

# Interop Tokyo 2023 ShowNet の VPNベースバックボーン

ShowNet NOCチームメンバー / NTTコミュニケーションズ  
上野 幸杜

Open Networking Conference 2023

# 自己紹介

- 上野 幸杜（うえの ゆきと）
- ShowNet NOCチームメンバー
  - 2014-2023 except 2022
  - 主にレイヤ2/レイヤ3技術を担当
- 所属：NTTコミュニケーションズ
  - 2016- R&D部門（イノベーションセンター）でレイヤ2/レイヤ3に関する技術・製品検証等を担当
  - 最近では伝送装置に入門中

# Interop TokyoとShowNet

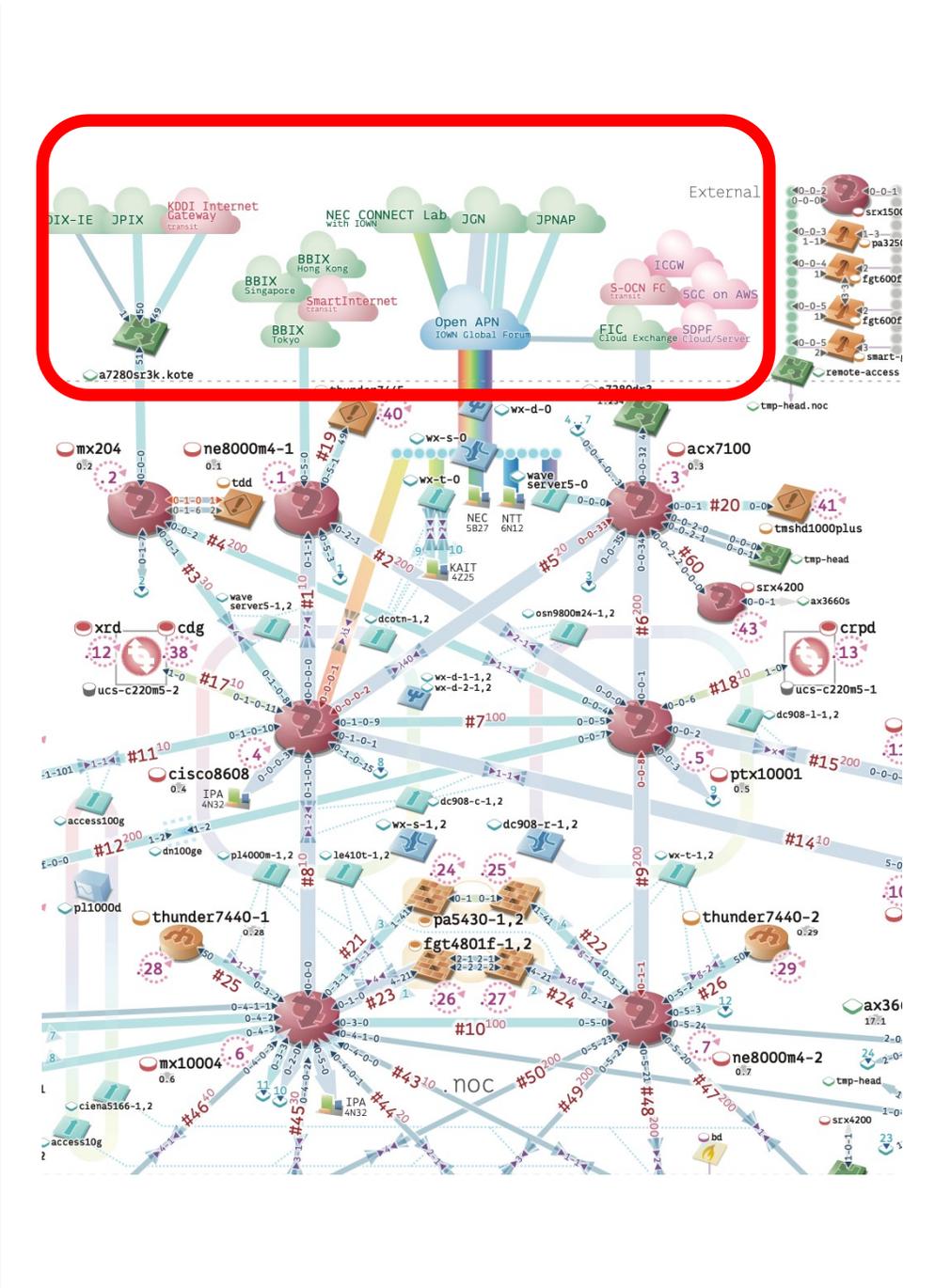
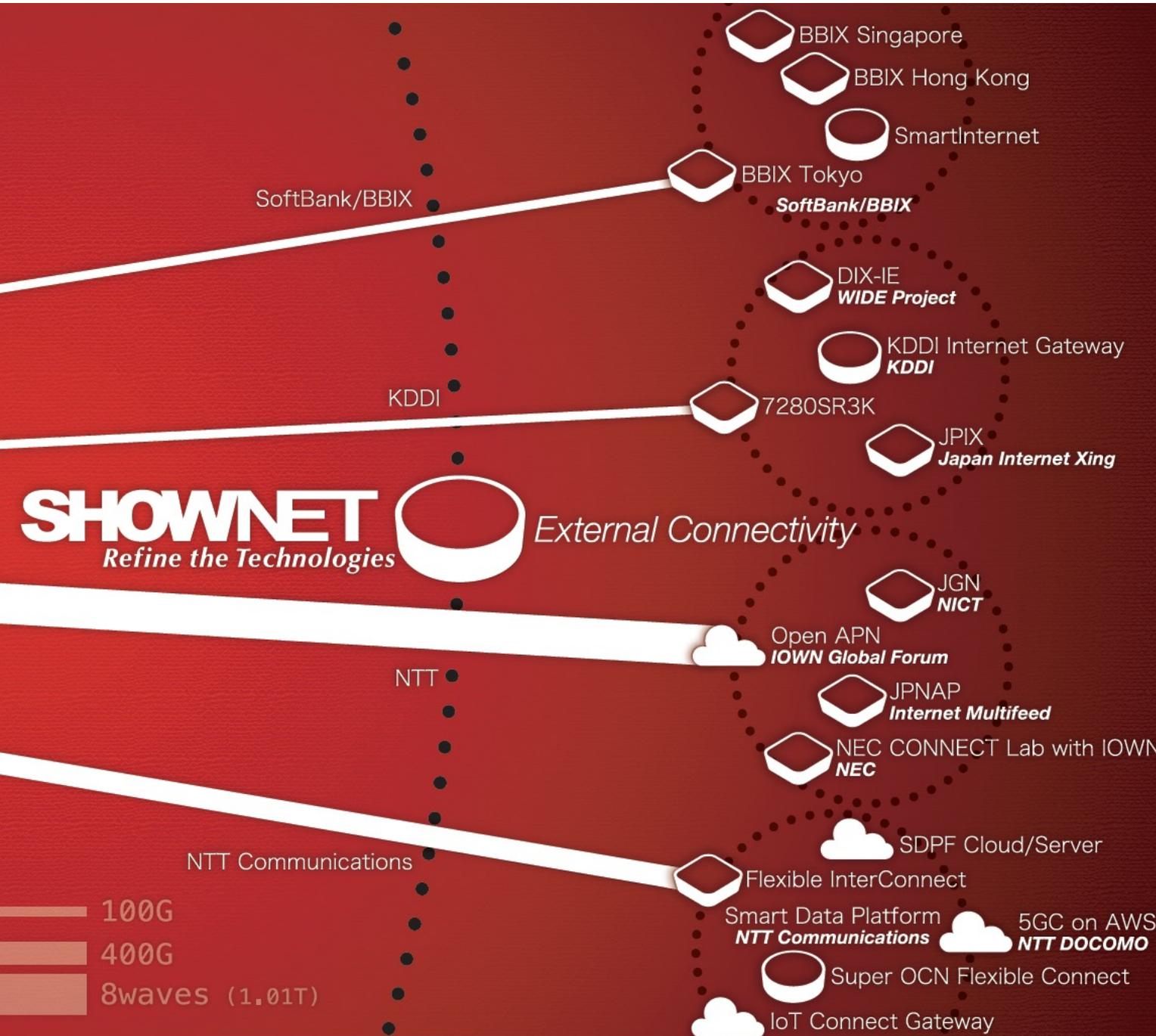
- Interop Tokyo: 世界最大のネットワーク機器と技術の展示会
  - 1986年米国モントレで開催されたカンファレンスイベント「TCP/IP Vendors Workshop」が始まり
  - Interop Tokyoは今年で30回目の開催
  - 来場者約15万人
- ShowNet: Interopで構築される世界最大のデモンストレーションネットワーク
  - 2年後、3年後に業界に浸透する技術に先駆けて挑戦
  - 様々な技術の相互接続性検証の場
  - 最新技術を実装しながら安定したサービスを出展ブース・来場者に提供



