

Cisco Service Provider Technology Webinar

# ShowNetで実現した SRv6の取り組み

Teppei Kamata, Systems Architect, Cisco Systems

2022年7月21日



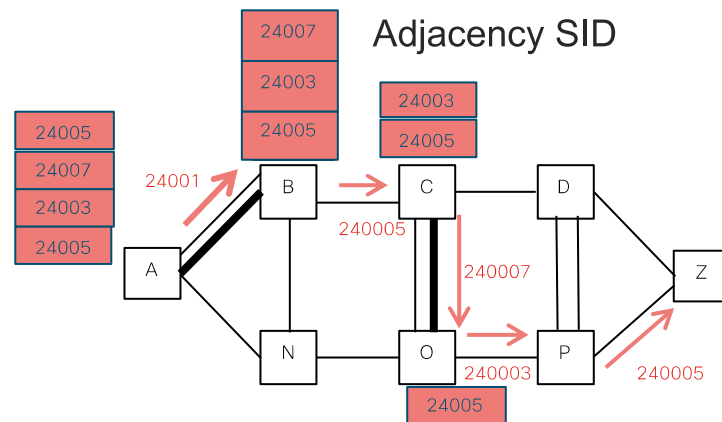
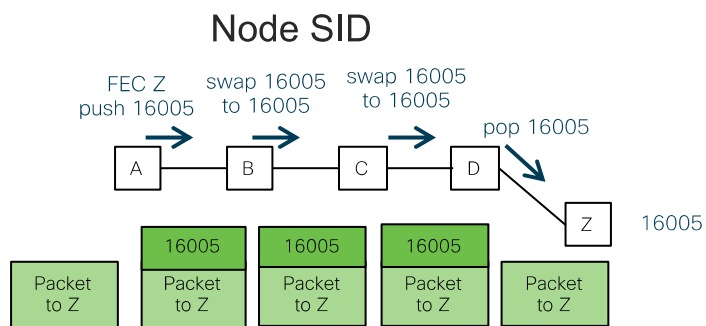


# Agenda

- Introduction:Segment Routing
- ShowNet と Segment Routing
- ShowNet2022で初めての相互接続  
SRv6 uSID
- Conclusion

# Segment Routingとは

- Segment Routingは、**分散型でのインテリジェンス**と**集中型での最適化**の最適なバランスを達成するために策定された新しいRoutingアーキテクチャ
- ネットワークを**Segment**で表現する新しいパケット転送方式を用いる
- ノードと隣接関係をSegmentとして、**パケットにState情報をもたせる**
- トラフィックエンジニアリングや、Fast-Reroute、サービスチェーンの実現など



# 2種類のデータプレーンをサポート

## Segment Routing

### MPLS

- ✓ 枯れているMPLSのHWを再利用
- ✓ 1 セグメント = 1 ラベル (20bit)
- ✓ セグメントリスト = ラベルスタック

### IPv6

- ✓ RFC8200のソースルーティング拡張ヘッダを再利用
- ✓ 1 セグメント = 1 アドレス (IPv6 128bit)
- ✓ セグメントリスト = SRHの中のIPv6アドレスリスト

# Segment format

Locator	Function	Argument
2001 : db8 : 1111 : 2222 :	3333 : 4444 :	5555 : 6666

- SRv6 SID は128ビットのIPv6アドレス表記
  - **Locator**: セグメントをペアレントノード\*へRouteするためのビット
  - **Function**: ペアレントノード\*において取られるActionを示すビット
  - **Argument** [optional]: 最後のビットはFunctionで参照される引数
- ビット長は可変
  - SIDのフォーマットはペアレントノードがローカルに規定
- SIDはペアレントノードにおいて明示的に有効にしないといけない
  - ローカルアドレスはデフォルトでSIDとして有効ではない
  - SIDはインタフェースに関連付けられている必要はない

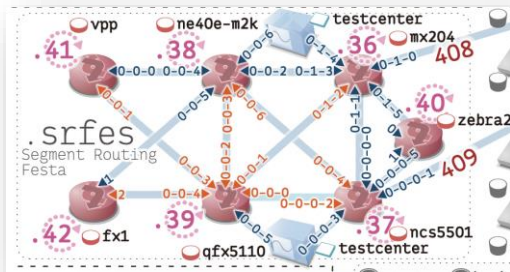
VLAN番号でもVRFでも  
次にどこに曲げるかでも  
好きな情報が書き込める！

# ShowNet & Segment Routing

# Segment Routing Interop 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 TI-LFA**

- 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
- 解算するノードでは要求を識別していないため、最良の経路(経路)を優先してしまふ
- リングトポロジではよくある例
- これを選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)

