

## 沖縄地域インターネットエクスチェンジ接続実験の概要

長田 智和† 谷口 祐治‡ 玉城史朗†

†琉球大学理工学研究科情報工学専攻 ‡琉球大学総合情報処理センター

### 概要

本論文では、沖縄県で始まった「沖縄地域インターネットエクスチェンジ接続実験(以下 OIX 実験と称す)」と、そこで行われる実験項目について述べる。

沖縄県は、地理的、政治的な観点から非常にユニークな県である。政府は、沖縄県に対して他府県とは異なる政策を行っている。また、沖縄県は平成9年9月に「マルチメディアアイランド構想」を打ち出し、高速な情報通信のための地域インターネットインフラの整備が求められている。

このような状況下において、OIX 実験は沖縄県における地域インターネットインフラの1つのモデルケースとして注目されており、現時点では実験ネットワークであるが、将来的には公式な地域IXになることが期待されている。

## Overview of Okinawa regional Internet eXchange Experimentation

Tomokazu NAGATA† Yuji TANIGUCHI‡ Shiro TAMAKI†

† Department of Information Engineering, University of the Ryukyus

‡ Center for Integrated information processings, University of the Ryukyus

### Abstract

This paper gave an outline of the project of Okinawa regional Internet eXchange(OIX) which started in Okinawa Prefecture. It also gave an briefly introduction of all kinds of experimentation items related to OIX.

Owing both to its geographical factor and political factor, Okinawa is a unique prefecture in Japan. Japanese government therefore is carrying out policies which differ from other prefectures. Furthermore, in september, 1998, the Multi-media Island Plan was set forth by Okinawan government, and regional internet infrastructure for high speed communication is demanded.

Under these circumstances, OIX, one of the model cases of the regional internet infrastructure, is drawing considerable attention. Although depending on its future development, OIX is expected to become the official regional internet infrastructure.

## 1 はじめに

沖縄県では大小様々な組織がインターネットに接続しており、各組織はそれぞれ別系統の上位バックボーンに接続し、トラフィックの交換を行っている。そのために、県内の組織間のトラフィック交換は、東京の NSPIXP を経由してしか行えず、本土及び地域組織間のネットワーク的な距離は国内で最も遠いという現状である。

本実験では、琉球大学総合情報処理センターを中心に複数の ISP と私立大学、及び研究機関を相互接続し、トラフィック等の詳細なデータを測定した上で、沖縄県における地域インターネットエクスチェンジの有効性を示し、更に、IX の特性を生かしたネットワーク技術の検証及び研究開発を行っていくことを目的としている。

## 2 沖縄に地域 IX を設置する意義

IX の目的は、異なる AUP によってネットワークを運用している組織同士を接続し、相互にトラフィックを交換することで、より広域なネットワーク運用を可能にすることである。沖縄県においても、各組織は上位の組織を経由して、東京の NSPIXP でトラフィック交換が行われている。

しかし、このような状況では、県内の組織は常に上位組織に依存しなければならず、同じ地域にありながら（上位ネットワークの障害や東京などでの災害等によって）互いに通信できなくなる可能性が高い。この問題に対処するために、県内に相互接続点を設置し、そこで県内のローカルなトラフィックを相互交換することが考えられる。これによって、県内トラフィックを上位組織に依存せずに処理できるだけでなく、上位ネットワークに対して無用な負荷を与える事がなくなる。

このように、沖縄県内に相互接続点を設置することは、地域ネットワークに対しても、地域外ネットワークに対しても有効であり、特に沖縄県においてはその地理的、ネットワーク的な観点からも非常に意義があるものと考えられる。

## 3 相互接続実験

「沖縄地域インターネットエクスチェンジ接続実験」は、平成 10 年 9 月から沖縄県の代表的な ISP の 1 つである InfoRyukyu と先行的に相互接続を行うことで開始された。平成 10 年末から沖縄県内の各組織に参加要請を行い、平成 11 年 4 月から琉球大学と各組織との共同研究という形で本格的に実験がスタートした。

平成 11 年 10 月現在での OIX 参加組織は表 1 の通りである。

組織名	種別
1. InfoRyukyu	ISP
2. COSMOSNET	ISP
3. ii-okinawa	ISP
4. Southernnx	ISP
5. AT&T Jens	ISP
6. 琉球大学	大学
7. 沖縄国際大学	大学
8. 沖縄大学	大学
9. 名桜大学	大学

