

## Network Diagrams of WIDE Backbone

樋山寛章 (hiroa-ha@is.naist.jp)      堀場勝広 (qoo@sfc.wide.ad.jp)

中村 遼 (upa@sfc.wide.ad.jp)      上野幸杜 (eden@sfc.wide.ad.jp)

岡本裕子 (okayu@wide.ad.jp)

岡村 耕二 (oka@ec.kyushu-u.ac.jp)

竹内奏吾 (sohgo@wide.ad.jp)

西村浩二 (kouji@hiroshima-u.ac.jp)

小林和真 (kazu-k@cs.kusa.ac.jp)

岡本慶大 (yoshihiro-o@is.naist.jp)

中村素典 (motonori@wide.ad.jp)

Glenn Mansfield Keeni (glenn@cysols.com)

齋藤武夫 (saito@cysols.com)      土井一夫 (kazuo@cysols.com)

松本智 (matsumoto@tsukuba.wide.ad.jp)

金丸翔 (satsuma@tera.ics.keio.ac.jp)

彌富輝彦 (tomy@tera.ics.keio.ac.jp)

厚谷有輝 (atie@tera.ics.keio.ac.jp)

安藤大祐 (mackey@tera.ics.keio.ac.jp)

井手幹 (shallot@tera.ics.keio.ac.jp)

土本康生 (tsuchy@wide.ad.jp)

長谷部克幸 (hasebe@wide.ad.jp)      山本成一 (yama@wide.ad.jp)

田原裕市郎 (ash@sfc.wide.ad.jp)

関谷勇司 (sekiya@wide.ad.jp)      加藤朗 (kato@wide.ad.jp)

平成 24 年 1 月 25 日

本ドキュメントでは、WIDE backbone と各 NOC の現状について述べる。

# 1 はじめに

WIDE バックボーンネットワークは国内はもとより San Francisco, Los Angeles, Bangkok など海外にも拠点 (NOC, Network Operation Center) を持つ広大なレイヤー 2 およびレイヤー 3 ネットワークである。WIDE バックボーンネットワークの運用は Two Working Group に参加する各 NOC の運用者による定常的な運用にささえられている。

各接続組織の対外接続ネットワークとして活用されるだけでなく、インターネットの新技术を開発している研究者、開発者らの新技术の運用実験の場としても頻りに WIDE バックボーンネットワーク活用されている。

本年度の Two Working Group の活動報告として、WIDE バックボーンネットワークの運用報告を行い、最後に今後の WIDE バックボーン運用についての展望を述べる。

## 2 WIDE バックボーンの運用

本節では、WIDE バックボーンの各拠点での 2010 年 12 月 16 日から 2011 年 12 月 31 日までの運用報告と 2011 年 12 月 31 日現在の WIDE バックボーンのネットワーク構成を報告する。図 1 は 2011 年 12 月現在の WIDE バックボーンの概略図である。

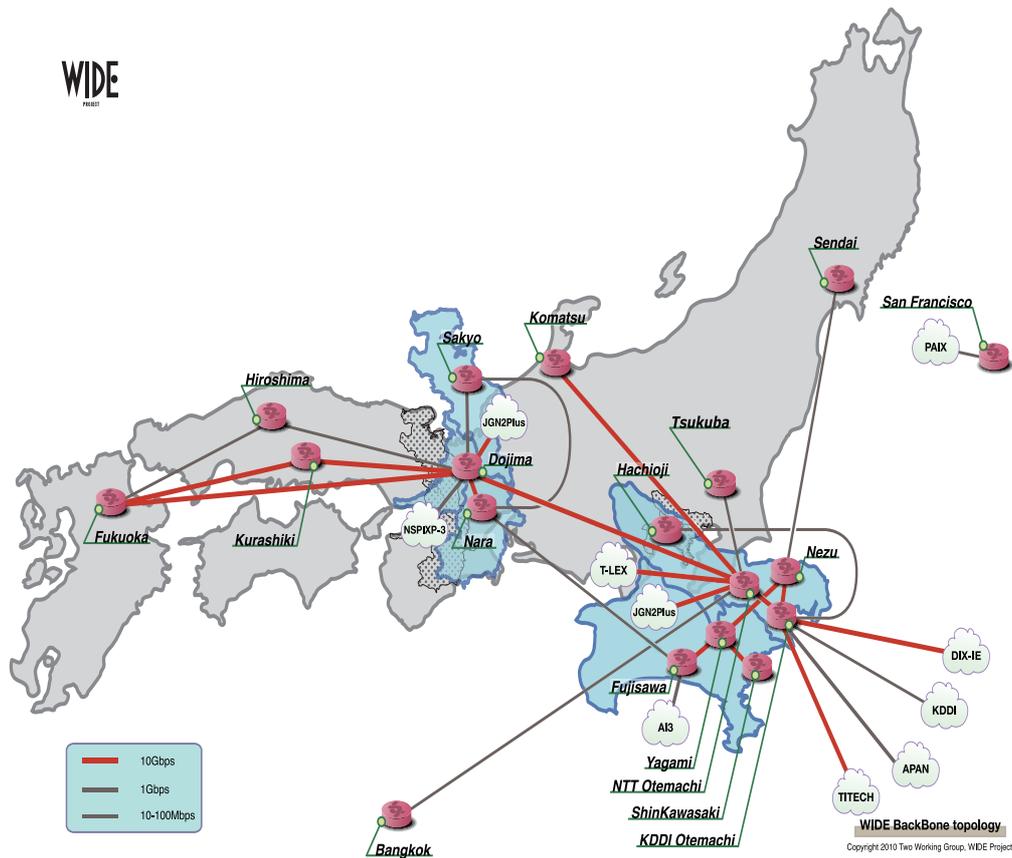


図 1: WIDE バックボーントポロジ

## 2.1 San Francisco

サンフランシスコ NOC(sanfrancisco) は、2004 年 4 月からそれまでの sanjose に代わり稼働した新しい NOC で、Los Angeles から OC-3 により接続されていた。その後 OC-3 から 100M Ethernet に変更された。主な接続先は、PAIX や ISC である。

2010 年 9 月の Los Angeles NOC 撤収にともない、2010 年 10 月に Los Angeles と San Francisco 間の回線も廃止され、専用線による接続の無い独立 NOC として存在する。

- (2011/05/10) データセンター電源メンテナンスに伴う機器メンテナンス
- (2011/07/30) データセンター電源障害に伴う一部機器の電源断発生

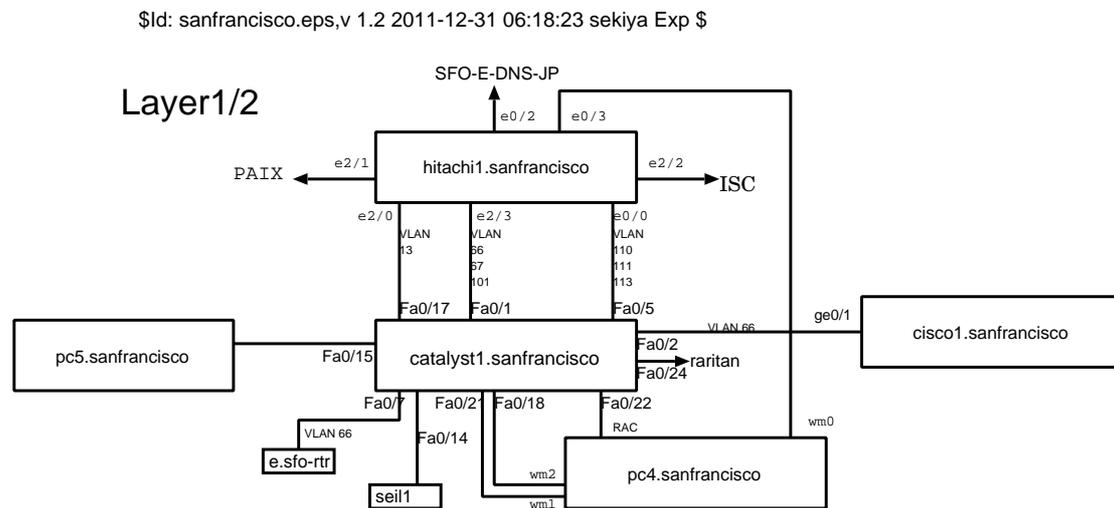


図 2: San Francisco NOC

## 2.2 仙台

東北地方太平洋沖地震による停電のため、2011/3/11 14:48 ~ 2011/3/14 16:15 過ぎまで外部接続性が失われた。

なお、施設に大きな被害はなかった。

また、pc9 を利用プロジェクトの終了に伴い、撤去した。

- (2011/03/11) 東北地方太平洋沖地震による停電のため停止。
- (2011/03/14) 外部接続性復旧。
- (2011/08/24) pc9 廃止。

