

光アクセスネットワークの仮想化と 相互接続性の向上

2017年12月4日

鈴木 謙一

HATS推進会議 光アクセス相互接続試験連絡会
日本電信電話(株) アクセスサービスシステム研究所

1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化
3. 光アクセスシステムのモバイルへの適用
4. 光アクセスシステムの仮想化
5. 相互接続試験に向けて
6. まとめ

1. 背景

- ✓ PONを用いたブロードバンドサービス(FTTH)の普及
- ✓ PONシステムの概要
- ✓ アクセスシステムの仮想化

2. 光アクセスシステムの標準化

3. 光アクセスシステムのモバイルへの適用

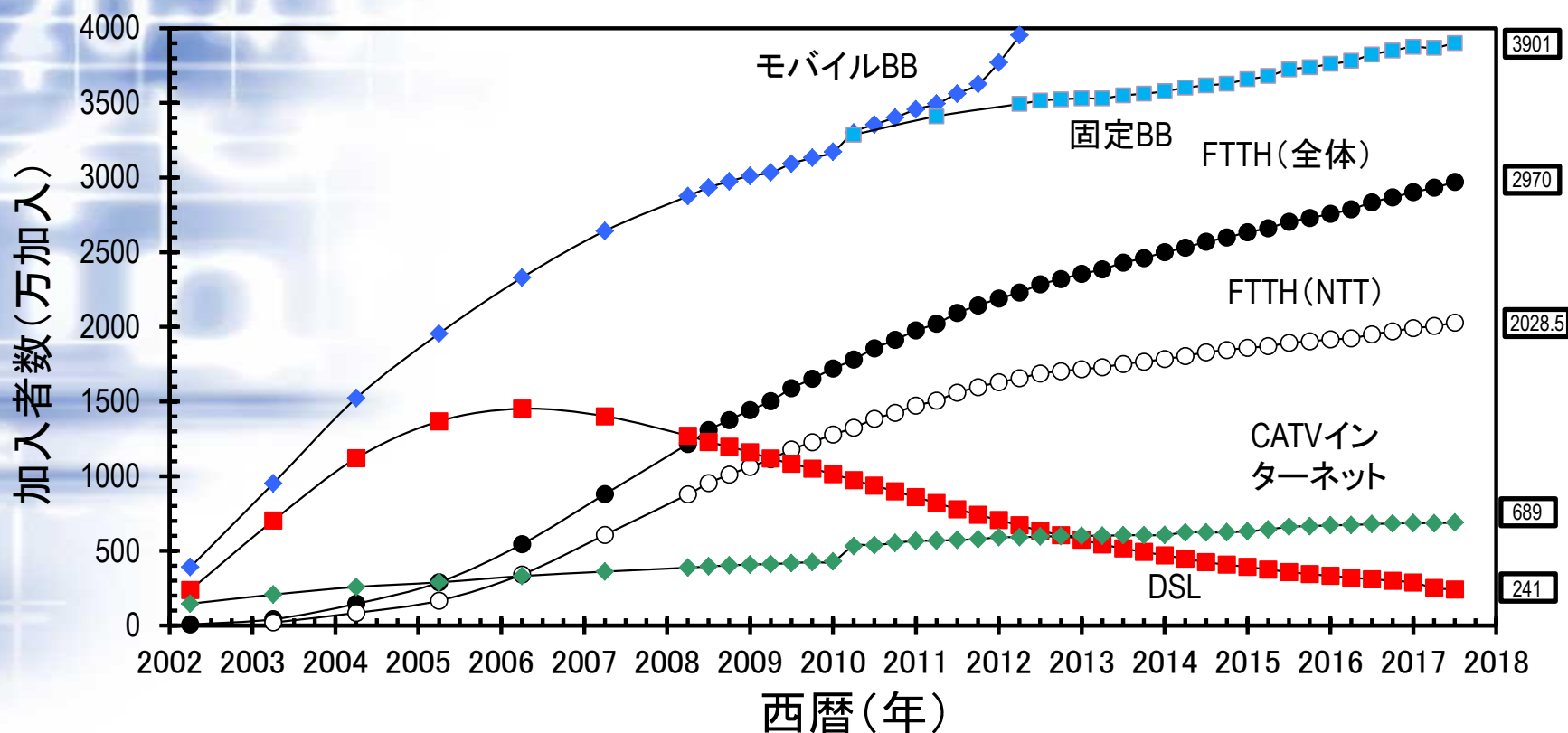
4. 光アクセスシステムの仮想化

5. 相互接続試験に向けて

6. まとめ

PONを用いたブロードバンドサービス(FTTH)の普及(1/2)

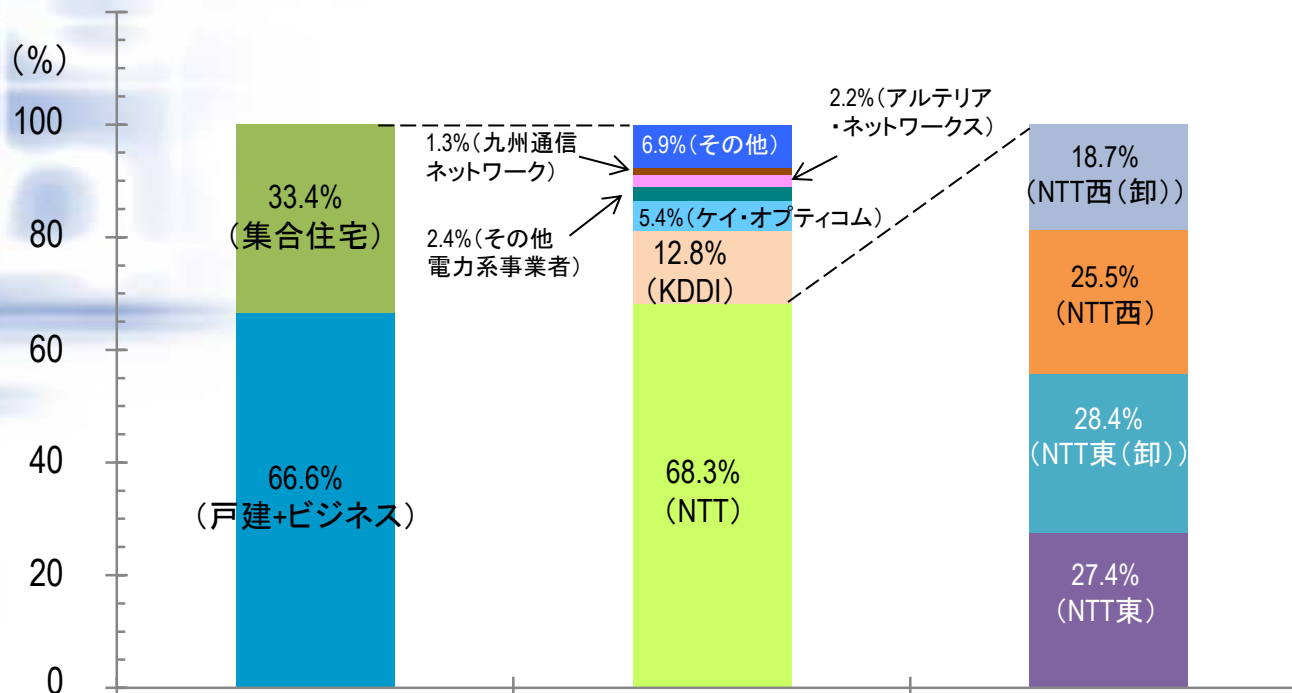
- ブロードバンドの普及に伴いPON(Passive Optical Network)を用いた光アクセスシステムの利用が拡大.
- 日本では特にEthernetベースのPON(EPON)が普及



総務省報道資料「電気通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表」より

PONを用いたブロードバンドサービス(FTTH)の普及(2/2)

