

光アクセスシステムの技術動向 と相互接続試験の取り組み

～光アクセスの仮想化や高速化の標準化
および10G級PONの相互接続試験～

2016年12月9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の進展
3. システムレベルのEPON標準化
4. 相互接続試験活動
5. 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
- ✓ CORDの取り組み

2. 光アクセスシステムの標準化の進展

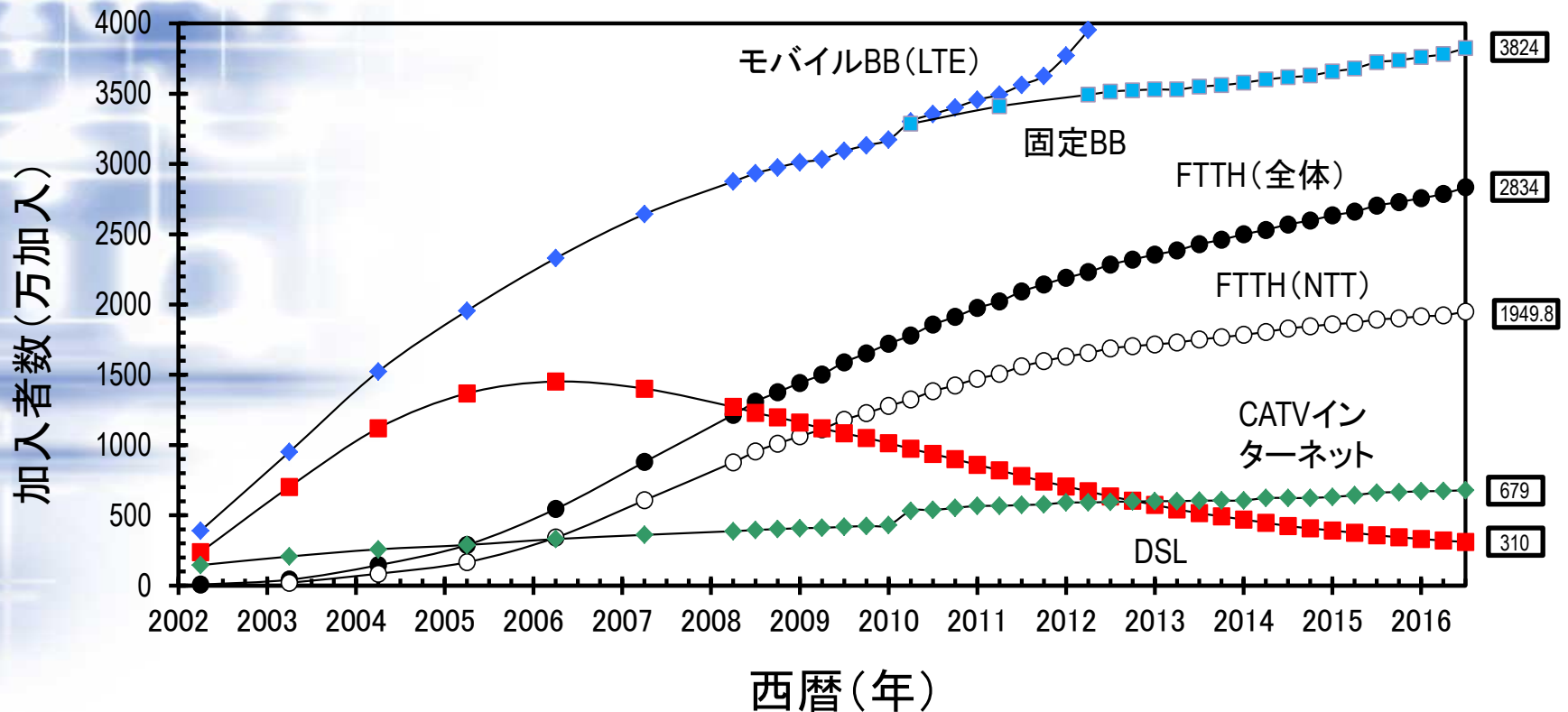
3. システムレベルのEPON標準化

4. 相互接続試験活動

5. 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)

