

Nokia SR OSにおけるSR/SRv6 実装状況と今後の展望

NOKIA

鹿志村康生

yasuo.kashimura@nokia.com



次世代のTransportネットワークの要求事項

ハイスケールでの Traffic Engineering

- ・ オンデマンドなクラウドサービスのための粒度の細かいTraffic Engineering

IPv6 サポート

- ・ インフラ全体でのIPv6のサポート

5Gユースケースのサポート

- ・ eMBB, URLLC, mMTC サービスユースケースのサポート

コアネットワークでのState削減

- ・ エッジのみでPathのStateを管理

テクノロジーの確実さ

- ・ 複数の導入実績によってテクノロジーの確かさが証明されていること
- ・ 投資保護につながるテクノロジー

エンタープライズサービス

- ・ P2P, P2MP L2/L3 VPN サービス

SDNベースのコントロール

- ・ ネットワークワイドでのViewを持つSDNコントローラーでのPath Computeとコントロール

技術標準の成熟度

- ・ IETF等Standard Communityにおいて相互接続のための技術標準が固まっていること

クラウドユースケース

- ・ ダイナミックなマルチクラウド間の接続性のサポート

プロトコルのシンプル化

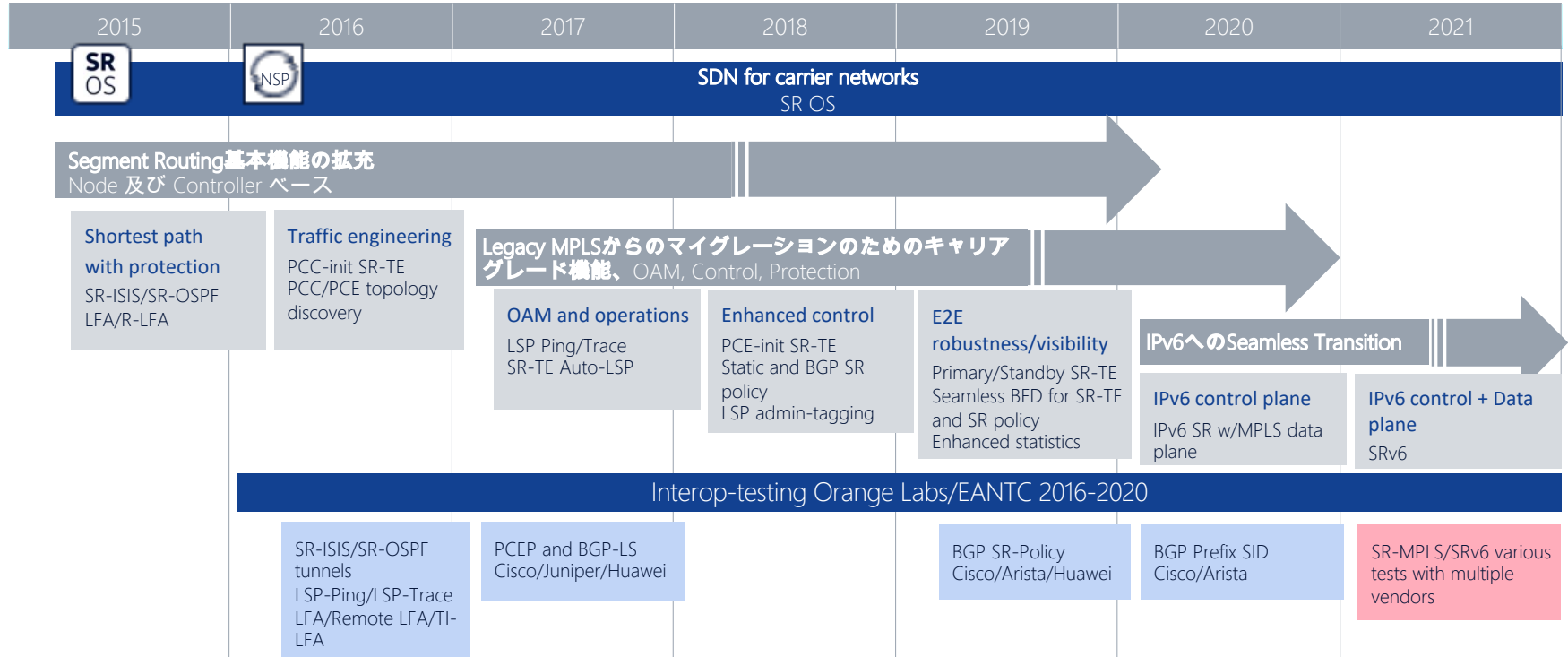
- ・ 使用するネットワークプロトコルの種類の削減

サービスチェイニング

- ・ 細かい粒度でのDC内のサービスへの柔軟な接続

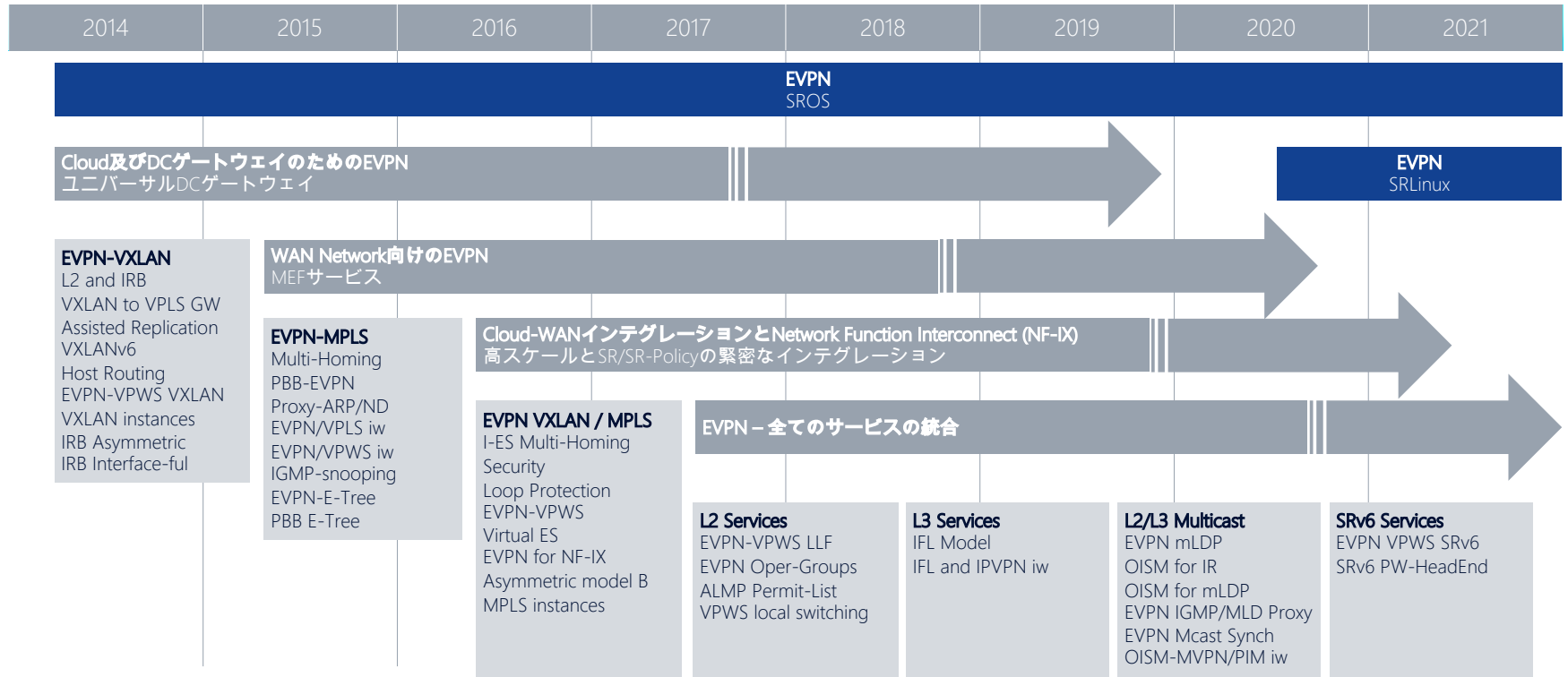
Nokia SR OSでのSegment Routing サポートの歴史