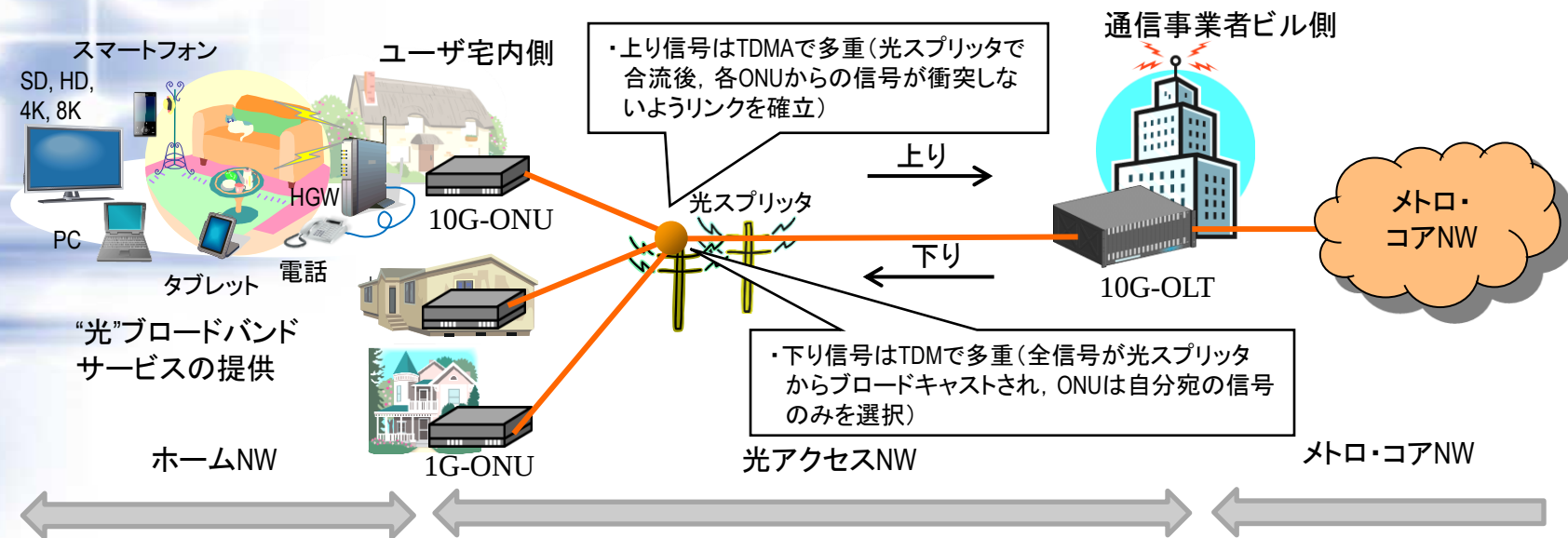
- FTTHサービス全体の6割から7割がPONを用いたFTTHサービス.
- NTTのシェアは7割弱だが, 徐々にNTT以外の事業者のシェアが増加.
- これまでの, 直接ユーザへサービスを提供するB2Xサービスからサービスを他事業者に卸売りし他事業者からサービスを提供するB2B2Xサービスへサービス形態が移行しつつある.



総務省報道資料「電気通信サービスの契約数及びシェアに関する四半期データの公表」より
(2016年6月末時点)

PONシステムの概要

- PONシステムは、1台のOLTにユーザ宅内に複数のONUを接続することにより、通信事業者ビル側の通信設備と伝送路である光ファイバを複数のユーザで共有する経済的な光アクセスシステム。
 - 現在、双方向のSHDTV(4K, 8K), 遠隔教育/遠隔医療等のブロードバンドアプリケーションが提供可能な10Gbps級の高速光アクセスシステムを提供
 - また、モバイル向け光アクセスや、高速メタルアクセスのバックホールとして、NG-PON2や100G-EPON等の大容量PONシステムが期待されている。

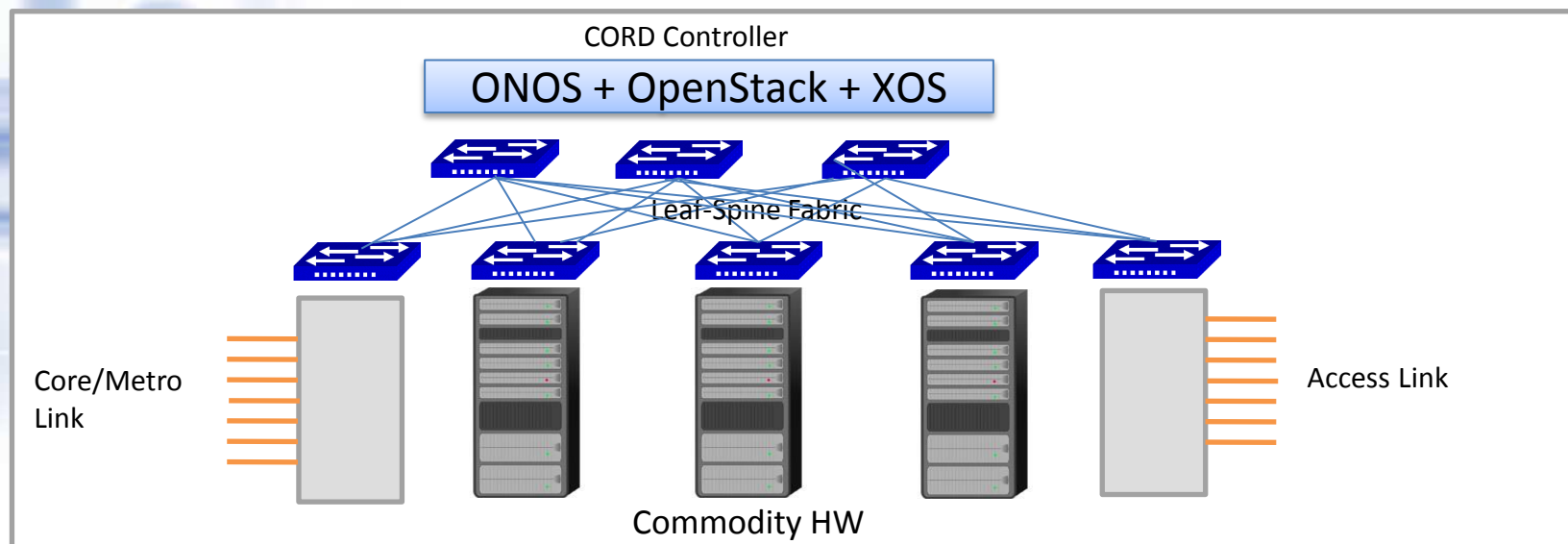


PON: Passive Optical Network
OLT: Optical Line Terminal
ONU: Optical Network Unit

NW: Network

アクセスシステムの仮想化

- NW機能をクラウド上に配置(サーバにソフトウェアとして実装)するNFV(Network Function Virtualization)や, NW機器を集中的に制御しNW構成や設定を動的に変更できるSDN(Software Defined Network)を適用した通信事業者NWの仮想化の検討が盛んに行われている.
- 通信事業者NWの仮想化により, NW装置のH/W(Hardware)がシンプルになることで汎用化し安価になること, NWの構成や設定が柔軟に変更できるようになることでサービスへの迅速な対応が可能となることが期待されている.
- アクセスNWにおいても, OLTの機能をサーバに配置する仮想化OLTの検討が行われている. 代表的な例として, ON.Lab※による取組みがある.



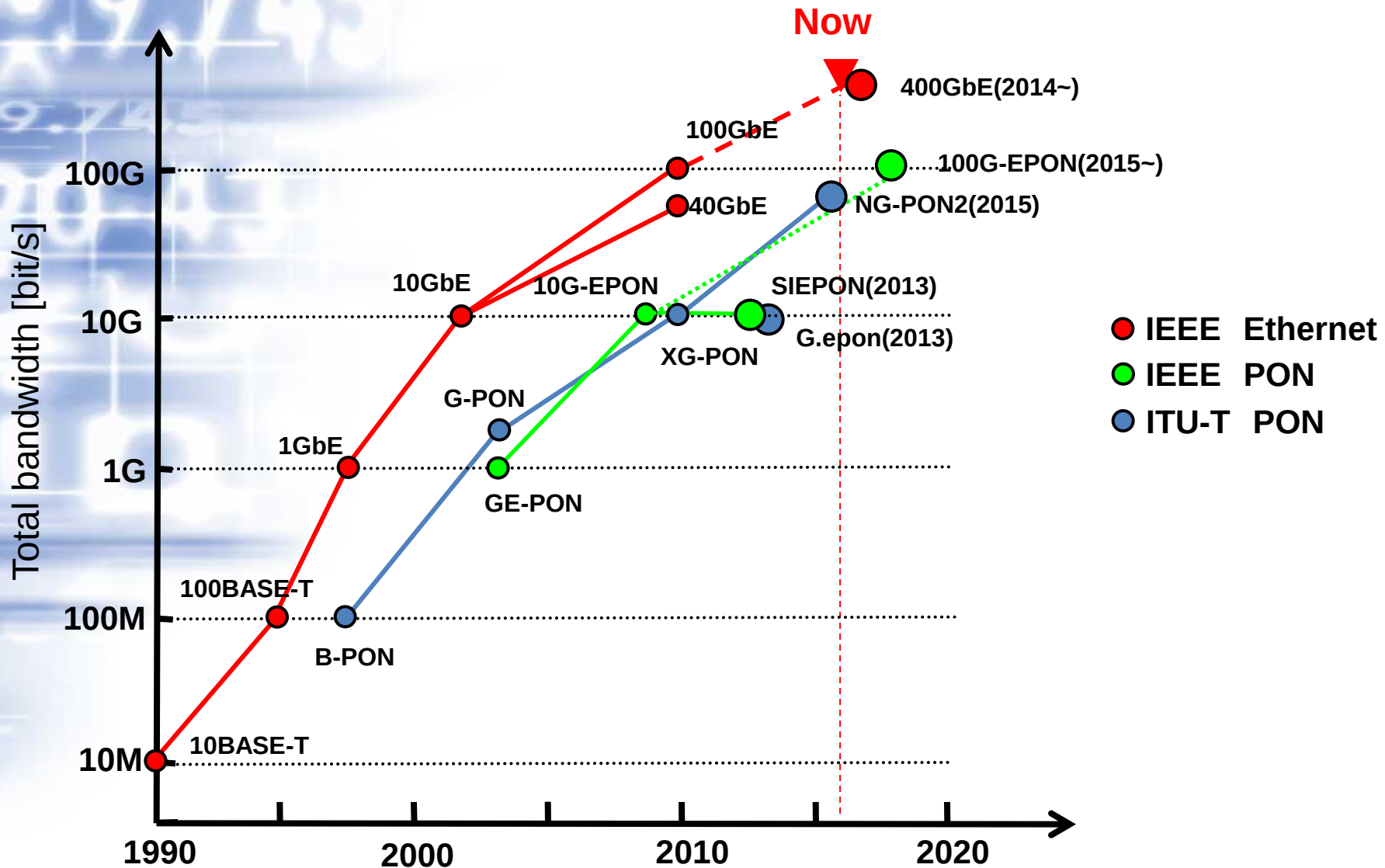
※現ONF (Open Networking Foundation)

