IETF 92 (Dallas, TX) 報告会
Routing Area (RTG) の最新動向

2015/4/24

栃尾　祐治(富士通研究所)

はじめに – 自己紹介

- IETF 72 (Dublin, 2008/07) から参加
  - きっかけは、**MPLS-TP** の議論の開始 (PWE3, L2VPNなども含む)
  - 関わった RFC, I-D (名前があるもの)
    - RFC 5654: MPLS-TP 要求
    - RFC 5860: MPLS-TP OAM 要求
    - RFC 6371: MPLS-TP OAM フレームワーク
    - RFC 7271: MPLS-TP Linear Protection (ITU-T APS対応)
    - *draft-bhh-mpls-tp-oam-y1731*
- どちらかというと、ITU-T SG15 で標準化活動しています
  - 担当しているEditor (下線部がMPLS-TP関連)
    - G.806, G.8112, G.8121 series, G,8151, G.8013/Y.1731
- 最近は、伝送網の制御技術という観点で出席(?)
  - MPLSの他、CCAMP, TEAS, PCE, LIME…
  - このあたりで Contribute しています
    - draft-txh-opsawg-lime-gap-analysis
    - draft-lam-lime-summary-l0-l2-layer-independent
    - draft-lam-teas-usage-info-model-net-topology

今回の報告事項

IETF 92 に限らず、RTGの最近の話題を紹介します

- Routing Area の簡単な紹介
  - WG構成・一行解説
- Routing Area 動向(1) - Encapsulation
  - 新たな転送方式またはプロトコル定義
    - NVO3, *BESS*, BIER, (, SFC), SPRING
    - draft-rtg-dt-encap
- Routing Area 動向(2) - YANG
  - なぜ YANG 祭りなのか
  - 関連 WG の動向
    - NETMOD(OPS), TEAS, MPLS を中心に

ROUTING AREA の簡単な紹介

[RTG Area]現在の構成 (再編後の結果)

Area Directors: Alvaro Retana, Alia Atlas, Deborah Brungard

- BESS (← L2VPN+L3VPN(BGP))
- BFD
- BIER
- CCAMP
- FORCES (3月でconcluded)
- I2RS
- IDR
- ISIS
- L2TPEXT (From Internet (INT) Area)
- LISP (From Internet (INT) Area)
- MANET
- MPLS
- NVO3
- OSPF
- PALS (← PWE3+L2VPN(LDP))
- PCE
- PIM
- ROLL
- RTGWG
- SFC
- SIDR
- SPRING
- TEAS (← CCAMP+MPLS)
- TRILL (From Internet (INT) Area)

[RTG Area] 各 WG 一行解説(1/3)

- BESS (BGP Enabled Services)
  - BGPのシグナリングによるVPNなどのサービス提供を検討。旧L2VPN, L3VPN
- BFD (Bidirectional Forwarding Detection)
  - IP, MPLSに適応するOAM(RFC5880など)。接続性確認と障害検出機能を有する。
- BIER (Bit Indexed Explicit Replication)
  - 新WG。PIMに変わるマルチキャストを提供
- CCMAP (Common Control and Measurement Plane)
  - GMPLS に関わるプロトコル(発見、ルーティング、シグナリング)。一部は TEAS へ
- FORCES (Forwarding and Control Element Separation)
  - 元祖 OpenFlow アーキテクチャとも。先月 Concluded した
- I2RS (Interface to the Routing System)
  - Application と Routing システム間のインタフェース規定。RIB のモデル化など規定
- IDR (Inter-Domain Routing)
  - BGP-4 (RFC 4271) 。4-octets AS (RFC 6793) BGP-LSなど、まだまだ拡張中
- ISIS (IS-IS for IP Internets)
  - Link state ルーティングプロトコル IS-IS

[RTG Area] 各 WG 一行解説(2/3)

- L2TPEXT (Layer Two Tunneling Protocol Extensions)
  - RFC 2661 (L2TP) 拡張。RTG に来たものの、10年ほど会合は開催されていない
- LISP (Locator/ID Separation Protocol)
  - Locator/IDを分離してインターネット拡張を実現するプロトコル。DC網へも適用可
- MANET (Mobile Ad-hoc Networks)
  - 携帯機器を無線通信でリンクする自己構成型ネットワークの一種
- MPLS(Multiprotocol Label Switching)
  - MPLSに関して。ラベル定義、シグナリングなど100以上のRFCを発行した老舗
- NVO3 (Network Virtualization Overlays)
  - DC網接続を実現するために提供される、ネットワーク定義(Encap, 集中制御層など)
- OSPF (Open Shortest Path First IGP)
  - Link state型のルーティングプロトコル。引き続き v2/v3 で拡張進行中
- PALS (Pseudowire And LDP-enabled Services)
  - LDPを用いて、MPLSなどでwire serviceを提供するサービスやVPNを扱うWG
- PCE (Path Computation Element)
  - パス設定のため、ネットワーク装置(PCC)と管理装置(PCE)の間でのプロトコル規定

[RTG Area] 各 WG 一行解説(3/3)

