



ソフトウェアスイッチ・ルータ

Lagopus

～オープンソースを活用した研究開発～

日本電信電話株式会社 未来ねっと研究所

メディアイノベーション研究部

益谷仁士、日比智也、市川潤紀、高橋宏和、築島幸男、木下健史、島野勝弘



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

## Lagopus とは？



汎用サーバ上で動作するソフトで実装したネットワークSW・ルータとそれらを提供するOSSプロジェクトです

- **Lagopusスイッチ(=OpenFlowスイッチ)**

- OpenFlowスイッチのソフトウェア実装
- OpenFlow 1.3 + tunnelingをサポート
- I/OにDPDKを採用。高速パケット処理が可
- 汎用サーバを活用
- 2014.7からOSS



**lagopus**

- **Lagopusルータ(=ソフトウェアルータ)**

- 疎結合型のモジュール構成のソフトルータ
- 新しいデータストアを採用(Openconfig)
- L2/L3 の基本ルータ機能をサポート
- I/OにDPDKを採用。高速パケット処理が可
- 汎用サーバを活用

 NTT ● 2017.7からOSS



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

## OSSにて公開中



- 2014年7月からOSS公開
- <http://lagopus.github.io/>



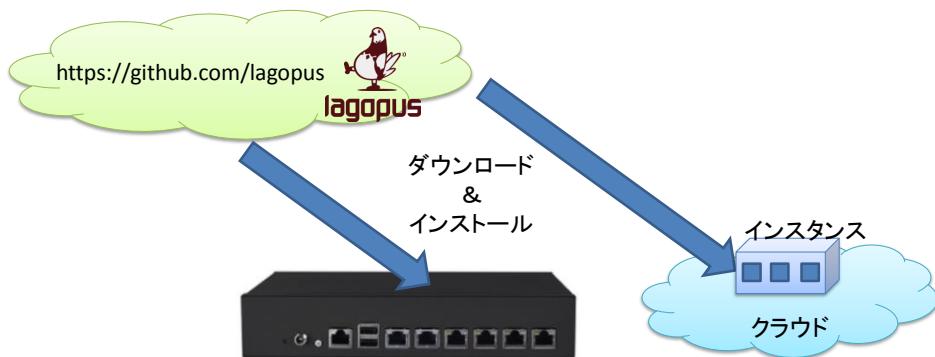
Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

