

MPLS Japan 2015

ネットワークモデル化の議論から見た SDN/NFV
“YANG 祭の傍らで”

2015/11/9

栃尾 祐治(富士通研究所)

tochio<at>jp.fujitsu.com

最初に: 祭りの号令

Writable MIB Module IESG Statement

n <https://www.ietf.org/iesg/statement/writable-mib-module.html>

March 2, 2014

The IESG is aware of discussions in the OPS area and in a number of working groups about the current practice for standards-based approaches to configuration. **The OPS area has shown strong support for the use of NETCONF/YANG while many working groups continue to specify MIB modules for this purpose.** The IESG wishes to clarify this situation with this statement:

- | IETF working groups are therefore encouraged to use the NETCONF/YANG standards for configuration, especially in new charters.
- | SNMP MIB modules creating and modifying configuration state should only be produced by working groups in cases of clear utility and consensus to use SNMP write operations for configuration, and in consultation with the OPS ADs/MIB doctors.

確かに...

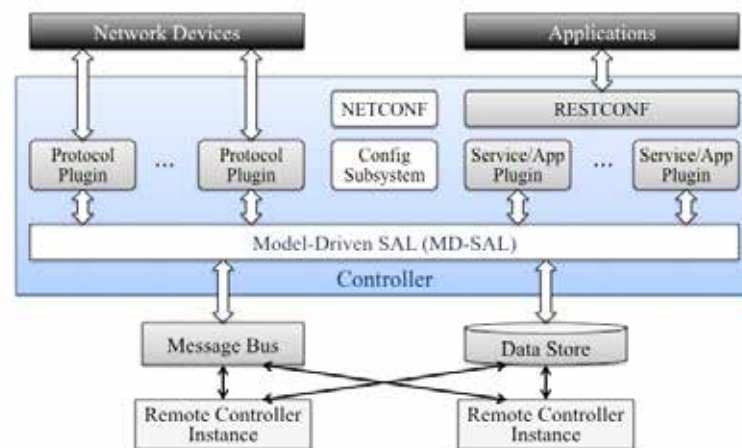
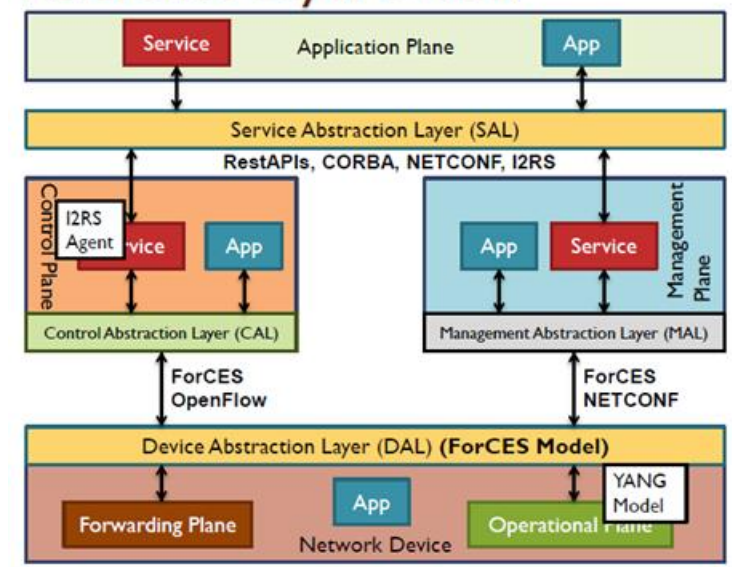
n SDN時代において、NETCONF/YANGの重要性は高まっている

n RFC 7426

n Open Daylight

- https://wiki.opendaylight.org/view/OpenDaylight_Controller:MD-SAL:MD-SAL_Document_Review:MD_SAL

Reference Layer Model



n ではこの先、あらゆるネットワークをYANG記述すればいいのか？

→そうでもないです > 特に伝送網レイヤ(L0, L1, L2)

本日本話すること

n 各標準化団体におけるネットワークモデルに関する議論

n IETF YANG 関連進捗と課題

n IETF 94 進捗少しだけ含む(かも)

n 紹介する YANG トピックス

- Device model
- OAM
- Topology

n IETF での Information model 議論

n ITU-T/ONF

n ITU-T と ONF - 複雑な関係

n Information model そして...

n 伝送網レイヤにおける課題

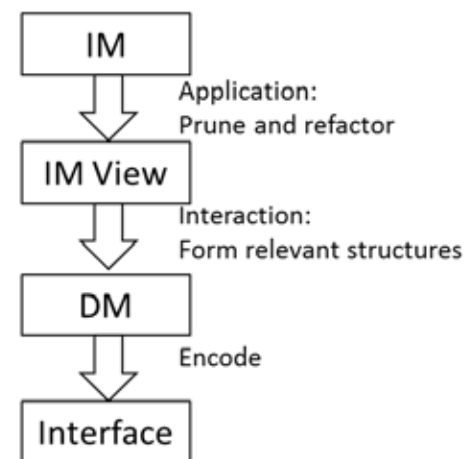
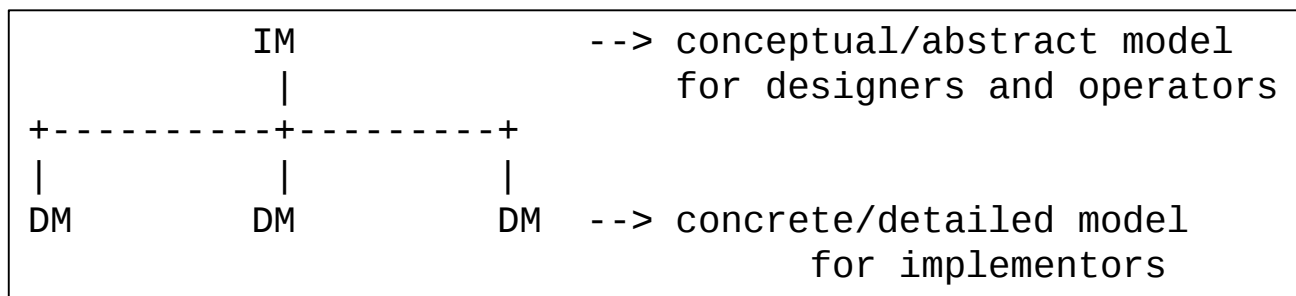
n ケーススタディ

n 課題

n まとめ

Information Model/Data Model

- n そもそも Information model (IM) と Data model (DM)とは
- n RFC 3444 “On the Difference between Information Models and Data Models”
 - n IM
 - specify relationships between objects
 - model managed objects at a conceptual level, **independent of any specific implementations or protocols** used to transport the data.
 - n DM
 - 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.
- n DM はIETFではYANGが主流に。しかし IM を抑えることが重要で、これが、SDO 間での覇権争いに



各標準化団体での活動状況(一言で)

n IETF

- n 管理プロトコル規定として **NETCONF/YANG – Data Model (DM)**規定
- n SNMP MIB の新規開発はしない、これからは NETCONF/YANGに移行する IESG の勧告により、YANG 祭りが始まる
 - NETCONFはNETCONF WGで、YANG 定義は NETMOD WG
- n YANG に基づく、各拡張定義 (MPLS, Routing, OAM) は、各 WG で
 - MPLS, RTGWG, TEAS, CCAMP,...などほとんどの Routing Area で YANG 検討
- n IMも一部WGで検討しているが、DMに比べあまり重要性を感じていない？

n ITU-T/ONF

- n ITU-T SG15 では、そもそもNE(Network Equipment)の管理を定義
 - NE 定義: Q10, Q11 / NE 管理: Q14
- n それをベースに Information model (IM) を検討し、さらにその結果を ONF と連携して、同調して伝送系のIMを進めている
- n その他、ONF で進めている OF-config は NETCONF
- n また、ONF では Transport API を進めている。IM をベースに定義する方向

各標準化団体での活動状況(一言で)

n IEEE

- n 802.1 関連中心に、MIBモジュールの定義を行ってきたが、SNMP (IETF) の影響を受けてか、YANG module定義を行うことにした
- n まず、IEEE802.1Q(MAC), IEEE802.1X(Sec)から
 - IEEE802.1Q はすでにいくつかドラフトとして出ています
- n IEEE802.3 (PHY)は IETF とコラボで作業開始 (Design Team形成)

n MEF

- n MEFでは、すでに、OAMなどで、YANG moduleの定義を行っている (MEF38, 39)の他、MEF6.2規定のサービスに対してもYANG化の作業を検討中である。
- n Information modelにおいても、MEF 7.2 と呼ばれる文書を発行中、これらはTMF, ITU-Tとも連携を取った内容になっている

n TMF

- n ITU-T/ONF同様、Network Function, Network Resource の IM を検討
- n Service Management model も進めていて、IETF SUPA WG とも関連