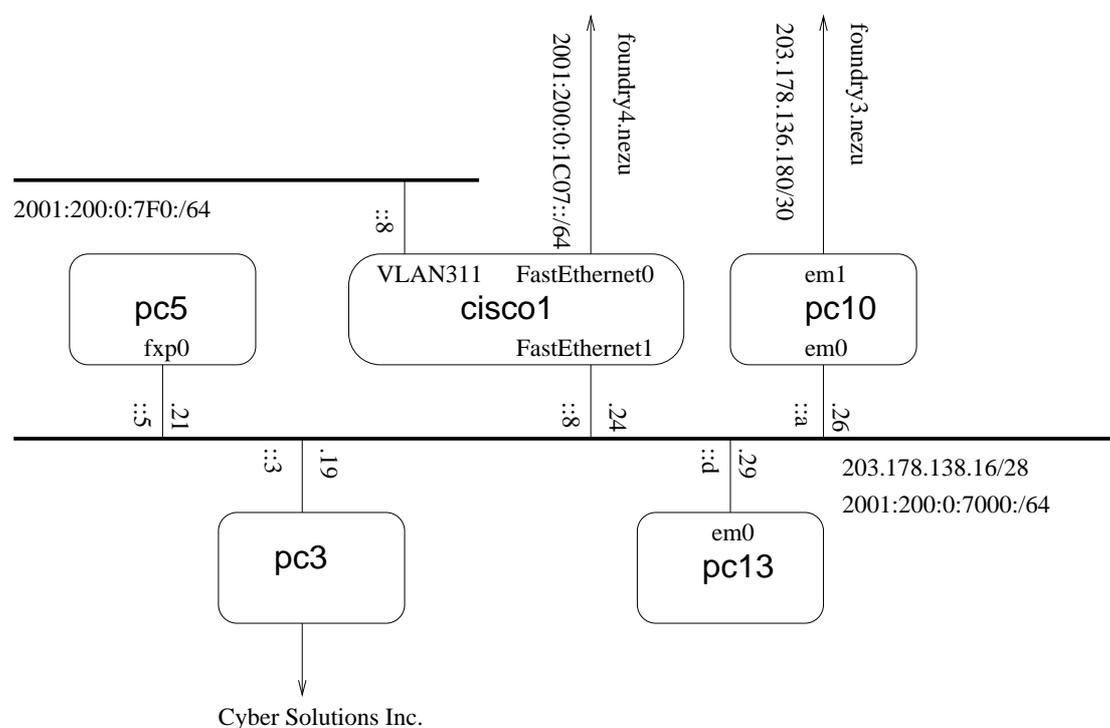


図 3: 仙台 NOC

## 2.3 筑波

筑波 NOC は、2009 年 3 月に筑波大学学術情報メディアセンター内に新たに設置された NOC で、システム情報工学研究科産学間連携推進室をはじめとする周辺の研究組織を収容している。2011 年 9 月 WIDE 合宿にて運用メンバーの追加を行った。

- (2011/9/7) 運用メンバー 2 名が two に参加
- (2011/10/15) 電気事業法に基づく電気設備の定期点検のため停止
- (2011/10/16) 電気事業法に基づく電気設備の定期点検のため停止
- (2011/11/10) FTP サーバのハードウェア交換

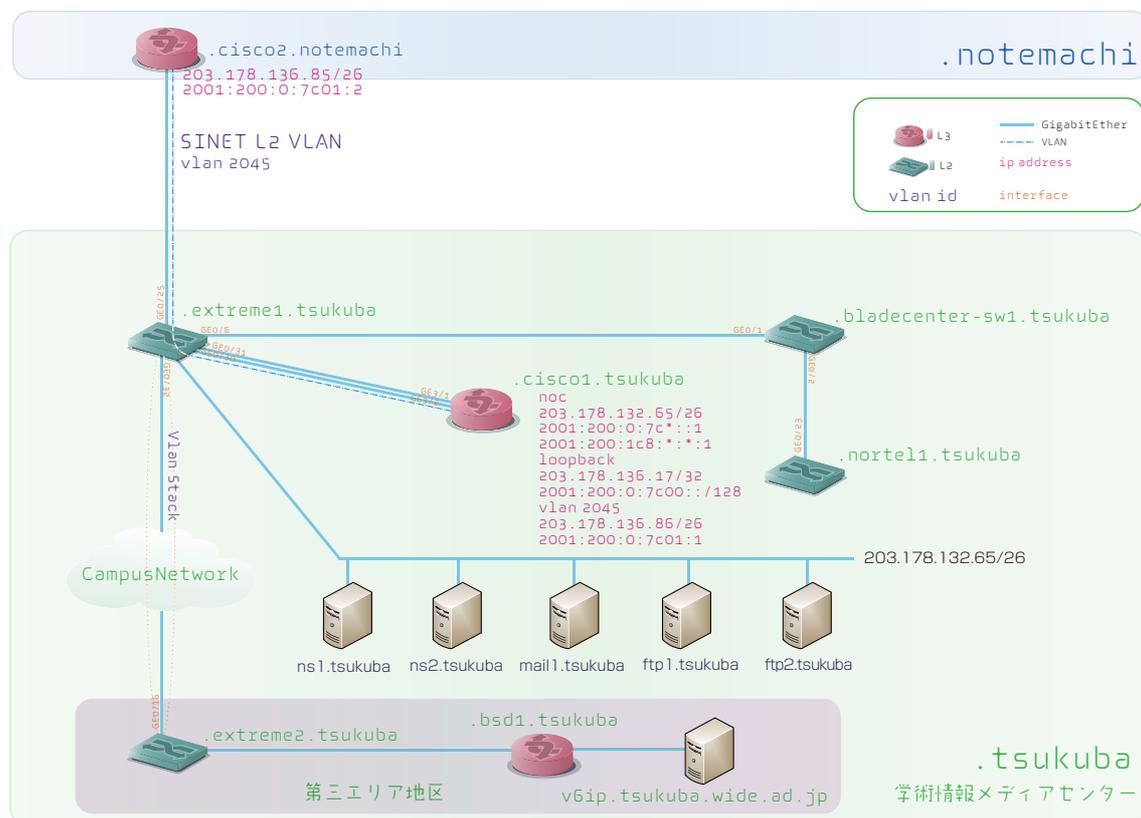


図 4: 筑波 NOC

## 2.4 根津

根津 NOC は、WIDE 関東地区の重要な接続拠点として、東京大学、JGN-X 等との接続を行っている。また WIDE クラウドの拠点としても重要な機器が設置されている。

- (2011/09/21) nezu-kote 線回線借用
- (2011/09/21) nezu-yagami 線回線借用
- (2011/09/25) 東京大学法定点検のため停電