表 1: OIX 参加組織

InfoRyukyu、COSMOSNET、ii-okinawa、Southernnx は県内系の ISP であり、AT&T Jens は全国展開している ISP である。また、琉球大学は国立大学でそれ以外の大学は私立大学となっている。

現在の接続状況は、AT&T Jens 以外の相互接続は完了している。AT&T Jens に関しては接続時期は未定であるが、今年度内の接続を目指している。

### 3.1 OIX 接続イメージ

現在の OIX 実験の接続構成は、図 1 に示す通りである。

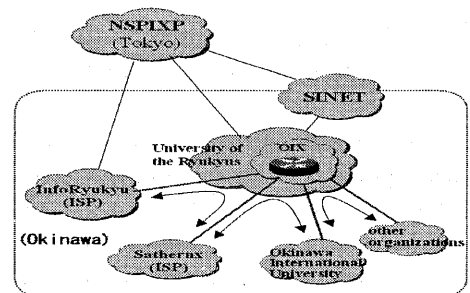


図 1: OIX 接続イメージ

具体的には、

1. 各組織と OIX は 128Kbps の専用線 (DA128) で接続 (琉大のみ 100Mbps の Ethernet で接続)
2. 各組織は、1 次プロバイダまたは SINET にバックボーン接続  
となっている。

### 3.2 物理接続構成

OIX と各組織は図 2 のように DA128 を直接ルータ (Cisco3640) の BRI ポートに収容する構成となっている。

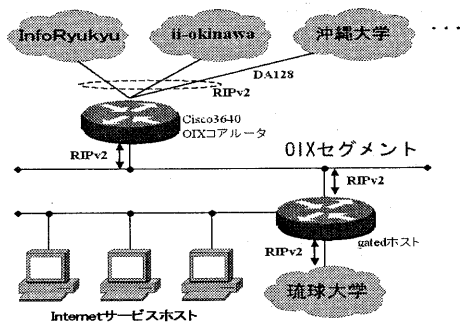


図 2: 物理接続構成

今後、Cisco に直接集約する形態以外での接続も考慮して、図 2 にある通り“OIX セグメント”を設置している。また、OIX では News、IRC サービスなどにおいて HUB としての機能を担う為に、専用のセグメントを設置しホストを配置している。

更に、gated ホストはトラフィック監視用にもなっており、tcpdump を用いて常時トラフィックの監視を行っている (但し、gated ホストには琉球大学-OIX 参加組織間のトラフィックしか通過しない為、全ての組織のトラフィック監視を行うには、各参加組織側に管理ホストを置く必要があり、現在その準備を行っている)

### 3.3 経路制御

OIX に接続している各組織は RIPv2 を用いて自組織の経路を OIX に対してアナウンスし、OIX は接続組織から受けた経路を他の組織にアナウンスしている。各組織は OIX から受ける経路をもとに OIX とのトラフィック交換を行っている。ただし、組織に

よっては以下に挙げる理由などにより、一部のトラフィックにおいて行き帰りの経路が異なる場合があるという現状である。

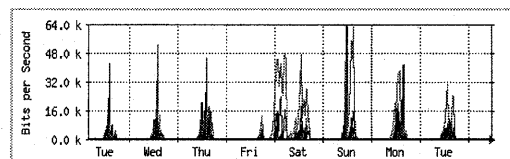
1. バックボーンルータが自組織の管理下でない組織の場合、OIX 接続を行っているルータがアナウンスする RIPv2 を Listen できる機器のみ OIX と双方向でトラフィック交換し、それ以外は片方向のみのトラフィックを交換する。
2. バックボーンルータが自組織の管理下にある組織であっても、組織内のポリシーによってその組織の全ての経路を交換しない。

現在は上のような理由により、一部の組織で完全に双方向なトラフィック交換が行われていないが、可能な限り全ての経路を交換し、双方向での相互接続環境を構築中である。平成 11 年 10 月末日現在、参加 9 組織中 8 組織でこのような環境ができつつある。