YANG

n YANG (RFC 6020) – NETMOD WG

- n **Data modeling** languageを規定
 - RFC6087にてガイドラインを規定
- n 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。
- n 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
- n Tree 構成して簡素化した表記も定義 (RFC 6087bis)

```
+--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
```

- n 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

n NETMOD WG での主な議論

n [YANG1.1\(rfc6020bis\)](#)に関する議論

- Issue list で管理 - <http://svn.tools.ietf.org/svn/wg/netmod/yang-1.1/issues.html>
- YANG to JSON は 1.1に組み入れることは合意したが、一方で1.0との互換性が課題に
- I2RS サポートも今後の課題

n **Routing, ACL, DiffServ**といったプロトコル一般なYANG定義

- draft-ietf-netmod-routing-cfg, draft-bogdanovic-netmod-acl-model, draft-asechoud-netmod-diffserv-model

DiffServ をもとに QoS YANG も検討開始予定

n **Interface (RFC 7277)のL2拡張**

- draft-wilton-netmod-intf-ext-yang-00, draft-wilton-netmod-intf-vlan-yang-00

n **モデルの明確化**

- **draft-bogdanovic-netmod-yang-model-classification**

NE向けYANG, Service向けのYANG等、多岐に渡るYANG modelをどう分類/階層化するか

n **Operational State Data**

- draft-**openconfig**-netmod-**opstate**

NETCONF を作る際に、configuration / operational state data の明確な区別を行うことを要求に盛り込んでいたが実際不十分。State のありかたについて議論

n **UML (Info model) à YANG (Data model) [後述]**

YANG in RTG Area

- n YANG が IETF 公用語化されたことで、RTG (Routing Area) のあらゆるWGで YANG に関するドラフトが大量発生。しかも、WG 間での重複も大
 - n 例えば MPLS の場合、MPLS WG はもちろん、RSVP-TE 関連で TEAS WG も関与
- n RTG Area でも重複回避のために以下の Wiki, ML を創設
 - n <http://trac.tools.ietf.org/area/rtg/trac/wiki/RtgYangCoord>
 - n rtg-yang-coord@ietf.org
- n RTG (& OPS) の中で核となる(であろう)ベースドラフトは以下の通り
 - n Core Routing (Generic)
 - draft-ietf-netmod-routing-cfg (NETMOD and RTG WG)
 - OSPF, ISIS, BGP などプロトコル Specific は各 WG 管理
 - n Topology (Physical, Logical)
 - draft-rtgyangdt-rtgwg-device-model
 - draft-ietf-yang-abstract-te-topo (TEAS)
 - draft-ietf-i2rs-yang-network-topo (I2RS)
 - n OAM
 - draft-ietf-lime-yang-oam-model (LIME (OPS Area))
 - MPLS, BFD などプロトコル依存なものは各 WG で進めることになるが、OAM に関しては、LIME という WG が進めている

YANG Device model (-00, IETF93)

n draft-rtgyangdt-rtgwg-device-model

n Design TeamによるYANG構造の一般化ドラフト

- draft-**openconfig**-netmod-model-structure を意識し、より内容を深めたもの

n Device (Physical or VM) を Root にした構造。配下に Interface (RFC 7223) コンテナ定義

```
+--rw device
  +--rw info
  |   +--rw device-type?    enumeration
  +--rw hardware
  +--rw interfaces
  |   +--rw interface* [name]
  |   ...
  +--rw qos
  +--rw logical-network-elements
```

n Logical-network-elements (ドメイン)では例えばnetworking instance (VRF/VSF)を定義
networking instanceには、OAM, Control plane, policyなどが定義される

```
+--rw device
  +--rw logical-network-elements
    +--rw logical-network-element* [network-element-id]
      +--rw network-element-id          uint8
      +--rw network-element-name?       string
      +--rw default-networking-instance-name? string
      +--rw system-management
      |   ...
      +--rw ietf-acl
      +--rw ietf-key-chain
      +--rw networking-instances
      |   ...
      .
```

YANG Device model (-01, IETF94)

n 主な更新箇所 (<https://www.ietf.org/proceedings/94/slides/slides-94-netmod-7.pdf>)

n Top Level の Device 断念、Network Device (Module)定義に

```
+--rw device
  +--rw info
  | +--rw device-type?  enumeration
  +--rw hardware
  +--rw interfaces
  | +--rw interface* [name]
  |   ...
  +--rw qos
  +--rw logical-network-elements
  |   ...
```

```
module: network-device
+--rw info
| +--rw device-type?  enumeration
+--rw hardware
+--rw qos
+--rw logical-network-elements
|   ...
augment /if:interfaces/if:interface:
  ...
```

n 同時に Interface を augment として記載し、Logical Network element Network instance と柔軟に関連付けられるよう変更

n **Logical Network Element:** Sub LNE, System management を独立定義

```
+--rw device
  +--rw logical-network-elements
  +--rw system-management
  | +--rw device-view?  boolean
  | +--rw syslog
  | +--rw dns
  | +--rw ntp
  | +--rw statistics-collection
  | +--rw ssh
  | +--rw tacacs
  | +--rw snmp
  | +--rw netconf
```

```
module: network-device
+--rw logical-network-elements
  +--rw logical-network-element* [network-element-id]
  +--rw system-management
  | +--rw device-view?  boolean
  | +--rw system-management-global
  | +--rw system-management-protocol* [type]
  | +--rw type identityref
```

n これでも表記方法はまだ課題ありと、DT では議論継続中

OAM for YANG [LIME]

n Layer Independent OAM Management in the Multi-Layer Environment

- n 第91回会合(ハワイ) OPS Area 配下でのWGとして形成
- n 目的は、OAM機能をgeneric (layer independent)にData model (YANG)で定義してOAM管理を簡素化すること (IM は考慮してない)
- n 注: OAM (Operations, Administration, and Maintenance)とは、IP でいう BFD とか LSP ping, ippm にあたる、障害管理またはパフォーマンス管理(損失、遅延)を提供する機能のこと

n 既存のドラフト

- n draft-ietf-lime-yang-oam-model
- n draft-wang-lime-yang-pm
- n draft-wang-lime-rpc-yang-oam-management
- n draft-zhuang-lime-yang-oam-model-applicability
- n draft-txh-lime-gap-analysis
- n draft-lam-lime-summary-l0-l2-layer-independent

n 当面の課題

- n Layer independent の妥当性。特に L0-L2とL3以上で generic にできるか
 - 実際には、IP, MPLS が。。。。
- n IMなくしてDMを進めることの正当性。特に、L0-L2 (@ITU-T, ONF)
- n 他WGで進めるOAM関連のFrameworkとYANG 文書(NVO3, SFC, TRILL, MPLS)
- n 他団体で平行して進めている、YANG 文書との関わり。特に Ethernet (IEEE, MEF)
- n Notification の定義 (後述)

Generic OAM YANG [YANG]

n draft-ietf-lime-yang-oam-model

n Overview

- n Ietf-gen-oam module で、アーキテクチャ規定を行い、rpc (Remote Procedure Call)で個別機能を拡張定義 (MEP から augment)

- n Notification も規定されている

```
module: ietf-gen-oam
  +--rw domains
    +--rw domain* [technology MD-name-string]
      +--rw technology          identityref
      +--rw MD-name-string      MD-name-string
      +--rw MD-name-format?     identityref
      +--rw (MD-name)?
        | +--:(MD-name-null)
        |   +--rw MD-name-null?      empty
      +--rw md-level?           MD-level
      +--rw MAs
        +--rw MA* [MA-name-string]
          :
          +--rw MEP* [mep-name]
            | +--rw mep-name          MEP-name
            | +--rw (MEP-ID)?
            : :
            | +--rw priority?         uint8
            | +--rw session* [session-cookie]
            : :
            :
          +--rw MIP* [interface]
            | +--rw interface        if:interface-ref
          +--rw related-oam-layer* [offset]
```

```
rpcs:
  +---x continuity-check
  |   +--ro input
  |   :   :
  |   +--ro output
  |   :   :
  +---x continuity-verification
  |   +--ro input
  |   :   :
  |   +--ro output
  |   :   :
  +---x path-discovery
  |   +--ro input
  |   :   :
  |   +--ro output
  |   :   :
  +---x Loss-measurement (to added?)
  |   :   :
  +---x delay-measurement (to added?)
  |   :   :
```

```
notifications:
  +---n defect-condition-notification
    +--ro technology
    +--ro MD-name-string
    +--ro MA-name-string?
    +--ro mep-name?
    +--ro defect-type?
    +--ro generating-mepid
    :
    +--ro (error)?
      +--:(error-null)
      | +--ro error-null?
      +--:(error-code)
        +--ro error-code?
        +--ro error-code?
```