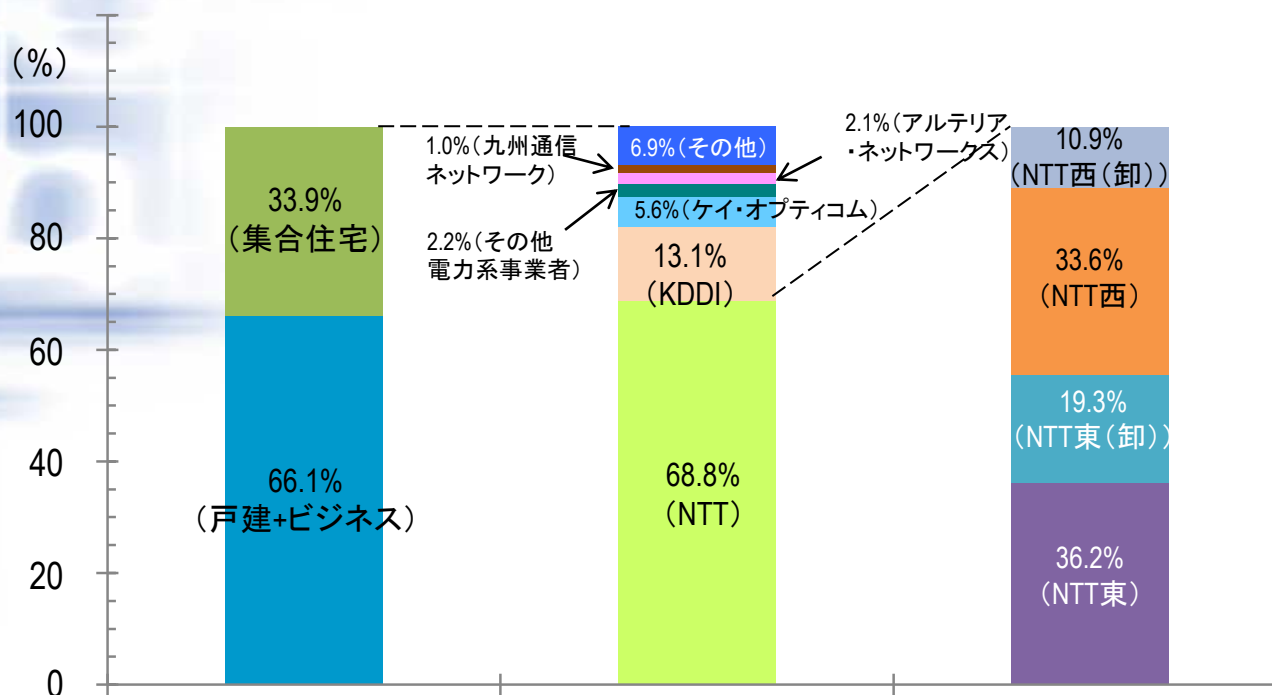
- ブロードバンドの普及に伴いPON(Passive Optical Network)を用いた光アクセスシステムの利用が拡大.
- 日本では特にEthernetベースのPON(EPON)が普及



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)

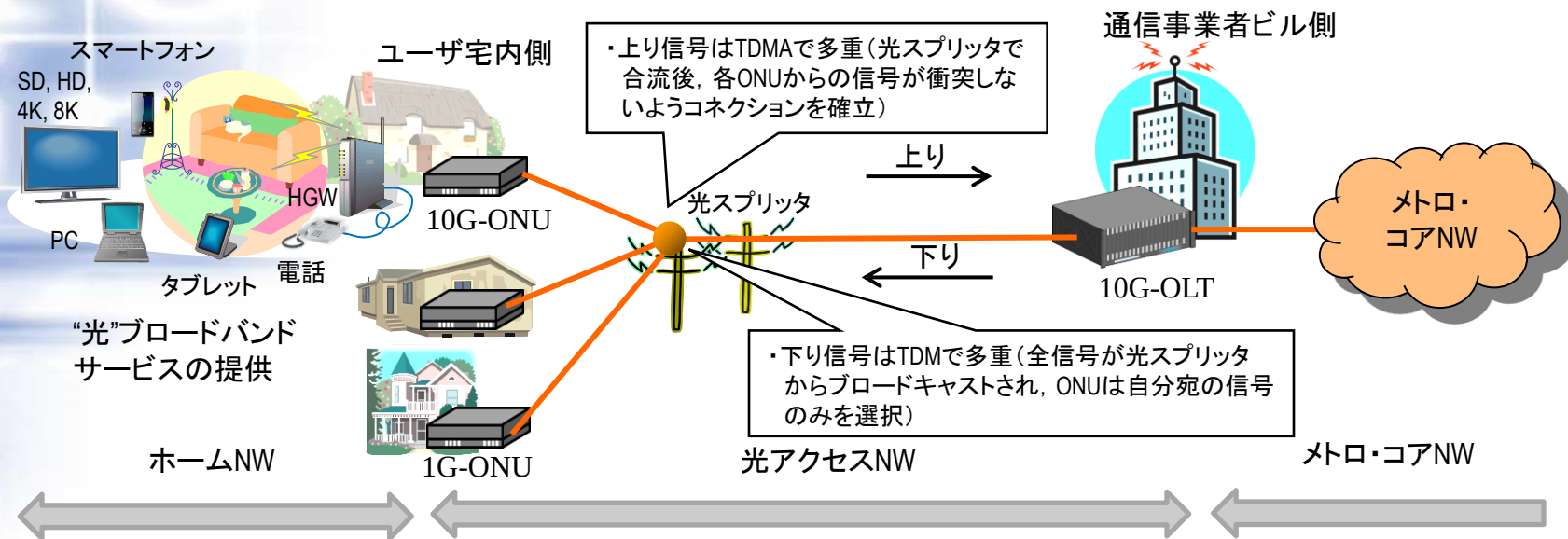
- FTTHサービス全体の6割から7割がPONを用いたFTTHサービス.
- NTTのシェアは7割弱だが, 徐々にNTT以外の事業者のシェアが増加.
- これまでの, 直接ユーザへサービスを提供するB2Xサービスからサービスを他事業者に卸売りし他事業者からサービスを提供するB2B2Xサービスへサービス形態が移行しつつある.