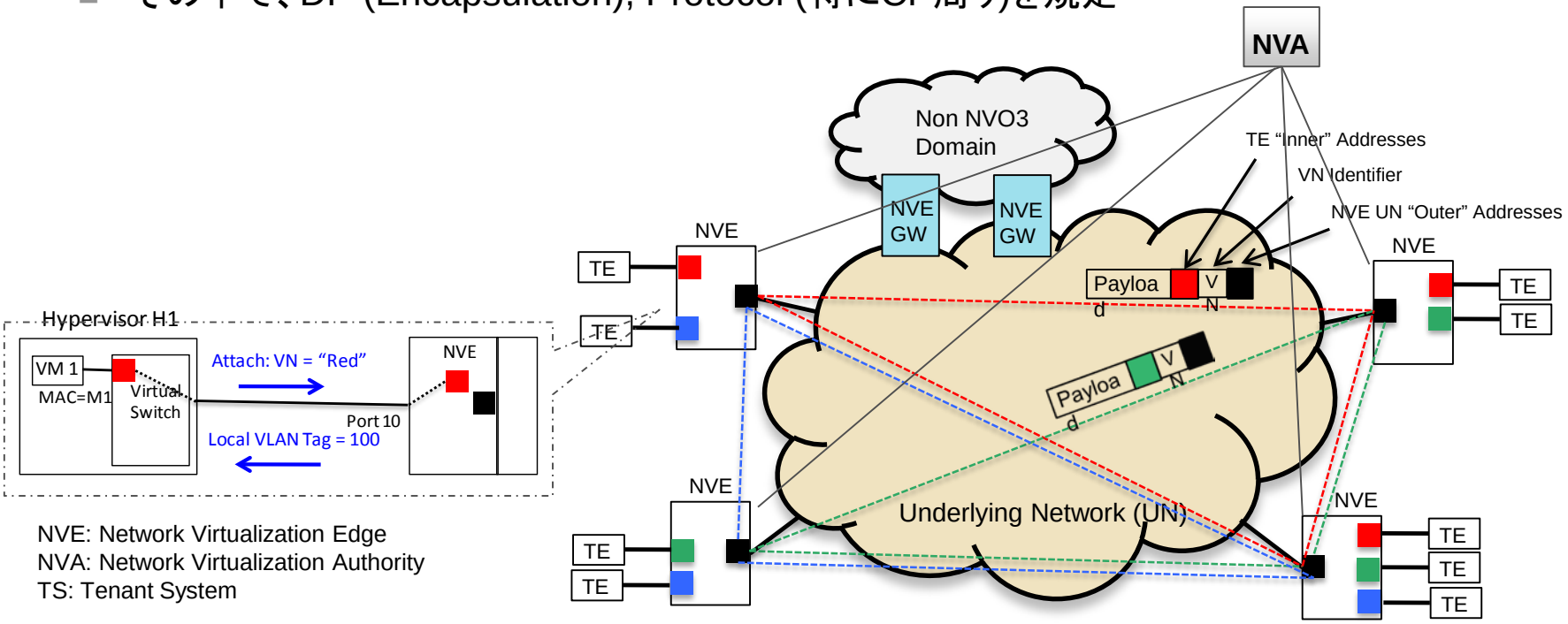
- PIM (Protocol Independent Multicast)
  - マルチキャスト用のルーティングプロトコル
- ROLL (Routing Over Low power and Lossy networks)
  - 無線など(IEEE802.15.4, WiFi, Bluetooth)でのルーティングプロトコルを扱う
- RTGWG (Routing Area Working Group)
  - RTGエリアで雑多なトピックを扱う。今の主な話題は、IP/FRR(Fast ReRoute)関連
- SFC (Service Function Chaining)
  - Router, FW, LBといったIP機器を一連かつ動的につなぎシンプルに見せる機能
- SIDR (Secure Inter-Domain Routing)
  - IDR の Secure な拡張。BGPSEC とも
- SPRING (Source Packet Routing in Networking)
  - 送信者側で経路を決定する Routing 機能を扱うが、Segment Routing がメイン
- TEAS (Traffic Engineering Architecture and Signaling)
  - CCAMP から、レイヤー非依存なTE に関わる機能(RSVP-TE)を独立させた新WG
- TRILL (Transparent Interconnection of Lots of Links)
  - L2フォワーディングにL3を融合させた機能検討。DC網接続方式としても注目

ROUTING AREA 動向(1)

新たな転送方式またはプロトコル定義

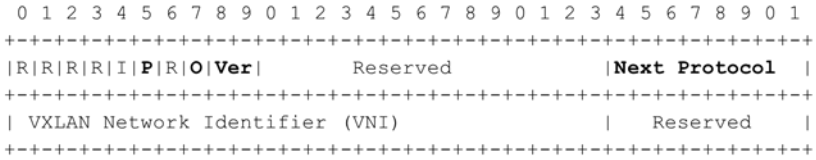
[NVO3] Network Virtualization Overlays – WG 紹介

- **背景と目指すもの**
  - DC接続をめざし、L2 の(主にL3網上での)仮想的な接続を提供 (VM migration込みで)
  - マルチテナントへの対応、Million 相当のインスタンス提供。DCVPN とも
- 現在の大きな指針
  - BESS (L2VPN, L3VPN (EVPN や vPE)) の様な自律分散処理でのソリューションは扱わない。あくまで集中制御ベース(NVAあり)
  - LISPベースのソリューションもNVO3のスコープ外
  - その中で、DP (Encapsulation), Protocol (特にCP周り)を規定

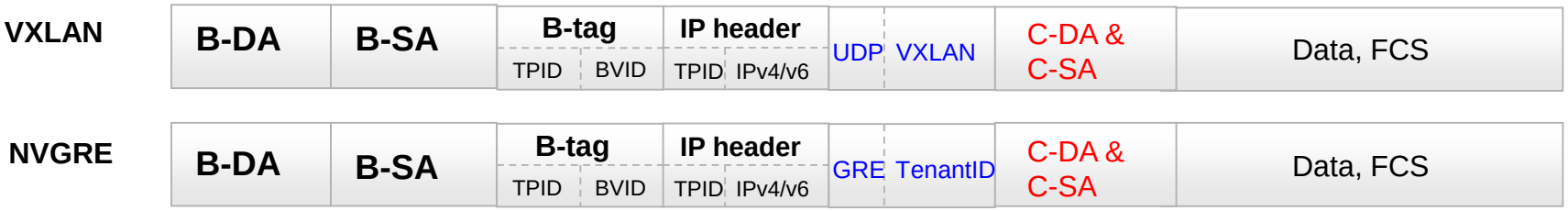


[NVO3] IETF 92 update

- 今回のWG会合で、以下の3文書をWG I-D poll 開始
  - **GUE**(Generic UDP) - draft-ietf-nvo3-gue (4/16 WG I-Dに herbert-gue)
  - Generic Protocol Extension for VXLAN (**GPE-VXLAN**) - draft-ietf-nvo3-vxlan-gpe (4/21 WG I-Dに quinn-vxlan-gpe)
  - **GEVEVE** - draft-gross-geneve



- 参考
  - **VxLAN**は、RFC 7348 に
    - 上記、GPE-VXLANは、VXLAN のOAM, Next Protocol拡張定義、右上図
  - **NVGRE**は、draft-sridharan-virtualization-nvgre-08 → IESG Review
    - 07で長くとまっていたがIP Fragmentationに関して更新、ようやく RFC へ？



[NVO3] GUE

- GUE(Generic UDP) -
  - Format
    - Data も OAM同一構成

```
+-------------------------------+
|        UDP/IP header          |
|-------------------------------|
|         GUE Header            |
|-------------------------------|
|      Encapsulated packet      |
|      or control message       |
+-------------------------------+
```

```
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|        Source port            |      Destination port         |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|           Length              |          Checksum             |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|0x0|C|   Hlen  |  Proto/ctype  |            Flags            |P|
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|                                                               |
~                      Fields (optional)                        ~
|                                                               |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|                    Private flags(optional)                    |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|                                                               |
~                   Private fields (optional)                   ~
|                                                               |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
```