Topology YANG [TEAS]

n TEAS WG:

- n IETF 92 に CCAMP から分離する形で独立。TE を主に扱う

n draft-ietf-teas-yang-te-topo

- n Technology Agnostic な TE Topology モデルを YANG にて記載したドラフト
- n ハイレベルに記載すると、Topology をRootに、Node 属性, TE-link, matrix を定義
- n さらに、マルチレイヤに向けたポロジ-抽象化 (ドラフトでは、TE Topology as a Serviceと銘打っている) も考慮した、Overlay/Underlay モデルが含まれる
- n さらに、現在のドラフトでは configuration data と operational state data それぞれを定義している

```
module: ietf-te-topology
  +--rw te-topologies
  |   +--rw topology* [te-topology-id]
  |   |   +--rw node* [te-node-id]
  |   |   |   +--rw te-node-id          te-node-id
  |   |   |   +--rw te-node-template?   leafref
  |   |   |   +--rw te-node-attributes
  |   |   |       +--rw schedules* [schedule-id]
  |   |   |       .....
  |   |   |   +--rw underlay-topology?   leafref {te-
  |   |   | topology-hierarchy}?
  |   |   |   +--rw te-link* [te-link-id]
  |   |   |   |   +--rw te-link-id      te-link-id
  |   |   |   |   .....
  |   |   |   |   +--rw connectivity-matrix* [id]
  |   |   |   |   |   +--rw id          uint32
  |   |   |   |   |   +--rw from-link
  |   |   |   |   |   .....
  |   |   |   |   |   +--rw to-link
  |   |   |   |   |   .....
  |   |   |   |   +--rw ted
  |   |   |   |   .....
  |   |   |   +--rw node-template* [name]
  |   |   |   |   .....
  |   |   |   |   +--rw te-node-attributes
  |   |   |   |   +--rw underlay-topology?   leafref {te-
  |   |   |   | topology-hierarchy}?
  |   |   |   :
  |   |   |   |   +--rw link-template* [name]
  |   |   |   +--ro te-topologies-state
  |   |   |   :
  |   |   |   +--ro topology* [te-topology-id]
  |   |   |   |   +--ro node* [te-node-id]
  |   |   |   |   |   +--ro te-node-attributes
  |   |   |   |   |   |   +--ro underlay-topology?   leafref {te-
  |   |   |   |   |   | topology-hierarchy}?
  |   |   |   |   |   :
  |   |   |   |   |   +--ro link* [source-te-node-id source-te-link-id
  |   |   |   |   |   | dest-te-node-id dest-te-link-id]
  |   |   |   |   |   |   +--ro is-abstract?   boolean
  |   |   |   |   |   |   +--ro underlay! {te-topology-hierarchy}?
```

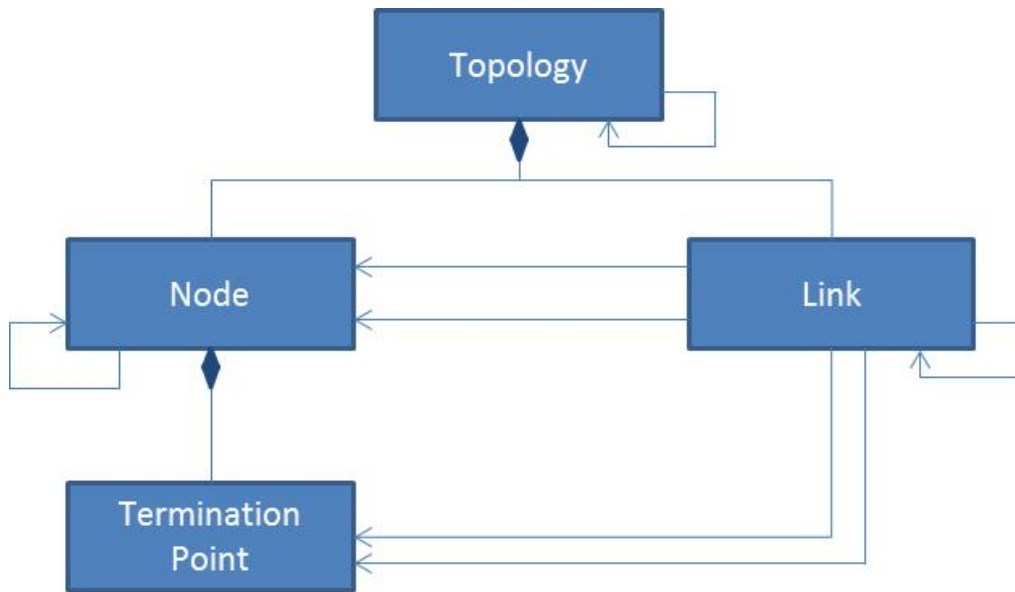
Topology YANG [I2RS]

n I2RS WG: Application - Routing システム間のインタフェース規定。RIB モデル化など規定

n Topology IM/DM

n draft-medved-i2rs-topology-im (Expired)

n draft-ietf-i2rs-yang-network-topo



```
module: network-topology
  +--rw network-topology
    +--rw topology [topology-id]
      +--rw topology-id          topology-id
      +--ro server-provided?      boolean
      +--rw topology-types
      +--rw underlay-topology [topology-ref]
        | +--rw topology-ref      topology-ref
      +--rw node [node-id]
        | +--rw node-id            node-id
        | +--rw supporting-node [node-ref]
        |   | +--rw node-ref        node-ref
        |   +--rw termination-point [tp-id]
        |     +--rw tp-id          tp-id
        |     +--ro tp-ref*         tp-ref
      +--rw link [link-id]
        +--rw link-id              link-id
        +--rw source
          | +--rw source-node      node-ref
          | +--rw source-tp?       tp-ref
        +--rw destination
          | +--rw dest-node        node-ref
          | +--rw dest-tp?         tp-ref
        +--rw supporting-link [link-ref]
          +--rw link-ref          link-ref
```

Topology YANG: TEAS and I2RS (IETF93)

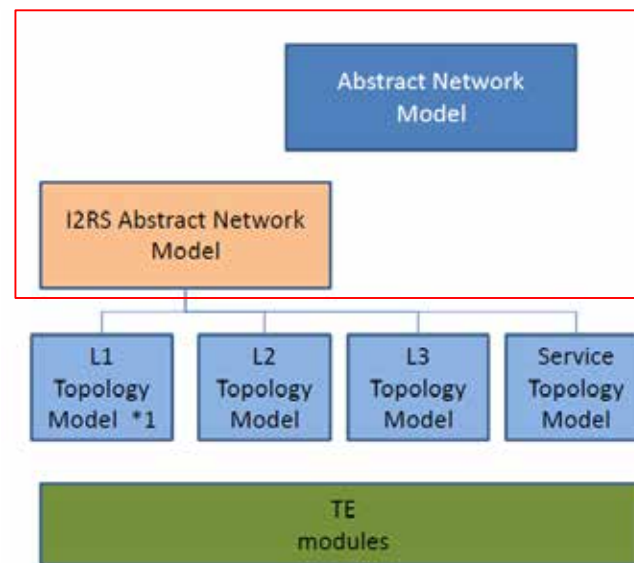
n I2RS におけるドラフト体系

- [draft-ietf-i2rs-yang-network-topo](#)
- [draft-clemm-i2rs-yang-l3-topo](#)
- [draft-ietf-i2rs-l2-network-topology](#)
- [draft-hares-i2rs-info-model-service-topo](#)
- [draft-wang-i2rs-yang-service-topo-dm](#)
- [draft-zhang-i2rs-l1-topo-yang-model-01](#)

n TEAS ([draft-ietf-teas-yang-te-topo](#)) と, I2RS 間で特別にセッション実施

n おおよその合意:

- n I2RS は Service Topology のためのモデル化、TEAS は TE Topology
- n TE Topology model は、I2RS Topology model をaugment (つまり I2RS をベース)
- n L1(/L0) Topology (I2RS) は、TE Topology Model をaugment する形
 - à CCAMP へ引越しも検討
- n 一方、L2, L3 Topologies は、TE Topology Model をaugment は不要
 - 厳密に言うと、L2 は微妙なのだけど



