

2017年度活動報告

ONOS/CORD Project

2017年度 ONOS/CORD 検証 PJ 活動概要

Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
------	-----	------	------	------	-------	------	------	------	------	------	------

▲ONOS Build 2017

▲CORD Build 2017

▲OOD2017

Deploy CORD-in-a-BOX

Deploy CORD POD

Evaluate Trellis

Collaboration with NCTU

Collaboration with NARLabs

VNF Platform,
Testbed

プロジェクトメンバー（敬称略）

金海、藤井（NEC）、安部（イイガ）
田中、安田、岸本、古澤、田治（NTT Com）
新里、野口、林、森藤（OOL）

協力

ONF、NCTU、NARLabs、Edgecore、Delta

Outline

1. プロジェクトの背景、**CORD**の概要
2. これまでの取り組み
3. 今後の取組

通信キャリアが抱える問題

トラフィックの増大

8年間でトラフィック量が1000倍に増加 (AT&T, [1])

サービス要求の増大

新しい機能をより早く提供することが求められている

CAPEX/OPEXの増大

4700を超える局舎、300種類を超えるベンダ固有機器 (AT&T, [1])

通信キャリアの期待

■ SDN

- コントロールプレーンとデータプレーンの分離
 - プログラマブルなコントロールプレーンで迅速なサービス開発
 - 汎用機器を用いたデータプレーンを安価に構築

■ NFV

- データプレーンの仮想化
 - 機器のコスト削減、ソフトウェア制御による運用コスト削減

■ Cloud

- スケーラブルなサービス実現のための技術群
- マイクロサービスアーキテクチャ
- 汎用プラットフォームの仮想化

CORD

- Central Office Re-architected as a Datacenter -

- ONFが提唱するアーキテクチャ、ユースケース群
 - 局舎設備をデータセンタとして再構築することが目的
- そのオープンソースリファレンス実装がOpenCORD

SDN・仮想化技術を活用し、キャリアの通信設備（局舎、
Central Office）を再構築



スケーラブル
なアーキテクチャ

サービス要求への
迅速な対応

CAPEX/OPEX
の削減

CORD適用領域

CORDのユースケースとして、主に3つの事業領域の取り組みが始まっている。

Residential CORD (R-CORD)

家庭向け通信サービス
インターネット接続サービス

Enterprise CORD (E-CORD)

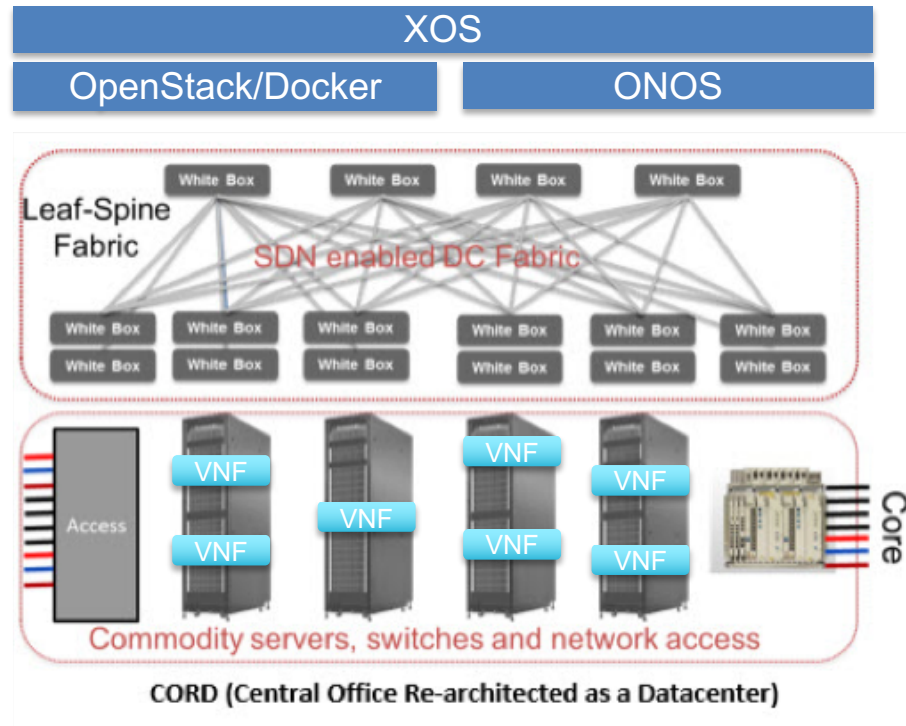
企業向け通信サービス
拠点間接続、Firewall、
IDS

Mobile CORD (M-CORD)

モバイル通信サービス
無線アクセスネットワーク制御

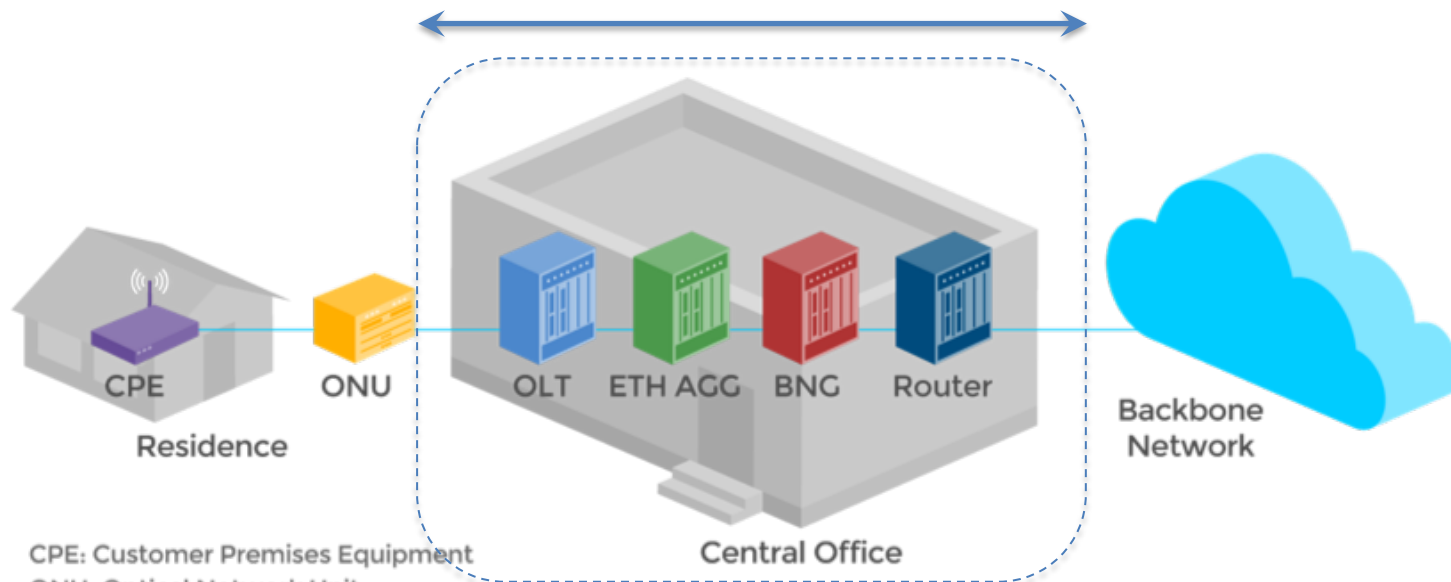
ONOS: ネットワーク制御

- (WhiteBox OLT, Open ROADM)