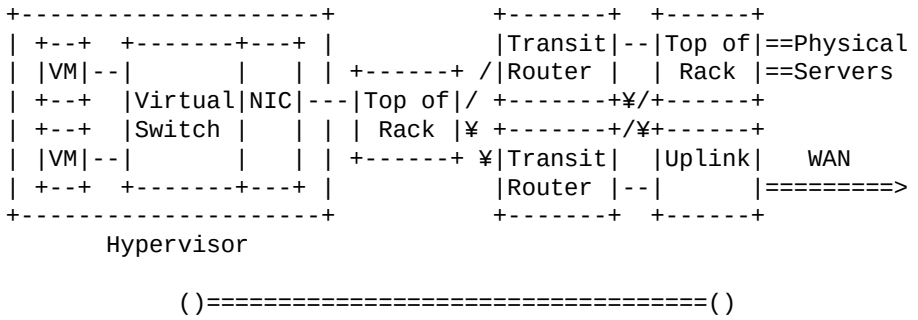
  - GUE header(右上)
    - **0x0** Version
    - **C**: OAM(1) or Data
    - **Hlen**: 32bits, Header length
    - **Proto/ctype**:
      Control message type or
      IP protocol number in payload
    - **Flag:** 現時点では明確な規定なし
      但し、draft-hy-nvo3-gue-4-nvo では、overlayでの使用を想定し、VIDとSecurity 定義を提案中
    - **P:** private flag の有無
    - Fields は、flag に対応した拡張定義がつく

draft-hy-nvo3-gue-4-nvo

```
 0                   1                   2                   3
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|        Source port            |      Destination port         |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|           Length              |          Checksum             |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
| 0x0 |C|  Hlen |  Proto/ctype  |V|SEC|         Flags         |0|
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|                Virtual Network ID (VN ID)                     |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
|                                                               |
~                  Security (Optional)                          ~
|                                                               |
+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+-+
```

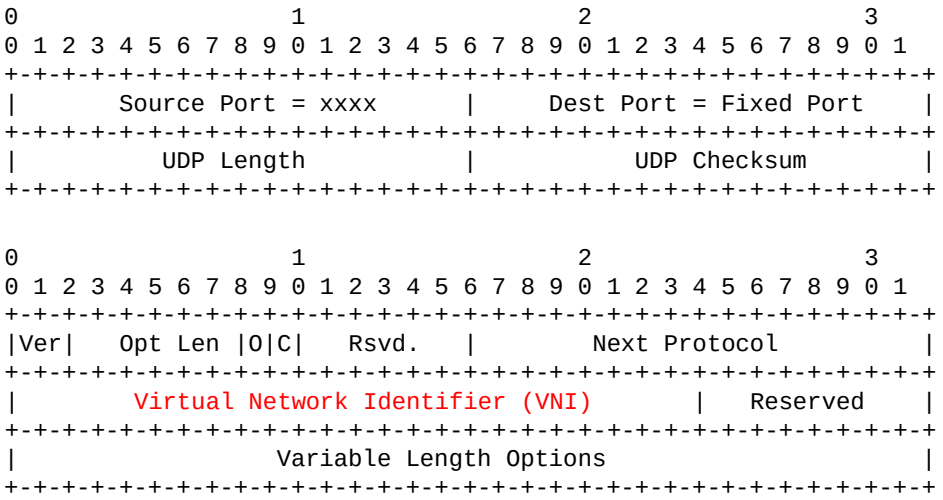
[NVO3] GENEVE

- GEVEVE
  - 想定される適用図



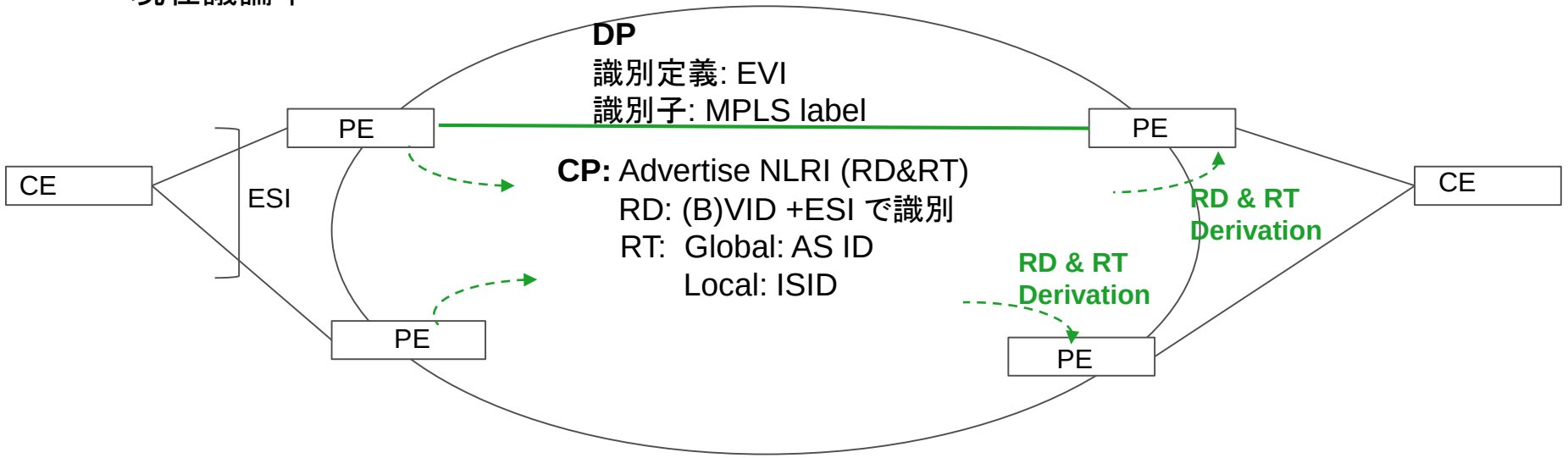
  - フォーマット構成

Outer Ethernet Header
Outer IPv4/v6 Header
Outer UDP Header
Geneve Header
Outer Ethernet Header
Payload, FEC



[BESS] BGP Enabled Services – WG 紹介

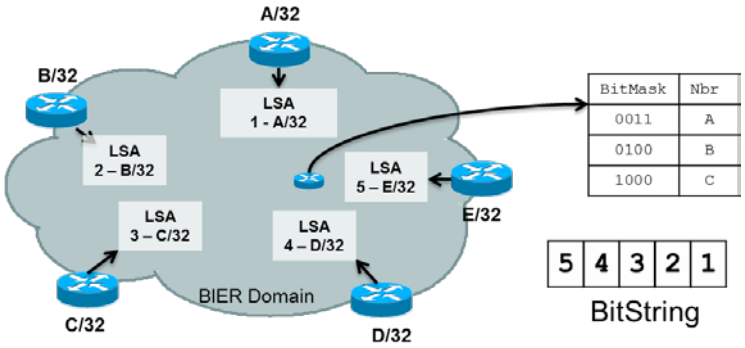
- DC VPN構成としては、BESS WG がその検討を進めている
  - 特に、EVPN をベースとしたソリューション
- EVPN (RFC 7432)
  - 一言でいうとIP/VPN (RFC4346)をMAC addressに置き換えたもの。
    - VPLS(RFC4761, 4762)とは別
  - NLRI を抜本から変更 (BGP EVPN NLRI)し、Ethernet A-D(Auto-Discovery), MAC address など4つのRoute type (RT) を定義
    - PE-CE Dual Homingのため、ESI (Ethernet Segment Identifier) と呼ばれる community もNLRI定義
  - PE に PBB (Provider backbone bridge, 俗称 MAC-in-MAC)機能を付加した PBB EVPN も同時に提案 (..l2vpn-pbb-evpn)し、CE からの MAC 終端により Mobility に対応 さらに DCI overlay(..bess-dci-evpn-overlay), Overlay(NVO) (..bess-evpn-overlay)へ適用したドラフトも現在議論中