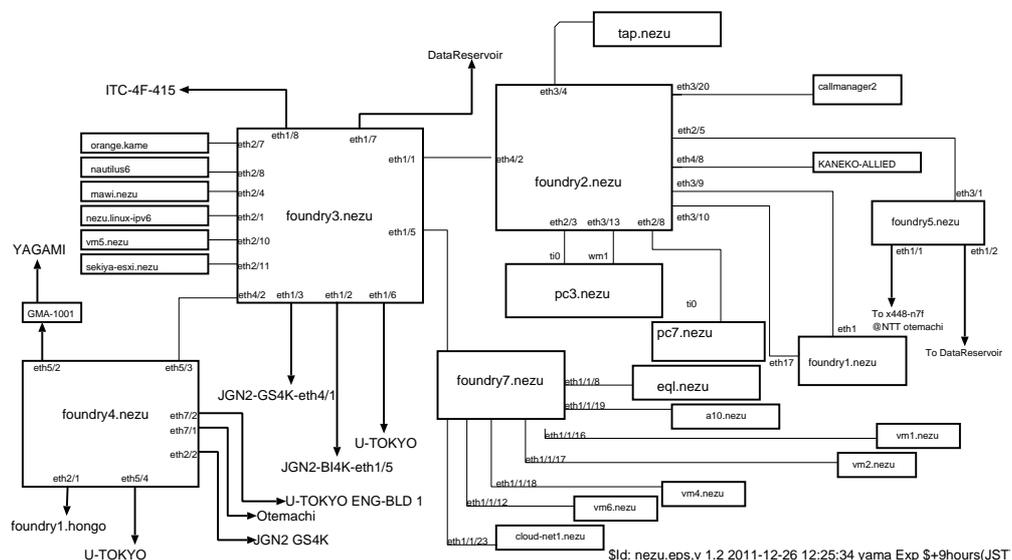


図 5: 根津 NOC

## 2.5 NTT 大手町

NTT 大手町 NOC(notemachi) は、1999 年終りから稼働した比較的新しい NOC で、現在、関西方面、北陸方面への L2 網、JGN-X、APAN-JP の接続拠点として重要な立場にある。また、日本のインターネットトラフィック交換の 1 拠点として、DIX-IE、T-LEX を設置し ISP および学術研究 NW を収容している。

- (2011/03) 計画停電対策として慶應義塾大学との臨時 BGP 接続追加
- (2011/06) Interop 2011 Tokyo と接続
- (2011/06) 明星大学収容変更 (kote から note)
- (2011/12) t-lex 環境構成変更 (foundry1.t-lex 撤去、foundry2.t-lex 更新)

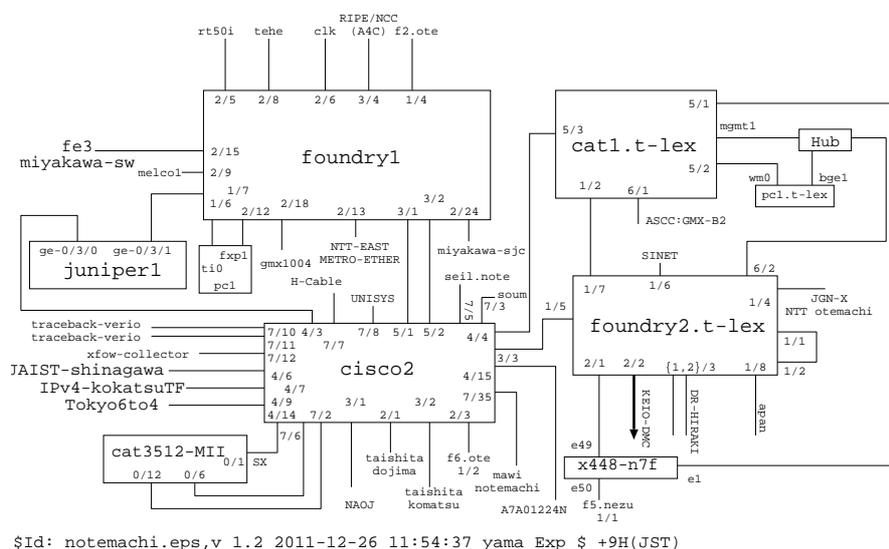


図 6: NTT 大手町 NOC



## 2.7 八王子

八王子 NOC は、東京工科大学内に設置され、八王子周辺の WIDE 参加組織を収容する NOC である。現在のリーフサイトは、東京工科大学のみである。

八王子 NOC に設置されている PC の老朽化にともない、新たにサーバを 1 台追加し、今までの PC 群 (sun1, pc1, pc5) を仮想マシンに置き換えた。ハイパーバイザー用の OS には Linux(Ubuntu) を用い、KVM による完全仮想化を採用した。新サーバでは、ハードウェアサポートによる遠隔管理機能のあるものを採用したため、OS のインストールから電源 ON/OFF まで遠隔から操作できるようになり、メンテナンス性が向上した。

- (2011/03/02-2011/04/12) 新サーバ環境構築、既存 PC(sun1, pc1, pc5) の仮想マシン化作業。sun1, pc1, pc5 の OS を FreeBSD 6 系から 8 系へバージョンアップ。

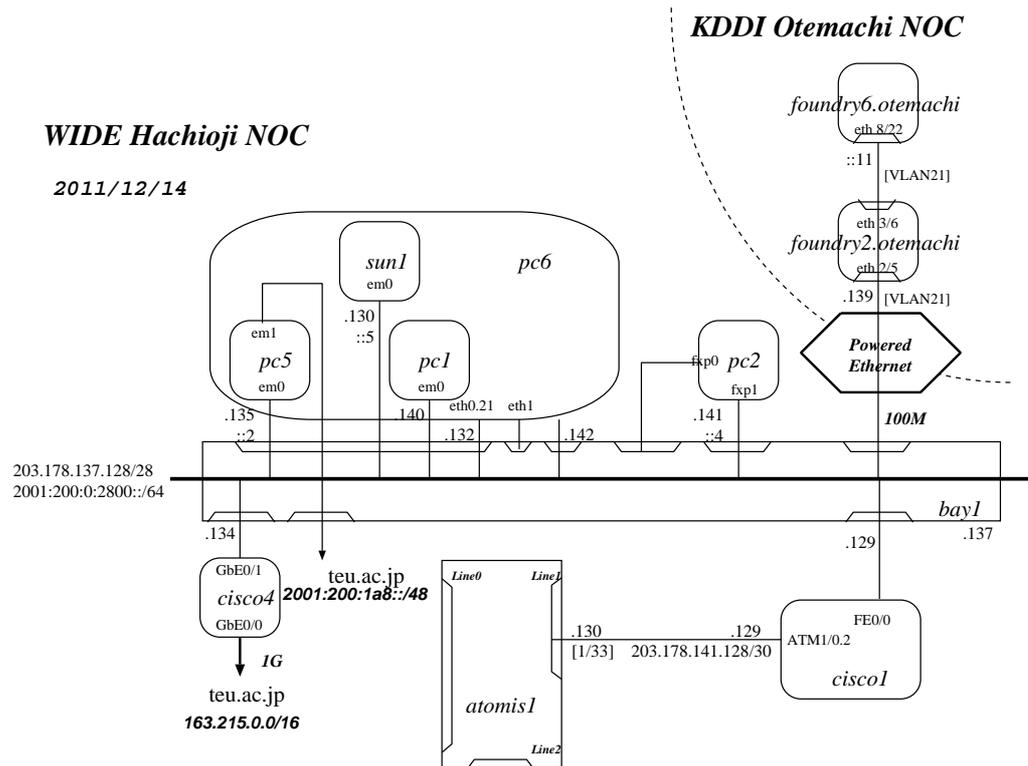


図 8: 八王子 NOC

## 2.8 矢上

- (2010/08/11) 定期保安点検による停電

YAGAMI NOC TOPOLOGY (Layer1)