従来のサービス設備(R-CORD)

専用機器で構成、装置の数が肥大化

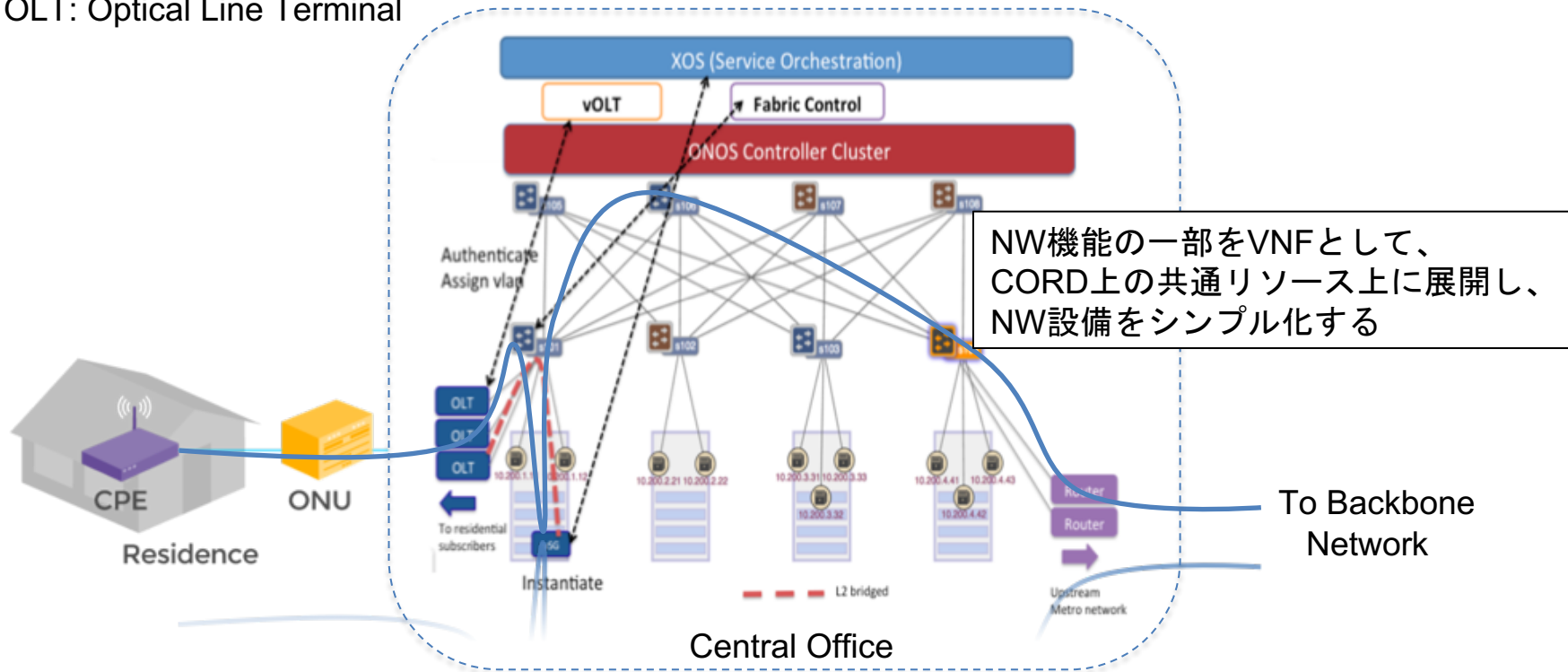


CPE: Customer Premises Equipment
 ONU: Optical Network Unit
 OLT: Optical Line Termination
 ETH AGG: Ethernet Aggregation Switch
 BNG: Broadband Network Gateway

R-CORDユースケース

vSG: virtual subscriber Gateway

OLT: Optical Line Terminal



開発コミュニティ



- ONFが開発を主導
- 通信キャリア、メーカーがメンバとして参画
 - 通信キャリア - ユースケースの提案やテストベッドの提供で貢献
 - メーカー - 装置の提供や開発技術者の提供で貢献

ONF沿革

2012/06 ON.Lab が設立
2014/12 ONOS 1.0 リリース
2016/05 CORD Project 設立
2017/05 ON.LabとONFが統合



各キャリアの取り組み

North America

- **AT&T:** R-CORD, M-CORD (Multi-Service Edge), vOLTHA
- **Verizon:** M-CORD
- **Sprint:** M-CORD
- **Comcast:** R-CORD
- **CenturyLink:** R-CORD
- **Google:** CORD

Asia & Australia

- **China Unicom:** M-CORD, E-CORD
- **China Mobile:** M-CORD and E-CORD
- **NTT:** R-CORD
- **SK Telecom:** M-CORD
- **Telstra:** M-CORD
- **Reliance Jio:** M-CORD

Europe

- **Deutsche Telekom:** R+M-CORD (Hybrid CORD)
- **Telefonica:** R-CORD, M-CORD
- **Telecom Italia:** M-CORD
- **Colt:** R-CORD
- **Turk Telekom/Netsia:** M-CORD & ONOS SDN Control

Interest continues to grow on a monthly basis.

Many successful POCs and lab trials and a few field trials

最新のCORD動向

■ R-CORD

■ AT&T

- VOLTHA(Virtual OLT Hardware Abstraction)の取り組み
 - ❓ PON機器の管理システムとハードウェアデバイスの分離
 - ❓ CORD-5.0で組み込まれる予定
 - ❓ 5G機器についても、同様の試みを実施予定

■ NTT EAST

- GE-PON機器にて、CORD環境上で実証実験を実施

■ E-CORD

- CORD-4.1にてOfficialサポート(2017/12)
- China MobileがE-CORD PODを構築

■ M-CORD

- Pre Release (正式VerはCORD-5.0?)
- DTにて、R-CORDと同一POD上でのPoCを実施予定

CORDまとめ

- ・ キャリアの通信サービスにDataCenterの経済性とCloud Serviceの迅速性を与えることが主題
- ・ SDN技術を利用して、ユーザーに近い局舎に柔軟なサービスが提供できるVNF基盤を構築（エッジネットワーキング）
- ・ 様々なサービスを同一のVNF基盤上で展開できる
- ・ オープンなプラットフォーム