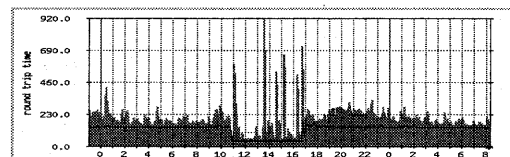
## 4 トラフィック解析

### 4.1 先行接続実験

平成 10 年 9 月から平成 11 年 3 月まで行った InfoRyukyu との先行実験 (接続は毎日午前 11 時から午後 5 時までの時間限定で行われた) ではグラフ 1~グラフ 2 のようなトラフィック統計が得られていた。



グラフ 1: 琉大-InfoRyukyu(H10/9-H11/3)



グラフ 2: 琉大-InfoRyukyu:RTT(H10/9-H11/3)

上の結果などを踏まえて、平成 11 年 4 月からの接続環境は以下になると予想した。

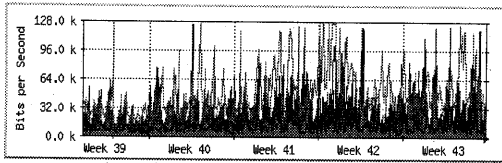
1. 回線帯域は当面 128Kbps で十分 (HSD 又は DA 回線を使用)

- 2. RTT 値、パケットロスが減少し、ネットワークレスポンスが向上する
- 3. トラフィックの大半が http, nntp で占められるなどである。

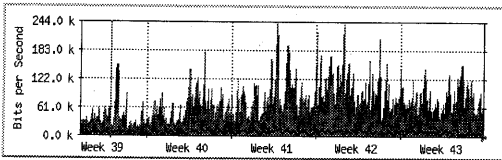
#### 4.2 本接続実験

前節の予想をもとに、OIXと各組織とを128Kbpsの専用線(DA128)で接続した。

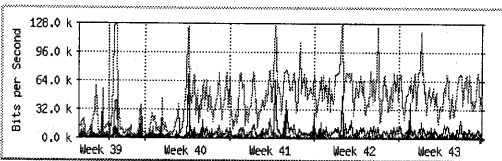
OIXと各参加組織間のトラフィック状況はグラフ3~グラフ5に示す通りである。



グラフ 3: OIX-InfoRyukyuu(H11/10)

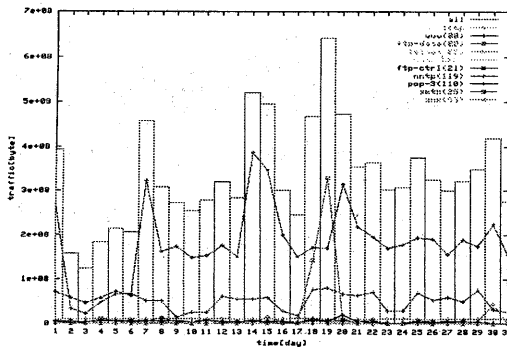


グラフ 4: OIX-琉球大学(H11/10)



グラフ 5: OIX-沖縄大学(H11/10)

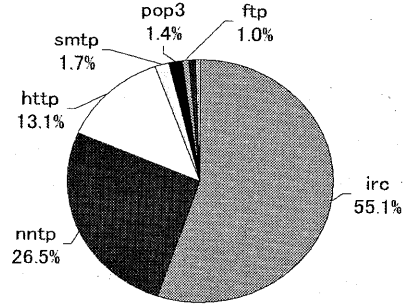
琉球大学とOIX間のプロトコル別のトラフィック状況はグラフ6~グラフ8及び表2~表4の通りである。



グラフ 6: OIX-琉球大学(H11/10)

	http	ftp	irc	nntp	telnet	pop3	smtp	dns
packets	1121	88	4727	2271	71	123	144	41
%	13.1	1.0	55.1	26.4	0.8	1.4	1.7	0.5

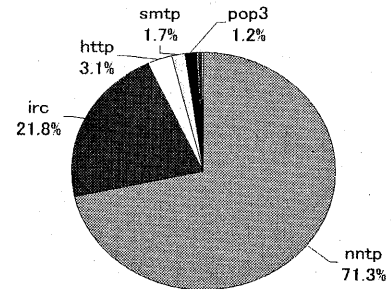
表 2: プロトコル別統計(パケット数/単位:10<sup>3</sup>)  
(測定区間:琉球大学-OIX/測定期間:H11/10/25-31)



