

# IPv6/IPv4 トランスレータTTB

## IPv6/IPv4 Translator TTB

宮田 宏<sup>\*1</sup>  
MIYATA Hiroshi

左治木 次郎<sup>\*1</sup>  
SAJIKI Jiro

IPv6/IPv4のトランスレータ“TTBシリーズ”を開発した。本システムは、IPv6/IPv4トランスレーション機能と、DNSプロキシ機能からなる。本システムは、TRT(Transport Relay Translation)方式により、IPv6からIPv4へのプロトコル変換を実現する。本システムを利用することで、IPv6のクライアントは、IPv6のサーバにアクセスする場合と同様に、IPv4のサーバにアクセスすることが可能になる。本稿では、本システムの動作原理と利用実績を紹介する。

We have developed IPv6/IPv4 translator system "TTB series". This system consists of IPv6/IPv4 translation function and DNS Proxy function. This system provides IPv6 client to access IPv4 servers as well as IPv6 servers. This paper introduces the algorithm of TTB, and practice of it.

### 1. はじめに

政府の“e-Japan戦略”などを背景に、IPv6のネットワークの構築が急激に進められている。

既に、IPv4の膨大なネットワークが世界中に張り巡らされているという事実から、IPv6が普及するためには、IPv4の資源を積極的に利用していく必要がある。IPv4の資源は、ネットワーク・インフラストラクチャと、Webサーバなどによるサービスに分類される。

TTBは、IPv6のクライアントがIPv4のサービスを利用可能とするために、プロトコル変換する装置である。本機の外観を図1に示す。

### 2. 特長

TTBは、以下の特長を持つ。

#### (1) Plug and Play

IPv6クライアントのアプリケーションや、IPv4サーバに対しての変更は必要なく、IPv4ネットワークとIPv6ネットワークの間にTTBを設置することで、IPv6のクライアントがIPv4サーバにアクセスすることを可能とする。

#### (2) 負荷分散機能

トランスレータを複数台並列に並べることで、負荷を分散することが可能になる。

#### (3) 高い拡張性

既に稼動しているトランスレータが高負荷状態になったとき、トランスレータを並列に追加していくことで、トランスレーションシステムを拡張していくことが可能である。

#### (4) 高い可用性(アベイラビリティ)

複数台のトランスレータのうち、いずれかのトランスレータに障害が発生した際に、IPv6のクライアントが、該当のトランスレータを利用することがないように制御する機能を有しており、高い可用性を実現している。

#### (5) 高い管理性

トランスレータの出力するログを加工し、管理者が利用し易いフォーマットで出力する機能を提供する。

#### (6) 高い操作性

本機の設定は、WEBブラウザから行うことができ、容易に確実な設定を可能とする。



図1 TTB1100の概観

\*1 IT事業部 プロダクト事業センター

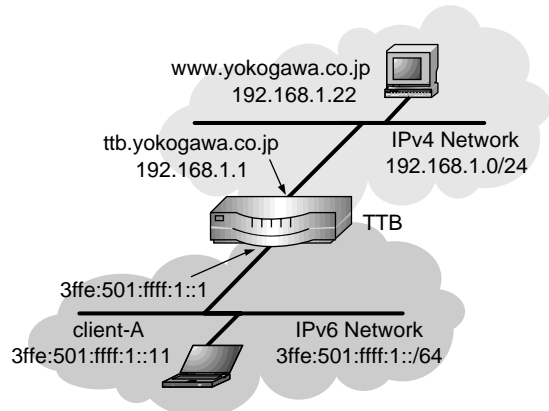


図2 実ネットワーク図

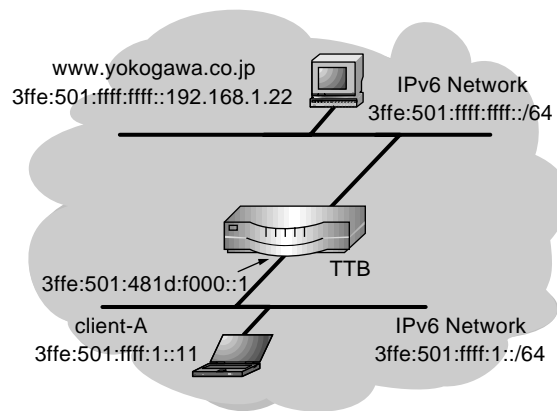


図3 IPv6のクライアントから認識されるネットワーク

### 3. 動作原理

#### 3.1 IPv6/IPv4トランスレーション

図2で示すネットワークにおいて、IPv6のクライアント (client-A) がIPv4のサーバ (www.yokogawa.co.jp) にアクセスするものとする。client-AはIPv6しか使うことのできないホストであると仮定する。

client-Aが192.168.1.22と通信する場合、IPv6のパケットの宛先にはIPv4アドレスを入れることができないため、IPv4のアドレスをIPv6のアドレスにマッピングする必要がある。TTBでは、このアドレスのマッピングを行うための手段として、dummy prefix<sup>1)</sup>を利用する。

