Interop Tokyo 2014

ShowNet活動報告 Vol.1

2014/9/5
ShowNet NOCチーム

はじめに

本資料は、Interop Tokyo 2014において構築・運用が行われた、ShowNet 2014に関する技術報告資料となります。ShowNet 2014はInterop 2014に参加して下さっている出展社の皆様方から、機材や技術の提供を募り、提供して頂いた機材や技術を用いて構築されている、近未来ライブネットワークとなります。
ShowNet 2014においては、約72億円規模の機材や技術提供をして頂き、数年後に実用化され、広く普及するであろうネットワーク技術ならびに運用モデルを実 現することができました。

具体的には、フルスタック100Gbpsバックーボーンとして100GbE Router / Switch / CGN / Firewallによる”タフな”コアネットワークの構築、エッジまで のL2/L3バックボーンの整備とNFV / SDN を組み合わせた”柔軟な”サービス結合・サービス提供のトライアル、VXLANの相互接続検証やVXLANを用いたデータセ ンター/クラウド間接続のトライアル、無線LAN構築・運用技術の検証やDNS64 /NAT64などのIPv6移行技術の運用、多層防御と多重相関分析による強固なセキュリティアーキテクチャの構築・運用等、様々な相互接続実験や技術検証を行い、 多くの成果をあげました。ShowNet NOC チームでは、ShowNetの構築・運用で得た知見を広く一般に公開し共有することがネットワーク技術の健全な発展に貢献できると考え、昨年に引き続き報告書の一般公開を行います。

是非、ShowNet 2014にて行われた多くのチャレンジとその成果に関してご一覧 下さり、ご興味を持たれた場合には、ShowNetにご参加頂けますよう、ご協力とご理解をお願いいたします。

ShowNet 2014 NOC ジェネラリスト櫨山寛章 /関谷 勇司/ 宇多 仁

本報告書の構成

Interop Tokyo 全体サマリ

Interop Tokyo 2014 開催概要

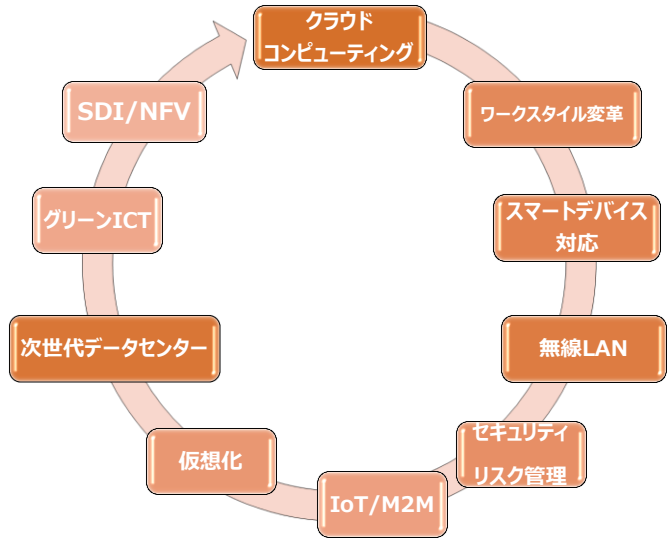
会場・会期	カンファレンス	AP品川（品川） 2014年6月9日（月） 10:30～18:00 10日（火） 10:30～18:00
	展示会・基調講演	幕張メッセ（千葉県） 2014年6月11日（水）10:30～18:00 12日（木）10:00～18:00 13日（金）10:00～17:00
主催		Interop Tokyo 実行委員会
運営		一般財団法人インターネット協会 / 株式会社 ナノオプト・メディア
特別協力		WIDEプロジェクト
後援		総務省 、 経済産業省 、 千葉県 、 千葉市 他、関係諸団体
同時開催		IMC Tokyo 2014 デジタルサイネージ ジャパン 2014 ロケーションビジネス ジャパン 2014 APPS JAPAN (アプリジャパン) 2014

今年度キャッチテーマ

“To the Next Connected World”

増え続けるネットにつながるモノ、ヒト等を
支え続けるために！

注力テーマ



来場者、参加企業数

展示会来場者数

6月11日（水・雨）	6月12日（木・雨）	6月13日（金・晴）
36,613人	44,478人	51,518人

会期通算
132,609人

※同時開催イベント含
※前年比100.5%

参加企業・団体数	526社（2013年：388社）
小間数	1,320小間（2013年：1,250小間）

展示会

- 出展各社様のブース
- 各種展示企画
  - SDI ShowCase
  - Korea Pavilion
  - Interop Pavilion
  - クラスルーム

Best of Show Award

プロダクト部門、ShowNetデモ部門、ShowNetプロダクト部門、ShowNet連携デモ部門にて対象製品・企業を選考しました。

協力媒体

IT Leaders　RBB TODAY　IT INSIDER　TechTarget Japan　@IT itmarkit
日経NETWORK　Scan NetSecurity

BEST OF SHOW AWARD INTEROP Grandprix

モバイルアプリ

- iOS, アンドロイドユーザ向けの公式スマホアプリを今年からスタート。
- Interopをはじめ、同時開催すべてを網羅。
- WiFiロケーションサービスなども実装

基調講演・特別講演

- 幕張メッセ国際会議場で実施した500名～1000名規模の大規模セミナー（無料）
- IoT, SDN, Security, クラウド等幅広いテーマで実施。

カンファレンス

- 有料カンファレンスは今年から展示会直前に品川にて初開催。
- 32セッションを実施
- セッションカテゴリー
  - Interop Core
  - データセンタ
  - ニュービジネスクリエーション
  - 公共・政策
  - セキュリティ・プライバシー
  - エンタープライズIT/BCP
  - インターネットファブリック/SDI
  - モバイル/ワイヤレス

会場の模様

ShowNet 2014

show net
Scratch and Re-build the Internet

show net
Scratch and Re-build the Internet

今年のコンセプト

show net
Scratch and Re-build the Internet

市場とテクノロジーの最前線、そして未来が見える大規模ネットワーク

今のインターネットはあと10年耐えられるのだろうか!?

今年のコンセプト

2014年のテーマScratch & Rebuild のココロは、

3年かけていろいろ作り直します！

今年の注力４テーマ

1.ネットワーク

2.データセンター/クラウド

3.ファシリティ

4.セキュリティ

注力４テーマ以外の取り組み

4テーマ以外にもShowNetでは以下の分野の取り組みも行いました。

1.基盤ネットワーク
2.無線
3.測定／検証
4.監視
5.STM／CTM

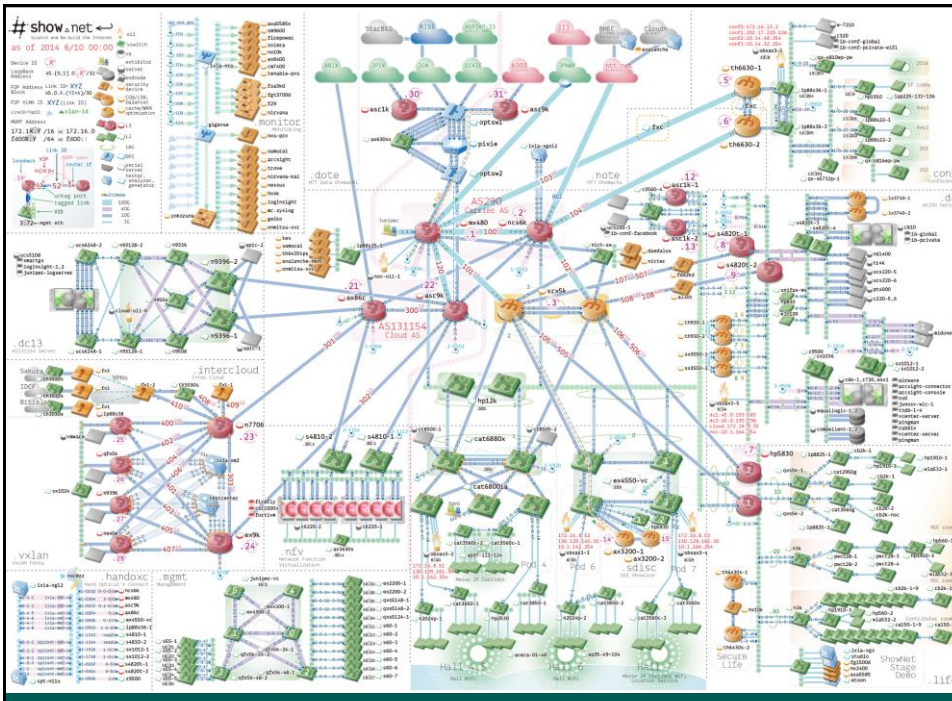
Fact Sheet

1. 参加エンジニア数：400名
2. 参加企業・団体：77
3. 提供機器、製品、サービス総額：約72億円
4. 国内、世界初披露製品数：　10

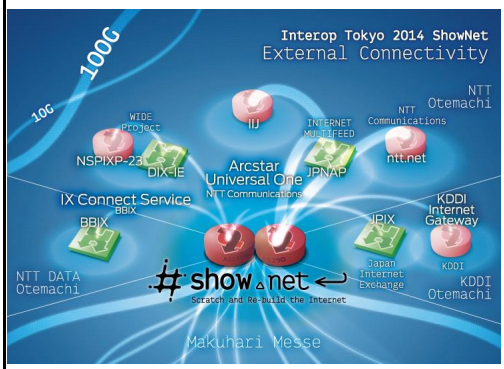
show net
Scratch and Re-build the Internet

世界初！国内初！

- 国内初！ASを超えたSDNによるパス交換
- 世界初!フル100G ファイアウォール/CGNの実装
- 世界初！IPv6サンドボックスの実装
- 国内最大級のVXLAN相互接続実証
- 国内最大級のVXLAN商用クラウド事業者間接続



Interop Tokyo 2014の対外接続図



インターネットトランジット（ISP）

フルルート（50万経路弱）

100Gbps専用線と10G専用線で接続

合計：230Gbps

インターネットエクスチェンジ（IX）

大手ナショナルＩＸと全て接続

日本国内のISPとはpeerを実施し

利用者とは、ほぼ隣同士になっている。

ShowNet Sponsors

ShowNet 2014における皆様からのお力添え、誠にありがとうございました。

スポンサー一覧

ShowNet sponsor

ixia　A10　NTT Communications　cisco　Juniper Networks　東陽テクニカ　NISSHO ELECTRONICS　hp

ShowNet co-sponsor

AlaxalA　vmware　SII　NEC　NTTAT AllOt　FXC　ZABBIX　NICT　SEIKO　DELL　HUAWEI　FireEye　FORTINET　FUJITSU 富士通九州ネットワークテクノロジーズ　FLUKE networks　FURUNO SYSTEMS　macnica networks

ShowNet Sponsors

ShowNet 2014における皆様からのお力添え、誠にありがとうございました。

ShowNet supporter

特別協力企業・団体　（五十音順・敬称略）

(株)IDCフロンティア
学校法人加計学園　倉敷芸術科学大学
国立情報学研究所
大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台
ソネット(株)
デロイト トーマツ リスクサービス(株) / 有限責任監査法人トーマツ
奈良先端科学技術大学院大学
日本テレガートナー(株)
古河ネットワークソリューション(株)
理想科学工業(株)
(株)インターネットイニシアティブ
慶應義塾大学
さくらインターネット(株)
シュナイダーエレクトリック(株)
(株)データホテル
ドコモ・システムズ(株)
西日本電信電話(株)
BBIX（株）
(株)ブロードバンドタワー
WIDE/NECOMA Project
インターネットマルチフィード(株)
KDDI(株)
(株)Xenlon
摂津金属工業(株)
(株)デジタルハーツ
トランスコスモス(株)
日本インターネットエクスチェンジ(株)
(株)ピットアイル
北陸先端科学技術大学院大学