1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化
 - ✓ PONシステム標準化の進展
 - ✓ ITU-T標準化(NG-PON2)
 - ✓ IEEE標準化(100G-EPON)
 - ✓ ITU-TとIEEEの協調(PON Convergence)
3. 光アクセスシステムのモバイルへの適用
4. 光アクセスシステムの仮想化
5. 相互接続試験に向けて
6. まとめ

PONシステム標準化の進展

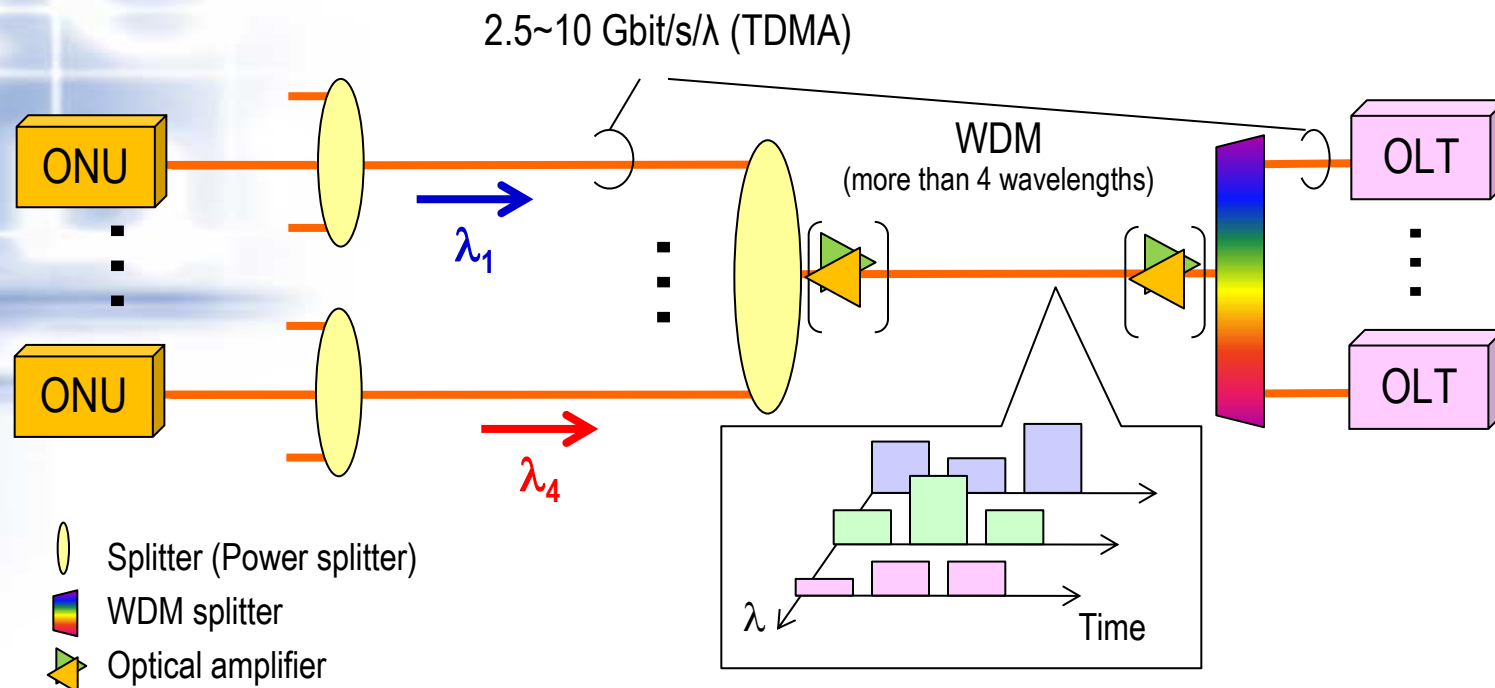
Harmonization of
Advanced
Telecommunication
Systems

HATS



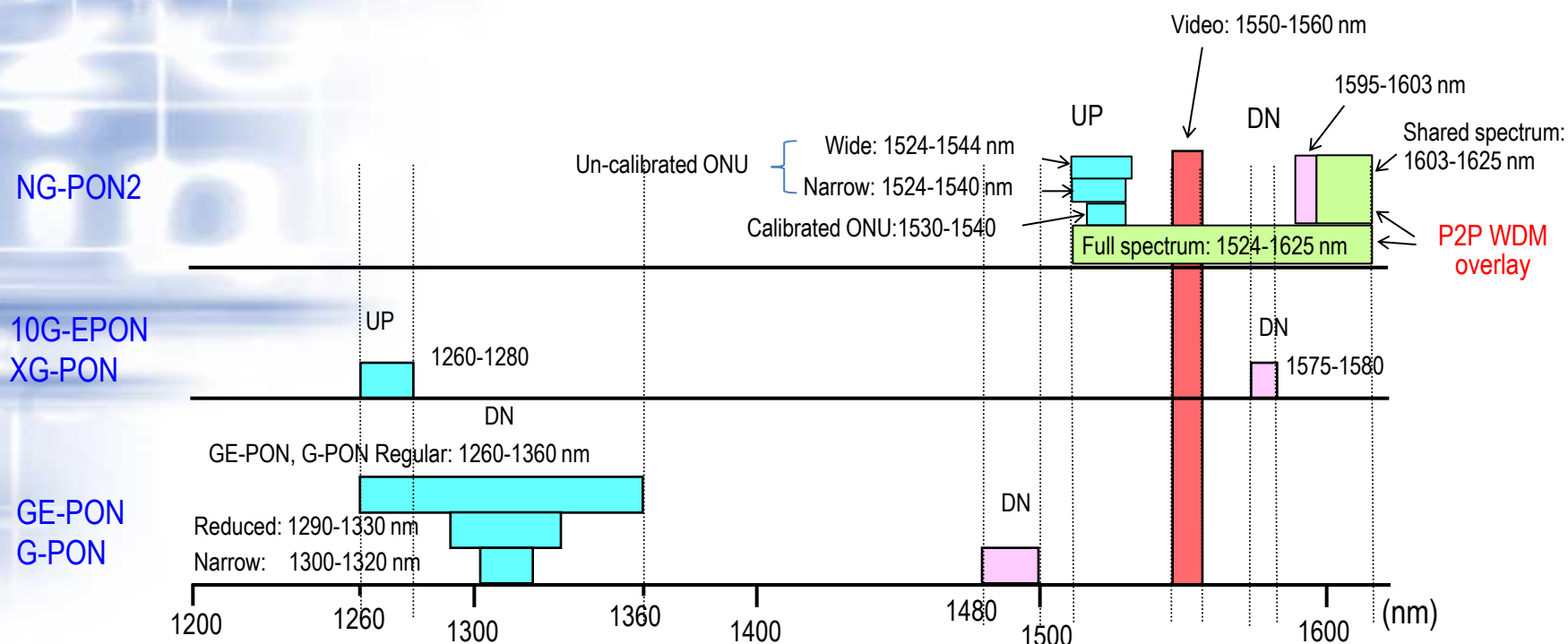
WDM/TDMアクセス(TWDM-PON)

