



はじめでの

SRv6

秋山剛志  
(京都工芸繊維大学)

京都工芸繊維大学



- なお、検証結果は2023年8月時点のものです。ファームウェア等の違いにより結果が異なる場合がありますので注意してください





**所属：京都工芸繊維大学 高度技術支援センター  
第1技術系分析測定グループ長**

**普段の仕事：**

学内ネットワークやサーバの維持管理・導入支援

**研究テーマ：**

プログラミング学習・3Dプリンタを用いた教材  
情報教育・セキュリティ関連・Local5G

**資格：**

情報処理安全確保支援士

1級陸上特殊無線技士

ネットワークスペシャリスト

第2種電気工事士・情報通信工事担任者(AI・DD総合)

情報セキュリティ監査アソシエイト

中学校専修教諭免許(技術)、高等学校1種教諭免許(工業)



No.007632





# 本学のご紹介

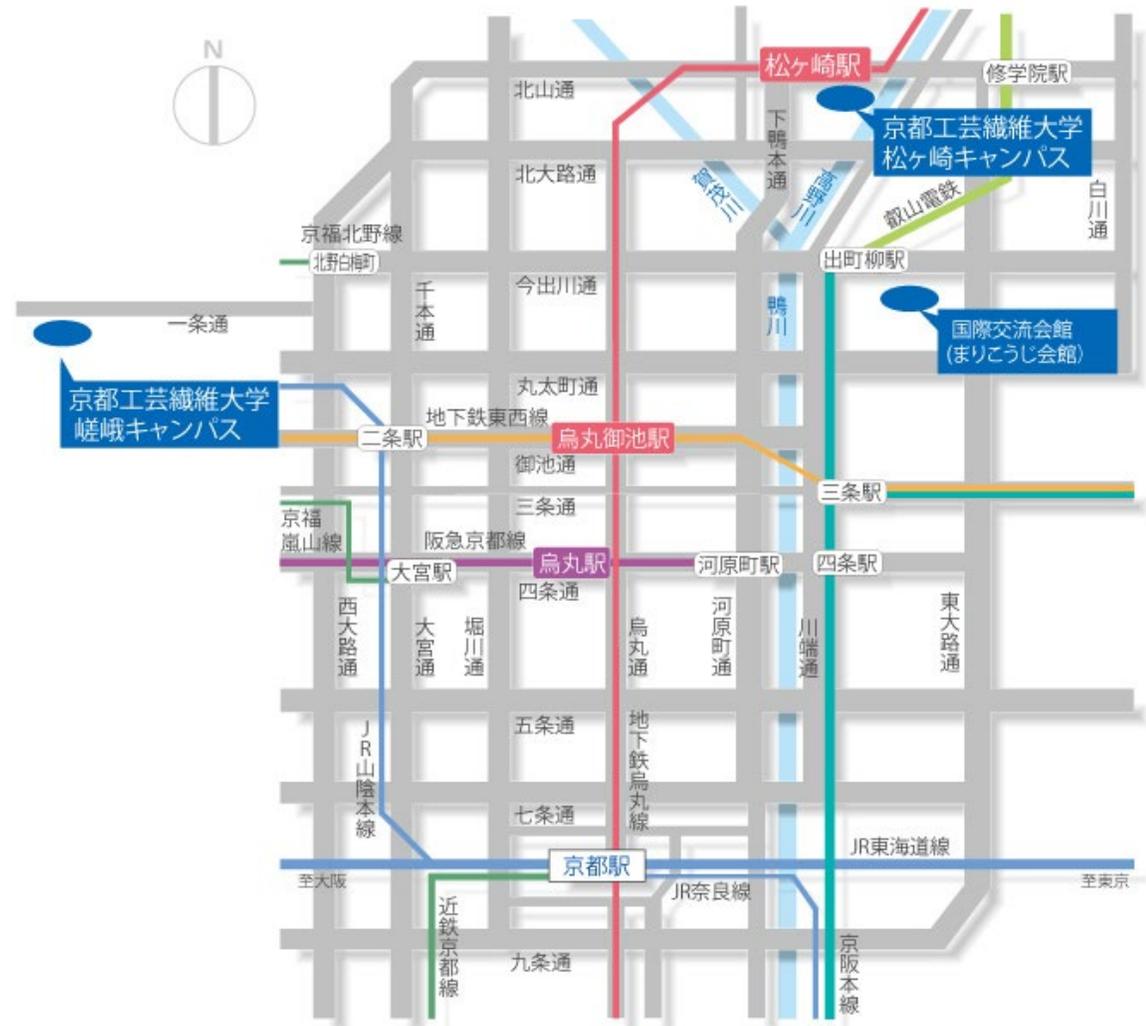




# 国立大学法人 京都工芸繊維大学

学部生:2,616名  
博士前期:1,149名  
博士後期:212名  
教職員数:308名

工学科学部・工学科学研究科の  
工学系単科大学



## ○キャンパス

- ・松ヶ崎キャンパス
- ・嵯峨キャンパス
- ・福知山キャンパス
- ・京丹後キャンパス
- ・綾部地域連携室





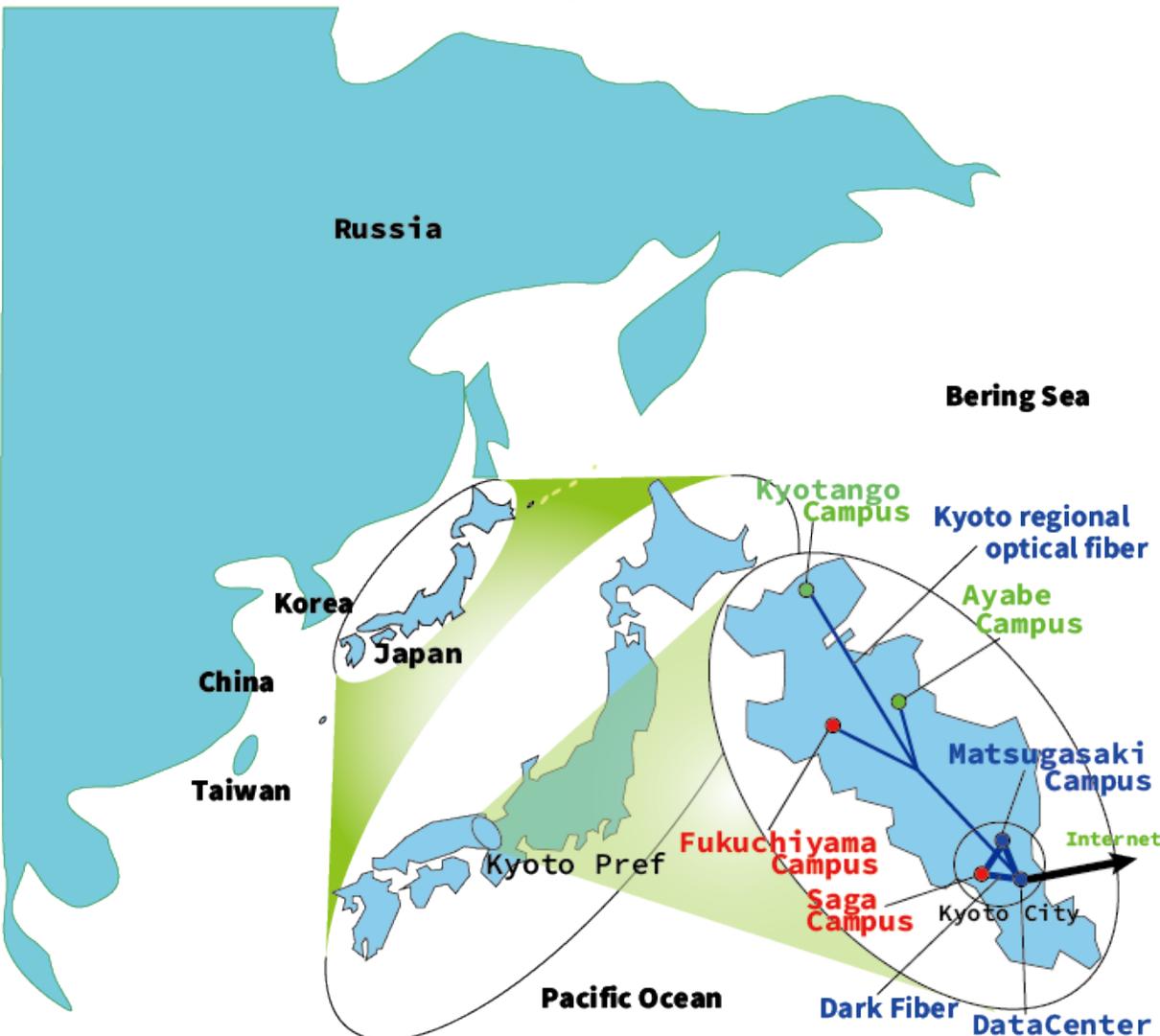
## ○キャンパス

- 松ヶ崎キャンパス
- 嵯峨キャンパス
- 福知山キャンパス
- 京丹後キャンパス
- 綾部地域連携室
- Kyoto Design Lab
- 東京ギャラリー
- チャンマイOffice





