SDN/NFV@ShowNet 2014 ~ 2016

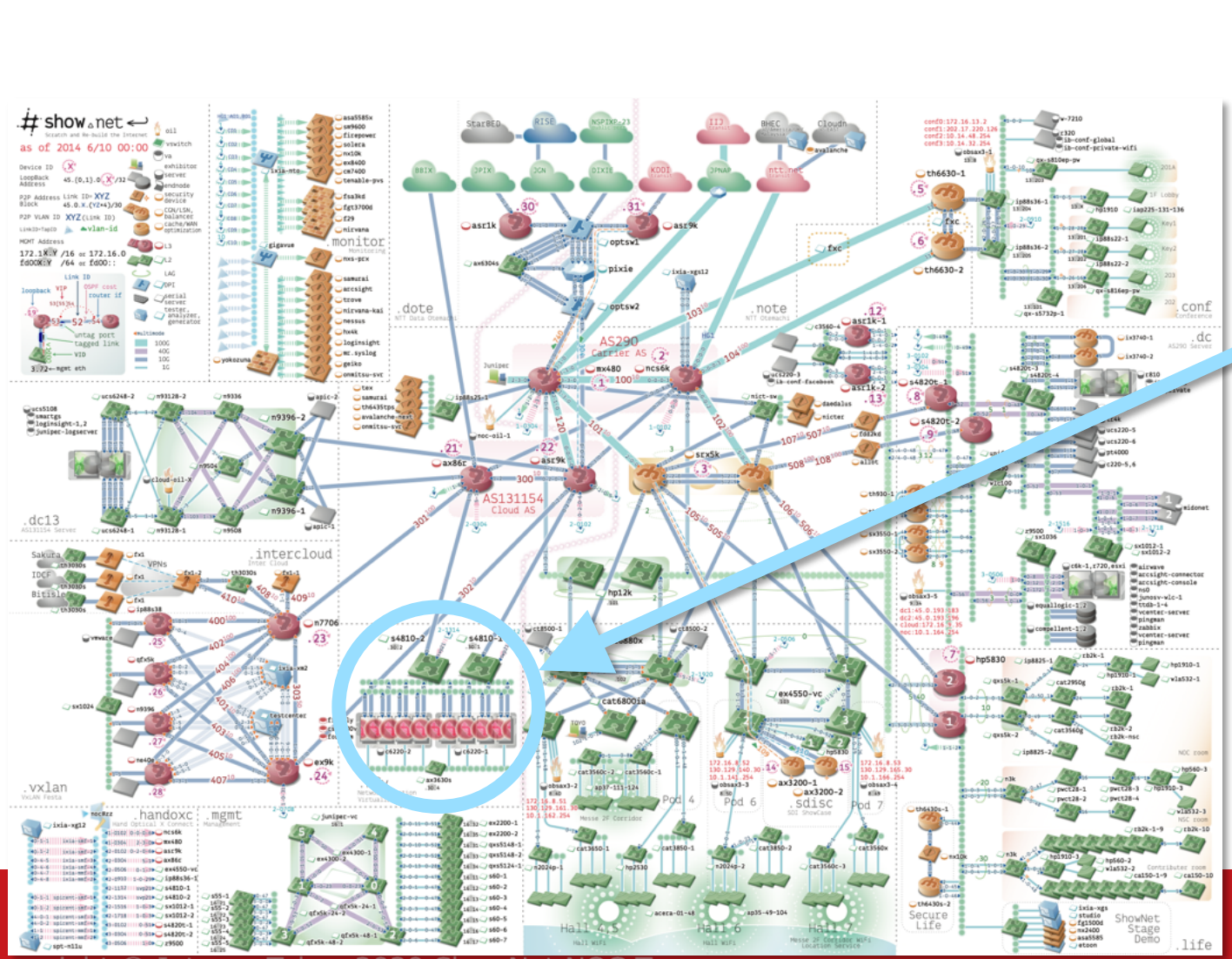
東京大学 情報基盤センター /
Interop Tokyo ShowNet NOCチーム
中村遼

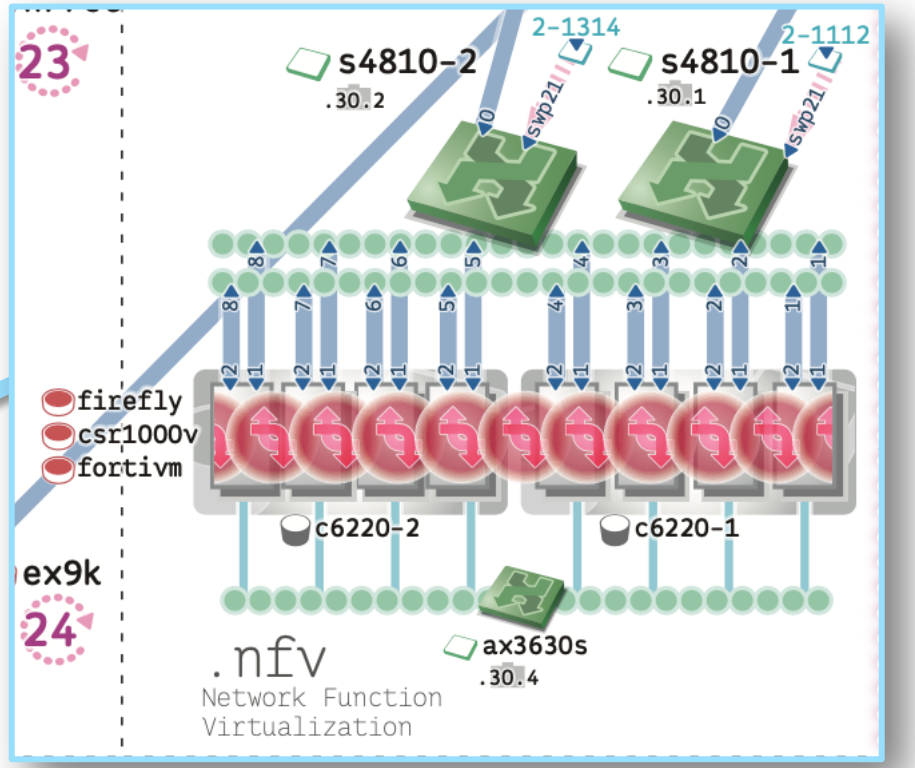
SHOWNET Face the Future

2014年

- @ShowNet: OpenFlowからSDN/NFVへ
  - 2013年まではいかにOpenFlowを使うかが主眼
  - 2014年からはソフトウェア化されたネットワークインフラを
    いかに作るかにフォーカス
- OpenFlowはSDNを実現するための手法のひとつに
  - OpenFlow以外にもオーバーレイなどが手段として登場
    - VXLANのRFC7348が発行されたのが2014年8月
    - 2014年10月にnvo3からProblem StatementとFramework for Data Center Network VirtualizationのRFCが発行