2

## 利用イメージ



ソフトウェアをダウンロードして、インストールすれば  
サーバ・PC、インスタンスをスイッチ／ルータにできます！

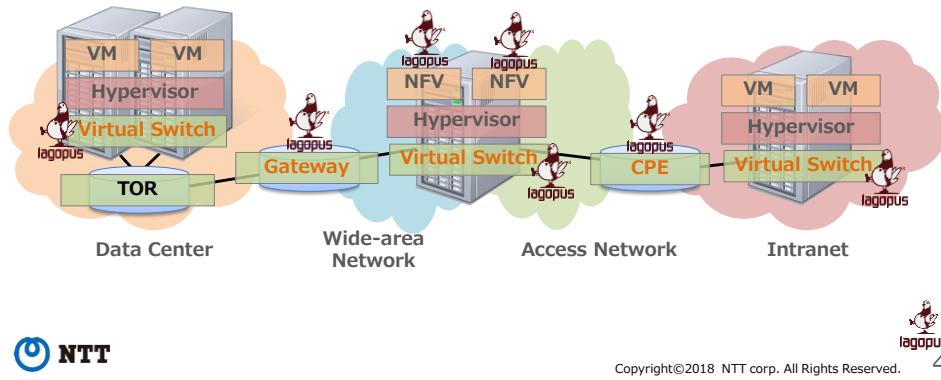


Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

3

## 応用例

- スイッチ+制御アプリケーションによる使い方
- VM+スイッチによる使い方



## Lagopusスイッチのご紹介

# Lagopusスイッチ

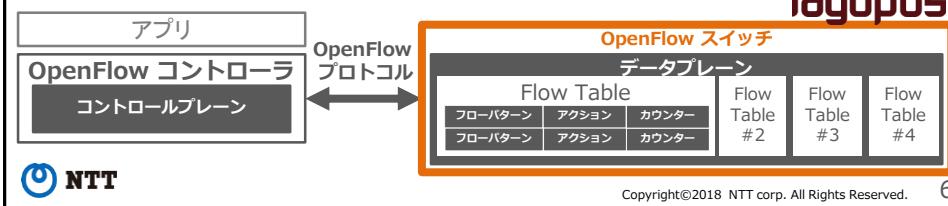


## ● OpenFlowスイッチのソフトウェア実装

- 汎用x86サーバで動作可能
- OSSとして公開  
(2014年8月 0.1.x 公開, 2015年8月 0.2.x 公開)

## ● 高速なパケット処理と幅広いプロトコルに対応

- > 10Gbps
- OpenFlow1.3 + tunneling



## 最近のリリース

Tunnel対応

action: NORMAL対応  
L2/L3 Hybrid switch

- 0.2.5 Apr 6, 2016**
  - GTP-U tunnel support, some bug fixes
- 0.2.6 May 2, 2016**
  - performance improvement, but DPDK ixgbe vector enabled, much slow
- 0.2.7 May 18, 2016**
  - DPDK vector disabled again
- 0.2.8 July 12, 2016**
  - build and tests on Ubuntu 16.04LTS
  - deprecated -p parameter
    - ignored if specified
  - it works as L2 and/or L3 Hybrid switch
- 0.2.9 Aug 26, 2016**
  - DPDK 16.07
- 0.2.10 Dec 20, 2016**
  - DPDK 16.11
- 0.2.11 Mar 21, 2017**
  - Some bug fixes