# 拠点間接続



- デジタル疎水
- Optage回線

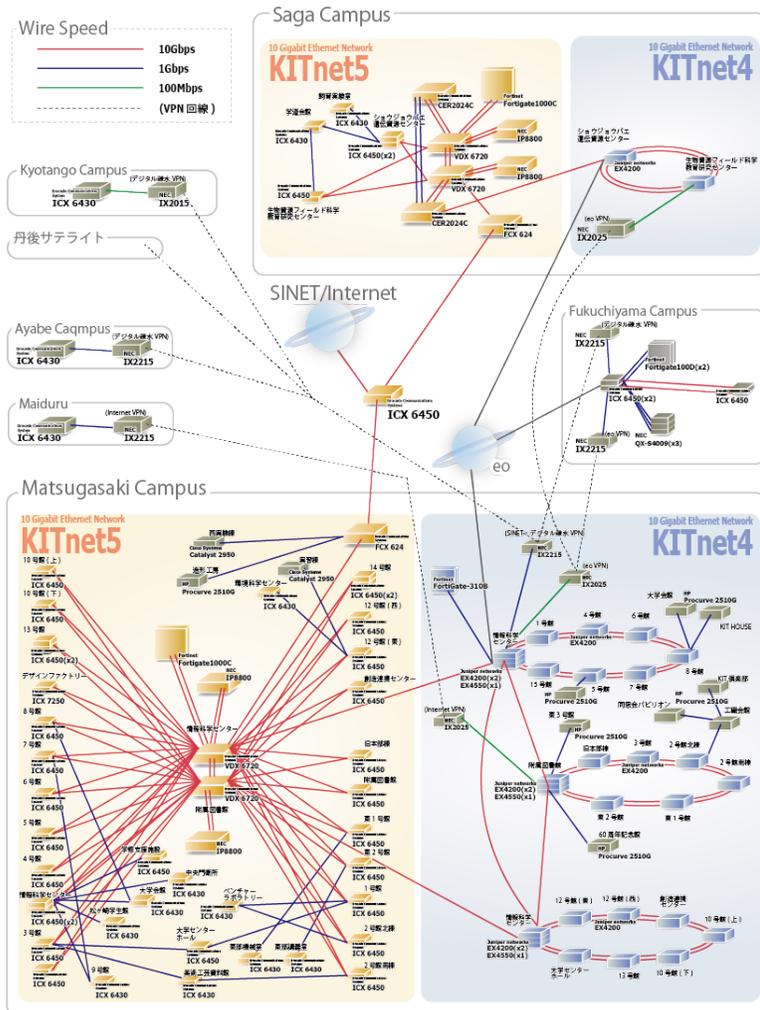
機器の老朽化

- 松ヶ崎Campus

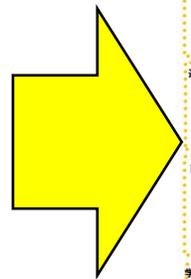
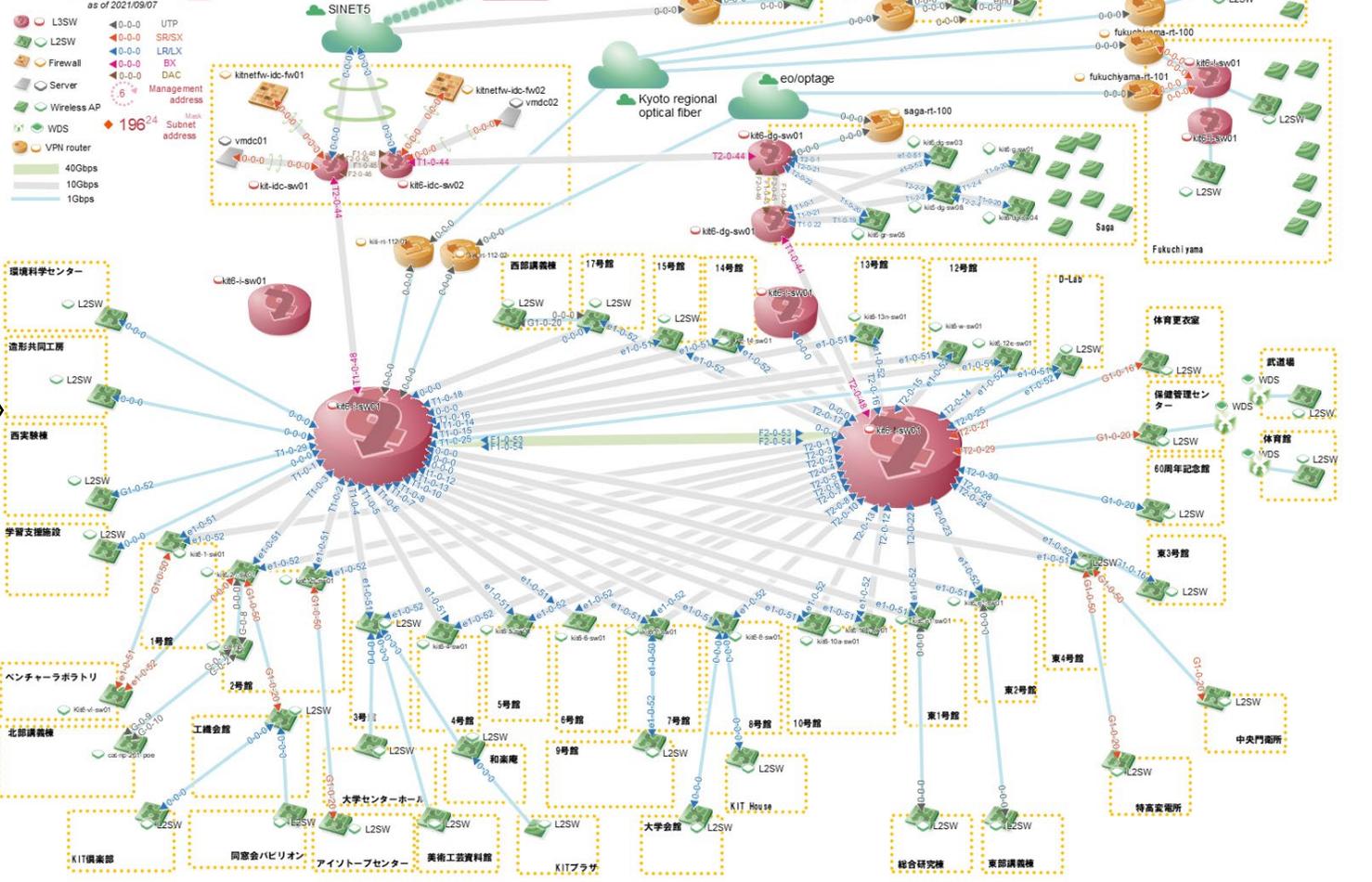
# ネットワークリプレース(2021)?