2014年のSDN/NFV@ShowNet

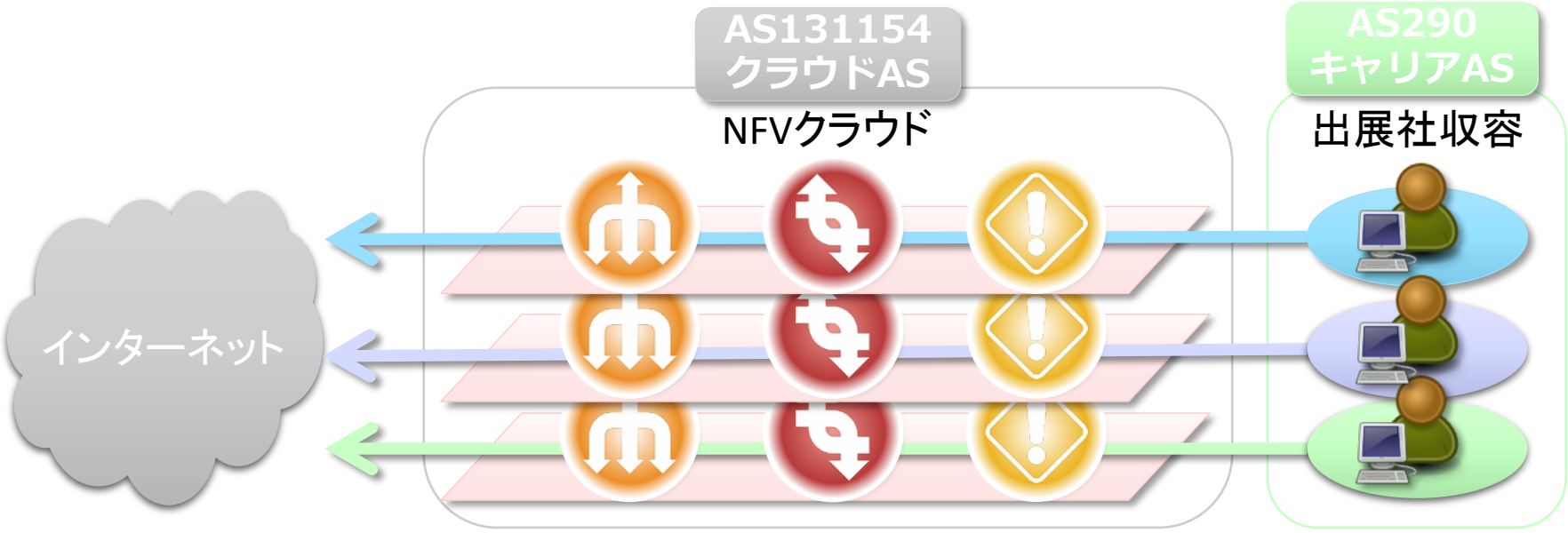




SHOWNET Face the Future

ShowNet 2014における Network Function Virtualizationの概要

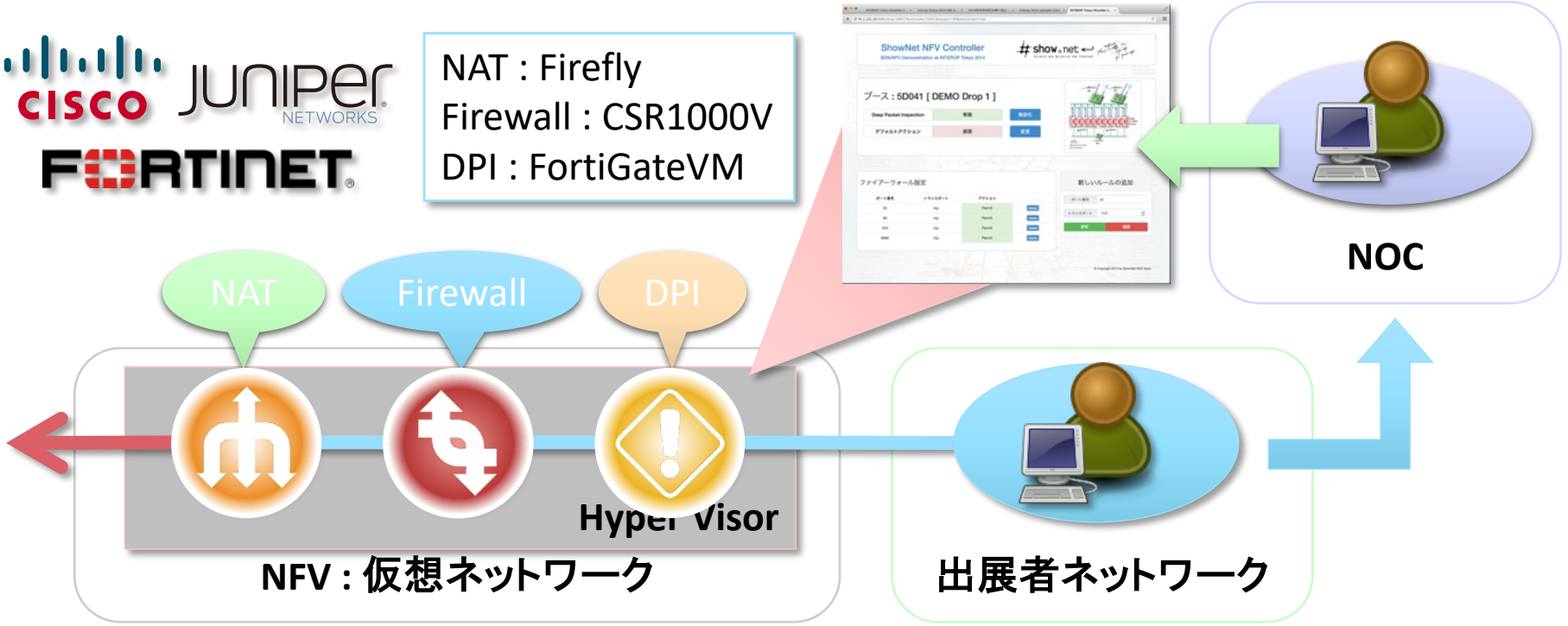
- AS131154：クラウドASにNFVクラウドを構築
  - 出展者ごとに仮想ネットワークを自動的に構築
  - 要望にあわせた柔軟なネットワークの変更
- AS290からユーザのネットワークを接続



SHOWNET Face the Future

1出展社1仮想ネットワーク

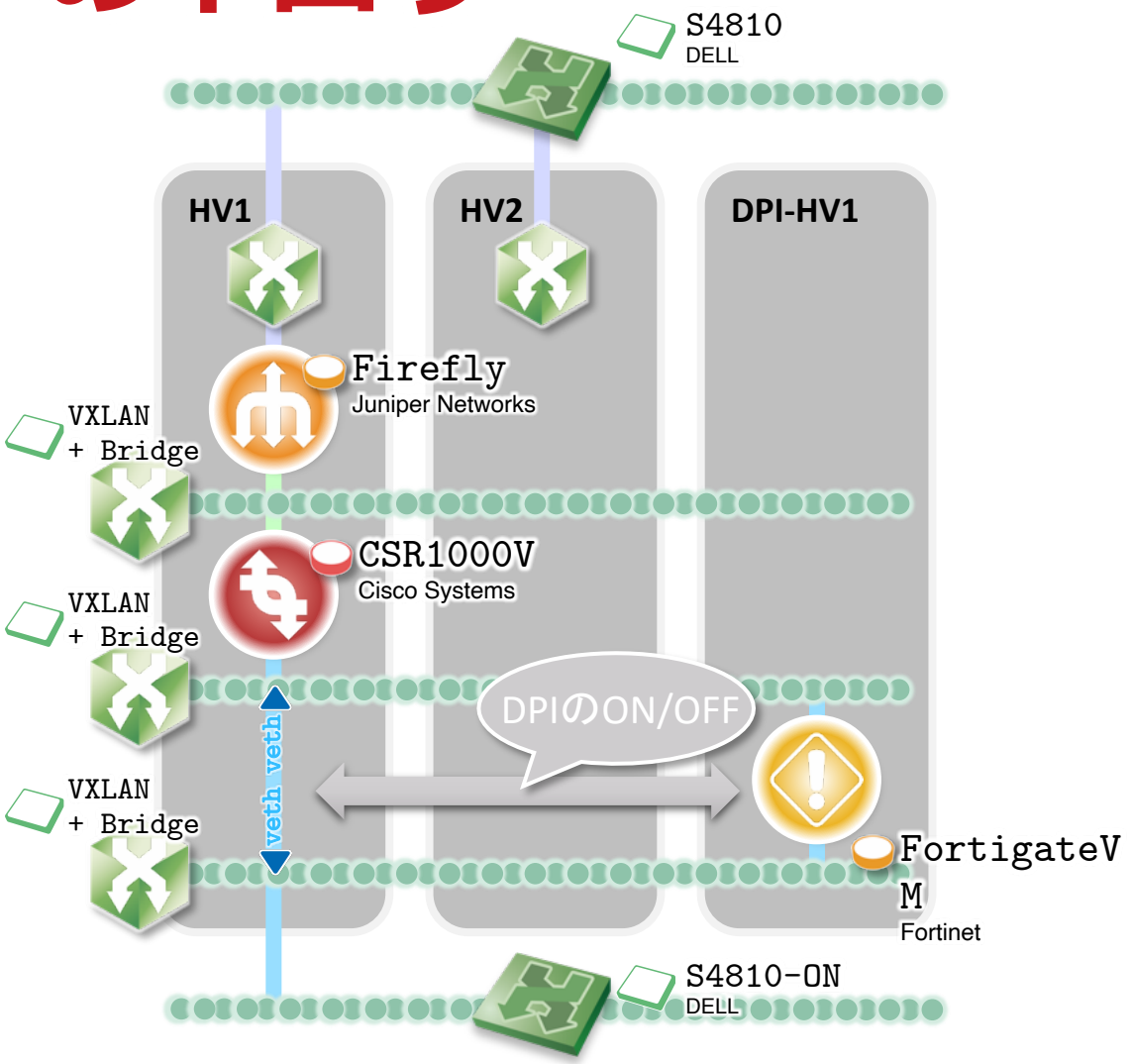
- 1つの仮想ネットワークに3つのVirtual Appliance
- Web画面から各機能を設定可能