...つまり、Router (L3) 屋と 伝送装置(L0-L2)屋でのtopology モデルの考え方が異なってくる？

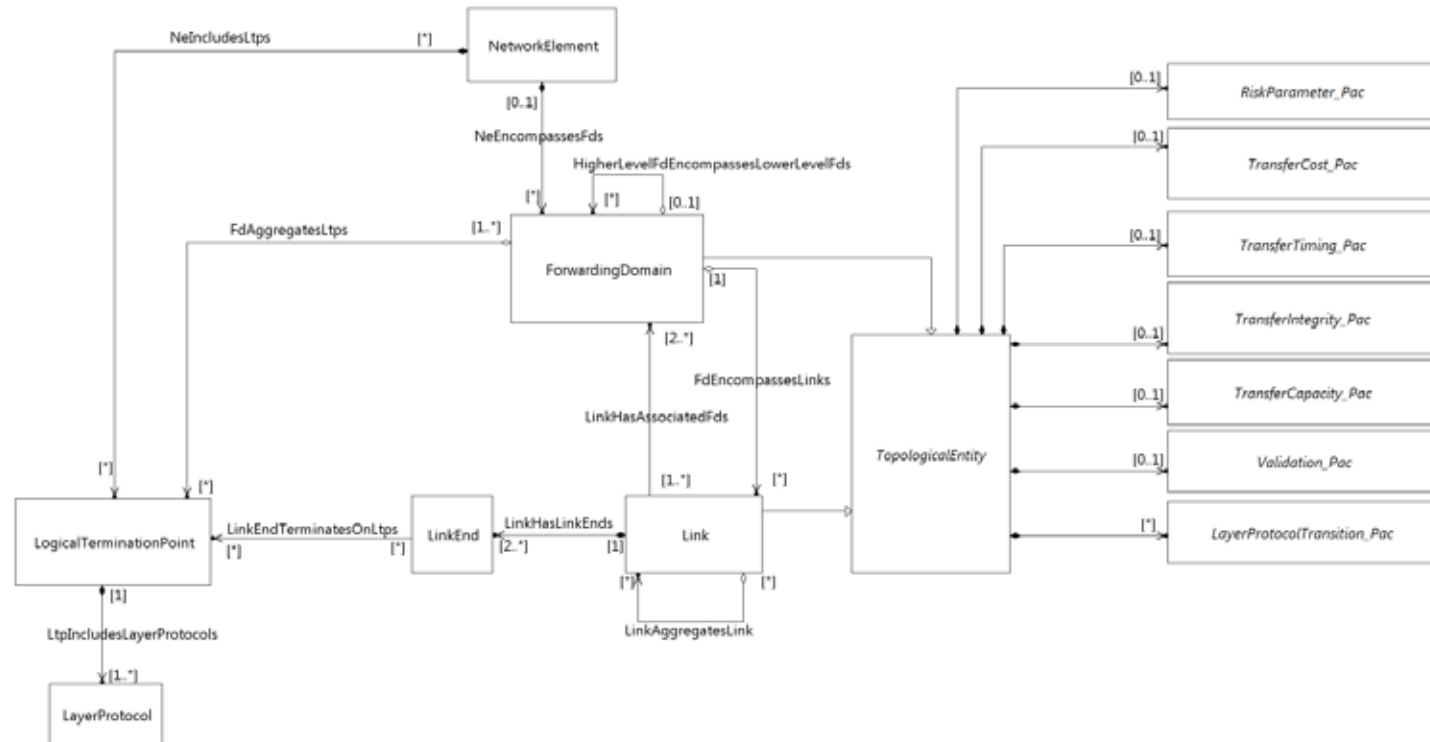
でも YANG (DM) だけじゃないのです。。。
IM も IETF では一部議論されています
(TEASとかNETMODとか)

IM についてのドラフト [TEAS]

n draft-lam-teas-usage-info-model-net-topology

n ITU-T/ONF で進めてきた Core information model の I-D 化

- ITU-T G.7711 “Generic protocol-neutral information model for transport resources”
- ONF TR-512 “Core information model”



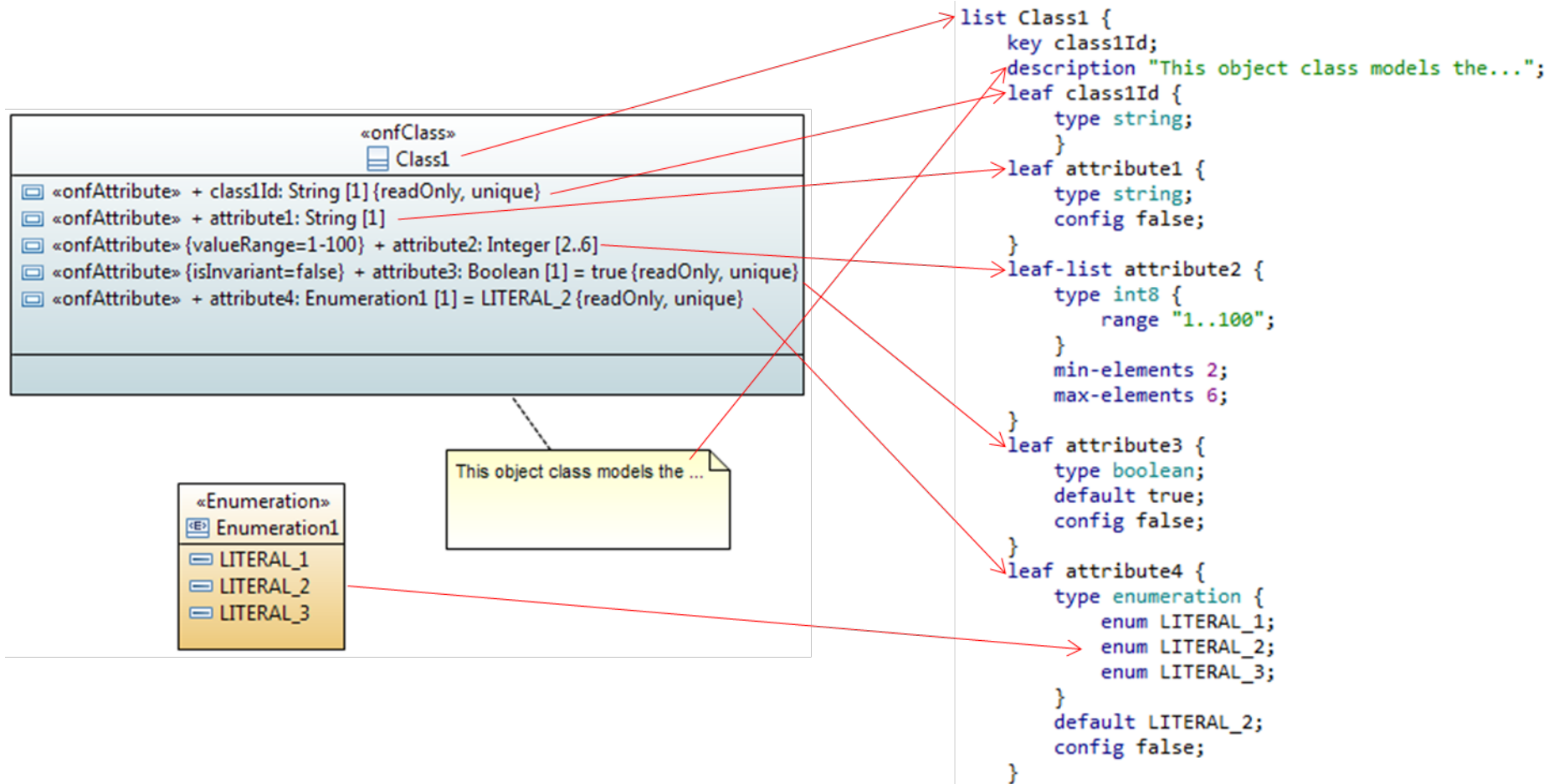
n この先、ONF で進める Topology IM と、Topology YANG (draft-liu-teas-yang-te-topo-00) とで整合性をとりながら、進めていきたい旨を宣告

n YANG 変換も考慮 - <https://www.ietf.org/proceedings/94/slides/slides-94-teas-6.pdf>

IM に関してのドラフト [NETMOD]

n draft-mansfield-netmod-uml-to-yang

- n Guidelines for Translation of UML Information Model to YANG Data Model
- n これも ONF で活動中の文書で、タイトル通り、IM(UML) à DM(YANG)変換のガイド文書の I-D 化 (Informational RFC化を目指す)