標準化の取り組みと共にSR OSへの実装、多くのユーザーでの導入



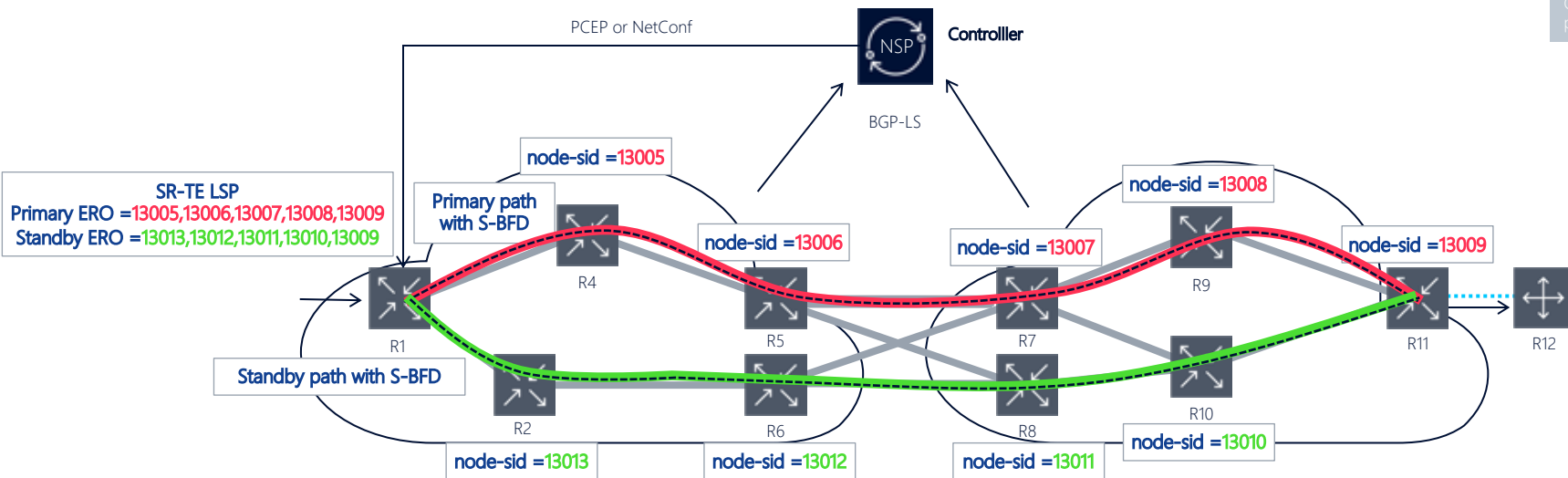
Nokia SR OSでのEVPN サポートの歴史

標準化の取り組みと共にSR OSへの実装、多くのユーザーでの導入



SR-TE : マルチドメイントランスポート

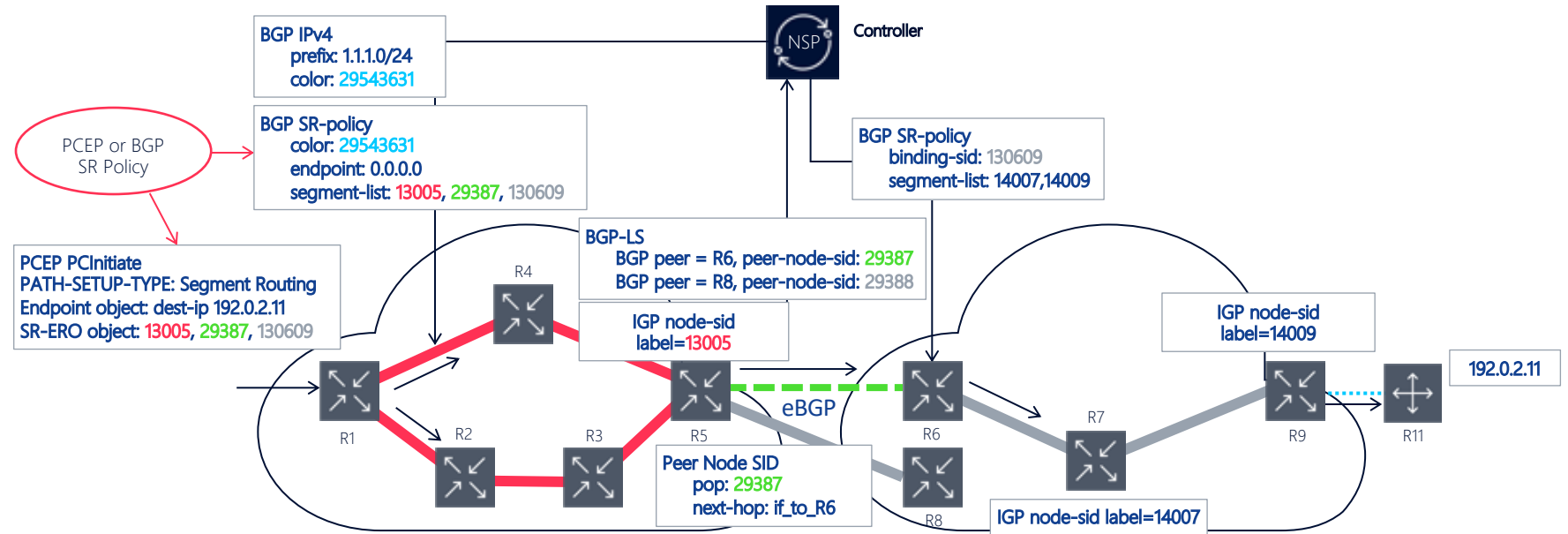
マルチドメインでのEnd-to-Endでのサービスプロテクション



- Seamless BFDによるLSPデータパス障害のFast Detection
- 1つのSR-TE LSPにおいてPrimary/Standbyパス
- ActiveパスのS-BFDのDownによりFailoverがトリガされる
- 全てのS-BFDセッションがDownした場合は次のLSPにFallback

