

Network Diagrams of WIDE Backbone

遠峰隆史 (tomine@wide.ad.jp)
近藤賢郎 (latte@wide.ad.jp)
豊田安信 (yas-nyan@sfc.wide.ad.jp)
中島博敬 (nunnun@sfc.wide.ad.jp)
大谷亘 (alt@sfc.wide.ad.jp)
澤田開杜 (sabaniki@sfc.wide.ad.jp)
橘直雪 (nyatsume@sfc.wide.ad.jp)
垣内正年 (masato@itc.naist.jp)
井上博之 (hinoue@hiroshima-cu.ac.jp)
宇多仁 (zin@jaist.ac.jp) 小林和真 (kazu-k@is.naist.jp)
松本智 (matsumoto@tsukuba.wide.ad.jp)
関口亞聖 (asei@tsukuba.wide.ad.jp)
長井悠毅 (sizu@inl.ics.keio.ac.jp)
関谷勇司 (sekiya@wide.ad.jp) 中村遼 (upa@wide.ad.jp)
山本成一 (yama@wide.ad.jp)

2022年1月31日

本ドキュメントでは、2021年の 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我が国の各地に拠点（NOC, Network Operation Center）を持つ広大なレイヤ 2 およびレイヤ 3 ネットワークである。WIDE バックボーンネットワークは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繁に活用されている。

WIDE バックボーンネットワークの運用は Two ワーキンググループに参加する各 NOC の運用者による定常的な運用に支えられている。本年度の Two ワーキンググループの活動報告として、WIDE バックボーンネットワークの運用報告を行う。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 2021 年 1 月 1 日から 2021 年 12 月 31 日までの運用報告と 2020 年 1 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 2021 年 12 月 31 日現在の WIDE バックボーンの概略図である。

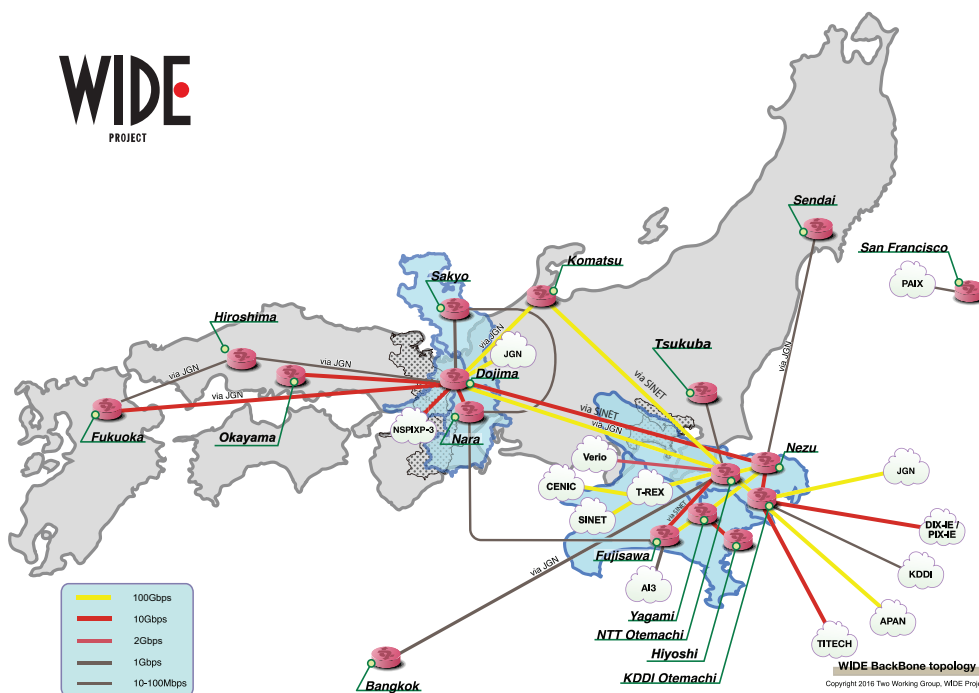


図 1: WIDE バックボーントポロジ

2.1 本年度の活動方針

例年と同様に本年度も主に 100Gbps, 10Gbps 回線に基づいて WIDE バックボーンを運用した。2019 年度より NTT コミュニケーションズ社が開発するソフトウェアルータ Kamuee[1] を藤沢拠点に導入し運用試験を行っているが、その後の安定的な稼働を踏まえて、本年度は KDDI 大手町拠点にも Kamuee を導入した。KDDI 大手町拠点は WIDE バックボーンの東日本におけるコア拠点の一つであるが、インターネットフルルートの経路数の増大の影響で 2019 年 9 月頃よりインターネットフルルートによる運用を中断していた。本報告書の執筆時点では KDDI 大手町拠点のコアルータを今回導入した Kamuee に移設出来ていないが、KDDI 大手町拠点も近日中にインターネットフルルートによる運用に復帰することが見込まれる。このほか 2.2 節で述べるように根津拠点のコアルータ機器の更新もあったことから、WIDE バックボーンを構成する全ての主要拠点においてコアルータ機器は

インターネットフルルートに基づいた同一の経路計算結果を保持できる見込みがたち、WIDE バックボーン全体の可用性の向上が図られる。

2020年2月にはWIDE バックボーンとARENA-PAC間がNTT 大手町拠点にて接続された。これに伴いData Movable Challenge (DMC)における大容量データ伝送に利用するAARnet = NICT間の伝送パスを、ARENA-PAC, JGNと協調しながら提供した。ARENA-PACによりアジア太平洋地域を中心に国際REN (Research and Education Network) コミュニティとWIDEとの関係がなお一層深まりつつある。従来TWO WGから国際RENコミュニティの会合に参加するメンバーはごく一部に限られていたが、ネットワーク運用技術やセキュリティ運用技術などの議論を中心に、今後より積極的な関与が望まれるものと考えられる。

また次年度後半に予定されるNTT 大手町拠点の本館ビルから別館ビルへの移設に先立ち、NTT 大手町拠点に係る機器や回線の棚卸しが順次行われた。2020年12月には本件担当のプロジェクトチームがNTT コミュニケーションズ社と合同で立ち上がり、移設に係る詳細な議論が開始された。

2.2 WIDE バックボーンの主要な更新事項

本節では2020年に実施されたWIDE バックボーン内拠点の主要な更新事項について時系列に沿って纏める。

07/30: NTT 大手町拠点では従来よりJGN 所有のCRSから物理ルータ1台を借用し、crs1-1.notemachiとして主にWIDE バックボーンの東日本地区におけるBGP RRとしての機能を担っていたが、JGN内の機器更新によりcrs1-1.notemachiが退役して、新規にJGNから借用したJuniper logical system上の仮想ルータであるjuniper3.notemachiが同様の役割を担い運用が開始された。