KITnet (京都工芸繊維大学情報ネットワーク) 幹線構成図

Last modified: 2018-08-08



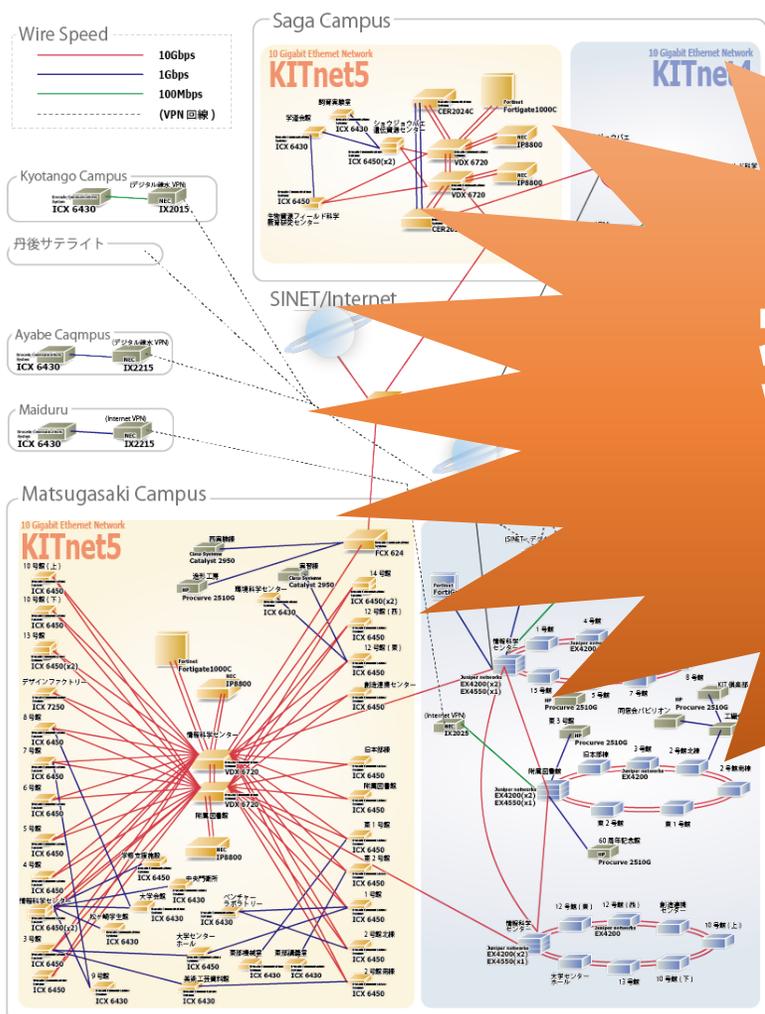
## KITNET6



# ネットワークリプレース(2021) ?

KITnet (京都工芸繊維大学情報ネットワーク) 幹線構成図

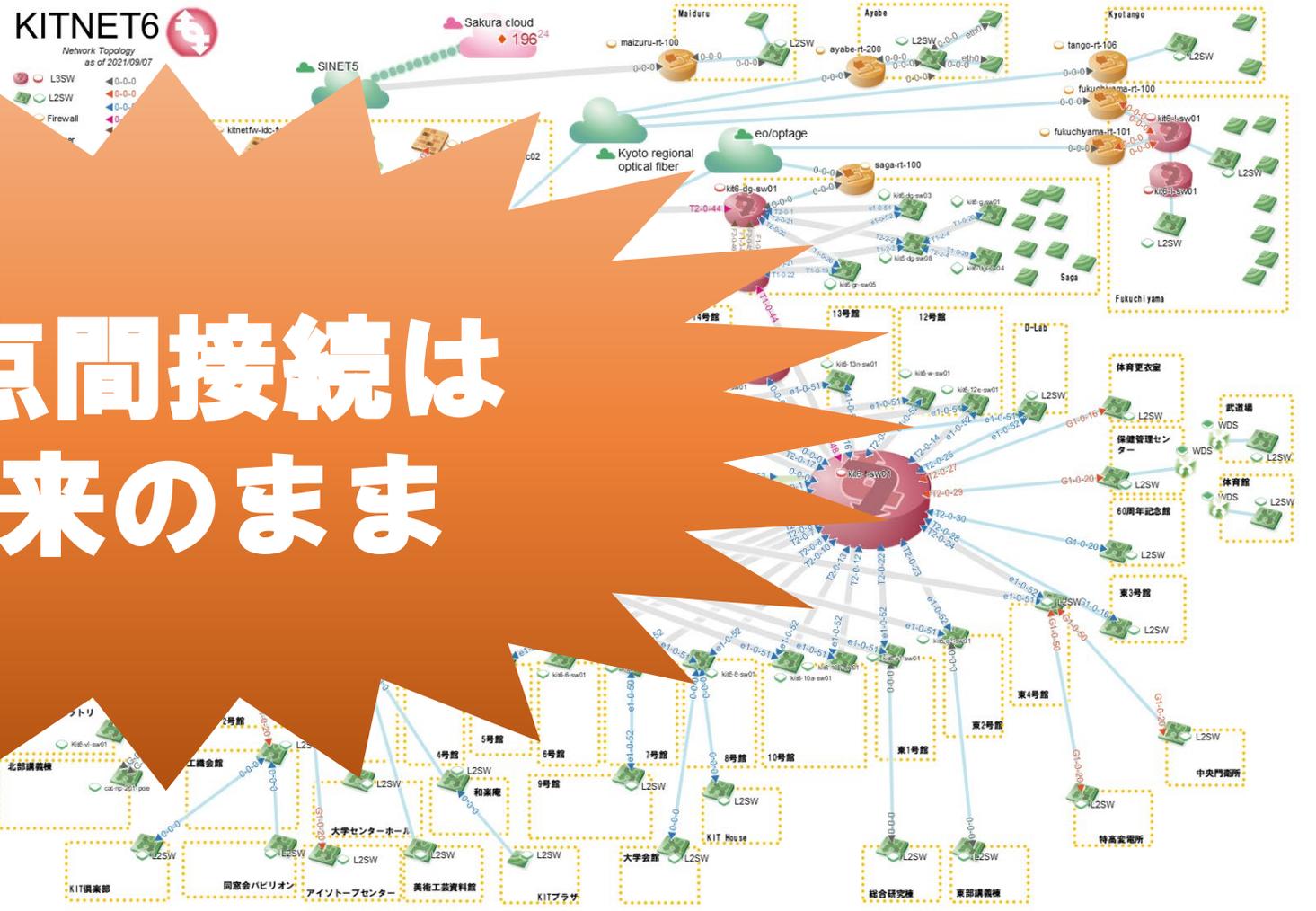
Last modified:  
2018-08-08



KITNET6

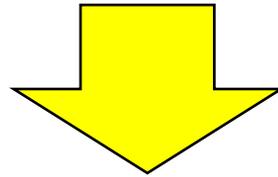
Network Topology  
as of 2021/09/07

拠点間接続は  
従来のまま





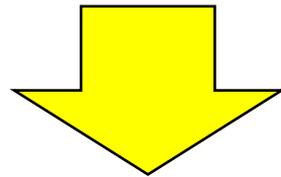
概算要求学内1位で出してくれた



次はどうしようかな・・・



最近はやり？のSRv6やってみるか？



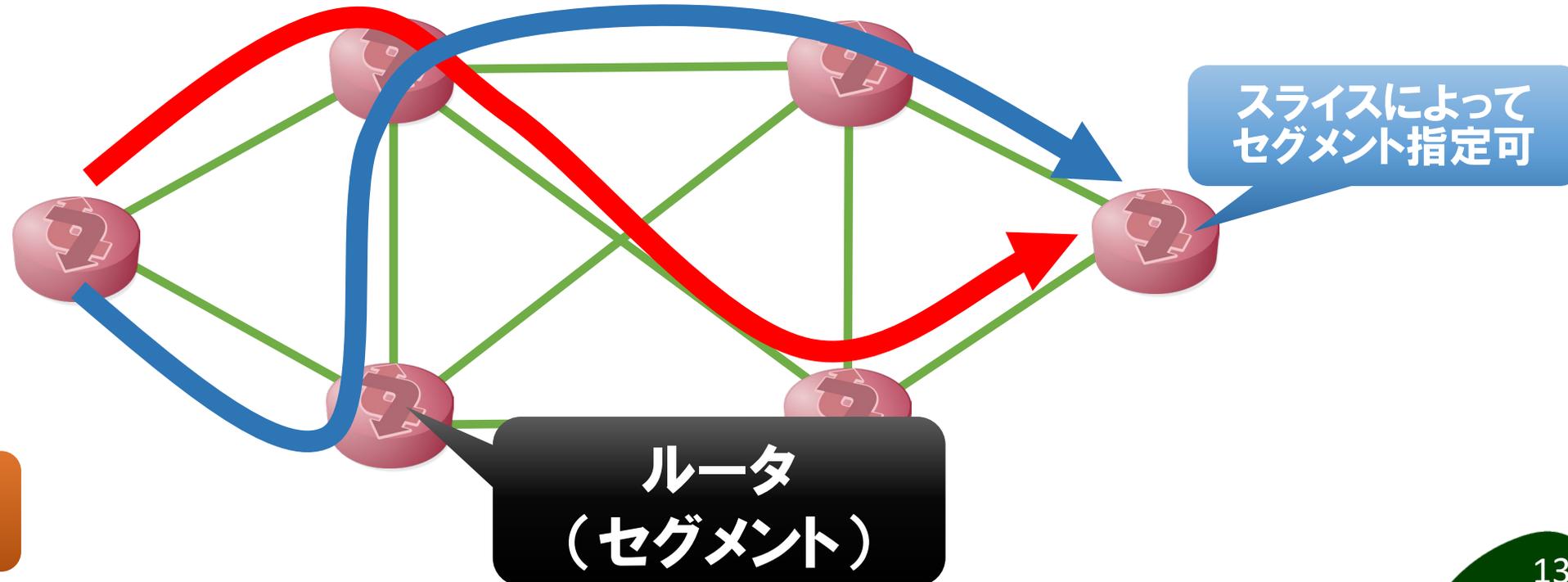
まずは検証環境作って試してみよう・・・

# SRv6ってなんなん？

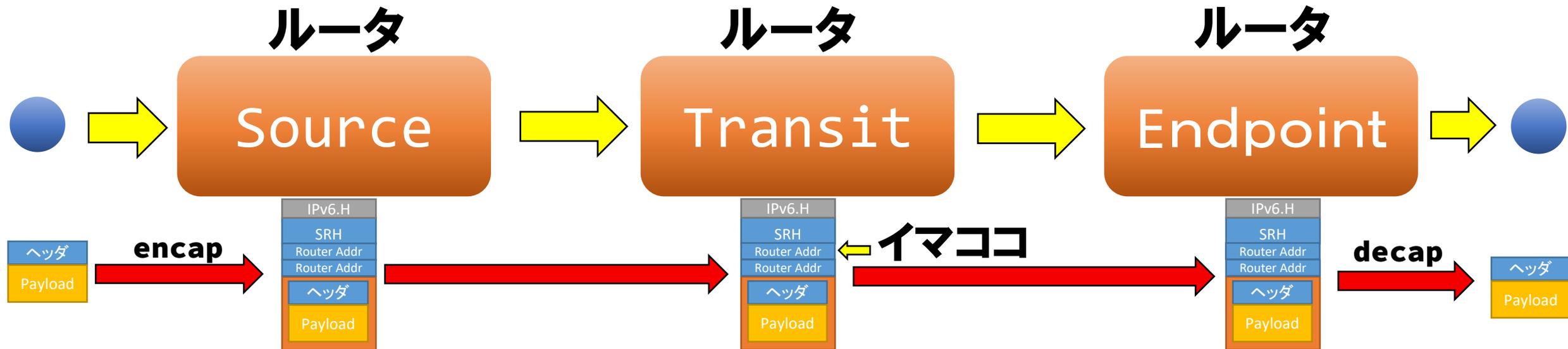