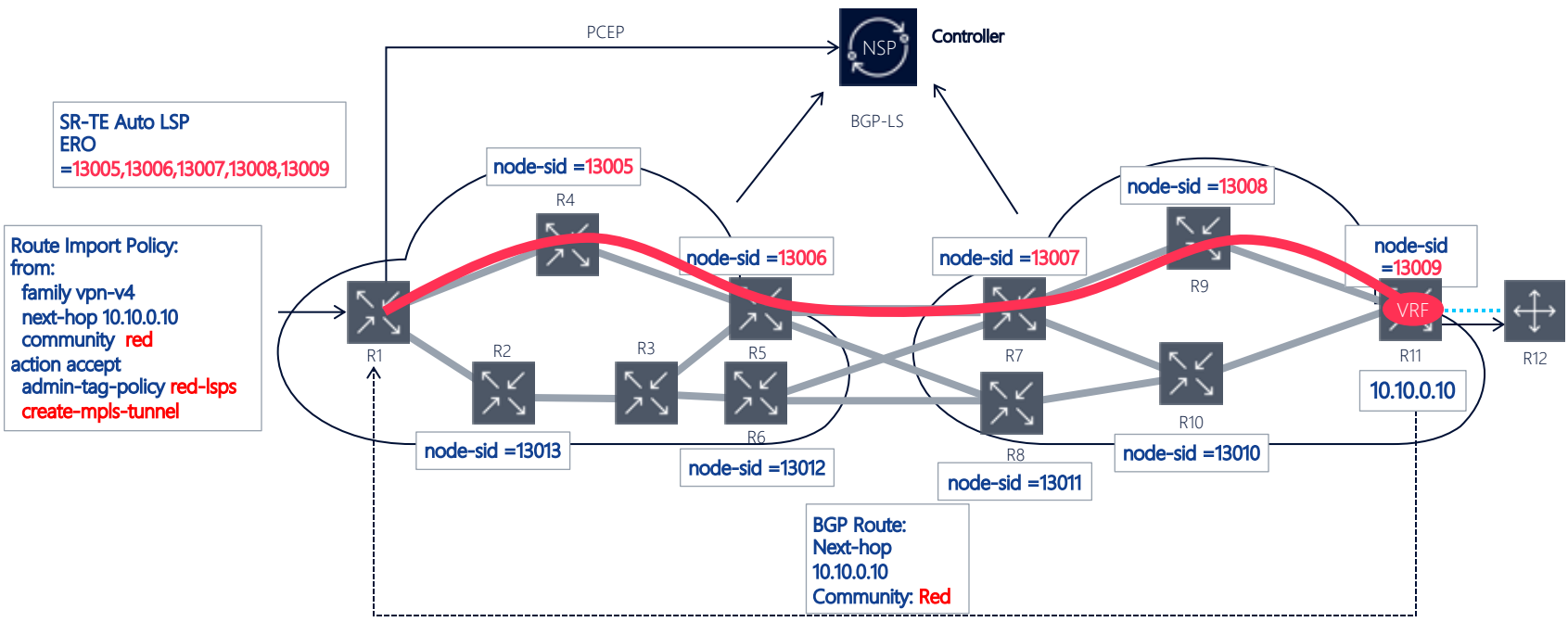
SR-TE : マルチドメインでのEgress Peer Engineering

SR-TE/BGP-LSを使用したTEプログラマビリティ



SR-TE : Color-awareでのAuto-LSP

SR-TE と PCEP によるシンプルなプロビジョニング



SR OS 21.0でのSRv6実装

Data/Controlプレーン

- SRv6 ISIS shortest-path tunnel support
- SID function support:
 - End (node SID)
 - End.X (adjacency SID)
 - End.DT4 (IPv4 VRF, IPv4 Base), End.DT6 (IPv6 VRF, IPv6 Base), END.DT46 (IPv4/IPv6 VRF, IPv4/IPv6 Base)
 - End.DX2 (EVPN-VPWS)
- LFA/remote LFA/TI-LFA with SRH insertion
- PSP (Penultimate Segment Popping) of SRH
- USP (Ultimate Segment Popping) of SRH
- Inserting hash output into flow label field at ingress PE router
- Hashing based on flow label at transit P router
- Flexible algorithm: admin-group include/exclude, IGP/TE/Latency metric
- Flexible algorithm aware locator summarization
- Uniform ECMP Failover for locator prefix

サービス

- IP-VPN (family vpn-ipv4 and vpn-ipv6).
- BGP IPv4 and IPv6 routes in base routing instance
- EVPN-VPWS with multi-homing support (family evpn)