11/26: 小松拠点では従来より北陸地区におけるBGP RRや小松拠点 = 堂島拠点間接続における堂島拠点側のルーティングポイントなどの機能を担ってjuniper1.komatsu (Juniper MX240)が稼働していたが、機器リースアップに伴い、juniper1.komatsuがJuniper MX240からJuniper MX204に更新された。

12/04: 根津拠点では拠点コアルータとしての機能を担って従来よりBrocade MLX4e (brocade1.nezu)が稼働していたが、機器老朽化に伴う機器更新の一環としてJuniper MX204が導入され、juniper1.nezuとして稼働を始めた。

12/14 - 16: 藤沢拠点では従来より慶應義塾との接続や拠点コアルータとしての機能を担ってnexus1.fujisawa (Cisco Nexus7706)が稼働していたが、機器リースアップ対応に伴い新規にjuniper1.fujisawa, juniper2.fujisawa (何れもJuniper MX204)が導入された。併せて藤沢拠点のコアルータとしての機能は従来より導入済みであったkamuee1.fujisawa, kamuee2.fujisawaに移設された。

12/22: 堂島拠点では従来よりJGN 所有のCRSから物理ルータ1台を借用し、crs1-1.dojimaとして主にWIDE バックボーンの西日本地区におけるBGP RRや小松拠点 = 堂島拠点間接続における堂島拠点側のルーティングポイントなどの機能

を担っていたが、JGN 内の機器更新により crs1-1.dojima が退役して、今回新規に JGN から借用した Juniper logical system 上の仮想ルータである juniper2.dojima が同様の役割を担い運用が開始された。

2.4 筑波

筑波 NOC 筑波大学情報科学類産学間連携推進室内に設置されている。同室および関連する組織の研究用ネットワークを提供している。

NOC は 2019 年 4 月に旧設置場所である筑波大学学術情報メディアセンターの耐震工事に合わせて現在の設置場所に移設した。

現在、主なサービスとして FTP サービスと固定 IPv6 アドレス割当型トンネル接続サービスを提供している。固定 IPv6 アドレス割当型トンネル接続サービスは、2010 年よりソフトイーサ株式会社と共同で実施している学術実験で、2012 年より DNS64/NAT64 による IPv4 ネットワークとの相互接続の提供も行っている。

FTP サービスについて、使用機材の老朽化により近頃はメンテナンス頻度が増加している。現在、安定したサービス提供のため新機材を利用したサーバの構築を進めており、2022 年 4 月の運用開始を目指している。

- (2019/4/19) NOC 物理移転 (学術情報メディアセンター内より現在の場所に移設)
- (2019/4/19) 機材更新 (nexus1.tsukuba へ変更)
- (2019/5/24) IPv6 アドレス割当型トンネル接続サービスの機材を更新
- (2019/10/26) 電気設備の法定点検実施による一時停止
- (2019/10/26) (同上)
- (2019/12/27) 構成変更 (騒音対策のため nexus1.tsukuba を停止)
- (2021/10/14) 新 FTP サーバの構築を開始

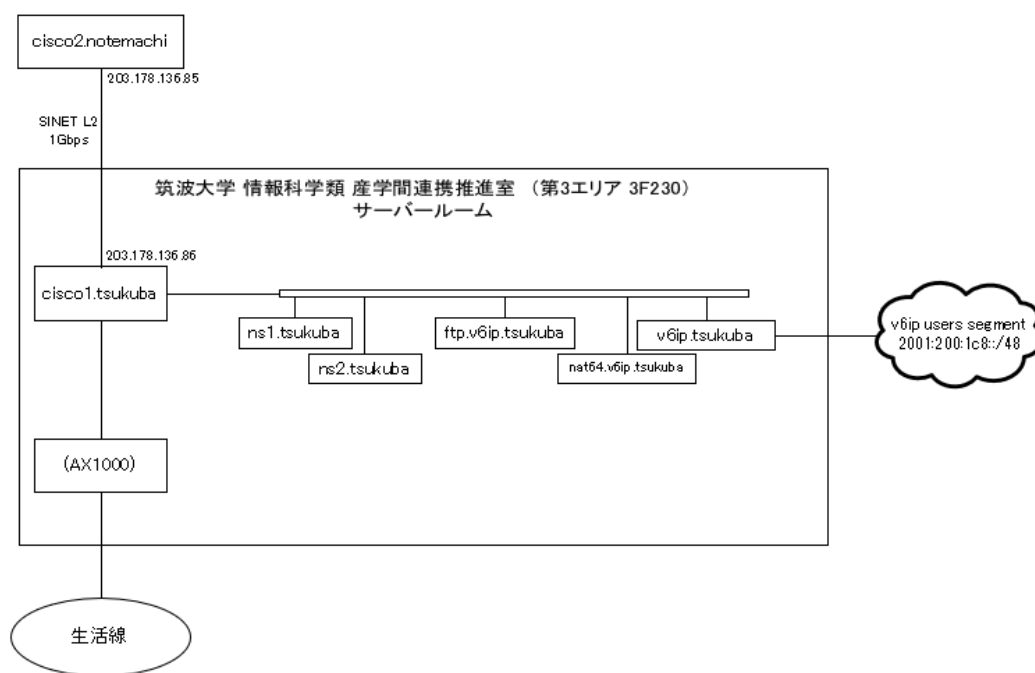


図 3: 筑波 NOC トポロジ

2.5 根津

根津 NOC は、WIDE 関東地区の重要な接続拠点として、東京大学や東芝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。2021 年は根津 NOC の設置されている東京大学情報基盤センターの耐震改修工事に伴い今までの本館から別館に NOC を移設した。またこの作業に伴い、コアルータを MLXe4 から Juniper Networks の MX204 にリプレースした。

- (2021/5/3) 情報基盤センター本館の耐震改修工事に伴って別館 3 階に移設
- (2021/12/4) コアルータを MX204 にリプレース

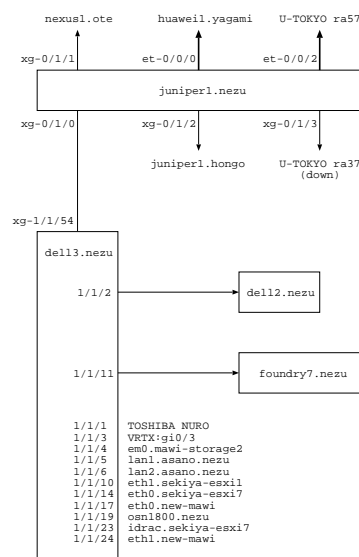


図 4: 根津 NOC

2.6 NTT 大手町

NTT 大手町 NOC(notemachi) は、1999 年終りから稼働した 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。2015 年度は T-LEX の 100GbE 版である、T-REX (Tokyo Research and Education eXchange) が発足した。