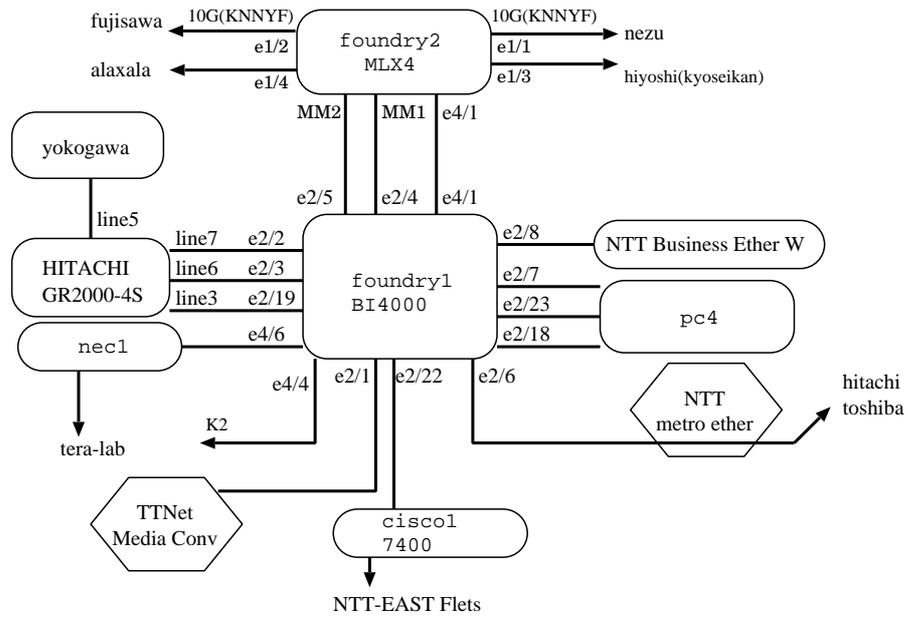


図 9: 矢上 NOC Layer-1 トポロジ

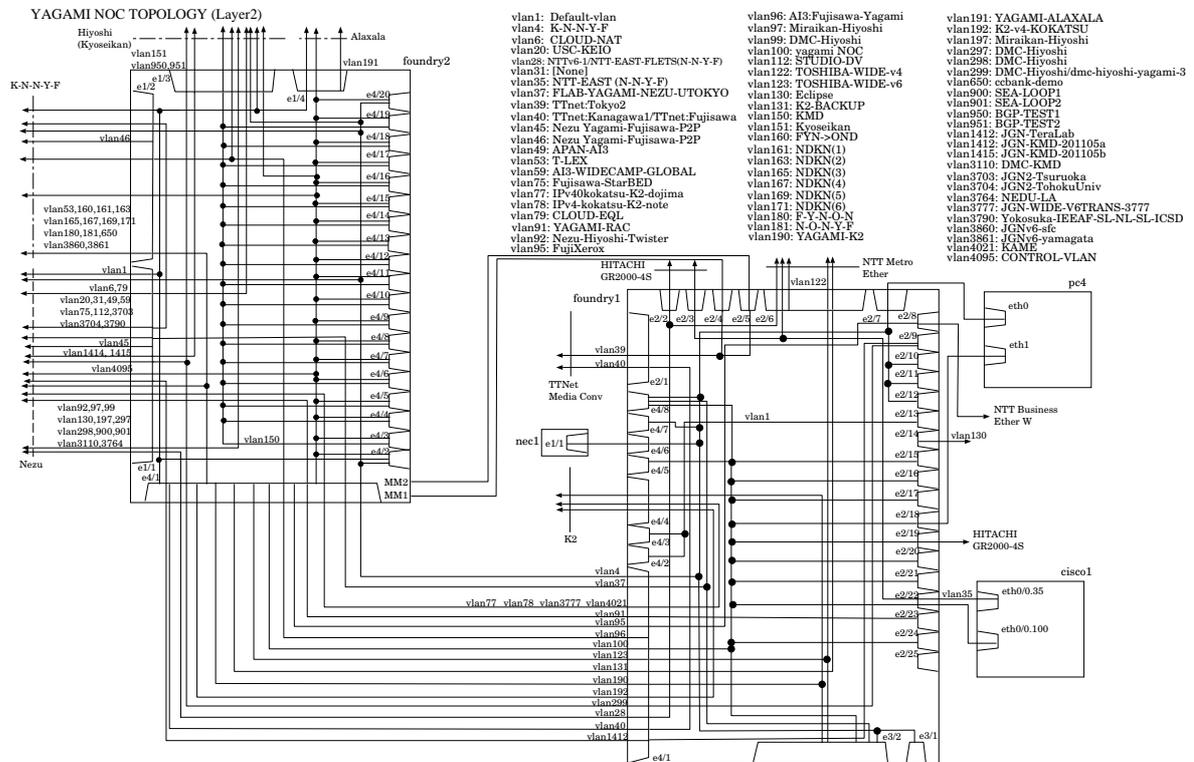


図 10: 矢上 NOC Layer-2 トポロジ

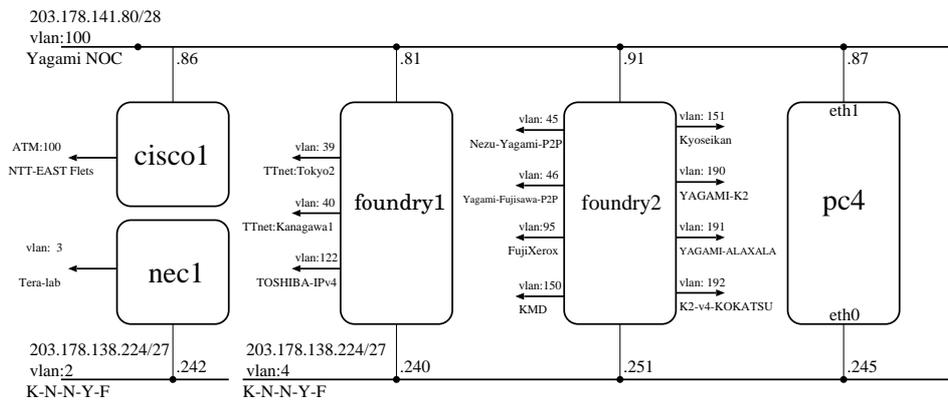


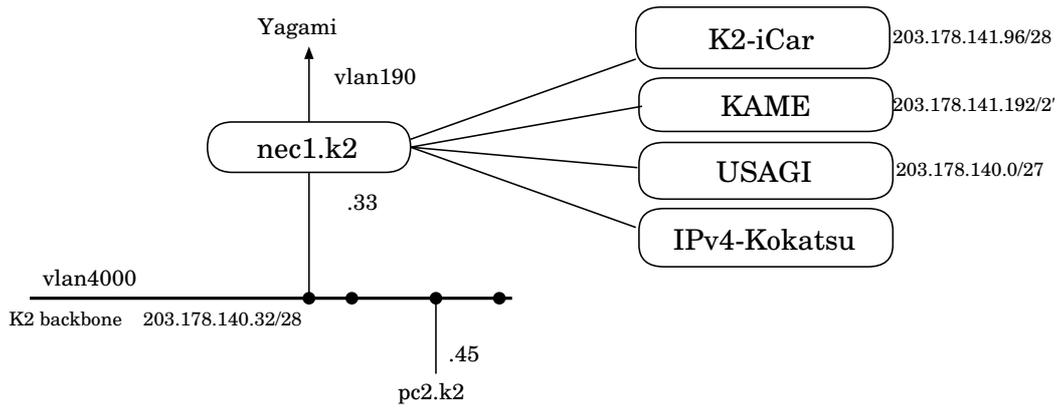
図 11: 矢上 NOC Layer-3 トポロジ

## 2.9 新川崎

新川崎 NOC は、K2 タウンキャンパス内の村井研究室を拠点とした NOC である。K2 タウンキャンパス村井研究室はこれまで矢上 NOC の下部組織として運用されてきたが、リーフ組織への回線提供を行うため、2005 年後半より NOC として運用していた。2008 年度の構成変更にて、リーフ組織であったアラクサラの接続先が矢上 NOC へと変更となったため、一時 NOC ではなくなったが、2009 年度に IPv4 枯渇 TF がリーフ組織として接続したため、再び NOC としての機能を担うこととなった。

- (2011/12/16) 新川崎 K2 タウンキャンパス付近共同溝工事によるファイバ借用発生

### Shinkawasaki NOC topology Map(Layer3)



### Shinkawasaki NOC topology Map(Layer2)

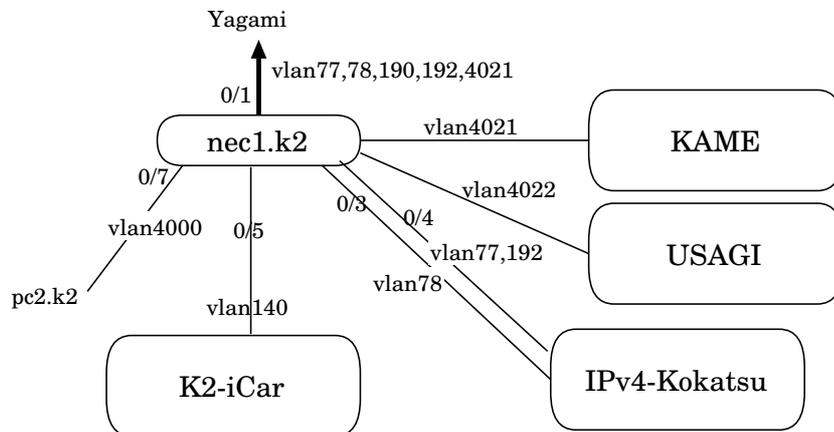


図 12: 新川崎 NOC

## 2.10 藤沢

藤沢 NOC は慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス内にあり、慶應義塾大学や村井研究室の他、周辺の研究組織を収容している。同時に XCAST や AI3 との接続、VoIP 関連サービス (CallManager, VoiceGateway) などを行っている。

