

前回は次世代IPと実装研究の話でしたが、今回はインターネットの運用上の重要な技術であるDNS関連の話題です。

DNSは、インターネットのホスト名を対応するIPアドレスに変換する重要な機能を提供しているサービスです。当初は、ホスト名とIPアドレスの対応表を1カ所で集中管理し、その表を定期的にファイル転送してインターネットは運用されてきました。ホスト数の増加に伴い、当然のことながらスケラビリティの問題が生まれました。そのため、分散したデータベースを構築し、分散してデータの更新、問合せに対する応答を行うシステムとしてDNSが考案されました。インターネットのDNSは現存する分散データベースシステムとして、最も大きなものの1つと言えます。

DNSはこのスケラビリティを実現するために、ドメインの階層化を用いていますが、ある特定のドメインが階層化されずに平坦なまま膨張していくという事態が発生しています。現在、.comのDNSサービスを提供するには、512MBから1GBのメインメモリが必要で、これはある1つの階層のドメインが膨張したことによる弊害で、インターネットアーキテクチャに対する危機の1つです。

さて、インターネットのトップレベルドメインには、いくつかの種類があります<sup>4)</sup>。まず、日本を表す.jpや南極を表す.aqのようなISO-3166標準に規定された2文字の国名コードによる国や地域を表すドメイン名です。この他に、歴史的経緯で3文字になっている米国内のドメイン、.gov、.mil、.eduがあります。また、国際機関用の.intもありますが、あまり使われていません。

.comドメインへの集中など、問題になっているのは、以上に当てはまらない一般的なトップレベルドメイン (generic Top Level Domain: gTLD) です。comの他

## gTLDとルートネームサーバ

コラム ▼ インターネット ▲

楠本 博之 / 慶應義塾大学

に、.net、.orgの合計3つが使われています。

では、なぜ問題となってきたのでしょうか。これもまた、インターネットに関する他の問題と同様、インターネット自身が巨大になり、広く一般的に使われるようになってきたのが根本的原因です。

.comドメインへの集中は、.jpは、JPNICが管理しており、現在は違いますが、歴史的には1組織1ドメインであり、複数のサービス名を使えなかったとか、個人事業での登録が難しかったとか、特定の国名コードよりも、一般的な.comのほうがいいのか、その他いろいろ原因で、比較的登録が自由な.comに日本国内外を問わず、各国の組織や個人がどんどん登録されていきました。これにより、.comドメインをサービスするDNSサーバへの負荷が他の

ドメインに比べて極端に大きくなってしまいました。

また、ドメイン名の登録が先に登録したものが優先される方式で行われており、ドメイン名と商標権が衝突し、商標権はあるのにそのドメイン名は使えないといったことから、世界的にも訴訟がいくつも生じるようになりました。さらに、ドメイン名の売買の問題や、INTERNICが独占登録機関であることに対する批判などが生じてきました。このように、インターネットが研究者の間でだけ使われていた時代にはほとんど問題ではなかったことが、大規模化し、広く一般の通信基盤として使われるようになったがために、顕在化してきました。

これらの問題を解決するために、国際臨時特別委員会 (IAHC: International AdHoc Committee) が設置され、議論が重ねられました<sup>1)</sup>。その結果出てきたのが、一般トップレベルドメイン名空間に関する覚書 (gTLD-MoU)<sup>2)</sup> で、1998年2月24日現在、217の組織が署名しています。ちなみにJPNICやWIDEプロジェクトは、1997年4月24日に署名しています。

このように、トップレベルドメインに関する問題に対して、インターネットコミュニティの従来のやり方を踏襲し、自律分散的に、IANA (Internet Assigned Numbers Authority) とISOC (Internet Society) が中心となって、関連する多くの組織を巻き込んで覚書という形で合意形成したのが特徴的です。

これに従って、ポリシー委員会 (POC: Policy Oversight Committee)、レジストラ協議会 (CORE: Council of Registrars) などが組織され、レジストラが募集されました。1998年3月2日現在、88の組織が登録されています<sup>3)</sup>。日本国内にある登録組織は現在のところ3つです。当初の案では、レジストラの数は世界の7地域で4組織ず

つ、合計28組織に限定することになっていましたが、後に撤廃されました。また、商標権者の利益保護のため、ドメイン名の意義申立処理機関 (ACP: Administrative Challenge Panel) を世界知的所有権機関 (WIPO: World Intellectual Property Organization) に設置することとし、手続きが定められました<sup>5)</sup>。