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

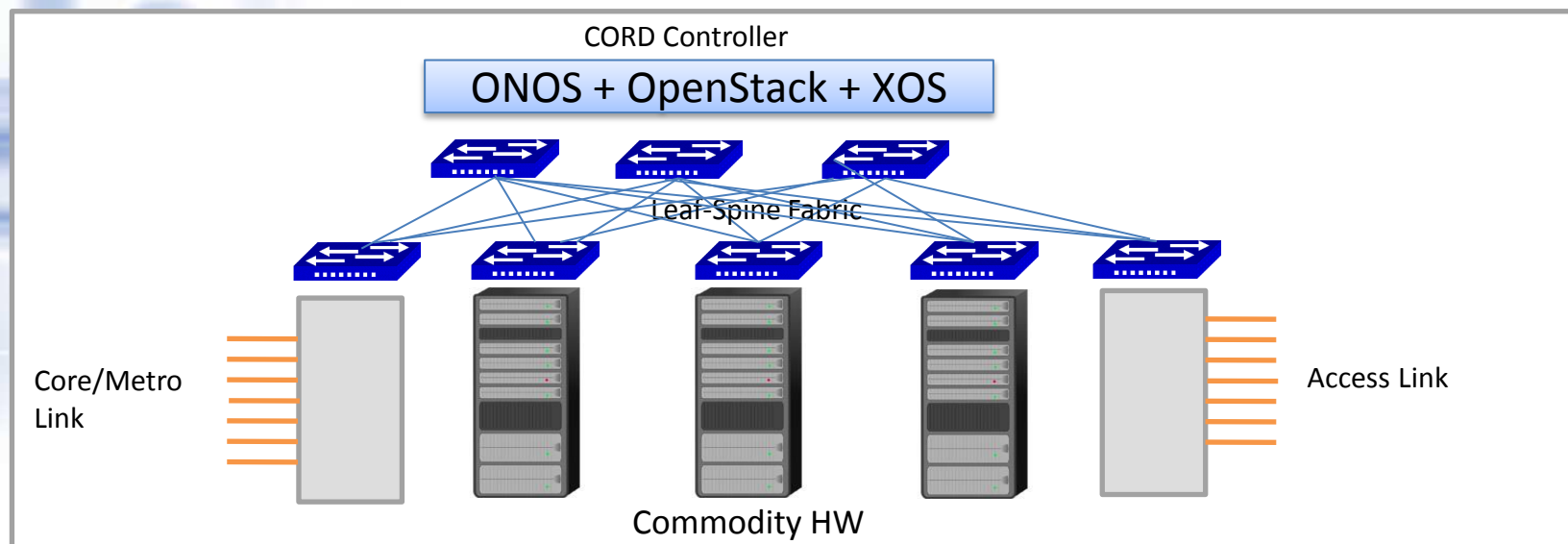
- PONシステムは、1台のOLTにユーザ宅内に複数のONUを接続することにより、通信事業者ビル側の通信設備と伝送路である光ファイバを複数のユーザで共有する経済的な光アクセスシステム。
 - 現在、双方向のSHDTV(4K, 8K), 遠隔教育/遠隔医療等のブロードバンドアプリケーションが提供可能な10Gbps級の高速光アクセスシステムを提供
 - また、モバイル向け光アクセスや、高速メタルアクセスのバックホールとして、NG-PON2や100G-EPON等の大容量PONシステムが期待されている。



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

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HW(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.



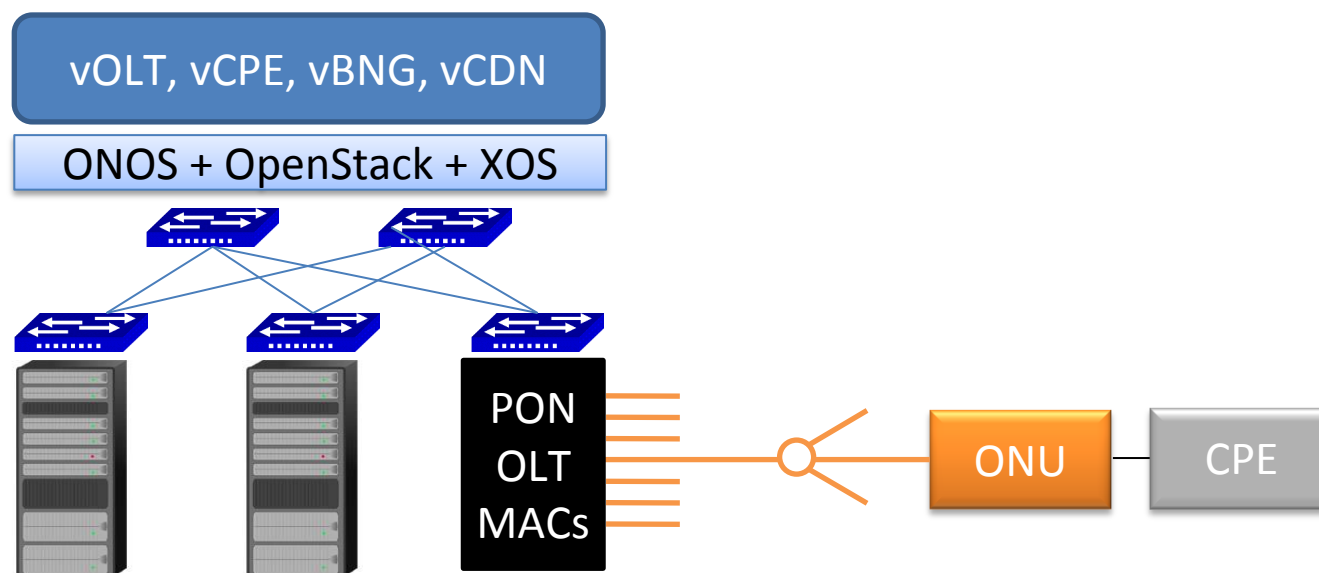
※現在OFN(Open Networking Foundation)と合併.