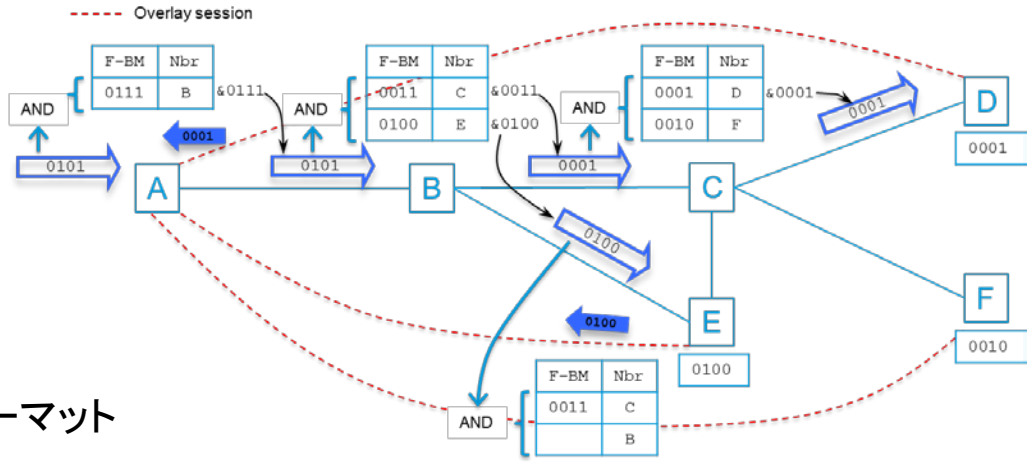


[BIER] Bit Index Explicit Replication – WG紹介

- **BIER** - Bit Index Explicit Replication
  - Multicast に関して、新たな方式を考えようという目的で設立された新規WG
  - PIM-SM (RFC4601) や SSM (RFC3569など)などの方式が存在するが、明示的なツリープロトコルを必要とするので、分岐ノードへの負荷が大きいという課題が存在。これがきっかけ
    - Protocol Independent Multicast Sparse Mode, Source Specific Multicast
  - BIERで紹介する方式(draft-wijnands-bier-architecture)は、エッジ(BFER)にビット列を設け、パケットと隣接ノードを特定するフォワーディングビットマスク(F-BM)との掛け合わせで、ビット単位でフォワードを決めていこうというメカニズム

http://www.ietf.org/proceedings/91/slides/slides-91-bier-2.pdf





- IP/MPLSの場合は以下のようなフォーマット
  - draft-wijnands-mpls-encapsulation
- BIERドメインの設定は、集中制御(発想はSRに似ている)なので、SDNを意識したソリューション?

http://www.ietf.org/proceedings/91/slides/slides-91-bier-0.pdf

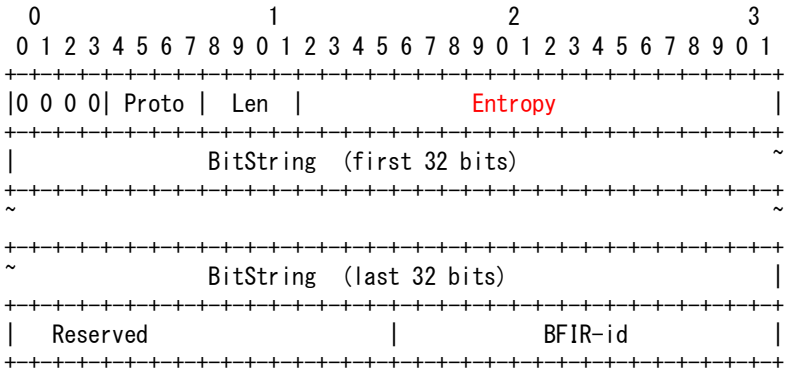
Top Label	Label from Platform Label Space
Bottom Label	The BIER label that indicates the BIER header is following.
BIER header	The BIER header encoded between MPLS and IP header
Payload	Type of payload as indicated in the BIER header

[BIER] IETF 92 update

- IETF92 でのWG進捗
  - 今回、初めてのWG会合で以下のI-DのWG poll を会合後に実行
    - draft-shepherd-bier-problem-statement-02
    - draft-wijnands-bier-architecture-05
    - draft-wijnands-mpls-bier-encapsulation-02
    - draft-kumar-bier-use-cases-02
    - draft-rosen-l3vpn-mvpn-bier-02
    - draft-psenak-ospf-bier-extensions-02
    - draft-przygienda-bier-isis-ranges-02

[BIER] MPLS Encapsulation

- draft-wijnands-mpls-bier-encapsulation
  - 主な構成
  - Entropy field length: 20 bits
    - same length as MPLS entropy label
  - BFIR-id field: mandatory 16-bit
  - *Bit flags: 16 bits*
  - 0000 は Version field
  - ProtoはPayloadタイプ識別



1: MPLS packet with downstream-assigned label at top of stack.

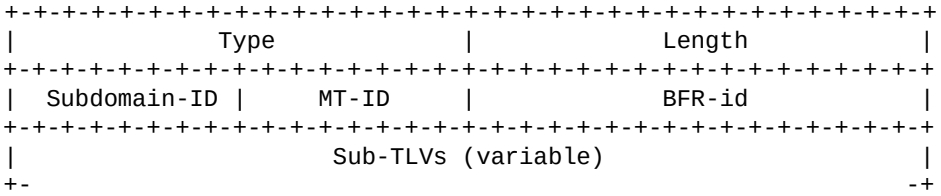
2: MPLS packet with upstream-assigned label at top of stack

3: Ethernet frame.