SHOWNET Face the Future

ネットワークの下回り

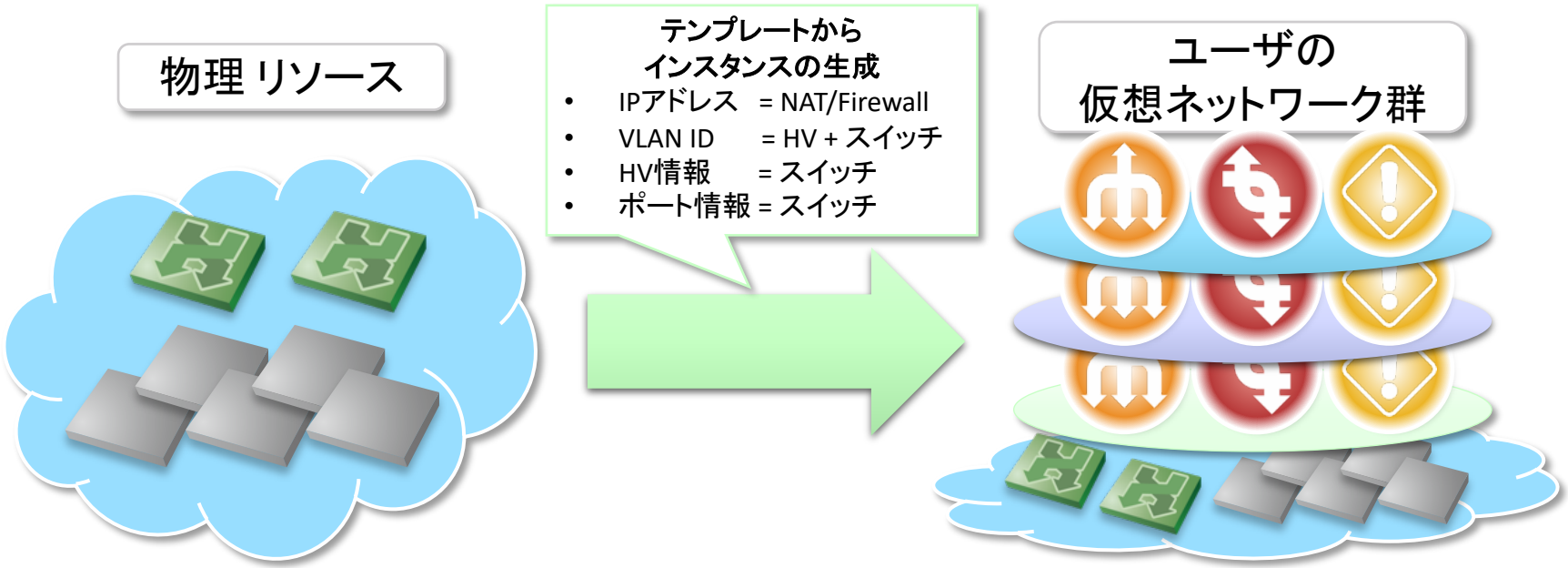
- OpenFlowではなくVXLANベース
  - 同一HV内は通常のbridge
  - HVをまたぐときはVXLAN
  - 機能を使わないときはvethでVAをバイパス



SHOWNET Face the Future

仮想ネットワークのテンプレート化

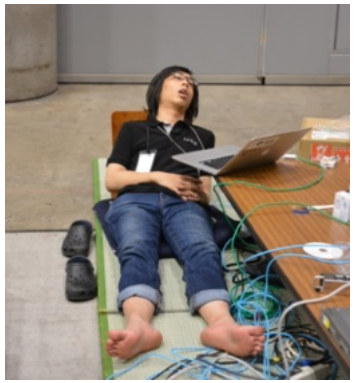
- ネットワークのテンプレート化と生成
  1. 仮想ネットワークのテンプレートを用意
  2. 変数化されたユーザごとの情報を埋め込んだconfigをVAごとに作成、流し込んで仮想ネットワークを生成

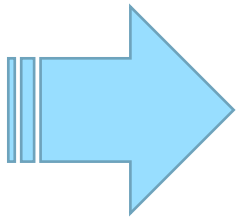


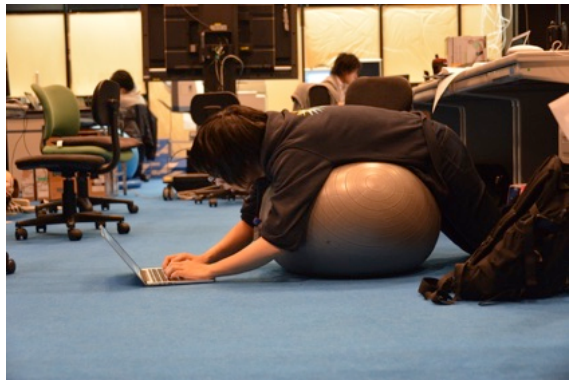
SDN/NFV@ShowNet 2014を終えて

- ネットワークをソフトウェアでいじるのがだいぶこなれてきた
  - 1仮想ネットワークをゼロからデプロイするのに要する時間は1.5~2分程度
  - サーバ運用やプログラミングの知見がネットワークの設計・構築・運用に直結しはじめる
  - ただし、当時は仮想ネットワークの性能が課題だった
    - Linuxのソフトウェアパケット処理性能がまだつらかった
    - DPDKの最初のtag v.1.2.3r0が2012年9月。2014年はまだVAにDPDKが入るほどではなかった
    - 例えばVPPの最初のtag v.1.0.0が2015年12月, Linux VXLANのRemote Checksum Offloadが2015年1月

2013年は徹夜の連続だったのが...