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

7

## 性能評価（参考）

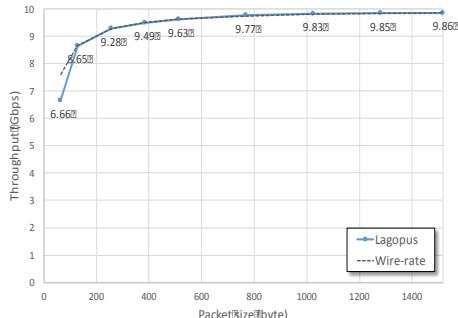
### 単純なポートフォワードを実施した場合のスループットを測定

- 10GbE

- 測定環境

CPU	E5-2697v2 2.70GHz
メモリ	64GB
NIC	Intel X520
OS	Ubuntu 14.04 LTS

- 測定結果

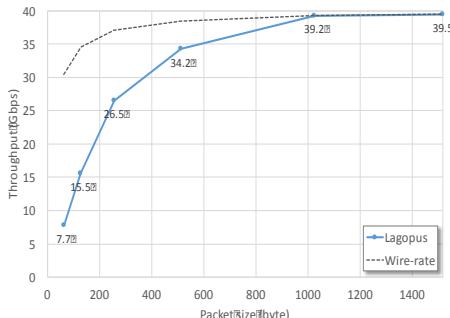


- 40GbE

- 測定環境

CPU	E5-2697v3 3.20GHz
メモリ	64GB
NIC	Intel XL710
OS	Ubuntu 14.04 LTS

- 測定結果

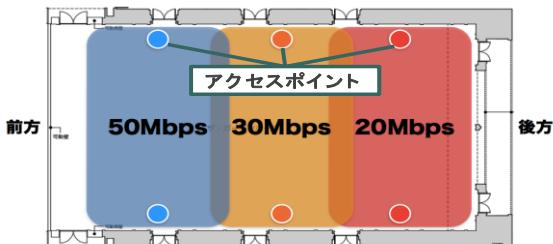


Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

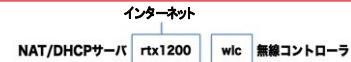
8

## 応用例－SDN Japan 2014

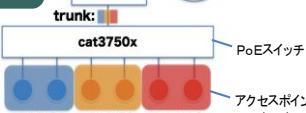
### 前に座るほどサクサク繋がるネットワーク



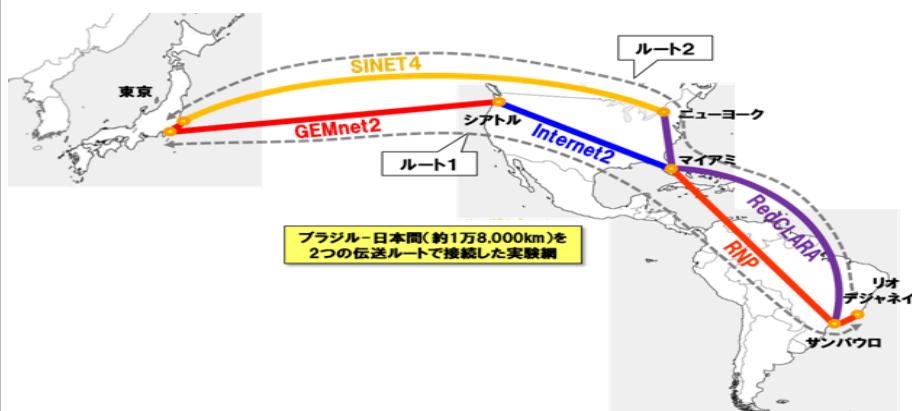
#### 前に座るほどさくさく繋がるネットワーク



Lagopusの役割  
■ APの識別(VLAN)  
■ VID毎にQoS制御



## 応用例— ブラジル-日本間（約1万8,000km）の映像伝送実験



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

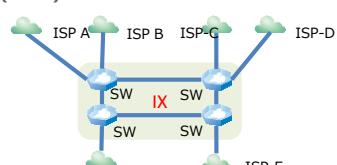
10

## 応用例：2015年Interop showcase(SDN-IX)



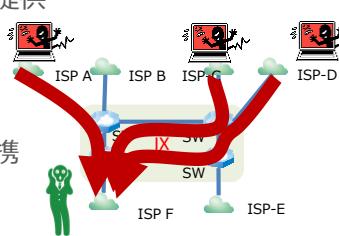
### ● IX (Internet eXchange)

- インターネットサービス・プロバイダ (ISP) 間のL2での接続ポイント
  - ISP間のパブリックな接続・プライベート接続



### ● やりたいことや困っていること

- 接続設定の自動化とポータル化、API提供
- DDoS トラヒックを削減・止めたい
  - リンク帯域を食い尽くすこと
  - 入り口でDDoSトラヒックをdrop
  - 外部のDPI装置やFlowSpecとの連携