OOLの取り組み

CORDに対する期待と現状（当時）

■期待

- TrellisをDCコントローラとして利用できるかも
- CORDがVNFプラットフォームとして利用できるかも

■現状

- 国内では情報が少ない
- 実際にどのくらい実用的かわからない
- 構築ノウハウもない



実際に触ってみてどの程度実用的な技術か知りたい
構築と運用を通してノウハウを蓄積したい

取り組み内容

- CORD環境の構築
- DCコントローラとしてのTrellisの検証
- 外部組織との相互接続
 - NCTU
 - NARLabs
- コミュニティ活動

取り組み内容(当初予定)

Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
------	-----	------	------	------	-------	------	------	------	------	------	------

▲ONOS Build 2017

▲CORD Build 2017

▲OOD2017



Deploy CORD-in-a-BOX



Deploy CORD POD

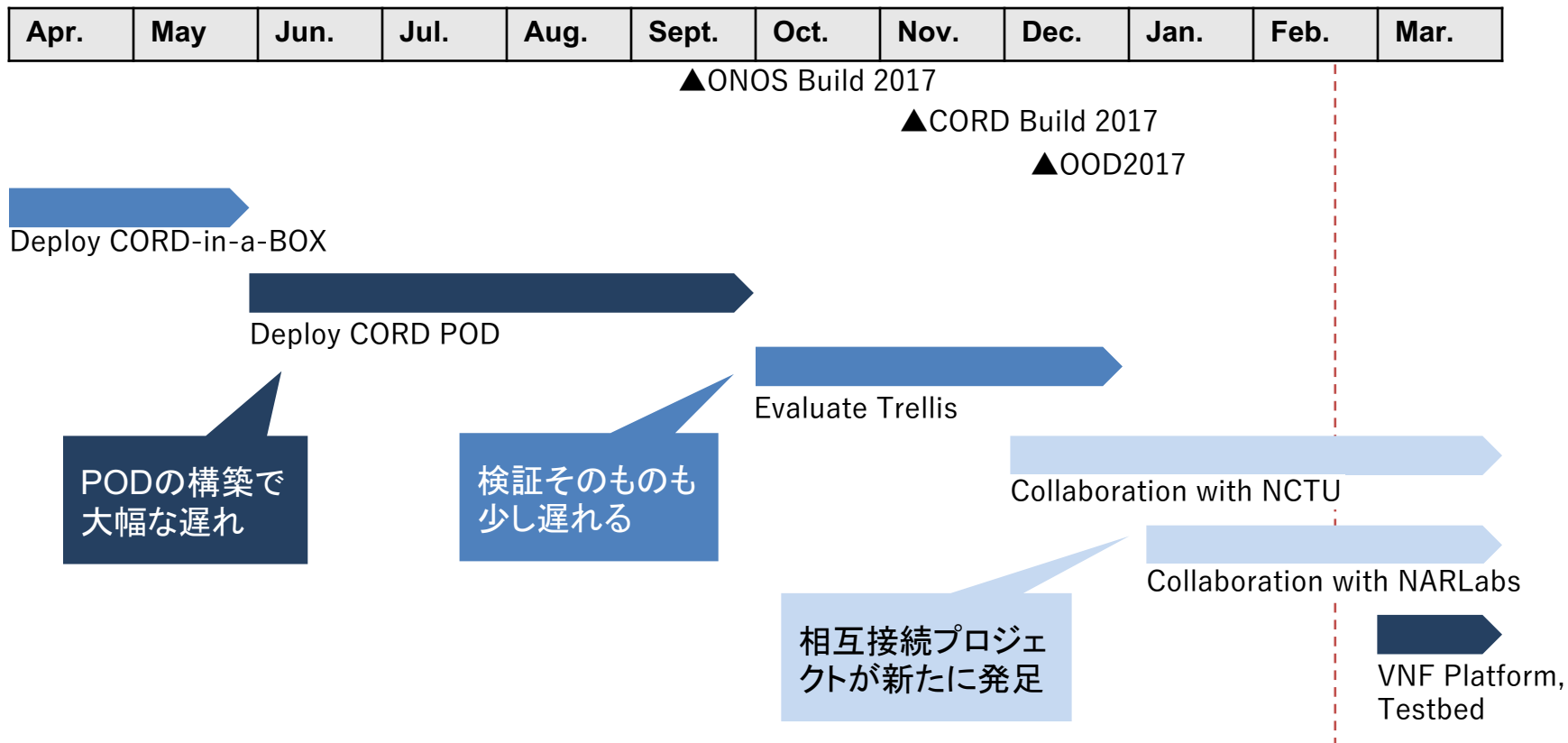


Evaluate Trellis



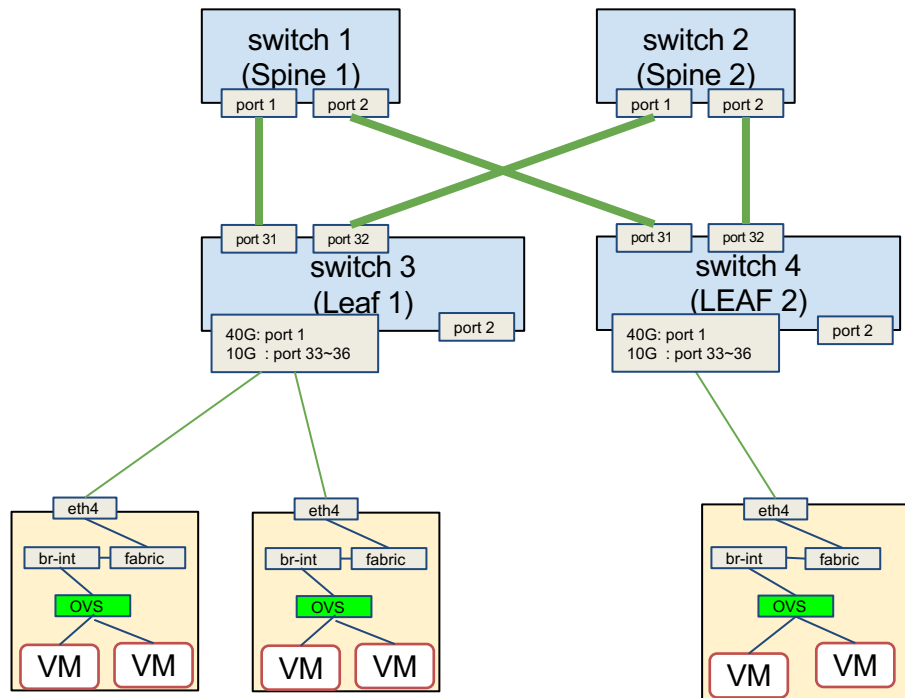
VNF Platform,
Testbed

取り組み内容(実際)



CORD環境構築

- ONFの推奨構成
 - CORD in a BOX
 - 1 Server (virtual)
 - Full Pod
 - 3 servers + 4 Switches
 - **今回は Full POD を構築**
 - Half POD
 - 2 Servers + 1 Switch