# ネットワークの規模

- コントリビューション機器/製品/サービス台数: 約1600台
- 動員数: 675名
  - NOCチームメンバー: 28名
  - STM: 37名
  - コントリビュータ: 610名
- UTP総延長: 約20.0km 光ファイバー総延長: 約7.2km
- NOCラック及びPod総電気容量: 約128.0kW
  - 内訳(NOC 約117kW、Pod 約11.0kW)
- NOCラック及びPod総コンセント数(100V, 200V含む): 約310個
  - 内訳(NOC 約230個、Pod 約80個)





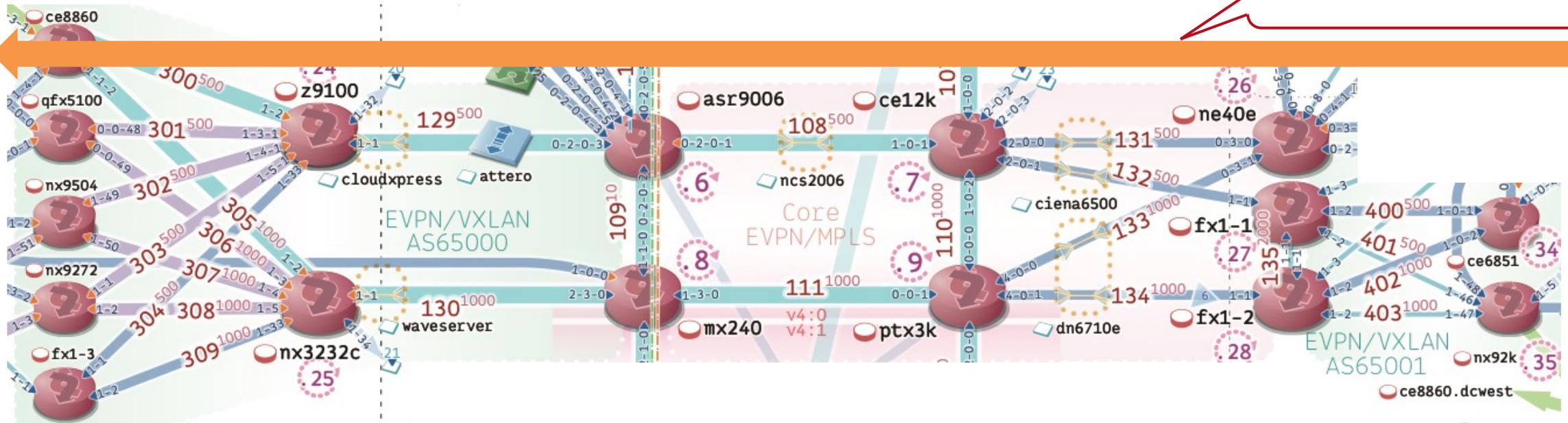


# VPN化するShowNet

# EVPN/MPLS - EVPN/VXLAN相互接続実験 in 2016

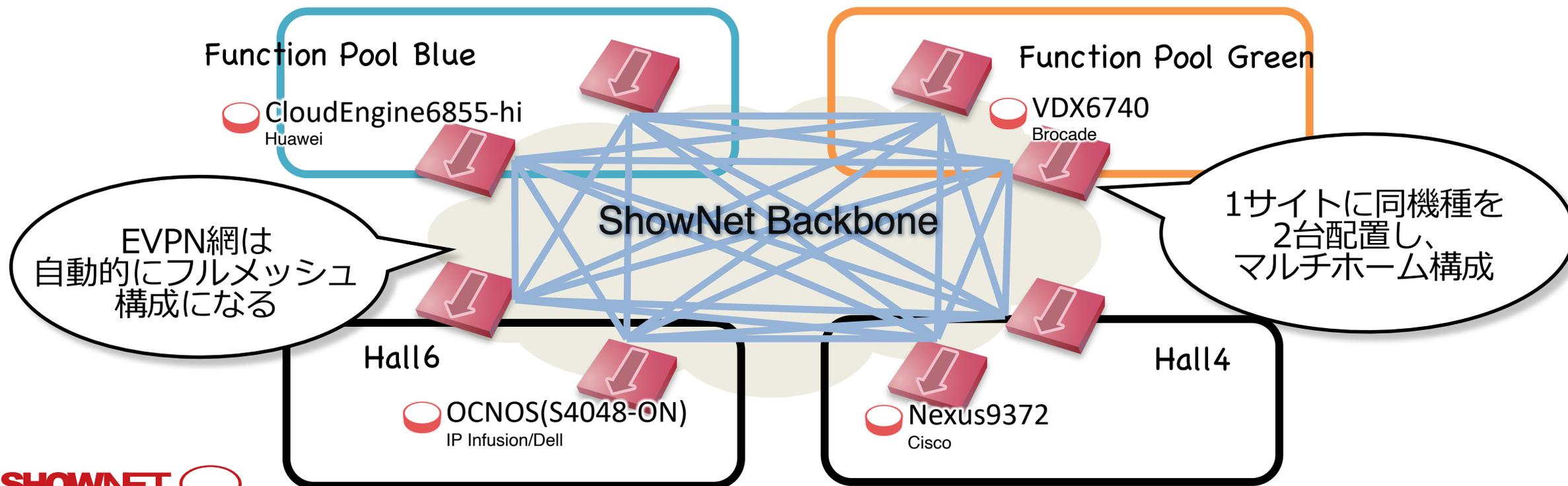
- MPLSバックボーン上でL2接続性を提供するEVPN/MPLSと東西DC内部のEVPN/VXLANを相互接続