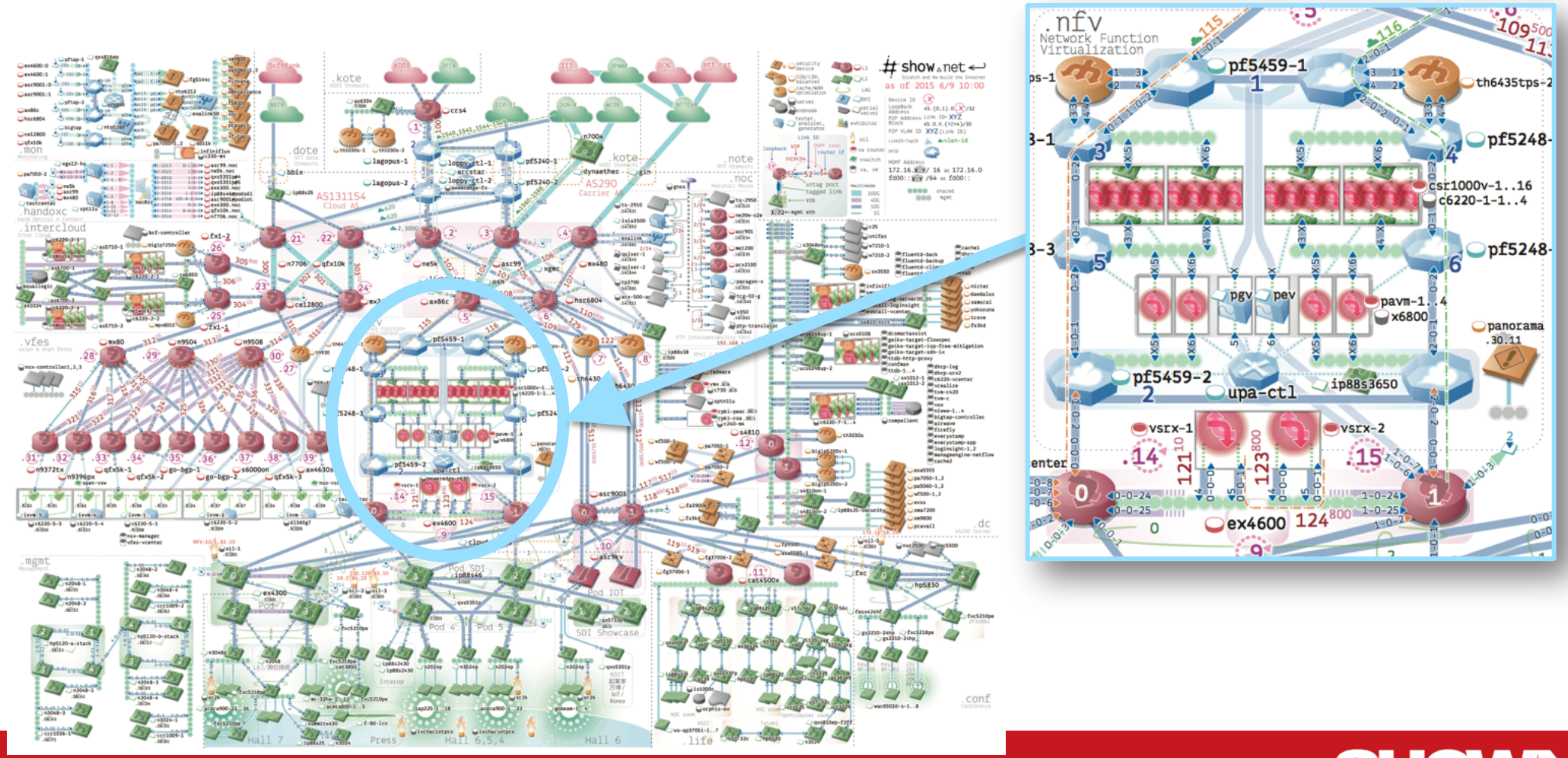


比較的余裕が生まれた

2015年

- @ShowNet: 2014年の課題の克服を目指す
  - 1VAの性能はいきなりあがらない
  - ネットワーク全体として性能をスケールアウトさせるには？
- NFV関連の標準化やオープン実装、PoCが進行
  - 2013年、ETSI ISG NFVからドキュメントがpubされ始める
  - 2014年10月、OPNFVが登場
  - 2015年、SFC WGからProblem StatementとArchitectureのRFCが出る

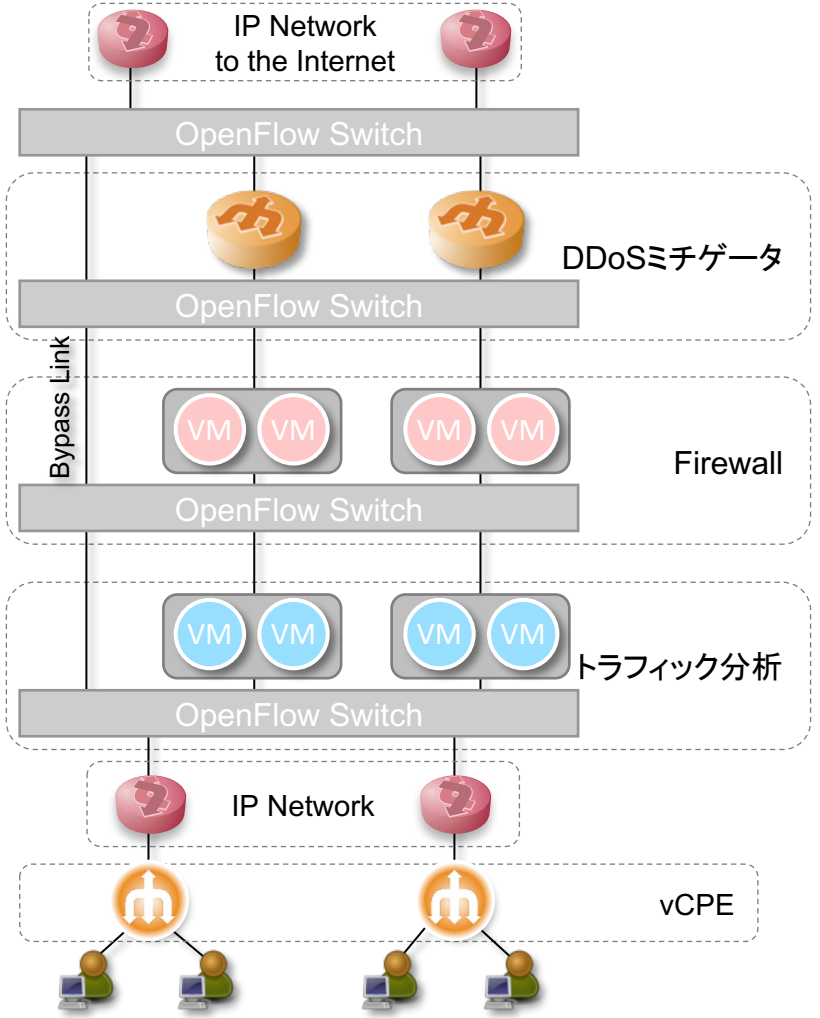
2015年のSDN/NFV@ShowNet



SHOWNET Face the Future

スケールアウトできるNFV/Service Chaining

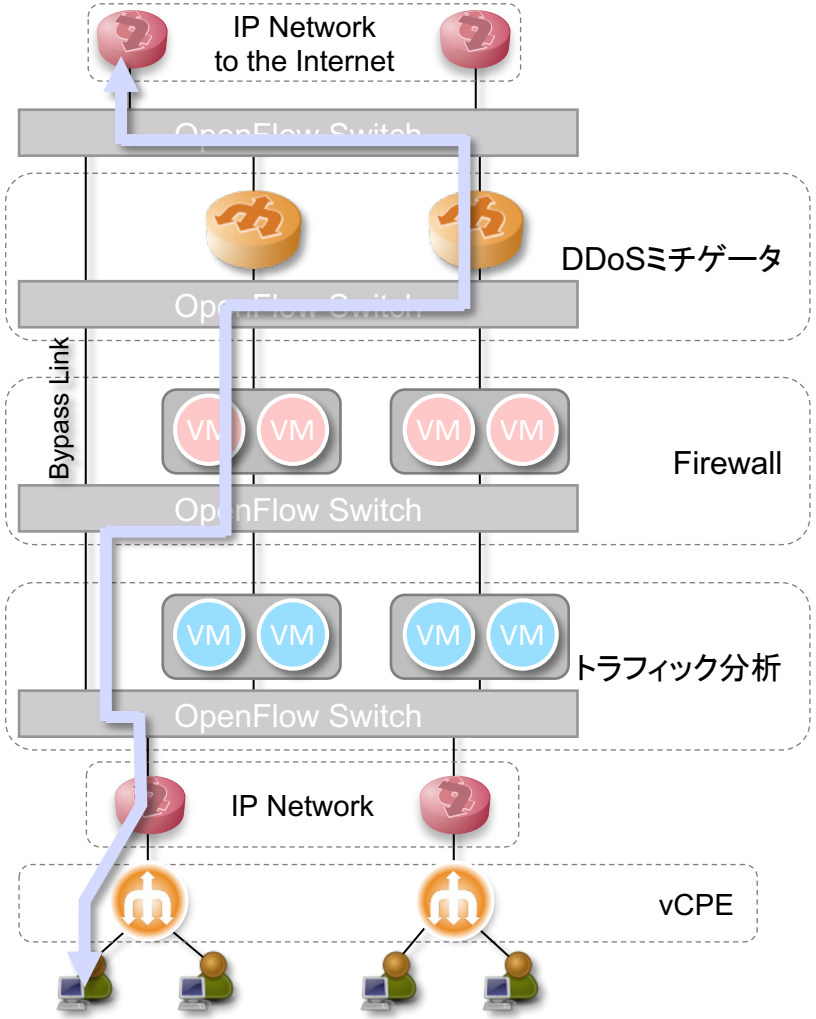
- ユーザにVAを占有させるのをやめる
  - トラフィックごとに各サービスを適用するかどうかを判断する
- 同一サービスを複数VAで構成
- OpenFlowを使って、複数VAへ全トラフィックをロードバランス
- 様々な高速化手法を使って全体の性能を底上げ