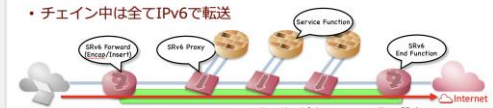
- SRv6 SIDをISISでSIDを広報できること
- T.Encap方式で疎通ができること
- T.Insert方式で疎通ができること
- VPNv6経路をSIDと紐づけて処理ができること

# 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



(図はよりトラフィックの場合)

### 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



### 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




### 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



### SHOWNET THE NEXT GENERATION





# かなりの苦労を経てなんとか動きました...

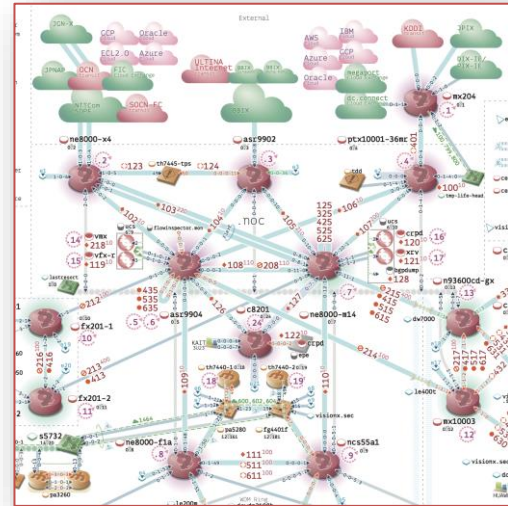
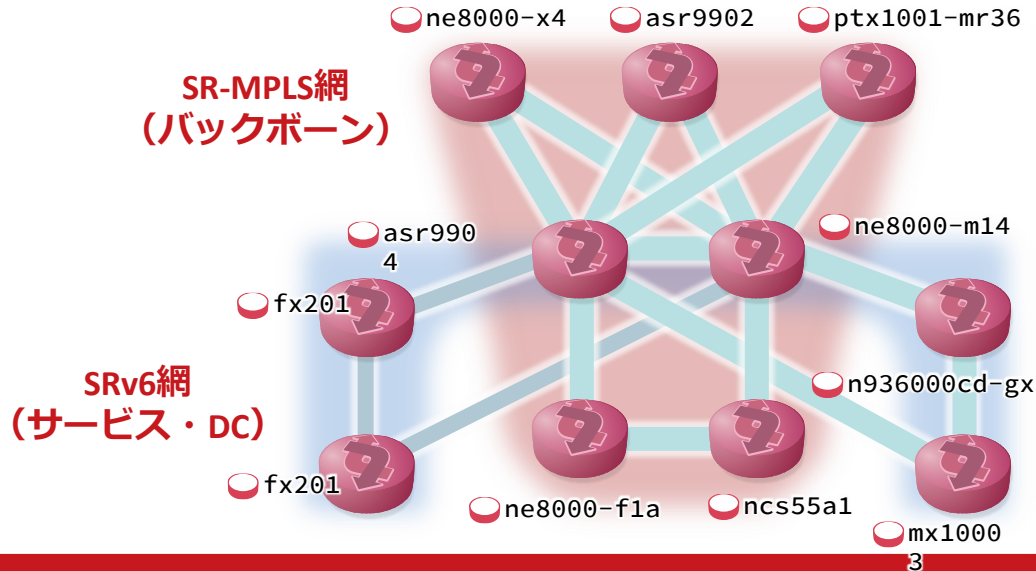
- 手動設定ながらなんとか冗長性を確保しつつ構築
  - 当時BGPベースの提案が出はじめた段階
    - 実際の機器への実装はまだだった
  - ShowNetの構築で多くの課題を確認
    - コミュニティへのフィードバック
    - draft-upa-srv6-service-chaining-exp
    - draft-eden-srv6-tagging-proxy



spring@IETF 106 Singapore  
ShowNetで得られたSRv6 Service Chainingに  
関する課題を共有

# 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



# 2021年Segment Routingはここまで動いた

- SR-MPLS: 相互接続環境でリッチな機能も動く
  - Flex AlgoやEgress Peer Engineering
  - L3VPNももちろん動いた with SR-MPLS/SRv6 interwork
  - 2021年4月で時点ではSRv6と比較するとだいぶ枯れている様子
- SRv6: Layer-3VPNは5機種で相互接続まで動いた
  - 2021年4月の段階でだいぶ大変ではありましたが...
  - これからこなれてくるはず



# 2022年Segment Routingはここまで動いた

- SRv6 L3VPNは4ベンダー9機種で相互接続しつつ動作
  - 1年でだいぶ動くようになりました！
  - Flex Algoをはじめとする付加的な機能も動きは始めている
  - もう少しでだいぶ枯れてくるかな？