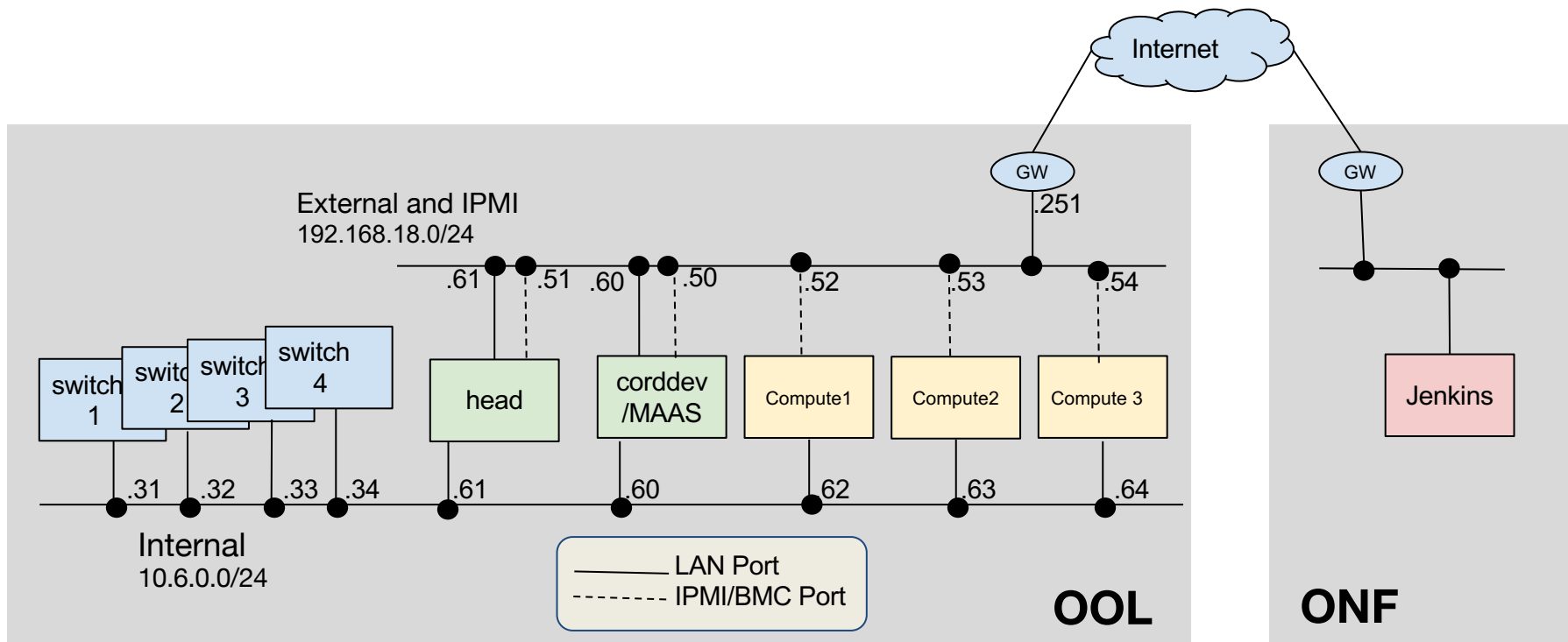
構築時のトラブル

- 1コマンドでデプロイ可能な作りとなっているが、そもそも環境**デプロイがなかなか成功しない**
- Compute nodeの切り離し・再組み込みを実行した際に、OpenStackとの連携が上手く動作しない
- Compute node単位でのリセットができないため、**環境全体の再インストールが必要**になった (CORD-2.0, CORD-3.0)
- 環境の構築には時間がかかる (デプロイ待ちで3h目安)
- 数日経つと、動いていた環境が動かなくなる etc…



ONF側のエンジニアに支援を依頼！

Jenkinsを用いたCORDの自動構築



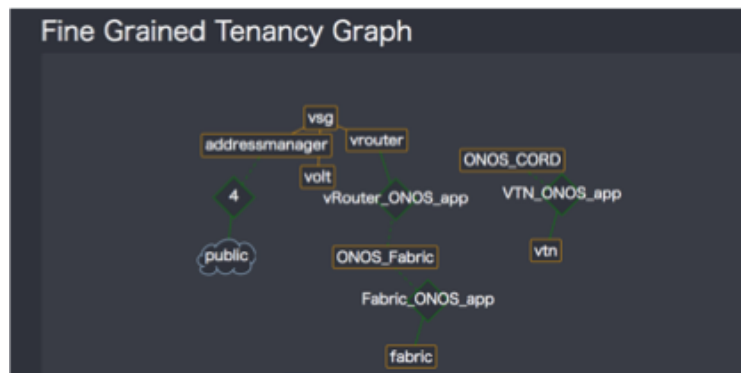
ONF支援の結果

- ONF側のJenkins Serverと連携することで、環境全体のデプロイが楽に。
- 現状は最新版であるCORD-4.1を好きなタイミングでデプロイ可能
- トラブルシューティング時に、ONFエンジニア側の現状把握がしやすくなったため、情報の共有がスムーズに
- CORD-4.1となって動作環境が安定に

構築後簡易動作検証

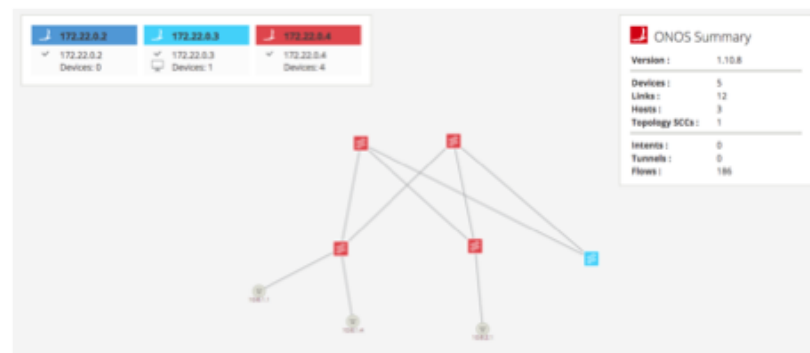
スイッチ追加、サーバー追加時の動作
VMインスタンスの作成～疎通確認

XOS-GUI



※次ページに上記動作の概要を示す

ONOS-GUI



DCコントローラとしてのTrellisの検証



PO : 田中 (NTTコム)

- DC内 (DC間) 経路制御を評価するベース環境としてE-CORDで**環境構築** (CORD PODを構築)
 - 評価項目策定及び評価項目に基づく検証環境策定・構築
- E-CORDの環境で、ONOSがDC内経路制御に必要なコントローラとしての (NTTコムが想定する) 要件を満たしているかの評価
 - **信頼性評価** (機能/性能/品質)
 - **ユースケース評価** (スライスによるリソース最適割り当て、Policy制御、DC内/DC間連携etc)
- E-CORDの環境 (コンポーネント、ベンダ製ハードウェア等) を、より商用サービスで想定している構成に変更して再評価
 - ONOSとベンダ製ハードウェアとの相互接続検証
 - 信頼性評価/ユースケース評価の差分