4: IPv4 packet

6: IPv6 packet

- 参考: OSPF 拡張 (draft-psenak-ospf-bier-extensions) はBIER Sub-TLV(Opaque LSA)を定義



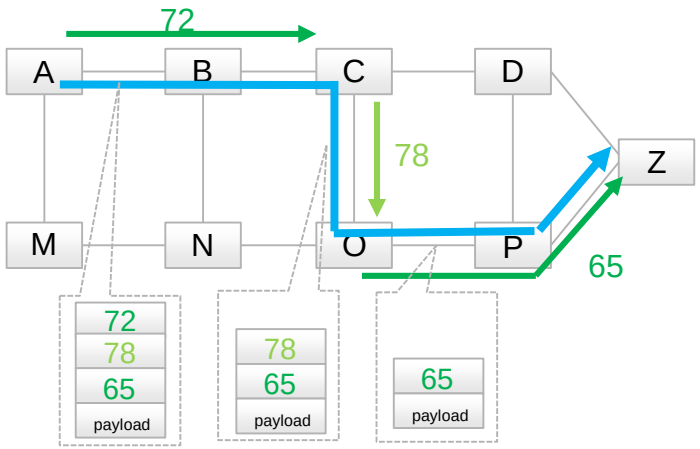
[RTGWG], [TSVWG]

- TSVWG とあわせて以下の、ドラフトが紹介、議論された。
- **draft-rtg-dt-encap** - Encapsulation Considerations
  - RTG Area Director 指示でDesign team が検討
  - これまで紹介した、BIER/NVO3/SFC でのEncapを見比べ考察。新Encapには、以下の課題を明確にした、という内容

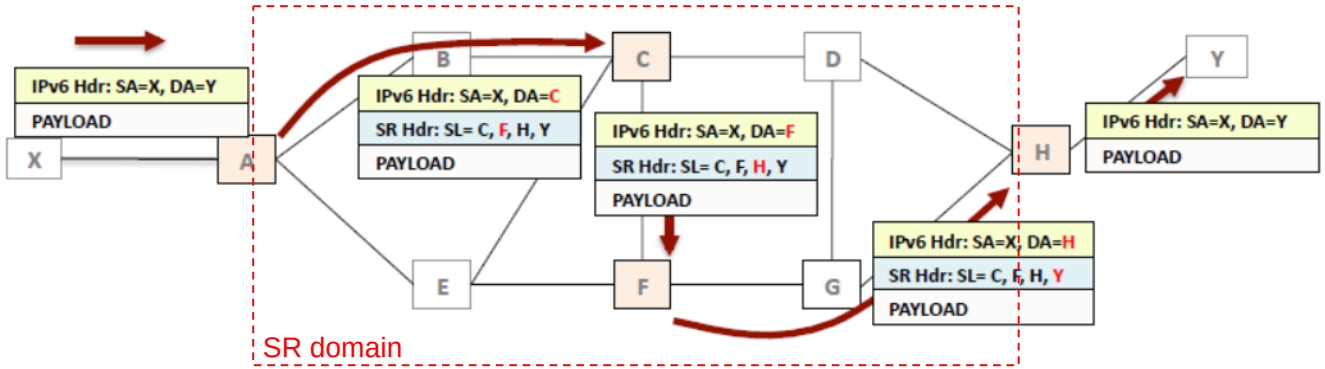
1. How to provide entropy for Equal Cost MultiPath (ECMP) routing
2. Issues around packet size and fragmentation/reassembly
3. Next header indication - each encapsulation might be able to carry different payloads
4. OAM - what support is needed in an encapsulation format?
5. Security and privacy
6. QoS
7. Congestion Considerations
8. Header protection
9. Extensibility - e.g., for evolving OAM, security, and/or congestion control
10. Layering of multiple encapsulations e.g., SFC over NVO3 over BIER
11. Service model
12. friendly to hardware and software implementations

[SPRING] Source Packet Routing in Networking – WG 紹介

- IETF 88 で正式発足したWG。Source routingを再び見直すという動きと、SDNに見られる集中制御構成への期待と、複雑なシグナリングプロトコル(LDP, RSVP-TE)からの脱却から、Segment Routing (SR) として作業中
- 基本動作 -MPLS (draft-ietf-spring-segment-routing-mpls)
  - IGPの延長でセグメント(72: A→C, 65: O→Z)または隣接(78: C→O)だけを形成し、データトラフィックはそのセグメントで規定されたラベルをスタックして、各セグメントでホップする動作
    - A→Cでは72|78|65 の三段スタック。C, O, Z でポップ
  - 最適なパスを集中制御(PCE)で行うことが可能
- 基本動作 - IPv6 (draft-previdi-6man-segment-routing-header)
  - SR Header 規定
  - SR ドメイン内部に有効で、Ingres(A)にて、Yあてを DA=C, Segment List = C, F, H, Yと定義し、AではCまで転送する



http://www.ietf.org/proceedings/91/slides/slides-91-spring-5.pdf から一部加筆

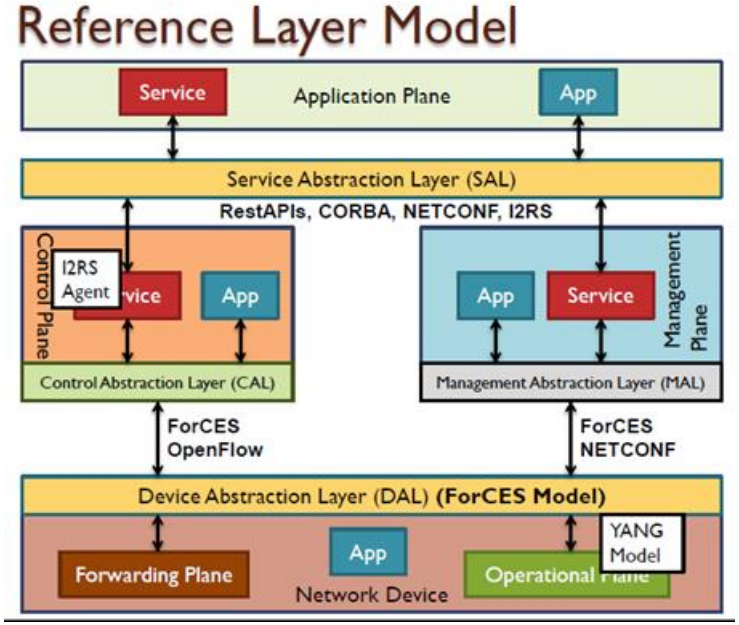


ROUTING AREA 動向(2)

RTG での YANG

はじめに SDN と YANG

- IRTF で以下の RFC を発行
  - **RFC 7426 - Software-Defined Networking (SDN): Layers and Architecture Terminology**

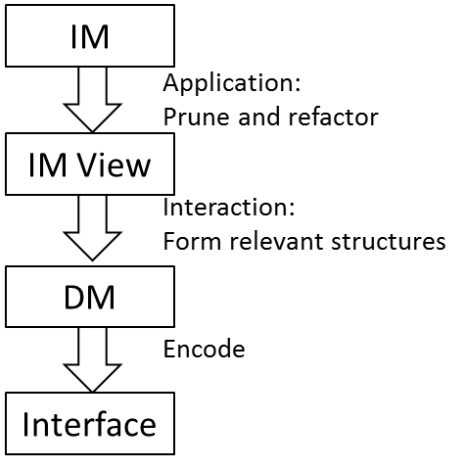


http://www.ietf.org/proceedings/88/slides/slides-88-sdnrg-5.pdf

- この中で、ネットワーク制御としてInfo Model/Data Modelの定義が重要に
- SNMP MIB → Netconf/YANG シフトの勧告のため YANG 祭りに
  - https://www.ietf.org/iesg/statement/writable-mib-module.html