ということで、話はITU-T/ONFへ

ITU-T, ONF での IM 活動 (伝送系)

n ITU-T

- n ITU-T SG15 では、NE(Network Equipment)の管理を定義
 - NE 定義: Q10(Packet(L2)), Q11 (OTN(L1), WDM(L0)) / NE 管理: Q14
- n それをベースに Q14 にて Information model (IM) を検討
 - G.874.1 (OTN(WDM含む)), G.8052 (Ethernet), *draft G.8152 (MPLS)*

n ONF

- n 関連する Area, Projectは以下の通り <https://www.opennetworking.org/technical-communities>
- n Services Area > **Information Modeling Project (IMP)**
 - Generic (Protocol neutral) な観点で、IM を推進
- n Specification Area > **Open Transport** project (旧Optical Transport WG)
 - 伝送系レイヤ (L0, L1, L2) を対象に OpenFlow プロトコル拡張、SDNアーキテクチャ、Information Model、更に、Transport API (TAPI) の活動を進めている
 - IM 観点では、OTN, Ethernet, MPLS 向け IM と TAPI に該当

n 複雑な関係

- n 実は進めているメンバがほぼ同じ
- n ITU-T 勧告はONF 文書は公式に参照できない
 - ONF の IPR ポリシーが A.5 Justification 上 NG

G.7711 (G.gim) & ONF TR-512 + 513

Generic Protocol-Neutral Information model for transport resources

- n G.7711 とは、当初既存勧告 (ITU-T G.874.1, G.8052, G.8152)を一般的に扱う勧告と scope されたが、ONF の議論もあり、Network Equipment 管理だけでなく Network Resource (Element) も含める方向で作成された勧告。2014年から作業開始

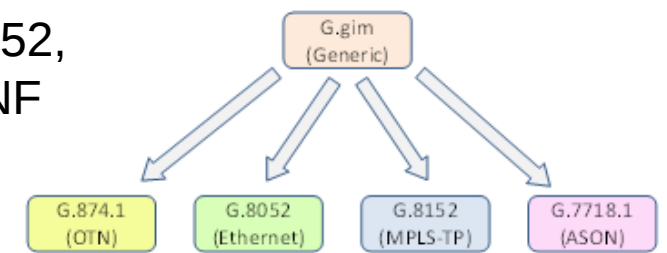


Figure 1-1/G.7711(若干修正)

- n 同じ時期に、ONF で IMP (Information model project)が発足。G.7711 と同様の内容を議論し、**TR512: Core Information Model** (CIM) + **UML** として先行発行(2015/3)
- n TR-512 を G.7711として**直接インプット/同期** (by 寄書提案) し、**G.7711 は 2015/08 に正式承認** (<http://www.itu.int/rec/T-REC-g.7711>)
- n G.7711 Scope には、**TR-513: CIM overview** がインプットされ、ONF/ITU-T で考えるモデル化の進め方を紹介
 - 更に **TR-514: UML Modeling Guideline** も取り込み予定
- n Common Information model を先に固めてその拡張(Technology specific)を展開のあと、Data Schema (i.e. YANG) への適用を図る流れ

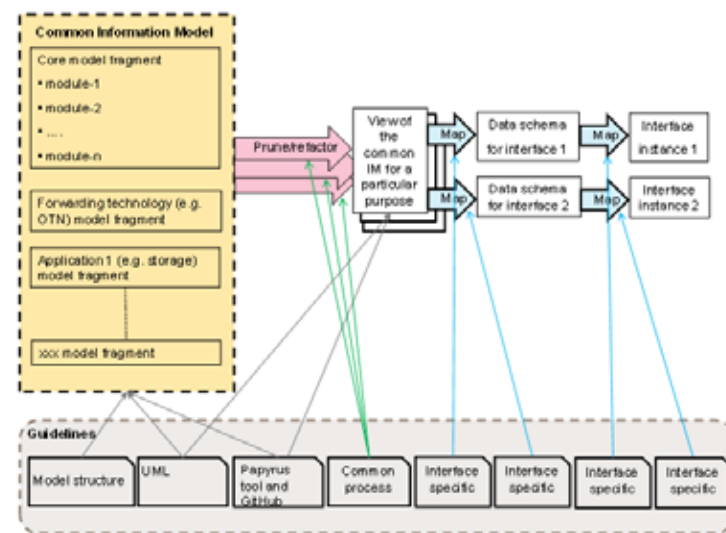
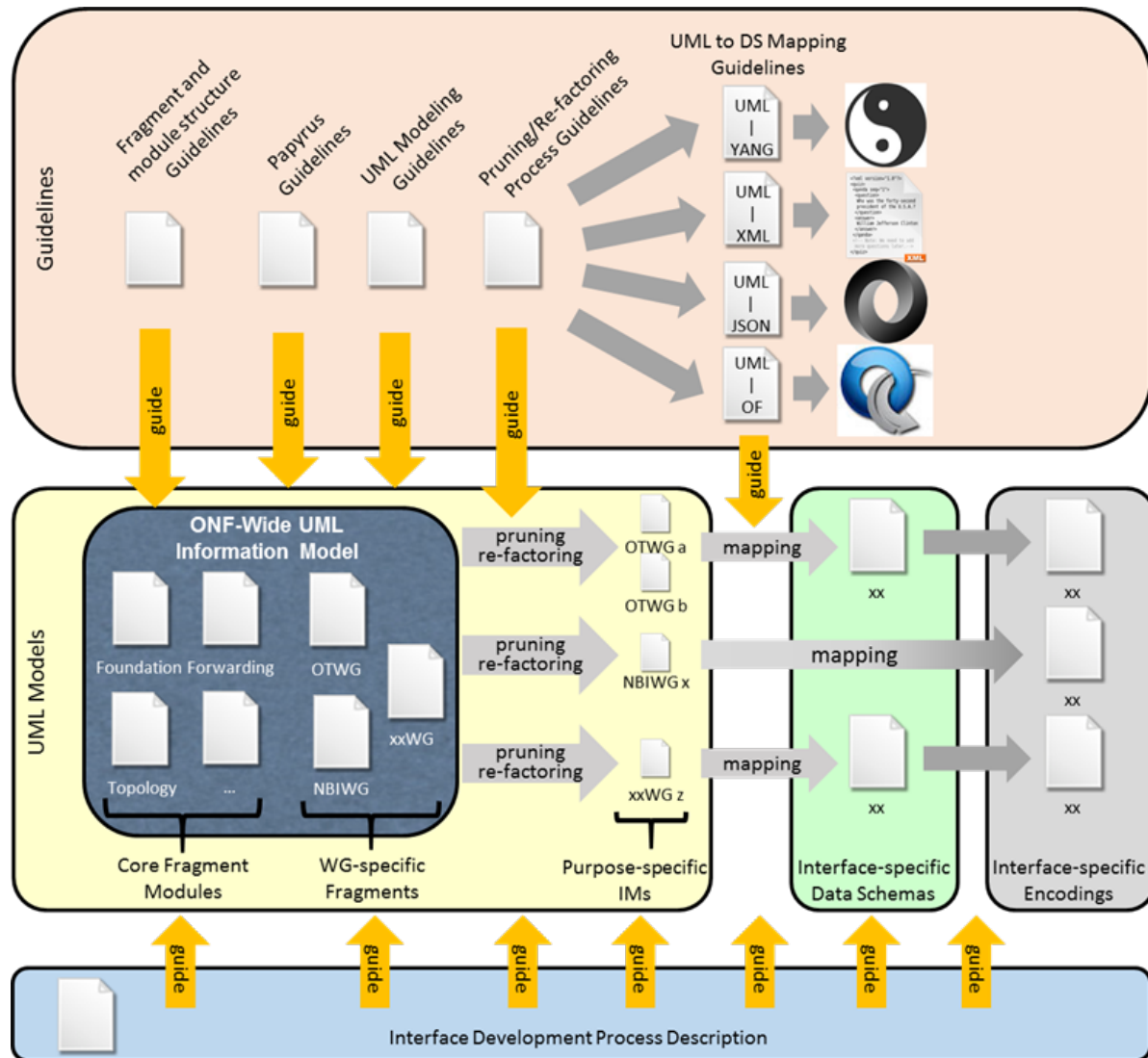


