

地域ネットワークにおける分散 NOC 管理

相原 玲二

ray@hiroshima-u.ac.jp

前田 香織

kaori@ipc.hiroshima-cu.ac.jp

広島大学 総合情報処理センター

〒739 広島市鏡山 1-4-2

広島市立大学 情報処理センター

〒731-31 広島市安佐南区沼田町大塚 151-5

あらまし

地域ネットワークの1つである中国・四国インターネット協議会(CSI)では物理的に離れた2地点でそれぞれ異なる広域ネットワークと相互接続し、2つの広域ネットワークを通信相手に応じて使い分けるとともに、いずれか一方がダウンした場合、もう一方のネットワークがバックアップとなるような運用を行なっている。本稿では、地理的に分散した相互接続点を持つ地域ネットワークの運用・管理について、経路制御方式を中心に述べる。

キーワード 地域ネットワーク, 分散管理, 経路制御, BGP

Distributed NOC Management in a Regional Network

Reiji Aibara

ray@hiroshima-u.ac.jp

Kaori Maeda

kaori@ipc.hiroshima-cu.ac.jp

Information Processing Center

Hiroshima University

1-4-2 Kagamiyama

Higashi-Hiroshima 739

Information Processing Center

Hiroshima City University

151-5 Ozuka, Numata

Hiroshima 731-31

Abstract

Chugoku-Shikoku Internet Council (CSI), a regional network, keeps connectivity with two backbone networks, i.e., WIDE and SINET. Outgoing packets from CSI are routed via adequate backbones. When one of the backbones is going down, the other is automatically backing up by dynamic routing protocols. In this paper, we describe distributed node management of the regional network and routing protocols.

key words Regional Network, Distributed Network Management, Routing Protocol, BGP

1 まえがき

1993年 JPNIC (Japan Network Information Center) の設立とともに地域ネットワーク [1] がネットワークプロジェクトとして組織的に活動を始めた。その多くは大学を中心としたインターネットの普及啓蒙活動で、ネットワーク接続や各種支援を目的としていた。地域ネットワークが必要となった理由は、JPNIC 会員がネットワークプロジェクト単位ということもあったが、それ以外に接続形態の工夫による経費の節約や、接続の維持管理に関する組織的な支援体制の確立を目指すという要素があった。

地域ネットワークは、広域ネットワークではカバーできない地域および組織に密着したネットワーク構築、普及啓蒙活動の推進という点でインターネットの発展に貢献してきた。地域ネットワークは広域ネットワークに比べ、小規模でありネットワーク接続や運用も容易であると考えられがちであるが、ネットワーク間相互接続に関しては、BGP の運用など最新の技術動向に対応する必要があり、それほど容易ではない。さらに、複数の広域ネットワークとの接続を実現し、負荷分散や故障時のバックアップ体制を実現しようとする、管理に必要なコストは相当大きくなる。

地域ネットワークの1つである中国・四国インターネット協議会 (CSI) では物理的に離れた2地点でそれぞれ異なる広域ネットワークと相互接続し、通信相手に応じてそれらを使い分けるとともに、いずれか一方がダウンした場合、もう一方のネットワークがバックアップとなるような運用を行なっている。本稿では、地理的に分散した相互接続点を持つ地域ネットワークの運用・管理について、経路制御方式を中心に述べる。

2 中国・四国インターネット協議会

中国・四国地域において地域ネットワークの活動を開始したのは1992年である。広島・高知を中心とした草の根的な活動から発展して、1993年「中国・四国インターネット協議会」(略称 CSI) が発足 [2] した。「中国・四国地域における計算機ネット

ワークの相互接続と、国内外の計算機ネットワークとの相互接続に必要とされる基盤構築のための地域活動の推進を図る」ことを目的として活動を続けており、現在の接続概要は図1の通りである。

3 CSI のネットワーク

3.1 マルチホームによる広域網との接続

CSI では活動開始当初から現在にいたるまで、広域網との接続形態が何度か変化してきた。それは利用回線提供組織の変更、NOC の移設、設備の変更など、現実的な理由によるものであった。

(1) 準備期 (1993年3月以前)

CSI 設立準備段階の1992年6月に広島大学西条キャンパス内に JAIN の NOC が設置され、X.25 網 (64Kbps) の回線によって、この地域における初めての広域網 IP 接続が実現した。ここをアクセス拠点として、地域の大学や研究機関がアナログ専用回線 SLIP や公衆回線 UUCP などにより接続するようになった。その後、1993年4月に広島大学東千田キャンパス内に WIDE 広島 NOC が設置された。WIDE 京都 NOC と 64Kbps デジタル専用回線により接続された。