Information Model/Data Model

- そもそも Information model (IM) と Data model (DM)とは
- RFC 3444 **“On the Difference between Information Models and Data Models”**
  - **IM – Conceptual/Abstract model**
    - specify relationships between objects
    - model managed objects at a conceptual level, independent of any specific implementations or protocols used to transport the data.
  - **DM – Concrete/Detailed model**
    - define managed objects at a lower level of abstraction. They include implementation- and protocol-specific details, e.g. rules that explain how to map managed objects onto lower-level protocol constructs.
- DM は IETFではYANGが主流に。ほか、IEEE, MEFでもYANG model検討。
- しかし IM もまた重要
  - IM を進めている WG: I2RS (RIB info model 検討)
  - IMを進めている SDO: ITU-T, ONF, TMF, MEF…
  - ご参考
    - draft-lam-teas-usage-info-model-net-topology
    - *draft-betts-netmod-framework-data-schema-uml*



[NETMOD] YANG

※NETMOD WGは、OPS Area です

- YANG (RFC 6020)
  - Data modeling languageを規定
    - RFC6087にてガイドラインを規定
  - NETCONFのクライアントとサーバーとの間のAPIを詳細に記述。またNETCONF XML 表記と互換あり。
  - YANG の基本構成 (Data modeling 構成)
    - **Leaf** Nodes
    - **Leaf-List** Nodes
    - **Container** Nodes
    - **List** Nodes

      1 list に複数の Leaf を定義することで Configuration data のみならず State Data の定義可能
  - Tree 構成として簡素化した表記も定義 (RFC 6087)

```
+--rw top-level-config-container
|  +--rw config-list* [key-name]
|     +--rw key-name                    string
|     +--rw optional-parm?              string
|     +--rw mandatory-parm              identityref
|     +--ro read-only-leaf              string
+--ro top-level-nonconfig-container
   +--ro nonconfig-list* [name]
      +--ro name                string
      +--ro type                string
```

  - 開発環境としては pyang などが存在
    - code.google.com/p/pyang

```
module acme-system {
  namespace
  "http://acme.example.com/system";
  prefix "acme";
  organization "ACME Inc.";
  contact "joe@acme.example.com";
  description
    "The ACME system.";
  revision 2007-11-05 {
      description "Initial revision.";
  }
  container system {
    leaf host-name {
        type string;
    }
    leaf-list domain-search {
      type string;
    }
    list interface {
      key "name";
      leaf name {
          type string;
      }
      leaf type {
          type enumeration {
              enum ethernet;
              enum atm;
            }
        }
      leaf mtu {
          type int32;
      }
      must ‘‘ifType != ’ethernet’ or ‘‘+
      ‘‘(ifType = ’ethernet’ and ‘‘ +
      ‘‘mtu = 1500)‘‘ {
      }
...
```

[NETMOD] YANG 状況

- **YANG RFCs**
  - **RFC 6020 (YANG)**
  - RFC 6021→6991 (YANG types)
  - RFC 6087 (YANG usage)
  - RFC 6110 (Mapping YANG to DSDL)
  - RFC 6244 (Netmod/YANG アーキ)
  - RFC 6643 (SMIv2 to YANG)
  - RFC 7223 (YANG for Interface管理)
  - RFC 7224 (YANG IF type (IANA))
  - RFC 7227 (YANG IP 管理)
  - RFC 7317 (YANGシステム管理)
  - RFC 7407 (YANG SNMP設定)
- 現在進行中の主なドラフト(YANG言語関連)
  - **YANG 1.1** - draft-ietf-netmod-rfc6020bis
  - **Guideline更新** - draft-ietf-netmod-rfc6087bis
  - **YANG to JSON** - draft-ietf-netmod-yang-json

IETF92では特に YANG 1.1 についての課題解決と、JSON Encodingを含めるかどうかの議論が中心

- 現在進行中のドラフト(YANGモデル関連)
  - **Network Access Control List Model**
    - draft-bogdanovic-netmod-acl-model
  - **SYSLOG YANG model**
    - draft-asechoud-netmod-diffserv-model
  - **Core Routing Data model**
    - draft-ietf-netmod-routing-cfg
  - **Diffserv**
    - draft-asechoud-netmod-diffserv-model
  - **Peer Mount** (controller – device間 YANGのinterconnect)
    - draft-voit-netmod-peer-mount-requirements, draft-clemm-netmod-mount など
  - **YANG model classification**
    - draft-bogdanovic-netmod-yang-model-classification-01
  - **Operational State Data, Operational Structure and Organization**
    - draft-openconfig-netmod-{opstate, model-structure}

YANG in RTG Area

- YANG (RFC 6020)がData model記述上でIETF公用語化されたことで、RTGの至るWGでYANGに関してのドラフトが大量発生
- NETMODはもちろん~~TRILL,~~ LIMEなどのRTG以外のWGでも…
- RTG Areaでも重複回避のために以下のWiki, MLを創設
  - http://trac.tools.ietf.org/area/rtg/trac/wiki/RtgYangCoord
  - rtg-yang-coord@ietf.org
- RTGの中で核となる(であろう)ベースドラフトは以下の通り
  - Core Routing (Generic)
    - draft-ietf-netmod-routing-cfg (NETMOD and RTGWG)
      OSPF, ISIS, BGPなどプロトコルSpecificは各WG管理。I2RSでも管理
  - Topology
    - draft-liu-yang-abstract-te-topo (TEAS) or draft-clemm-i2rs-yang-network-topo (I2RS)
      I2RSではL1, L2, L3 topoの文書が別途存在
  - OAM
    - draft-tissa-lime-yang-oam-model (*LIME (OPSArea)*)
      但しMPLS, BFDなどプロトコル依存なものは各WGで進めるため、双方Overlapもあり
      NVO3, SFC(, TRILL)などサービス規定なアプローチからのYANG文書も存在する
  - 全体にまだまだ交通整理が必要

[TEAS] WG 紹介

- TEAS: Traffic Engineering Architecture and Signaling
  - 2014年12月に正式に設立。(実質はCCAMPからの分離)
  - 他WGとの関連は以下の通り。実質はCCAMPで分離する形で
    - TEAS
      - TE Architecture
      - Generic protocol work for TE
      - Oversight and coordination of TE protocol work
    - CCAMP
      - Protocols for non-packet data planes
      - LMP
    - MPLS
      - Protocols for MPLS-TE (including MPLS-TP)
      - All other MPLS work as normal
    - PCE
      - Coordination with TEAS on TE architecture involving PCE
      - All PCE work as currently