このdummy prefixを利用することで、client-Aは、IPv4のネットワークをIPv6のネットワークの一部であるように認識することができる。即ち、client-Aからは、図2のネットワークは、図3のように認識される。

図3において、dummy prefixは3ffe:501:ffff:ffff::/64である。dummy prefixには各サイトの管理者が管理しているプレフィックスの一部を割り当てることができる。

IPv4のアドレスは、以下のフォーマットのIPv6アドレスにマッピングされる。

dummy\_prefix::IPv4\_address

図2、図3から判るように、192.168.1.22のIPv4アドレスは、3ffe:501:ffff:ffff::192.168.1.22というIPv6アドレスにマッピングされる。このマッピングにより、IPv4アドレスはユニークなIPv6アドレスにマッピングされることになる。

TTBでは、宛先アドレスにdummy prefixが付いたパケットは、IPv4に変換されるべきパケットであると認識する。また、IPv6ネットワーク上では、宛先アドレスにdummy prefixを持つパケットは、TTBに転送されるよう、経路制御されている必要がある。

上記により、client-Aが3ffe:501:ffff:ffff::192.168.1.22宛て

にパケットを送信すると、そのパケットはTTBに届けられ、TTBによりIPv4に変換すべきパケットであると認識される。そこで、TTBは宛先の3ffe:501:ffff:ffff::192.168.1.22に成り代わり、client-Aとコネクションを確立する。更に192.168.1.22とTTB間でもう一つのコネクションを確立する。即ちIPv6ネットワーク、及びIPv4ネットワーク各々において、別々のコネクションを確立することになる。そして、各々のコネクション間でやり取りされるデータをTTBが中継することにより、client-Aとwww.yokogawa.co.jp間での通信が可能になる。この関係を図4に示す。

#### 3.2 DNSプロキシ機能

IPv6クライアントが、トランスレータを経由してIPv4サーバと通信を行う場合、宛先アドレスにdummy\_prefix::IPv4\_addressというフォーマットのIPv6アドレスを指定することを3.1で記述したが、実際にユーザが利用する場合、このアドレスを手動で生成することは現実的ではない。また、サーバがIPv4のネットワーク上にある場合と、IPv6ネットワーク上にある場合とで、

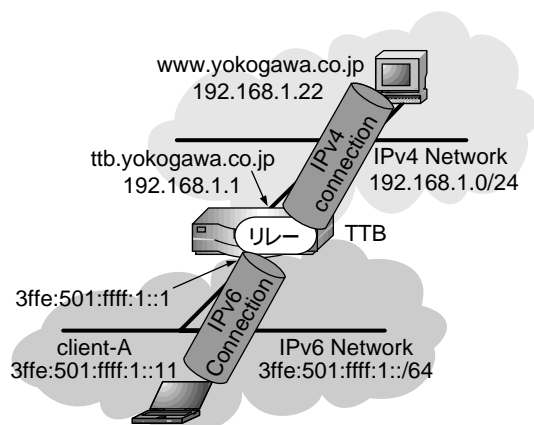


図4 ノード間のコネクション

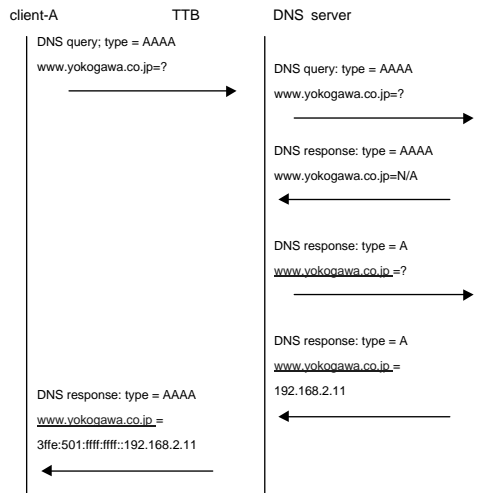


図5 DNSプロキシ機能の動き

ユーザが異なる操作を行うことも煩雑であるため、TTBではDNSプロキシ機能を用意している。

DNSプロキシ機能を利用することで、ユーザは単にFQDN( full qualified domain name )を指定するだけで、IPv6ネットワーク上のサーバと同じようにIPv4ネットワーク上のサーバにアクセスすることが可能になる。