- ルーティングの1種
- サービスプロバイダのバックボーンに使われてる(らしい)
- IPv6ヘッダに通過したいセグメントのリストを追加(SRH)

IPヘッダ
SRヘッダ fe00:3001::3 fe00:3001::8 ...
Payload

通過するセグメントのリスト



# SRv6ってなんなん？



- サービス(L2VPN/L3VPN)ごとに**SID**(IPv6アドレス形式)を割り当て
- 途中のルータがSRv6非対応でもIPv6対応であれば転送可能
- ルータはSRHを見て、次の転送先を確認。。
- SRv6区間は、**encap**される = IP-VPN不要??



# SIDってなんなん？

- サービスごとに割振られたID
- IPv6アドレス形式(SRv6)
- Locator部分とFunction(+ARGの場合も)部分に分かれる
- Function部分は独自拡張が可能
- Locatorを32bit化したμSIDも登場



# Function ?

Function	
End	Endpoint
End.X	Endpoint with L3 cross-connect
End.DT2U	Endpoint with decapsulation and unicast MAC L2 table lookup (EVPN Bridging Unicast)
End.DT2M	Endpoint with decapsulation and L2 table flooding (EVPN Bridging Broadcast)
End.DT4	Endpoint with decapsulation and specific IPv4 table lookup (IPv4-L3VPN)
End.DX4	Endpoint with decapsulation and IPv4 cross-connect (IPv4-L2VPN-xconnect)



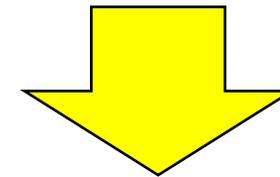
# SRv6やってみた！



# 想定



- 赤丸部分をSRv6化
- 回線はデジタル疎水  
+  
フレッツ光 or Optage



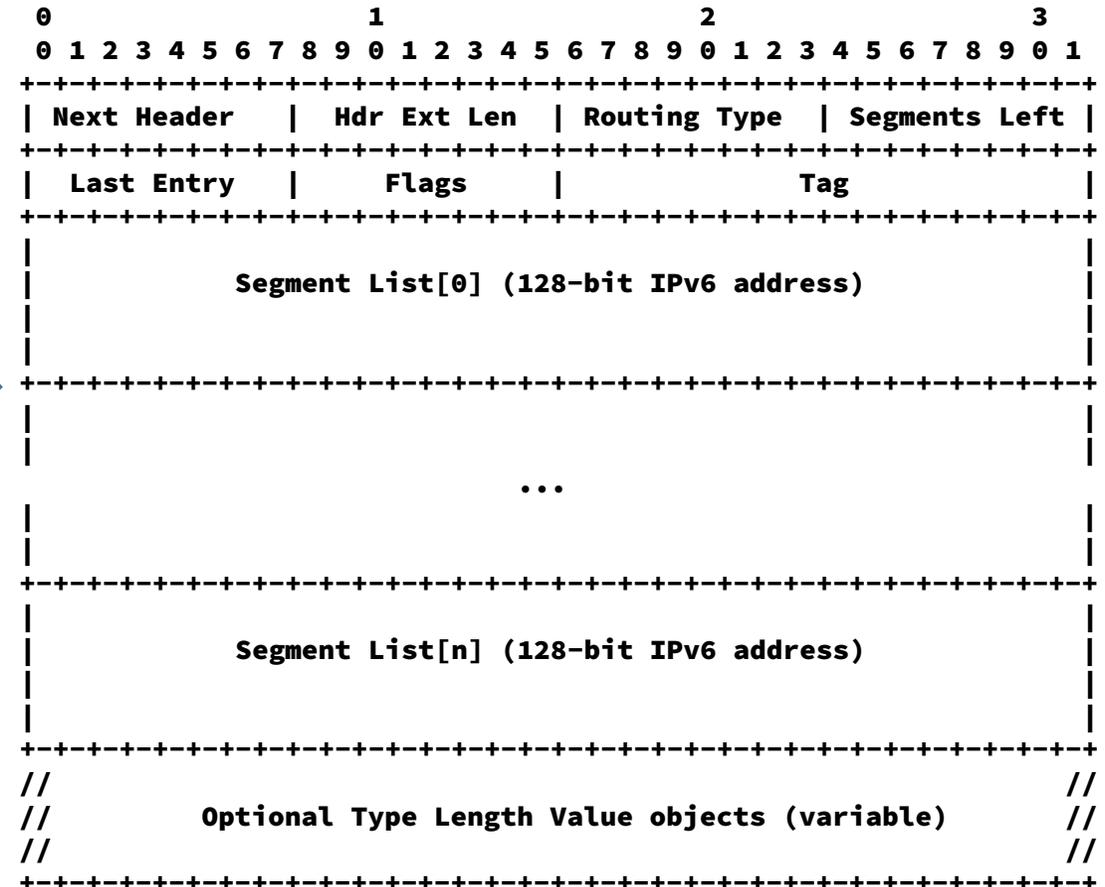
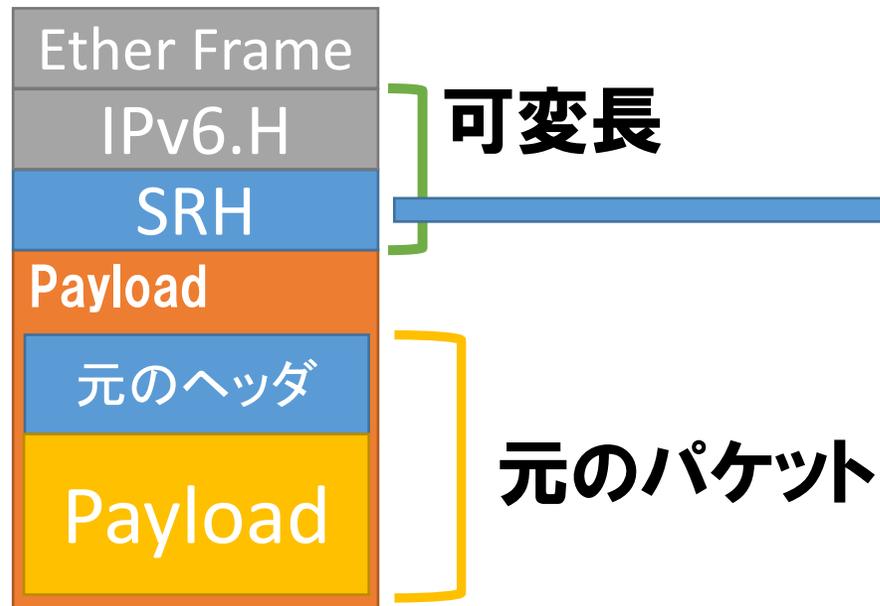
- MTU1500で変更できないかも・・・