今年の注力４テーマについての報告

1.ネットワーク

2.データセンター/クラウド

3.ファシリティ

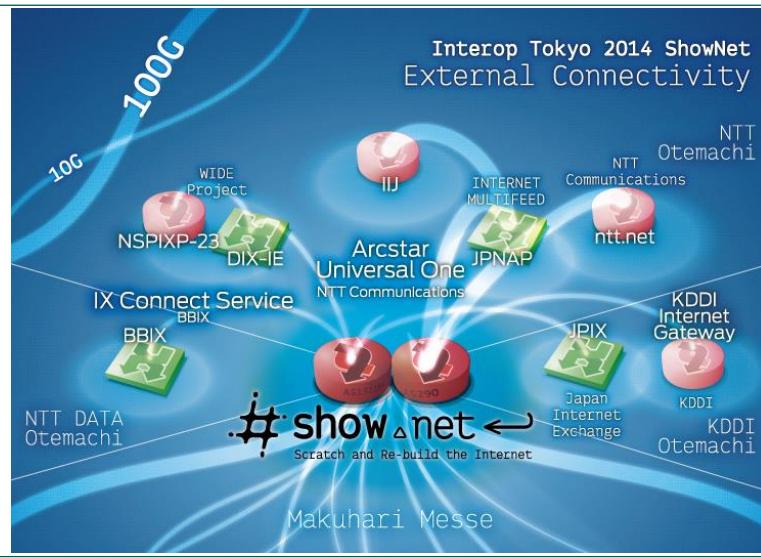
4.セキュリティ

ネットワーク

ネットワーク設計取り組み

- 例年インターネット全体を模して運用
  - ASを分けることによりさらにインターネットの世界全体をわかりやすく表現する。
  - **AS290**
    - 最新のテクノロジーを取り入れ、運用や管理などのネットワークの実運用を取り入れたネットワーク
    - キャリアAS：ネットワーク接続性の提供
      - Stacking、virtual chassis、IRF、Multi chassis LAGなど仮想化技術を使用
      - 100G セキュリティ・アプリケーション・GW
  - **AS131154**
    - 最新のテクノロジーを使用し、相互接続実験などを主体としたネットワーク
    - クラウドAS：仮想リソースの提供
      - VXLAN相互接続検証
      - Inter cloud接続実験
      - NFVでの出展者収容

エクスターナル概要図



回線コントリビューター

- **Lease Line**

  エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

  Arcstar Universal One イーサネット専用線 100Gbpsイーサネット・インターフェース

  BBIX株式会社

- **Internet Transit**

  エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

  グローバルIPネットワーク(AS2914)

  KDDI株式会社

  KDDIインターネットゲートウェイ(AS2516)

  株式会社インターネットイニシアティブ

  インターネット接続サービス(AS2497)

- **IX**

  BBIX(10G)

  JPIX(100G + 10G)

  JPNAP(100G)

  DIX-IE(10G)

  NSPIXP-23(10G)

Interop Tokyo 2014 peerのご協力

- 国立情報学研究所 (AS2907)　SINET
- 株式会社KDDI研究所 (AS7667)　KDDILABS
- 株式会社コミュニティネットワークセンター (AS9354)　CNCI
- 株式会社データコア (AS18266)　ATNAP
- 中部テレコミュニケーション株式会社 (AS18126)　コミュファ光/CTC EtherLINK
- 株式会社佐賀新聞社 (AS18150)　佐賀新聞・長崎新聞インターネット(S.N.I)
- Tonami Transportation Co., Ltd.(AS18282)　CoralNet
- NTTスマートコネクト株式会社(AS7671)
- ユニアデックス株式会社(AS4675)　U-netSURF
- 独立行政法人 情報通信研究機構(AS9355)　NICT
- Technology Networks Inc.(AS9824)　ZAQ
- 農林水産省研究ネットワーク(AS18125)　MAFFIN
- 九州通信ネットワーク株式会社(AS7679)　QCN
- アジア太平洋高度ネットワーク日本協議会(APAN-JP)(AS7660)　APAN
- ミテネインターネット株式会社(AS17961)　MITENE INTERNET
- 株式会社ビットアイル(AS17941)　bit-isle
- 日本ラッド株式会社(AS55897)　SaaSes
- 株式会社エヌ・ティ・ティ エムイー(AS9595)　XePhion/WAKWAK
- アイテック阪急阪神株式会社(AS7524)　I-TEC

Interop Tokyo 2014 peerのご協力

- 株式会社STNet(AS7522)　STCN
- 富士通株式会社(AS2510)　INFOWEB
- ビッグローブ株式会社(AS2518)　BIGLOBE
- 株式会社ミクシィ(AS38651)　mixi
- 株式会社IDCフロンティア(AS4694)　IDC Frontier
- 楽天株式会社(AS23820)　Rakuten
- さくらインターネット株式会社(AS9370)　さくらのクラウド
- アクセリア株式会社(AS17686)　Accelia
- 株式会社サイバーエージェント(AS24284)　Ameba
- 株式会社データホテル(AS17707)　データホテル
- 株式会社 DMM.comラボ(AS23620)　DMM.com
- 北陸通信ネットワーク(AS7668)　HTCN
- 株式会社エアネット(AS7503)　AIRnet
- 株式会社ネットアイアールディー(AS7529)　NETIRDインターネットサービス
- キヤノンITソリューションズ株式会社(AS4678)　FINE

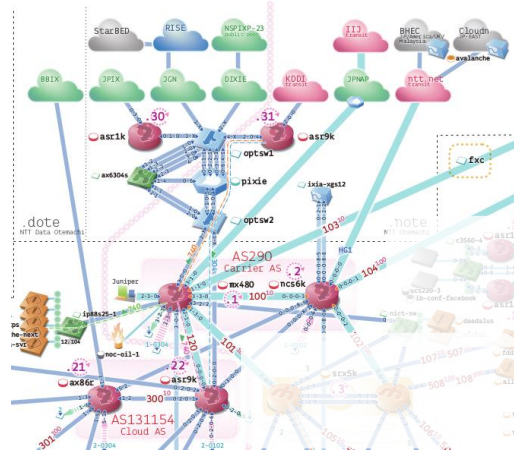
合わせてFacebookでも紹介しています。

https://www.facebook.com/notes/shownet/shownetas131154-as290-%E3%81%AE-bgp-peer%E7%8A%B6%E6%B3%81/592817167499576

show net
Scratch and Re-build the Internet

エクスターナル

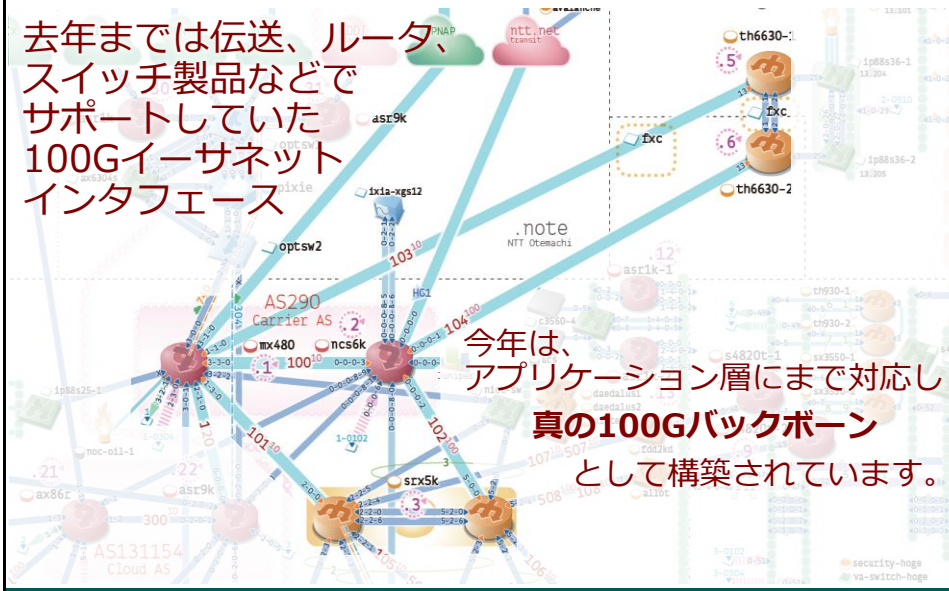
- AS（Autonomous System)を分けたエクスターナルネットワークのデザイン
- NTT大手町でのIXでのSDNの取り組み。
  - 細かな経路制御
    - アプリケーション・サービス単位での経路制御
- セキュリティ機能
  - AS流入手前での攻撃防御



show net
Scratch and Re-build the Internet

世界初!フル100G ファイアウォール/CGNの実装

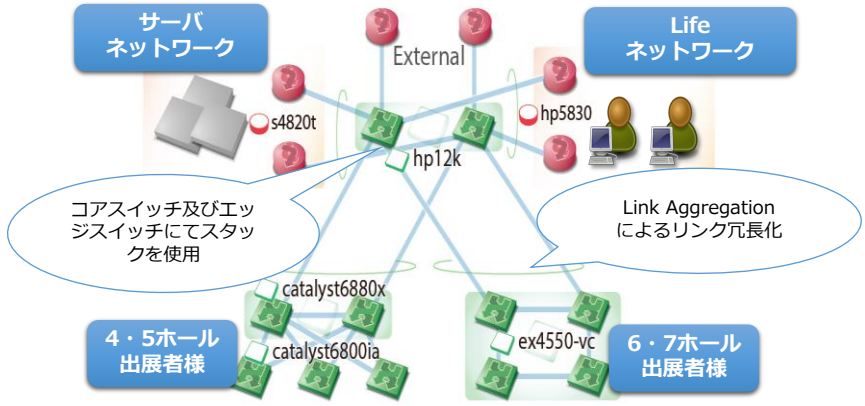
去年までは伝送、ルータ、スイッチ製品などでサポートしていた100Gイーサネットインタフェース



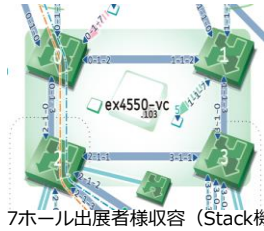
今年は、
アプリケーション層にまで対応し
真の100Gバックボーン
として構築されています。

Shownet L2-BB

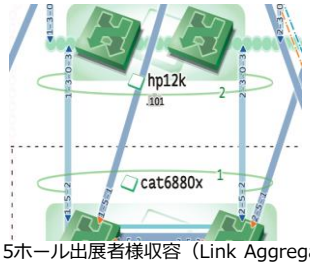
- 運用の容易さと柔軟性の両立をコンセプトとして、L2-BB(Layer-2 Back-Bone)を構築