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

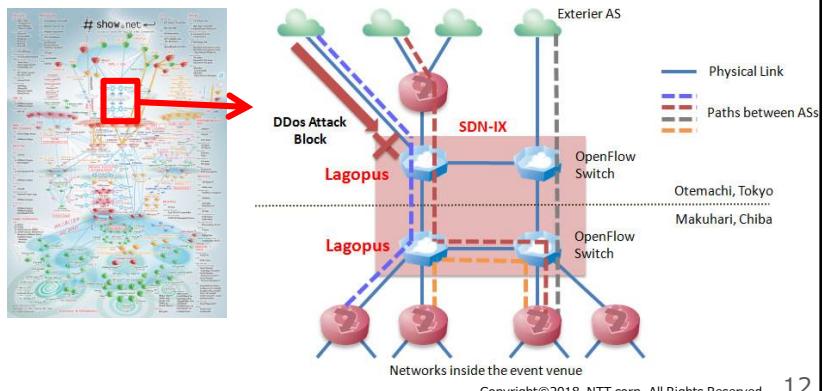
11

## 応用例：2015年Interop showcase(SDN-IX)



### ● 2台のLagopusを設置@大手町と幕張

- 利用了Intel Xeonサーバ  
● 2 x Xeon E5 (Sandy-bridge) 8core CPU  
● 6 x 10GbE NIC



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

12

## 応用例：2015年Interop showcase(SDN-IX)

### ShowNet Rack



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

13

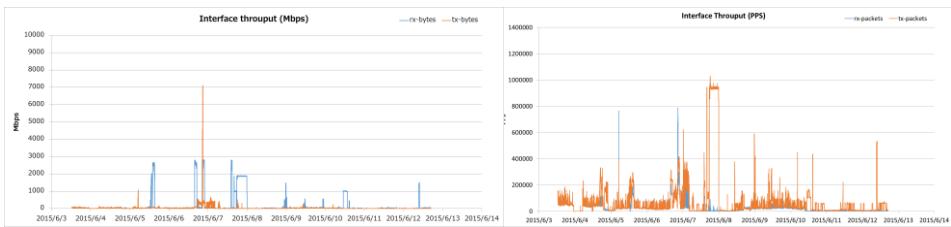


## Lagopus@幕張を通ったトラヒック



### ● 平均2Gbps throughput

- パケットドロップは発生なし
- ときたま10Gbpsのトラヒックにも耐えた
- Interop Tokyo会期中リブートなし & トラブルなし



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.



14

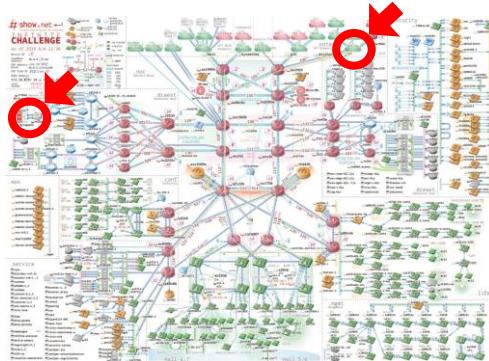


Hypervisor switch  
@ Interop Tokyo 2016 ShowNet



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

# Lagopus @ ShowNet 2016



引用: <https://www.facebook.com/interop.shownet>



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.



16

## VNF(VirNOS) + Lagopus + FPGA

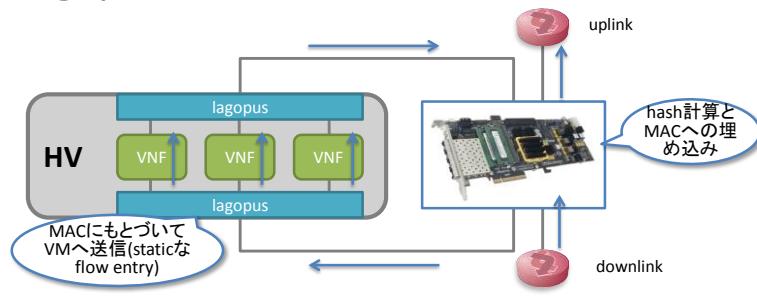


### - 処理はFPGA、転送はLagopus

#### - NetFPGA-SUME

- IPアドレスからハッシュを計算
- ハッシュ値にもとづいて転送先のVMの目印をSrc MACに書き込む(256種類)

#### - LagopusはSrc MAC値に応じてVMへ転送



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.