SHOWNET Face the Future

スケールアウトできるNFV/Service Chaining

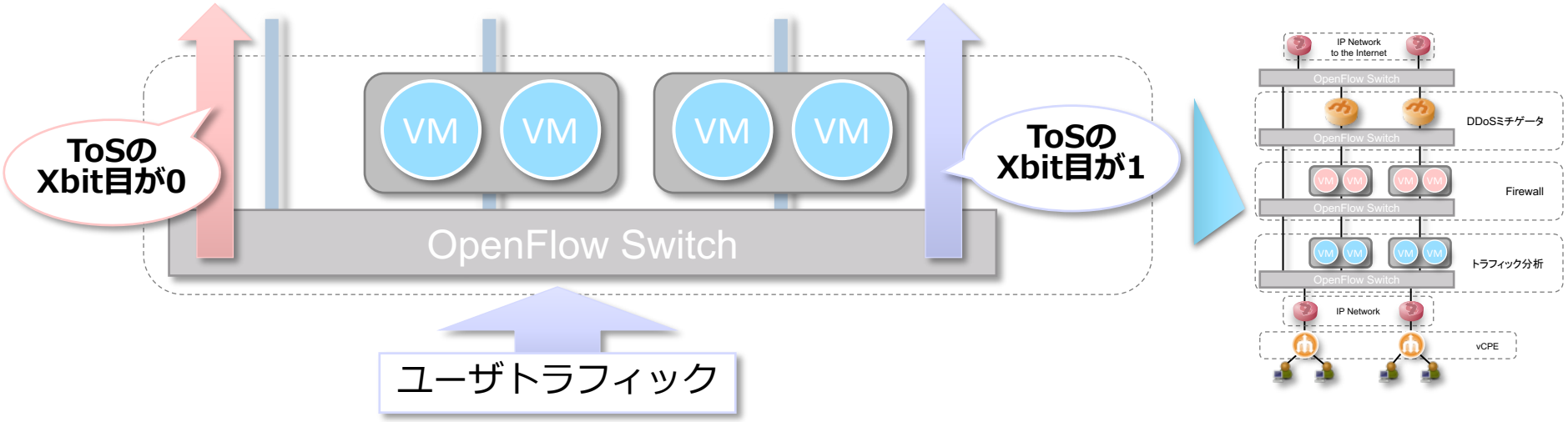
- VNF Layering Model
  - 複数VMでひとつのVNF層を作り、それを重ねていく
- CPEでパケットに通るべきサービスをマーキング
  - 各サービスをToSのbitとして埋め込む
- OpenFlowでサービスの適用をパケット単位で判断
  - ToSの特定bitが1ならVNFへ、0ならバイパス
- 1つのサービスを構成する複数VMへトラフィックを分散
  - 送信元アドレスをハッシュして転送するVMを決定
  - OpenFlowで決定したVMへOutput



SHOWNET Face the Future

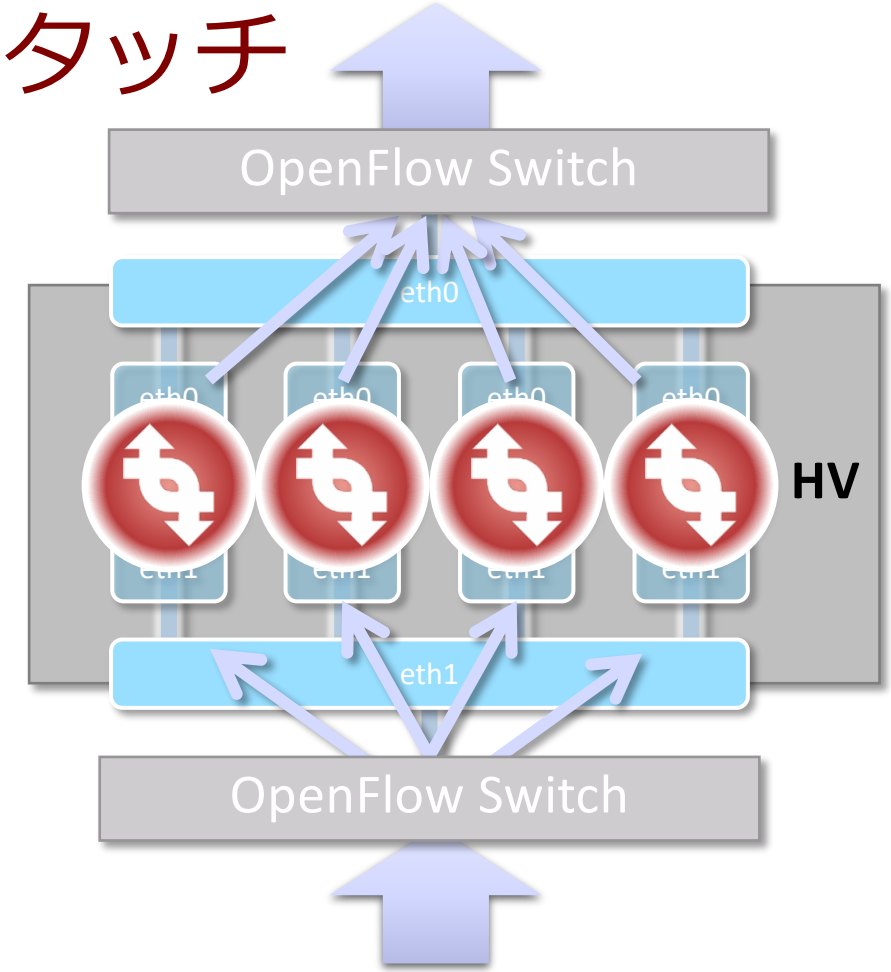
OpenFlowによるパスの切り替え

- 転送時にパケットをVNFに通すかを判断する
  - ToSと送信元アドレスをマッチ
  - ユーザ(アドレス)とそのサービス(ToS)をフローとして、フローごとにVNFを通すか制御
  - 各VNFの層は全く同じ手順で動作
  - この後のShowNetでちょいちょい出てくるToSの<s>悪用</s>はこれがおそらく最初？