OAM

- Ping/Traceroute for IPv4/IPv6 VRF routes
- Ping/Traceroute for IPv4/IPv6 base router routes
- Ping/Traceroute of a SID/locator
- TWAMP Light for dynamic interface latency measurement (base and flex-algo topologies)
- Eth-CFM in EVPN-VPWS service

プラットフォーム

- 7750 SR / 7950 XRS FP4 プラットフォーム

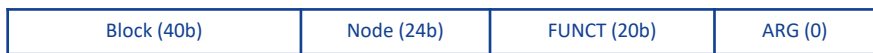
SRv6 data/control プレーン

ISIS/OSPFでのAdvertise:

- Locator
- END SID (Node SID) 及び END.X SID (adjacency SID)

BGPでのAdvertise:

- Service SID: END.DT46 (VPRN), END.DX2 (EVPN)



Locator

PE1 configuration

Locator prefix

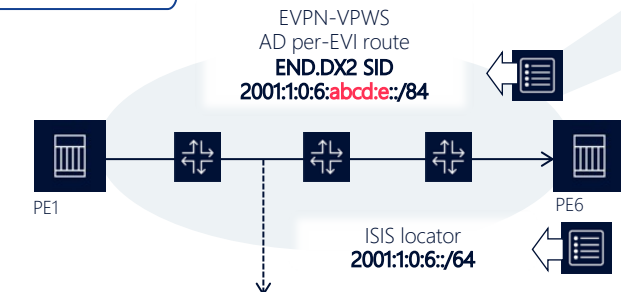
2001:1:0:1::/64

SRv6 source-address (loopback):

2001:1:0:1::1/128

End.DX2:

2001:1:0:1:b1:b100::/88



IP DA=
(2001:1:0:6):(abcd:e)::

IP SA= 2001:1:0:1::1

IP Fields / Next-Hdr= Eth

Ethernet Payload

PE6 configuration

Locator prefix

2001:1:0:6::/64

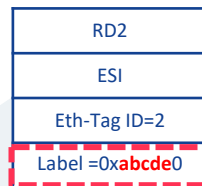
SRv6 source-address (loopback)

2001:1:0:6::1/128

End.DX2 SID function (allocated or configured):

2001:1:0:6:abcd:e::/84

Transposition



SID = (2001:0001:0000:0006)abcd:e000:0000:0000		
Sub-Sub-TLV=1	Len=6	Loc Len=40
Loc Node=24	FUNCT Len=20	ARG Len=0
Trans Offset=64	SRV6 Service TLV - Encoded in BGP Prefix SID Attribute	

Note:

- DefaultでNLRI Label fieldの上位20bitをFunction fieldに使用する

SRv6 PWヘッドエンドアーキテクチャ

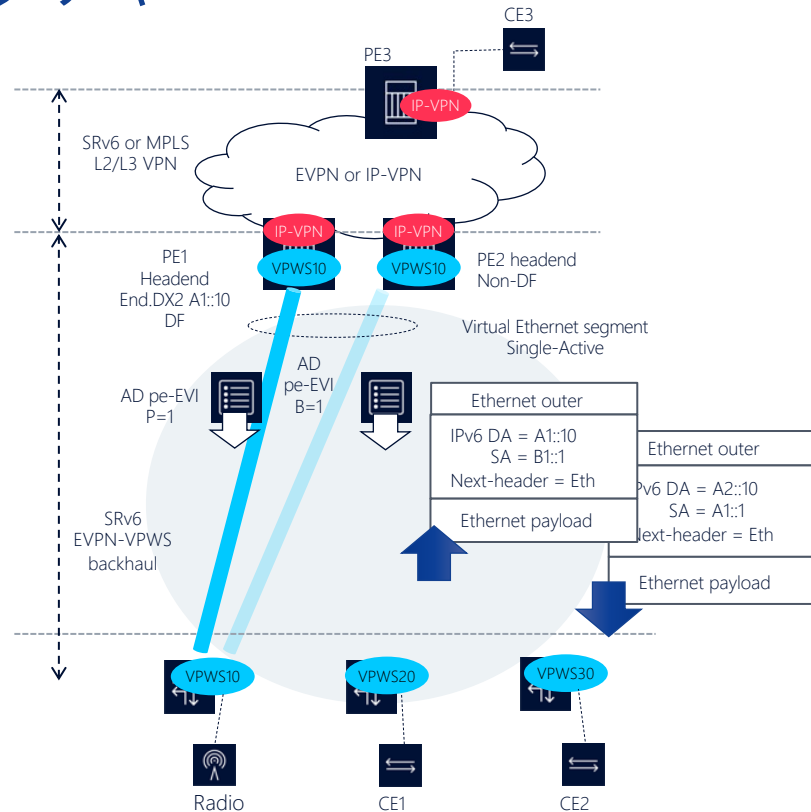
EVPN-VPWS SRv6ユースケース

BackhaulアクセスでのEVPN-VPWS SRv6によるアクセス～L2/L3VPN PE間の接続

- PWヘッドエンドPEがEVPN-VPWSを終端し上位側のサービスにStitchする
- CustomerごとにVLAN内のQoS, OAM及びSecurityが提供される