L2セグメントの延伸



# サービスチェイニング + EVPN/VXLAN in 2017

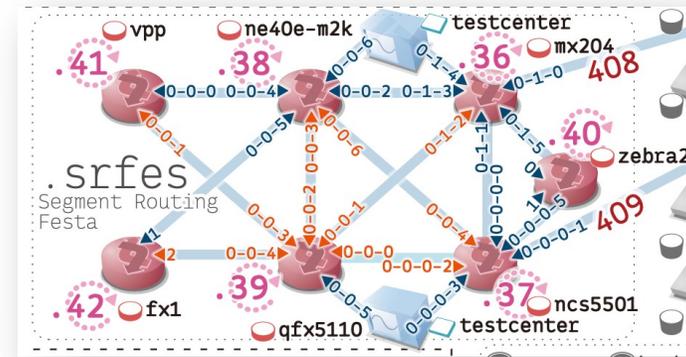
- 幕張メッセのホール・ファンクションプール単位で同一機種を使用
  - 異ベンダの場合、マルチホームの相互接続性に難があるため



# Segment Routing Interrop in 2018

## • 相互接続性検証を実施

- SR-MPLS: OSPFv2 Basic + TI-LFA, BGP Prefix SID, TE, SRTE&PCEP
- SRv6: ISIS, T.Encap, T.Insert



**Step1 SR OSPFv2 Basic検証補足 SRGB(Segment Routing Global Block)**

- SRGBが異なる環境でのSIDの広告  
SRGB:16000-23999のルータとSRGB:800000-807999のルータの例

**Step3 BGP Prefix SID**

- RR向けにBGP LSのセッションを確立
  - 正しくLinkstate DBが広告できること
- BGP LU経由でBGP Prefix SIDを広告
  - BGP Prefix SIDがRIB/FIB/LFIBにインストール
  - ICMP及びTestCenterからのTrafficで疎通確認

**SR-MPLS SR-MPLS出力(こんな感じに見えます)**

**Step2 SR OSPFv2 TILFA**

- 通常のIP FRRを行う場合右図のようなコストではループが発生して失敗する
- リングトポロジではよくある例
- これを避けるためにはループしないノードまでトンネルする必要がある

**検証 Step6 SR**

STEP	内容
6-1	SRv6 Control plane ISIS
6-2	SRv6 T.Encap
6-3	SRv6 T.Insert
6-4	SRv6 End.DX6(VPNv6)

1. SRv6 SIDをISISでSIDを広報できること
2. T.Encap方式で疎通ができること
3. T.Insert方式で疎通ができること
4. VPNv6経路をSIDと紐づけて処理ができること

# SRv6 Service Chaining in 2019

## • SRv6によるService Chaining

- SRv6 Service Programming
- このSRv6でユーザトラフィックを任意のネットワークサービスへ転送するデモンストレーションを実施

### ShowNet 2019におけるSRv6サービスチェイニング

- 出展社・来場者のトラフィックは基本的にサービスチェインを通る
- チェイン中は全てIPv6で転送

fx201-1,2.noc (Furukawa Networks FX201)   kamuee.fp1 (NTT Communications kamuee)   ne40e-x2.fp2 (Hitachi NEC/IE-AZ)   ncs55a1.noc (Cisco NCS 55A1)

fx201.fp2 (Furukawa Networks FX201)   xdp-shownet-fs(1.2) (ShowNet)

vpp.fp2 (Cisco/IE-VPP)   seg6 (ShowNet)

(図は上りトラフィックの場合)

Copyright © Interop Tokyo 2019 ShowNet NOC Team

### テスターによるSRv6の様々な試験

### Function Poolへの誘導

- Function Poolから広告されるSIDによってトラフィックを誘導

Copyright © Interop Tokyo 2019 ShowNet NOC Team

### ShowNet 2019 Backbone

- SRv6によるサービスチェイニング
- IP RoutingにSegment Routingによる柔軟性の追加
- SR-ProxyによるSR-unawareファンクションへの対応

Copyright © Interop Tokyo 2019 ShowNet NOC Team

### SHOWNET THE NEXT GENERATION

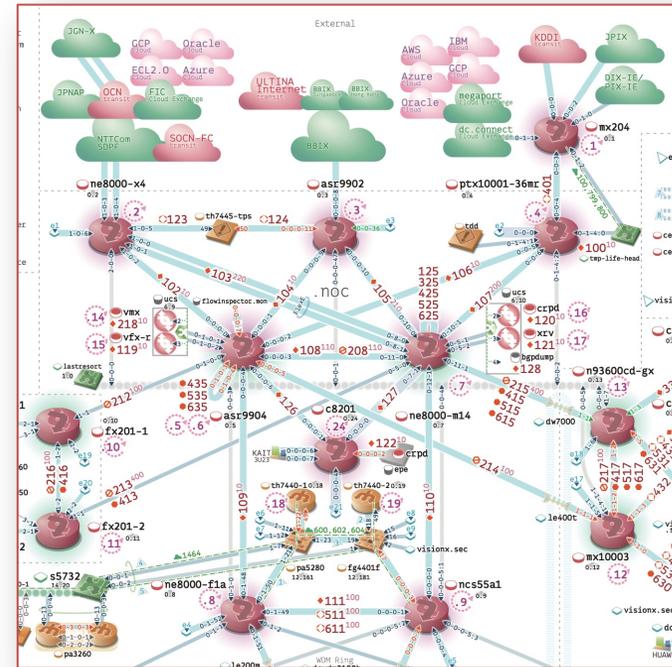
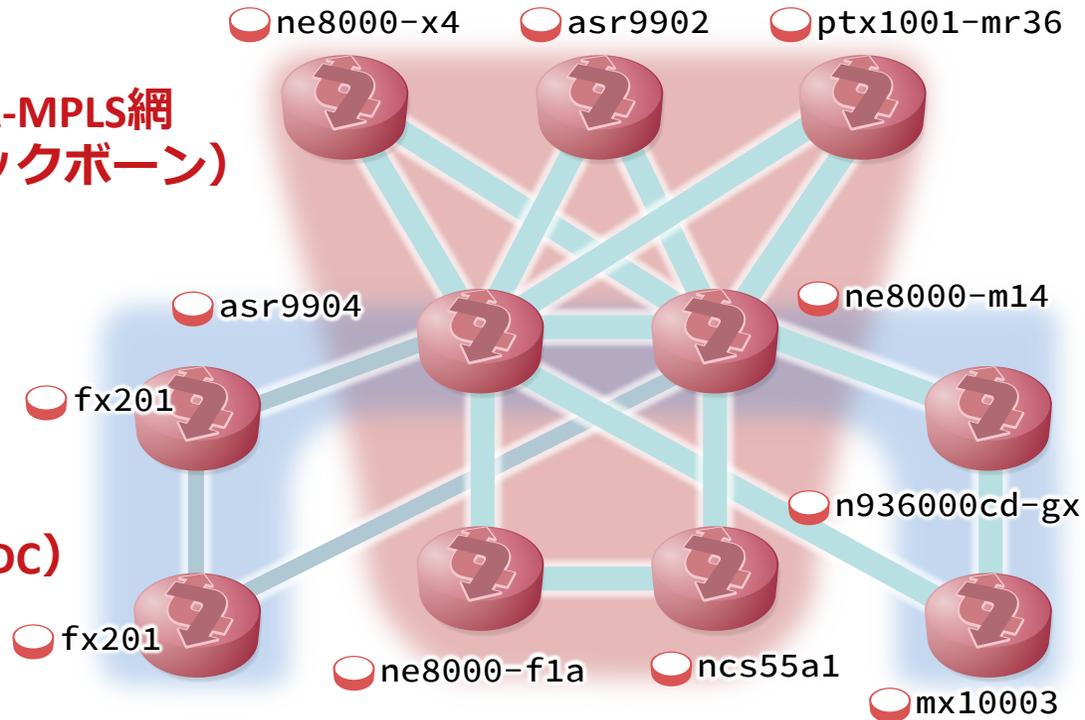
- SRv6には2つのモード (ヘダの付加方式) があり、ShowNet 2019ではアドレスタイプに応じて使い分け
- IPv6の場合はInsert mode
- IPv4の場合はEncap mode
- 決定要因はSRv6 Proxyの方式