- (2011/3/14) 東日本大震災に伴う輪番停電によって縮小構成に変更
- (2011/9/2) ISI の計測ホストを設置
- (2011/10/8) 輪番停電による縮小構成から復帰
- (2011/12/4) SFC 構内全域の変電設備の定期保安点検による構内停電

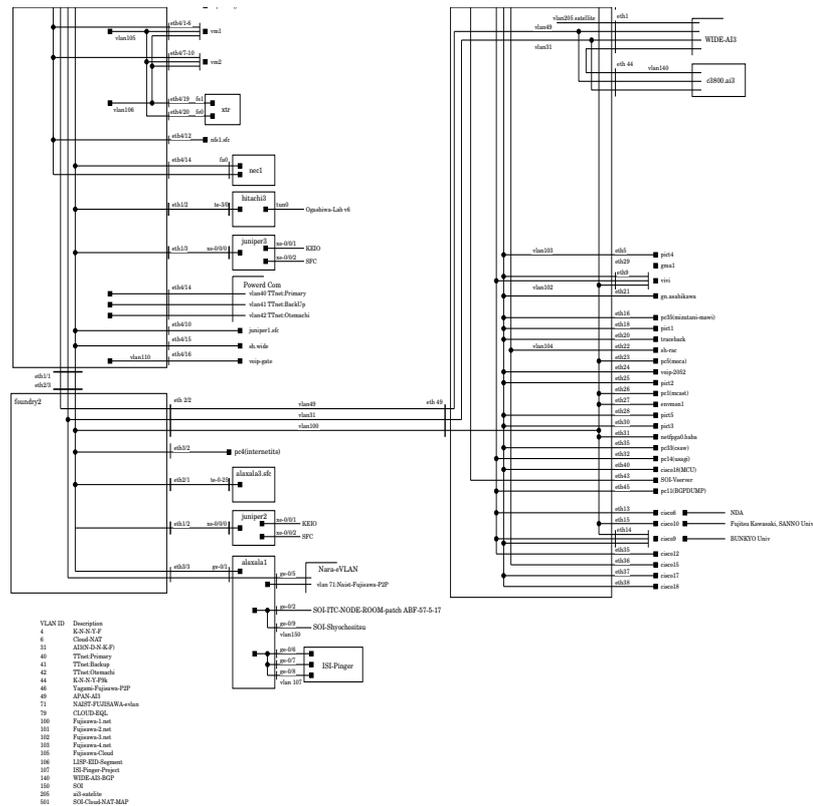


図 13: 藤沢 NOC Layer-2 トポロジ図

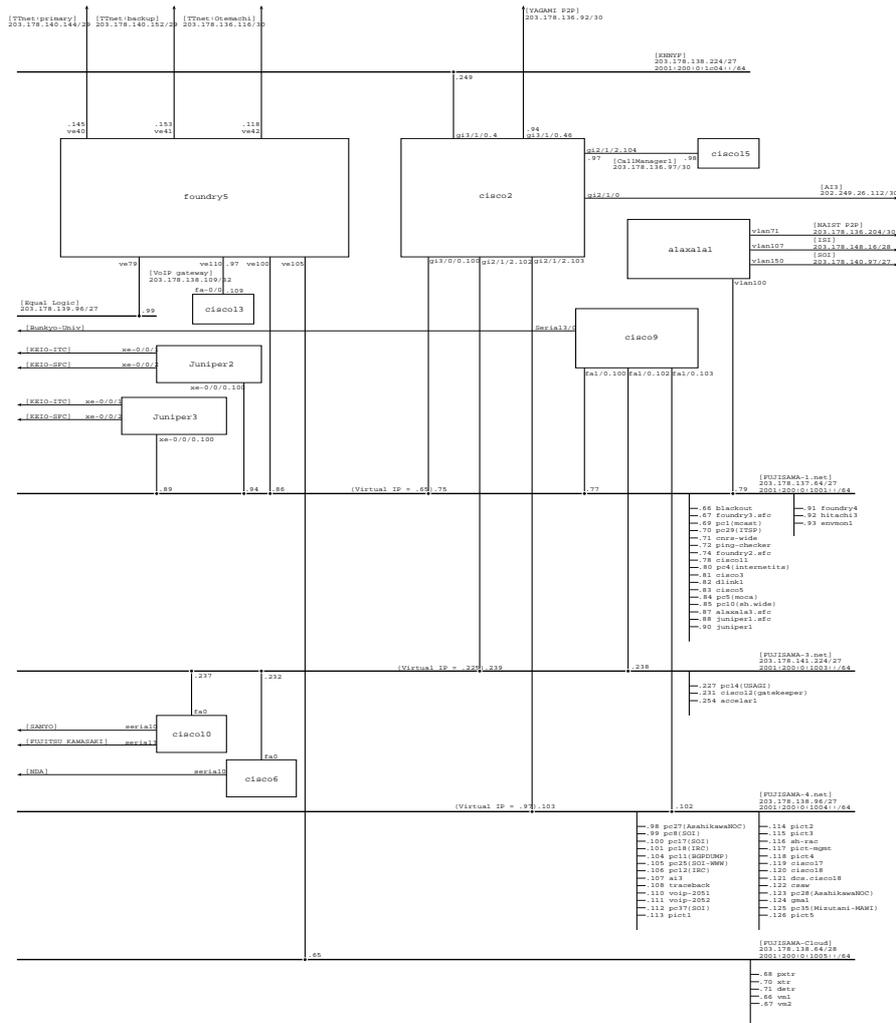


図 14: 藤沢 NOC Layer-3 トポロジ図

## 2.11 小松

小松 NOC は北陸先端科学技術大学院大学 (JAIST / 石川県能美市) 内に設置された NOC であり、同大学、NICT 北陸 StarBED 技術センター (通称: StarBED) 等への接続を収容している。NOC 間接続として関東および関西方面に対し複数のリンクを持ち、東阪間リンク障害時の迂回経路としての役割も担っている。

- (2011/03/20) 08:00–17:00 JAIST 全学停電に伴うサービス停止 .