Shownet L2-BBを支える技術



6・7ホール出展者様収容（Stack機能の例）

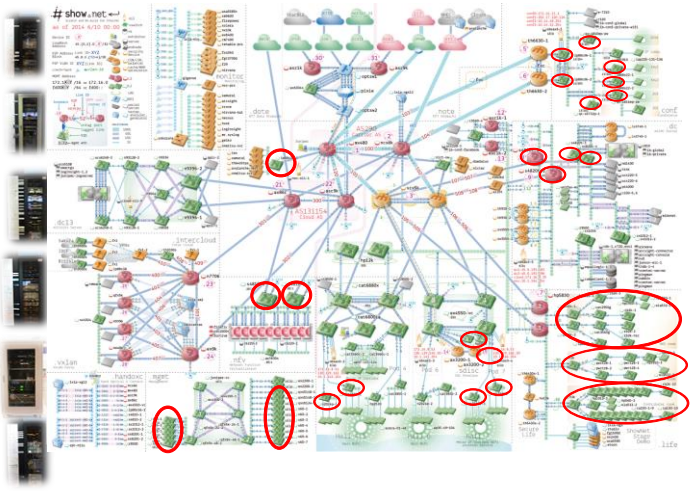


4・5ホール出展者様収容（Link Aggregationの例）

- Stack機能
  - 複数台のスイッチ/ルータを1台の装置として使用可能
  - VLAN、マネージメント系の設定などが共有されるため、管理コストが軽減可能
- Link Aggregation
  - 複数のリンクを1つのリンクとして使用可能
  - 片方のリンクがダウンした場合でも、接続断が発生しない
  - 通常時は、両方のリンクを使用する事が可能

BOX型スイッチ　使用場所

ShowNetを支える様々な場所で使用



マネージメントセグメント
会議棟
NFV
生活ネットワーク
VXLAN収容
セキュリティファーム
サーバーファーム
プレスルーム
パビリオン
無線収容
SDI ShowCase
・
・
・

ご協力企業様

多大なるご協力を賜り誠にありがとうございました。

AlaxalA
A10
CIO plus
cisco
JUNIPER NETWORKS
FXC Future X Communications
hp
DELL
NEC
"Your Best Partner" NISSHO ELECTRONICS
NTT Communications

SDN/NFV

Scratch and Re-build the Internet

Scratch and Re-build the Internet

背景

- それぞれのASごとに様々な機能がある
  - キャリア型のAS：接続性の提供、VPN
  - クラウド型のAS：IaaSやPaaSなど、仮想インフラの提供
- 同じクラウド型のASであっても提供する機能は異なる

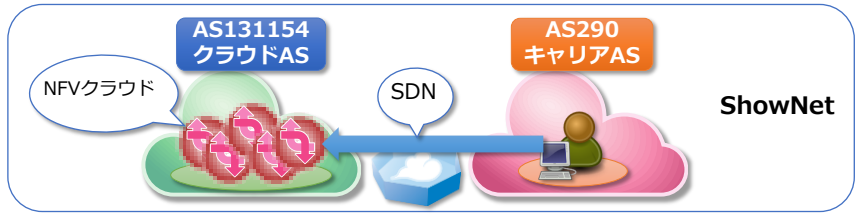
- ASを越えて、ユーザが欲しい機能を利用する
- ShowNetにおけるASの模倣とその連携
  - キャリア型のAS：接続性の提供
  - クラウド型のAS：**NFVによる柔軟な仮想ネットワークの提供**

SDNによるAS間接続の自動化

show net
Scratch and Re-build the Internet

ASを越えるSoftware Defined Network

- 様々な機能をもつAutonomous System
  - AS290、キャリアAS：ネットワーク接続性の提供
  - AS131154、クラウドAS：仮想リソースの提供
- 「必要な機能を必要なASから受け取る」
- 2014年のSDN@ShowNetの概要
  - 出展者ネットワークはAS290に収容され、SDN-IXを経由してAS131154のNFVを利用

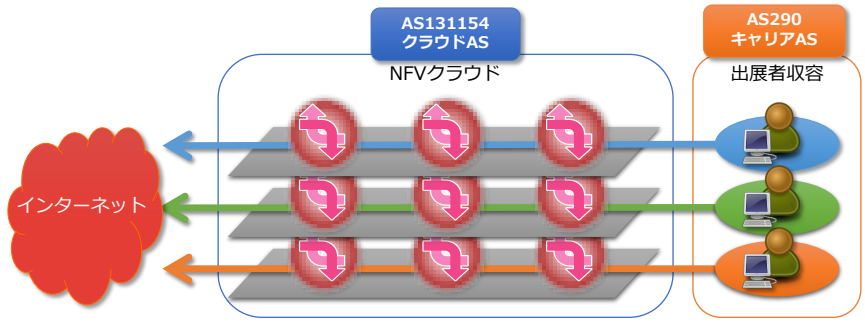


show net
Scratch and Re-build the Internet

NFVによる出展社収容

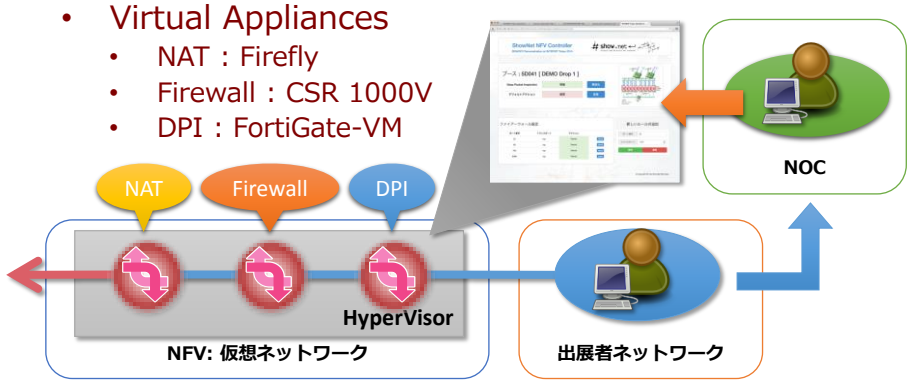
ShowNet 2014における Network Function Virtualizationの概要

- AS131154：クラウドASにNFVクラウドを構築
  - 出展者ごとに仮想ネットワークを自動的に作成
  - 要望にあわせた柔軟なネットワークの構築
- AS290からユーザのネットワークを接続



NFVの構成とワークフロー

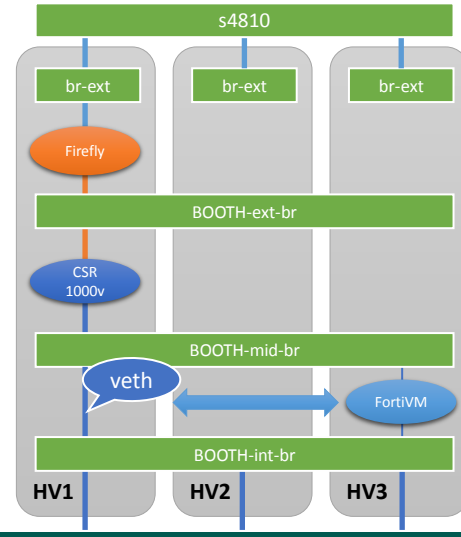
- 出展者からの要求に応じて仮想ネットワークを変更
- ネットワークの機能を機能ごとに仮想化、組み合わせ
- Virtual Appliances
  - NAT：Firefly
  - Firewall：CSR 1000V
  - DPI：FortiGate-VM



show net
Scratch and Re-build the Internet

論理構成

- 出展者収容
  - Firefly, CSR 1000V, FortiVM を各出展者につき1つづつ作成
  - VAのデプロイ、外部との接続などは、すべてソフトウェアによる自動化を行った。
- 計測
  - IXIA XM2を用いて、1つのドロップについて帯域性能などの計測を実施
- HVスペック
  - DELL C6220 x2台
  - Ubuntu 14.04 LTS + KVM

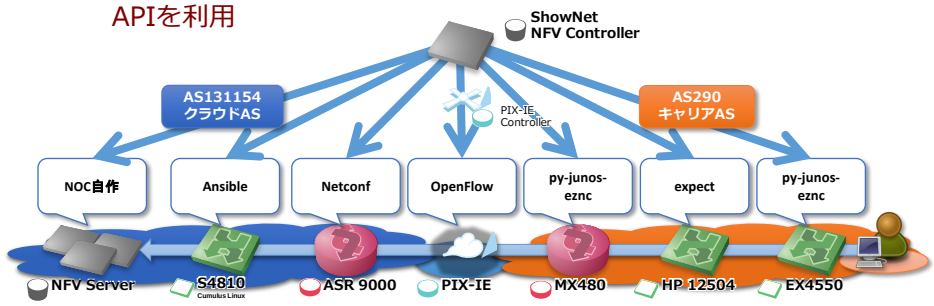


show net
Scratch and Re-build the Internet

SDNによるAS間接続

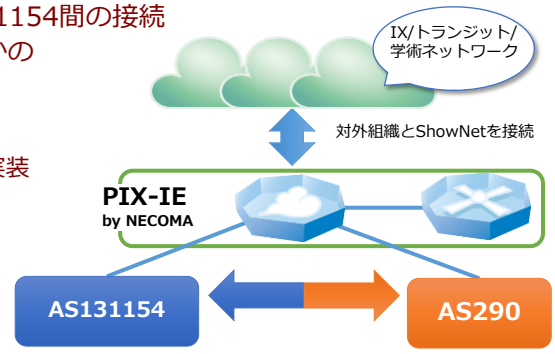
AS間ネットワーク接続の自動化

- AS間ネットワークの自動化
  - **PIX-IE**：VLAN接続のためのAPIを持つIX
- AS内ネットワークの自動化
  - それぞれの機器の持つ様々なAPIを利用
- 様々なSDN技術を活用し、ネットワークをデプロイ
- ゼロオペレーションでクラウドASのNFVへ接続



PIX-IE : Programmable IX in EDO

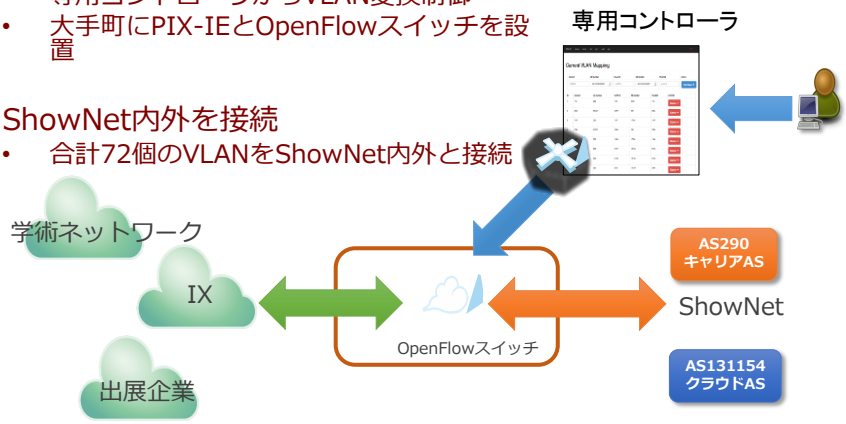
- OpenFlowによって構築されたIX
  - 2014年のShowNetでは、AS間のVLAN接続を提供
  - それぞれのAS内のVLAN番号に変換して接続する
  - AS290とAS131154間の接続
  - 各ASといくつかの外部組織を接続
- ShowNet用に専用コントローラを実装



show net
Scratch and Re-build the Internet

SDN IXの構成

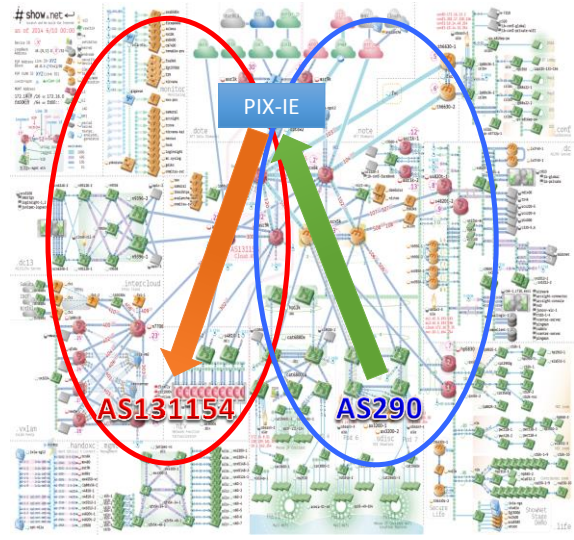
- SDN IXのコントローラとしてPIX-IEを実装
  - 専用コントローラからVLAN変換制御
  - 大手町にPIX-IEとOpenFlowスイッチを設置
- ShowNet内外を接続
  - 合計72個のVLANをShowNet内外と接続