HATSセミナー2016

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。

※現在OFN (Open Networking Foundation) と合併。



References

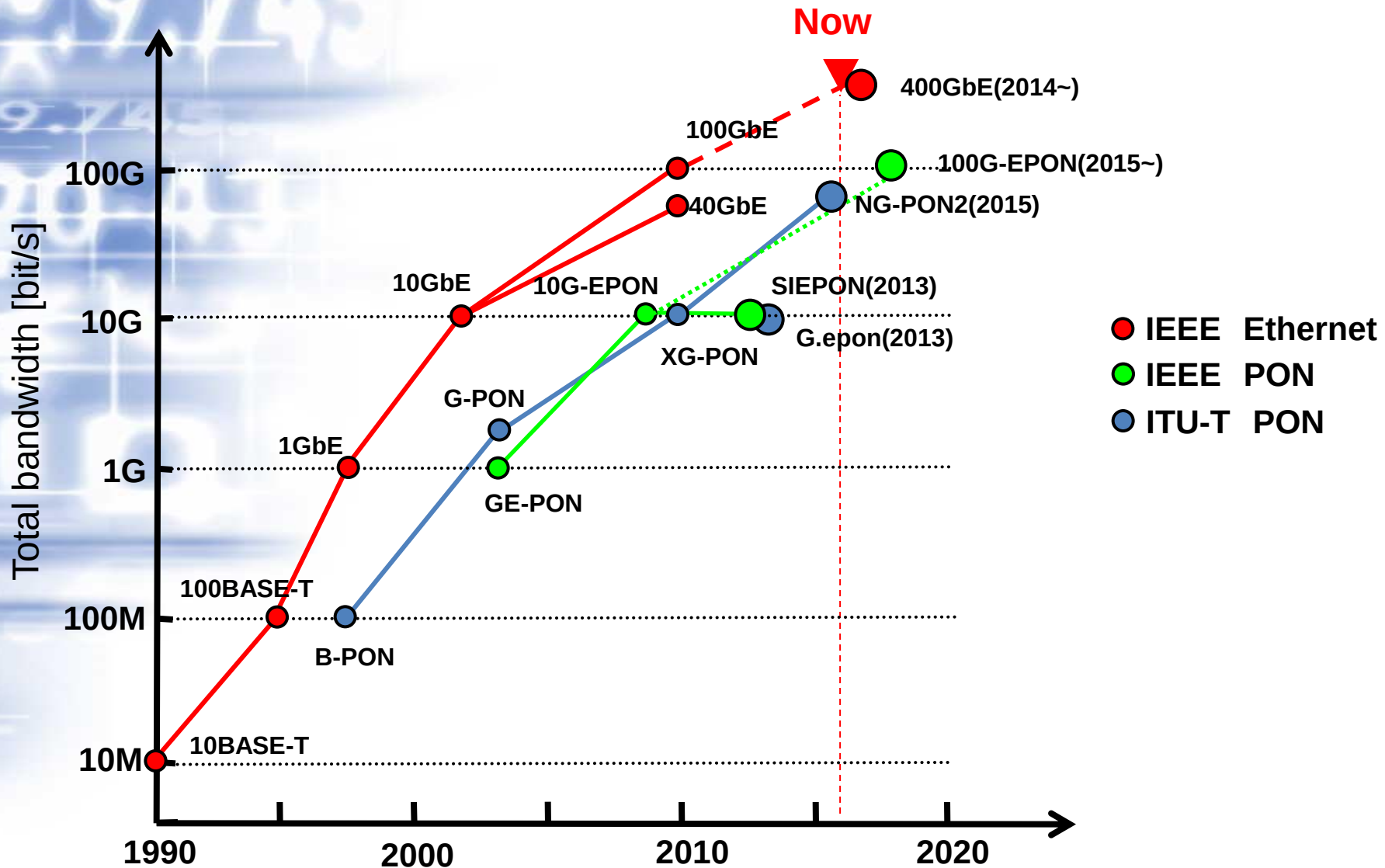
- Larry Peterson (ON.Lab), IEEE Software Defined Networks - Newsletter, "CORD: central Office Re-architected as a Datacenter (CORD), November 2015.
- Presentations in ONS Inspire! Webinar "CORD: Central Office Re-architected as a Data center," Nov 17, 2015.