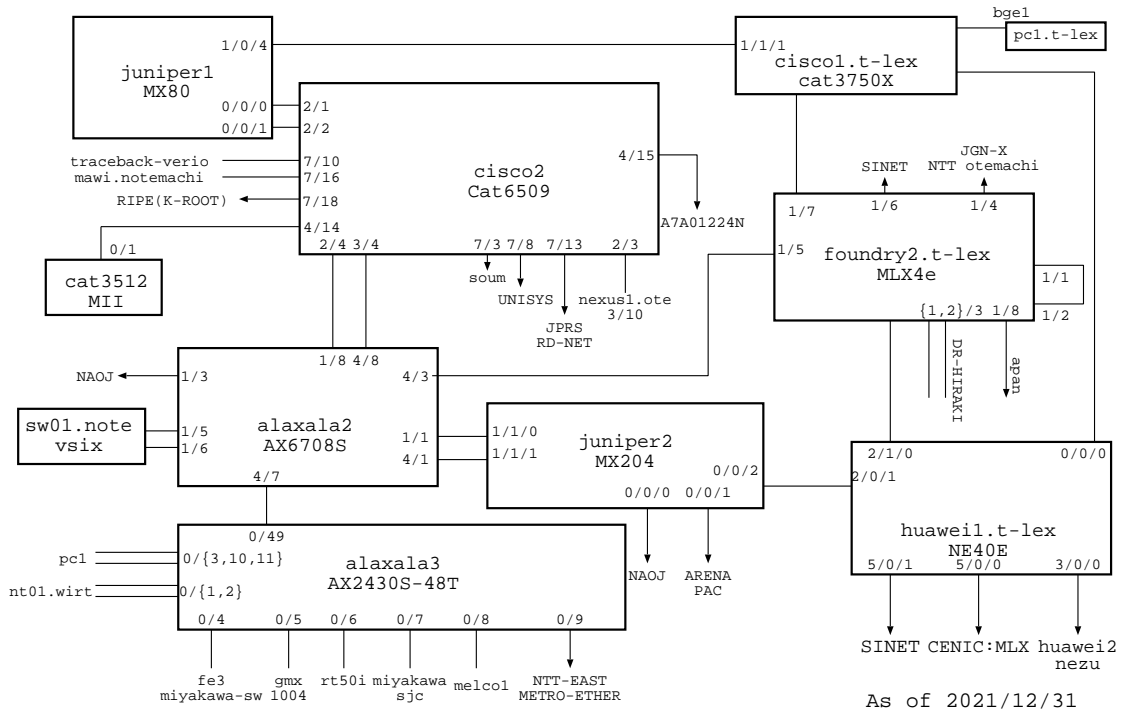


図 5: NTT 大手町 NOC

2.7 KDDI 大手町

KDDI 大手町 NOC は WIDE バックボーンの中でも中核を担う重要な NOC となっており，外部組織接続が最も多い NOC となっている．10GbE によるバックボーンが導入され，NTT 大手町 NOC との連携がより強まり，WIDE から DIX-IE への接続拠点となっている．

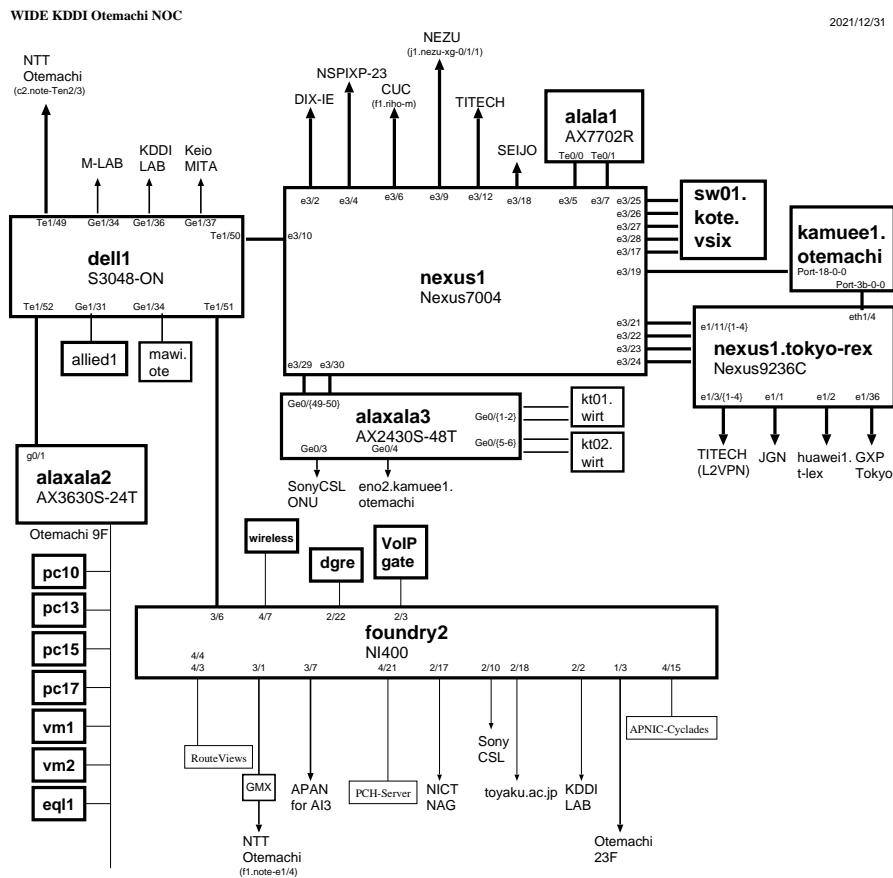


図 6: KDDI 大手町 NOC

2.8 矢上

矢上 NOC は慶應義塾大学工学部矢上キャンパス構内にあり、同大学、同大学 DMC 統合研究センターおよび周辺の研究組織を収容している。慶應義塾との間の BGP 接続は藤沢 NOC における接続のバックアップピアとしての機能を担う。また WIDE CSIRT によるネットワーク計測と異常検知に関わる SIEM 基盤の運用も担っている。