# 検証の目的

- SRv6が動作するconfig作れる
- 異機種・異メーカー間でSRv6(L2VPN/L3VPN)が動作する
- MTU1500でもSRv6が動作する
- 障害発生時に、自動的に経路が切り替わり、通信を継続することができる
  - ちなみに現在は、回線は冗長化しているものの障害時の切り替えは手動でルータの設定を変更するもしくは端末のProxy設定を変更する(HTTP・HTTPSのみ)



# SRv6ってヘッダ大きくなるからMTUデカくないと？





# ざっと設定の概要

- ルータ間はIPv6でアドレス自動生成
- ループバックIFにIPv6アドレスを付与
- ルータ間はISISでneighborをはる
- SRv6のロケータを設定し、SIDを生成  
(今回はL2VPN/L3VPNのSID生成)
  - End.DT2U/End.DT2M・End.DT4のFunction
- SRv6トンネルをISIS上で生成
  - End/End.XのFunction
- SIDをBGP広報

L2VPN(サービス)  
route target  
SRv6 LocatorでSID生成

L3VPN(サービス)  
route target  
SRv6 LocatorでSID生成

BGP ASXXXXX  
L2VPN  
neighbor  
SID広報  
L3VPN  
neighbor  
SID広報

loopback  
IPv6 address

isis  
SRv6 LocatorでSID生成

SRv6  
Locatorの設定



# 使った機材

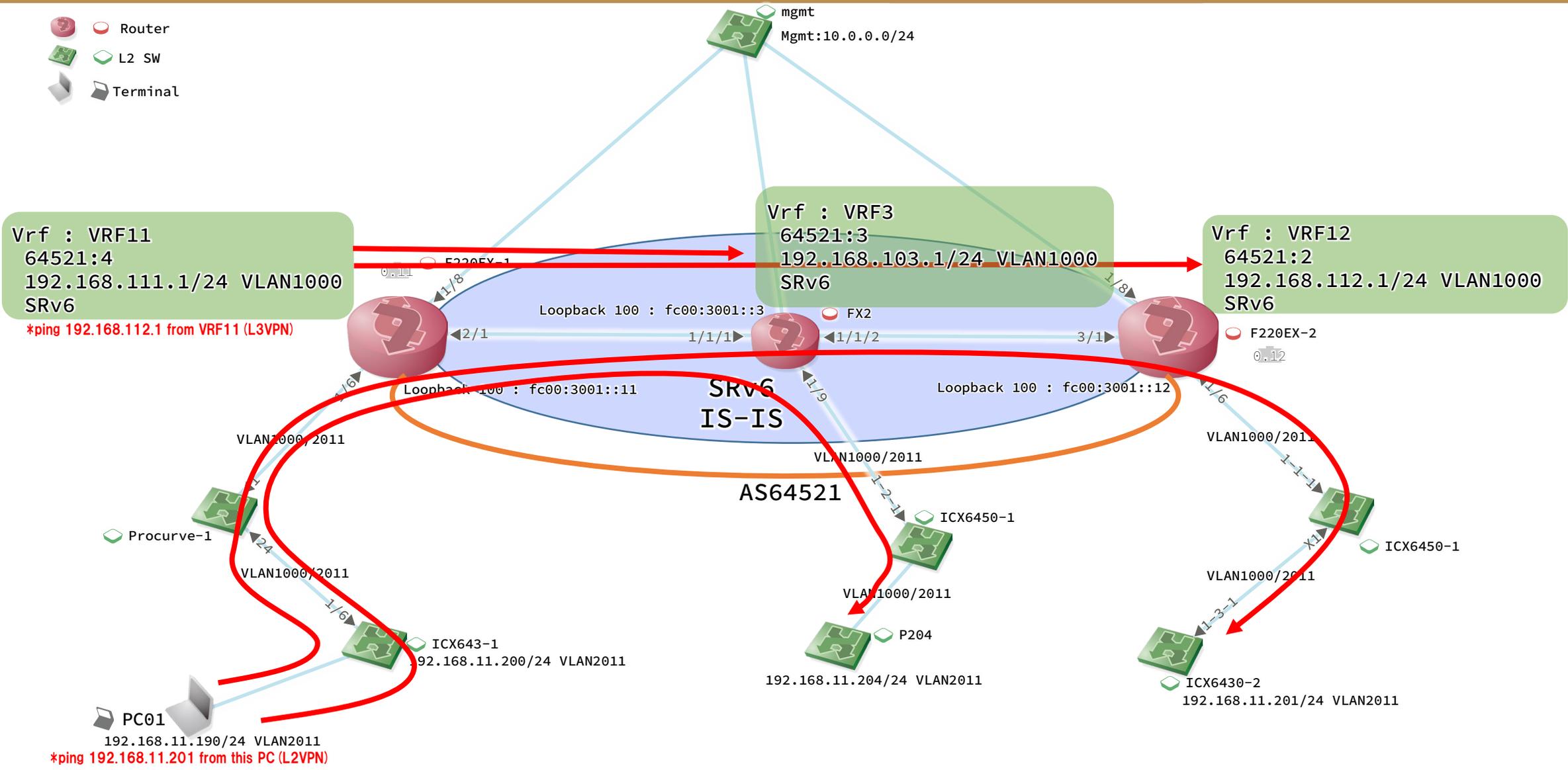
- C社サービスプロバイダ向けルータ(NC)
- F社拠点向けルータ(F1)
- F社サービスプロバイダ向けルータ(F2)
- L2スイッチ(J社・B社)
- 動作確認用PC