# ShowNet2022で初の相互接続 SRv6 uSIDに対する取り組み

# uSID開発の背景

## SRv6: Simplicity at Hyper Scale

### Applicability Examples

Reachability



End-to-End

Scalability



Summarization

### Solution

#### SRv6 with Summarization and End-to-End Reachability

Prefix summarization (MPLSではできなかったこと)  
End-to-endでの reachabilityを担保できる広大なIPv6  
Address space  
さらなるScaleとMTUの最適化を目指してSRv6 Micro-  
Programs (uSIDs)

### Benefits

#### Simplicity at Hyper scale

Easily scale beyond 100K network nodes

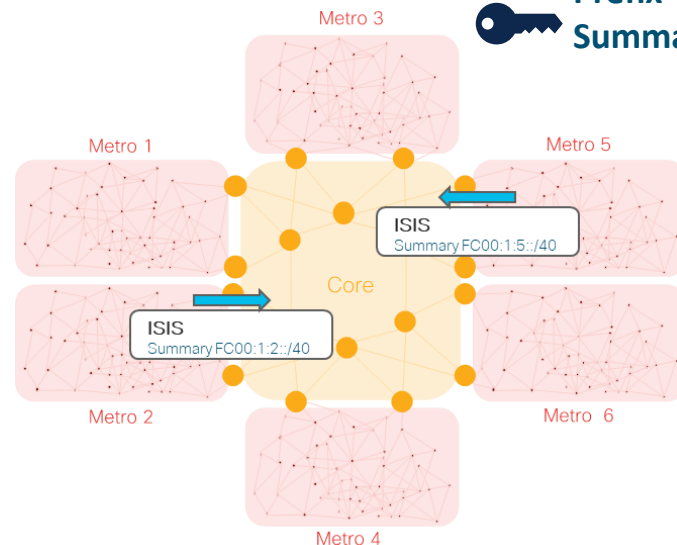
Simple

Scalable

NFV

5G  
Slicing

Prefix  
Summarization



- IP routing and summarizationの基本に立ち戻る
- No BGP inter-AS Option A/B/C






Interested? SRv6 Introduction on [segment-routing.net](https://segment-routing.net)

# uSID開発の背景

## SRv6 Micro-Program: Scale and MTU Efficiency

### Applicability Examples

<p><b>Optimized Transport</b></p>  <p>MTU Efficiency</p>	<p><b>5G Slicing</b></p>  <p>eMBB, mMTC, cMTC</p>	<p><b>Scalability</b></p>  <p>v6 Hyperscale</p>
---	--	--

### Solution

**SRv6 Micro-Segments (uSID)**

Ultra-Scale & MTU efficiency

New network instructions; **Shift & Forward**

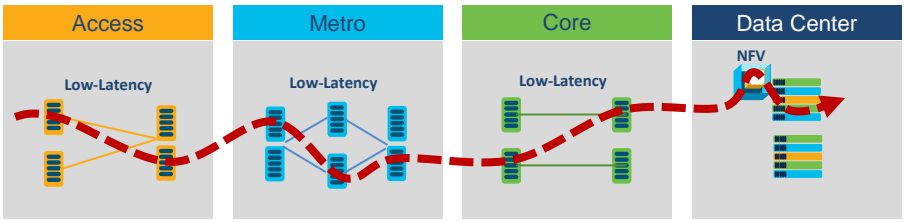
SRv6, Net Prog and IPv6

uSID can be:

Node (uN), Adjacency (uA), Service (uDT4)

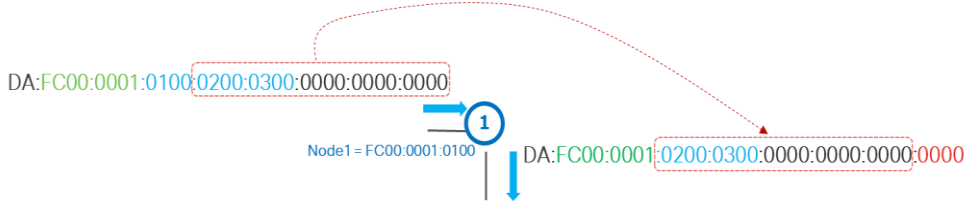
### Benefits

- Dataplane**
- Best MTU efficiency (up to 6 uSIDs without SRH)
  - Hyper-Scalable SR-TE (18 uSIDs with 40 bytes overhead)
  - IP summarization and longest match is **POWERFUL**
- Control Plane**
- Scalable number of globally unique uSIDs per domain
  - No new protocol extensions