1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化の進展
 - ✓ PONシステム標準化の進展/次世代PONシステム
 - ✓ モバイル向け光アクセスシステム
 - ✓ アクセスシステムの仮想化
3. システムレベルのEPON標準化
4. 相互接続試験活動
5. まとめ

PONシステム標準化の進展

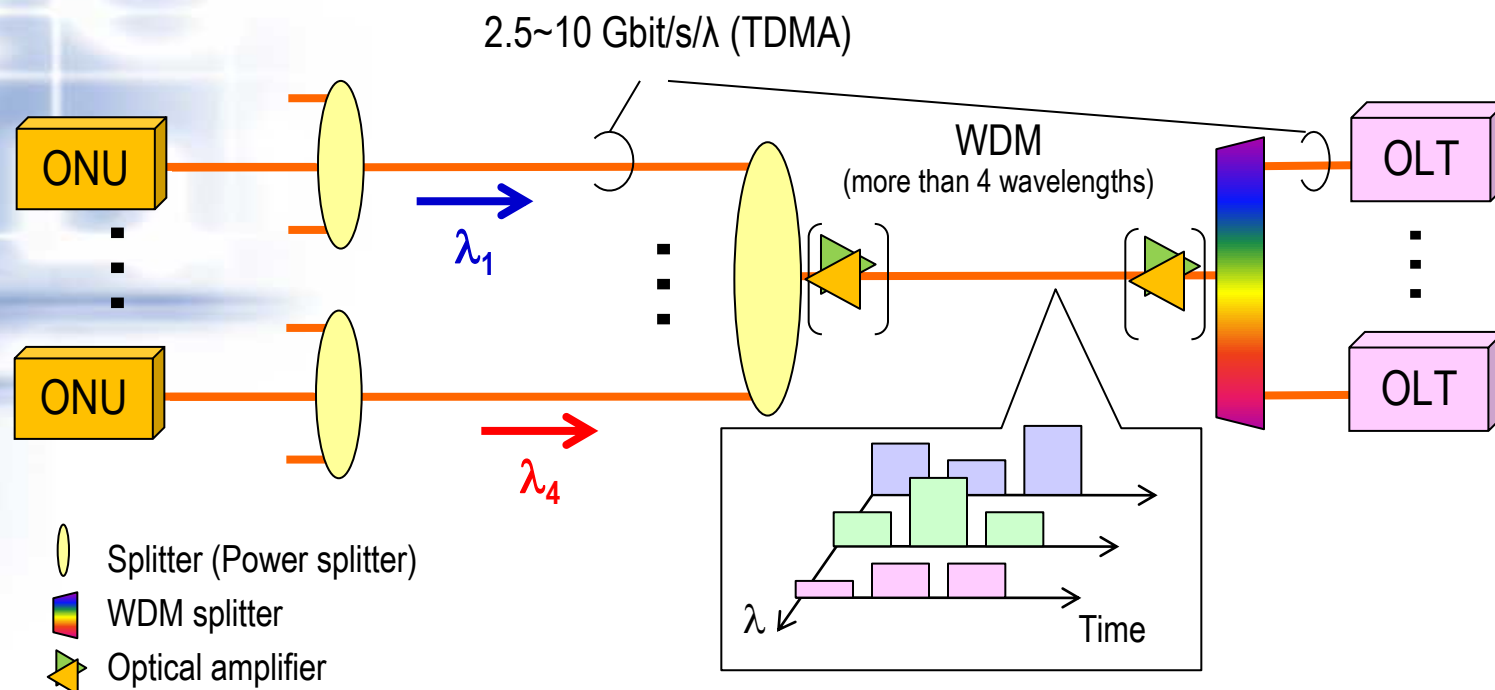
H armonization of
A dvanced
T elecommunication
S ystems