**異メーカー間でL2VPN/L3VPN over SRv6試す**





-  Router
-  L2 SW
-  Terminal



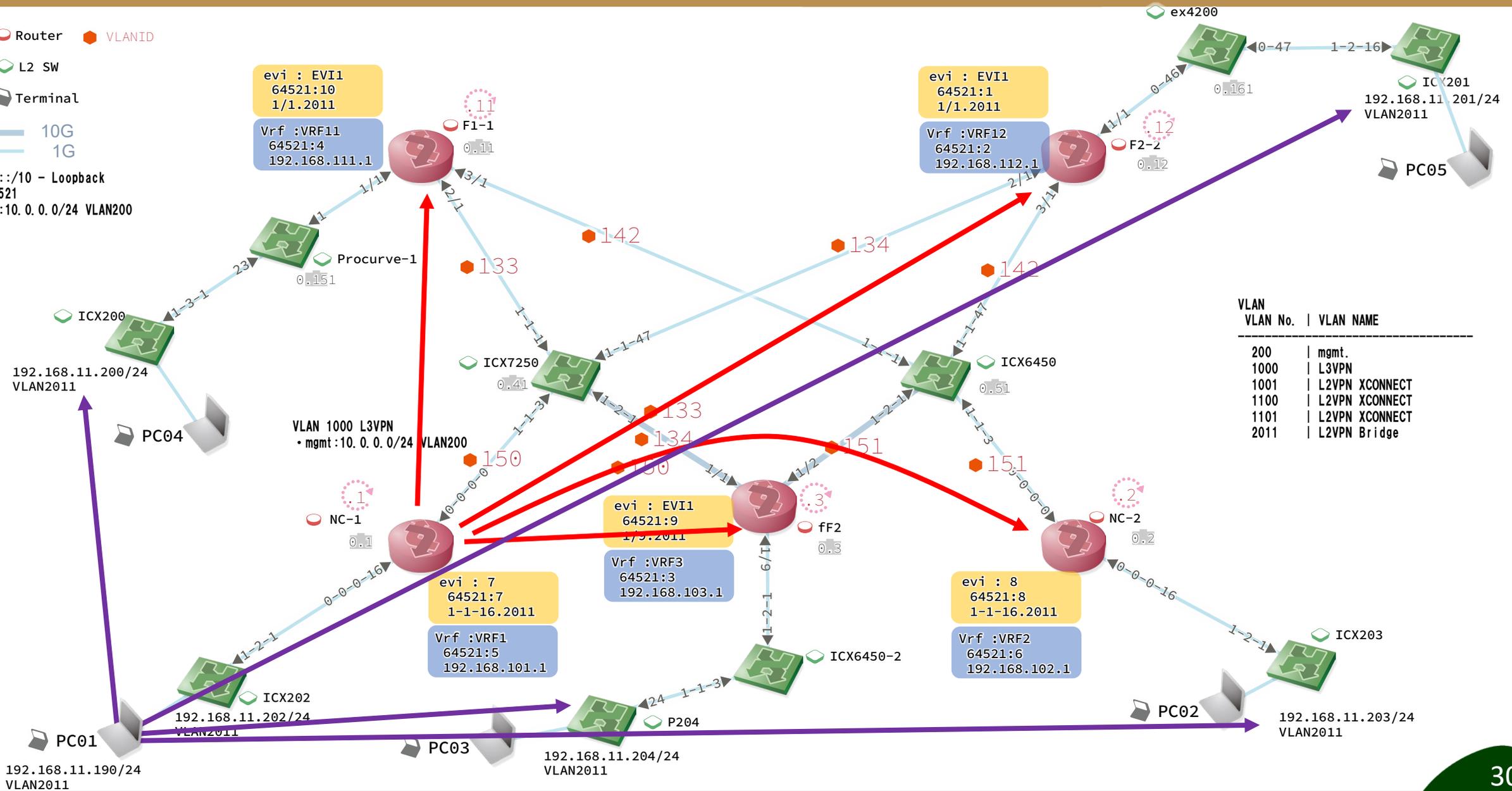
Router VLANID

L2 SW

Terminal

10G  
1G

• fc00::/10 - Loopback  
• AS64521  
• mgmt:10.0.0.0/24 VLAN200



fx2-1#sh segment-routing srv6 sid

SID	Function	Context	Owner	State
fc00:ff01:3:0:1::	End (PSP)		NSM	InUse
<u>fc00:ff01:3:0:40::</u>	<u>End.DT2U</u>	<u>'EVI1':[bridge-group2011]</u>	BGP	InUse
fc00:ff01:3:0:41::	End.DT2M	'EVI1':[bridge-group2011]	BGP	InUse
fc00:ff01:3:0:42::	End.DT2U	'EVI1':[bridge-group2011]	BGP	InUse
fc00:ff01:3:0:4b::	End.DT4	'VRF3'	BGP	InUse
<u>fc00:ff01:3:0:4e::</u>	<u>End.X (PSP)</u>	<u>[Port-channel 133, Link-Local]</u>	IS-IS	InUse
fc00:ff01:3:0:4f::	End.X (PSP)	[Port-channel 150, Link-Local]	IS-IS	InUse
fc00:ff01:3:0:50::	End.X (PSP)	[Port-channel 134, Link-Local]	IS-IS	InUse
fc00:ff01:3:0:51::	End.X (PSP)	[Port-channel 144, Link-Local]	IS-IS	InUse