[TEAS], [CCAMP], [MPLS] WG I-Ds

2014年11月時点での WG ID の再配置

TEAS

From ccmap:

- ...lsp-attribute-ro
- ...lsp-diversity
- ...mpls-tp-rsvpte-ext-associated-lsp
- ...rsvp-te-domain-subobjects
- ...rsvp-te-li-lb
- ...rsvp-te-srlg-collect
- ...te-metric-recording
- …network-assigned-upstream-label
- …interconnected-te-info-exchange

From mpls:

- ...mpls-p2mp-loose-path-reopt
- ...mpls-rsvp-egress-protection
- ...mpls-rsvp-ingress-protection

CCAMP

- ...flexi-grid-fwk
- …flexible-grid-ospf-ext
- …flexible-grid-rsvp-te-ext
- …flexigrid-lambda-label
- …grid-property-lmp
- …wson-iv-info
- …rsvp-te-bandwidth-availability
- …ospf-availability-extension
- ...additional-signal-type-g709v3
- ...otn-signal-type-subregistry

残るのはL0, L1のGMPLS protocol (LMP含む)に

[TEAS] TEASにおけるYANG検討

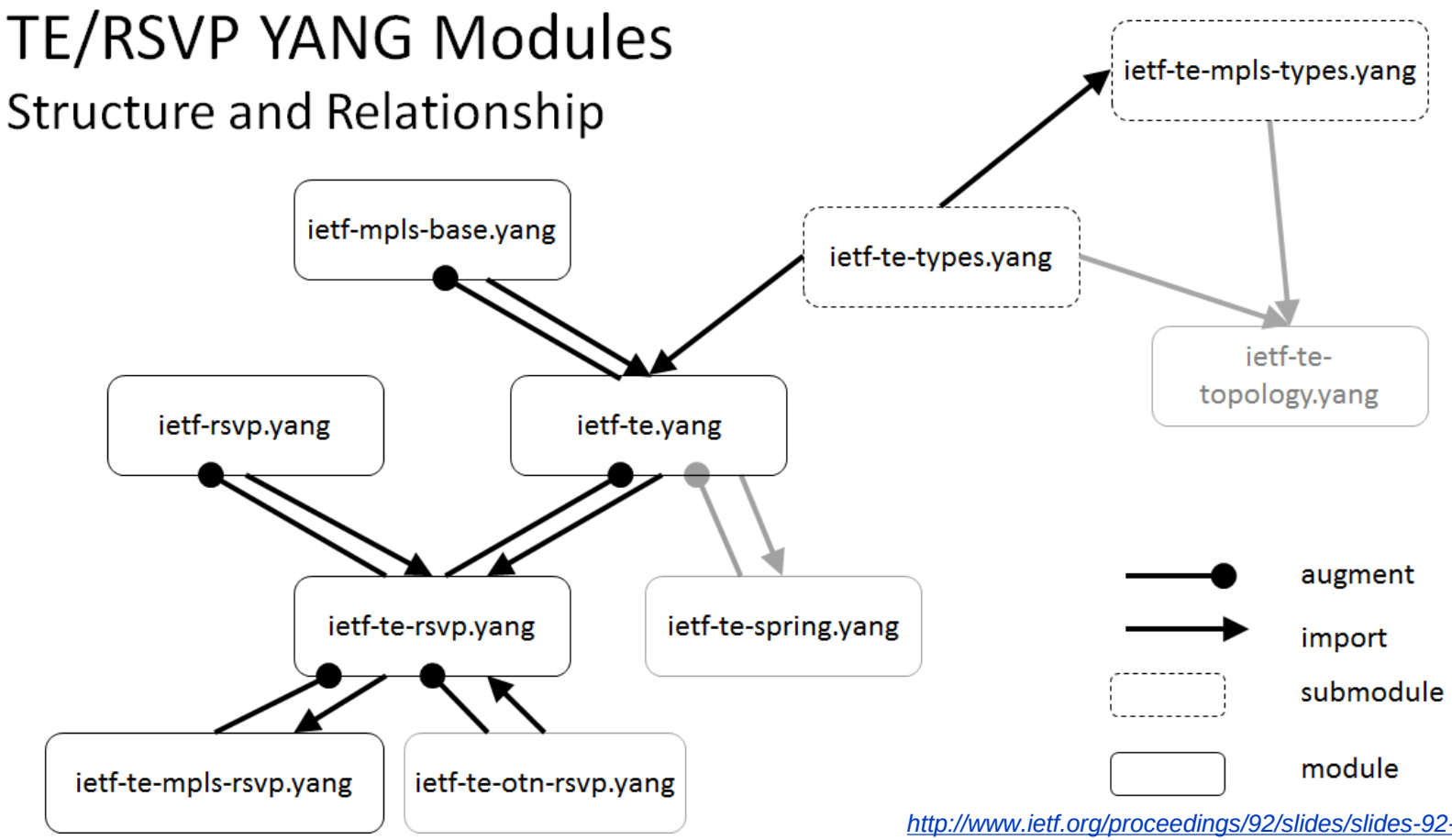
- TEASにおける YANG 検討
- 紹介された I-D (*はMPLSでも紹介)
  - draft-liu-teas-yang-te-topo
  - draft-saad-teas-yang-te
  - draft-saad-teas-yang-rsvp*
  - draft-openconfig-mpls-consolidated-model*
  - draft-zhang-mpls-lspdb-yang*
  - あと、IM として draft-lam-teas-usage-info-model-net-topology

参考：MPLS関連のI-D
- draft-chen-mpls-ldp-yang-cfg
- draft-chen-mpls-te-yang-cfg
- draft-gandhi-mpls-te-yang-model
- draft-zhang-mpls-tp-yang-oam

- 特化した課題
  - 一口に MPLS といっても、複数の技術を包含するため、どこまでをYANGとして規定するか。それも入り口次第で、似て非なる重複が発生する。
    - MPLS から入ると、RSVP-TE は不可避であり、またRSVP-TEから入るとMPLSが不可避
  - 同一案件(モデル化対象)に対しての複数団体からのドラフト
    - draft-saad-teas-yang-rsvp/draft-saad-teas-yang-te
    - draft-openconfig-mpls-consolidated-model