信頼性評価

■ 目的

■ E-CORDの環境で、ONOSがDC内
経路制御に必要なコントローラとしての
の（NTTコムが想定する）要件を満
たしているかの評価

■ 検証観点

- 信頼性
- 機能性
- 拡張性
- 性能

評価リストから一部抜粋

カテゴリ	項目	適用	内容
信頼性	故障復旧	CR	コントローラが全断（＝ONOSがクラッシュが全断既知の場合）でも既存トラフィックが継続される事
		CR	コントローラが全断でも既存VMから既存VMへの新トラフィックが生成される事
		CR	コントローラがクラッシュを解る事。冗長度はないし、それ以上である事（VM上に展開可能とより良い）
		SR	OpenStackノードからLeafスイッチの冗長度はないし、それ以上である事（例：複数台でのMG-LAG）
		CR	冗長性のコントローラが片系故障した場合に切り替わる事。
		CR	冗長性のコントローラが片系故障した場合に切り替わった際に既存・新規トラフィックに影響が無いこと。
		SR	冗長性のSRの片系故障の場合に切り替わる事
		SR	冗長性のSRの片系故障した場合に切り替わった際に既存・新規トラフィックに影響が無いこと。
負荷	負荷	共通	コントローラのノードの故障復旧が全断に影響を与えない事（ONOSが特定のノードに集中しない事） 物理的故障はどうか？
		SR	特定のSRの故障復旧が全断に：影響を与えない事（SRが1つに集中しているノードなど）
		VeriFP	コントローラのスケーリングアップ時にトラフィックに影響無い事（NO STOP / Non-Stop Software Upgrade）
		SR	スイッチのバージョンアップ時にトラフィックに影響無い事（NO STOP）
機能・拡張	機能・拡張	共通	高のトラフィック自動検知が出来る事
		共通	高のトラフィックに異常（変化）が検出された場合に、検知できる事
		共通	高のトラフィック異常時にトラフィックを自動的に回避できる事（自動回避時にパケットロスが無い事（もしくは少ない事））
		共通	特定のリンクのトラフィック（優先度）をオーバーレイが自動回避できる事（自動回避時にパケットロスが無い事）
SLA	SLA	共通	プロトコルがSLAを達成し、分岐できる事
		共通	SLAを達成するまでSLAの達成度が保たれる事（SLAの保証はどうなっているのか？）
		共通	その場合に、接続の保証に影響が無い事（APの保証と外部接続保証のSLAの保証は別）
		共通	Split Horizonなどによりループ回避が可能なる事
拡張性	拡張	共通	ループ検知が出来、ループガード設定が出来ること（ONOS自体にあるか？ ONOS利用が前提か？）
		SR	高トラフィックのトラフィックが異なるスケーリングに設定できる事
		共通	物理接続の冗長性を「アップリキャスト/Downcast」の影響を与えない事（L3のマルチホームなどに対応）
		共通	（例）
ユーザ操作性	ユーザ操作性	共通	サテライトにより管理単位を設定できる事（Overlay範囲はQoS）
		共通	ユーザにより管理単位を設定できる事（例：VLAN）
		共通	機能コントローラを用いてサテライトを設定できる事（またはONOSがスケーラビリティの管理範囲はあるか？）
		共通	ユーザVLANを指定できる事（VLAN変更できる事）
性能	性能	共通	ユーザがすでに使っているVLANを利用し続けることを想定
		共通	ユーザがVLANアドレスを指定できる事
		共通	ユーザがVLANアドレスを指定できる事
		共通	ユーザにOpenStack環境をそのまま提供できる事
性能	性能	共通	ユーザにVMware環境、KVM環境、Xen環境をそのまま提供できる事
		共通	ユーザにVMware環境、KVM環境、Xen環境をそのまま提供できる事
		共通	VMwareによりVLANが別が、別環境、別系に移動した場合に、移動が検知できサテライトにマッピングできる事
		共通	（http://github.com/oknslabs/oknslabs/blob/master/README.md）

検証を試みたが……

- 想定していた機能と実際の機能に大きな乖離
 - 「vMotionの際にユーザ影響が発生しない」
→ そもそもvMotion機能が無い
 - 「コントローラのアップデートの際にユーザ影響が発生しない」
→ コントローラのバージョンは固定
- 等々

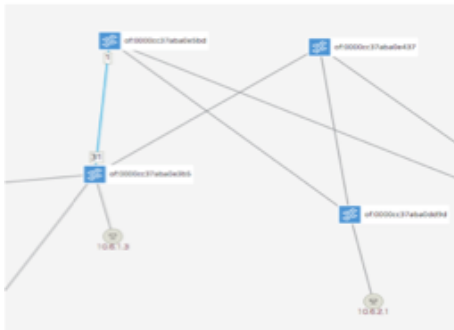


検証項目を絞り、Trellisの機能に関する以下の2項目の評価を実施

- トポロジ自動認識
- 耐障害性試験

トポロジ自動検知

1. Spine1 port1 ~ Leaf1 port31



2. Spine1 port1 を抜去

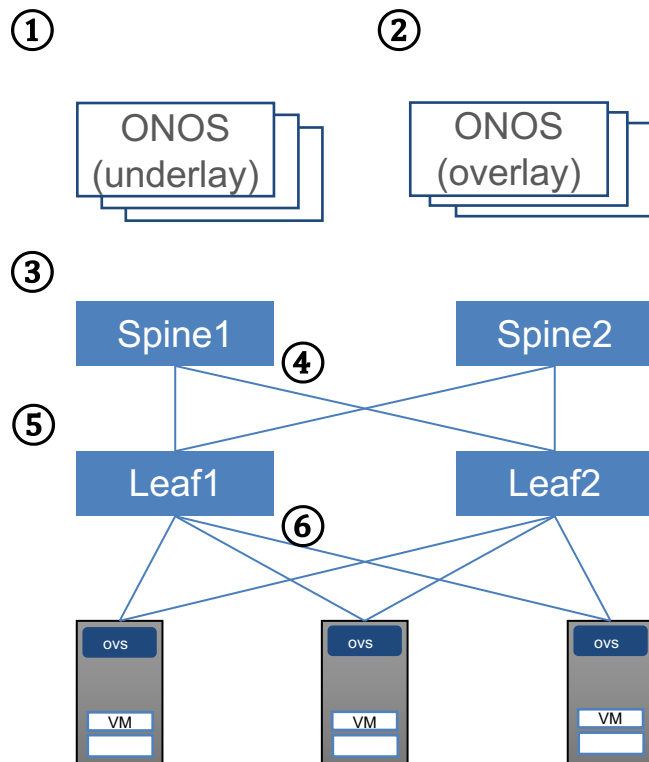


3. Spine1 port20 に差し替え



ポート差し替えなどの、物理トポロジ変更時には自動検知できる
ただしLeaf配下については、変更されたトポロジを動作させるために、設定反映が必要となる

耐障害性検証



耐障害性試験項目

- ① Contorller(underlay)障害
 - 全断
 - 一部断
- ② Controller(overlay) 障害
 - 全断
 - 一部断
- ③ Spine SW 障害
- ④ Spine-Leaf Link 断
- ⑤ LEAF SW 障害
- ⑥ Leaf-Server Link 断