- WDM/TDMアクセス(TWDM-PON)は、波長増設による柔軟な帯域増設性(またはサービス追加)と、P2MP(Point to multi-point)構成による経済性を併せ持つため、様々なサービスを統合的に運用できる将来の光アクセス方式として期待されている。
- ITU-T(G.989シリーズ)でNG-PON2として標準化が行われ、2015年7月にコンセンサスされた。主なシステム要求条件として、(1)上り10G(2.5Gx4波)~40G(10Gx4波), 下り40G(10Gx4波), (2)64~256分岐, (3)無中継で40km, 中継アンプ有で60kmの最大伝送距離が挙げられている。



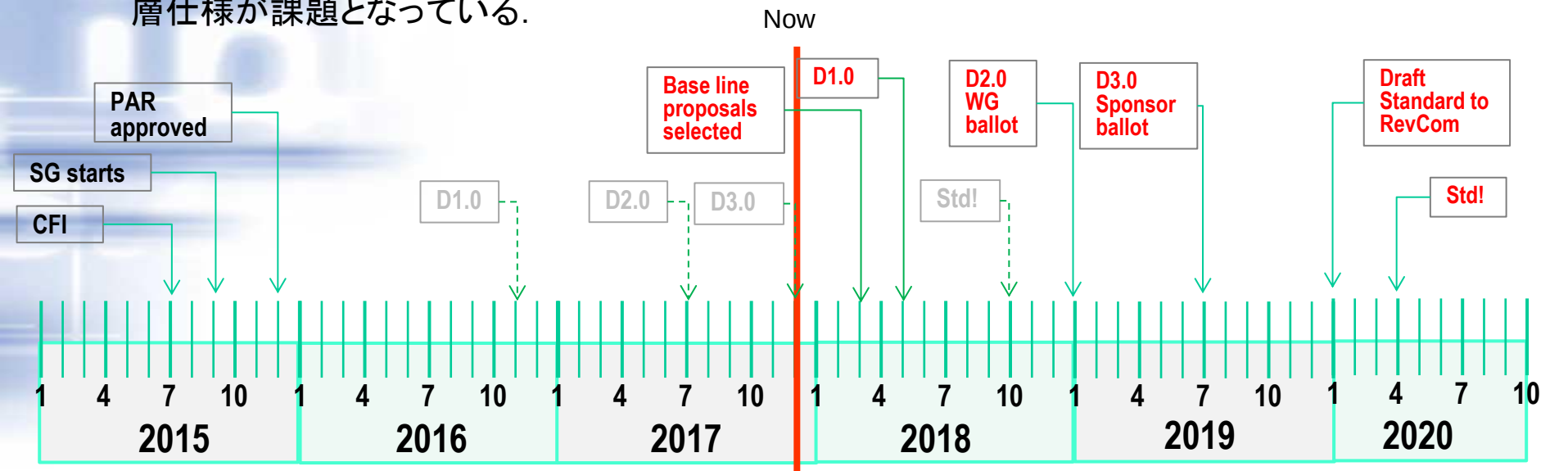
WDM/TDM アクセス (TWDM-PON)の波長配置

- パワースプリッタ網での既存PONやRF-Videoシステムとの共存可能な波長配置
- 次世代移動体通信のリモート基地局(RRH: Remote Radio Head)を接続するCPRI(Common Public Radio Interface)の収容やビジネスユーザ収容を想定し、波長占有型アクセス(Virtual Point To Point)のオプションを設定



100G-EPON標準化(IEEE P802.3ca)

- 100G-EPONは、EthernetベースのWDM/TDMアクセスシステムであり、2015年5月にIEEE 802.3 WGにSG, 2016年1月にIEEE 802.3ca 100G-EPON TFとして標準化が行われている。
- 100G-EPONのスコープ
 - 1波当たり25Gbpsの25Gbps, 50Gbps, 100GbpsのEPON インターフェースの標準化
 - 25/10G-ONU, 25/25G-ONU, 50/25G-ONU, 50/50G-ONU, 100/25G-ONU, 100/50G-ONU, 100/100G-ONUの7種類のONUが対象 ※表記は, [下り速度/上り速度]G-ONU
 - 対称10G-EPONとの共存, **XG/XGS-PONとの共存**
 - 26dB及び29dBのロスバジェット**
- WDM/TDMアクセスシステムの光ランシーバ市場の発展を考慮し、波長を始めとした物理層仕様が課題となっている。



- **26dB (PR20)と29dB (PR30)のバジェット**をスコープ化.
- 1月のハティントンビーチ会合において, **上り下り信号ともOバンド(1.3μm帯)**に配置することに決定. 但し, 具体的な波長配置は未定.
- 2017年7月のベルリン会合で, PON convergenceをTFとして推進することを確認. 関連して, XG-PON, XGS-PONとの共存をスコープに追加. それにより, **25G-EPONの上り波長帯を2オプション化**した.
 - 1.27μm帯 (Reduced Bandを使ったシステム (XG-PON, XGS-PON)とのWDM共存用)
 - 1.32μm帯 (10G-EPONとのWDM共存用)
 - TDMAによる共存を求めない方針.
- また, 中国勢の提案により, 一波当たり**50Gbit/sベース**の50G-EPON, 100G-EPONの検討の開始.
- 11月のオランダ会合で, 総帯域100Gbit/sの**100G-EPONのスコープからの除外**が決定. 今後別プロジェクトとして立ち上げる方向で調整. 同様に, 50G-PONも別プロジェクトとする動きがあり, 今後25G-EPON, 50G-EPON, 100G-EPONの標準化がそれぞれ行われる可能性がある.

- PON Convergence: 方式の異なるITU-T PONとIEEE PONの現状を憂いた, ITU-T Q2/15ラポータ, IEEE 802.3ca TF議長, IEEE 1904 WG議長により行われた, **ITU-T PONとIEEE PONの共通化**の提案.
- 物理層(PMD)規定: 先行する100G-EPONの標準化で, これを踏まえた(物理層デバイスの共用, ITU-T系既存のPONとの共存可能な)物理層仕様を策定中.
- 管理制御(OAM)規定: PONの管理制御については, BBFがNETCONF/YANGによるPONの管理規定モデルを策定中で, IEEEで標準化が行われているEthernet YANGデータモデルを取り込んで, ITU-T, IEEE共通のPON管理規定が策定される見込み.
- MAC層(ITU-TではTC層): 共通化するためには, どちらかのプロトコルに寄せる必要があるが, 現時点で共通される動きはない. しかしながら, **両方の機能を盛り込んだPONチップ**が製造され始めており, 仮想化技術を用いて両者の違いをオペレーション側に隠ぺいすることにより, 疑似的に共通化されたとみなせる. しかしながら今後PON Convergenceを進めて行くにあたって, **完全なMAC層共通化は, 残された大きな課題**である.

1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化
3. 光アクセスシステムのモバイルへの適用
 - ✓ モバイルトラフィックの増加と無線アクセス技術
 - ✓ MFHの現状とEthernetベースの無線信号収容技術
 - ✓ モバイル向け光アクセスの標準化
4. 光アクセスシステムの仮想化
5. 相互接続試験に向けて
6. まとめ

