

省際研究情報ネットワークの接続形態

2E-8

福田 晴元 鈴木 亮一 三上 博英

NTT ソフトウェア研究所

1 はじめに

我々は科学技術庁より科学技術総合研究の委託を受け、省際研究情報ネットワーク (IMnet)¹⁾ を構築・整備している。本ネットワークは1994年11月1日より稼働しており、国公立研究機関を接続する研究用 internet backbone として利用されている。

IMnetでは、マルチホーム接続形態、すなわち、ひとつの接続組織が複数のNSP(Network Service Provider)に接続する形態によって、多くの研究機関を接続する必要が生じた。このため、我々はマルチホーム接続技術について考察し、その結果を実際の接続に適用した。

本稿ではIMnetの接続トポロジーについて述べ、また、IMnetでのマルチホーム接続の形態と接続技術について述べる。さらに、マルチホーム接続に関する新たな問題点を明らかにする。

2 IMnetの接続トポロジー

IMnetは、図1に示すように、東京、大阪、筑波にNOCを持ち、各NOCにて、国内研究組織(以降ユーザネットワークと呼ぶ)の接続、また、4つの国内NSPと2つの海外ネットワーク(以降他ネットワークと呼ぶ)との接続を行なっている。

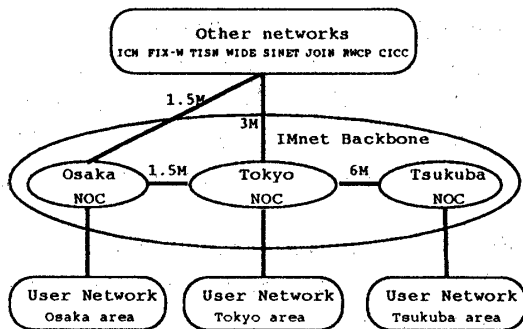


図1: 接続トポロジー

図において、ユーザネットワークとIMnet backboneの間は、RIP²⁾もしくはOSPF³⁾からなるルーティングプロトコルで接続を行なっている。これらはIGP (Internal Gateway Protocols)に分類され、与えられたコストに従い自動的に最適な経路を選択するという

The routing form of Inter-Ministry Network(IMnet)
Harumoto FUKUDA, Ryoichi SUZUKI, and Hirohide MIKAMI
NTT Software Laboratories

基本動作を有する。他ネットワークとの接続には、BGP⁴⁾⁵⁾というプロトコルにより接続を行なっている。これはEGP(Exterior Gateway Protocols)に分類され、ネットワークへのreachability情報を交換する。IMnet backboneではOSPFにより、ユーザネットワークと他ネットワークの間の経路情報の受け渡しを行なうことにより、ユーザネットワークと他ネットワークとの接続を行なっている。

3 マルチホーム接続形態

マルチホーム接続形態には、図2に示すような、異なるネットワークアドレスを用いて複数のNSPを使い分ける方法と、図3に示すような、一つのネットワークアドレスを用いて複数のNSPに接続する方法が考えられる。

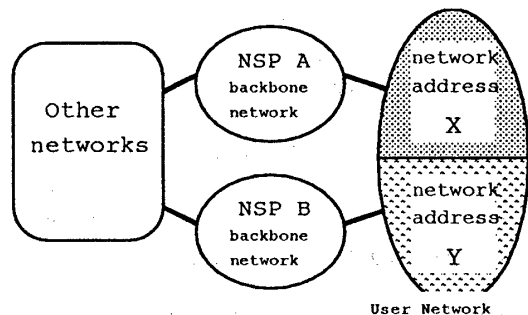


図2: 独立したアドレスによるマルチホーム接続

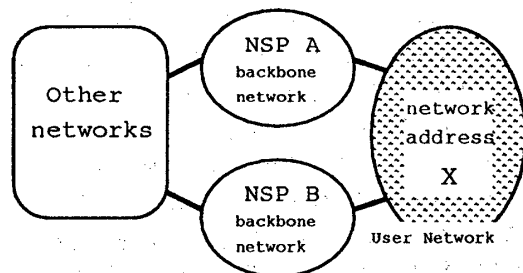


図3: 一つのアドレスによるマルチホーム接続

図2では、接続組織に異なるネットワークが二つあり、それぞれが独立にNSPにつながる。つまり、NSP Aはnetwork address Xのみを、また、NSP Bは、network address Yのみを受けとるように接続する。これにより、NSPはマルチホームを意識することなく接続を行なうことが可能となる。しかし、この方法では、ユーザにNSPの使い分けを意識することを要