(2) 第1期 (1993年3月～1993年7月)

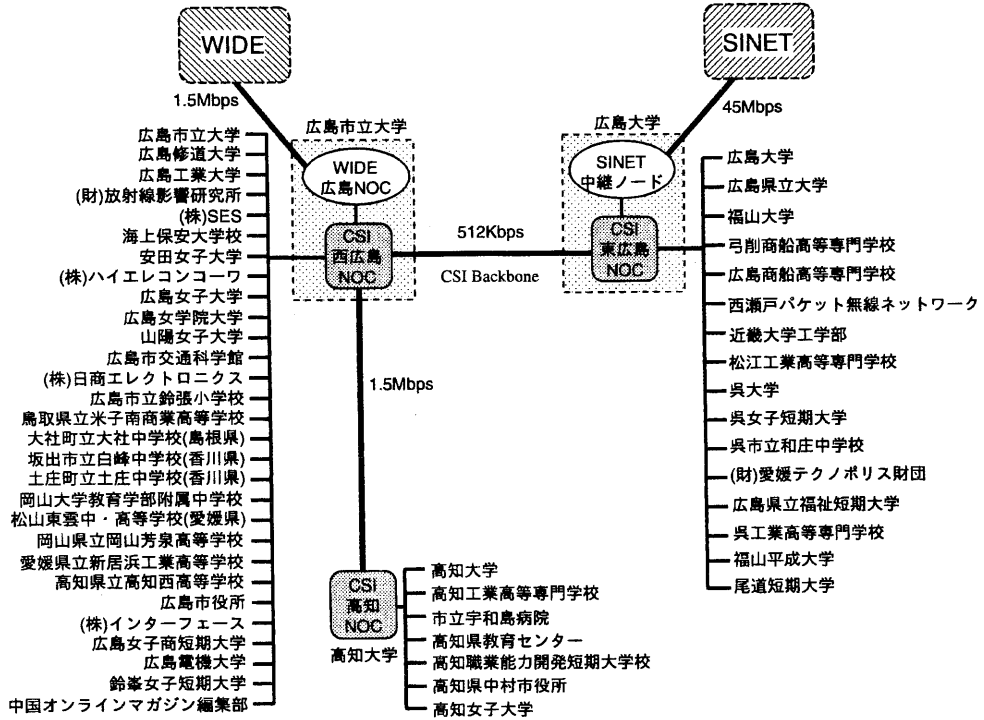
CSI 設立直後、1993年4月に広島大学東千田キャンパス内に CSI 広島 NOC を設置し、CSI は JAIN、WIDE と相互接続された。両ネットワークとは RIP による経路情報交換であった。この間、高知大学内に CSI 高知 NOC が設置され、CSI 広島 NOC とは 64Kbps で接続された。

(3) 第2期 (1993年8月～1994年7月)

WIDE 広島 NOC が (財) 放射線影響研究所へ移設され、CSI 広島 NOC とは 128Kbps の専用回線で接続された。この期間に WIDE との経路制御が BGP3 に切替えられた [3]。

(4) 第3期 (1994年8月～1995年3月)

WIDE 広島 NOC が広島市立大学へ移設され、WIDE 京都 NOC と 512Kbps で接続された。CSI 広島 NOC とは 192Kbps で接続されている。この期間、東広島市の広島大学に CSI 西条 NOC が設置され、広島県東部や山陰地域の接続拠点となった。



CSI: 中国・四国インターネット協議会 (Chugoku Shikoku Internet Council)
 WIDE: Widely Integrated Distributed Environments プロジェクト
 NOC: ネットワーク・オペレーション・センター
 SINET: Science Information NETWORK: 学術情報ネットワーク

図 1 CSI 組織接続概要図 (1996年7月30日現在)