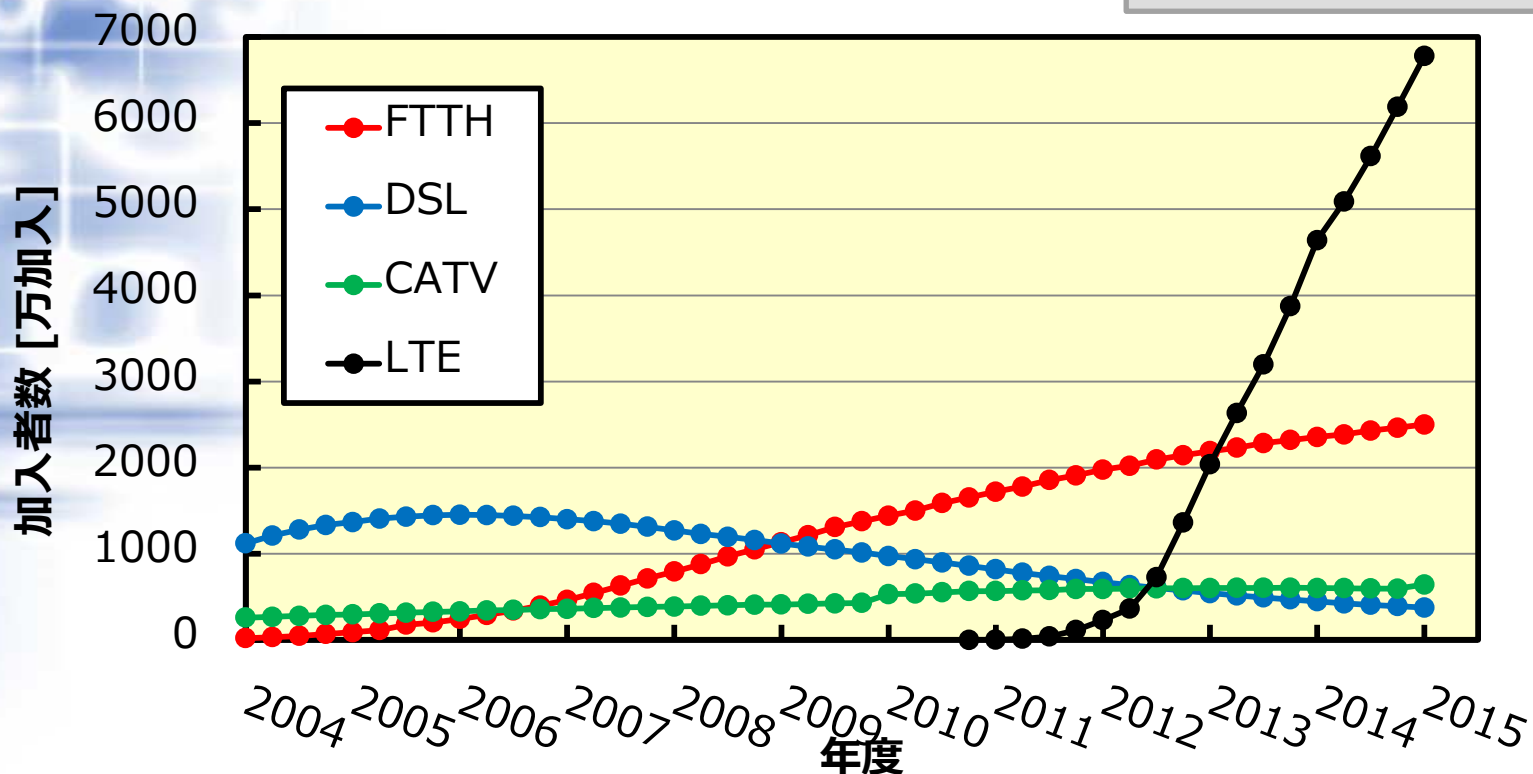
モバイルトラフィックの増加と 無線アクセス技術

Harmonization of
Advanced
Telecommunication
Systems

HATS

- 近年の爆発的なモバイルトラフィックの増加に伴い、現在の100倍の高速化をターゲットにした無線アクセスの検討を開始.

LTE: 10,681万加入@2017年6月



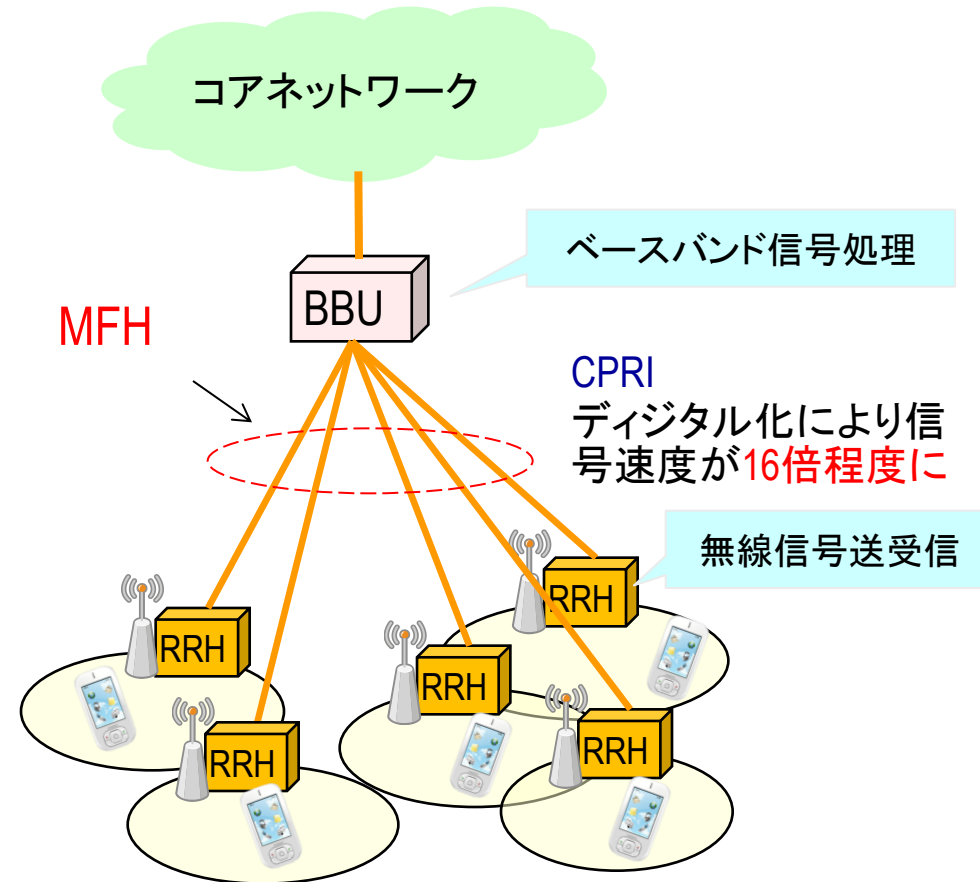
(総務省情報通信統計データベースより抜粋)

MFHの現状とEthernetベースの 無線信号收容技術

- 5G無線アクセスにおいて、現在の技術の延長でMFH (Mobile Fronthaul)を構築した場合、必要帯域が大幅に増加.
- モバイル基地局間の無線ヘッドとベースバンド処理ユニットの機能配備の見直し等, MFH伝送帯域削減に関する取り組み※を開始.
- 安価なEthernetへの無線信号收容技術の標準化が, IEEE P1904.3 Radio over Ethernet (RoE)として行われている.

MFH: Mobile Fronthaul
CPRI: Common Public Radio Interface
BBU: Baseband Unit
RRH: Remote Radio Head

※「将来のモバイルネットワーキングに関する検討会」ホワイトペーパー
http://www.ttc.or.jp/j/info/topics/fmn-ah_wp/



C-RAN※ による基地局構成

※Centralized /Cloud Radio Access Network

- 3GPPでは、CU(Central Unit)とDU(Distributed Unit)間の機能分割(下位からRF, Low-PHY, High-PHY, Low-MAC, High-MAC, Low-RLC, Hgi-RLC, PDCP, RRCの9機能, 8分割点オプション)について検討を行っている※. 上位レイヤの機能分割点の間の伝送ほど, 必要帯域が少なく, 遅延要件が緩和される等, モバイルフロントホールへのパケット転送やPONの活用が可能となる.
- eCPRI: CPRI Corporation (the Industry Initiative for a Common Public Radio Interface)による, CPRIの最新仕様. PHYレイヤ内の新機能分割(オプション7, Intra PHY split (Low-PHY/High-PHY間))による必要帯域幅の大幅削減, ユーザープレーン・トラフィックに応じたフレキシブルな帯域幅のスケーリング, 主流のトランスポート技術(Ethernetなど)の使用による他トラフィックとの混在運用を特徴とする.
- NGFI (Next Generation Fronthaul Interface) : IEEE P1914.1 TFで行われているパケットベースのフロントホール転送NWの標準化. eCPRIと同様にRAN(Radio Access Network)の機能分割点をLow PHYより上位に移すことにより, 使用帯域の削減とパケットベースの転送NWを可能としている. 無線信号のEthernetへの収容に関しては, IEEE P1904.3 RoE (Radio over Ethernet)で標準化が行われている.