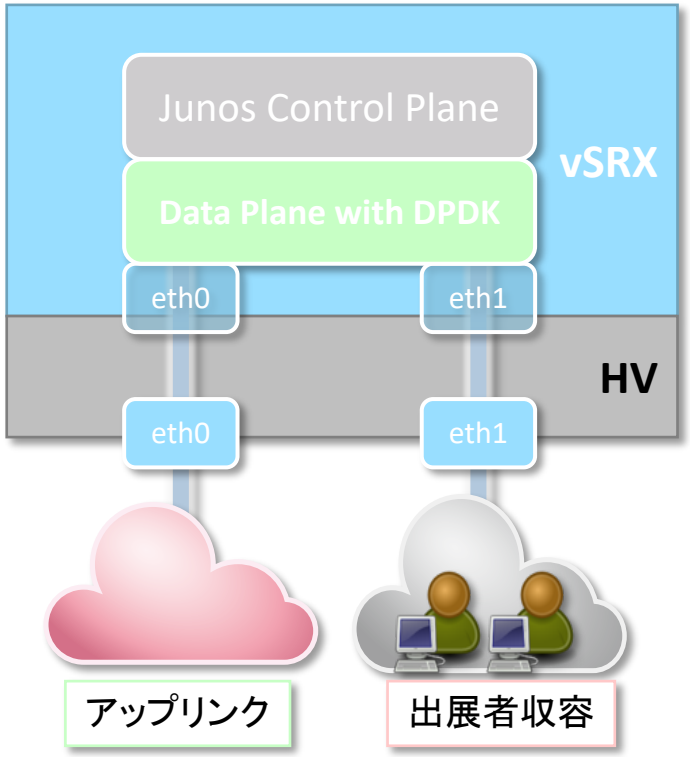
高速化手法の利用: SR-IOV

- SR-IOVの仮想NICを各VAにアタッチ
  - 最もオーバーヘッドが小さい
  - VFごとにMACが異なるので、OpenFlowスイッチでdst MACを書き換えることで同一HV上のVAへトラフィックを分散できる
  - Cisco CSR1000Vで利用



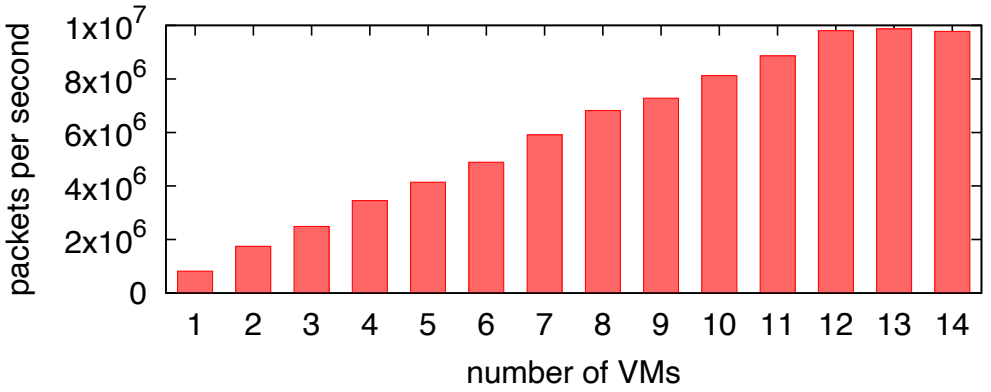
高速化手法の利用: DPDK

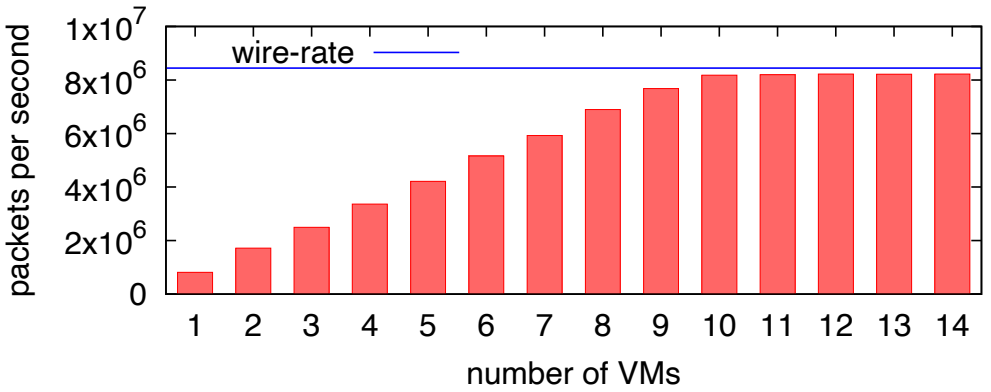
- この年初めてDPDK対応のVAが登場
  - Juniper Networks, vSRX
  - 出展社セグメントを収容し、サービスメニューに応じたToSの書き換えを実施



スケールアウトはうまくいった

- Interop後に実験を実施
  - VMを足せば足すだけ全体の性能が向上 (スケールアウト)
  - 汎用サーバ1台でもVMを10台あげれば128-byteのパケットでwire-rate
  - ShowNetの話を含む詳細は論文に
    - Ryo Nakamura, Kazuya Okada, Shuichi Saito, Hiroyuki Tanahashi and Yuji Sekiya, "FlowFall: A Service Chaining Architecture with Commodity Technologies", 2nd IEEE International workshop on CoolSDN 2015, November 2015

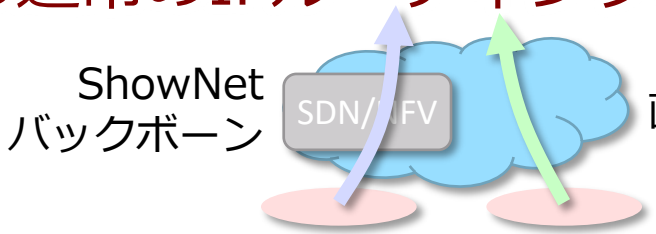




SHOWNET Face the Future

SDN/NFV@ShowNet 2015を終えて

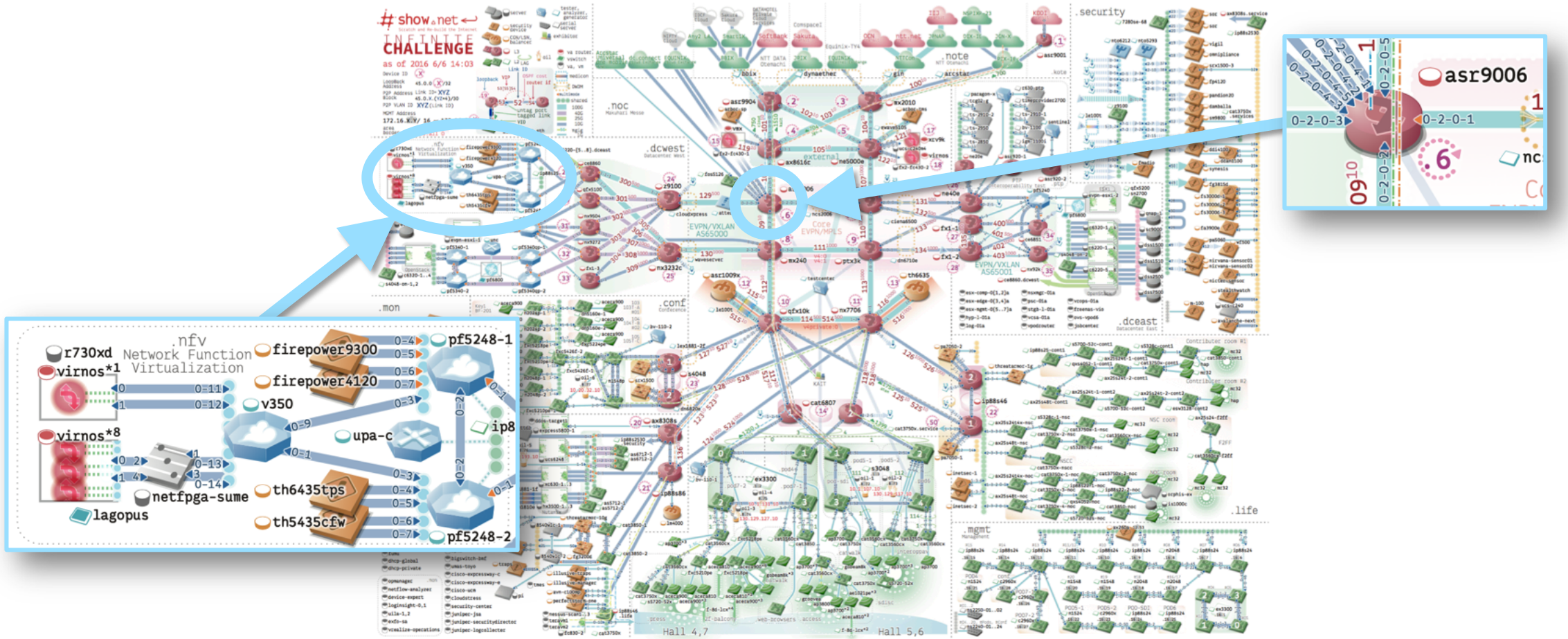
- スケールアウトの大事さ
  - SDN/NFVインフラ全体での性能を向上できる設計
    - サーバと違ってネットワークはただ足せばいいってものではない
  - 個別の部分の性能向上: SR-IOVやDPDKの利用
- 一方で、どうやってユーザトラフィックを引き込むかが課題
  - 2013年からずっと、特定のユーザセグメントのみをSDN/NFVに直収
  - 逆に言えば、直収以外のセグメントには適用できなかった
  - SDN/NFVが壊れたら通常のIPルーティングにFallbackしたい