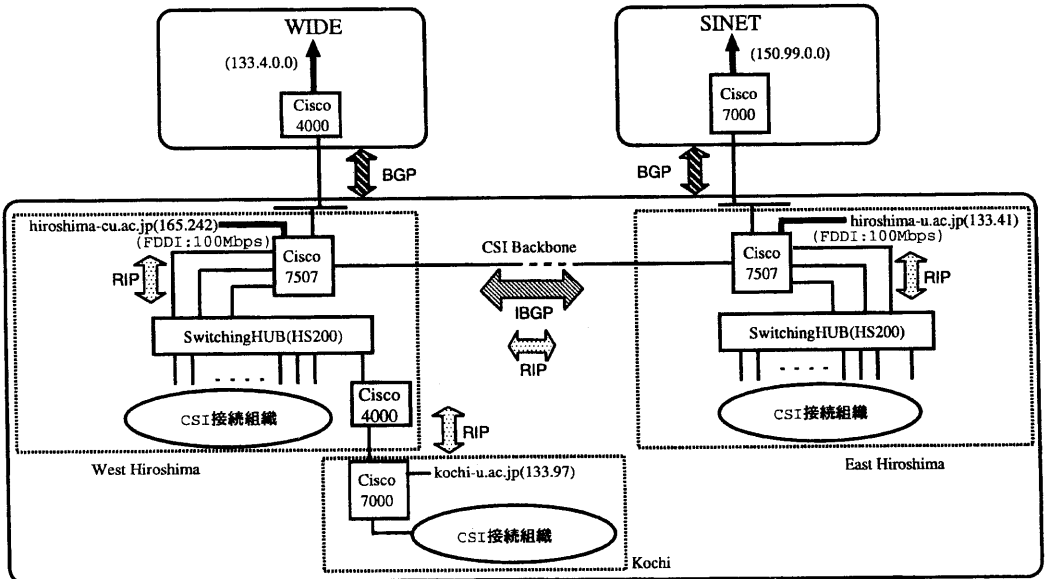


図 2 NOC 間における経路情報の交換

また、1994年10月からは西条 NOC と SINET が相互接続している。

(5) 第4期 (1995年3月～)

新たに西広島 NOC (広島市立大学内) と東広島 NOC (広島大学内, 旧西条 NOC) を設置し、その間を結ぶ CSI のバックボーン回線 (512Kbps) が開通した。また、高知 NOC の設備、回線増強が行なわれ、西広島 NOC ⇔ 高知 NOC 間は 512Kbps となった。この時期から、経路制御に BGP4 を使った本格的なマルチホームの運用を開始した。経路情報交換の概要を図2に示す。CSI からの経路情報アナウンスは可能な限り集約 (aggregation) している。1995年以降に接続した組織については、予約された CSI のアドレスブロックから割り当てることにより、近年問題となっている経路数の増大を抑制している。

	広域網接続	NOCの設備	経路制御
第1期	64Kbps	広島, 高知: Sun IPX HSI SunLink/IR	対 WIDE RIP (gated)
第2期	64Kbps	広島, 高知: Sun IPX HSI SunLink/IR	対 WIDE BGP3 (gated)
第3期	512Kbps 6Mbps	広島, 高知: Sun SS10 HSI SunLink/IR 西条: Sun SS10 Ethernet 接続	対 WIDE BGP3 (gated) 対 SINET RIP (gated)
第4期	1.5Mbps 45Mbps	西広島: Cisco4500 (現 Cisco7507) 東広島: Cisco4500 (現 Cisco7507) 高知: Cisco7000	対 WIDE BGP4 対 SINET BGP4

表1 CSI と広域網接続の変遷

相互接続している広域ネットワーク間のトラフィックの変化の様子を図3に示す。これは CSI と SINET 間に流れたパケットの総量から、一日毎に平均速度 (Kbps) を求めてグラフ化したものである。トラフィックの増加してきた様子が分かる。

3.2 CSI 内部経路制御

CSI 内部の経路制御も、SLIP, UUCP の時代から、ほとんどの組織が IP 接続となった現在までに

```

router bgp 2506
no synchronization
table-map bgp-tagging
network 202.15.112.0
aggregate-address 202.11.160.0 255.255.252.0 summary-or
aggregate-address 202.15.112.0 255.255.252.0 summary-or
aggregate-address 202.249.192.0 255.255.224.0 summary-c
...

redistribute rip route-map rip-to-bgp
neighbor 133.4.18.1 remote-as 2500
neighbor 133.4.18.1 distribute-list 10 in
neighbor 133.4.18.1 distribute-list 1 out
neighbor 133.4.18.1 filter-list 3 in
neighbor 202.15.112.18 remote-as 2506 (1)
neighbor 202.15.112.18 weight 10 (2)
...

ip as-path access list 1 deny .*
ip as-path access list 3 permit ^2500
ip as-path access-list 99 permit .*
access-list 1 permit 165.242.0.0
access-list 1 permit 133.41.0.0
...

route-map rip-to-bgp permit 1
match ip address 1
set origin igp
!

route-map bgp-tagging permit 1
match as-path 99
set automatic-tag