※3GPP RAN3 Technical Report TR38.803v1.1.0, Section 11, Figure 11.1.1-1
http://www.3gpp.org/ftp//Specs/archive/38_series/38.801/38801-100.zip

モバイル向け光アクセスの標準化

- ITU-T Q2/SG15では、モバイルへのPON適用のため、PONの遅延を最小化する方法が提案されている。
 - 低遅延サービスのための連携DBA: OLTにおいて、低遅延での上り帯域割当を実現するための外部システムとの連携制御方式及び機能分割点に関する提案が行われ、NG-PON2のTC層標準化勧告の改訂においてAppendixとして記載 ※
 - Burst Allocation Series数の拡充: 上り方向の遅延の低減化のため、Burst Allocation series数を4から64に変更※

※ITU-T Recommendation G.989.3 40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): Transmission Convergence Layer Specification Amendment1 (11/2016)

1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化
3. 光アクセスシステムのモバイルへの適用
4. 光アクセスシステムの仮想化
 - ✓ BBFにおけるアクセス仮想化
 - ✓ IEEEにおけるアクセス仮想化
5. 相互接続試験に向けて
6. まとめ

アクセスシステムの仮想化(BBF)(1/3)

- BBFでは、ON.LabのCORDに相当するCloud COの検討を開始。
- 2016年7月の3Q回合に提案された新プロジェクトで、Phase1～5で構成される。
- スcopeは、SDN/NFV + Cloud技術を導入した次世代COの仕様化(CORDのBBF版的な位置付けだが、H/W designの仕様化は行わない)

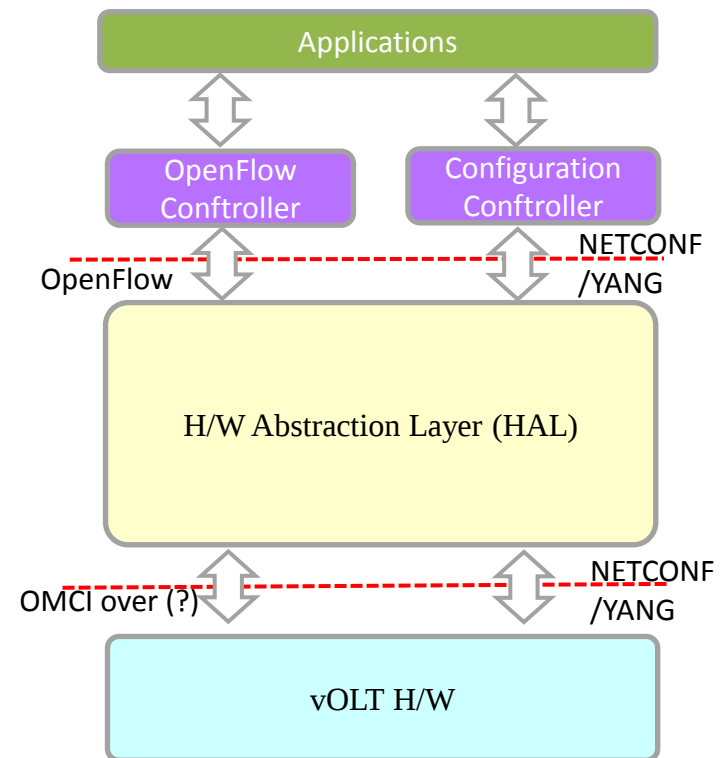
Phase1: C-COのアーキテクチャの定義(ユースケース含む)。機能モジュールとIFのリスト化。(WT-384として審議開始(2017/Q2完了予定))

Phase2: 機能モジュール間IFの定義(相互接続も考慮)

Phase3: S/W (Software) reference implementation (IF/API準拠は必須だが、S/W実装はあくまで参照)

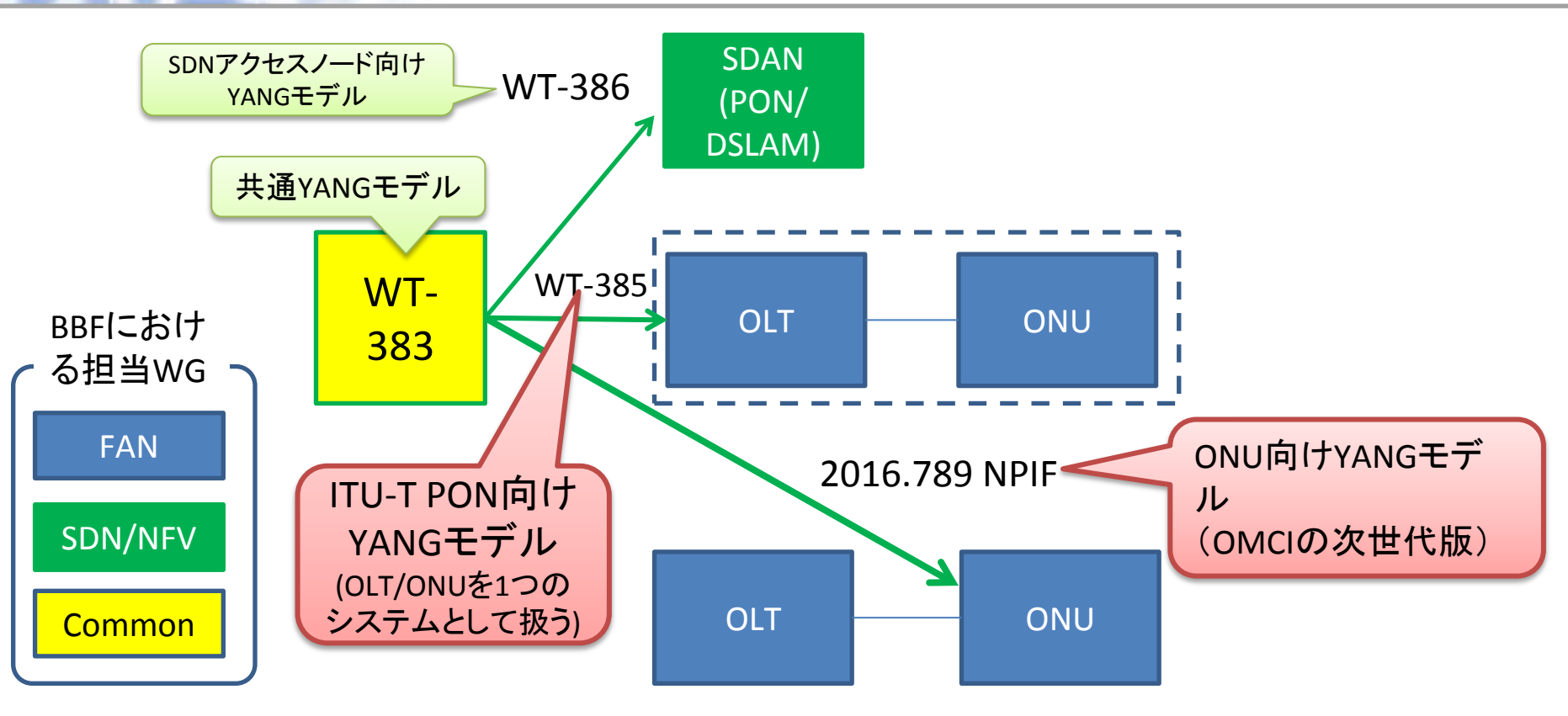
Phase4: 既存COとの共存、マイグレーション

Phase5: H/W reference implementation



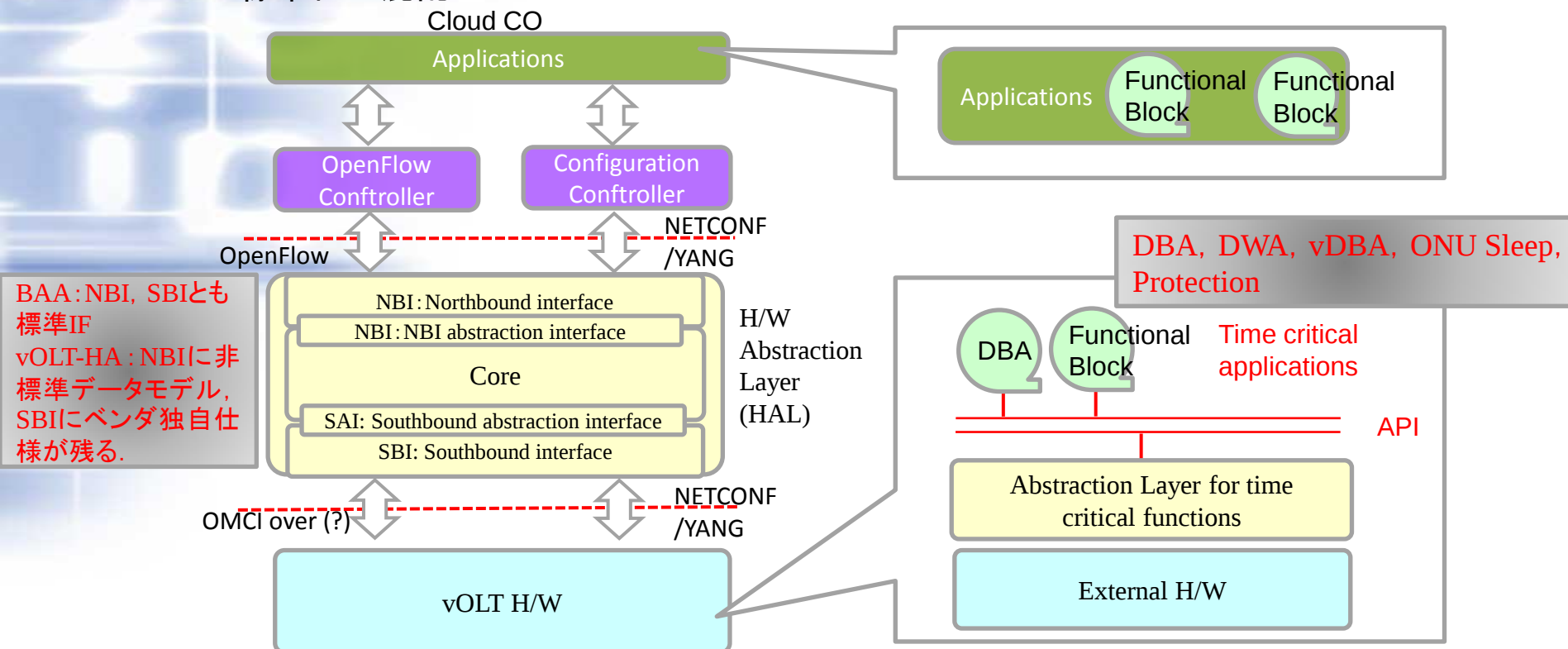
アクセスシステムの仮想化(BBF)(2/3)