Copyright © Interop Tokyo 2019 ShowNet NOC Team

# SR-based Backbone in 2021

- コアをSR-MPLS、DC向けをSRv6で構築
- Flex-AlgoやEgress Peer Engineeringのデモンストレーション

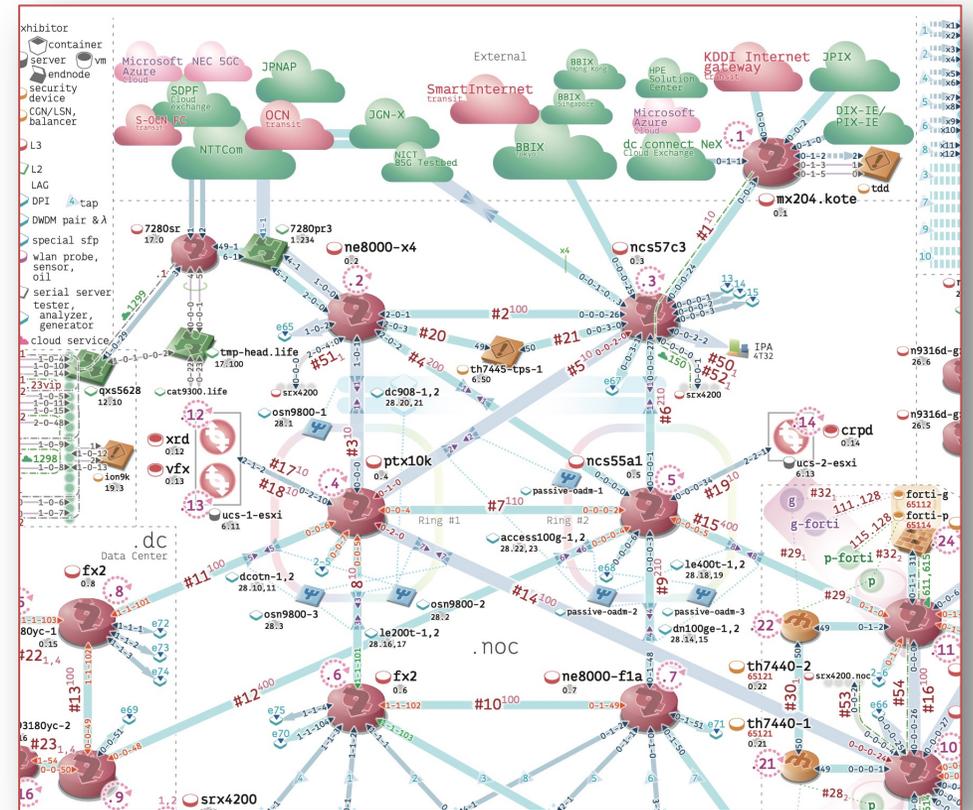
SR-MPLS網  
(バックボーン)



# SRv6 Single-Stack Multi-Service Backbone in 2022

## • ShowNetバックボーンがフルSRv6化

- BackboneはIPv6のみ
- 全てのIPv4/IPv6トラフィックはSRv6 L3VPNで転送
- SRv6 Flex Algo
- uSID相互接続検証
- SRv6による動的な長距離伝送路構築実験



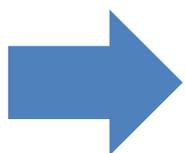
# 2023年のShowNetバックボーン

## • フルVPN化

- VPNのメリットをさらに活用する方向に進化
- フルSRv6でのL3VPN網: 2022までの蓄積を活用
- EVPNベースのアクセス網: 今年の新たなチャレンジ

## • 対外接続の進化

- Bright ZR+による400Gbps対外線収容
- RPKI
- DDoS対策



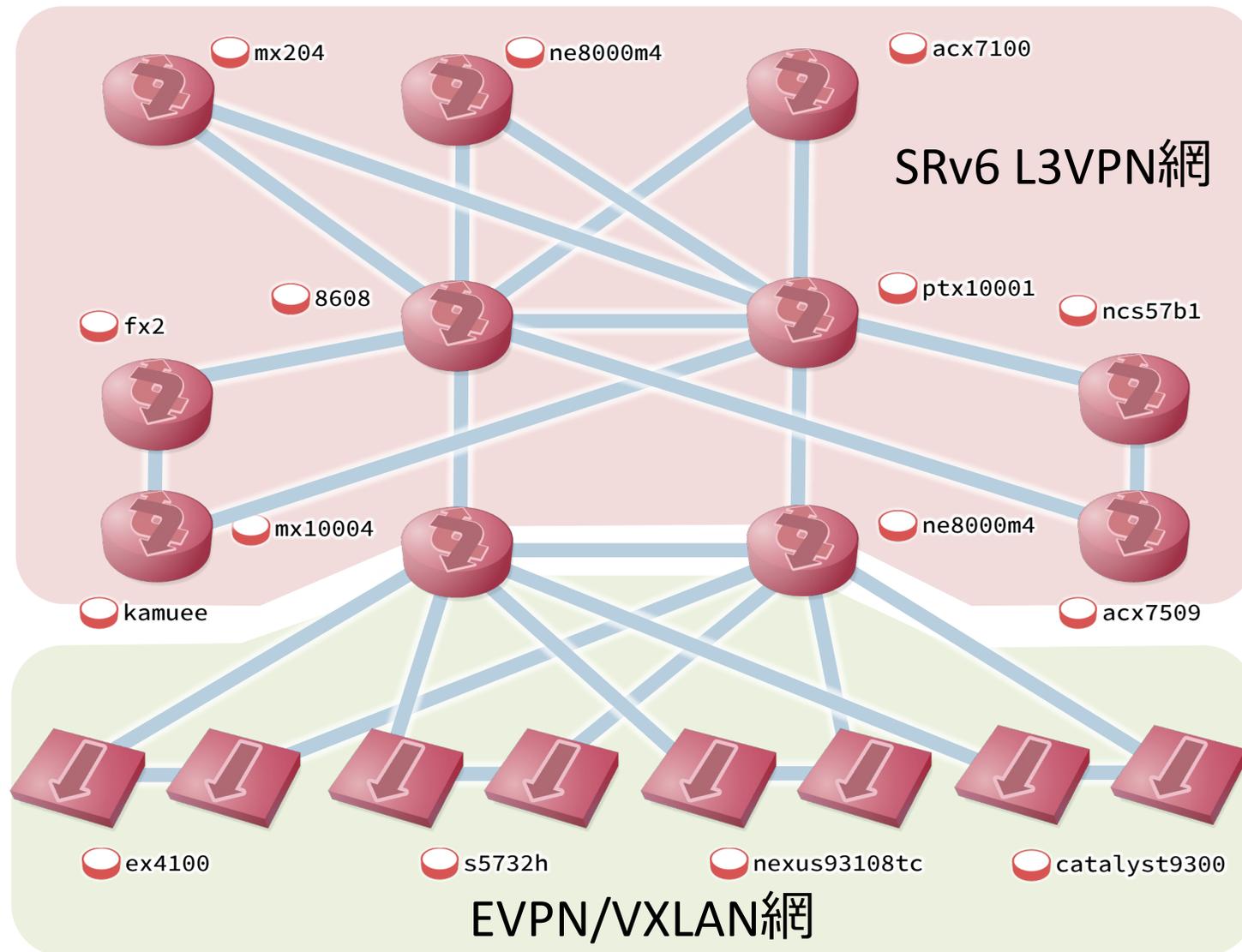
2023年というタイミングで遂に全てのパーツが揃い、  
ShowNet全体をVPN化することに成功