Figure 1-2/G.7711 or Figure 1-1/TR-512

TR514: UML Modeling Guidelines 1.0

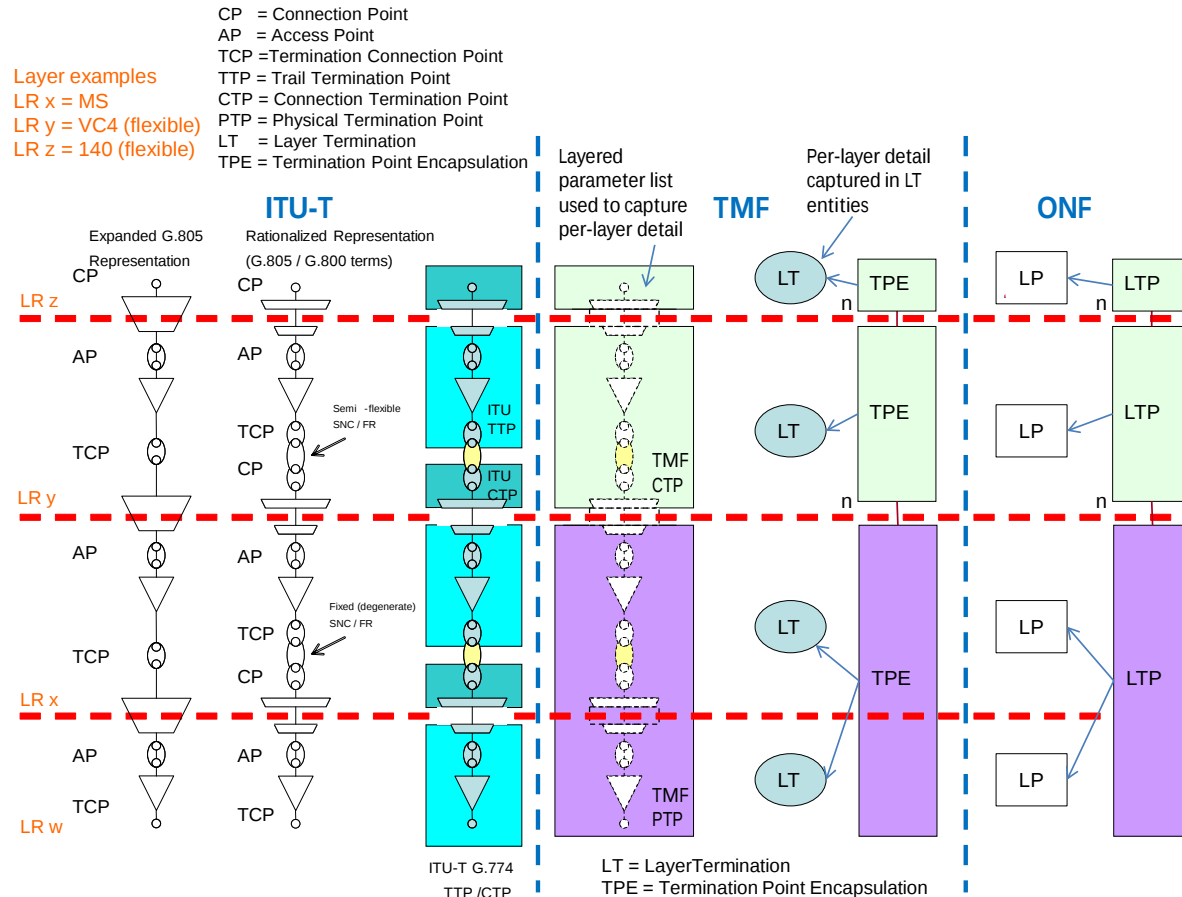
Figure 4.1: ONF Specification Architecture



G.7711 (G.gim) & ONF TR-512

LTP, LP

- n G.874.1 (古くはG.852.2)で定義したCTPならびにTTPと定義した参照ポイントをベースに、レイヤ毎の定義であった、CTP, TTP より一般化し、
LTP (Logical Termination Point), LP (Layer Protocol) という、Object class を定義



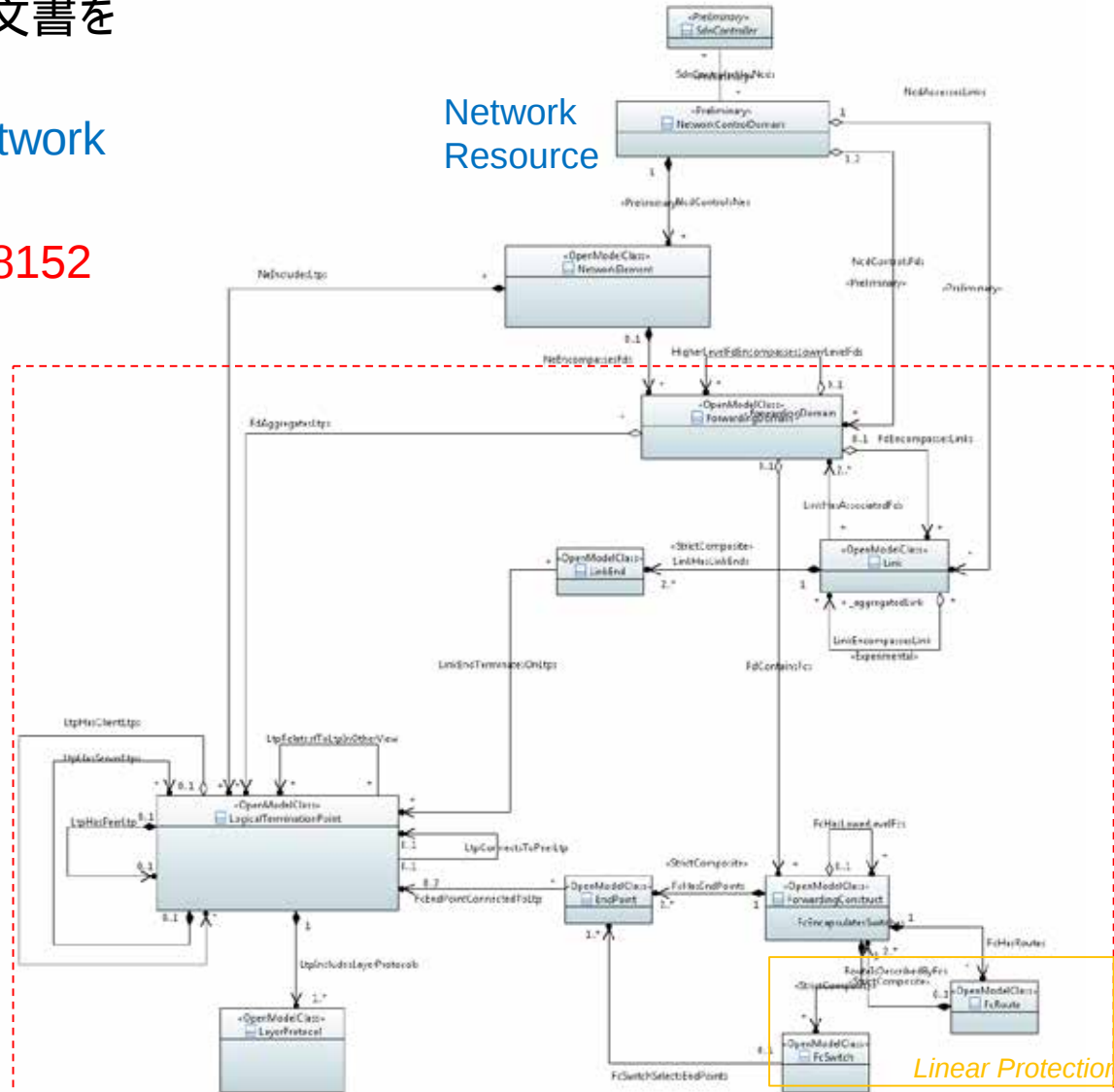
G.7711 (G.gim) & ONF TR-512

Core Model 定義

- n あらかた言って以下の2団体の文書をマージしたモデル定義
- n **TR225 "Logical Resource: Network Function Model"**
- n ITU-T G.874.1, G.8052, draft G.8152 (OTN, Ethernet, MPLS-TP) の一般化
- n LTP, LP (前スライド)
- n 更に SNC (SubNetworkConnection), SN (SubNetwork) クラスを、FD (ForwardingDomain), FC (ForwardingConstruct) と名称変更している。Connection だけでなく Flow にも対応するため
- n UML 作成環境は **Papyrus** (Eclipse プラグイン)