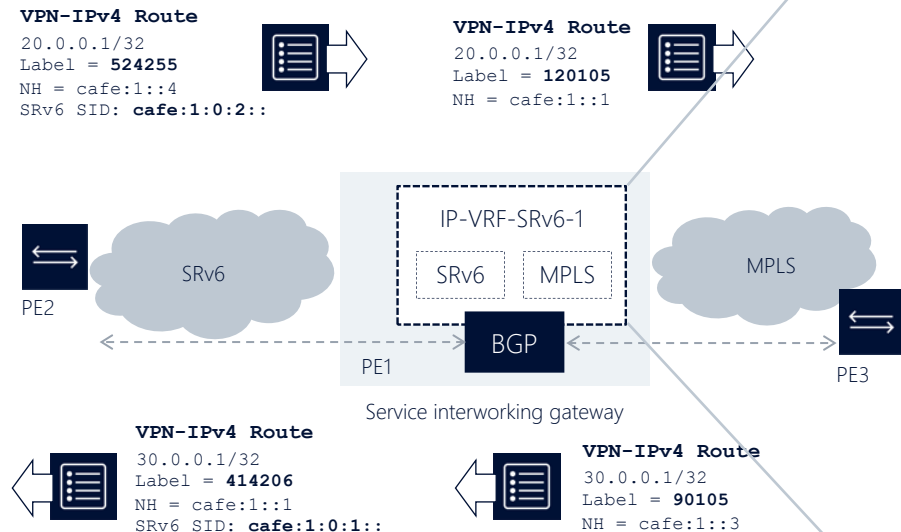
冗長性:

- SRv6ネットワーク内でのSRv6 TI-LFA
- EVPN Single-Active Multi-HomingによるPE冗長
- vES(virtual Ethernet Segment)により4つまでのPEへMultihome, DF Electionにより1つのActiveと3つのBackup



SR-MPLSとSRv6のInterwork

IP-VPNのService Interwork Gateway



```
*[ex:configure service vprn "IP-VRF-SRv6-1"]
A:admin@PE1# info

segment-routing-v6 {
  instance 1 {
    locator "LOC-PE1" {
      function {
        end-dt46
      }
    }
  }
}
allow-export-bgp-vpn true
bgp-ipvpn {
  segment-routing-v6 1 {
    admin-state enable
    srv6-instance 1 default-locator "LOC-PE1"
    route-distinguisher 1:1
    vrf-target {
      import-community "target:64500:1"
      export-community "target:64500:1"
    }
  }
}
mpls {
  admin-state enable
  route-distinguisher 2:2
  vrf-target {
    import-community "target:64500:1"
    export-community "target:64500:1"
  }
  auto-bind-tunnel {
    resolution any
  }
}
}
```

同一のVPRN(VRF)内で
複数のEncapsulationを
サポート

- VPN IPv4/IPv6 PrefixをSRv6
とIPv4/IPv6 MPLSトランス
ポートドメイン間で転送

Base Routing上でも
Interwork Gatewayと
して動作

- IPv4/IPv6 BGP prefixを
BGP-LU/6PEとSRv6ドメイン
間で転送

EANTC MPLS SDN Interoperability Test 2021

https://eantc.de/showcases/2021/mpls_sdn_interop.html

<https://eantc.de/fileadmin/eantc/downloads/events/2021/MPLSSDNInterop/EANTC-MPLSSDNInterop-2021-WhitePaper.pdf>

