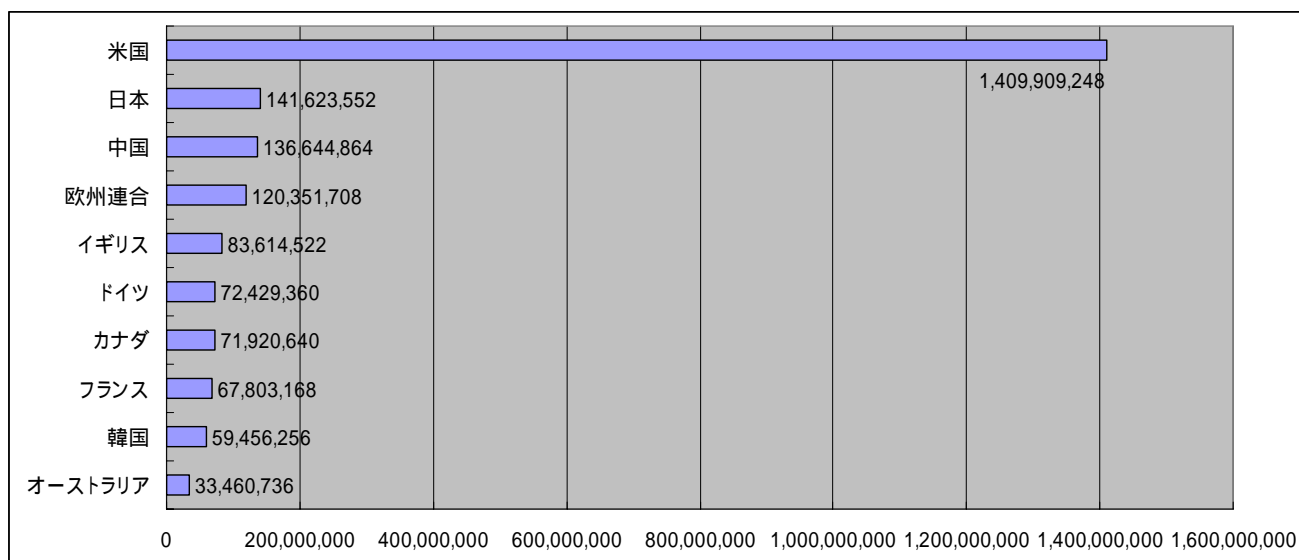
そこで現在では、8ビットごとという単位に縛られることなく、任意のビットでネットワーク部とホスト部の境界を定めることができる「クラスレス」と呼ばれる技術が用いられるようになった。クラスレスでは、ネットワーク部のビット長（プリフィクス長という）を明示する必要があるため、アドレスのあとに / で区切ってプリフィクス長を表記する。

表6： クラスフル表記の例

192.168.0.0/28 = 192.168.0.0 ~ 192.168.0.15 (16 ホスト) ネットワーク部 28 ビット、ホスト部 4 ビット
192.168.0.0/27 = 192.168.0.0 ~ 192.168.0.31 (32 ホスト) ネットワーク部 27 ビット、ホスト部 5 ビット

この技術によってネットワークの規模に応じた適切なアドレスの分配ができるようになり、クラスフルの概念は過去のものとなった。現在 IPv4 アドレスはクラスレスの考え方によって分配されており、IPv4 アドレスの節約に大きく貢献している。しかし 2005 年前後から、IPv4 アドレスの枯渇時期についての予想及びその分析が各方面から発表されるようになり、再び IPv4 アドレスの枯渇が現実感を帯びて語られるようになった。

以下に IPv4 アドレス割り振り量が多い上位 10 ヶ国を示す。詳細については第 4 部の参考資料に詳しくまとめているので、そちらもあわせて参照いただきたい。



1-1-2-2 IPv6 アドレス

IPv6 アドレスは 128 ビットからなるアドレスであり、単純計算ではおよそ 43 億の 4 乗個のアドレスが利用可能となる。32 ビットからなる IPv4 アドレス (約 43 億個) よりも格段に多くのアドレスが利用可能であることがその最大の特徴である。