### Shift & Forward

```
FIB Longest-Match → SELF → Pseudo-code:
Copy bits [48:127] into position [32:111]
Set bits at position [112:127] to 0
Lookup the updated DA and forward
```

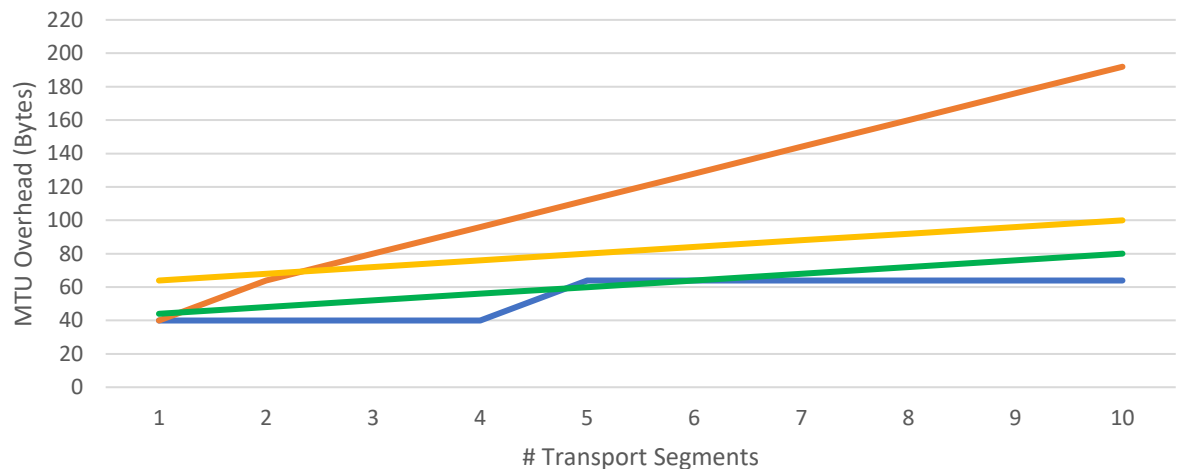




# uSID開発の背景

## SRv6 Micro-Program: Mathematically Proven

MTU Overhead Comparison



— SRv6 uSID — SRv6 uncompressed — IPv4/VxLAN over MPLS — IPv6/VxLAN over MPLS

Example:  
10セグメントのSRポリシーの場合、  
uSIDのMTU効率は、圧縮されていないSRv6  
SIDと比較して128Bytesほど改善されます