MPLS SDN Interoperability Test 2021

Testing: Berlin, July 12-23, 2021

Virtual Congress: September 28-30, 2021

ARISTA

Calnex

ciena

cisco



JUNIPER NETWORKS

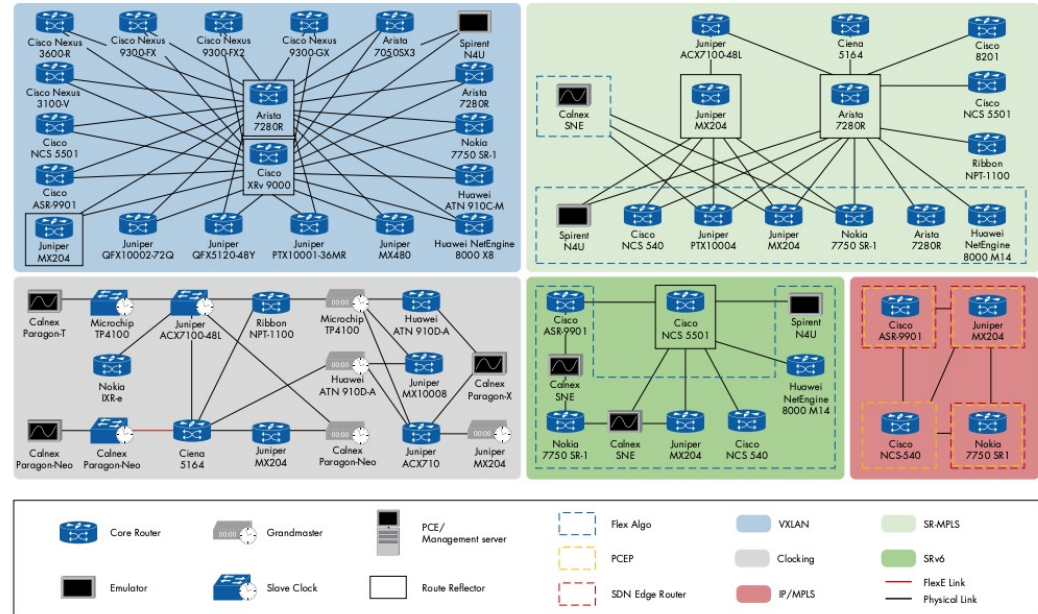
MICROCHIP

NOKIA



ribbon

ospirent



Segment Routing関連テストアイテム

- Segment Routing

- SR-MPLS with VPN Services
 - L3VPN over SR-MPLS
 - IPv6 BGP-LU
- SRv6 with VPN Services
 - EVPN VPWS over SRv6
 - EVPN Route Type5 over SRv6
 - IPv4/IPv6 GRT over SRv6
 - L3VPN over SRv6
- SR-MPLS/SRv6 LSP Ping/Traceroute
- Segment Routing Anycast Advertisement
- TI-LFA
 - TI-LFA over SR-MPLS
 - TI-LFA with Local/Remote SRLG Protection over MPLS
 - TI-LFA over SRv6
- Flex-Algo
 - Underlay ISIS for SR-MPLS with Flex-Algo
 - Link Delay Measurement in ISIS Underlay
 - SR-MPLS with Flex-Algo, 128(Low Delay), 129(Exclude blue), 130(Low TE metric)
 - SRv6 with Flex-Algo
 - Flex-Algo Prefix Metric

- EVPN

- E-Line Service
- Flexible Cross-Connect Service
- IRB – Symmetric/Asymmetric IRB
- Proxy MAC-IP Advertisement
- E-Tree Service
- IGMP Proxy
- OISM(Optimized Inter-Subnet Multicast)
- EVPN and IP-VPN Interworking
- EVPN VXLAN and VXLAN Interworking
- Seamless EVPN and VPLS
- EVPN Fault Management

- SDN

- PCE-initiated Paths in a Stateful PCE model
- PCC-initiated Paths in a Stateful PCE model
- PCE Path Computation with SR-MPLS
- PCE Managing SR Policies via BGP SR-TE NLRI
- Dynamic Instantiation of SR Policy

*Nokia Participated and Passed

地味に見つかったInterop Issue: Function length 16bitの壁

L3VPN over SRv6

BGP provides L3VPN signaling capabilities over SRv6. SRv6 Service TLV is an extension of BGP Prefix-SID Attribute to achieve signaling of SRv6 SIDs for L3VPN as defined in draft-ietf-bess-srv6-services. To make the test more interesting, we explored the function bits of SID carried in SRv6 network.

SR leverages the source routing paradigm. An ingress node steers a packet through an ordered list of instructions, called segments, identified by SID. The SRv6 SID is composed of a locator ID plus a function. The function is defined locally on the node where it is executed, and the length is variable, commonly known between 16 and 96 bits.

We verified two options of the SID function bits, 16 bits and 20 bits. All participating PEs successfully established the L3VPN over the SRv6 with its two versions of SID function bits.

When 20 bits function was used some vendors did not accept peer's SID higher than 16 bit even when version upgrade for BGP routes started to accept routes carry high-bit function values, but the data plane did not match.