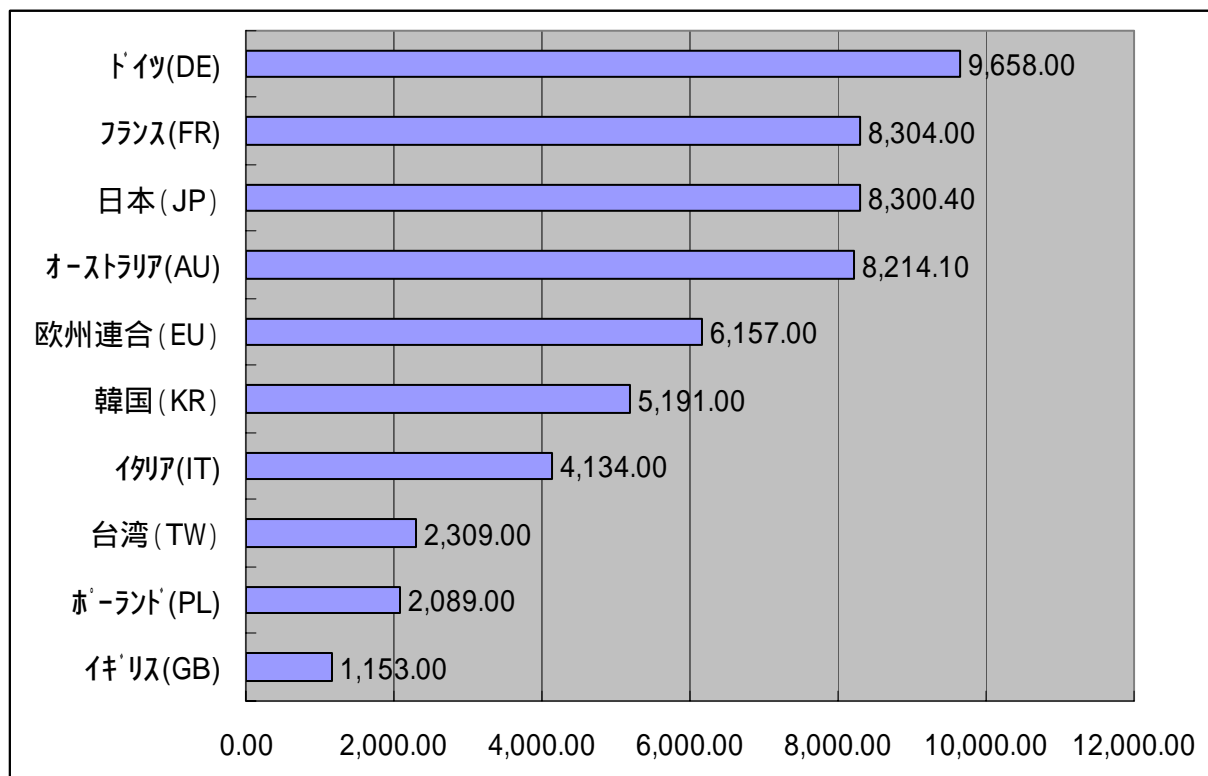
IPv4 アドレスは 8 ビットごとに 4 つに区切って 10 進数に直し、ピリオド(.)で区切った表記を行うが、IPv6 アドレスではこの表記だと長くなり過ぎるので、16 ビットごとに 8 つに区切って 16 進数に直し、コロン(:)で区切った表記を行う。その際、連続して 0 が続く場合、表記を省略できるというルールがある。また、IPv4 と同様にプリフィクス長を表すための「/」を使った表記も使われている。IPv6 アドレスで「/32」と表記した場合、ネットワーク部が 32 ビット、ホスト部が 96 ビットとなるので、ホスト数 (アドレス数) としては、 2^{96} 個となる。現在、一般のISPが受けるIPv6 アドレス割り振りで最も小さな単位がこの「/32」である。

当初、ISPからユーザへの割り当てサイズは一般的には「/48」とアドレス管理ルール (アドレスポリシー) で定められていた。しかし個人ユーザや企業ユーザの別を問わず一律に/48 (2^{80} 個) を割り当てるのが果たして本当に妥当なのかという疑問が呈され、2006 年にはこのアドレスポリシーを変更する提案が出され、APNIC 地域においても変更が承認されて

いる。

以下に IPv6 アドレス割り振り量が多い上位 10 カ国を示す。詳細については第 4 部の統計資料をあわせて参照いただきたい。

(単位 : /32)