```

図4 経路制御設定 (Cisco ルータ)

いくつかの段階を経てきた。現在、CSI 内部では原則として CSI 組織のみの経路情報を RIP で交換している。西広島 NOC と東広島 NOC 間については、WIDE および SINET から受けたすべての国内組織の経路情報を IBGP (Internal BGP) で交換している (図4参照)。

対外接続している NOC が分散しているため、経路情報交換に関しては以下のような点について留意する必要がある。

(1) 各 NOC からのアナウンス経路の管理

組織の新規接続時には、各 NOC 管理者がその作業を行なうが、特に西広島、東広島 NOC は対外接続ゲートウェイのため、矛盾なく経路をアナウンスする必要がある。

(2) NOC 間の経路の不安定さの回避

現在、広域ネットワークから入ってくる国内の経路は 2100 前後ある。30 秒に一回全経路をアナウンスする RIP 方式ではもはや安定な経路情報の交換ができない。そのため、CSI では、西広島、東広島 NOC 間は、IBGP による経路情報交換を行っている (図4 (1) 部分参照)。CSI 内部の経路については、RIP で情報交換をしている。このような環境では、ドメイン内ルーティングとして通

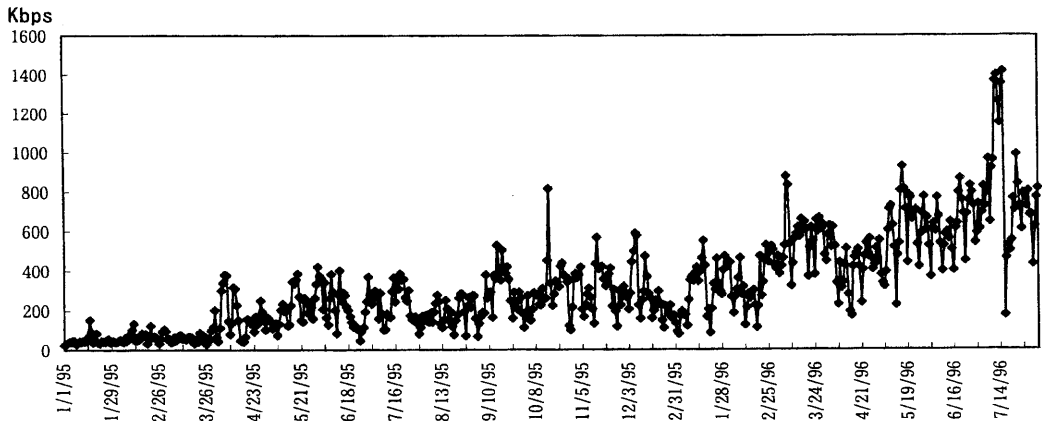


図3 通信トラフィックの変遷 (SINET 接続)

常 OSPF[4] を使うが、CSI の場合同じ AS のピア (peer) である NOC のルータが直接接続しているため OSPF を用いなくても情報交換が可能である。BGP 情報を OSPF に変換する負荷などを考慮すると、BGP スピーカ数が少ない場合は IBGP を論理的にメッシュ結合 (IBGP スピーカ間が TCP のセッションによる完全グラフとなる) して利用する利点大きい。もっとも、CSI 接続組織が増え、NOC の数が増大すると、CSI 内部組織の経路も RIP では耐えられなくなるため、いずれは OSPF の導入も必要であろう。

(3) 経路情報の整合性

西広島 NOC と東広島 NOC には、同じネットワークに対する経路が WIDE および SINET 方向から入ってくるため、同じ組織宛の packets であっても、NOC により出て行く方向が異なる可能性がある。例えば、西広島 NOC では、CSI (AS2506) から JPNIC (AS2515) への経路は AS パスの長さが WIDE 側、SINET 側とも同じ 3 である。このような場合、デフォルトの設定では WIDE を経由して到達する (図 5 の [a] 参照)。一方、東広島 NOC 側では、SINET 経由となる (図 5 の [b] 参照)。CSI では、NOC によらず同一宛先の packets は同一経路を通るよう、重みづけ (weight) を利用して制御している (図 4 (2) 部分参照)。ただし、CSI から外部ネットワーク方向の経路 (行き) とその逆方向の経路 (帰り) の一致を保証しているわけではない。