- BBFでは、OLT/ONUのソフトによる集中制御および制御プロトコルの統一を積極的に推進。
 - NETCONFで用いるYANGデータモデルの仕様化
- いずれの文書も、2017年12月までに審議完了(TR化)される見込み(WT-386は除く)

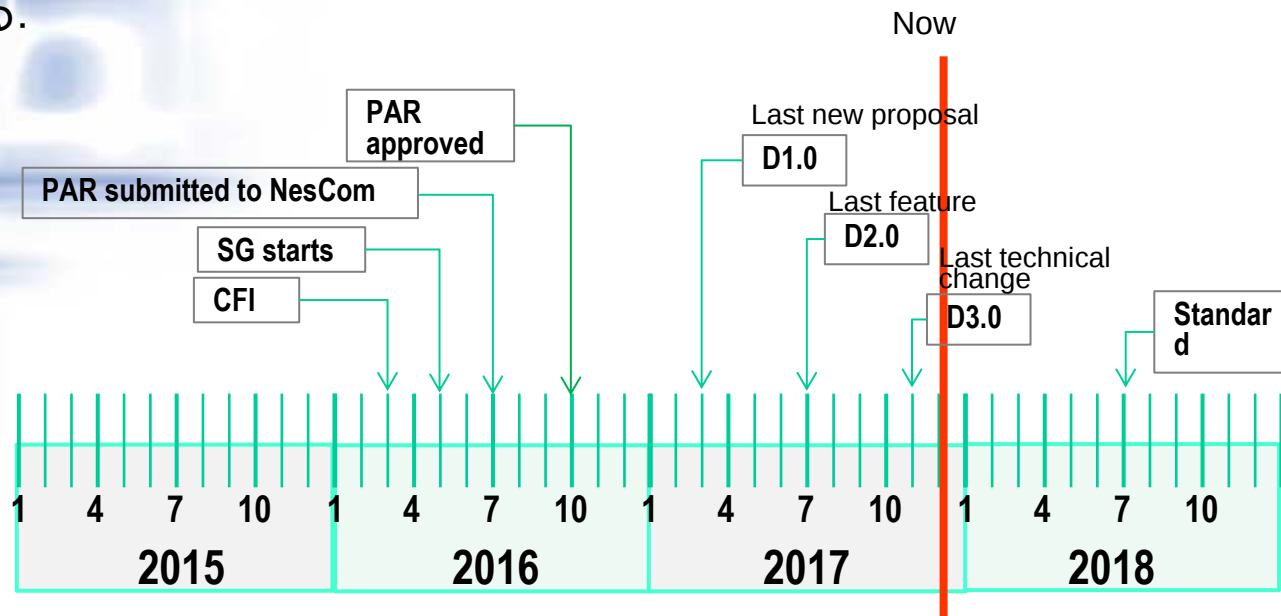


アクセスシステムの仮想化(BBF)(3/3)

- さらに, AT&T主導によるHW Abstraction Layer(HAL)を規定するプロジェクト(vOLT-HA, R-CORDで実施)や, NTT主導による時間制約が厳しい仮想化アプリケーションのためのインターフェースとそのアーキテクチャを規定するプロジェクト(WT-402, 403)が立ち上げられる等, アクセス仮想化の取り組みが加速している.
- 一方, 9月のBBF3Q会合において, 「Cloud CO向け抽象化層/インタフェース仕様化およびリファレンスアプリのOSS開発プロジェクト」(BAA: Broadband Access Abstraction)が立ち上がるなど, HALの標準化が混乱.



- IEEE 802.3 WGにおいておいても, EPONを含むEthernetのYANGデータモデルの標準化が行われている(2016年11月よりIEEE P802.3.2(802.3cf) YANG Data Model Definitions TFとして, 本格的に標準化を開始)
- スコープ: IEEE 802.3標準(2015年版)に基づいたYANGデータモジュールの標準化. MAC/RS, MPCP, OAM等のYANGデータモジュールの規定(EPONもスコープ内). 実務は, IETFとのAdhocで行われている.
- PONのYANGデータモデルの標準化については, BBFでITU-T PON向けのYANGデータモデルが検討されており, EPON, ITU-T PON共通のYANGデータモデルが模索されている.



1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化
3. 光アクセスシステムのモバイルへの適用
4. 光アクセスシステムの仮想化
5. 相互接続試験に向けて
 - ✓ 光アクセスシステム仮想化における相互接続性の確保
 - ✓ 光アクセス相互接続試験連絡会
 - ✓ 光アクセス仮想化に関する協調活動
6. まとめ

光アクセスシステム仮想化における 相互接続性の確保

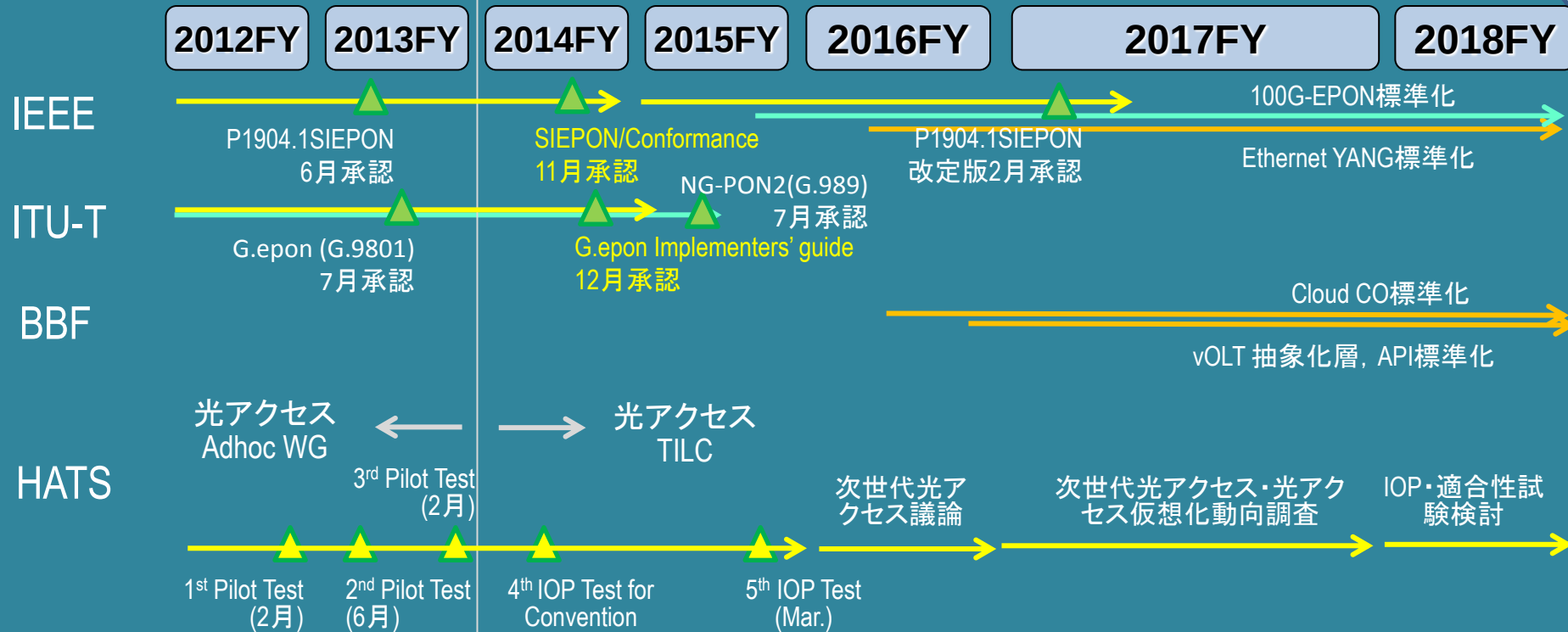
- 光アクセスシステムの仮想化の進展により、**光アクセス装置が汎用化**
 - ✓ 装置内外でのNW機能の分割とモジュール化（例えば、PON機能と基本的なNW機能の分離. NW機能のソフトウェアモジュール化）が想定される.
 - ✓ 相互接続性を確保するためには、汎用装置間およびソフトウェアモジュール間の**インターフェースの共通化が重要**.
- また、装置の汎用化により、全装置の総当たりによる相互接続試験の実施は現実的では無い。**リファレンスとなる装置を用いた、適合性試験による相互接続性の確保**が重要と考えられる.
- 一方、通信事業者にとっては、システムを組んだ時に、トータル性能を担保できることが重要であるので、装置を絞ったうえで相互接続試験を行い、相互接続性、トータル性能の確認を行うことが想定される.