求するか、もしくは、network address X と Y となるネットワーク間のゲートウェイ管理者に技術力や高負担を要求することとなる。このため、IMnet 構築時には、既存の機器のアドレス変更や個々のユーザが新たなアプリケーションを使用することを必要としない形態、つまり、図 3 に示すようなマルチホーム形態を実現した。

4 マルチホーム接続の詳細

IMnet では、ユーザネットワーク側の背景により、マルチホーム接続用ルーティングプロトコルとして RIP を使用することが必要となった。AS (Autonomous System) と呼ぶ経路制御に関する一つの管理単位を考えた場合に、RIP では AS を単位として個別に経路制御することは困難である。そこで、他ネットワークの経路情報を default route として集約し、以下のような方法で接続することとした。

- ユーザネットワークに直接継った AS は、default route と自 AS の属性を持つネットワークアドレス情報を、ユーザネットワークへ渡す。default route の選択、すなわち、優先してパケットを配送する AS の選択については、ユーザネットワークの管理者が決定する。
- ユーザネットワークに直接継った AS は、ユーザネットワークからネットワークアドレス情報のみを受け取る。これはユーザネットワーク内部で、AS 間通信を避けるためである。
- ユーザネットワークに直接継った AS は、ユーザネットワークへの reachability 情報を BGP で他の AS へ渡す。

以上のように、ユーザネットワークから外部ネットワークへのパケットの配送は、default route を選択した AS に対して行なわれる。この AS とユーザネットワークとの間のリンクに障害が生じた場合には、他の AS が発出している default route を、ユーザネットワークの管理者が選択することにより配送先が変更される。この default route の選択を動的に行なうような設定を施すことにより、自動的にバックアップ作業が行なわれる。

5 一つのアドレスによるマルチホーム接続の問題点

以上のマルチホーム接続技術で可能とした経路制御は、それぞれ独立して制御されており、パケットの送信経路が複数ある場合には、どのような経路をたどってパケットが送信されるかは、パケットの発出者にま

かされる。このため、ユーザから見てパケットの通る往復経路が期待と異なる場合が発生することを示す。例えば、図 3 において、“User network” の X という network 上にあるノードを α 、このノードの接続先を、“Other backbone network” 上にある β とする。この際に、“User network” が NSP A の default を選択している場合であっても、 β から α へのパケット返送経路は、“Other backbone network” の方針に従い選択される。従って、パケットは、 $\alpha \rightarrow \text{NSP A} \rightarrow \beta \rightarrow \text{NSP B} \rightarrow \alpha$ なるループ経路をたどる可能性がある。

この様なループが発生した際に、“User network” の出力側と入力側リンクの速度 (帯域) 差が大きい場合には、ユーザネットワーク側で広帯域側のリンクを使用出来るように default route を選択しても、接続先からは狭帯域側の経路でデータを配送することとなる。送信に比べ返信データ量が大きいアプリケーションを使用した場合を考えると、このようなループは帯域を有効に利用できない結果を生む。

現在のダイナミックルーティング技術では、独立に設定されたパケットフォワーディング経路より、パケットの発信者が一本の往復路を作成することはできない。このため、前述のループを解決するのは困難である。従って、ループを解決するためには、シングルホーム接続とするか、図 2 の接続形態とする必要がある。また、その他の課題として、接続に IGP を用いるため、ゲートウェイの管理者が AS 単位にリンクを使い分けるポリシールーティングを行なうことも困難であり、この場合には EGP を使用する必要がある。

6 おわりに

IMnet の接続トポロジーと経路制御について述べた。また、考察したマルチホーム接続形態と技術について述べ、マルチホーム接続に関する問題点を明らかにした。今後は、マルチホーム接続を行なった際の帯域やポリシーに従った複数回線の効率的な使用方法について考察を進める。

最後に、IMnet 構築にあたり、我々を御支援下さった NTT ソフトウェア研究所広域コンピューティング部後藤滋樹部長に深謝します。

参考文献

- 1) 鈴木亮一, 福田晴元, 三上博英, “省際研究情報ネットワークの構築について”, 第 51 回全国大会予稿集 2E-9, Sep 1995.
- 2) C. Hedrick, “Routing Information Protocol”, RFC1058, Jan 1988.
- 3) J. Moy, “OSPF Version 2”, RFC1583, Mar 1994.
- 4) Y. Rekhter, T. Li, “A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)”, RFC1771, Mar 1995.
- 5) P. Traina, “Experience with the BGP-4 protocol”, RFC1773, Mar 1995.