1-3 AS 番号

「AS」とは「Autonomous System」の略であり、日本語では「自律システム」とも呼ばれる。AS は、統一された運用ポリシーによって管理されたネットワークの集まりであり、BGP(Border Gateway Protocol)のような外部ネットワークとの経路制御を行うプロトコルによる管理対象となる。通常、規模の大きい ISP のネットワークは固有の AS を形成する。

AS 番号は AS に割り当てられた識別番号である。AS 番号は従来 2 バイト (10 進数で 0 ~ 65535) の範囲で運用されてきたが、AS 番号への需要の増加に伴い 4 バイト (10 進数で 0 ~ 4294967295) に拡張された。4 バイト AS 番号は 2007 年 1 月 1 日から各 RIR で配布が始まっており、既にいくつかの組織が拡張された 4 バイト AS 番号の割り当てを受けている。

4 バイト AS 番号は、現在の 2 バイト AS 番号のようにそのまま 10 進数で表記すると桁数が多くなってしまうため、[(上位 2 バイトの 10 進数表記).(下位 2 バイトの 10 進数表記)]のように、2 バイト毎に区切ってそれぞれをピリオド「.」でつなぐ表記方法が取られている。このように表記すると、4 バイト AS 番号の範囲は 0.0 から 65535.65535 と表される。

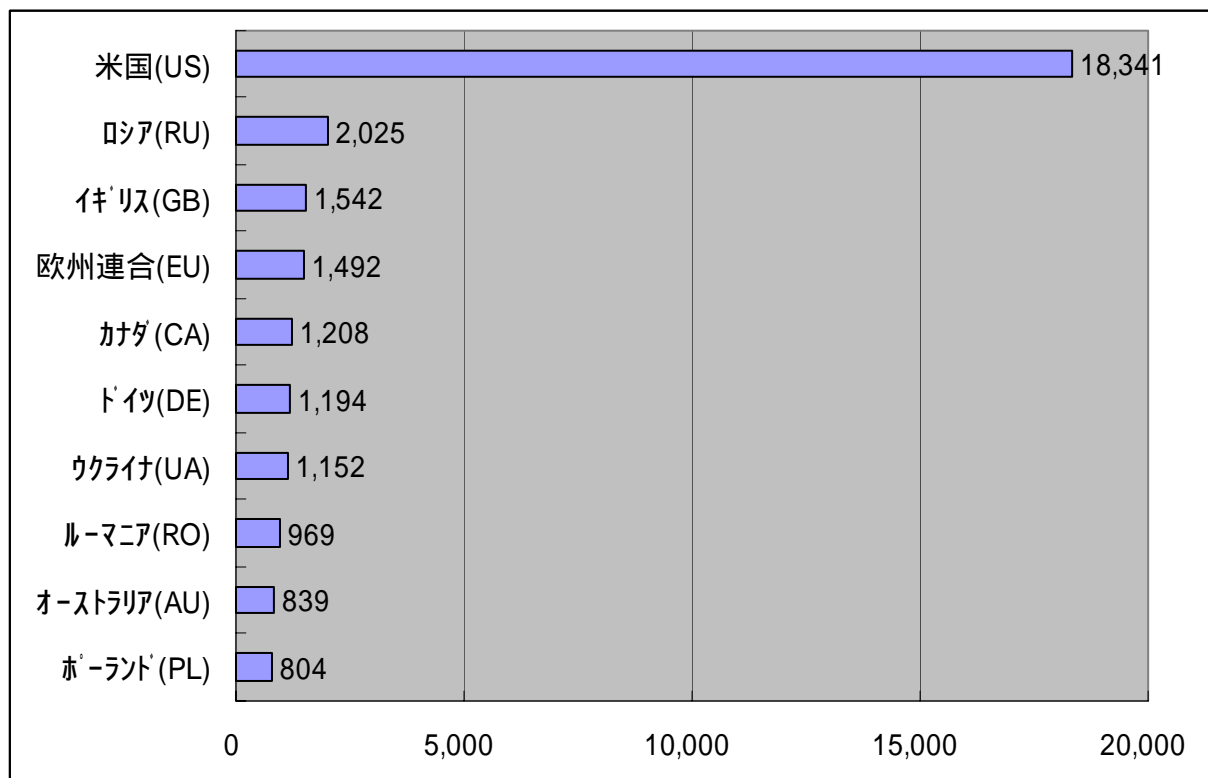
以下にいくつか例を示す。

表7： 4 バイト AS 番号表記方法

10 進数表記	4 バイト AS 番号表記
0	0.0
23456	0.23456
65535	0.65535
65536	1.0
63346	1.10
4294967295	65535.65535