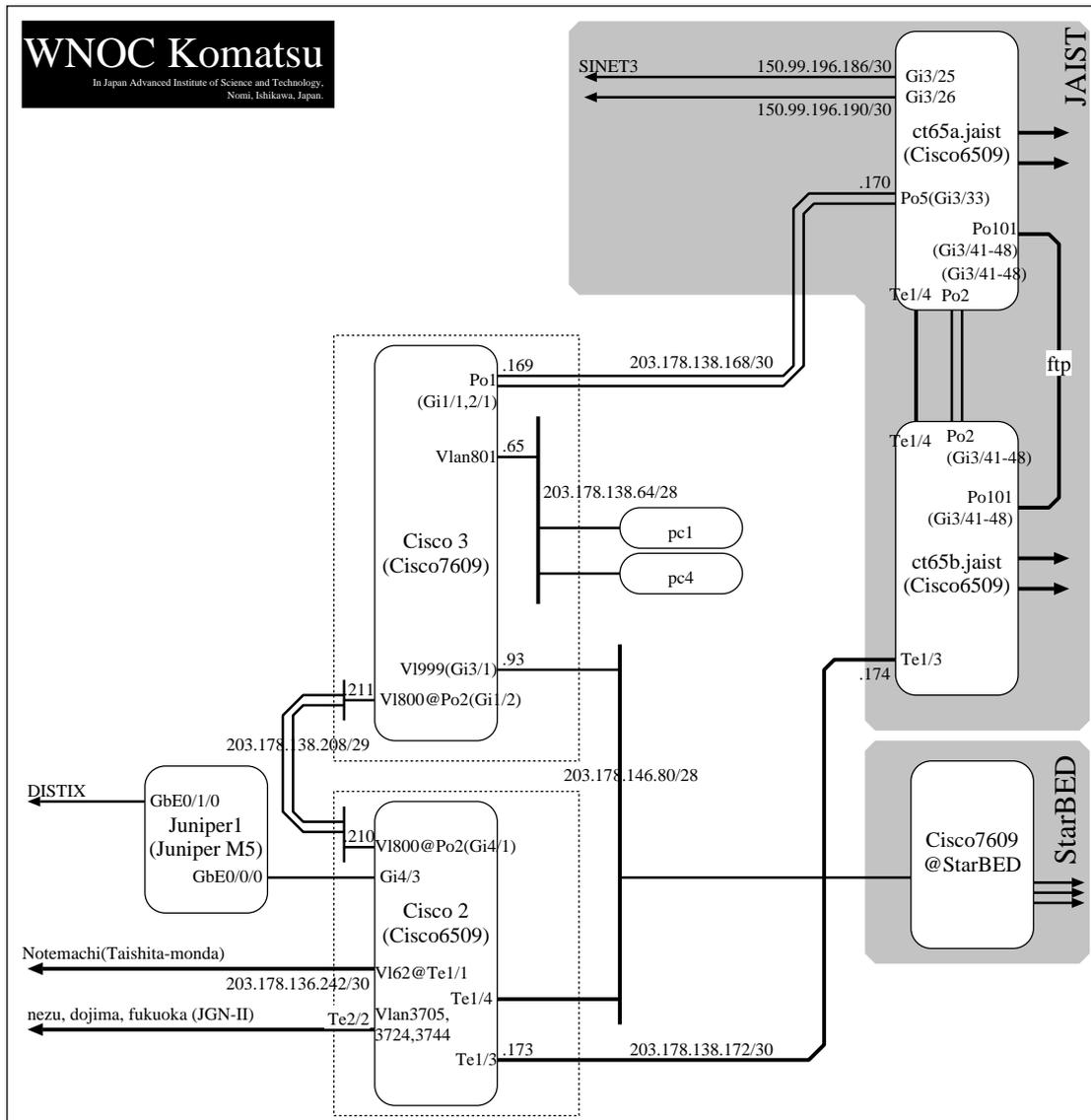
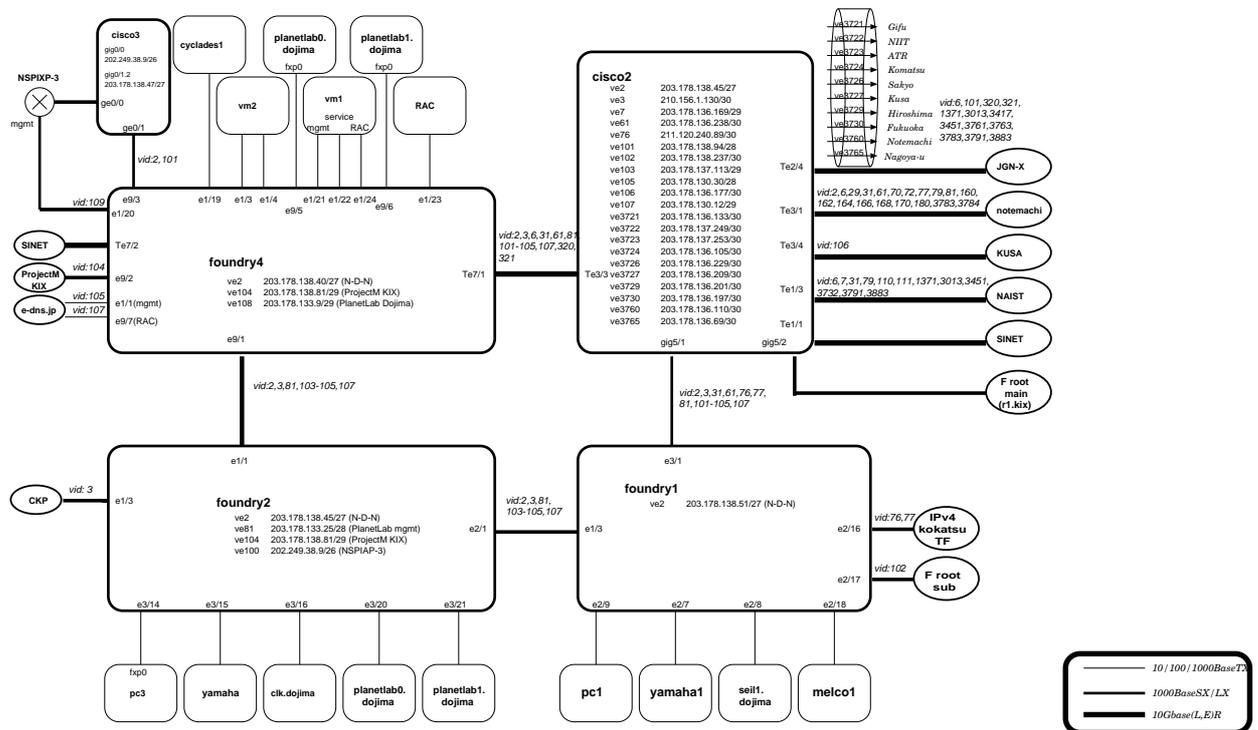


図 15: 小松 NOC

## 2.12 堂島

堂島 NOC は、WIDE プロジェクトのネットワークにおける西日本のコア拠点となっている。NTT テレパーク堂島第 1 ビルと第 3 ビルに拠点を構え、NTT 大手町 NOC とともに 10GigabitEthernet バックボーン の 1 点を担ったり、大阪における分散 IX(NSPIXP3) の 1 拠点を担ったりしている NOC である。また、第 3 ビル内において JGN や SINET とも接続し、西日本方面の多数の NOC とリーフサイトを収容している。

- (2011/2) pc2.dojima 故障にともなう機器入れ替え
- (2011/4) IPv4 アドレス枯渇対応タスクフォース接続構成変更
- (2011/4) pc3.dojima 故障にともなう機器入れ替え
- (2011/7) SINET 接続構成変更
- (2011/12) APAN-JP とのバックアップ BGP peer を KDDI 大手町から移設



WIDE Dojima NOC update Dec 2011

図 16: 堂島 NOC トポロジ

## 2.13 奈良

奈良 NOC は奈良先端科学技術大学院大学内にあり、大学および NOC 周辺の研究組織を収容するとともに AIII と接続している。また、Debian JP 等の公式ミラーを始めとする 10 以上のミラーを提供する FTP ミラー (ftp.nara.wide.ad.jp) をサービスしている。

- (2011/1/12) NTP サーバ (Stratum 2) を cisco2.nara から juniper4.nara へ移行。
- (2011/1/17) cisco2.nara シャットダウン、撤去。
- (2011/3/18) juniper5.nara (MX240) 設置。vm{3,4,5}.naist.wide 設置。
- (2011/3/28) arista1.nara (DCS-7124S) 設置。
- (2011/3/30) 輪番停電に対するサービス分離のため pc2.nara を設置。
- (2011/4/1) 奈良-藤沢線、奈良-左京線を統合。NTT e-VLAN 100Mbps で、奈良-藤沢 100M 保証、奈良-左京 10M 保証。VLAN 設定は従来のまま P2P とした。
- (2011/6/1) ftp.nara のハードウェアを Sun Fire T2000 から Sun Fire X4540 に移行。収容先を fastiron4.nara から arista1.nara に変更し 10Gbps 接続となる。
- (2011/7/13) juniper5.nara より NAIST-AS (AS131158) を経路広告開始。
- (2011/10/23) NAIST 法定点検による全学停電。
- (2011/11/17) ntp.nara のハードウェアを TrueTime NTS-200 から Endrun Tempus LX GPS に移行。
- (2011/12/14) 奈良文化財研究所行き K-Opticom 回線を撤去。
- (2011/12/21) pc1.nara のハードウェアを DELL PowerEdge 2650 から DELL PowerEdge R515 に移行。