DNSプロキシ機能は具体的に以下のように動作する。client-Aは、TTBにwww.yokogawa.co.jpに対応するIPv6アドレスを格納したAAAAレコード<sup>(2)</sup>を要求する。

TTBは、DNS serverにその問い合わせを転送する。DNS serverは、www.yokogawa.co.jpに対するAAAAレコードを解決しようと試みる。AAAAレコードが見つからないので、TTBにAAAAレコードがなかったことを伝える。

TTBは、www.yokogawa.co.jpに対応するIPv4アドレスを格納したAレコード<sup>(3)</sup>を問い合わせる。

DNS serverは、TTBのAレコードを解決しようと試みる。192.168.1.22を得られたので、TTBにAレコードを返す。

TTBは、DNS serverより受け取った192.168.1.22とdummy prefixの3ffe:501:ffff:ffff::/64から、IPv6アドレスを生成し、AAAAレコードとしてclient-Aに返す。

これらの動作の流れを図5にまとめる。図5では、www.yokogawa.co.jpに対するAAAAレコードが見つからない例を示したが、www.yokogawa.co.jpがAAAAレコードを持っている場合は、DNS serverは のパケットで、AAAAレコードを返すので、TTBはAレコードを問い合わせることなく、受け取ったAAAAレコードをそのままclient-Aに返信する。これにより、client-Aは、通信

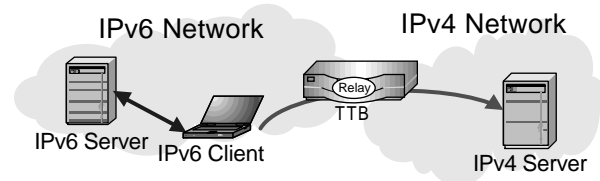


図6 IPv6クライアントからのシームレスな通信

相手がIPv6アドレスを持つ場合、トランスレータを介することなくIPv6ネイティブの通信を行うことができる。

以上のDNSプロキシ機能の仕組みを提供することにより、ユーザは、サーバがIPv6のノードであるか、IPv4のノードであるかを意識することなく通信を行うことが可能になる。( 図6 )

### 3.3 冗長構成

TTBは、トランスレータを複数台並列に設置することで、冗長構成をとることができる。この冗長構成により、負荷分散をし、更に性能及び可用性を向上させている。

図7に冗長構成の例を示す。図7においてTTB-0がDNSプロキシであり、TTB-1、TTB-2はトランスレータである。TTB-1、TTB-2は、それぞれ異なるdummy prefixを変換するように定義する。ここでは、それぞれのdummy prefixをC1::/64、C2::/64と表す。また、IPv6ネットワークにおいては、C1::/64宛てのパケットはTTB-1に、C2::/64宛てのパケットはTTB-2に転送されるように経路制御する。この経路制御は、各々のTTBが、ルーティングプロトコルとしてRIPngを用いて自分の処理するdummy prefixをIPv6ネットワークに広告することで、容易に実現できる。TTB-0にはIPv4アドレスと組み合わせるdummy prefixとしてC1::/64、C2::/64の2つを定義する。TTB-0は、client-Zからの問い合わせに対して、AAAAレコードを生成する必要がある場合、登録された2つのdummy prefixを順番に利用する。従って、client-ZからIPv4サーバAまたはBへの通信は、TTB-1、TTB-2を順番に利用することになり、負荷分散を図ることができる。

この構成で、TTB-2がダウンした時、TTB-0がそれを知らずにC2::/64を使ったIPv6アドレスをclient-Zに返すと、その通信は失敗してしまう。このような事態を避けるために、TTB-0に対して、各々のdummy prefixを処理するトランスレータとして、TTB-1、TTB-2を登録する。TTB-0は、登録されているトランスレータを監視し、IPv6アドレスを生成する際に、ダウンしているトランスレータの処理するdummy prefixを採用しない。この仕組みにより、高い可用性を実現している。