従来の 2 バイト AS 番号で 23456 と表記されたものは、4 バイト AS 番号表記では 0.23456 と表される。逆に、4 バイト AS 番号表記で x.y と表されるものは、従来の 10 進数表記だと、65536*x+y となる。

以下に AS 番号割り当て量が多い上位 10 ヶ国を示す。AS 番号の配布状況については、第 4 部の参考資料に詳しくまとめているので、そちらもあわせて参照いただきたい。



1-4 ルートサーバ

1-4-1 ルートサーバの性質

ルートサーバとは DNS(Domain Name System)の最上位に存在し、「ルートゾーン」を管理するネームサーバである。ルートゾーンとは、トップレベルの各ゾーンを管理するネームサーバがどこに位置しているのかを管理しているゾーンのことで、ここでは.jp や.com などの最上位のドメイン名(TLD)の DNS サーバとその IP アドレスなどが設定されている。

このルートサーバは、DNS の仕組み上非常に重要なサーバであり、ドメイン名を利用する際には必要不可欠な存在である。一般のユーザのほとんどは、Web サイトの閲覧やメールの送受信など、インターネットを利用する際に IP アドレスではなくドメイン名を利用していると思われるが、実際の通信を行う段階では通信相手の IP アドレスを知ることが必要不可欠であり、そのドメイン名と IP アドレスの対応関係を調べる（これを名前解決という）ために DNS は利用される。したがって、ルートサーバの存在はインターネットの運用にお

いても大変重要であると言える。

なぜルートサーバが DNS の仕組みにおいて非常に重要かであるが、一般に名前解決を行うとするアプリケーション等のクライアントはまず自組織のネームサーバに問い合わせを行うが、通常、ネームサーバは自分が管理を行っているゾーンについてしか正しい答えを返すことが出来ない。DNS は分散型データベースであるので、各ネームサーバは自分が管理しているドメイン以外の情報は持っておらず、これは正しい挙動である。しかし、これでは自組織以外についての名前解決が出来ないので、ネームサーバは自分が管理しているドメイン以外に関する問い合わせが来た際には、IP アドレスとドメイン名の対応を返答として返す代わりに、ルートサーバの名前と IP アドレスを返すのである。すると次にクライアントはルートサーバに対して同じ問い合わせを行う。ルートサーバは、ルートゾーンの情報だけを管理しているので、直接問い合わせの答えを返すことは出来ないが、各 TLD を管理しているネームサーバについては答えることが出来るので、問い合わせを行ったドメイン名の TLD を管理しているネームサーバの名前と IP アドレスを返答として返す。それを受け取ったクライアントは、次に TLD を管理しているネームサーバにまた同じ問い合わせを行い、問い合わせを受けたネームサーバは、今度はその TLD にあるセカンドレベルドメイン(SLD)を管理しているネームサーバの名前と IP アドレスを返答として返す。このようにクライアントは次々と問い合わせを繰り返していき、最終的には目的の名前を解決することが出来るようになっている。

ちなみに、上記のような「自分が管理していないドメインに関する問い合わせに対しては、ルートサーバの名前と IP アドレスを返答として返す」という挙動を実現するために、世の中に存在する全てのネームサーバはルートサーバの名前と IP アドレスを設定したファイルをローカルに持っている。これは分散型 DB という DNS の仕組みの中で見ると、例外的ではあるが、このようにローカルにルートサーバの情報を持っていないと「ルートサーバの名前を解決するためにルートサーバに問い合わせる」「ルートサーバに問い合わせをしたいけれどルートサーバの IP アドレスがわからない」という一種のジレンマが発生してしまうためである。したがって、自ドメイン以外の情報を管理する必要がない DNS の仕組みにおいてこのルートサーバの名前と IP アドレスを設定したファイルだけは別で、ルートサーバの IP アドレスが変更された場合などは、手動でこのファイルを更新する必要がある。