# フルVPNバックボーン @ShowNet 2023

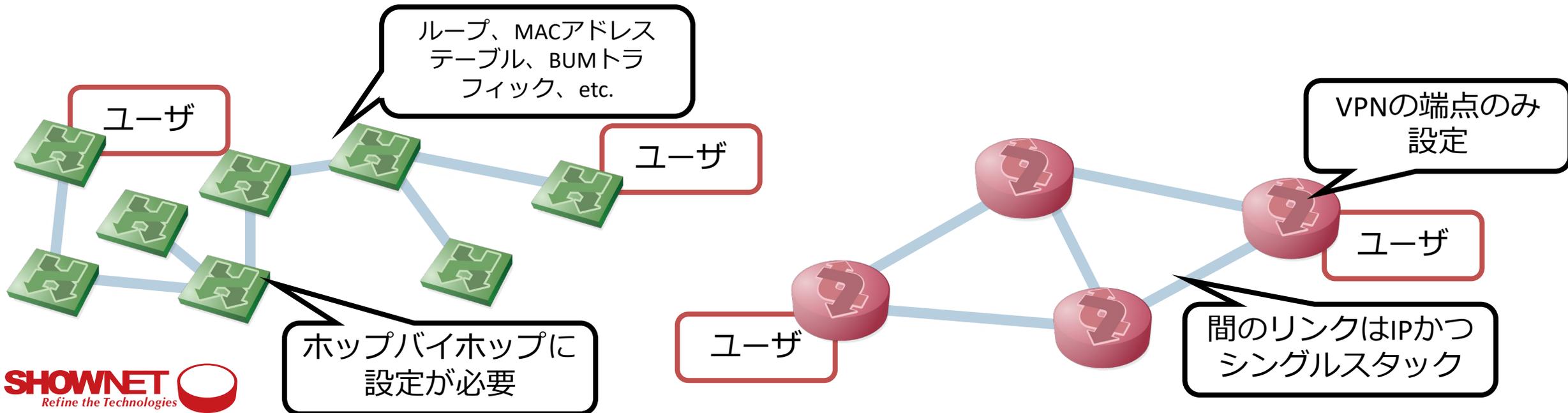
# ShowNetのフルVPN化

- 今年>ShowNetは上から下まで全てがVPN
  - バックボーンはSRv6 L3VPN
  - アクセス網はEVPN/VXLAN



# VPN化のモチベーション

- オペレーションコスト
  - アンダーレイの構成が単純に
    - IPv6 link local only / IPv4 single stack
  - ホップバイホップに設定を投入する必要がない
- スケーラビリティ
  - 広大かつ多ユーザなL2網をVLANのみで拡張していくのは難しい



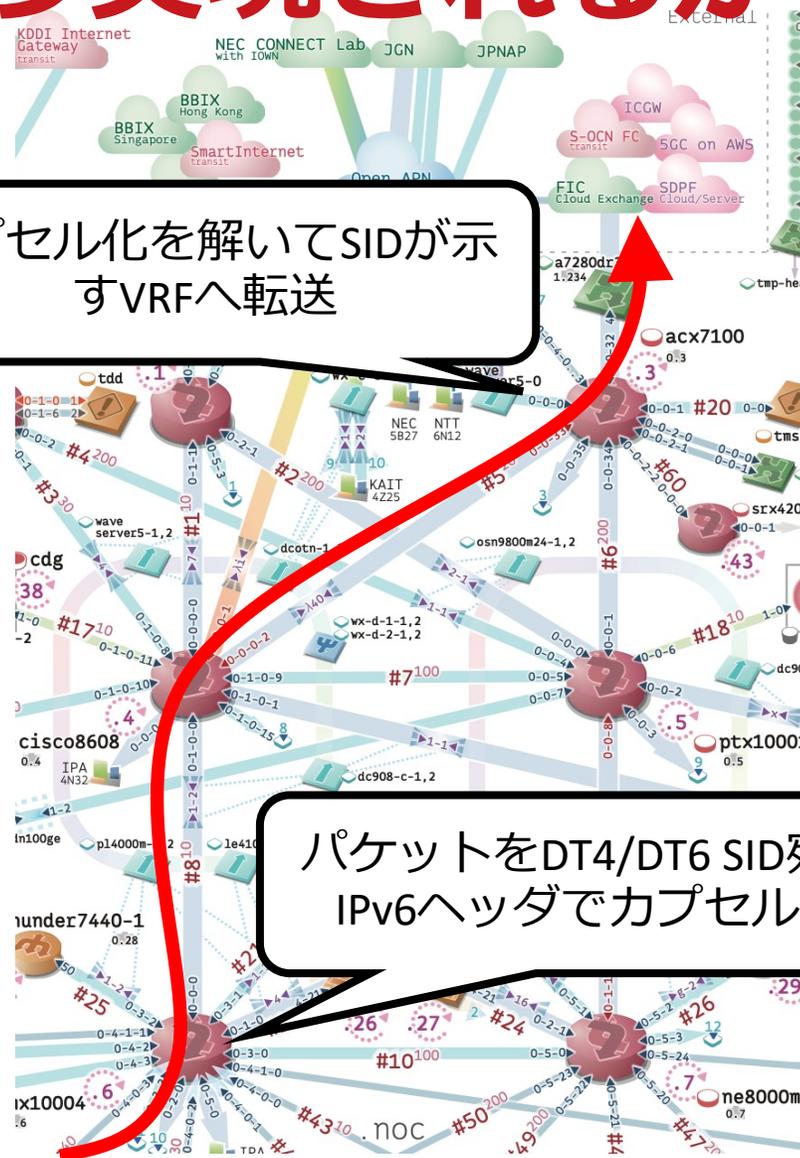
# マルチテナントはどう実現されるか

- PEにVRFを作成し、VRF間をSRv6 End.DT4/DT6によって接続
- バックボーンのルータ間はIPv6 Link Localアドレスのみで接続

```
interface FourHundredGigE0/0/0/24.14
description fhg-0-2-0.ptx10k.noc
mtu 9021
ipv6 enable
```