## Nara NOC L2 Topology (Dec. 2011)

2011/12/28 yoshihiro-o@is.naist.jp

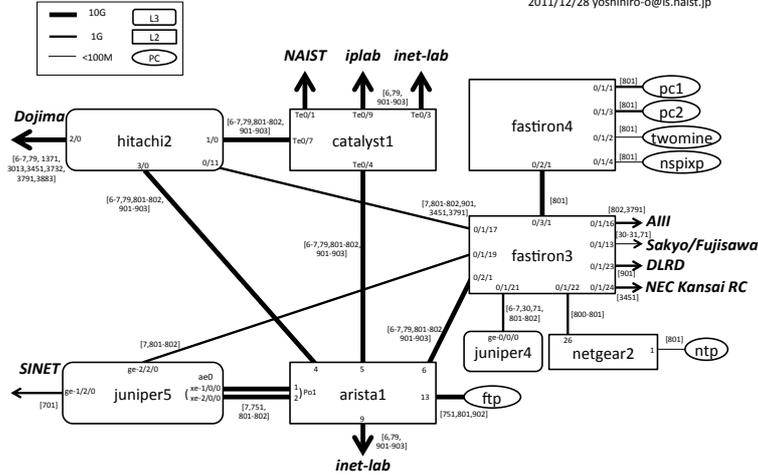


図 17: 奈良 NOC Layer-2 トポロジ

## Nara NOC L3 Topology (Dec. 2011)

2011/12/28 yoshihiro-o@is.naist.jp

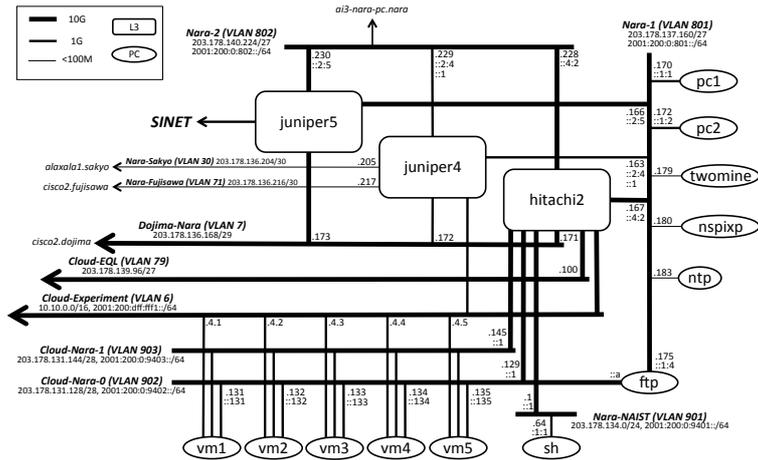


図 18: 奈良 NOC Layer-3 トポロジ

## 2.14 左京

左京 NOC は京都およびその周辺に存在する組織に対する接続拠点であり京都大学に設置されている。また、遠隔講義実施のためにキャンパスプラザ京都および広島市立大学向けの IPv6 接続も提供している。2010 年度末で JGN-X 京都大学ノードが廃止されることから、SINET4 経由の接続に移行する予定である。また、この接続変更に伴って、これまで自動電話庁舎および学術情報メディアセンター南館に設置されていた NOC 設備を、2011 年末以降に自動電話庁舎および総合研究 5 号館の構成に変更して移設する予定である。

- (2011/3/31) NTT コミュニケーションズ回線への切替 (対奈良 NOC)
- (2011/4) JGN-X 京都大学ノード廃止
- (2011/4/22) ケイ・オプティコム回線撤去 (対奈良 NOC 旧回線)
- (2011/10/2) 停電 (法定点検)
- (2011/11/7) 対奈良 NOC 回線障害対応 (メディアコンバータ交換)
- (2011/12/20) L3 装置 (IP8800/S3630) を学術情報メディアセンター南館から電話庁舎に移設

### WIDE Sakyō NOC (as of Nov 2011)

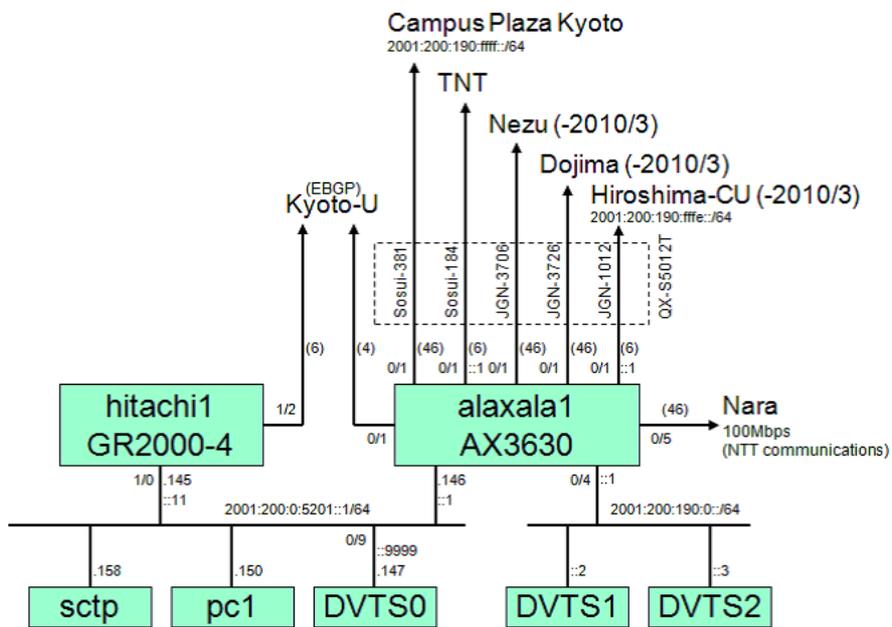


图 19: 左京 NOC

## 2.15 倉敷

倉敷 NOC は、死活監視ツールで監視を行っているが特に大きな問題もなく運用した。

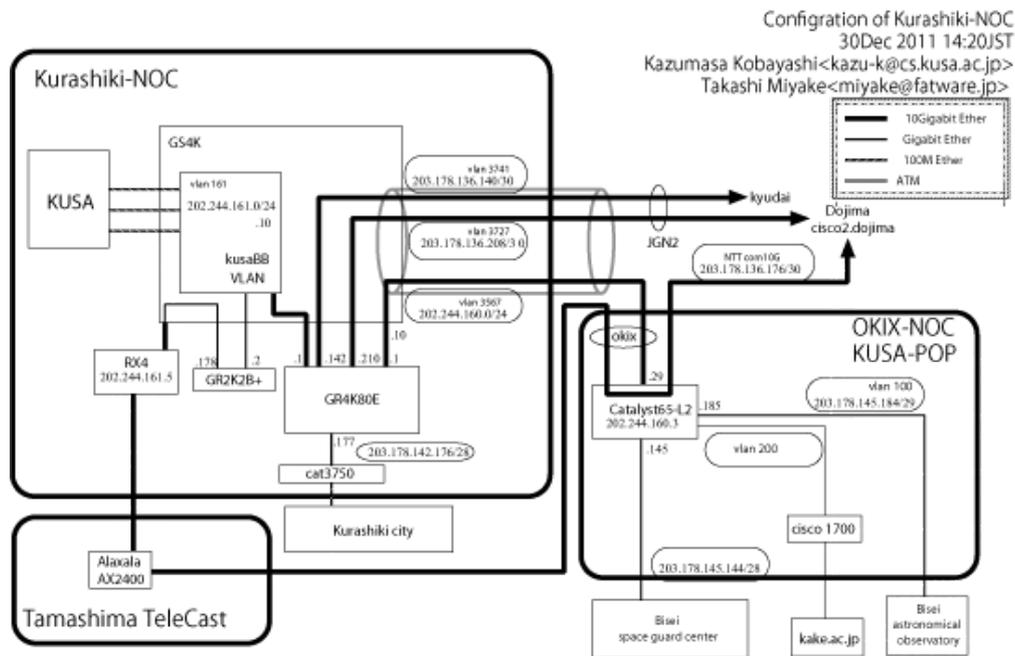


図 20: 倉敷 NOC

## 2.16 広島

広島 NOC は 2011 年 3 月末日の JGN2plus から JGN-X への移行による JGN-X 側での VLAN の廃止により接続が切断された状態にある。現在、NOC の廃止を含めて検討中である。

## 2.17 福岡

福岡 NOC は 2011 年 3 月末日の JGN2plus から JGN-X への移行による JGN-X 側での VLAN の廃止により接続が切断された状態にある。現在、NOC の廃止を含めて検討中である。