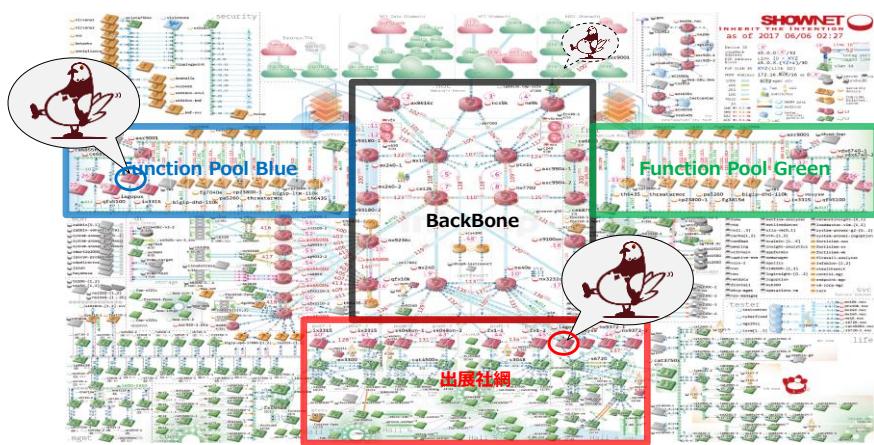
17

  
Multi-point GRE tunnel for network  
redundancy of service function  
chaining  
@ Interop Tokyo 2017 ShowNet



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

## ShowNet2017 トポロジ図

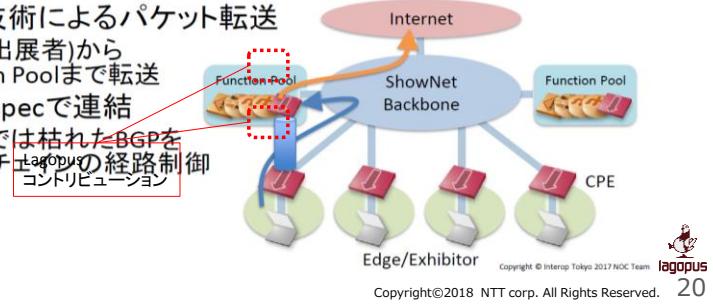


## ShowNet2017の概要



### ● Service Function Chaining with BGP Flowspec

- サービスチェインを前提としたバックボーン
  - より自由な網構築と柔軟なサービス適用の両立
  - エッジには何も置かず、ユーザはネットワークの向こうで好きなサービスを適用
  - バックボーンはシンプルで枯れたL3ネットワークで構築
- トンネル技術によるパケット転送
  - エッジ(出展者)から Function Poolまで転送
- BGP Flowspecで連結
  - Pool内では枯れたBGPを用いてlagopusの経路制御

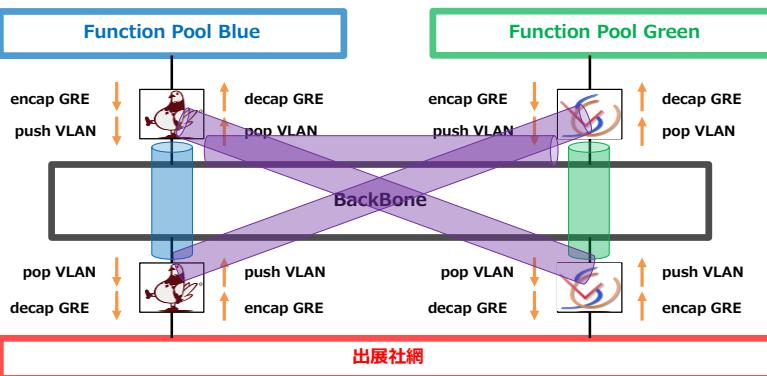


20

## Lagopusの動作



### ● vosyswとのマルチポイントGRE接続



21

Copyright © 2018 NTT corp. All Rights Reserved.



## Lagopusルータのご紹介



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

## Lagopusルータ



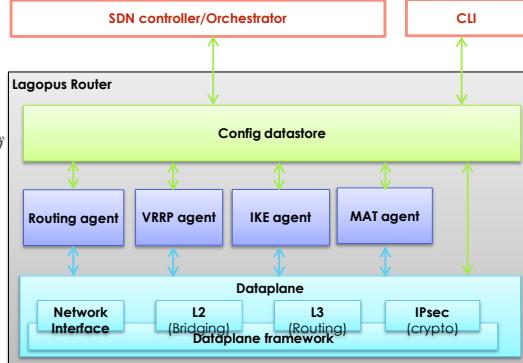
- モジュールアーキテクチャのソフトルータ
- 2017年7月からOSSとして公開
  - <https://github.com/lagopus/lagopus-router>
- 開発言語
  - C + golang
- データモデルに Openconfigを採用
- サポートプロトコル
  - L2: VLAN
  - L3: IPv4/v6, ICMP, VRF, VRRP
  - Tunneling: IP/IP, GRE, VxLAN, IPsec(IKE v1/v2, AES256/SHA-2)
  - Other: Match-Actions tables module (Like OF or P4)