HATS



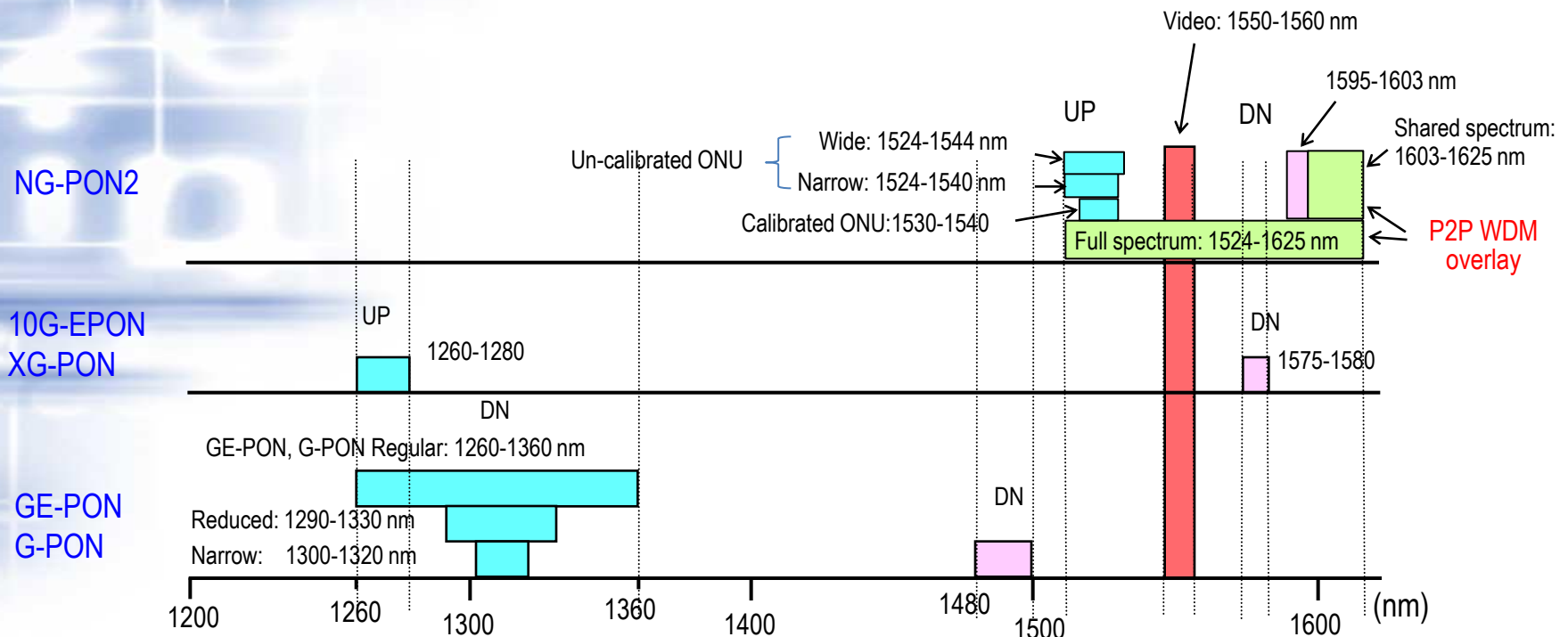
WDM/TDMアクセス(TWDM-PON)

- 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。



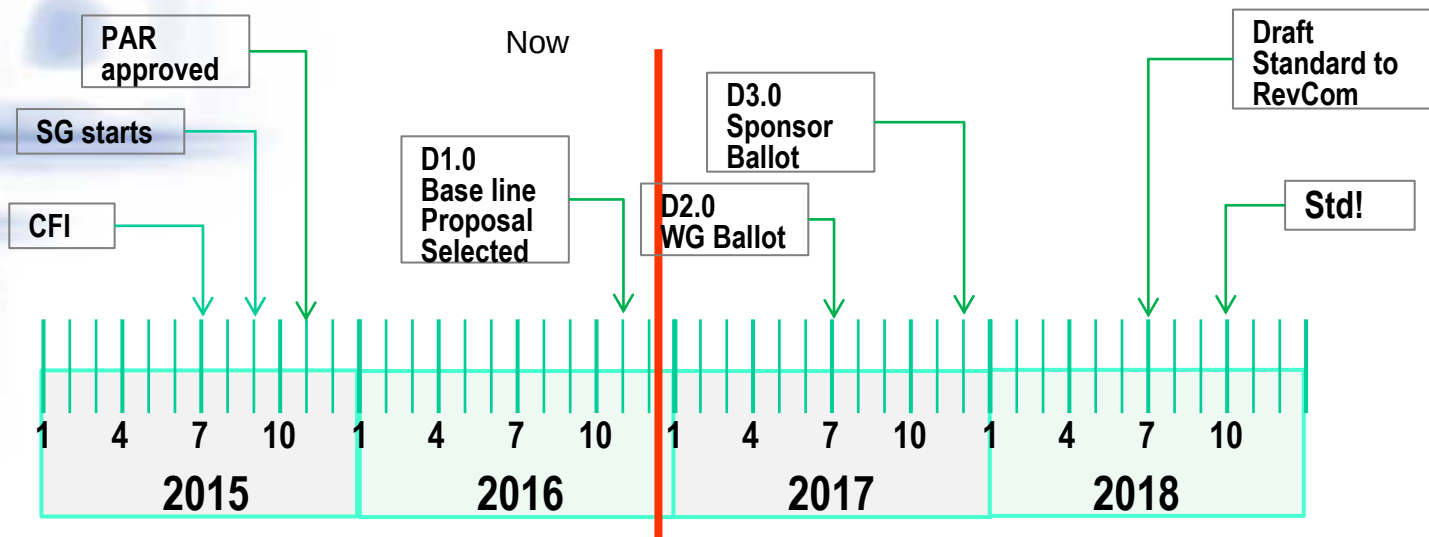
WDM/TDM アクセス (TWDM-PON)の波長配置

- 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)