The devices that demonstrated interoperability using the 16 bits SID function were:

- Cisco NCS 5501 (spine), Cisco NCS 540, Cisco ASR-9901, Juniper MX204, Nokia 7750 SR1, Spirent N4U as emulated advertising node

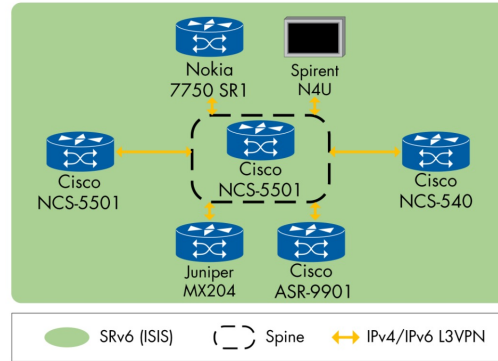


Figure 7: L3VPN over SRv6 with 16 Bits SID Function

The devices involved in the test were:

- Huawei NetEngine 8000 M14, Juniper MX204, Nokia 7750 SR1, Cisco ASR-9901 (spine, route reflector)

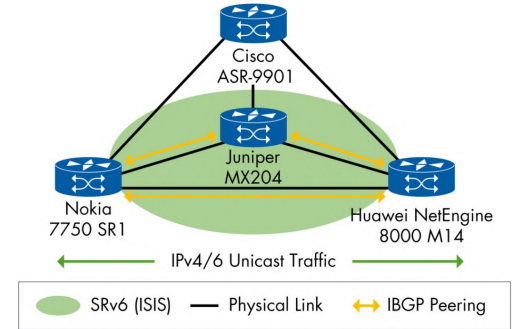
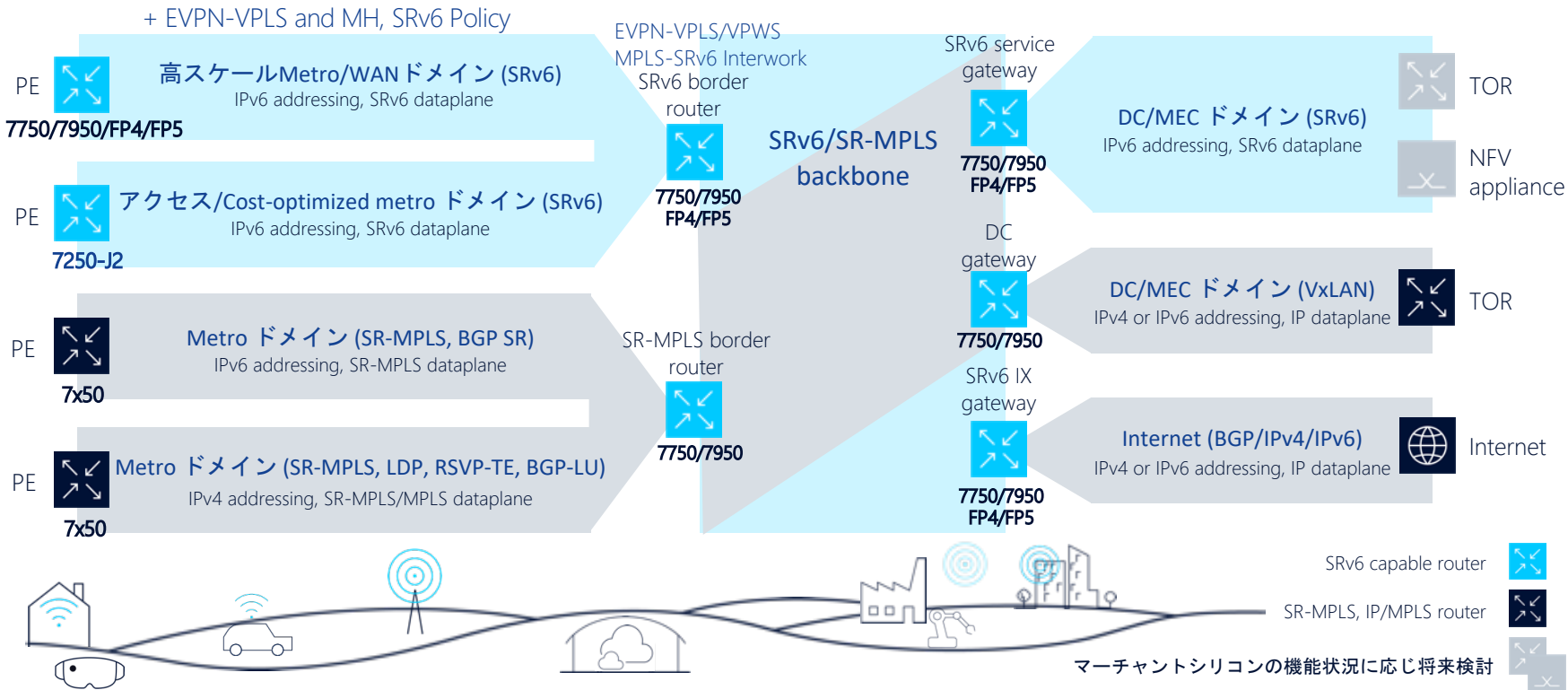


Figure 8: L3VPN over SRv6 with 20 Bits SID Function

SR/SRv6今後の展望



NOKIA