カプセル化を解いてSIDが示すVRFへ転送

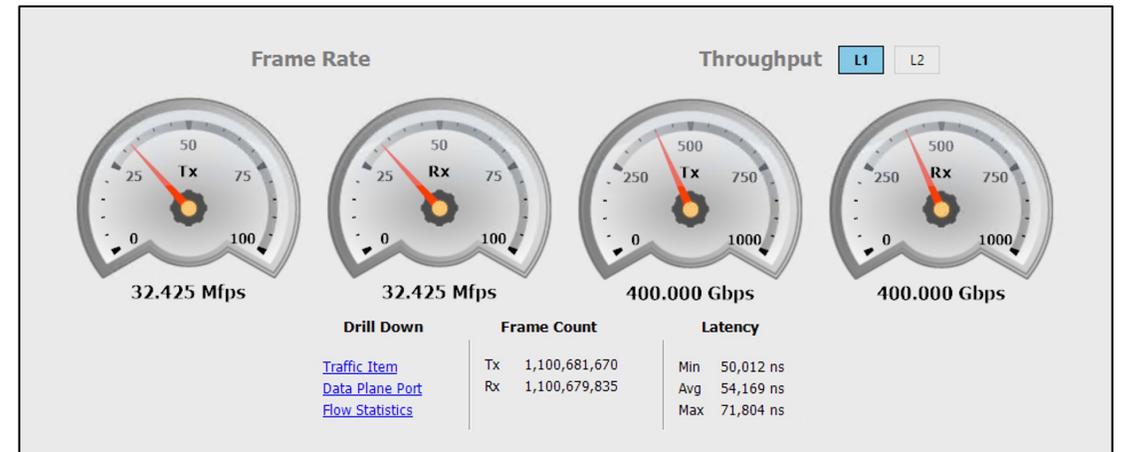
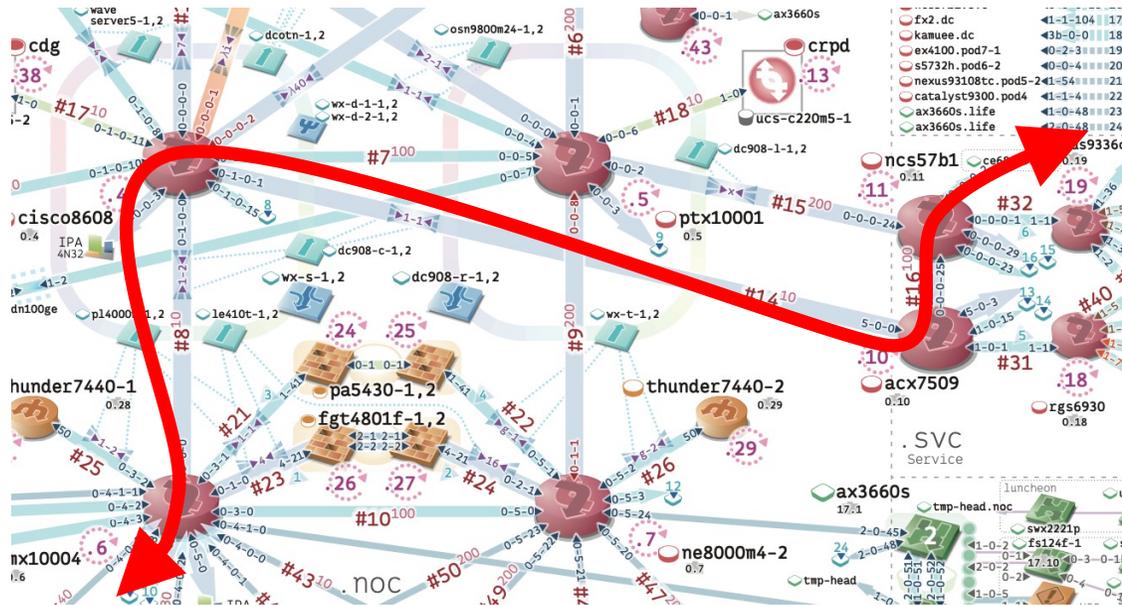
パケットをDT4/DT6 SID宛のIPv6ヘッダでカプセル化





# 400Gbpsでのトラフィックテスト

- テスターを用いて、SRv6 L3VPNで400Gbpsのトラフィック転送が可能であることを確認
- ShowNet本番期間中も高負荷状態で実運用

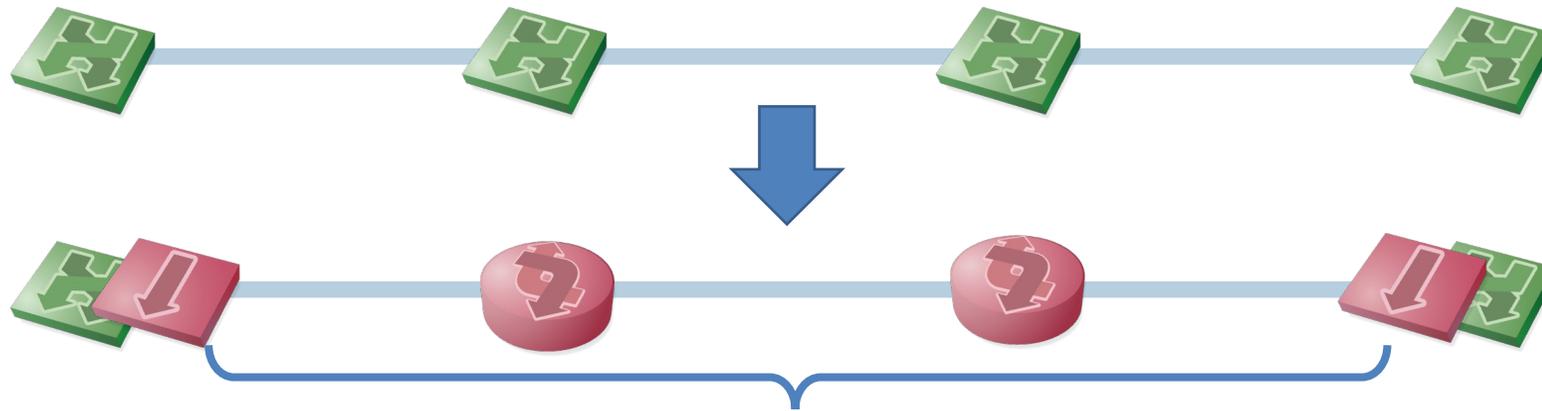


# SRv6 L3VPN まとめと課題

- SRv6にしてよかったこと
  - アンダーレイが単純化 (IPv6 Link Local Only)
    - SR-MPLSではBGPによる経路交換のためにIP/MPLSの両方が必要
  - L3VPNの成熟したソリューション
    - 400Gbps程度であればきちんと性能も出る
  - Flex-Algo、uSIDなど拡張機能を使えばさらに柔軟な経路制御が可能
- 今後なんとかしたいこと
  - Network Programmabilityの活用