グラフ 7: プロトコル別統計(パケット数)  
(測定区間:琉球大学-OIX/測定期間:H11/10/25-31)

	www	ftp	irc	nntp	telnet	pop3	smtp	dns
bytes	67534	4639	477265	1559554	7373	26058	37936	6872
%	3.1	0.2	21.8	71.3	0.4	1.2	1.7	0.3

表 3: プロトコル別統計(バイト数/単位:10<sup>3</sup>)  
(測定区間:琉球大学-OIX/測定期間:H11/10/25-31)



グラフ 8: プロトコル別統計(バイト数)  
(測定区間:琉球大学-OIX/測定期間:H11/10/25-31)

	packets	%	bytes	%
TCP	8549	98.6	2180625	99.1
UDP	123	1.4	20616	0.9

表 4: TCP/UDP 比率(単位:10<sup>3</sup>)  
(測定区間:琉球大学-OIX/測定期間:H11/10/25-31)

トラフィック統計を見ると、概ね128Kbpsの回線選択が適当であったことが確認できた。OIXでは純粋に沖縄県内のローカルトラフィックのみを交換しているため、それを考慮すると統計のトラフィック量は妥当なものと思われる。

但し、現時点では今後予定しているストリーム系データの配信実験などの実験トラフィックが殆ど流れていないため、これらの実験が開始されると同時に現状の回線帯域では不足してしまうことが予想される。

また、パケットロス的大幅に軽減されたが、RTTに関しては128Kbpsという回線帯域がネックとなり、従来と同程度か、トラフィック量の多い組織では若干悪化する現象が見られた。これは、同規模の他の地域IXで起こっている問題と同じであると考えられる。

プロトコル別の統計では、NNTPが最も多く、次いでIRC、HTTP、SMTPとなっている（IRCのトラフィックが多いことはOIXの特徴である）

## 5 現状での問題

現在のOIXでの接続構成は、単に各組織間を専用線で接続し、自組織の経路を交換してOIX参加組織間のトラフィックを交換しているに過ぎない。

これまでに確認された問題点は以下のようなものが挙げられる。

1. 自組織のバックボーン回線の障害時にもOIX参加組織への接続性は確保できなければならないが、実際はDNSのDomainネーム解決の問題等で完全な接続性があるとは言えない。  
→ OIX側で各組織のDNSセカンダリを行うことなどで対処する予定である。
2. 接続組織への回線に障害が発生した場合に、OIXの経路テーブルが乱れるが、経路が安定するまでに最低でも数分程度要する。  
→ 運用可能な組織はBGP4を使用することで経路の揺らぎを最低限に抑える。
3. 突発的なトラフィックが発生すると128Kbpsの回線帯域では不足である。  
→ 根本的に回線増速するしかない。

また、AT&T Jensは全国展開しているISPであるため、接続の際に交換する経路の範囲をどのように規定するかが問題になっている。

## 6 OIX実験上での研究開発

OIX実験は、単に組織同士を相互接続することによって地域トラフィックの効率性、安定性を確保することのみが目的ではなく、その上で既存の技術の検証及び次世代技術の研究開発を行う事にも重点を置き、以下に示すようなテーマの研究開発を並行して行っている。

### 6.1 モバイルエージェントを用いたWWWキャッシュクラスタの構築

本研究では、モバイルエージェントを用いたWWWキャッシュシステムを実装し、単なるProxyサーバ間のsibling接続にとどまらず、より効率的な広域WWWキャッシュシステムを構築することを目的としている。

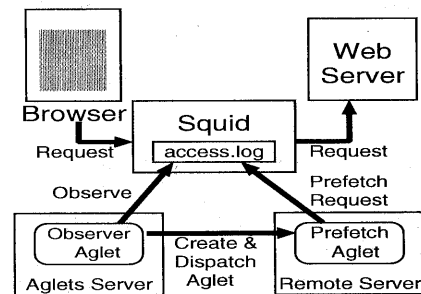


図3：エージェントを利用したキャッシュシステム

本システムの概要を以下に紹介すると、

1. 先読み機能によるヒット率の向上
2. Proxyサーバ間のキャッシュ情報を共有することにより、これまでのsiblingでは不可能だった動的なProxyサーバ選択機能
3. クライアントからのリクエストの傾向を考慮したインテリジェントなキャッシング機能（先読みによるトラフィック増大を抑制）