光アクセス相互接続試験連絡会

Harmonization of
Advanced
Telecommunication
Systems

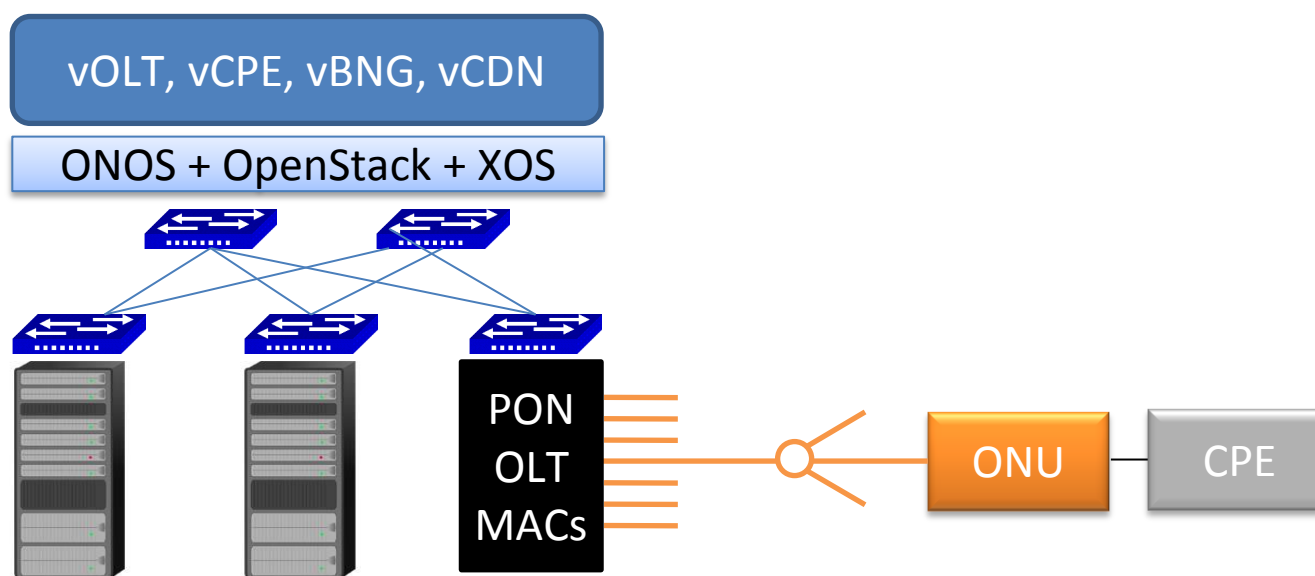
HATS

- 2012年8月にアドホックWGを設立し、WGの本格運用(関連標準化の完了前)に先立ちマルチベンダ環境下での基本的な相互接続性を確認するためパイロット試験の実施を計画.
- 2013年2月, 1:1のOLT-ONU接続によるパイロット試験を実施, 2013年6月, 1:nのOLT-ONU接続による第二回, 2014年2月第三回試験を実施. 2015年3月, 関連試験標準化完了後初めての相互接続試験を実施.
- 2014年4月より, 試験対象装置の範囲を光アクセス装置全体に拡大し, 光アクセス相互接続試験連絡会として活動開始.
- 今年度は, 光アクセス仮想化における相互接続性の確保に向け標準化動向調査を実施予定.



- CORD (Central Office Re-architected as a Datacenter) の取り組み
 - ON.Lab (Open Network Laboratory)※において、通信事業者ビルをデータセンタの様に仮想化し再構成するプロジェクトCORD (Central Office Re-architected as a Datacenter) が行われている。
 - 特に加入者向けのプロジェクトR-CORD (Residential CORD) では、AT&Tの主導で仮想化PONの検討が行われている。

※現ONF (Open Networking Foundation)



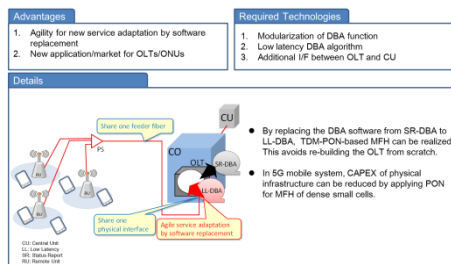
References

- Larry Peterson (ON.Lab), IEEE Software Defined Networks - Newsletter, "CORD: central Office Re-architected as a Datacenter (CORD), November 2015.
- Presentations in ONS Inspire! Webinar "CORD: Central Office Re-architected as a Data center," Nov 17, 2015.

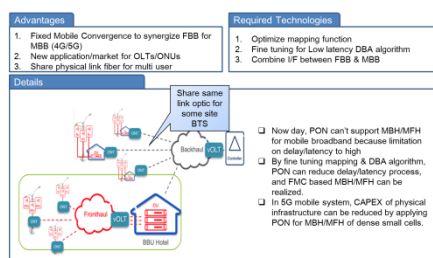
- ATII (APAC Telecom Innovation Initiative), WP3 Flexible Access Virtualization
- NTTが2016年2月に光アクセス仮想化コンセプトFASA (Flexible Access System Architecture)を提唱したのをきっかけに, FASAやキャリアでのアクセス仮想化推進のため2017年4月に立ち上げたワークプロジェクト.
- 現在, NTT, インドネシアPTテレコム, VNPT (ベトナム郵電公社)が参加.
- キャリア視点でのアクセス仮想化の共通要件のまとめ(2017年末, 必要に応じて検討結果を標準化に反映)と共同PoCを実施(2018年中)予定.

Additional use cases collection & analysis

Use case (NTT) : 4G/5G Mobile Fronthaul over T(W)DM-PON



Use case (TT) : FMC (Fixed Access Virtualization to Support Mobile 4G/5G)



Common requirements
Common specifications



Joint PoC (if possible)
(APT/ATU C&I event@2018)



Joint contribution to
SDOs



目次

1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化
3. 光アクセスシステムのモバイルへの適用
4. 光アクセスシステムの仮想化
5. 相互接続試験に向けて
6. **まとめ**

- 背景

- PONを用いたブロードバンドサービスの進展と新たなサービス形態(B2B2X)の台頭
- PONシステムの概要と新たな適用先とアクセスシステムの仮想化

- 光アクセスシステム標準化

- PONシステムの標準化の進展と次世代光アクセスシステム, および今後のITU-TとIEEEの協調

- 光アクセスシステムのモバイルへの適用

- MFHの現状とEthernetベースの無線信号収容技術, およびモバイル光アクセスの標準化動向

- 光アクセスシステムの仮想化

- BBFやIEEEにおける光アクセス仮想化に関する標準化

- 相互接続試験に向けて

- 光アクセスシステム仮想化における相互接続性の確保
- 光アクセス相互接続試験連絡会
- 光アクセス仮想化に関する協調活動

Thank you

Backup

第5回10G-EPON装置相互接続試験 (2015年3月5日)

- EPON試験仕様の標準化完了後、初めての相互接続試験を実施
- 参加企業: 沖電気工業株式会社 (OKI), 三菱電機株式会社
- 対象装置: IEEE 1904.1-2013 SIEPON Package B準拠10G-EPON OLT装置, 同ONU装置
- 試験方法: 光アクセスネットワーク装置相互接続試験実施要領 (HATS-J-105-V1.3) に従い、拡張OAMメッセージ、データの暗号化について、1台のOLTに複数ONUを同時接続し総当たり試験を実施
- 試験結果: 参加2社、OLT2社2機種、ONU2社2機種の全てで、OLT-ONU間(1:2接続)の相互接続を確認