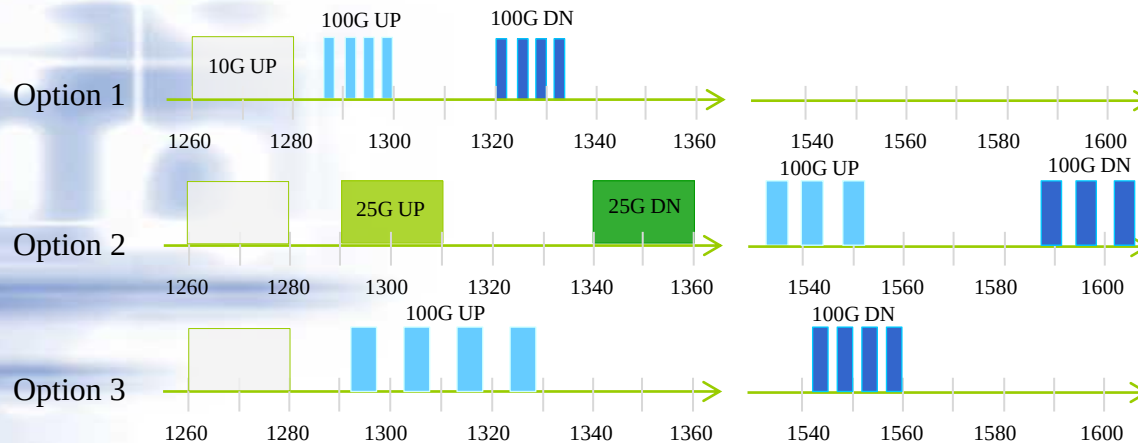
- 100G-EPONは、EthernetベースのWDM/TDMアクセスシステムであり、2015年5月にIEEE 802.3 WGにSG, 2016年1月にIEEE 802.3ca 100G-EPON TFとして標準化が行われている。
- 100G-EPONのスコープ
 - 1波当たり25Gbpsの25Gbps, 50Gbps, 100GbpsのEPON インターフェースの標準化
 - 25/10G-ONU, 25/25G-ONU, 50/25G-ONU, 50/50G-ONU, 100/25G-ONU, 100/50G-ONU, 100/100G-ONUの7種類のONUが対象 ※表記は, [下り速度/上り速度]G-ONU
 - 対称10G-EPONとの共存
- 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。



100G-EPONの速度アップの シナリオと波長配置

- 伝送速度アップのシナリオとして、当初以下の2つが提案されていたが、11月会合で1+3 Solutionが選択された。
 - 1+4 Solution: 100G-EPON全体で5波長ペアを用いる。25G-EPON専用に1つの波長ペアを割り当てて、他の4波長ペアを50G, 100G-EPONで共用。25G-EPONと50G, 100G-EPONの共存はWDMで行う。
 - 1+3 Solution: 4波長ペアを用いる。25G, 50G, 100G-EPONで4波長ペアを共用。
- 波長配置については、O帯, C帯, L帯に配置する案が出ている。