show net
Scratch and Re-build the Internet

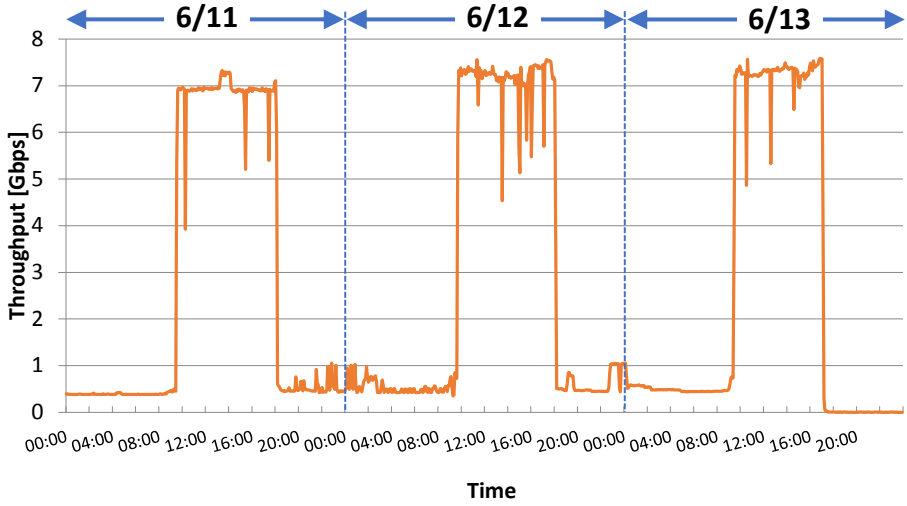
NFVによる出展社収容

- AS290の出展社VLANをAS131154のNFV用VLANに変換



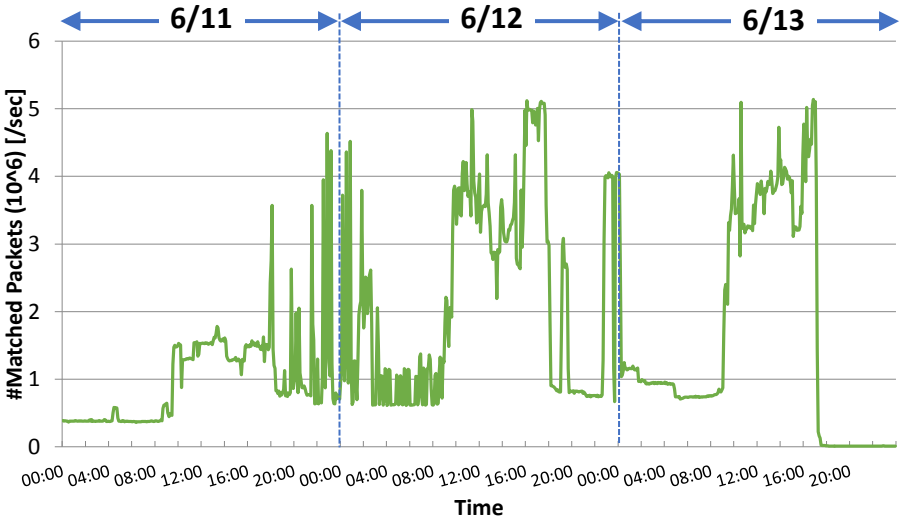
show net
Scratch and Re-build the Internet

スループット（6/11 – 6/13)



show net
Scratch and Re-build the Internet

転送パケット数（6/11 – 6/13)

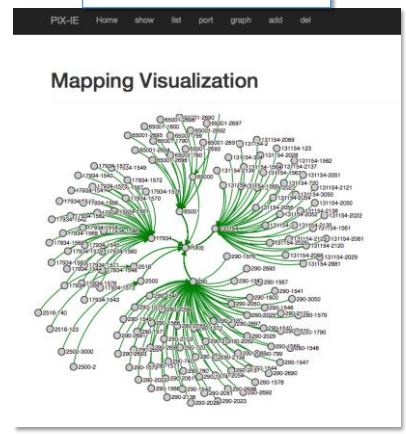


PIX-IE Web UI

各変換フローのスループット/パケット量

変換リスト

AS間のVLAN変換トポロジ



PIX-IE の実装

- Web UI
  - フレームワーク：Flask
  - CSS：Bootstrap
  - JS：highcharts.js, d3.js (グラフ、トポロジの描画)

Web UI 

- コントローラ
  - フレームワーク：Ryu 3.9
  - OpenFlow：v1.0 / v1.3

コントローラ 

- スイッチ
  - PF5248 (NEC)
  - S6000 (DELL)
  - P-3297 (NCLC)
  - AEROZ (MKI)

NEC NCLC DELL MKI 三井情報株式会社

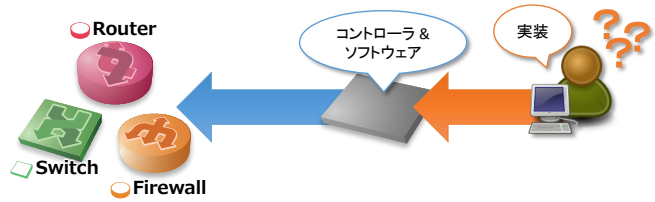
OpenFlow スイッチ

PIX-IE の実績

- ブース連携用VLAN変換
  - 3出展社に向けてVLAN
- IX/トランジット向けVLAN変換
  - 2 IX, 1トランジットをShowNetと接続
- NFV収容出展社VLAN変換
  - AS290の出展社をAS131154内のVAで収容
    - AS290のVLANと AS131154のVLANを変換し接続
- 安定したサービス提供
  - 異なるAS間で合計 72個のVLANを変換し接続
  - 管理用Web UI及びREST APIを介したVLAN変換設定
  - 開催期間中PIX-IEに関連するトラブル報告は無し
  - 常時 4K/2K転送を含むライブトラフィックを転送

ネットワーク運用の自動化とその課題

- AS内ネットワーク構成変更の自動化
- ベンダーや製品、バージョンごとに異なるAPI
  - 現場ではさまざま機材を利用している
  - 全ての箱、APIに対応するのは高コスト
- エラーハンドリングの難しさ
  - **Debuaggability**の欠如



show net
Scratch and Re-build the Internet

API/ソフトウェアの利用

- 機器を制御するための様々なAPIやソフトウェア
  - 古いものから新しいものまで
  - ネットワーク機器をソフトウェアによって動的に制御
  - コントローラから機器を制御するためのSouthBoundとして利用

製品名	利用したAPI/ソフトウェア
Juniper EX4550	py-junos-eznc
HP HP 12504	expect
Juniper MX480	py-junos-eznc
PIX-IE (Programmable IX)	OpenFlow
Cisco ASR 9000	Netconf
DELL S4810	Ansible

show net
Scratch and Re-build the Internet

Expect

- 古くからあるUNIXコマンド
  - Configurationを知っていれば容易に実装可能
- Programmabilityの欠如
  - 結局は簡易な文字列処理の連続
  - 条件分岐は可能だが柔軟性不足
  - エラーハンドリング不可能
    - Timeoutに頼るしかない

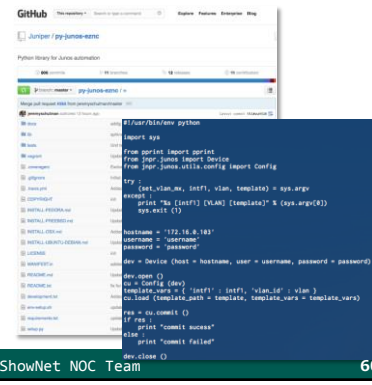
```
#!/bin/sh
#
#

host=$1
conf=$2
user="username"
pass="password"

web=10.11.194.248

if [ ! "$conf" ]; then
        echo "update-vsrx.sh [HOST] [CONFIGNAME]"
        exit 1
fi

expect -c "
set timeout 5
spawn telnet $host

expect login: ; send \"$user\n\"
expect Password: ; send \"$pass\n\"
expect \"*\>\" ; send \"configure\n\"
expect \"*#\" ; send \"load override http://$web/$conf\n\"
expect \"*#\" ; send \"commit\n\"
expect \"commit complete\" ; send \"\n\"
expect \"*#\" ; send \"exit\n\"
expect \"*\>\" ; send \"exit\n\"

"
```

Netconf

- 標準化された技術：RFC 6241
  - XMLによるConfigの投入や状態の取得
  - トランスポートと、CommitやValidateなど、汎用的な”操作”が標準で規定されている
  - エラーハンドリングが可能
- ベンダーごとの差異
  - 投入するXML自体は、ベンダーや機器ごとに大きく異なる
  - トランスポートにもベンダーごとにクセがある
  - 機器によってサポートされた処理のみ

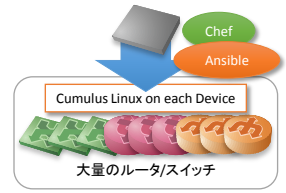
py-junos-eznc

- JuniperのNetconfラッパーライブラリ
  - JUNOSを外部から制御するためのPythonライブラリ
  - 実際の機器との通信はNetconfで行う
  - しかし、ユーザはNetconfを意識する必要がない
  - エラーハンドリングも容易
- 専用ライブラリ
  - JUNOSのためのライブラリ
  - ネットワーク機器に対するAPIとしての完成度は高い



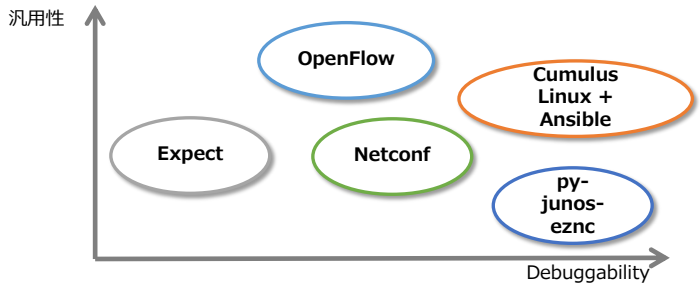
Cumulus Linux + Ansible

- サーバ運用のノウハウをネットワーク機器へ
  - Cumulus Linuxが動作するDELL S4810を、サーバ構築自動化ツールであるAnsibleを用いて設定
  - Programmability、Debuggabilityはとても柔軟
- 新しい考え方でのソフトウェアによる機器制御
  - write memoryのように stateを保存することはできない
  - 今までとは全く違う考え方で ネットワークを構築する必要がある
  - 現状のAnsibleは若干モジュール不足
    - 今回はShowNetで利用するために brctlやvlanのansible moduleを実装 https://gist.github.com/upa/94f82e00dfffbb25d896



各種APIの利用まとめ

- ソフトウェアによるネットワーク機器の制御
  - Expectをはじめとして、以前からノウハウは存在
  - Netconf、そしてOpenFlow以降、様々なAPIや手法が誕生
  - それぞれに長所と短所があり、使いどころがある
  - 今後さらに多くの制御手法が生まれると考えられる



show net
Scratch and Re-build the Internet

ご協力企業様

多大なるご協力を賜り誠にありがとうございました。











データセンター/クラウド

show net
Scratch and Re-build the Internet

show net
Scratch and Re-build the Internet

3つのサブテーマとその背景

1) 進むデータセンター内の仮想化
- サーバ・ストレージの仮想化に伴うI/O帯域不足
- エッジまで40GbEに対応した、広帯域データセンターの構築

2) 事業者におけるテナント管理方式の変化
- テナント識別子として多く用いられているVLAN-IDの空間不足
- よりスケーラブルな識別空間をもつVXLANの相互接続検証を実施