[a] 西広島 NOC 側

```
> show ip bgp 202.12.30.0
BGP routing table entry for 202.12.30.0 .....
Paths: (2 available, best#1)
2500 2497 2515
133.4.18.1 from 133.4.18.1 (133.4.35.2)
Origin IGP, valid, external
2907 2500 2515
202.15.112.18 from 202.15.112.18 ....
Origin IGP, .....
```

[b] 東広島 NOC 側

```
> show ip bgp 202.12.30.0
BGP routing table entry for 202.12.30.0 .....
Paths: (1 available, best#1, advertised over IBGP, EBGP)
2907 2500 2515
150.99.9.1 from 150.99.9.1 (133.4.111.5)
Origin IGP, valid, external, best
```

図5 採用される AS パスが異なる例

4 分散された NOC の運用

CSI では、図 1, 2 のように各組織は地理的に 3 箇所分散された NOC に接続されている。また、事務局も NOC とは別の組織にある。このような状況において以下のような運用上の問題点が挙げられる。

- 対外組織や CSI 内の組織との窓口処理が混乱しやすい。
- 接続作業など管理者の連携を図らなければ円滑でないことが多いため、管理者の連絡が密である必要がある。

- 接続管理情報の一貫性保持が困難である。
- トラブルが起きた時に、原因の切り分けが困難である。

そこで CSI では以下のような点に注意して運用している。

(1) 情報共有

NOC の維持管理に必要な組織接続概要図、NOC の機器構成図、CSI のサブネット一覧などを WWW や FTP で参照可能にしている。各 NOC での接続形態の変更時には、各 NOC 担当者が修正を行なう。

(2) 接続に関する作業フローの作成

組織の新規接続時には、CSI における加入手続きから最終的な接続完了までには申請組織と事務局、JPNIC、NOC 担当者、接続 ISP の管理者との間で相互に情報交換が必要となってくる。そのため、接続組織が新規 CSI 加入手続きから、ネームサーバの登録を完了するまでの一連の作業の流れを文書化している。これにより、できるだけ作業分担するとともに、申請組織や対外組織との窓口の混乱を少なくしている。

(3) アドレス管理

組織へのアドレス割り当ては、JPNIC の業務委任 (delegation) を行なっていない。そのため、各組織のアドレスは CSI 予約ブロックのアドレスも含めて JPNIC で管理されている。ただし、CSI に接続されているいくつかの co ドメインの組織については、CSI 内において使用するプライベート・アドレスを割り当て、それを組織のアドレスとして管理している。

(4) 作業分担

NOC では CSI のネームサーバー、FTP、ニュース、WWW のサーバの維持管理が必要であるが、作業の種類によって、CSI 加入組織の管理者に分担している。

(5) メーリングリストの活用

ネームサーバー、ニュース、WWW のサーバの立ち上げなどに関する問い合わせが NOC へ集中しやすいが、これらの対応はできるだけ、各組織の各サーバの管理者を登録したメーリングリスト上で情報交換することによって解決している。

5 むすび

本稿では中国・四国地域における地域ネットのネットワーク管理について現状を報告し、技術的、運用的な面から考察した。地域においても地域内外のネットワークの相互接続運用は重要となっている [5]。地域ネットワークは、広域ネットワークと異なりそれほど多くの NOC や相互接続点が設置されているわけではないが、マルチホーム接続や障害時のバックアップを考慮すると、かなり複雑な管理・運用が要求されることに留意しなければならない。

謝辞

日頃から有益な議論をさせて頂いている東京大学の加藤朗助手に感謝します。また、地域でのネットワーク管理に当たり CSI 運営委員をはじめ多くの関係者のご尽力、ならびに、WIDE、SINET 関係者のご協力に感謝致します。

参考文献

- [1] 林英輔: “日本における地域ネットワークの誕生”, 情報処理, Vol.35, No.8, pp.699-707, 1994 年.
- [2] 吉田典可, 相原玲二, 前田香織: “中国地域におけるインターネットの現状”, 電子情報通信学会技術研究報告 IN95-78, 1995 年 11 月.
- [3] 加藤朗, 山本和彦, 中村素典, 相原玲二: “日本の IP インターネットの経路制御方式”, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ, pp.215-222, 1993 年 11 月.
- [4] WIDE プロジェクト: “WIDE プロジェクト 1993 年度研究報告書”, 1994 年 3 月.
- [5] 林英輔, 八代一浩, 本多弘樹, 吉川雅修, 山本芳彦: “地域内インターネット相互接続機構の技術と運用”, 情報処理学会研究報告 96-DSM-1, 1996 年 5 月.