ルートサーバの IP アドレス変更は、頻繁にはではないものの、これまでも何度か実施されており、最近では 2007 年 11 月に L サーバの IP アドレスが変更された。この変更にとともに、それぞれの DNS サーバ管理者による、各 DNS サーバがローカルに持つルートサーバの IP アドレスを設定したファイルの更新が行われた。ただ、実際には全ての DNS サーバ管理者が更新を行っているとは限らず、一部には更新し忘れられた DNS サーバも存在す

るものと思われる。とはいえ、そのことがすぐに名前解決が出来なくなる事態に繋がるわけではなく、13あるルートサーバのうち1つのIPアドレスが変更されたとしても、残りの12のIPアドレスが正しければ、到達できないルートサーバに問い合わせってしまう確率は13分の1に過ぎず、また、問い合わせに失敗した場合は引き続き別のルートサーバに問い合わせが行われるので、利用者から見れば名前解決にかかる時間がやや増加したように見える程度である。また、DNSにはラウンドロビンと呼ばれる仕組みがあり、応答に時間がかかるルートサーバを避け、より応答の速いルートサーバを選んで問い合わせをしようになっているため、名前解決が遅くなるのも最初の1回の問い合わせだけである。さらに、ルートサーバのIPアドレス変更については、移行にかかる時間を越して十分に並行運用の期間が取っており、しばらくは古いIPアドレスを利用しても問い合わせが行えるようになっている。今回のLサーバの場合だと、IPアドレスの変更が行われたのは2007年11月であるが、変更前のIPアドレスを用いた問い合わせが出来なくなるのは、最短でも6ヶ月後とアナウンスされている。

ここまで説明したように、インターネット上で名前解決を行う際に、自ドメイン以外の名前を解決する際には、必ずルートサーバへの問い合わせが必要となり、そのルートサーバから順次下位のサーバに問い合わせを繰り返していくことで名前の解決が可能となっている。そのため、ルートサーバは非常に重要であると同時に負荷が高く、その負荷を下げるためにDNSにはキャッシュという仕組みが採用されている。各ネームサーバやクライアントは一度問い合わせを行ったらその結果をしばらく保存しておき、同じ問い合わせが発生した場合には、保存してある結果を利用して実際には問い合わせのための通信を行わないようになっている。このキャッシュという仕組みによって、ルートサーバを初めとした各ネームサーバの負荷が下がり、より安定したDNSの運用が可能となっている。

一方、安定性という意味ではルートサーバの運用が停止しないことも非常に重要で、上記のキャッシュという仕組みがあるので数時間程度なら特に大きな問題が起こらない可能性が高いとはいえ、ルートサーバが停止すると最終的にはインターネット上の名前解決は自ドメイン内を除いて出来なくなってしまう。

そのため、ルートサーバは世界で13用意されており、その全てが停止しない限り名前解決が出来るように配慮されている。13のサーバはAサーバ(a.root-servers.net)から順番にMサーバ(m.root-servers.net)までアルファベット順に名前が付けられており、Aサーバのデータがマスターであり、BからMサーバまでの残りの12のサーバはAサーバのデータのミラーが置かれている。

この13という数字はDNSのプロトコルによる技術的制限の上限であり、かつては実際に

13 台のサーバしか設置することが出来なかった。もっとも、13 台しか設置できないと言っても、実際に全てルートサーバが止まったことは一度もないわけではあるが、近年はさらなる安定性の向上を目指して、IP Anycast などの技術を利用することによってこの 13 台という制限はなくなっている。この IP Anycast という技術は、同一サービスを提供するノードに同一の IP アドレスを割り当てる技術であり、技術的制限であるルートサーバとして 13 の IP アドレスしか設定できないという制限はそのまま、実際には 13 台以上のサーバを稼働させることが出来るようになり、ルートサーバの稼働率をより高め、また各サーバの負荷を下げる事が可能となった。

また、13 台という制限が無くなったことにより、世界各地にルートサーバを設置することが出来るようになり、その結果各クライアントは（ネットワーク的に）距離の近いネームサーバに対して問い合わせが出来るようになることから、応答性を高めるという目的にも IP Anycast は一役買っている。