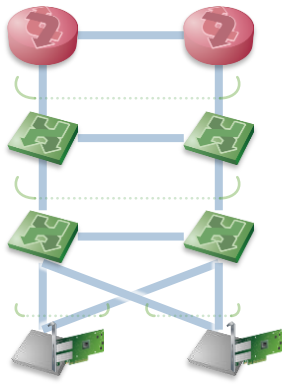
3) インタークラウドサービスの実現に向けて
- 目的にあわせ、複数のクラウド事業者を組み合わせて利用するユーザが増加
- 複数クラウドの相互利用を目指した、クラウド間相互接続検証を実施

AS290
データセンターネットワーク

show net
Scratch and Re-build the Internet

広帯域データセンターの構築

DHCPやDNS、または監視アプリケーション等のインフラを支える上で重要なコア・ネットワークサービスを提供するAS290のデータセンターでは、**40GbE(広帯域)**と**マルチシャーシリンクアグリゲーション(高速コンバージェンス)**を組み合わせたネットワークモデルを提案



DC Core Router
DELL S4820T

Top of Rack Switch
DELL S4820T/Z9500

Server & Storage Aggregation Switch
Mellanox SX1012/SX1036

40GbE NIC
Mellanox ConnectX-3 Dual port

VXLAN相互接続検証

Scratch and Re-build the Internet

概要

- 目的
  - マルチベンダ間のVXLAN相互接続確認
  - マルチベンダ環境での相互運用確認

マルチベンダ VXLAN Gateway 装置で構成する、
VXLANネットワークを用いたホスト(ノード)間レイヤ2接続に挑戦し、
その構築、および運用上で明らかとなった問題点を共有する

- 想定環境
  - 同一事業者が運営するデータセンター内プライベートコネクト
  - インターネットを経由しない環境を想定

実施した検証項目

- 相互接続確認
  - VTEP間がMulticast Routing される場合
  - VTEP間がUnicast Routing される場合
- 測定装置を用いてのパフォーマンス測定
  - 単体測定
  - ショートフレーム / ユニキャストパケット

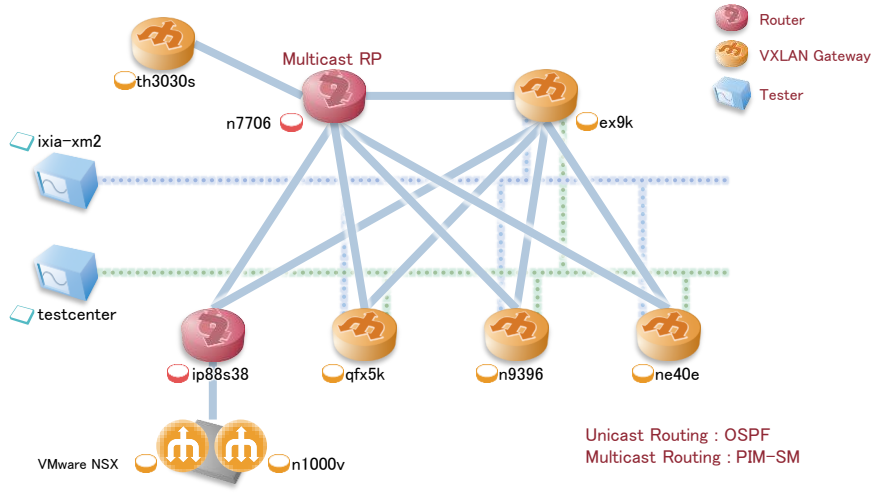
実装別による区分

VXLANの実装内容別に、以下グループ毎の相互接続確認を実施

VTEP間のBUMパケット(※1)をマルチキャストで転送(宛先UDP:4789)	Cisco Nexus 9396
	Juniper EX9204
	Juniper QFX5100
VTEP間のBUMパケット(※1)をマルチキャストで転送(宛先UDP:8472)	VMware NSX
	Cisco Nexus 1000v
VTEP間のBUMパケット(※1)をユニキャストで転送	Huawei NE40E
	A10 TH3030S

(※1) Broadcast, Unknown unicast, Multicast

全体構成

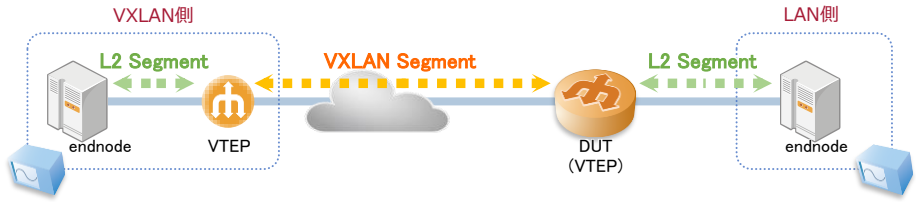


相互接続結果

- 各グループ毎に、相互接続が可能である事を確認
  - 一部の機材において、構成に制約を伴う仕様動作あり
  - 一部の機材においては、パッチバージョンにて対応
- ユーザ(エンドノード)フレームの 802.1q tag (Inner 802.1q tag)の処理が実装に依って異なる為、相互接続の際は留意する必要がある事を確認
  - 現在の draft では、”SHOULD be removed”
  - 今回は以下3種類の実装を確認
    - Inner tag を除去してカプセル後、対向VTEPに送信
    - Inner tag を保持または付加してカプセル後、対向VTEPに送信
    - Inner tag の保持/除去は設定により選択可能

測定構成

VXLAN=LAN間 双方向のストリームを流し測定を実施



測定結果

- 測定装置の VXLAN エミュレーションとの相互接続性も概ね問題ない事を確認
- 理論値通りの転送結果を確認
  - VXLANを実サービスに適用する際に懸念される、カプセル化によるオーバーヘッドの影響はさほど大きくない事を確認

クラウド間相互接続検証
(インタークラウド)

インタークラウドサービスの実現に向けて

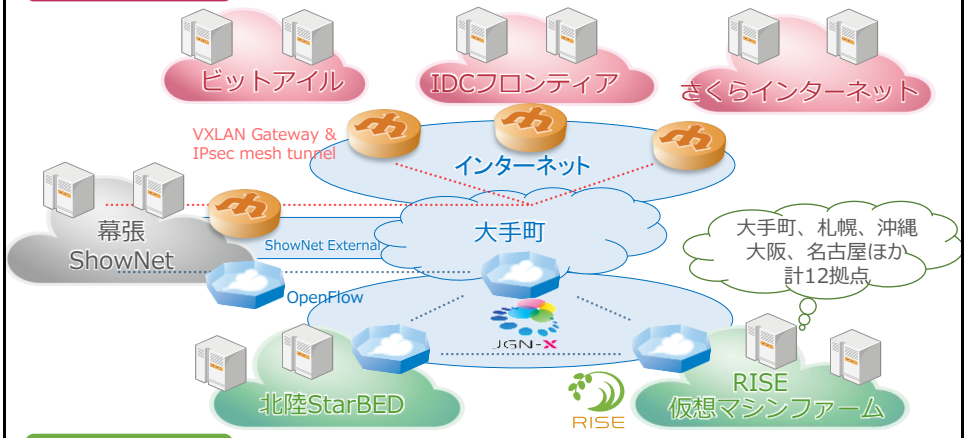
- BCPやコスト削減、またはトラフィック分散等の目的から、複数のクラウド事業者を組み合わせて利用するユーザが増加
- ShowNet2014では、インタークラウドに必要な機能要件(次ページ※1)の内、**クラウド間のプライベートコネクト**に焦点をあてて検証を実施
- 各ベンダより提供を受けた機器の相互接続性を確認し、異なる実装がなされたクラウド間を相互接続するにあたって最適な方式、インターフェースについて考察

(※1) インタークラウドの機能要件

- データのレプリケーション、バックアップ機構
- 死活監視、リソース監視、品質監視
- 負荷分散制御機構
- フェイルオーバ機構
- クラウド間のプライベートコネクト
- クラウドの自動制御に必要な機構
- マルチクラウドコントローラ

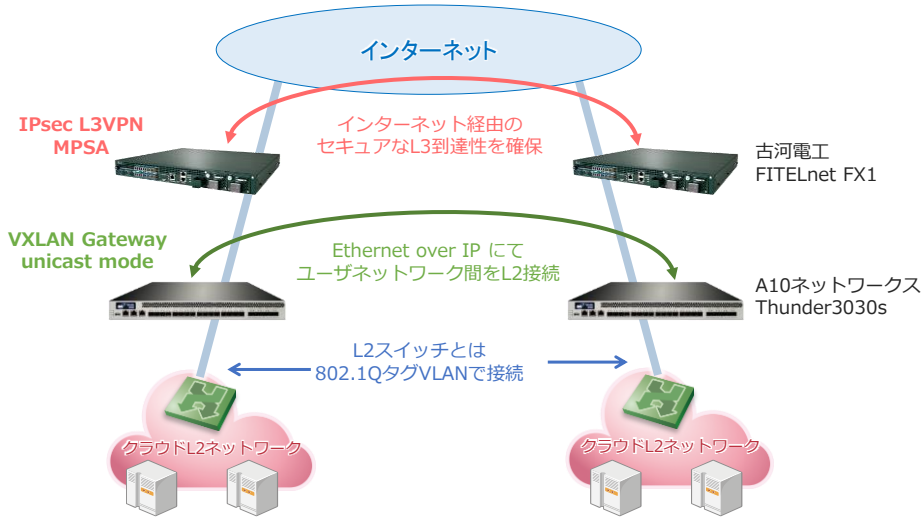
全体構成

商用クラウド VXLAN & IPsec mesh tunnel によるプライベートコネクト

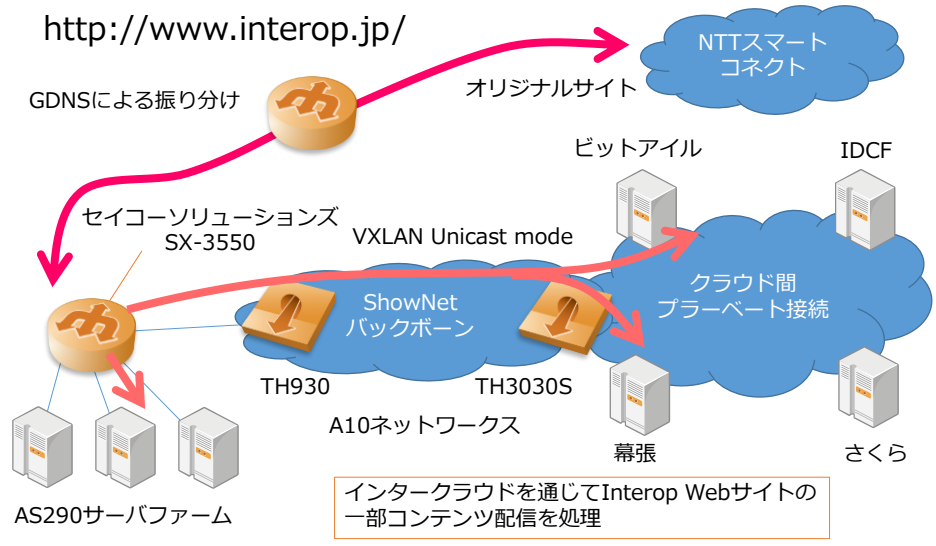


学術クラウド OpenFlowで制御する VLAN Path Switching によるプライベートコネクト

商用クラウド間の構成詳細



クラウドを跨いだ負荷分散デモ



インタークラウド検証結果

- 古河電工FX1のMPSA(フルメッシュIPsec)、およびA10ネットワークスThunderのUnicast VXLANは、トラブルなく良好に動作。
- クラウド間のL2接続では、DHCPサーバやMACアドレスの衝突に注意を要した。商用サービス化の段階では、さらに高可用性設計、ループ対策等も必要と考えられる。
- 離れた拠点のクラウドサーバ間で冗長化を行う場合、データの非同期レプリケーションとGSLBを組み合わせる構成が今回有効だった。

show net
Scratch and Re-build the Internet

ご協力企業様

多大なるご協力を賜り誠にありがとうございました。

ファシリティ

show net
Scratch and Re-build the Internet

ShowNet2014での注力テーマ

“データセンタ・ファシリティ”