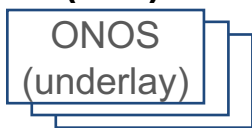
確認方法

VM間でping疎通を確認

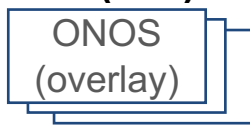
- pingが落ちる → **NG**
- pingが落ちない → **OK**

検証結果

① **OK** (一部断)
NG (全断)



② **OK** (一部断)
NG (全断)



③ **OK**



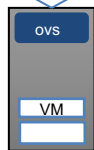
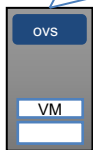
④ **OK**



⑤ **NG**



⑥ **NG**



耐障害性試験項目

- ① Contorller(underlay)障害
- ② Controller(overlay) 障害
全断後10～30秒後程度で疎通がなくなる
- ③ Spine SW 障害
- ④ Spine-Leaf Link 断
Spine断の疎通への影響は無し
- ⑤ LEAF SW 障害
- ⑥ Leaf-Server Link 断
Leafは冗長化非対応

検証まとめ

■結果考察

- NTTコムが想定していた機能要件との乖離はまだ大きい
- 一方で、Spine経由の通信やコントローラの冗長化、トポロジ検知など、一部の要件は満たしている
- 3.0 -> 4.1 のアップデートで安定性が改善され、今後のさらなる改善に期待ができる。

■今後の課題

- 足りない機能を開発コミュニティへフィードバック

外部組織との相互接続

■ 目的

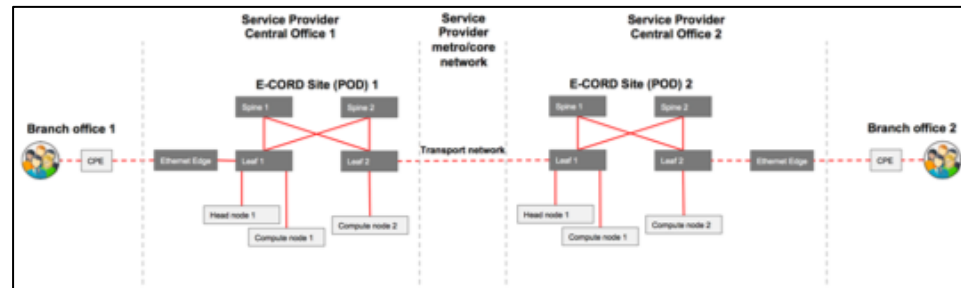
- 外部組織とのノウハウ共有
- 実際の環境を想定した利用で運用上の課題を洗い出す
- ONOS/CORDコミュニティの拡大

■ 接続相手

- NCTU
- NARLabs

NCTUとの相互接続 (E-CORD)

- National Chao-Tung University
 - 台湾の国立大学
- 目的
 - E-CORDのフィールドトライアルを実施すること
- 現状
 - L2VPNで互いのLeaf-Spineを接続し、シンプルなping疎通までは確認済み
 - E-CORDの機能を用いて接続するのが次のステップ



<https://guide.opencord.org/profiles/ecord/overview.html>

NARLabsとの相互接続 (SDN-IP)

- National Applied Research Laboratories
 - 台湾の研究機関
- SDN-IP
 - ONOSのアプリケーションの1つ
 - BGPの経路情報をFlow情報に変換
- 目的
 - ONOSのユースケースの1つを検証する事
- 現状
 - L2VPNで環境接続済み
 - SDN-IP環境をOOL内に構築中

相互接続まとめ

- NCTUとE-CORDの相互接続、NARLabsとSDN-IPの相互接続を実施中
- 現在は構築中で、E-CORD、SDN-IPの構築ノウハウを蓄積している最中
- 今後も外部組織とのトライアルを通じてノウハウ蓄積・人脈形成・コミュニティの拡大に取り組む

VNF基盤としてのE-CORDの検証

PO：安田（NTTコム）

- E-CORDの機能・性能評価
 - 基本動作検証、機能検証、性能評価
 - 最適なホワイトボックスの選定
- E-CORDを用いたVNFプラットフォームの構築
 - 仮想CO内でのVNFプラットフォームの構築
 - マルチネットワーク・マルチアクセスへの対応
 - オーケストレータ、各VNFとの連携動作検証
- ユースケースの策定とPoCの実施
 - キャリア目線での商用化を見越したユースケースの策定
 - VNFプラットフォームのPoCの実施
 - 機能プロバイダとしての役割の確立

- Trellis検証の段階でVNF基盤としての機能の多くが不足していることが判明
- 実施方法を現在検討中

コミュニティ活動

- ONOS Build
- CORD Build
- 国際交流会

ONOS Build 2017

- 開催場所
 - Samsung R&D Campus (ソウル市、韓国)
- 開催期間
 - 2017/09/20 – 2017/09/22
- 参加規模
 - 約300名（申し込み）
- 参加目的
 - OOLの取り組み紹介
 - ONFへの支援依頼



CORD Build 2017

- 開催場所
 - QCT US Solution Center (San Jose, US)
- 開催期間
 - 11/7 - 11/9
- 参加人数
 - 200人程度（目算）
- 目的
 - OOLの取り組み紹介
 - 情報収集
 - 今後必要な機能の議論



国際交流会

- 開催場所
 - 沖縄県市町村自治会館
- 開催日
 - 2017/12/07
 - Okinawa Open Days2017 内のイベントとして開催
- 開催目的
 - OOLのアジア展開促進
- CORD PJからNCTUとの取り組みを紹介
 - 5月にマレーシアでCORDのハンズオンを実施することが決定