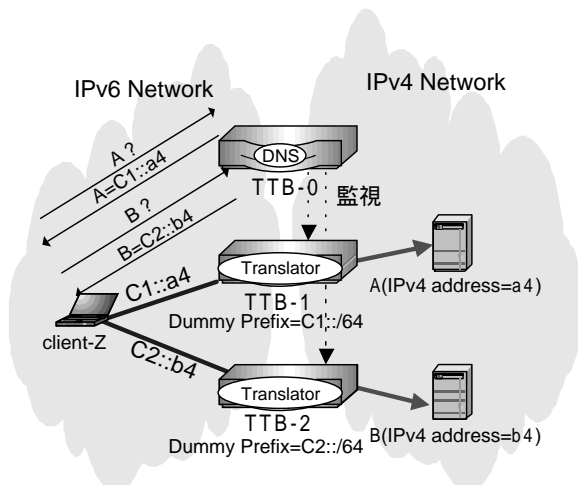


図7 冗長構成例

### 3.4 管理性

TTBは、初期のターゲット顧客として通信キャリアとISP( Internet Service Provider )を想定し、開発コンセプトに高い管理性を掲げた。

具体的には、第1にTTBの内部のステータスを視覚的に把握できる仕組みを提供する。例えば、図8は過去1時間のCPUの使用率を示すトレンドグラフである。ネットワークの運用管理者は、TTBそのものの負荷状態を定期的に監視し、TTB増設等の事前の対策を打つことができる。

第2に、ログ解析機能を提供する。TTBは、本体にハードディスクのような大容量の記録メディアを持たないため、ログは全て外部に接続されたログサーバに転送する。ログ解析機能は、このサーバに送られたログを解析するもので、TTBの外部で動作するソフトウェアとして提供している。本機能は、TTBが出力したログを解析し、TTBが処理したコネクション数とトラフィック量の統計値を表示する。図9は月単位に集計した、各サーバ

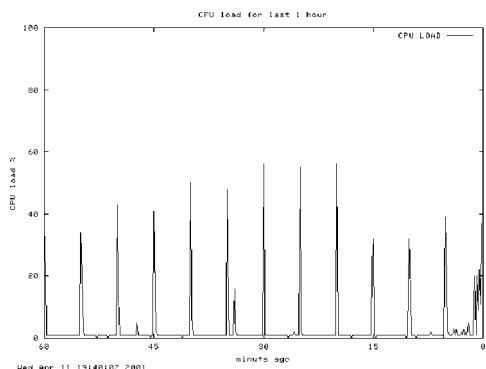


図8 CPU使用率

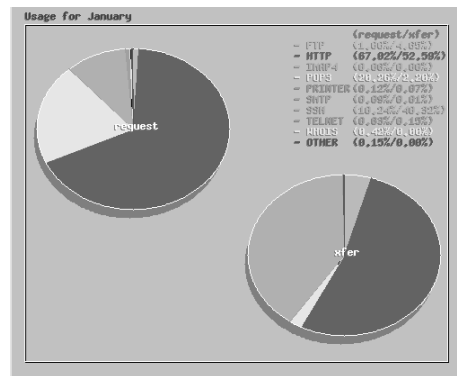


図9 ログ解析結果

ス毎のコネクション数(左上)とトラフィック量(右下)の比率を表した例である。

### 4. 実績

TTBは、2001年1月に発売した商品であるが、リリース前の2000年10月から2001年3月間迄の間、NTTコミュニケーションズ株式会社の運営するIPv6 OCNトンネリング実験においてIPv6/IPv4トランスレーションの共同実験のために利用された。リリース後についても、Networld + Interop 2001 TokyoでのIPv6 ShowCaseへの出展、同ShowNetでの利用、独立行政法人通信総合研究所の運用する大規模IPv6ネットワークjpnでの共同研究等、積極的に運用、評価実験を行っている。

また、商品としては、当初の目標通り、キャリア、ISP、研究機関等の先進的な組織において、高い関心を持っており、多くの導入実績を持つことができた。

### 5. おわりに

TTBは、IPv6の普及を促す効果をもつ商品であり、IPv6/IPv4トランスレータとして、世界に先駆けてリリースすることができた。今後は、先行者の立場を生かして、IPv6への移行時期に実際に生ずるさまざまな問題点や要求を、いち早く捕らえた開発を、続けていく予定である。

### 参考文献

- (1) J.Hagino, K.Yamamoto, "An IPv6-to-IPv4 Transport Relay Translator (RFC3142)"
- (2) S. Thomson, C. Huitema, "DNS Extensions to support IP version 6 (RFC1886)"
- (3) P. Mockapetris, "DOMAIN NAMES - CONCEPTS AND FACILITIES (RFC1034)"

\* 本文中の製品名、名称は、各社の商標もしくは登録商標です。