- (2021/8/15) 矢上キャンパス法定停電対応

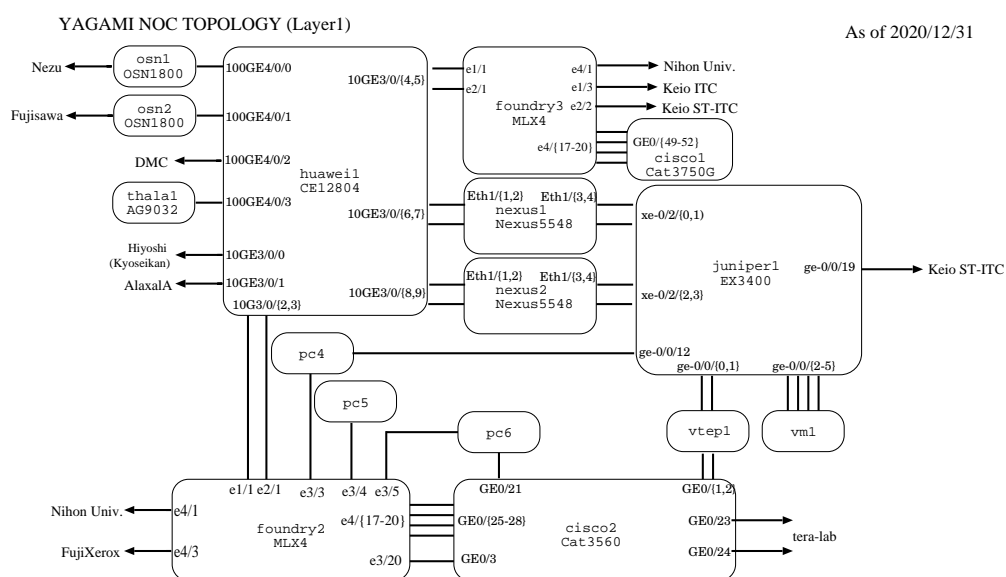


図 7: 矢上 NOC Layer-1 トポロジ

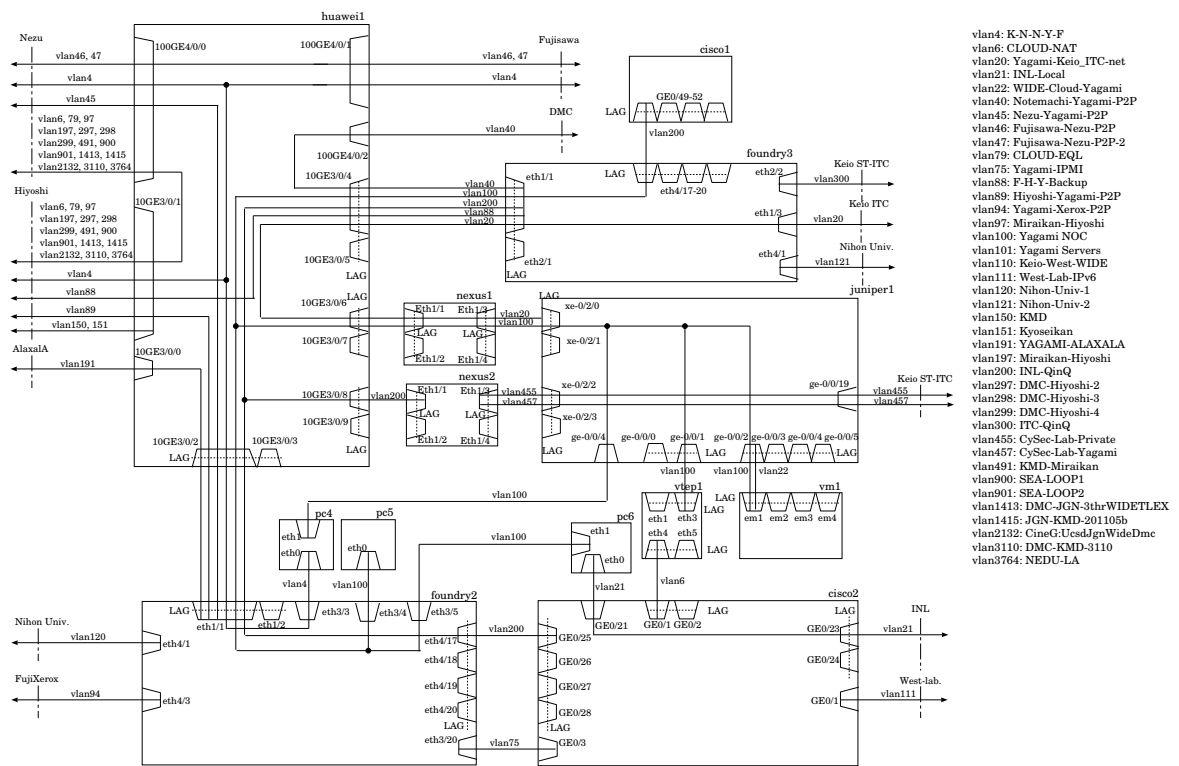


図 8: 矢上 NOC Layer-2 トポロジ

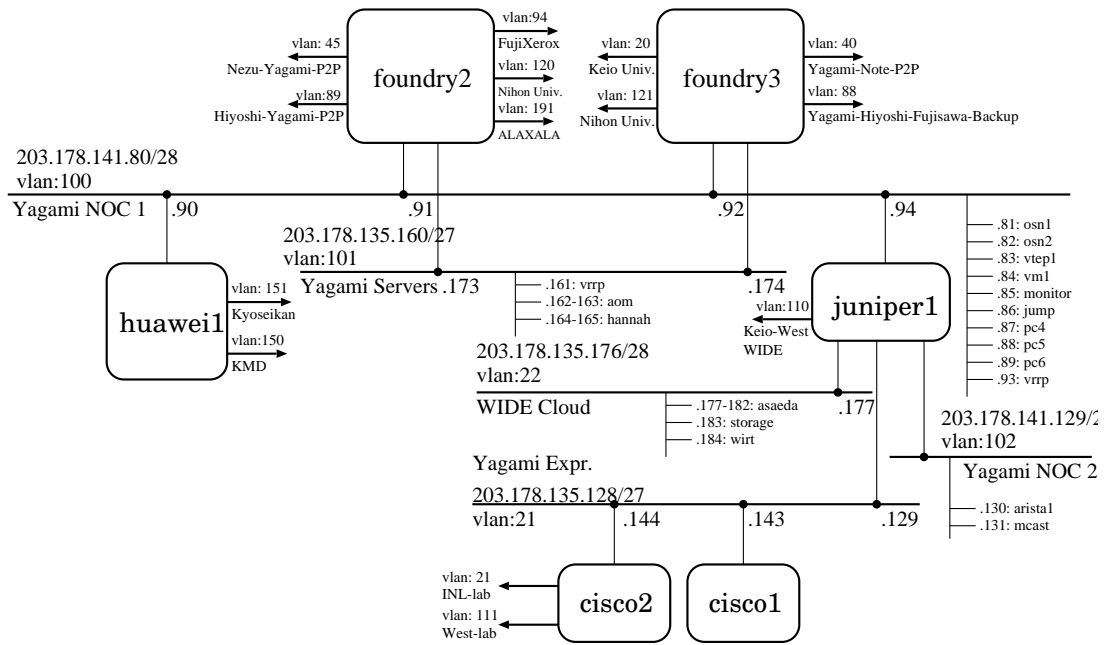


図 9: 矢上 NOC Layer-3 トポロジ

2.9 藤沢

藤沢 NOC は慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスデルタ館内に所在し、慶應義塾大学や同・村井研究室の他、周辺の WIDE 内の研究プロジェクトとの相互接続を行っている。また W3C や AI3 のような外部研究組織へのインターネット疎通性提供や、ccTLD 及び ccSLD 権威サーバの運用も担う。