今後の取組

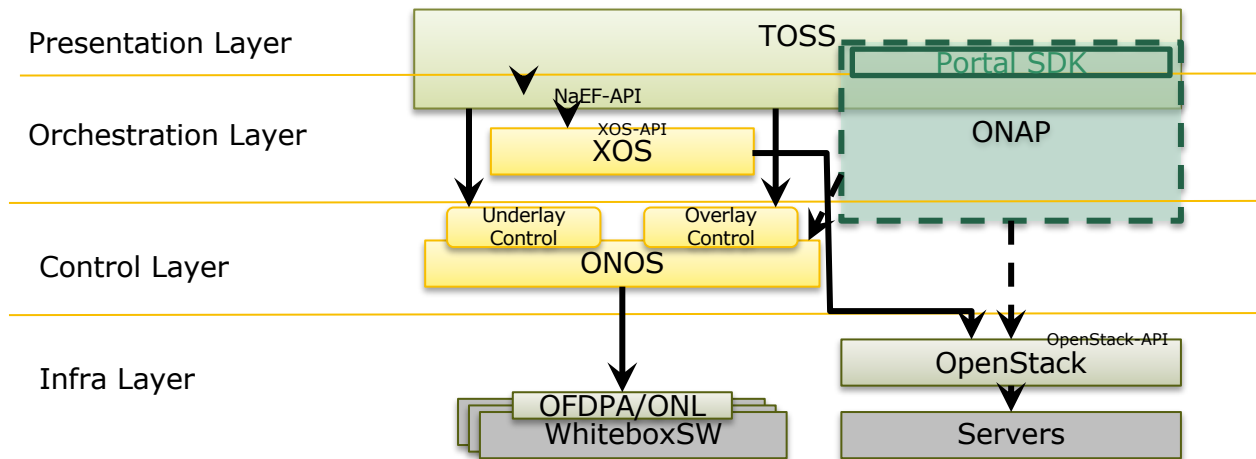
OOLテストベッド環境への組み込み

本プロジェクトで構築した評価環境はOOLテストベッドに組み込み、CORD評価環境として開放する

今後のCORDに対する別テーマの検証を迅速に可能とする

OOL TOSS(testbed OSS)よりスライスの作成やservice(VNF)のデプロイを可能にする。

ショーケースとして会員企業に公開し、各種研究検証活動や見学、展示会等で活用



VNF基盤としてのE-CORDの検証

PO：安田（NTTコム）

- E-CORDの機能・性能評価
 - 基本動作検証、機能検証、性能評価
 - 最適なホワイトボックスの選定
- E-CORDを用いたVNFプラットフォームの構築
 - 仮想CO内でのVNFプラットフォームの構築
 - マルチネットワーク・マルチアクセスへの対応
 - オーケストレータ、各VNFとの連携動作検証
- ユースケースの策定とPoCの実施
 - キャリア目線での商用化を見越したユースケースの策定
 - VNFプラットフォームのPoCの実施
 - 機能プロバイダとしての役割の確立

CORDのこれから

- CORD 5.0.0 Release (2/16)
 - 各ユースケースの機能拡充
 - Trellis
 - ONOSが1.12.0にアップデート
 - E-CORDが本格的に使えるように
- ワークショップの開催を検討中
 - 主催 ONF
 - 時期 4月末
 - 場所 アジア圏 (韓国、台湾、日本)
 - 詳細検討中