# Lagopusルータ アーキテクチャ



- マイクロサービスを意識したモジュール構成



- Openconfigによるデータストア

- Pub/Subによるコンフィグ設定

- 外部のルーティングエージェントの活用

- APIの微修正によりDPと連携が可能

- パケット処理の生産性向上

- FastPath→C言語
- SlowPath→Go言語



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.



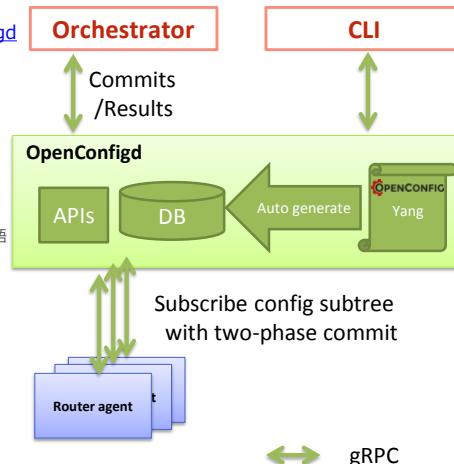
24

# Config DataStore



## Openconfigd

- <https://github.com/coreswitch/openconfigd>
- Openconfig
  - ネットワーク機器のデータモデルの共通化
    - ベンダ固有のAPIを排除
  - YANG※を採用
    - Netconfで使われているデータの記述言語
  - 様々なトランスポートの活用
    - gNMI, netconf, etc
- Pub/sub によるデータ取得
- API
  - gRPC
  - cli



※YANG: Yet Another Next Generation

Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.



25

# Lagopus開発におけるOSS化によるメリット・デメリット



## ● メリット

- 新技術・市場の普及
- 技術者育成の貢献
- コードのフィードバック
  - 開発者だけでは気づけないバグのレポート
  - コードの品質の向上
- 新機能・ユースケースの増加
- 開発者のモチベーション向上
- 周辺のエコシステムへの貢献
- プロダクトへの愛着心・こだわり

## ● デメリット

- 品質の良いコードの提供が求められる



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.



26

# Lagopus活動事例

● 2014	NV Symposium (Japan)
5/13	ODP Meetup (Sweden)
5/22	IPOP2014 (Japan)
5/30	NV&SDN World (UK)
6/6	Press release
6/11-13	Interop Tokyo 2014 (Japan)
6/19	PTI Japan
7/30	NWGN Symposium (Japan)
7/31	NV Day (Japan)
8/1	Open source release
8/4-6	OCS summer school (Japan)
8/9	Lagopus Hands-on (Taiwan)
8/10	Interop Tokyo (Japan)
8/18	DDPK Summit (USA)
8/19	Cloud & SDN Seminar (Japan)
8/20	Lagopus Day Yokohama (Japan)
10/3	CIAJ (Japan)
10/14	ICN Innovation forum (Japan)
10/22	SDN Open Source Congress (Germany)
10/31	Broadband World Forum (Netherlands)
11/15	SDN Japan (Japan)
11/17-19	SDN Day (USA)
11/17-14	SDN Taiwan & Lagopus Hands-on (Taiwan)
11/18	Internet Week 2014 (Japan)
11/21-22	Docomo Innovation Hub (Japan)
11/22	Okinawa OpenDays (Japan)
12/19	Lagopus Day Osaka (Japan)
12/22	Nikkei Electronics Magazine (Japan)
● 2015	Nikkei Communication Magazin (Japan)
2/19-20	NTT R&D Forum (Japan)
2/17-28	Open Source Conference (Japan)
3/2-6	APRICOT-APAN 2015 (Japan)
3/19-4/2	NV workshop (USA)
4/20-22	IPOP2015 (Japan)
4/23	Network programmability workshop #4 (Japan)
5/13	Open Source Conference (Japan)
5/13	NV workshop (Taiwan)
5/14-12	Lagopus hands-on (Taiwan)
6/14-18	Interop Tokyo 2015 (Japan)
6/24-26	ONS2015 (USA)
6/24	Wi-Fi 2015 (Japan)
6/25	SDN Day (Japan)
6/26	Trema day #7 (Japan)
6/27	Open Source Conference Kansai (Japan)
6/28	DDPK Summit (USA)
6/29-7/1	IDF2015 (USA)
6/29-7/20	NV symposium (Japan)
6/29-7/28	Network programmability workshop #6 (Japan)
6/30-10/2	EVSDE 2015 (Japan)
10/3	Open Source Conference Fukuoka (Japan)
10/18	Lagopus Day #7 (Japan)
11/18-20	SDN Day (Japan)
11/18-20	AUITEC2015 (Thailand)
12/14-18	沖縄OpenDays (Japan)