本年度は下記のように、新規に WIDE 内の他プロジェクトとの接続を開始したほか、トポロジーを一新し、よりフレキシブルで強力な実験・開発環境の整備に努めた。

- (2021/02) vSIX WG へのインターネット疎通性提供を開始。
- (2021/08) ns-jp.lbdr.org.lb. の運用を開始
- (2021/12) nexus1.fujisawa 退役. juniper1.fujisawa, juniper2.fujisawa, qfx1.fujisawa の運用を開始。

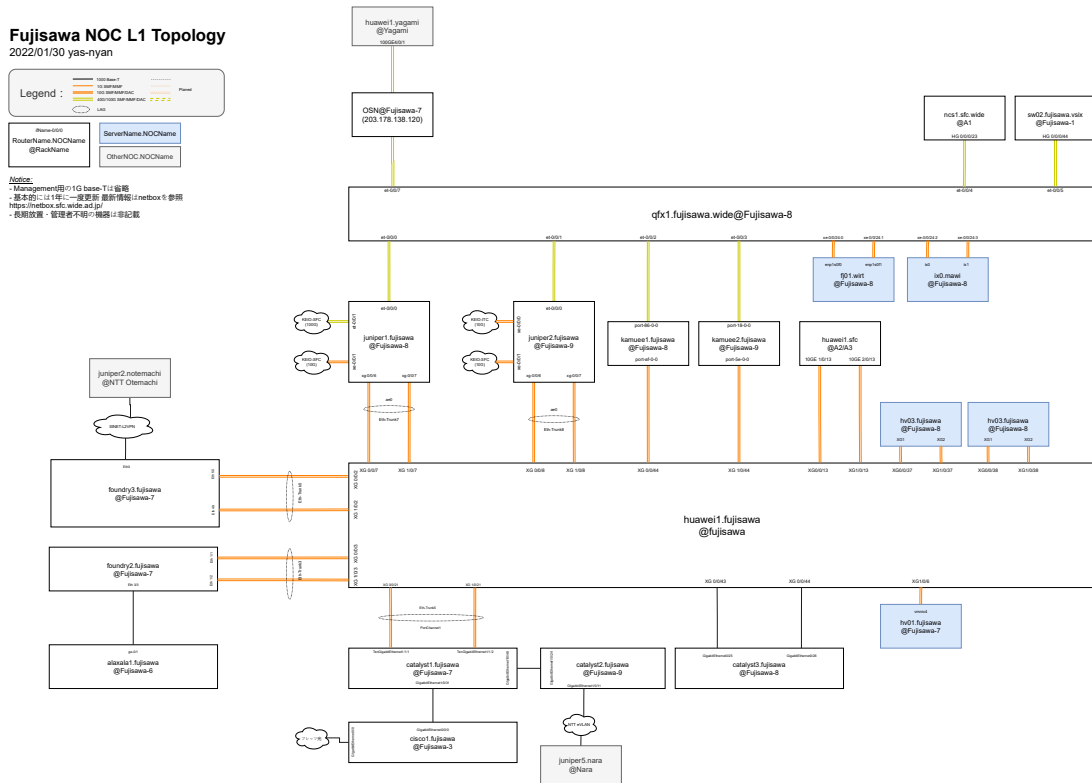


図 10: 藤沢 NOC Layer-1 トポロジー図

WIDE Fujisawa NOC L3 Topology 2022/01/07 yas-nyan

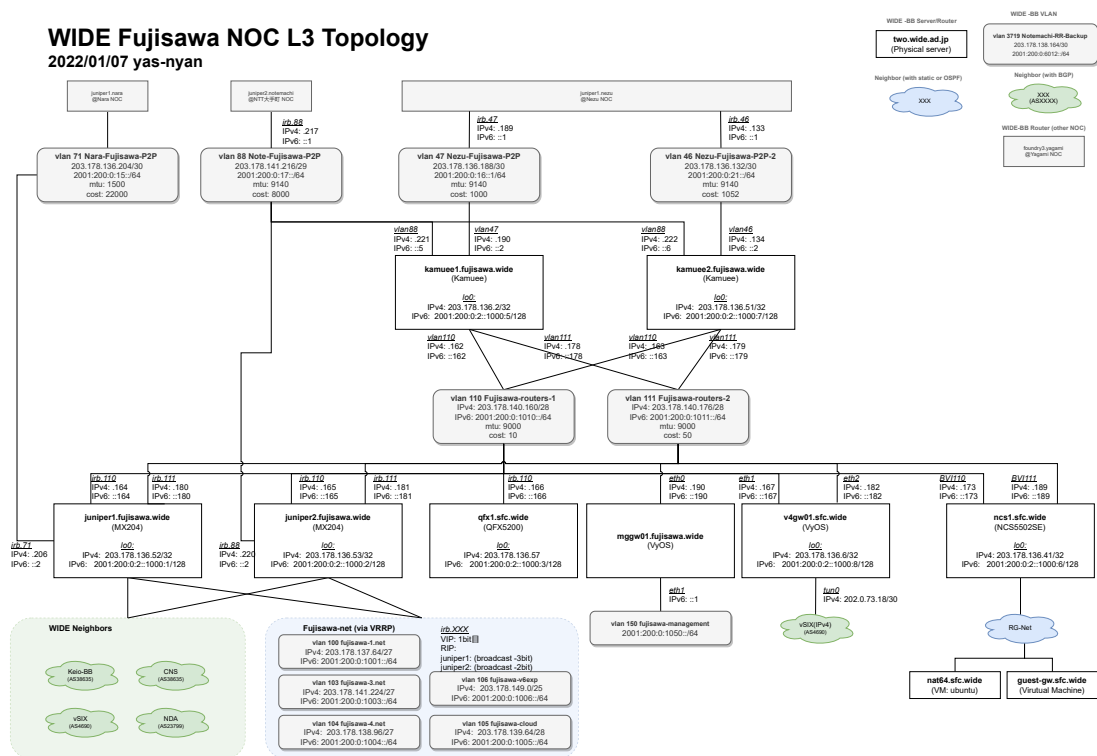


図 11: 藤沢 NOC Layer-3 トポロジ図

2.10 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。

- (2018/05/12 04:00- 2018/05/13 23:00) JAIST 全学停電に伴うサービス停止.
- (2018/07/06 19:00- 2018/07/11 12:00) juniper1.komatsu (MX240) FPC 故障
- (2018/07/11 12:00- 2018/07/17 23:00) juniper1.komatsu (MX240) RE 故障