# アクセスネットワークのVPN化

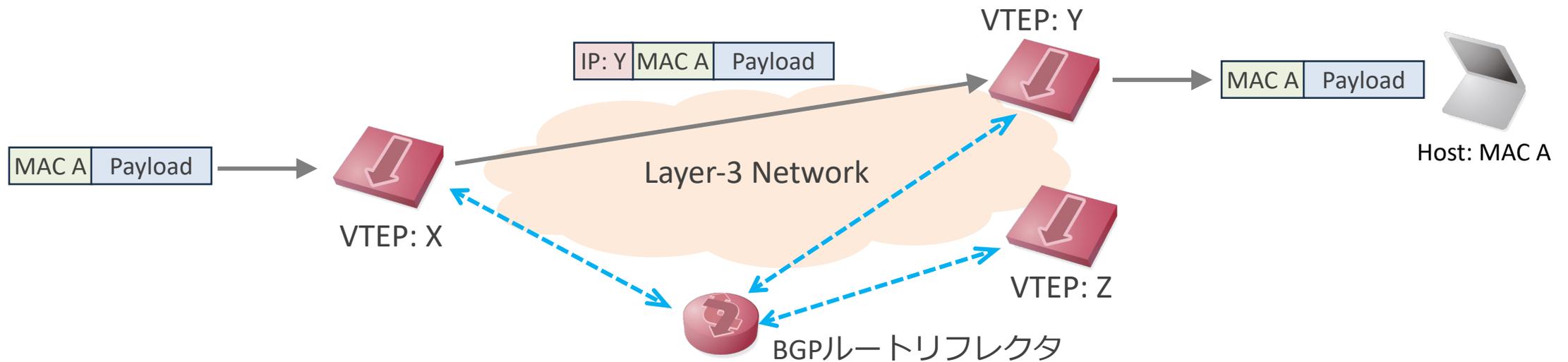
- エンタープライズ、キャンパスネットワークの主流はいまだVLAN
  - 運用コスト、スケーラビリティが課題
- VPNによるL2延伸技術がエンタープライズから注目
  - モチベーションはバックボーンのL3VPN化と似ている



間の区間をL3にすることで運用性・規模性を確保

# EVPN-VXLANによるLayer-2の延伸

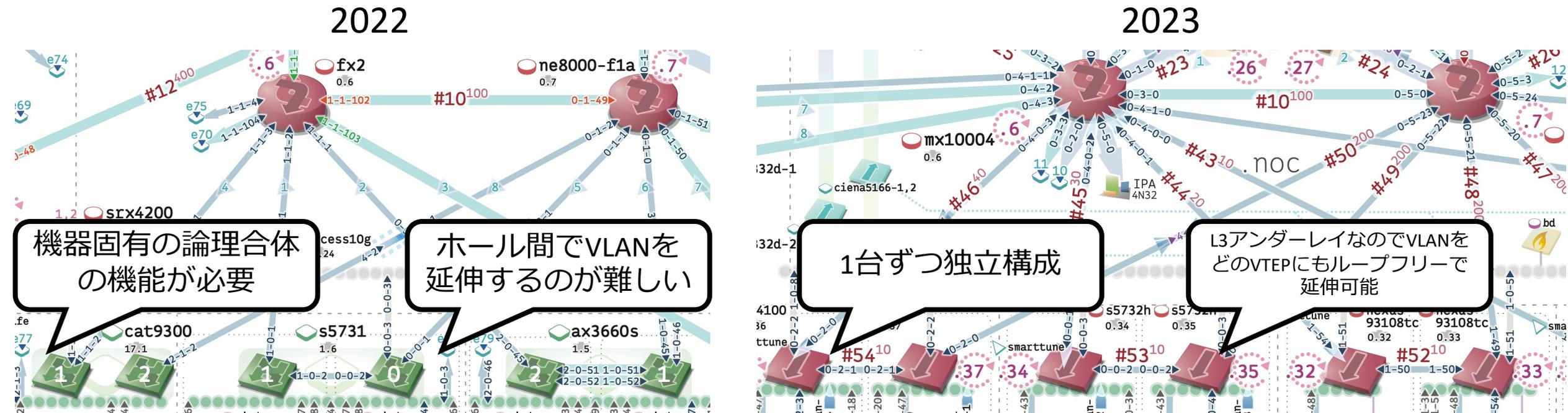
- VXLAN: EthernetフレームをIP越しに転送するオーバーレイ
- EVPN: VXLANの転送先を解決するためのBGPの拡張
  - VTEPとその配下にいる端末のMACアドレスのペアをBGPで交換



データセンターやキャリアでの利用を想定し標準化、実装が進んだ技術

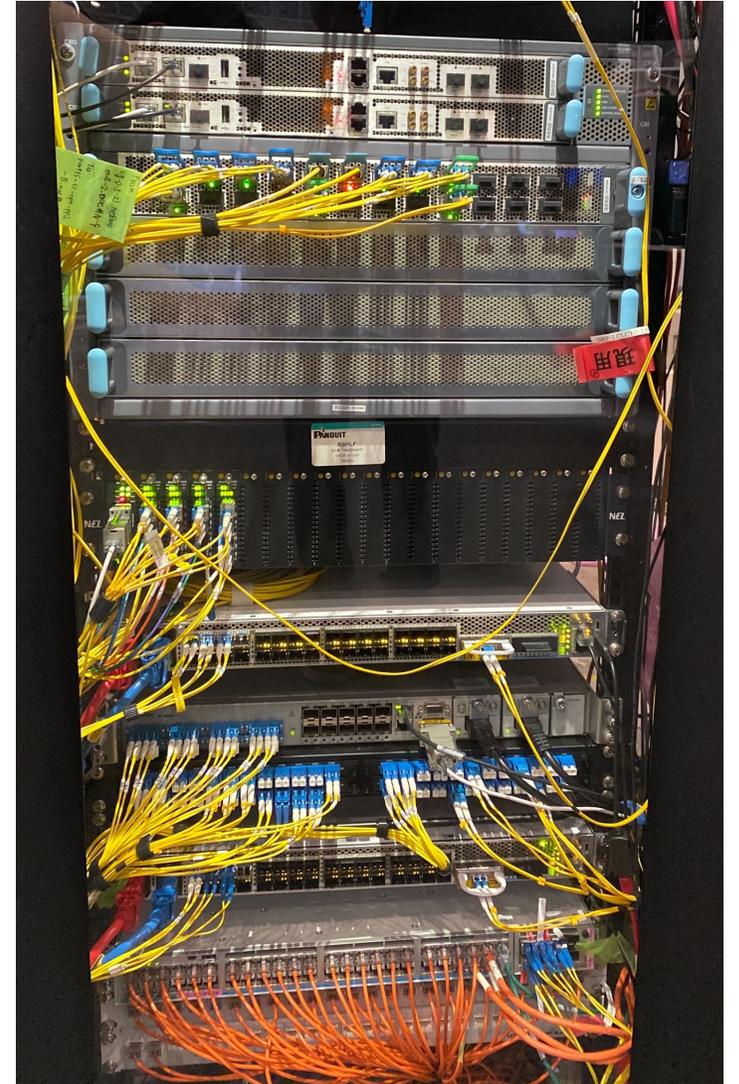
# EVPN/VXLANの何が良かったか

- アンダーレイの構成がシンプルなL3になった
  - 冗長を取るのが楽
  - MC-LAGや筐体を論理的に統合する機能が不要
  - 仮に全体の規模が大きくなっても設定が必要なのはVTEPのみ



# EVPN/VXLANの相互接続性

- マルチベンダでの相互接続にはハマりどころも多い
  - VLANの扱い（VLAN-Based / VLAN-Aware Bundle）
  - 設計思想の違いに起因する経路広告の内容と期待動作（特にType2経路にIPアドレスを含めるか）
- それでも、本番では大きなトラブルなく運用することができた
  - EVPN/VXLANのゲートウェイとVTEPがマルチベンダで稼働