今年のキーワード：”高密度”

- ポート密度の高いスイッチ
- 高密度・大容量のストレージ/サーバ
- 多芯ファイバを使用する高速インターフェース

“高密度”がもたらすファシリティの課題

- ポート密度上昇
  - 配線密度（ケーブル本数）も上昇
- 高密度・大容量サーバ/ストレージ
  - 1RU当りの重量が増加
  - 1ラック当りの搭載台数が増加
- 多芯ファイバ
  - 複数ファイバを1つのコネクタで終端

細径UTPケーブル

- ケーブル束が小さくなり、配線が容易に。
- ラック内のエアフローに対する干渉が減少する。
  - 導体径も細くなるので、配線長やPoEへの適用可否等多少の制約はあるが、ラック内に限らず適用可能場所は多い。

ご提供：エイム電子様

AIM Electronics Co., Ltd.

AC200V PDU

- 高密度サーバ/ストレージを搭載するラックに有効。
  - PDUからスマートに電源を配線。
  - エアフローの改善、熱溜まりの減少。
  - 回路数の削減。

ご提供：ATENジャパン様

MPOコネクタと多芯光ファイバケーブル

- 40GBASE-SR4に加え、100GBASE-SR10が登場
  - 12芯MPO（40GbE）、24芯MPO（100GbE）
  - Breakoutタイプ（MPO to LC 等）
- フロア内やラック間の配線にも有効
  - 既存光ファイバケーブルに比べ配線スペースが小さい

ご提供：エイム電子様

AIM Electronics Co., Ltd.

縁の下の力持ち

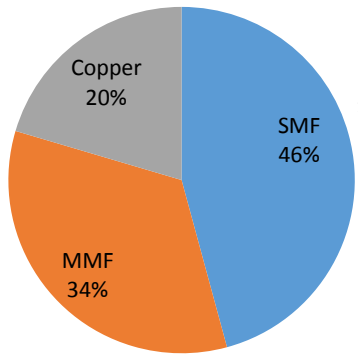
直流給電無停電電源装置	アイピーコア様
ラックマウントタイプPDU	ATENジャパン様 明京電機様
抜け防止電源ケーブル	エイム電子様
プラガブル光トランシーバ (SFP/SFP+/QSFP)	エイム電子様
メディアコンバータ	大電様
ラックマウント専用リフト	都築テクノサービス様
ネットワーク/サーバラック	シュナイダーエレクトリック様 摂津金属様
ケーブルテスター/クリーナー	フルーク・ネットワークス様

今年の実績
（来年に向けて）

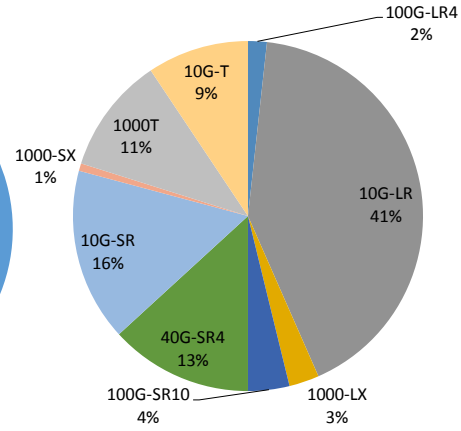
show net
Scratch and Re-build the Internet

interface （Backbone及び、各エリア間接続機器）

Cable Type



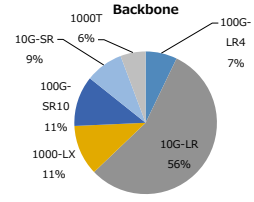
Media Type



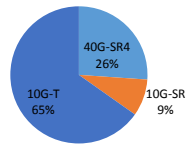
show net
Scratch and Re-build the Internet

interface （Backbone及び、各エリア間接続機器）

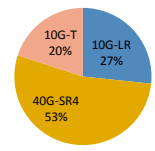
Backbone



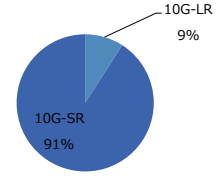
dc - AS290 Server



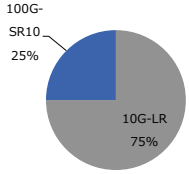
dc13- AS131154 Server



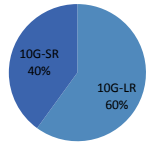
intercloud/vxlan



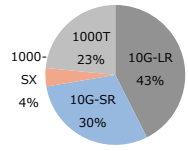
conf - 会議棟



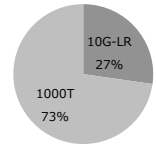
SDI Showcase



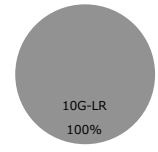
Hall



Life

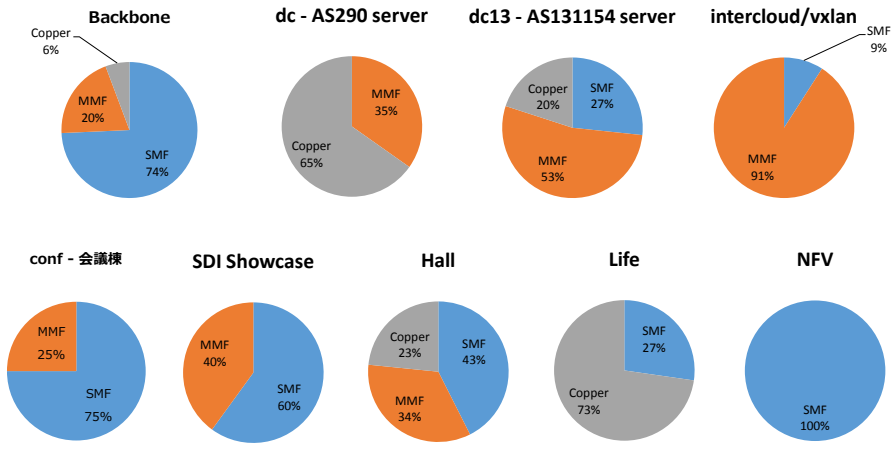


NFV



show net
Scratch and Re-build the Internet

interface （Backbone及び、各エリア間接続機器）



show net
Scratch and Re-build the Internet

interface （Backbone及び、各エリア間接続機器）

- Copperの採用機器増加
  - 10GBase-T
- 100GBase-SR10採用機器の増加
- Datacenter内の40G化が顕著

電源関連

100V回路数(回路)

開催年	場所	回路数	合計	対前年増減	対前年比
2010年	-	-	62	-	-
2011年	4NOC	51	92	30	148%
	DC NOC（ShowNet）	17			
	DC NOC（VDC）	24			
2012年	NOC_BB	72	98	6	107%
	NOC_DC1	15			
	NOC_DC2	11			
2013年	NOC#01-10	62	124	26	127%
	NOC#11-20	62			
2014年	NOC#01-15	88	88	-36	71%

消費電力（VA）

開催年	場所	VA	合計	対前年増減	対前年比
2010年	-	-	53,930	-	-
2011年	4NOC	36,560	64,890	10,960	120%
	DC NOC（ShowNet）	9,540			
	DC NOC（VDC）	18,790			
2012年	NOC_BB	42,530	59,160	-5,730	91%
	NOC_DC1	9,580			
	NOC_DC2	7,050			
2013年	NOC#01-10	41,350	79,560	20,400	134%
	NOC#11-20	38,210			
2014年	NOC#01-15,NCS	61,480	61,480	-18,080	77%

200V回路数(回路)

開催年	場所	回路数	合計	対前年増減	対前年比
2010年	-	-	18	-	-
2011年	4NOC	7	16	-2	89%
	DC NOC（ShowNet）	2			
	DC NOC（VDC）	7			
2012年	NOC_BB	9	14	-2	88%
	NOC_DC1	3			
	NOC_DC2	2			
2013年	NOC#01-10	8	15	1	107%
	NOC#11-20	7			
2014年	NOC#01-15,NCS	22	22	7	147%

NOCラック　コンセント数
5-15：340個
5-20：8個
L6-20：62個
L6-30：4個

ラック／機器台数

NOCラック本数(本)

開催年	場所	本数	合計	対前年増減	対前年比
2010年	-	-	19	-	-
2011年	4NOC	12	21	2	111%
	DC NOC（ShowNet）	3			
	DC NOC（VDC）	6			
2012年	NOC_BB	14	20	-1	95%
	NOC_DC1	3			
	NOC_DC2	3			
2013年	NOC#01-10	10	20	0	100%
	NOC#11-20	10			
2014年	NOC#01-15	15	15	-5	75%

NOCラック　使用オプション
L形レール：20組
棚板　　：12組

機器台数

開催年	場所		合計	対前年増減	対前年比
2012年	NOC_BB、NOC_DC		270	-	-
2013年	NOC_BB		320	50	119%
2014年	NOC#01-15,NCS		230	-90	72%

Cyber Defense / Security

show net
Scratch and Re-build the Internet

show net
Scratch and Re-build the Internet

Agenda

- ShowNet2014での目的と取り組み
  - 背景
  - 主な取り組み
  - 取り組みと対応製品と対応セグメント
- 主な取り組み詳細
  - サイバー攻撃の可視化
  - 多層防御
  - DDoS対策
  - SIEM
  - デモンストレーション
- まとめ

Agenda

- ShowNet2014での目的と取り組み
  - 背景
  - 主な取り組み
  - 取り組みと対応製品と対応セグメント
- 主な取り組み詳細
  - サイバー攻撃の可視化
  - 多層防御
  - DDoS対策
  - SIEM
  - デモンストレーション
- まとめ

ShowNet2014での目的と取り組み

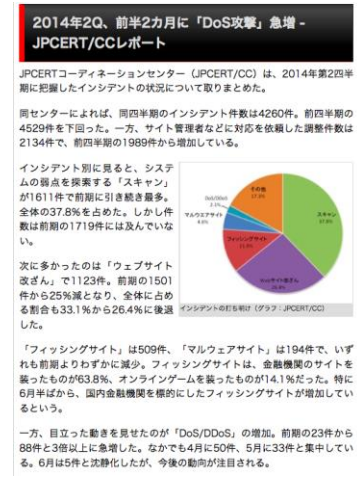
show net
Scratch and Re-build the Internet

背景

- サイバー攻撃の急激な増加と高度化
  - 弱点を探査するスキャニングが上位
    - 次の攻撃に向けた探査
  - Web改ざん(水飲み場攻撃)
  - フィッシング
  - マルウェアサイトへの誘導
    - いわゆる人を介する「標的型攻撃」の増加
  - DDoS攻撃は昨年の3倍以上の急激な増加