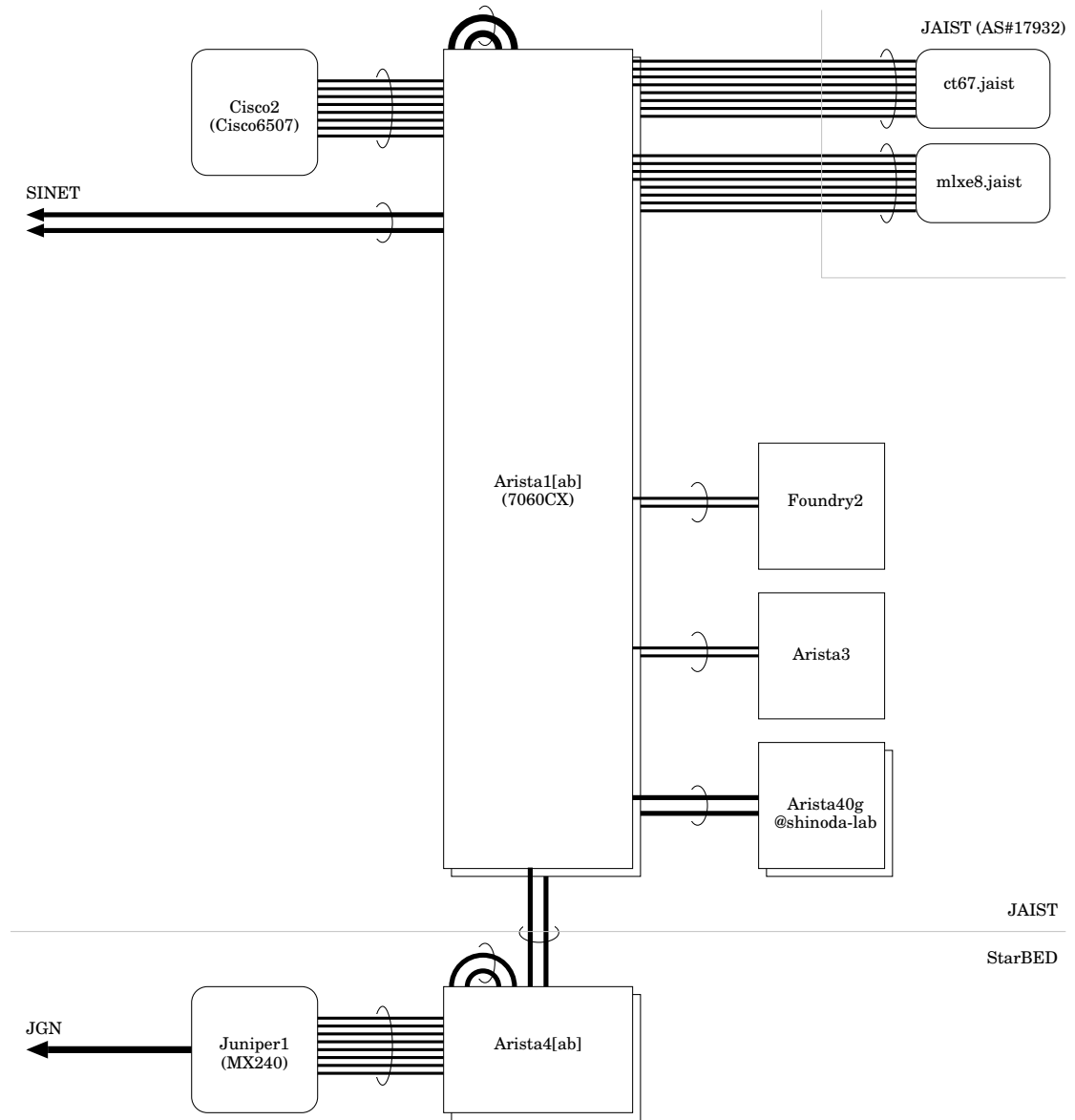


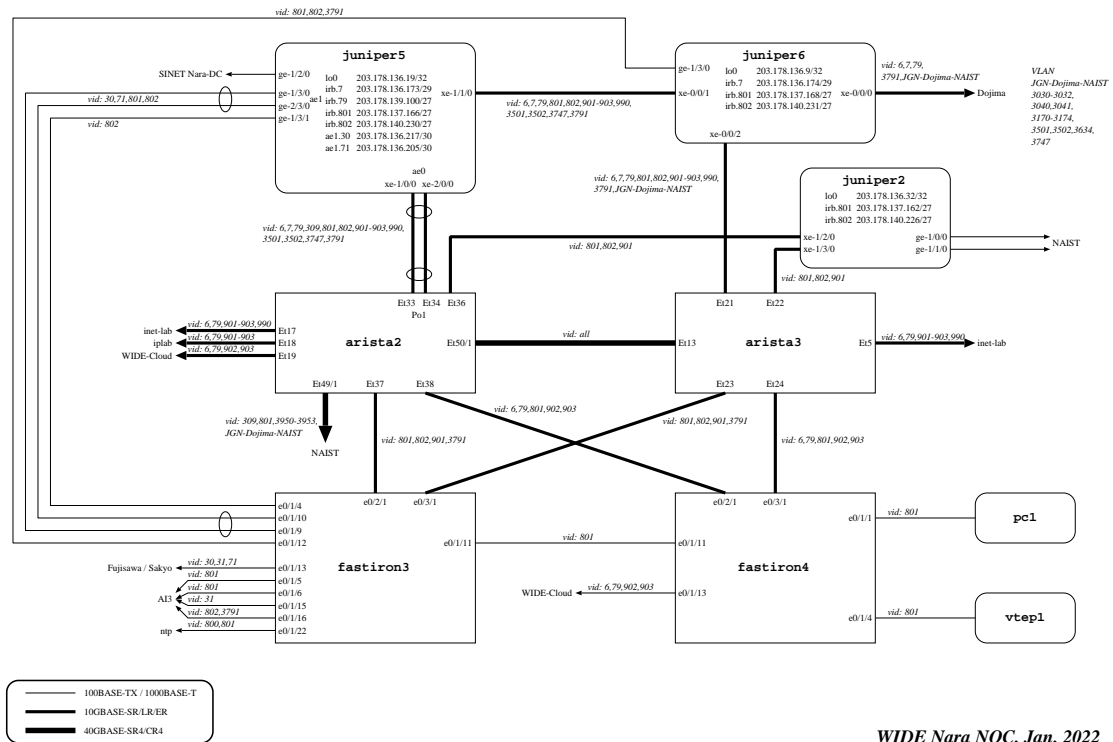
图 12: 小松 NOC

2.11 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10 Gigabit Ethernetバックボーンの1点を担ったり、大阪における学術IX (NSPIXP3) 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。ルーティングポイントのcisco2.dojimaからjuniper1.dojima, crs1-1.dojimaへの移行を進めている。