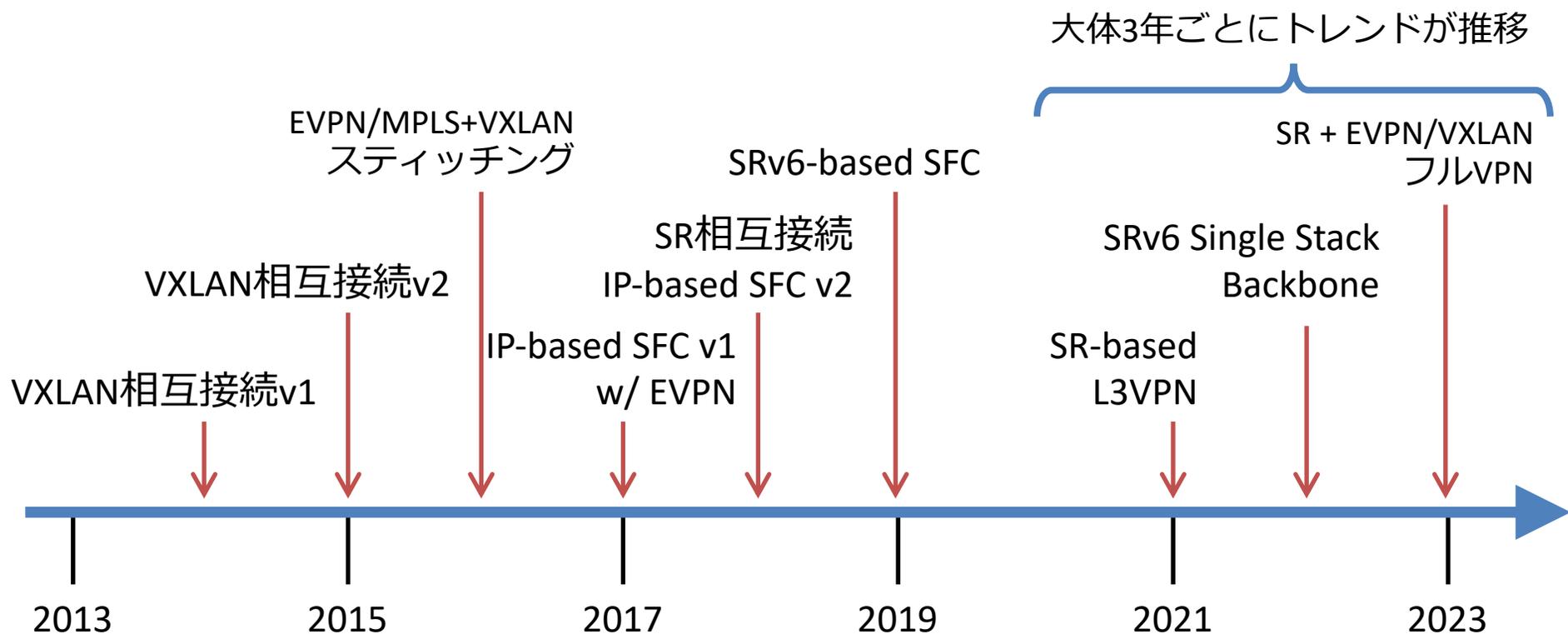




# 総括と今後の展望

# ShowNetのトレンド今昔

- ShowNetバックボーンの基本技術はSRとEVPNに収束



※その年々に参加していた多数の企業・機関のアイデアを集約した結果なので、ShowNetのトレンドはある程度業界のトレンドを反映しているはず

# SRとEVPNによって得たもの

- ネットワーク規模の拡張性
- アンダーレイの運用コスト軽減
- プログラマビリティ
- トラフィックエンジニアリング

主にVPN化の文脈で求められてきたもの

主にSDN/NFV/SFCの文脈で求められてきたもの

+ オーバーヘッドも解決されつつある

- ハードウェアでカプセル化を処理できるチップも増えた

# 所感

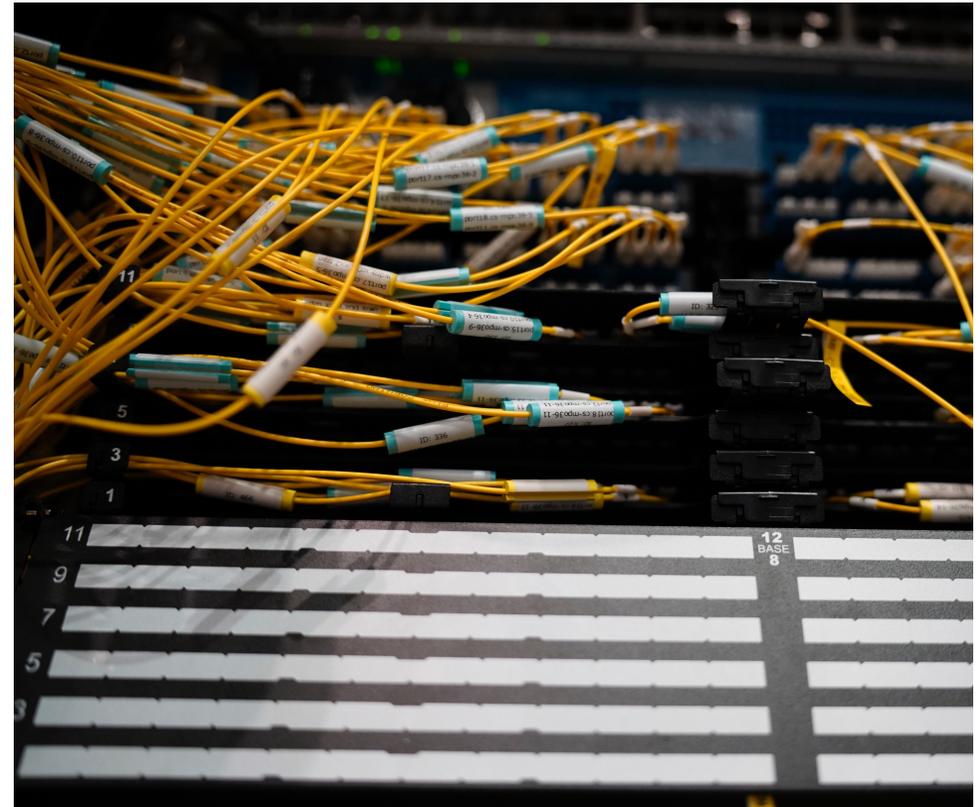
- 規模性/運用コスト低減といったメリットは容易に享受できる
  - アプリケーション透過であるため
  - しかし、ユーザからすると実感の薄いコストメリットに落ち着いてしまいがち
- 一方で、プログラマビリティ/トラフィックエンジニアリングをうまく活かすのは難しい
  - その時々アプリケーションにある程度特化する必要がある
  - その分、ユーザから見てできることを増やせる可能性がある

# では、次のアプリケーションって？

- 個人的に特化する余地があると思うアプリケーション
  - Media over IP
  - モバイル
  - セキュリティ (w/ Service Chaining)
  - テレメトリ
  - In-Network Computing
- ぜひ、来年のShowNetに参加して一緒に議論しましょう！
  - <https://f2ff.jp/event/nom-exhibitor>

# Interop Tokyo 2023 ShowNet

- 未来のネットワークの1つのカタチ
  - 10年先のインターネットをつくる
  - そのモデルを示すデモと検証
  - 相互接続性
    - ShowNetは異種ベンダー、異種機器間の相互接続で成り立つ
    - オープンな技術の上に成り立つ組み合わせの自由度
    - そしてコミュニティへの還元
- 2024年のSTM募集も開始しました！
  - <https://www.interop.jp/2024/shownet/>



# Interop<sup>®</sup>23

Tokyo JUNE 14-16  
MAKUHARI MESSE, JAPAN

**SHOWNET**   
*Refine the Technologies*