「狙われたら防げない」今どきのセキュリティ事情
ここ数年は「攻撃側が圧倒的有利」


"3大セキュリティベンダー"はもはや「リーダー」ではない――Gartnerが辛口評価


2014年2Q、前半2カ月に「DoS攻撃」急増 - JPCERT/CCレポート

JPCERTコーディネーションセンター（JPCERT/CC）は、2014年第2四半期に把握したインシデントの状況について取りまとめた。

同センターによれば、同四半期のインシデント件数は4260件。前四半期の4529件を下回った。一方、サイト管理者などに対応を依頼した調整件数は2134件で、前四半期の1989件から増加している。

インシデント別に見ると、システムの弱点を探索する「スキャン」が1611件で前期に引き続き最多。全体の37.8%を占めた。しかし件数は前期の1719件には及んでいない。

次に多かったのは「ウェブサイト改ざん」で1123件。前期の1501件から25%減となり、全体に占める割合も33.1%から26.4%に後退した。

「フィッシングサイト」は509件、「マルウェアサイト」は194件で、いずれも前期よりわずかに減少。フィッシングサイトは、金融機関のサイトを装ったものが63.8%、オンラインゲームを装ったものが14.1%だった。特に6月半ばから、国内金融機関を標的にしたフィッシングサイトが増加しているという。

一方、目立った動きを見せたのが「DoS/DDoS」の増加。前期の23件から88件と3倍以上に急増した。なかでも4月に50件、5月に33件と集中している。6月は5件と沈静化したが、今後の動向が注目される。

show net
Scratch and Re-build the Internet

ShowNet2014での主な取り組み

- サイバー攻撃の可視化
- 多層防御に高度なサイバー攻撃への対応
  - 証拠保全への対応
- DDoS対策
- SIEMの構築から運用へのチャレンジ
- デモを通じての啓蒙活動

目的と取り組み及び対象セグメント

目的	対象	手段	コントリビュータ名	対応製品
ShowNetに対する世界中からの攻撃の可視化	ShowNet全体	トラフィック解析と可視化	情報通信研究機構	NICTER
次世代ファイアウォールで既知の攻撃の検知	ShowNet AS290	AS290バックボーンのモニタリング	シスコシステムズ	ASA 5585-X FirePOWER 8260
			デル	SuperMassive
		100Gbpsのファイアウォール	ジュニパーネットワークス	SRX5500
	ShowNetAS31154	AS131154バックボーンのモニタリング	フォーティネット	FortiGate
DDoS対策	サーバセグメント	xFlowによるDDoS攻撃の検知	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ	SAMURAI
		SAMURAIの検知をトリガにミチゲーション	A10ネットワークス	Thunder TPS
	サーバセグメント全体	インラインで検知	NTTアドバンスドテクノロジ	Allot社Service Gateway Sigma
		インラインで検知	フォーティネット	FortiDDoS
標的型攻撃対策	ShowNet全体	サンドボックス	フォーティネット	FortiSandbox
		仮想実行エンジン	ファイア・アイ	NX, EXシリーズ
	NOCセグメントの一部	SSLの複合化・暗号化	A10ネットワークス	Thunder 6430S
		仮想実行エンジン	ファイア・アイ	NXシリーズ

目的と対応、対象セグメント

目的	対象	手段	コントリビュータ名	対応製品
SIEMを用いた相関分析	ShowNet全体	Syslog収集と相関分析	情報通信研究機構	NIRVANA改
			デロイトトーマツリスクサービス	HP社ArcSight
詳細解析のための証拠保全	ShowNet全体	パケットキャプチャ	マクニカネットワークス	Blue Coat社Security Analytics Platform by Solera
		SFPでのパケットキャプチャ	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ	Onmitsu
デモを通じたセキュリティ対策の重要性訴求	ShowNetセキュリティ全体	デモによってより深く理解頂くため	シスコシステムズ	ASA 5585-X FirePOWER 8260
			フォーティネット	FortiGate
			ファイア・アイ	NX2400
			東陽テクニカ	Spirent
			情報通信研究機構	NIRVANA
トラフィックの分配	ShowNetセキュリティ全体	L1スイッチ	イクシアコミュニケーションズ	Net Tool Optimizer(NTO)
トラフィック収集	ShowNet AS290	各ネットワーク機器のミラーポート	スイッチ・ルータメーカー各社	スイッチ・ルータ
	ShowNetAS131154	TAPによるトラフィックコピー	クオリティネット	NetOptics社ネットワークタップ

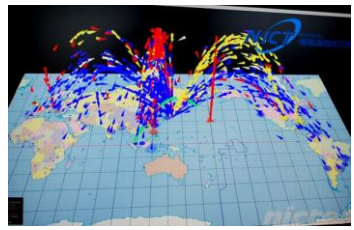
Agenda

- ShowNet2014での目的と取り組み
  - 背景
  - 主な取り組み
  - 取り組みと対応製品と対応セグメント
- 主な取り組み詳細
  - サイバー攻撃の可視化
  - 多層防御
  - DDoS対策
  - SIEM
  - デモンストレーション
- まとめ

世界中からのサイバー攻撃の可視化

NICTER/DAEDALUS

- 情報通信研究機構によるインシデント分析システム
  - ダークネット＝ネットワークのうち使われていない部分を監視
    - ホストのいないIPアドレスへ通信をおこなう機器は何かしらの攻撃をおこなっているかウィルスに感染していることが疑われる
  - この状況を可視化する『NICTER』と相互にダークネット監視を行い被疑ホストを観測する



今年度のNIRVANA改

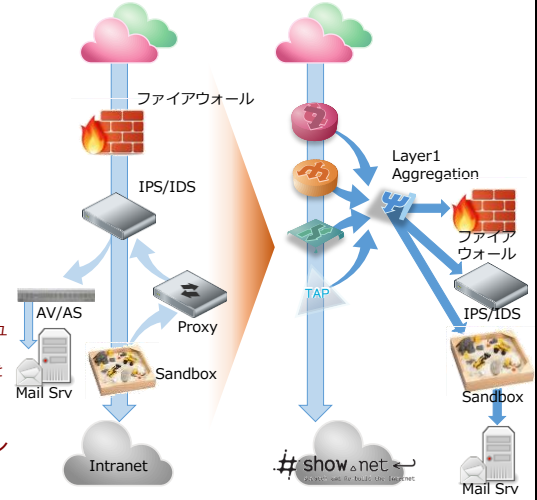
- サイバー攻撃統合分析プラットフォーム
  - ネットワーク内の通信状況とサイバー攻撃の警告を統合的かつ視覚的に分析
    - ネットワーク内の通信傾向を視覚的に認識
      - 通信傾向の変化を視覚的に捉える
    - 各種アプライアンスからの警告を視覚的に表示
      - 警告をネットワーク上の該当箇所に表示
        - 被疑箇所を視覚的に認識可能

- 脅威レベルに応じた表示エフェクトの追加
  - 収集した警告を分析し、より深刻度の高い箇所の警告を強調表示
- トポロジ図上への警告表示
  - ネットワーク上の『場所』で脅威の箇所を認識可能
    - 運用者の認識にあわせた警告表示
    - トポロジ図上に通信状況を表示していたNIRVANAとNIRVANA改の統合

多層防御

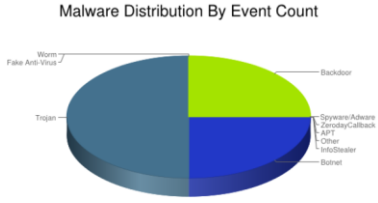
多層防御

- 目的ごとの製品カテゴリ
  - ファイアウォール
  - 次世代ファイアウォール
  - IPS/IDS
  - サンドボックス
- 構成
  - 昨年同様、ShowNetはサービスインフラであるため、以下の対応を実施
    - スイッチ・ルータ、CGNからミラーポート又はTAPでLayer1アグリゲーションにトラフィックをコピー
    - Layer1アグリゲーションから各セキュリティ機器へトラフィックをコピー
    - 各セキュリティ機器はトラフィックを解析
- 基本は検知のみ。検知後はインシデントレスポンスの運用で対応



IPS/IDSとSandboxでの検知

- IPSでの検知
  - IPv6の攻撃が顕著
  - ブルートフォースアタックによるパスワード取得
- Sandbox
  - 攻撃やコールバックを検知し、新手の高度な標的型攻撃を検知
  - また、Interop開催期間中、シグネチャでは検知出来ていない攻撃を検知
    - 約50社のセキュリティベンダーで認識していないマルウェアを捕獲



IPS結果

攻撃名	危険度	カウント
OpenBSD.IPv6.Fragment.Buffer.Overflow	Critical	19,552
MS.Windows.IGMP.Integer.Overflow	Critical	14
MS.DCERPC.NETAPI32.Buffer.Overflow	Critical	4
MS.GDIPlus.JPEG.Buffer.Overflow	Critical	2
Neutrino.Pack.Exploit.Kit	Critical	1
SSH.Connection.Brute.Force	High	1,785
Worm.Slammer	High	130
RSH.Root.Access	Medium	472
SCTP.Unknown.Chunk.Type.DoS	Medium	261
IP.Bad.Option	Medium	106

Sandbox結果

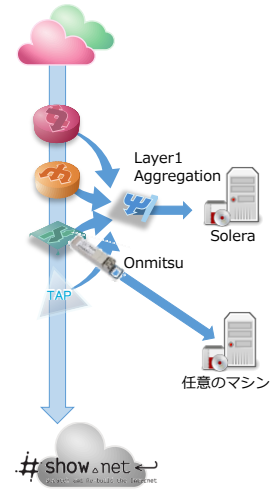
A社 Sandbox Severity	Count
Malicious	6
Suspicious - High	5
Suspicious - Medium	4
Suspicious - Low	0

B社 Sandbox Severity	Count
High	45
Medium	26
Low	9

※A社:UTM解析後
B社：UTM解析前

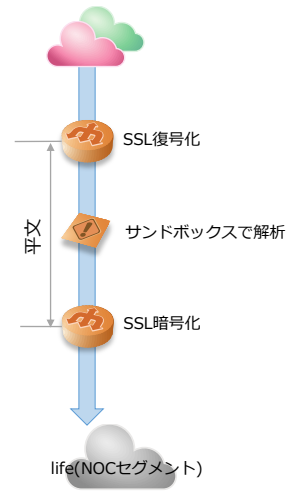
証拠保全のための仕組み

- 証拠保全で重要なひとつがパケット
  - Solera
    - 可能な限り多くのパケットをキャプチャ
    - セキュリティ製品と連携して、インシデントに対するパケットを表示
  - Onmitsu
    - SFP自身でパケットをキャプチャし任意のホストにpcapを送信
    - 今年は1GbpsでLife(NOCセグメント)を監視
- 来年に向けて
  - 引き続き、パケットは重要な証拠となるため継続したいと思います
  - Onmitsuの10Gbps対応に期待



暗号化トラフィックの解析

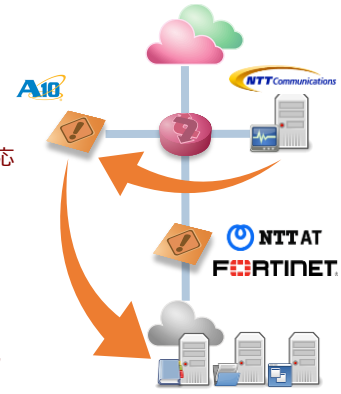
- SSLで暗号化された脅威の対策
  - SSLによるマルウェアのダウンロードやhttpsで暗号化されたコールバックへの対策
  - A10ネットワークスのThunderで復号化と暗号化を行い、一旦、平文にすることでサンドボックスでの解析が可能
- 注意点
  - 該当ホストの正規の証明書にはならない
  - End-to-Endの暗号化を解析するには各組織でのルール作りから必要