[TEAS], [MPLS] yang-rsvp/yang-te

- draft-saad-teas-yang-rsvp/draft-saad-teas-yang-te など
- MPLS を含めた、全体の相関関係を示したもの
  - ただし、TE に関わるものだけで、OAM, LDP は含まれていない
  - また、LSP DP (draft-zhang-mpls-lspdb-yang-00) とも整合性が取れていない



http://www.ietf.org/proceedings/92/slides/slides-92-teas-5.pdf

[TEAS], [MPLS] yang-rsvp/yang-te

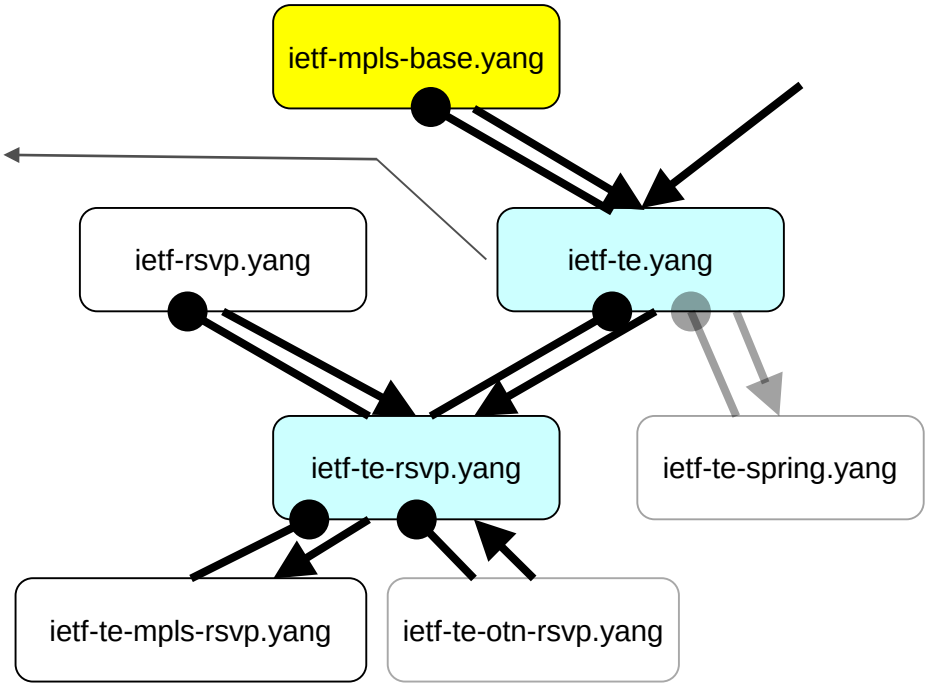
- draft-saad-teas-yang-rsvp/draft-saad-teas-yang-te

```
+ ietf-mpls-base.yang
     + -- ietf-te.yang
          + -- ietf-te-rsvp.yang
               +-- ietf-te-mpls-rsvp.yang
               +-- ietf-te-otn-rsvp.yang
          + -- ietf-mpls-te-sr.yang
```

draft-saad-teas-yang-te

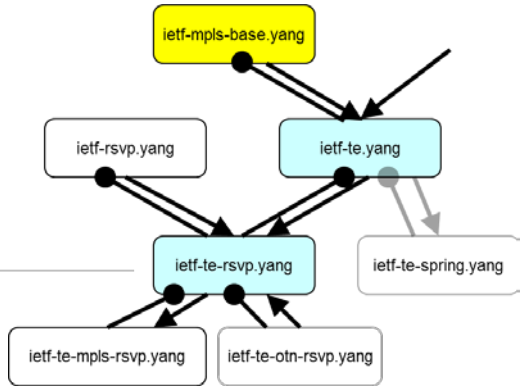
```
module: ietf-te
  +-te!
     +--rw tunnels
          ...
     +--rw interfaces
          ...
     +--rw globals
          ...
   +--ro tunnels-state
   +--ro lsps-state
   +--ro interface-state
   +--ro global-state

rpcs:
     +---x tunnels-rpc
     +---x lsps-rpc
     +---x global-rpc
     +---x interfaces-rpc
notifications:
     +---n tunnels-notif
     +---n lsps-notif
     +---n interfaces-notif
     +---n global-notif
```

draft-gandhi-mpls-te-yang-model をベースに TE Genericに



[TEAS], [MPLS] yang-rsvp/yang-te

- draft-saad-teas-yang-rsvp




```
module: ietf-rsvp
   +--rw rsvp!
      +--rw globals
      |  +--rw signaling
      |     +--rw graceful-restart! {graceful-restart}?
      <snip>
      |     +--rw hello {hellos}?
                  <snip>
      |     +--rw refresh
      |        +--rw reduction {refresh-reduction}?
      <snip>
      +--rw interfaces
      |  +--rw authentication {authentication}?
      <snip>
      |  +--rw signaling
      <snip>
      |  +--rw interface* [interface]
      |     +--rw interface          if:interface-ref
      |     +--rw authentication {authentication}?
      |     +--rw signaling
```

```
+--rw sessions
|  +--rw session* [src_port dst_port source dest]
     <snip>
+--rw neighbors
|  +--rw neighbor* [address]
     <snip>
+--ro interface-state
     <snip>
+--ro sessions-state
|  +--ro session* [src_port dst_port source dest]
     <snip>
+--ro neighbors-state
   +--ro neighbor* [address]
        <snip>
```

その他、各 RTG area でのYANGドラフト

- **RTGWG**
  - *draft-ietf-netmod-routing-cfg*
  - draft-yan-rtgwg-routing-policy-yang & draft-shaikh-rtgwg-policy-model
  - draft-li-rtgwg-tunnel-policy-yang
  - draft-acee-rtg-yang-key-chain
  - draft-wu-rtgwg-flowspec-cfg
  - draft-liu-rtgwg-yang-vrrp
- **BESS & PALS (L2VPN)**
  - draft-zhuang-pals-l2vpn-yang
  - draft-tsingh-bess-pbb-evpn-yang-cfg
- **SFC, LISP, NVO3**
  - draft-penno-sfc-yang
  - draft-ermagan-lisp-yang
  - draft-zhang-nvo3-yang-active-active-cfg
  - draft-zhang-nvo3-yang-cfg
- **TRILL**
  - draft-ietf-trill-yang
  - draft-ietf-trill-yang-pm
- **ISIS, OSPF, IDR (BGP)**
  - draft-ietf-isis-yang-isis-cfg
  - draft-ietf-ospf-yang
  - draft-shaikh-idr-bgp-model & draft-zhdankin-idr-bgp-cfg
- **BFD**
  - draft-zheng-bfd-yang
- **SPRING**
  - draft-hu-spring-yang
  - draft-litkowski-spring-sr-yang
- **CCAMP, PCE**
  - draft-dharini-netmod-g-698-2-yang-02
  - draft-pkd-pce-pcep-yang
- **LIME (OPS)**
  - draft-tissa-lime-yang-oam-model
- **L3SM (OPS), new**
  - L3VPN に特化したYANG
  - draft-l3vpn-service-yang
  - *draft-zhuang-bess-l3vpn-yang (BESS)*

まだ拾い切れていないもの多数

まとめに代えて

- IETF 92 報告として、RTGの最近の話題を紹介
  - 最新 WG 構成
  - NVO3, BESS, BIER, SPRING と Encapsulation Considerations
  - (NETMOD,) TEAS, MPLS
    - または、RTG 内での YANG

ありがとうございました