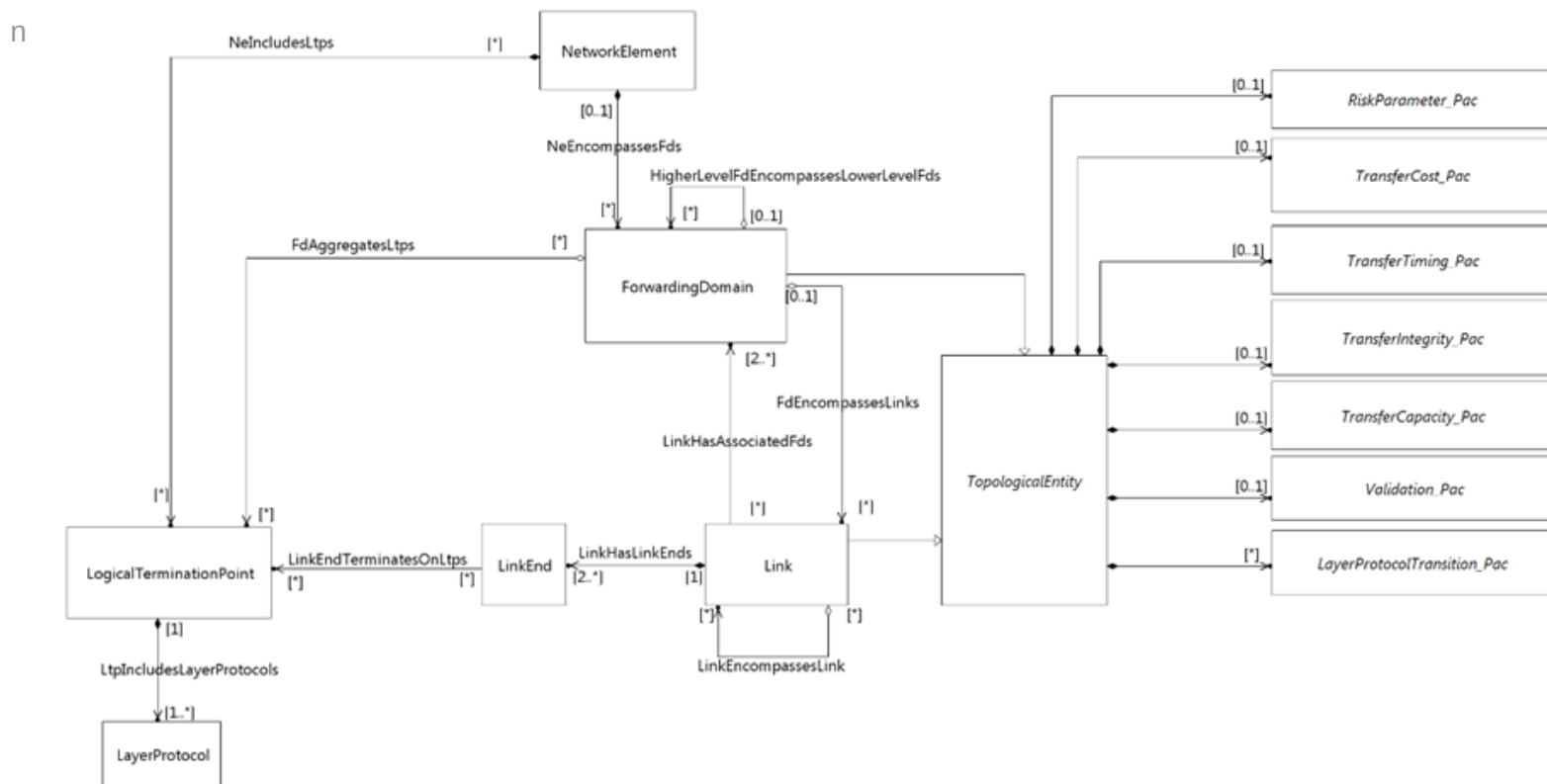
Controller for NE

Network Resource



G.7711 & ONF TR-512今後の課題

- FD, Linkクラスからは、TopologicalEntity (Topology Subset) を定義している。この中身詳細については、今後エンハンスする予定である



- さらに、Termination (LTP) Subsetでは、OAM機能(MEP, MIP, 各ツールのJob class)をこの先定義する予定。この際に、G.8052定義のMEP (source/sink) class などを見直す予定である。(MEP Refactoring)
- 更に、**ONF UML à YANG mapping guideline** は TR として近々発行予定
 - すでに、**draft-mansfield-netmod-uml-to-yang** としても議論

このあたり踏まえて
伝送網レイヤにおけるモデル化を考える

伝送系技術をNETCONF/YANGにする手順/あり方

- n Interface (ポート) に対しての適用であれば、WDM の例で紹介すると。draft-dharini-netmod-g-692-2dwdm-if-yang のような発想で設定・規定はできる
- n 但し、Data plane 上の動作が規定された伝送網レイヤ(L0-L2)に、NETCONF/YANG を目指すなら、Data plane での管理規定を直視してモデル化するべき
- n 具体的には、
{G.874.1/G.8052/draft G.8152} (or ONF OT IM) à “UML à YANG変換”
の方がより標準動作に即した NETCONF/YANG が実現できる

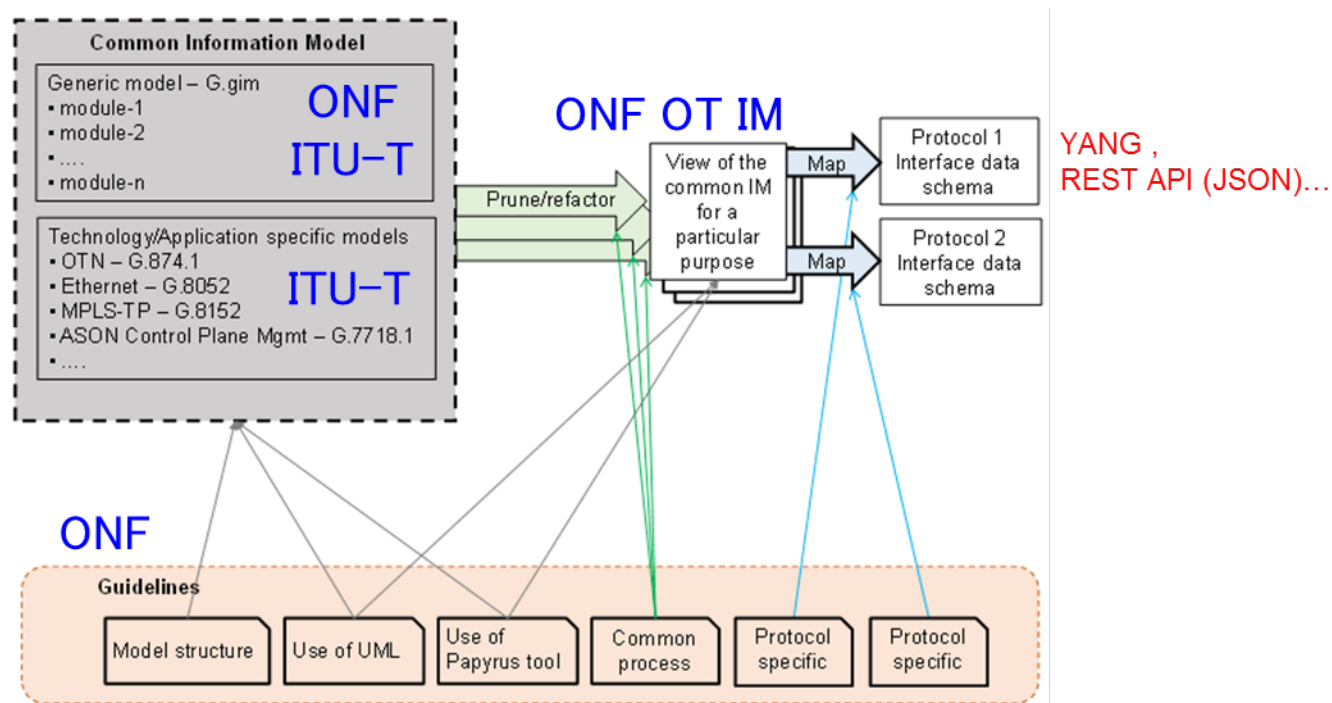


Figure 1-2/G.7711 or Figure1-1/TR-512の初版図をもとに加筆

実際に...

n <https://datatracker.ietf.org/liaison/1433/>

n LS: ITU-T Q14/15 à NETMOD, CCAMP, TEAS, MPLS

n **LS on protocol-specific data modelling work**

We would like to inform you that **ITU-T Q14/15 has initiated work on protocol-specific data modelling for the management of transport specific technologies, such as OTN, Carrier Ethernet and MPLS-TP**. These protocol-specific data models will be developed based on the protocol-neutral UML models that are specified by Q14/15, including ITU-T G.7711/Y.1702 (generic information model), ITU-T G.874.1 for OTN, ITU-T G.8052/Y.1346 for Carrier Ethernet, and ITU-T G.8152/Y.1375 (draft) for MPLS-TP.