DDoS対策

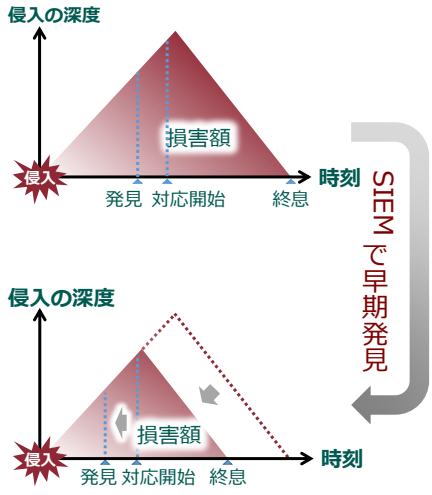
DDoS対策

- 2つの検知手法を導入
  - インライン型DDoS対策
  - フロー検知とルータとのBGPによる連携
- インライン型DDoS
  - サーバセグメントへの攻撃を検知することを目的
  - 検知後は、インシデントレスポンスの運用にて対応
- フロー検知とルータとの連携(一部ホスト)
  - xFlowでトラフィックモニタリングしているSAMURAIで検知
  - SAMURAIはA10ネットワークス Thunder-TPSのAPIに対して攻撃を通知
  - Thunder-TPSは、攻撃先のホストルートをバックボーンルータへBGP Updateで自身へ向ける
  - 該当トラフィックをきれいにした後にフォワーディング



ShowNetにおけるSIEM
～ShowNet2015に向けた取り組み～

SIEM – 統合ログ分析が重要性が高まっています



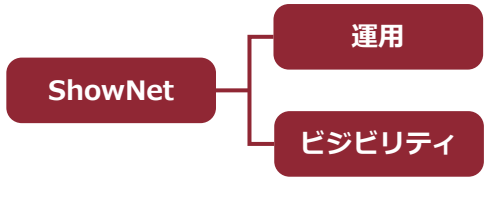
- 境界防衛の突破が不可避な時代のアプローチ
  - 本気で狙われると防げない
  - 損害を軽減する仕組みが重要
- 早期発見・検出が重要
  - 攻撃者は長期にわたり潜伏
  - いかに早く発見できるかが鍵
- SIEM (Security Information & Event Management)
  - 統合ログ分析基盤の総称
  - 種々のログを関連付けて分析
  - 損害軽減のキーテクノロジー

ShowNetにおけるSIEMのチャレンジ

チャレンジ：SIEMをご提供いただくメリットの検証

- SIEMは長期的に「育てていく」アプライアンス
  - ログ様式や相関分析に関する継続的なチューニング
  - 長期的な監視業務の定義と運用

短期勝負のShowNetでどこまでできるのか



検証条件
- 2種類のプロダクト
  （NOCの手持ち機材を供出）
- 1人のエンジニア
  （会期直前まで100%）
- ログ様式は事前に収集
- 設定はホットステージから開始

ShowNet2015ではぜひSIEMをご提供ください！

結果：ビジビリティの確保は可能、運用には課題も

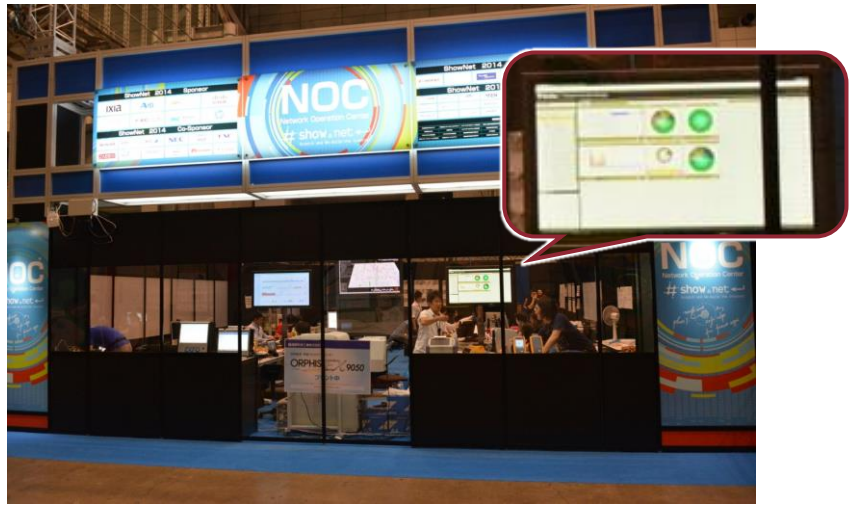
△ 運用

- 多様な機材、変化するネットワーク構成とファームウェアに対し、ログ様式の追従で精いっぱい
- 現地の作業だけでは、有用な情報を検出できる相関分析の定義を十分に実施することは困難
- NOCもSIEMの運用に関して経験が不足

○ ビジビリティ

- 種々の機材から入手したログの可視化は可能
- NOC内に外から見える形でディスプレイを設置
- SIEMの重要性と可視化のめずらしさから、特段の説明がなかったにも関わらず多くの来場者の注目を得た

NOC内でのSIEM設置の様子

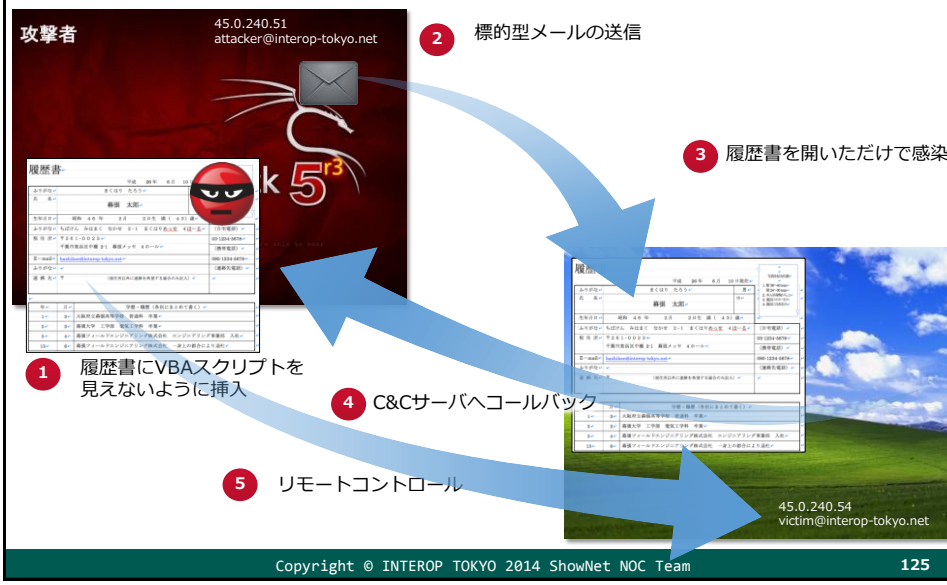


実演デモンストレーション

デモンストレーション①：標的型攻撃①

show net
Scratch and Re-build the Internet

デモンストレーション②：標的型攻撃②

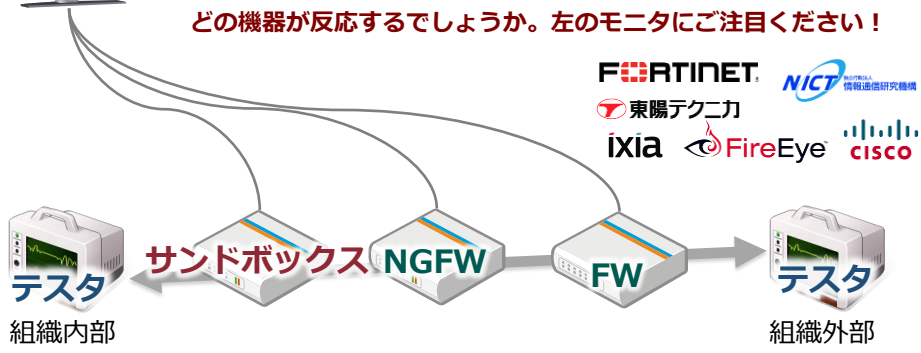


show net
Scratch and Re-build the Internet

デモンストレーション③：多層防御の重要性

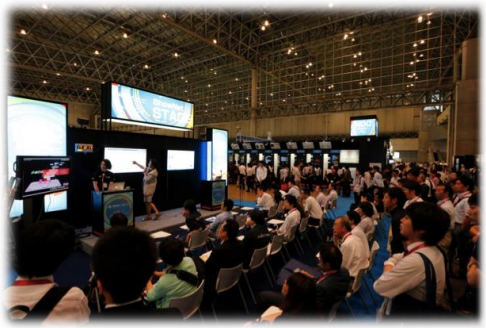
1. FW … 既知のマルウェア攻撃
2. NGFW … 外部のSNSに対するアクセスの可視化と制御
3. サンドボックス … APT1攻撃と侵入された後のコールバック

どの機器が反応するでしょうか。左のモニタにご注目ください！



結果

- 1日3回のデモンストレーションは全て満席と立ち見
- 終了後、質問や個別のデモ講演依頼などあり
- 多くの来場者様に訴求出来たこと
  - 製品ごとの特性に応じた多層防御の必要性
  - 標的型攻撃の脅威



Agenda

- ShowNet2014での目的と取り組み
  - 背景
  - 主な取り組み
  - 取り組みと対応製品と対応セグメント
- 主な取り組み詳細
  - サイバー攻撃の可視化
  - 多層防御
  - DDoS対策
  - SIEM
  - デモンストレーション
- まとめ

まとめ

- 以下のそれぞれの取り組みについて、NOCとして一定の成果を得ることが出来ました。
  - サイバー攻撃の可視化
  - 多層防御
  - DDoS対策
  - SIEM
  - デモンストレーション
- 新しいテクノロジやコントリビュータ様間の連携などを実践出来ました
- デモンストレーションでは、コントリビューション頂いた各社様、事前のテストから現地での準備に多大なお時間を頂きまして、ありがとうございました。

ShowNetへのコントリビューション、ありがとうございました
2015年もよろしくお願い致します

クレジット

本資料について

写真撮影：　徳川　義崇
株式会社ナノオプト・メディア

本資料に関するお問い合わせ先

Interop Tokyo 2014 運営事務局
株式会社ナノオプト・メディア
ShowNet担当：杉山、小野村、大嶋
Tel: 03-6431-7803　Email: shownet@f2ff.jp

show net
Scratch and Re-build the Internet

Special Thanks

スポンサー一覧

ShowNet sponsor

ShowNet co-sponsor

show net
Scratch and Re-build the Internet

Special Thanks

ShowNet supporter

特別協力企業・団体　（五十音順・敬称略）

(株)IDCフロンティア
学校法人加計学園　倉敷芸術科学大学
国立情報学研究所
大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台
ソネット(株)
デロイト トーマツ リスクサービス(株) / 有限責任監査法人トーマツ
奈良先端科学技術大学院大学
日本テレガートナー(株)
古河ネットワークソリューション(株)
理想科学工業(株)
(株)インターネットイニシアティブ
慶應義塾大学
さくらインターネット(株)
シュナイダーエレクトリック(株)
(株)データホテル
ドコモ・システムズ(株)
西日本電信電話(株)
BBIX（株）
(株)ブロードバンドタワー
WIDE/NECOMA Project
インターネットマルチフィード(株)
KDDI(株)
(株)Xenlon
摂津金属工業(株)
(株)デジタルハーツ
トランスコスモス(株)
日本インターネットエクスチェンジ(株)
(株)ビットアイル
北陸先端科学技術大学院大学