<https://guide.opencord.org/cord-5.0/release-notes/satisfying-cactus.html>

まとめ

■ これまでの活動

■ ノウハウ構築

- 検証環境の構築、相互接続環境の構築

■ 検証活動

- Trellisの検証、結果のコミュニティへのフィードバック

■ コミュニティ活動

- イベントでの活動紹介、外部組織との連携

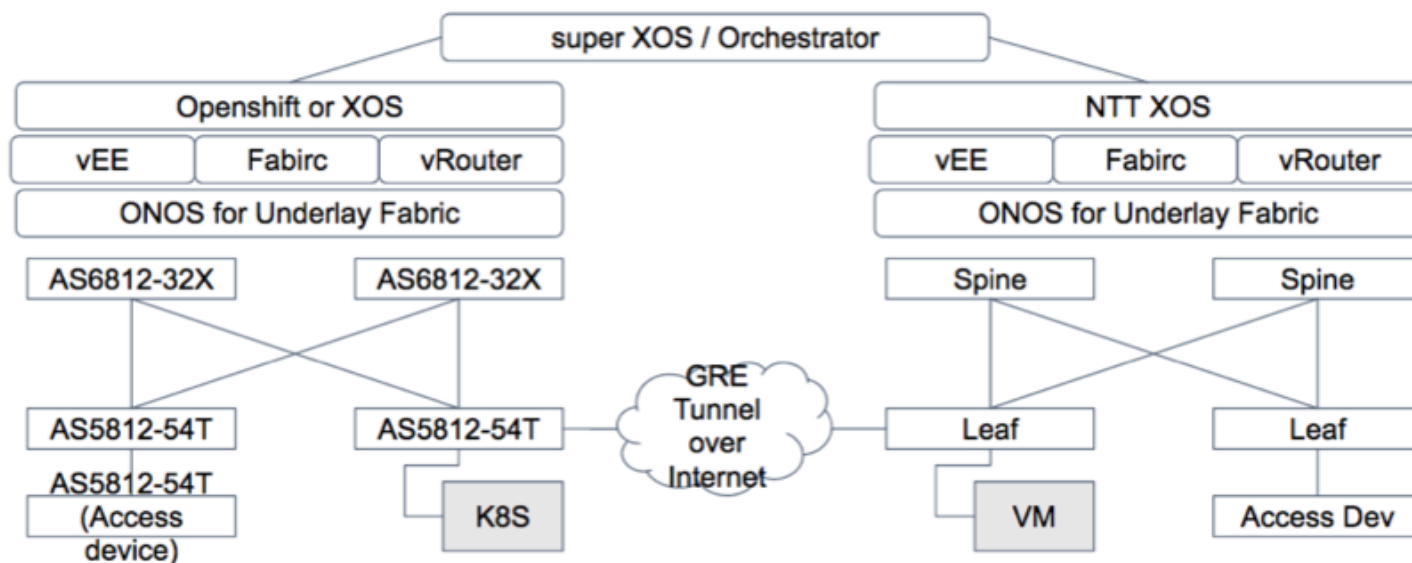
■ 今後の活動

- VNF基盤の検証
- テストベッドの構築・提供
- 引き続き外部組織との相互接続
- マレーシアの国際会議でのハンズオン実施

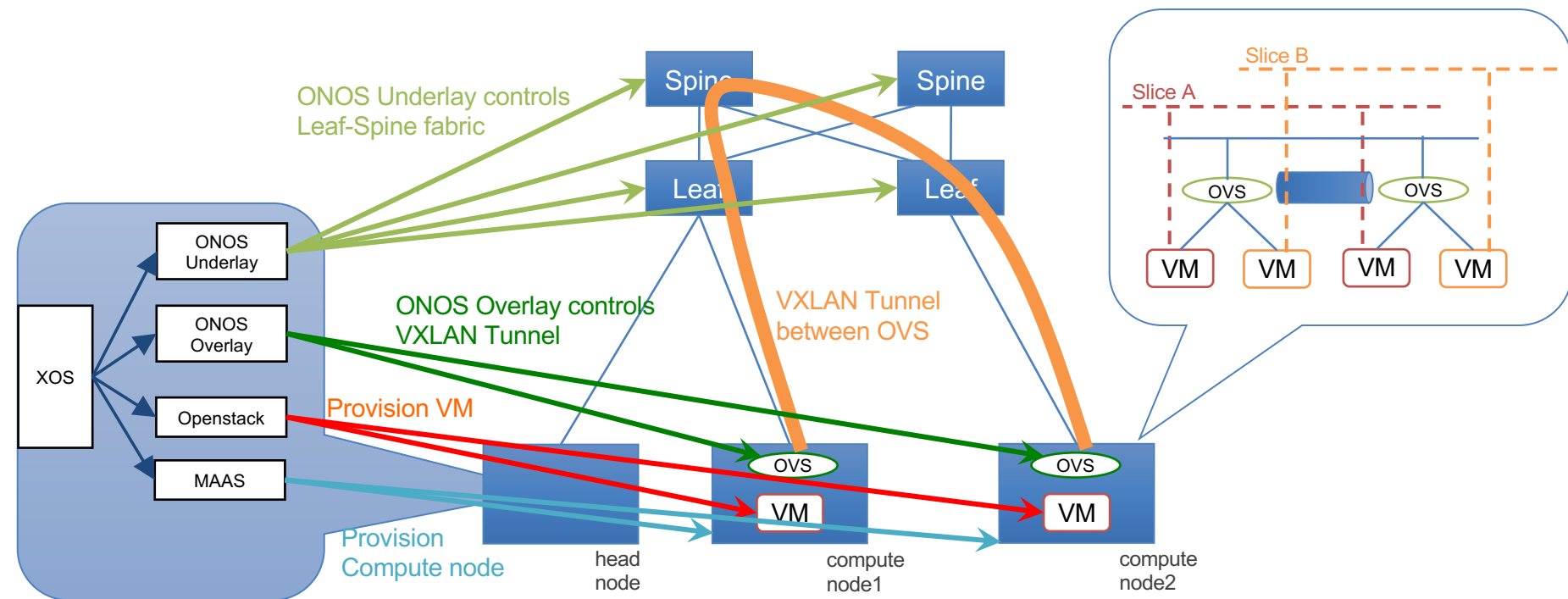
※参考

NCTUとの連携

- ・ E-CORD環境を用意し、台湾交通大学と連携して相互接続トライアルを実施していく



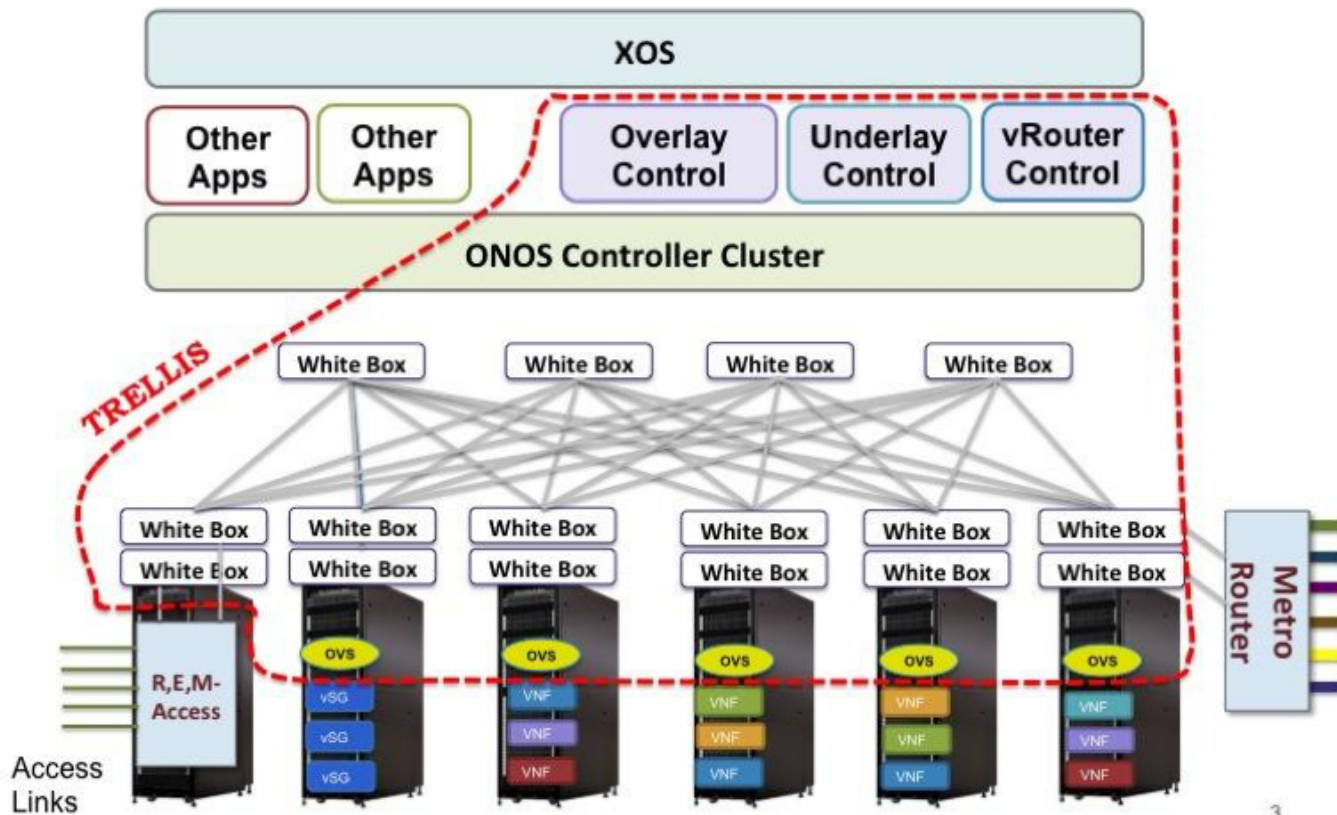
CORD Overview



構成要素

- head node
 - xos
 - docker container
 - onos
 - docker container
 - maas
 - docker container
 - openstack controller
 - lxd container
- compute node
 - openstack compute
 - ovs
- fabric SW
 - Spine & Leaf
 - White Box Switch

CORD 構成



トポロジ自動検知（設定反映）

3) 投入設定例(fabric-network-cfg.json)

```
"ports": {  
  "of:0000cc37aba0e3b5/37": {  
    "interfaces": [  
      {  
        "ips": [ "10.6.1.254/24" ],  
        "vlan-untagged" : 1  
      }  
    ]  
  }  
}
```

設定反映コマンド

```
$cord generate > fabric-network-cfg.json  
$docker-compose -p rcord exec xos_ui python /opt/xos/tosca/run.py  
xosadmin@opencord.org /opt/cord_profile/fabric-service.yaml
```

引用・関連資料

ONF CORD

<https://opencord.org/>

CORD wiki

<https://wiki.opencord.org/>

CORD guide

<https://guide.opencord.org/>

CORD Build 2017

<http://cordbuild.org/>

github

<https://github.com/opencord/cord>