2016年

- @ShowNet: 2015年の課題の克服
  - SDN/NFVとIPバックボーンをいかに組み合わせるか
  - 任意のトラフィックへのサービス適用とFallback
- プログラマビリティの深化
  - P4: Programming Protocol-Independent Packet Processors
    - 最初の論文が出たのが2014年7月
    - behavioral-model (bmv2)の1.0.0が2016年6月
  - 既存のネットワーク機器もそれっぽく制御したい
    - https://github.com/openconfig/public のinitial commitが2015年9月
    - YANG 1.1, RFC7950が2016年8月

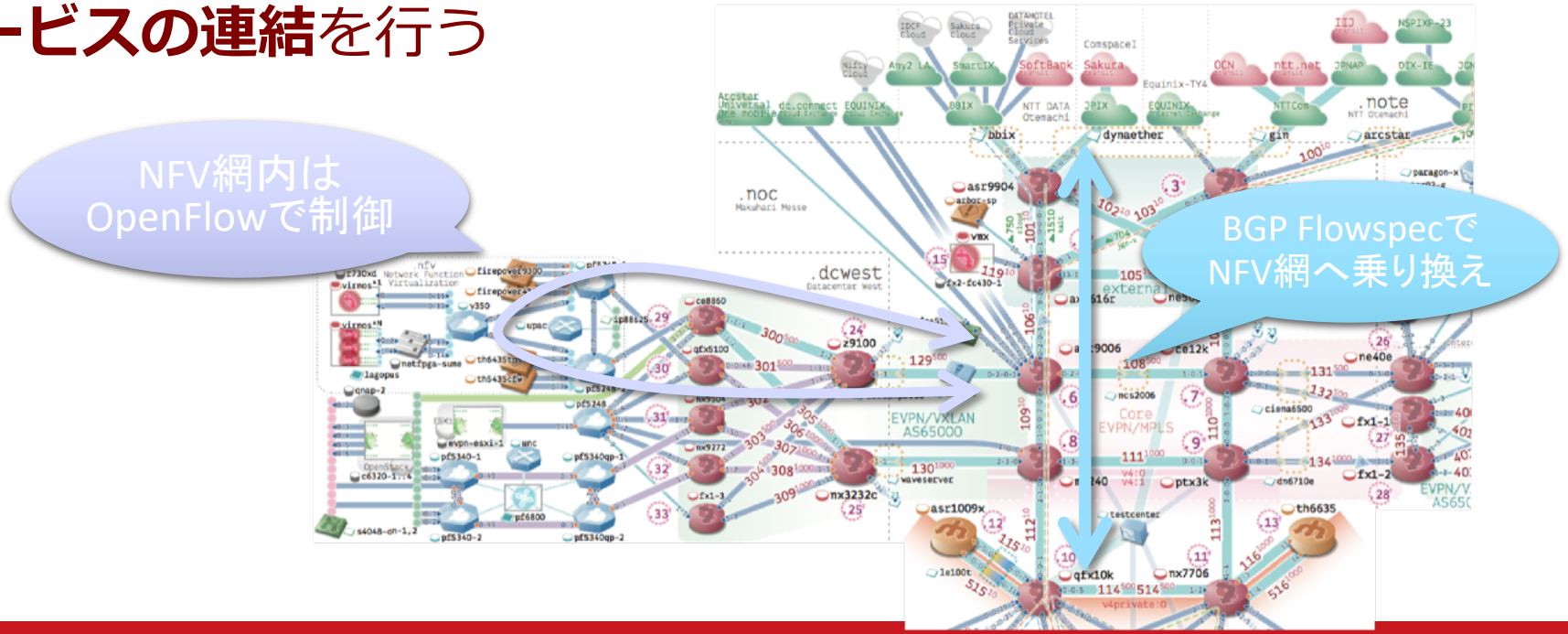
2016年のSDN/NFV@ShowNet 2016



SHOWNET Face the Future

SDN/NFV@ShowNet 2016

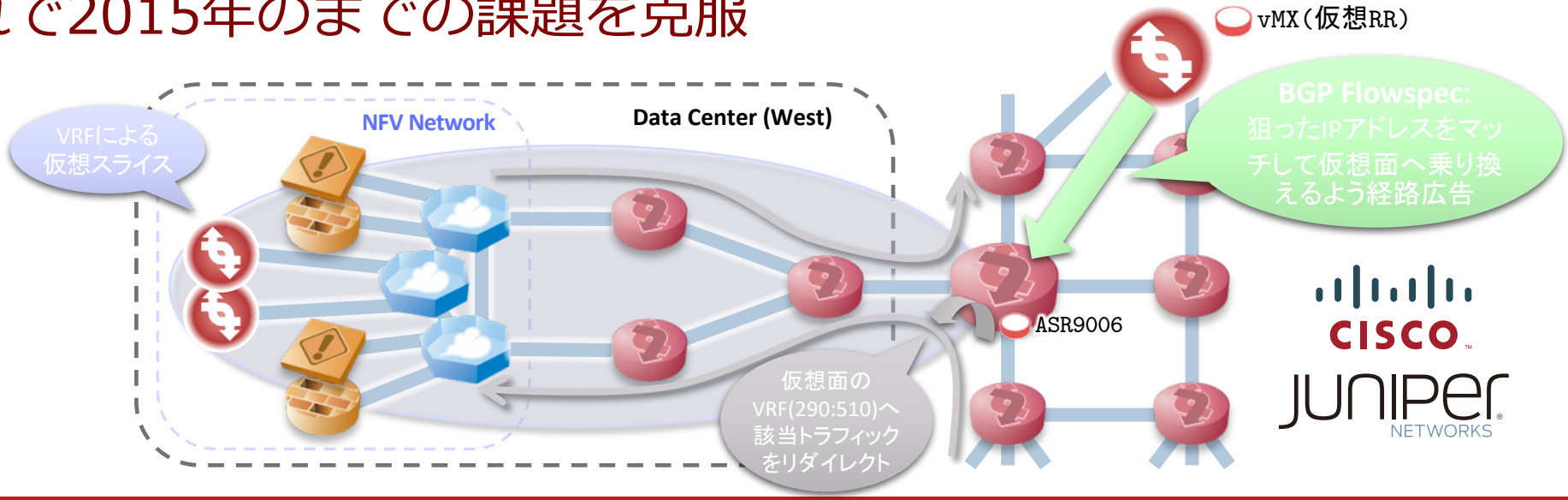
- BGPで"**乗り換え**"、OpenFlowで"**連結**"
  - BGP Flowspecを用いて狙ったトラフィックを**NFV網へ乗り換える**
  - Data Center部分に構築したNFV網では、OpenFlowでよりきめ細かな**サービスの連結**を行う