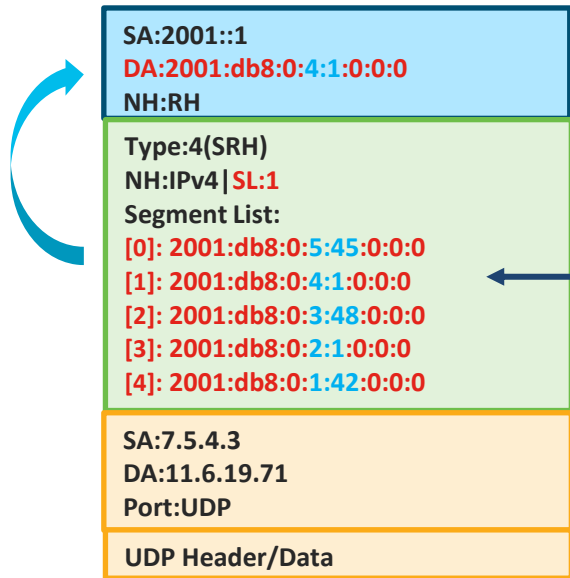
### Why this is important

オーバーヘッドのサイズが大きくなると、パケットの有効ペイロードと顧客ペイロードの比率が減少します

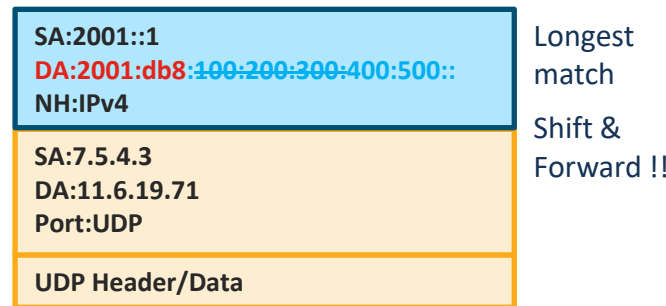
- オーバーヘッドがあると、ネットワーク上の帯域が無駄になる

# SRv6 Micro Segments

## SRv6 Encapsulation

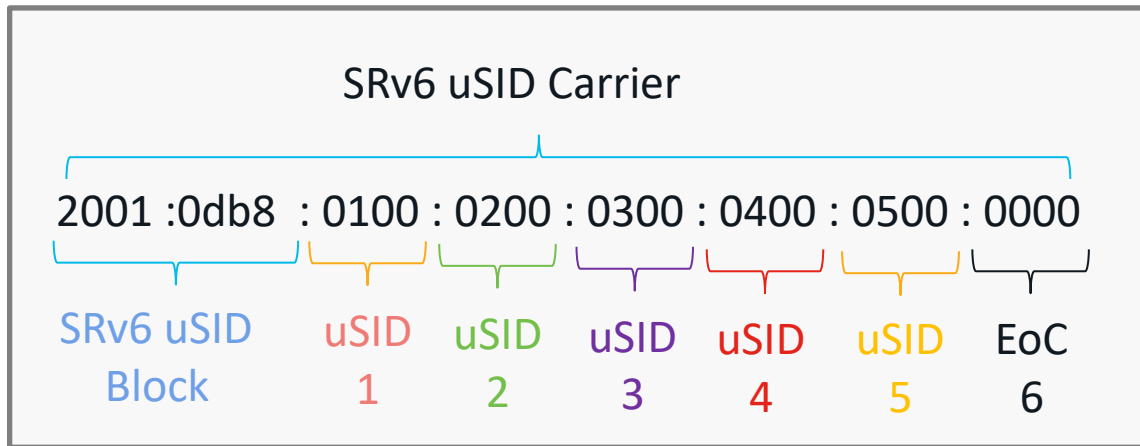


## SRv6 uSID Encapsulation



SID = [Locator + Function (+ Args)]

## SRv6 uSID Carrier

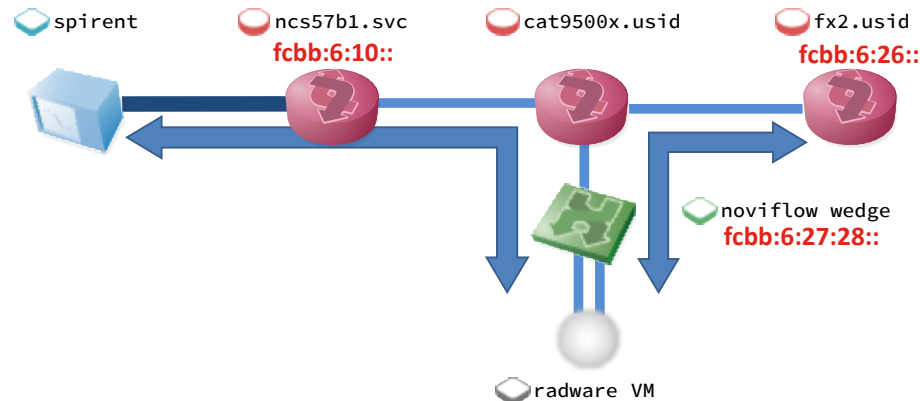


# ShowNet2022でのuSID相互接続

- 古河電気工業 / 古河ネットワークソリューション様、マクニカ様ご協力のもとSRv6 uSIDの相互接続試験を実施 (公式イベントでは世界初)
- NCS57b1とFX2間でMicro segmentのSIDをISIS/BGPにて広告、疎通を確認
- また、ExplicitにService programmingすることでNoviflow社のSWを通してuSIDを用いたService chaining Function (End.SC)の接続、疎通を確認
- 対応したInternet Draft  
draft-filsfils-spring-net-pgm-extension-srv6-usid

```
RP/0/RP0/CPU0:ncs57b1.svc#show segment-routing srv6 sid
(snip)
*** Locator: 'usid' ***
```

SID	Behavior	Context
fcbb:6:10::	uN (PSP/USD)	'default':1
fcbb:6:10:e000::	uDT4	'srv6-usid'
fcbb:6:10:e001::	uA (PSP/USD)	[FH0/0/0/28.35, Link-Local]:0



# まとめ

# まとめ

- これまでのShowNetでのSegment Routingについての様々な取り組み
  - VPNをはじめとしたメジャーなFunction
  - FlexAlgoのような簡単TE
  - IPv6 single stackによる構築のお手軽さ
- CiscoはInterop Tokyo ShowNet2022においてもSRv6を始めとした先進的な技術の相互接続に挑戦
  - 特にSRv6 uSIDの相互接続試験については公式イベントでは世界初の実施
- 今後は単純なMPLSの置き換えにとどまらない、“SRv6だからできること”を実践



The bridge to possible

# Thank you



CISCO *Engage*

#CiscoEngage