そして、次のような新しいトップレベルドメイン名 (TLD: Top-Level Domain) が、作られることになりました。

- .firm ビジネスや企業
- .shop 購買できる商品を提供するビジネス (当初の案では.store)
- .web WWWに関連する活動を強調するもの
- .arts 文化、娯楽を強調するもの
- .rec レクリエーションや娯楽活動を強調するもの
- .info 情報サービスの提供
- .nom 個人、個人名の使用を望むもの (nomenclatureの意)

実際の運用はまだですが、レジストラによっては、登録の受け付けを始めています。

さてこのように、一般トップレベルドメインgTLDに対しては、登録機関にも競争原理を導入し、自由競争の下で公平性を保つことになったわけですが、TLDの上のレベル、つまりルートネームサーバの公平さはどうなっているのでしょうか。

少し前までは、ns.internic.net以下9個のルートネームサーバがその役割をになっていました。従来8個のルートネームサーバが米国に、1個がStockholmにありましたが、gTLDの議論と前後して、中立性、公平性、地域性を考慮し、ルートネームサーバを増やすことになりました。ルートネームサーバ運用に関するRFCも発行され<sup>6)</sup>、ヨーロッパに1台とアジア太平洋地域に1台を追加することが1996年12月のIEPGで決まり、アジア太平洋地域の1台は東京にあるIX、

NSPIXP-2に設置され、WIDEプロジェクトが運用管理を担当することになりました。

インターネットのDNSは、マルチプラットフォームで運用されている巨大データベースであり、動いているのが不思議なほど巨大なシステムです。世界中のインターネットに接続するホストの名前をIPアドレスに変換して、シンボリックな名前で見えるようにする重要な機能を実現しています。その元締めとなる部分がルートネームサーバで、その運用には細心の注意が必要です。

NSPIXP-2に接続するからといって、インターネットの全経路をルーティングするのは大変なので、専用のルータでNSPIXP-2に接続し、ルートネームサーバ自身は、デフォルト経路しか持たない構成になっています。さらに、2台のPC (PentiumPro 200MHz) をプライマリおよびセカンダリとして運用し、障害時には自動的に切り替わるような構成にしてあります。蛇足ですが、実際にはさらに、同じ構成のPCがもう1台設置されており、普段はMBONEの中継に使われていますが、万が一ルートネームサーバ用のPCが2台とも故障した場合には、代替機として使うことになっています。また、24時間の運用体制はWIDEプロジェクトだけでは対応できないので、NSPIXP-2に接続している在京のインターネットサービスプロバイダ数社の有志による運用チームで対応しており、WIDEというより、ある意味では日本のインターネットコミュニティ全体が引き受けているとも言えます<sup>7)</sup>。

ルートネームサーバに対する問合せ件数も、インターネットの成長に伴い増加し、1992年ころのb.root-servers.netへの問合せは、毎秒6件程度だったのに対し、現在、NSPIXP-2にあるm.root-servers.netへの問合せは毎秒350件程度です。

当初は、人間の覚えられるホスト名から、IPアドレスの変換を行うために使われていたDNSですが、メール配送に必須のものとなり、次世代インターネットプロトコルでは、さらにいろいろなものが詰め込まれようとしています。インターネットがうまく動いているのは、DNSシステムが、これまで、いろいろ細かい工夫を行いつつ、スケラビリティを何とか保ってきたからとも言えます。全体の性能向上のために、データの有効期間の細かな指定とか、問合せのたらい回しの工夫、バックアップサーバの存在などです。現在、差分更新、動的更新、セキュリティに関する技術が研究されており、さらに規模の拡大に対応すべく努力が続けられています。

さて、蛇足です。ルートネームサーバの数は、DNSの問合せ応答メッセージのUDPメッセージの大きさが512バイト以内と決まっているために上限があります。現在、その数は13で、A.ROOT-SERVERS.NETからM.ROOT-SERVERS.NETまでの名前がついています。昔は9個で、それぞれルートネームサーバを運用している組織のホスト名がそのまま付いていたのですが、RFC1035に規定されているドメイン名の圧縮記法を使えるように、ROOT-SERVERS.NETというドメイン名に統一されました。なぜ最大13なのか、興味ある人は計算してみてください。

インターネットの歴史はスケラビリティとの戦いー

#### 参考文献

- 1) <http://www.iahc.org/>
- 2) <http://www.gtld-mou.org/>  
The Generic Top Level Domain Memorandum Of Understanding.
- 3) <http://www.gtld-mou.org/docs/reg-results.html>
- 4) RFC1591 Domain Name System Structure and Delegation. J. Postel (Mar. 1994).
- 5) <http://www.wipo.int/>
- 6) RFC2010 Operational Criteria for Root Name Servers. B. Manning, P. Vixie (Oct. 1996).
- 7) Root DNS, 加藤 朗, IP Meeting '97 (Dec. 1997).

(平成10年3月11日受付)