などがあげられる。

### 6.2 広域ネットワークにおける自律分散ネットワーク管理システム

本研究では、既存のネットワーク技術及び新規の技術を融合することにより、大小規模ネットワークや遠隔ネットワークなどが混在する広域ネットワー

クの管理を一元的に行えるシステムを構築することを目的としている。

本システムのイメージを図4～図5に示す。

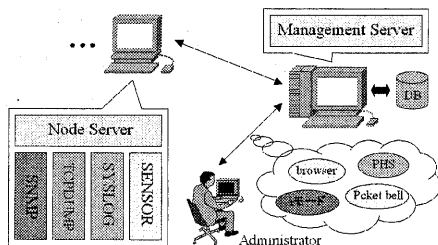


図4: システム概要

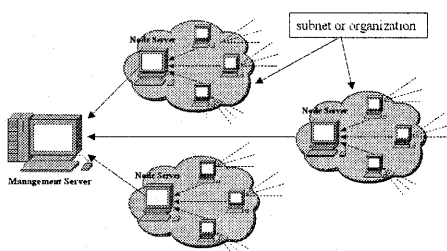


図5: 本システムのスケーラビリティ

本システムの概要を以下に紹介すると、

1. 管理サーバ、ノードサーバによる自律分散型管理システム
2. 階層的な管理システムトポロジと動的な構成機能(大規模ネットワークやグローバルネットワークへの適応も可能)
3. モバイルエージェントを利用した、Push型の管理情報発信機能

などがあげられる。

この他に、OIX 実験では以下のような実験及び研究開発を実施又は予定している。

1. News,IRCなどのサービスのHUBとしての機能
2. RealServer等によるストリームデータ配信実験
3. IPv6 実験ネットワーク構築
4. CA(認証局)による地域型インターネットサービス(Mail,WWWなど)の認証サービス

## 7 今後の予定

沖縄県では、情報基盤の為のインフラ整備を進めているとは言え、地元にはIX運用経験者を始めとす

る高度ネットワーク技術者は数少ない。OIX 実験はこのような問題にも対応すべく、人材育成も兼ねて活動が行われている。

本年度は、OIXの基盤作りと参加組織の担当者の技術スキル向上を中心に活動を行っているが、来年度は更に本格的な活動を行うために、必要な組織は回線帯域の増速を行い、他の地域IXなどのプロジェクトとの協調のため「地域間相互接続実験プロジェクト」等への参加も検討されている。

また、来年7月には先進国首脳会議(サミット)が初の地方開催として沖縄県で行われる。OIXとしてはこれを機に県内ネットワーク基盤整備を支援して行きたい。

## 8 おわりに

沖縄県のインターネットは、東京などの上位ネットワークへの依存度が高く、信頼性という点で他府県と比べて貧弱と言わざるを得ない。

本実験は、沖縄県のインターネットユーザに対して、より効率的、安定的にネットワークサービスを提供できるばかりでなく、インターネット上においてより高度で適切な通信制御を行い、地域ネットワークに寄与するものである。

また、沖縄県の特性を考慮すると、沖縄県におけるIXは一地域IXにとどまらず、広くは東南アジア地域の中核として発展できる可能性を秘めている。このようなことを踏まえ、我々はあらゆる事象に着目し、積極的に活動していきたいと考えている。

最後に、本実験の公式ホームページのURLを示す。

<http://www.oix.u-ryukyu.ac.jp/>

## 参考文献

- [1] 中川郁夫, “国内における地域IXの技術動向”, 情報処理学会分散システム運用技術研究報告, 97-DSM-7, pp.1-6, 1999.
- [2] 長田智和, 谷口祐祐, “沖縄インターネットエクスチェンジにおける技術検証と開発研究”, 情報処理学会第58回全国大会講演論文集 3, pp.581-582, 1999.
- [3] 今野幸典, 樋地正浩, 曾根秀昭, “東北地域内インターネット相互接続実験:TRIX”, 平成9年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集, pp.273, 1997.