During the October 2015 Q14/15 interim meeting, we received a contribution for a YANG data model proposal for Ethernet Ring Protection (ERP) management.

<...>

ケーススタディ: draft-dharini-netmod-g-692-2dwdm-if-yang

UML à YANGは draft-mansfield-netmod-uml-to-yang (pdf) に紹介されています

ITU-T

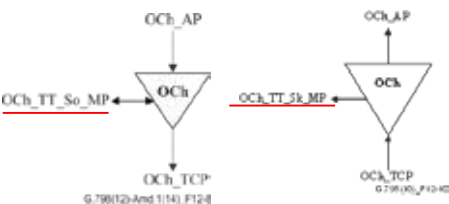
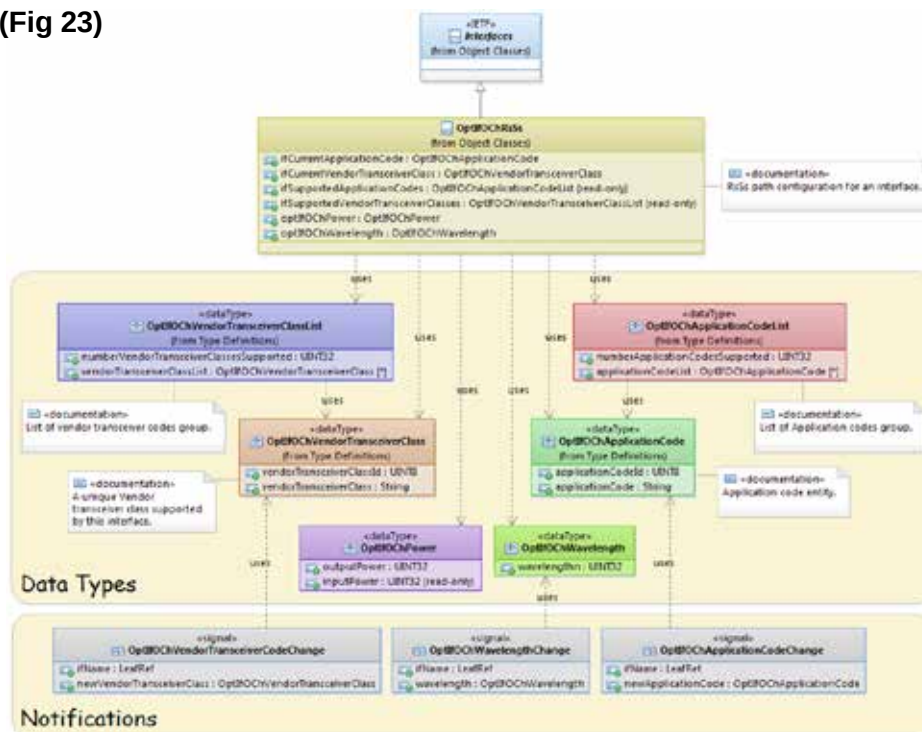


Figure 12-8 & 10/G.798



Figure 7-4/G.874.1(抜粋)

UML(Fig 23)



YANG (Fig 21 & 22)

```
module: ietf-opt-if-g698-2
augment /if:interfaces/if:interface:
  +--rw optIfOchRss
    +--rw ifCurrentApplicationCode
      | +--rw applicationCodeId? uint8
      | +--rw applicationCode? string
    +--rw ifCurrentVendorTransceiverClass
      | +--rw vendorTransceiverClassId? uint8
      | +--rw vendorTransceiverClass? string
    +--ro ifSupportedApplicationCodes
      | +--ro numberApplicationCodesSupported? uint32
      | +--ro applicationCodesList* [applicationCodeId]
      |   +--ro applicationCodeId uint8
      |   +--ro applicationCode? string
    +--ro ifSupportedVendorTransceiverClass
      | +--ro numberVendorTransceiverClassSupported? uint32
      | +--ro vendorTransceiverClassList* [vendorTransceiverClassId]
      |   +--ro vendorTransceiverClassId uint8
      |   +--ro vendorTransceiverClass? string
    +--rw outputPower? int32
    +--ro inputPower? int32
    +--rw wavelength? uint32

notifications:
  +--n optIfOchWavelengthChange
    | +--ro if-name? leafref
    | +--ro wavelength
    | +--ro wavelength? uint32
  +--n optIfOchApplicationCodeChange
    | +--ro if-name? leafref
    | +--ro newApplicationCode
    | +--ro applicationCodeId? uint8
    | +--ro applicationCode? string
  +--n optIfOchVendorTransceiverCodeChange
    | +--ro if-name? leafref
    | +--ro newVendorTransceiverClass
    | +--ro vendorTransceiverClassId? uint8
    | +--ro vendorTransceiverClass? string
```

この先の課題(私見)

n 装置視点のモデル化と、ネットワークレベルのモデル化

- n すでに、似た議論は、IETF (YANG) で進行中

n L2 (Ethernet)の議論

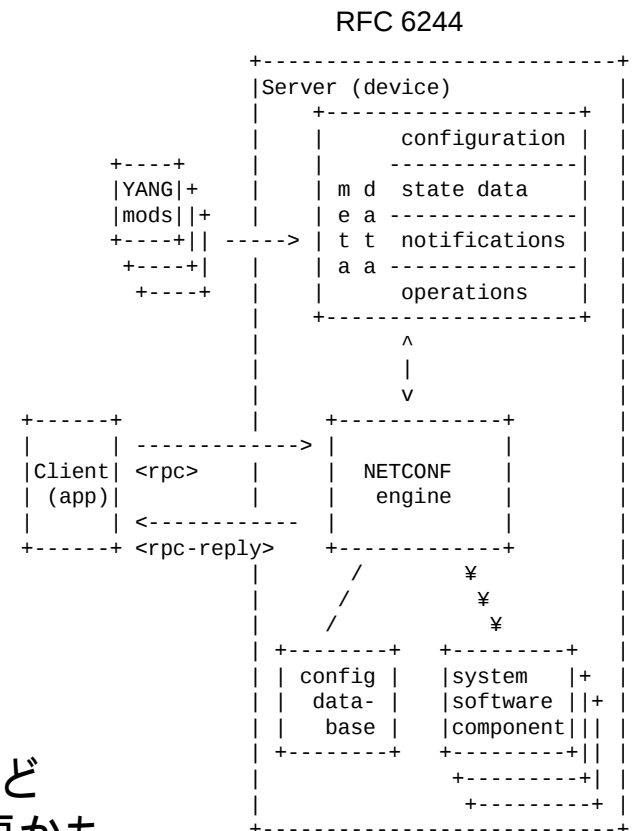
- n IEEE, MEF, ITU-T 進むパラレル議論
- n (標準化に従うと)基本は IEEE YANG なる(べきである)が、Service 規定 (à MEF)、OAM と Protection (à ITU-T)も関与する

n Notification (Netconf) 定義

- n いい例は、draft-ietf-lime-yang-oam-model

```
notifications:
  +---n defect-condition-notification
    +--ro technology
    +--ro MD-name-string
    +--ro MA-name-string?
    +--ro mep-name?
    +--ro defect-type?
    +--ro generating-mepid
    :
    +--ro (error)?
      +--:(error-null)
      | +--ro error-null?
      +--:(error-code)
        +--ro error-code?
        +--ro error-code?
```

- n configuration / operational state data も重要だけど
この先 RFC 5277, RFC 6470 を超えた議論も必要かも



まとめ

- n SDN/NFV 実現に欠かせないネットワークのモデル化(DM, IM)における標準化団体での活動を紹介
 - n IETF YANG 祭りの現状
 - n ITU-T/ONF の IM 活動の現状
- n ネットワーク制御・管理機能設計において これらモデル化の議論がどう関わりまたは課題になるのかを、特に伝送網(L0-L2)の観点から紹介
- n 伝えたかったこと:
 - 『Data Model (YANG, JSON) も重要ですけど、Information Model も大事です』
 - 『Data plane, Network Architecture を直視(目を背けない)したモデル化も大事です』
 - ... 共に面倒なこと多いですけど

ありがとうございました