RP/0/RP0/CPU0:ncs540-1# show bgp vpnv4 unicast received-sids wide

BGP router identifier 10.0.0.1, local AS number 64521

Network	Next Hop	Received Sid
Route Distinguisher: 64521:2		
*>i192.168.112.0/24	fc00:3001::12	fc00:ff01:12:0:47::
Route Distinguisher: 64521:3		
*>i192.168.103.0/24	fc00:3001::3	fc00:ff01:3:0:4b::
Route Distinguisher: 64521:4		
*>i192.168.111.0/24	fc00:3001::11	fc00:ff01:11:0:47::
Route Distinguisher: 64521:5 (default for vrf VRF1)		
*> 192.168.101.0/24	0.0.0.0	NO SRv6 Sid
*>i192.168.102.0/24	fc00:3001::2	fc00:ff01:2:0:41::
*>i192.168.103.0/24	fc00:3001::3	fc00:ff01:3:0:4b::
*>i192.168.111.0/24	fc00:3001::11	fc00:ff01:11:0:47::
*>i192.168.112.0/24	fc00:3001::12	fc00:ff01:12:0:47::
Route Distinguisher: 64521:6		
*>i192.168.102.0/24	fc00:3001::2	fc00:ff01:2:0:41::

Processed 9 prefixes, 9 paths

ping\_SRH\_f220\_1\_f220\_2\_08161340.pcapng

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 移動(G) キャプチャ(C) 分析(A) 統計(S) 電話(y) 無線(W) ツール(T) ヘルプ(H)

表示フィルタ ... <Ctrl-/> を適用

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
80	6.245555	Furukawa_4c:b2:14	DEC-MAP-(or-OSI?)-I...	ISIS H...	1514	P2P HELLO, System-ID: 0000.0000.0012
81	6.628784	Furukawa_f0:6b:cc	DEC-MAP-(or-OSI?)-I...	ISIS H...	1514	P2P HELLO, System-ID: 0000.0000.0003
82	6.632387	192.168.112.1	192.168.111.1	ICMP	194	Echo (ping) request id 0x1d8a, seq=2/512, ttl=255 (no response found!)
83	6.710276	Furukawa_f0:6b:cc	DEC-MAP-(or-OSI?)-I...	ISIS H...	1514	
84	6.710276	Furukawa_f0:6b:cc	DEC-MAP-(or-OSI?)-I...	ISIS H...	1514	
85	6.757368	BrocadeC_d3:0e:b1	Spanning-tree-(for-...	STP	60	Cost = 0 Port = 0x8041
86	6.857211	BrocadeC_d3:0e:b1	Spanning-tree-(for-...	STP	60	Cost = 0 Port = 0x8041

SRH

> Frame 82: 194 bytes on wire (1552 bits), 194 bytes captured (1552 bits) on interface 0

- Ethernet II, Src: Furukawa\_4c:b2:14 (00:80:bd:4c:b2:14), Dst: Furukawa\_f0:6b:cc (00:80:bd:f0:6b:cc)
  - Destination: Furukawa\_f0:6b:cc (00:80:bd:f0:6b:cc)
  - Source: Furukawa\_4c:b2:14 (00:80:bd:4c:b2:14)
  - Type: IPv6 (0x86dd)
- Internet Protocol Version 6, Src: fc00:3001::12, Dst: fc00:ff01:3:0:45::0110
  - Version: 6
  - Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  - Flow Label: 0x000000
  - Payload Length: 140
  - Next Header: Routing Header for IPv6 (43)
  - Hop Limit: 255
  - Source Address: fc00:3001::12
  - Destination Address: fc00:ff01:3:0:45::
- Routing Header for IPv6 (Segment Routing)
  - Next Header: IPIP (4)
  - Length: 4
  - [Length: 40 bytes]
  - Type: Segment Routing (4)
  - Segments Left: 1
  - Last Entry: 1
  - Flags: 0x00
  - Tag: 0000
  - Address[0]: fc00:ff01:11:0:47::
  - Address[1]: fc00:ff01:3:0:45::
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.112.1, Dst: 192.168.111.1
  - Version: 4
  - Header Length: 20 bytes (5)
  - Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  - Total Length: 100
  - Identification: 0x5252 (21074)
  - Flags: 0x0
  - Fragment Offset: 0
  - Time to Live: 255
  - Protocol: ICMP (1)
  - Header Checksum: 0x08f3 [validation disabled]
  - [Header checksum status: Unverified]
  - Source Address: 192.168.112.1

```

0000 00 80 bd f0 6b cc 00 80 bd 4c b2 14 86 dd 60 00  ...k...L...
0010 00 00 00 8c 2b ff fc 00 30 01 00 00 00 00 00  ...+...0...
0020 00 00 00 00 00 12 fc 00 ff 01 00 03 00 00 45  ...E...
0030 00 00 00 00 00 04 04 04 01 01 00 00 00 fc 00  ...G...
0040 ff 01 00 11 00 00 00 47 00 00 00 00 00 fc 00  ...G...
0050 ff 01 00 03 00 00 00 45 00 00 00 00 00 45 00  ...E...E...
0060 00 64 52 52 00 00 ff 01 08 f3 c0 a8 70 01 c0 a8  ...dRR...p...
0070 6f 01 08 00 70 fe 1d 8a 00 02 70 00 00 00 f5 74  o...p...p...t
0080 04 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ...
0090 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ...
00a0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ...
00b0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  ...
00c0 00 00
    
```

パケット数: 104 · 表示: 104 (100.0%) | プロファイル: Default



# 結果発表！！



# 当日のお楽しみ



# マルチホーミング！

- Ping・Web閲覧 OK
- 短時間で完了  
(pingで1～3回のTimeout)



## まとめ

- L2VPN/L3VPN over SRv6は一応できた
- 異メーカー間の接続は、まだまだ問題がある
- マルチホーミング可、MTUは微妙・・・



- ルータの**値段が高い**
- 異メーカー間の問題は仕方ないので、**今後に期待**
- ネットワークプログラミングとの相性がいい(SRHのおかげ)
- Flex-algoも使ってみたい

# ここで最大の問題が発覚！！

- ・ 検証ではちゃんと接続できた



- ・ 政府調達で入札案件に！
- ・ 業者さんに応札してもらわないといけない
- ・ そもそもSRv6の設定・メンテできる技術者少ない



- ・ 作業費が高額もしくは応札業者がない可能性も・・・



# みなさん、チャレンジしてみよう！ って思いました？

ご意見・ご質問等ありましたら・・・

tsuyoshi.akiyama@kit.ac.jp までお気軽に・・・



# ご清聴ありがとうございました

ご意見・ご質問等ありましたら・・・

tsuyoshi.akiyama@kit.ac.jp までお気軽に・・・



# 議論のポイント

- SRv6って、小規模NWでも使える？
- 自分のところのNWで使ってみたいですか？
- こんな機能があればいいのに？

ご意見・ご質問等ありましたら・・・

tsuyoshi.akiyama@kit.ac.jp までお気軽に・・・