なお、上記の IP Anycast などの技術により各地にルートサーバが置かれるようにはなったものの、インターネットがアメリカ合衆国において発達した歴史的経緯から、ルートサーバの大半は米国内に置かれている。ちなみに、日本国内においては以前から M サーバが WIDE Project により運用されており、また近年では IP Anycast の導入によって、F サーバおよび I サーバ、J サーバ、K サーバなどが日本国内でも運用されるようになっている。

1-4-2 ルートサーバの配置状況

2008 年 2 月時点でのルートサーバの配置状況は以下の通りとなっている。

表8： ルートサーバの配置状況⁸

サーバ	オペレータ	所在地	IP アドレス
A	VeriSign, Inc.	Dulles VA	IPv4: 198.41.0.4 IPv6: 2001:503:BA3E::2:30
B	Information Sciences Institute	Marina Del Rey CA	IPv4: 192.228.79.201 IPv6: 2001:478:65::53
C	Cogent Communications	Herndon VA; Los Angeles; New York City;	192.33.4.12

⁸ 出典： <http://www.root-servers.org/>

		Chicago	
D	University of Maryland	College Park MD	128.8.10.90
E	NASA Ames Research Center	Mountain View CA	192.203.230.10
F	Internet Systems Consortium, Inc.	Ottawa; Palo Alto; San Jose CA; New York City; San Francisco; Madrid; Hong Kong; Los Angeles; Rome; Auckland; Sao Paulo; Beijing; Seoul; Moscow; Taipei; Dubai; Paris; Singapore; Brisbane; Toronto; Monterrey; Lisbon; Johannesburg; Tel Aviv; Jakarta; Munich; Osaka; Prague; Amsterdam; Barcelona; Nairobi; Chennai; London; Santiago de Chile; Dhaka; Karachi; Torino; Chicago; Buenos Aires; Caracas; Oslo; Panama; Quito	IPv4: 192.5.5.241 IPv6: 2001:500::1035
G	U.S. DOD Network Information Center	Columbus OH	192.112.36.4
H	U.S. Army Research Lab	Aberdeen MD	IPv4: 128.63.2.53 IPv6: 2001:500:1::803f:235

I	Autonomica /NORDUnet	Stockholm; Helsinki; Milan; London; Geneva; Amsterdam; Oslo; Bangkok; Hong Kong; Brussels; Frankfurt; Ankara; Bucharest; Chicago; Washington DC; Tokyo; Kuala Lumpur; Palo Alto; Jakarta; Wellington; Johannesburg; Perth; San Francisco; New York; Singapore; Miami; Ashburn (US); Mumbai; Beijing; Beijing; Manila; Doha	192.36.148.17
J	VeriSign, Inc.	Dulles (3 locations); Vienna; Miami, Atlanta; Seattle; Chicago; New York; Los Angeles; Mountain View; San Francisco; Dallas (US); Amsterdam (NL); London (UK); Stockholm (2 locations) (SE); Tokyo (JP); Seoul (KR); Beijing (CN); Singapore (SG); Dublin (IE); Kaunas (LT);	IPv4: 192.58.128.30 IPv6: 2001:503:C27::2:30

		Nairobi (KE); Montreal, Quebec (CA); Sydney (AU); Cairo (EG); Warsaw (PL); Brasilia; Sao Paulo (BR); Sofia (BG); Prague (CZ); Johannesburg (ZA); Toronto (CA); Buenos Aries (AR); Madrid (ES); Vienna (AT);	
K	Reseaux IP Europeens - Network Coordination Centre	London (UK); Amsterdam (NL); Frankfurt (DE); Athens (GR); Doha (QA); Milan (IT); Reykjavik (IS); Helsinki (FI); Geneva (CH); Poznan (PL); Budapest (HU); Abu Dhabi (AE); Tokyo (JP); Brisbane (AU); Miami (US); Delhi (IN); Novosibirsk (RU)	IPv4: 193.0.14.129 IPv6: 2001:7fd::1
L	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers	Los Angeles(US); Miami(US)	199.7.83.42
M	WIDE Project	Tokyo(3); Seoul (KR); Paris (FR); San Francisco, CA	IPv4: 202.12.27.33 IPv6: 2001:dc3::35