Lagopus Day Tokyo



Interop Tokyo



Hands-on in Taiwan



Open Source Conference



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

27



# Lagopus活動事例



- 2016  
2/28-25 Open Source Conference Tokyo (Japan)  
Release  
3/14 Lagopus Day #10 Fukuoka(Japan)  
3/23 O3 Symposium(Japan)  
5/31 NV Conference (Japan)  
6/8-10 Intel Network Builders End User Summit ([Spain](#))  
Interop Tokyo 2016(Japan)  
Open Source Conference Hokkaido (Japan)  
NCS 2016 (Japan)  
DPDK Summit ([USA](#))  
9/10-18 EICP Safety Conference (Japan)  
Internet Technology Exchange ([USA](#))  
9/25-28 VICTORIES Symposium (Japan)  
11/4-6 Open Tech Conference Tokyo (Japan)  
CEN/NFV Symposium ([Taiwan](#))  
11/24 Internet Week (Japan)  
11/30 Trema Day (Japan)  
12/9
- 2017  
2/16-17 NTT R&D Forum (Japan)  
NV conference (Japan)  
3/10-11 OpenSource Conference in Tokyo/Sprint (Japan)  
OpenSource Conference in Hokkaido (Japan)  
OpenTech Conference in Tokyo (Japan)  
4/3-15 NTT Techconference #2 in Tamachi (Japan)  
8/10 OpenSource Conference in Tokyo/Fall (Japan)  
9/9-10 OpenTech Conference in Makuhari (Japan)  
10/16-19 Ceatec Japan in Makuhari (Japan)  
11/14-15 DPDK Summit in North America ([USA](#))  
Internet Week 2017 BOF (Japan)
- 2018  
1/4-8 27 Open Source Conference in Osaka (Japan)  
1/4-8 24 NTT R&D Forum (Japan)  
2/23-24 OpenSource Conference in Tokyo/Sprint (Japan)



OpenSource Conference in Fukuoka 2017



OpenSource Conference in Kyoto 2017



DPDK Summit in North America 2017



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

28

# Reference



- プロジェクトページ
  - <https://lagopus.org>
- Github
  - OF1.3 Switch: <https://github.com/lagopus/lagopus>
  - Router : <https://github.com/lagopus/lagopus-router>
- Lagopus books
  - OF1.3 Switch: <http://www.lagopus.org/lagopus-book/en/html/>
  - Router : 作成中
- メーリングリスト
  - <https://lists.sourceforge.net/lists/listinfo/lagopus-devel>
- Slack
  - <https://lagopus-project-slack.herokuapp.com/>



Copyright©2018 NTT corp. All Rights Reserved.

29

## まとめ



- Lagopusスイッチ、ルータがOSSとして公開され、自由にご利用できます
- フィードバック、質問、など大歓迎です