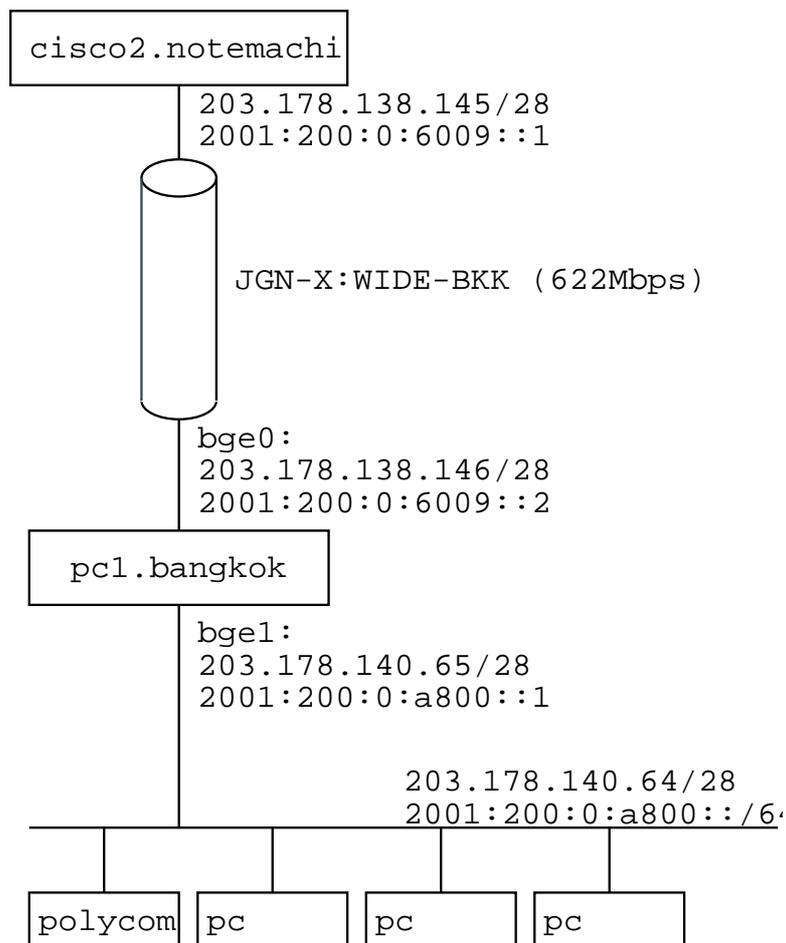
## 2.18 バンコク

2007年5月15日に設置されたバンコク NOC は、NECTEC や UniNET といったタイの学術研究組織との研究活動強化を目的に設立された。今年度も引き続き、WIDE プロジェクトとしての独自の回線は存在しないが、JGN2plus の東京 ↔ 新嘉坡 ↔ バンコク回線を利用し、VLAN を用いて WIDE インターネットをバンコクまで延長した。IPv4、および IPv6 の接続性を提供している。バンコク NOC は、JGN2plus の新嘉坡・バンコク回線を収容している NECTEC と同じ建物に存在し、そこから UTP ケーブルを延伸し、バンコク NOC が存在する部屋にネットワークをひいた。バンコク NOC の主な利用者は、バンコクを中心に活動している SOI Asia プロジェクトのメンバーである Patcharee Basu、および関係者になる。

今年度も昨年度同様、SOI Asia プロジェクトで遠隔講義、講演をするための環境が整えられ、様々な授業やイベントへ参加した。イベントの詳細を下に示す。

- (2011/3/10) Unesco Lecture "Renewable energy technology" by Prof. Hideaki Ohgaki
- (2011/3/22) Unesco Lecture "Support strategies to promote renewable energy (policy), Renewable energy as a tool to empower community" by Dr. Bundit Fungtammasan
- (2011/3/24) Backbone connection lost by JGN-X new SG-TH circuit installation.
- (2011/5/8) "the Japan disaster experience on ICT in the situation of communication breakdown" session at the 2nd THNG Camp
- (2011/5/10-12) AI3/SOI Asia Bi-Annual meeting at Chulalongkorn University
- (2011/5/12-13) the 4th CONNECT-Asia 2011 at Chulalongkorn University
- (2011/5/26) Backbone connection lost by SG-TH circuit problem. (1hr)
- (2011/6/11) Backbone connection lost by HK-SG circuit problem. (5min)
- (2011/7/4) Backbone connection lost by HK-SG circuit problem. (4hrs)
- (2011/7/24) Backbone connection lost by HK-SG circuit problem. (1min\*2)
- (2011/7/4) Backbone connection lost by HK-SG circuit problem. (4hrs)
- (2011/8/11) Backbone connection lost by HK-SG circuit problem. (34min)
- (2011/8/22) Backbone connection lost by SG-TH circuit problem. (1min\*2)

- (2011/9/9) Backbone connection lost by SG-TH circuit problem. (2hrs)
- (2011/9/21) Backbone connection lost by HK-SG circuit problem. (3min)
- (2011/10/16) Backbone connection lost by SG-TH circuit problem. (20min)
- (2011/11/1) Backbone connection lost by HK-SG circuit problem. (15min)
- (2011/11/22) Backbone connection lost by SG-TH circuit problem. (3min)
- (2011/11/28) Backbone connection lost by HK-SG circuit problem. (90min)
- (2011/Nov-Dec) Lecture series "Management of Emerging Businesses" as a joint-lecture between Keio and Chulalongkorn University
- (2011/12/20) SOI Asia business plan contest 2011



☒ 21: Bangkok NOC

## 3 two サーバの移行

本節では、two WG が WIDE インターネットの運用管理用に利用しているサーバ two.wide.ad.jp (以後 two サーバ) を WIDE クラウド上に移行した作業について報告する。

### 3.1 背景と概要

two サーバは 2002 年ごろから WIDE インターネットの運用管理に用いられてきた。そのため、ハードウェアの陳腐化によるスペック不足が問題になっていた。two WG では、two サーバの移行計画を検討し cloud WG で運用している WIDE クラウド環境へのサーバ移行を実施することとなった。当初の移行計画では、現行の two サーバシステムを可能な限りそのままクラウド環境へ移すことを志向したが、two サーバで OS として利用している NetBSD が WIDE クラウド上で動作不具合が起きる既知の問題があり断念した。次に、WIDE クラウド上で動作するように修正した NetBSD を WIDE クラウド上でクローンし、two サーバのボリュームを dump と restore で移行することを計画した。しかしクローンした NetBSD サーバは HDD ボリュームサイズが小さく、WIDE クラウドには HDD ボリュームを追加する機能が存在しないため、この計画も断念することとなった。最終的に、OS まで含めた移行は断念し two サーバ上のデータのみコピーすることにした。WIDE クラウド上に、Ubuntu Linux のサーバをセットアップし two サーバ上のコンテンツとアカウント情報をコピーした。

### 3.2 移行と構築

two サーバは two WG メンバーのみが利用するホストであり、公開サービスなどは行っていないためインフラとしての要素が低く、可能な限り WIDE クラウド環境の実験に協力する構成とした。インターネットへのアクセスは固定の IP アドレスを割り振るのではなく、WIDE クラウドが自動でホストに割り振るアドレスを利用した。EUI-64 で付与される IPv6 グローバルアドレスと DHCP で付与される IPv4 プライベートアドレスを用いている。IPv6 では、このアドレスを DNS の AAAA レコードに登録を行った。IPv4 は WIDE クラウドの map646 機構を用いて、IPv4 グローバルアドレスと IPv6 アドレスのマッピングを実施した。この機構により、two サーバへの IPv4 アクセスは、サーバ側では IPv6 アクセスとして認識される。また、この構成を採ることにより WIDE クラウド上での仮想サーバマイグレーションが可能となる。

### 3.3 今後の課題

旧来の two サーバでは管理用ドキュメント以外に計測ツール類などが稼働していたが、今回の移行作業では環境をそのまま移行できなかったことと、計測ツールが動作している環境が古いため新設サーバ上で稼働させることができなかった。今後、現在の WIDE インターネットに則した計測ツールを新たに作成することで対応したい。

## 4 おわりに

本年度も WIDE バックボーンネットワークの安定運用を行ってきた。来年度の計画として、新たに慶應大学大学院メディアデザイン研究科内に日吉 NOC の設立とバックボーンのレイヤ 2 ネットワークを EtherOAM 化することが計画されている。また、引き続き WIDE バックボーンネットワークの安定運用を行っていきつつ、安定したドメイン間 IPv4/IPv6 マルチキャストの運用，安定運用のための計測，管理システムの研究開発と運用実験，また，若手の育成や技術伝承による教育活動など，精力的にネットワーク運用と研究開発を行っていく。

## 5 CopyRight

©2011 WIDE Project Two Working Group