SHOWNET Face the Future

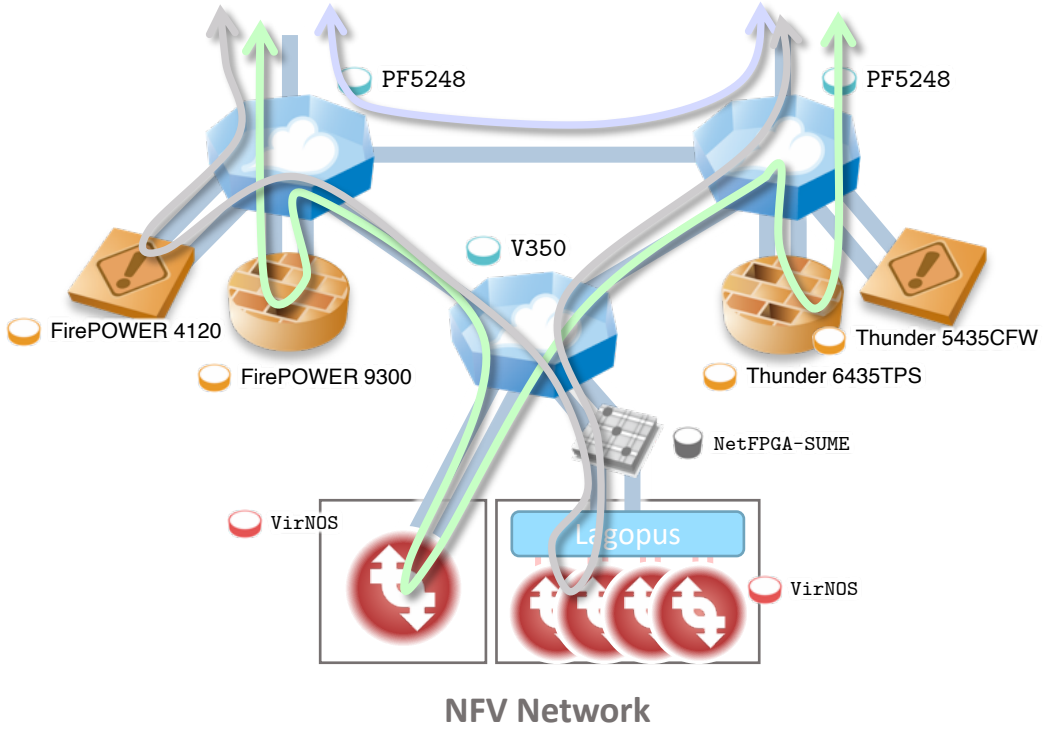
BGP Flowspecで"乗り換え"

- 狙ったトラフィックをNFV網へリダイレクト
  - VRFを使って仮想面として構築したNFVネットワークに、BGP FlowspecのVRF Redirectを使って、狙ったトラフィックだけを乗せ換える
    - BGP Flowspec自体はShowNet 2015でも相互接続検証を実施
  - これで2015年のまでの課題を克服



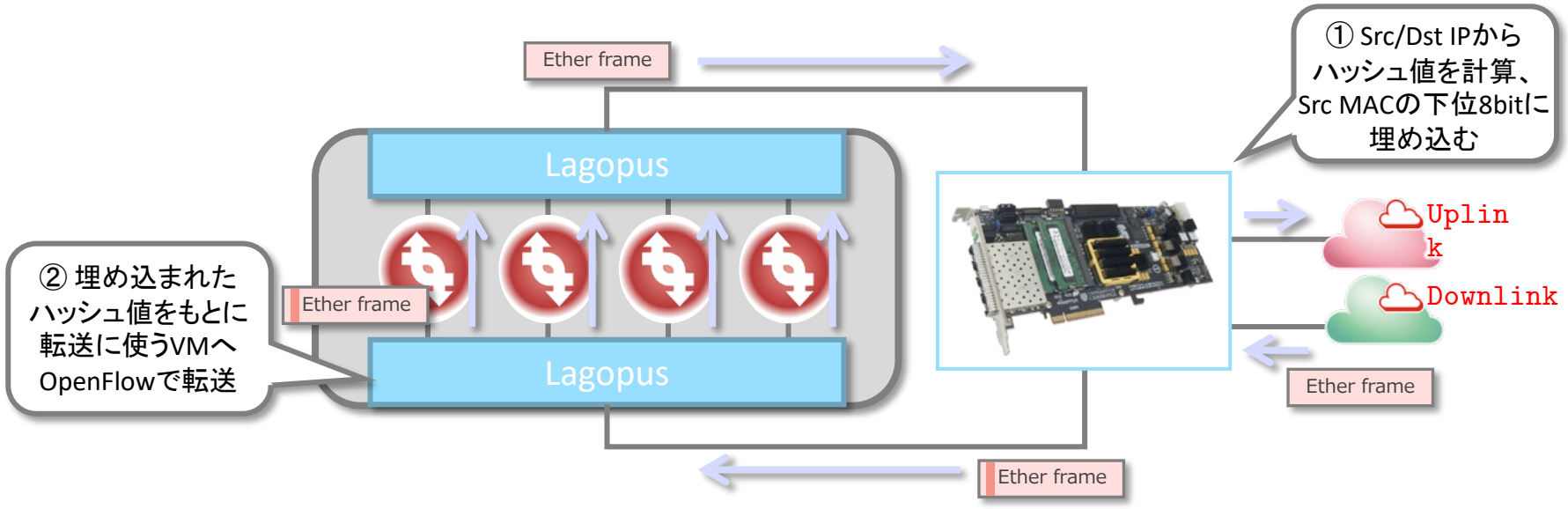
OpenFlowで"連結"

- 2014とは違ってもうこれくらいは簡単
  - OpenFlow Switch
    - NEC: PF5248, FXC: V350
  - Network Functions
    - A10 Network
      Thunder 5435CFW: Firewall
      Thunder 6435TPS：DDoS Mitigator
    - Cisco Systems
      FirePOWER 9300：Firewall
      FirePOWER 4120：DDoS Mitigator
    - IP Infusion
      VirNOS：ACL-based Firewall
      and Lagopus



プログラマブルなハードウェアの利用

- FPGAを使ったデモンストレーションを実施
  - OpenFlowはマッチとアクション、計算はできない
  - FPGAでパケットのハッシュ値を計算し、トラフィックの分散先を決定する



むき出しのNetFPGA-SUMEと、
LagopusとVirNOSの動作するx86サーバ

SHOWNET Face the Future

SDN/NFV@ShowNet 2016を終えて

- IP Routingは偉大
  - めっちゃ枯れてる
- 技術は機材適所、うまく接続する設計が大事
  - この年で言えばBGP FlowspecとOpenFlowの役割分担
- ソフトウェアによるパケット処理の進化
  - 10Gbpsは余裕で出せるようになった
  - 一方で、真剣に使うにはプログラミングだけでなく、コンピュータアーキテクチャへの理解も必要に

2014 ~ 2016の3年間

- ネットワークにおけるプログラマビリティ
  - OpenFlowから始まってSDNはより広い領域へ
  - データプレーンだけでなく、既存のネットワーク機器をプログラマブルに触るためのAPI
    - NETCONF, RESTCONF, YANGやOpenConfig, Ansible, etc
  - ネットワーク屋さんもプログラミングをよく知る必要が…
- ソフトウェアによるパケット処理の進化
  - ネットワークアプライアンスの仮想化
    - 最初はただOSがVMとして動くだけ
    - それがSR-IOV、DPDK、vhost-userなどでどんどん高速化
  - ネットワーク屋さんもコンピュータをよく知る必要が…
    - CPU pinningやNUMA環境でのVM配置などをはじめ、様々なチューニングポイント

属人化の果てに... 2014~2016の苦しみ

- コントローラ/オーケストレータを個人で実装
  - 実装した人にしか細かい挙動がわからない
  - チーム全体からみると完全にブラックボックス
  - 幕張メッセからホテルに帰れない...
- トラブルシューティングの難易度が高い
  - 通常のRoutingにOpenFlowやSDN、さらにサーバの知識が必要
  - 物理と仮想が相まって構成も複雑化する一方
  - さらにはプログラミングも
    - 例えばコントローラのAPIを作ろう/触ろうとすると大抵RESTだったので、ちょっとしたWebアプリの知識も必要