2.12 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 AI3 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](ftp://ftp.nara.wide.ad.jp)) をサービスしている。



WIDE Nara NOC, Jan. 2022

図 14: 奈良 NOC トポロジ

2.13 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。

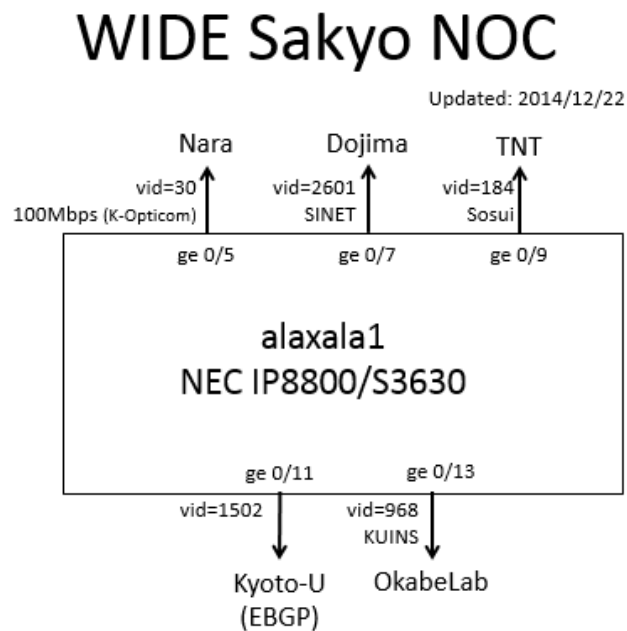


図 15: 左京 NOC

2.14 岡山

OKIX NOC は岡山情報ハイウェイ OKIX NOC 内にあり，岡山情報ハイウェイを經由して相互に接続しているプロジェクト参加機関 (美星スペースガードセンター，倉敷市等) を収容している。

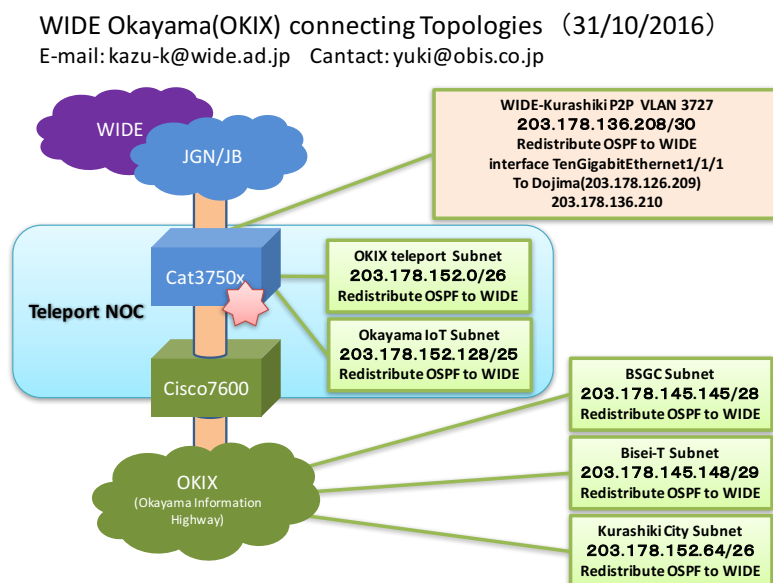


図 16: 岡山 NOC

2.15 広島

広島NOCは、トポロジー図に示すとおり、大阪NOCと福岡NOCの中間に位置しており、WIDEバックボーンに対して大阪～福岡間の冗長性も同時に提供している。なお、2016年4月よりJGN-Xの広島と福岡でのアクセスポイントが設置されている拠点が変更になったため、福岡NOCとの直接の接続性は失われている。

ソフトウェアルータによる運用を2012年より続けており、Xen Hypervisor上で動くVM (Virtual Machine) であるVyatta Routerを使用している。また、ローカルサービス用のLinuxサーバも、同じVMとして動作させている。VMとしての運用による問題はこれまで生じておらず、パフォーマンス、安定性ともに高い性能を維持できている。

大阪NOCとの接続にはJGN-XのVLANを経由しており、さらに地域プロバイダであるSuperCSIを経由し、また設置場所である大学内もまたVLANを経由して接続している。よって、各接続点でのL2 SWは経路的に冗長化されておらず、運用上の注意が必要である。

- (2020/09/04) 法令点検による計画停電

WIDE Hiroshima NOC

updated: 2016/04/01 hinoue@hiroshima-cu.ac.jp

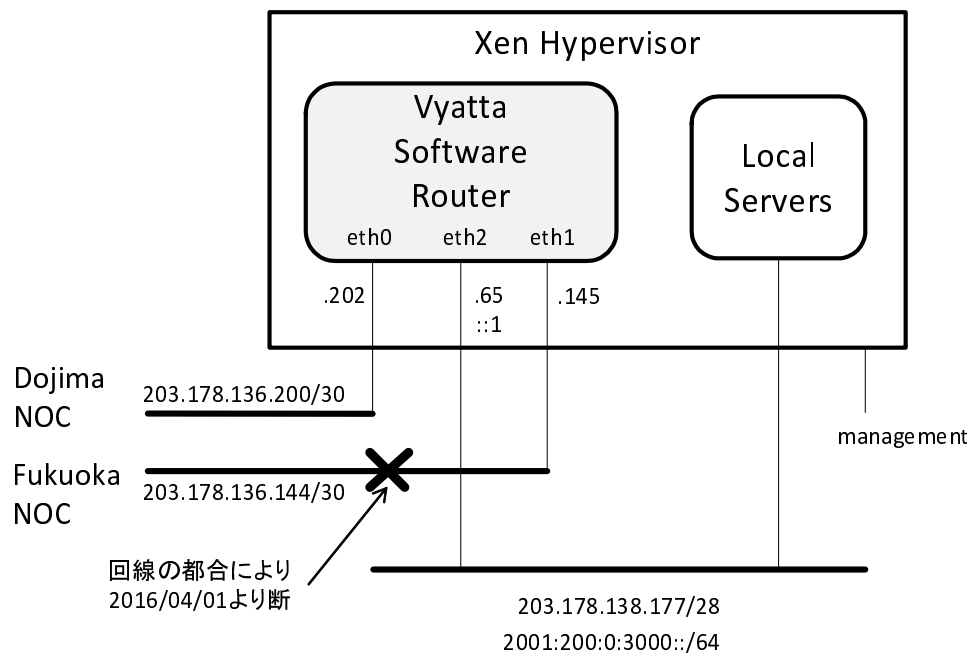


図 17: 広島 NOC

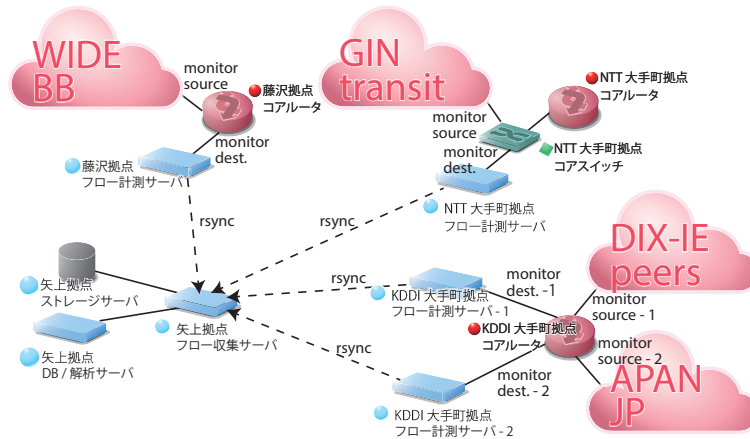


図 18: WIDE TWS の構成概要.

3 WIRT の活動

WIRT は TWO WG に所属する一部メンバにより構成された組織内 CSIRT であり、WIDE バックボーン及びその接続組織に関わるインシデントの発生を把握しその収束までのレスポンスを管理する。例年同様日本シーサート協議会 (NCA) や学術系シーサート交流ネットワーク等を中心に、インシデント事例分析や脆弱性情報の共有・連携を組織間に跨がって進めた。2020 年 4 月より WIRT は NCA の幹事会員となり、学術系ネットワークの運用者の立場から積極的に情報発信を実施している。

3.1 WIRT によるトラフィック情報収集

2019 年度より WIRT では WIDE バックボーン内のフロー情報の収集基盤の構築を進めており、昨年度までに NTT 大手町拠点、KDDI 大手町拠点、藤沢拠点にフロー情報の計測用サーバを設置して、それぞれ GIN (AS2904) へのトランジットリンク、DIX-IE 経由の国内商用 ISP とのピアリンク、藤沢拠点のアップリンクにおけるフロー計測を開始していた。本年度は KDDI 大手町拠点にさらにもう 1 台フロー情報の計測用サーバを追加して、APAN-JP (AS7660) とのピアリンクにおけるフロー計測を開始した。これらのサーバ機器では ntop 社の nProbe[2] が稼働しており、各拠点で観測されるトラフィックのフロー情報を 1:1 サンプリングで NetFlow v9 フォーマットにて計測する。

図 18 には WIRT の SIEM 基盤 (WIDE TWS) の構成の概要を示す。NTT 大手町拠点、KDDi 大手町拠点、藤沢拠点に設置されたフロー情報収集サーバからはフロー情報が 5 分毎の間隔で矢上拠点に設置された WIDE TWS にまで配送される。WIDE TWS は RDBMS (PostgreSQL) に基づいて構成される。WIDE TWS には観測されたフロー情報の他に、経路情報、ダークネット観測情報、OSINT 情

報, 商用の脅威インテリジェンス情報などアトリビューションに有用な情報が順次取り込まれる. これらの情報に対して WIDE TWS 上で定期的に解析スクリプトを実行することによって, WIDE バックボーンにおける異常事象の準リアルタイムな (現在時刻から約 15 分の遅延を含む) 検知に利用される.

3.2 本年度の主要な活動実績

本年度に WIDE バックボーン内で観測された確定セキュリティ事案への WIRT の対応状況を以下に纏める. これらの事案は WIDE バックボーン自身に係るものと WIDE ネットワークへの接続組織に係るものの双方を含む.

- OpenVPN reflection 検知 (3 件)
- SNMP reflection 検知 (2 件)
- SMTP セッション大量接続検知
- DNS reflection 検知 (2 件)
- NTP reflection 検知 (2 件)
- SSH brute force / massive scan 検知 (1 件)
- SSH brute force の C2 基盤へのシグナリング検知 (1 件)

加えて, WIDE ネットワークへの接続組織からの問い合わせに基づいて, 接続組織で確認された事象がばら撒き型 / 標的型の何れに該当するかのアトリビューションに協力するといった活動も実施した.

また WIRT ではインターネットバックボーン環境における効率的な異常検知およびアトリビューション技術の研究開発に取り組む. 昨年度に引き続いて, BGP 経路情報に基づいたフロー情報の集約に基づいたトラフィックの異常検知機構である GAMPAL[3] の研究開発を実施し, 今年度は汎化性能の向上と異常検知機構のリアルタイム化 [4] に注力した. またフロー情報で観測されたトラフィックの振る舞いに対して主に OSINT 活動で収集される情報を付与してアトリビューションする仕組みの研究開発への取り組みを開始した.

4 おわりに

本年度も WIDE バックボーンネットワークを安定的に運用すると共に、主要な拠点のコアルータ機器の更新が複数実施され、KDDI 大手町拠点を中心に Kamuee などの先進的なソフトウェアルータの導入が進んだ。また WIRT による SIEM 基盤である WIDE TWS の整備が進み、WIDE バックボーン内のセキュリティ環境の改善が進んだ。

今後は WIDE バックボーンの主要拠点全体でインターネットフルルートの基づく一貫した経路制御が可能となるよう WIDE バックボーンの再構成を推進する。また WIRT では、フロー情報の収集基盤の構築を西日本地区においても検討するとともに、インターネットバックボーンにおける異常検知技術やサービス単位でのトラフィックのアトリビューション技術の研究開発を実施する予定である。

参考文献

- [1] Y. Ohara, H. Shirokura, A.D. Banik, Y. Yamagishi, and K. Kyunghwan. Kamuee: An IP Packet Forwarding Engine for Multi-Hundred-Gigabit Software-based Networks. In *Proc. of Internet Conference '18*, pp. 1–10, 2018.
- [2] nProbe - ntop. <https://www.ntop.org/products/netflow/nprobe/>.
- [3] T. Wakui, T. Kondo, and F. Teraoka. GAMPAL: Anomaly Detection for Internet Backbone Traffic by Flow Prediction with LSTM-RNN. In *Proc. of IFIP MLN '19*, 2019.
- [4] T. Wakui, T. Kondo, and F. Teraoka. GAMPAL: An Anomaly Detection Mechanism for Internet Backbone Traffic by Flow Size Prediction with LSTM-RNN. *Annals of Telecommunications*, 2021.

5 CopyRight

©2021 WIDE Project Two Working Group