1+3の波長配置例

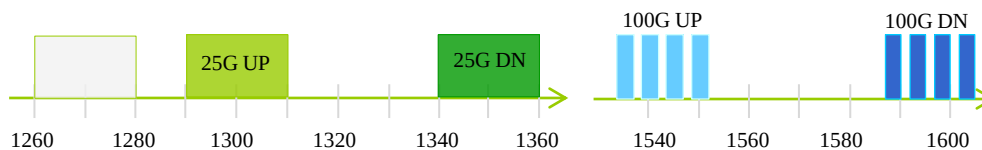


分散ペナルティが小さいので安価な直接変調デバイスが使用できる

25GのIFについては、安価な直接変調デバイスを使えるようにして、初期投資を抑制

ONU側に安価なデバイスが使える。

1+4の波長配置例



25G-EPONと50G/100G-EPONを独立に運用。

1. 背景

2. 光アクセスシステムの標準化の進展

- ✓ PONシステム標準化の進展/次世代PONシステム
- ✓ モバイル向け光アクセスシステム
- ✓ アクセスシステムの仮想化

3. システムレベルのEPON標準化と相互接続試験活動

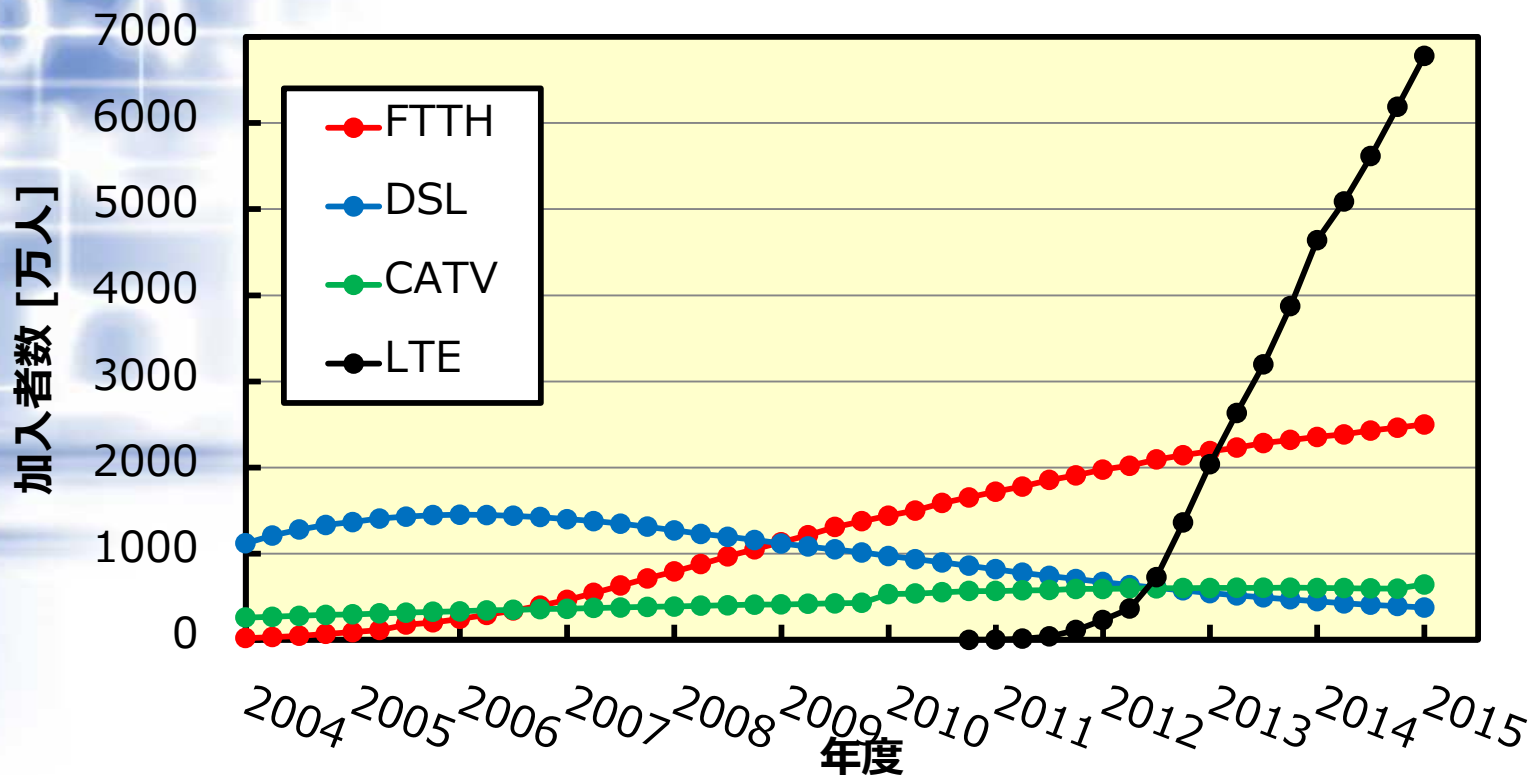
4. まとめ

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。

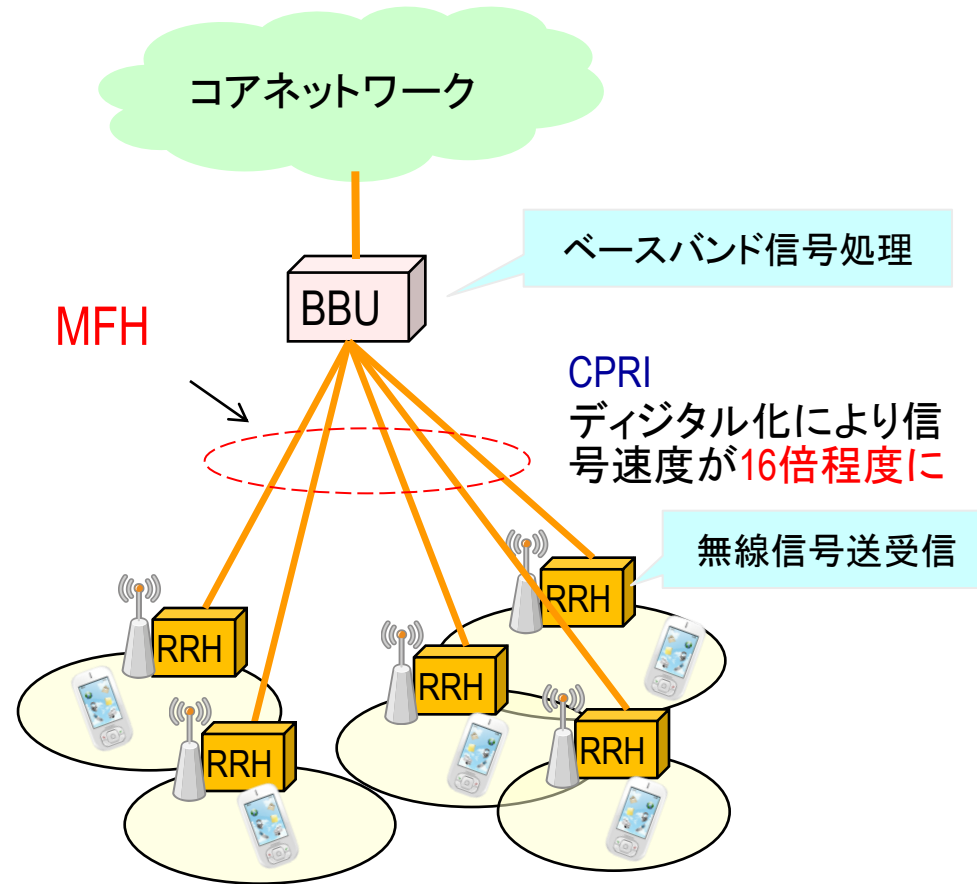


(総務省情報通信統計データベースより抜粋)

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



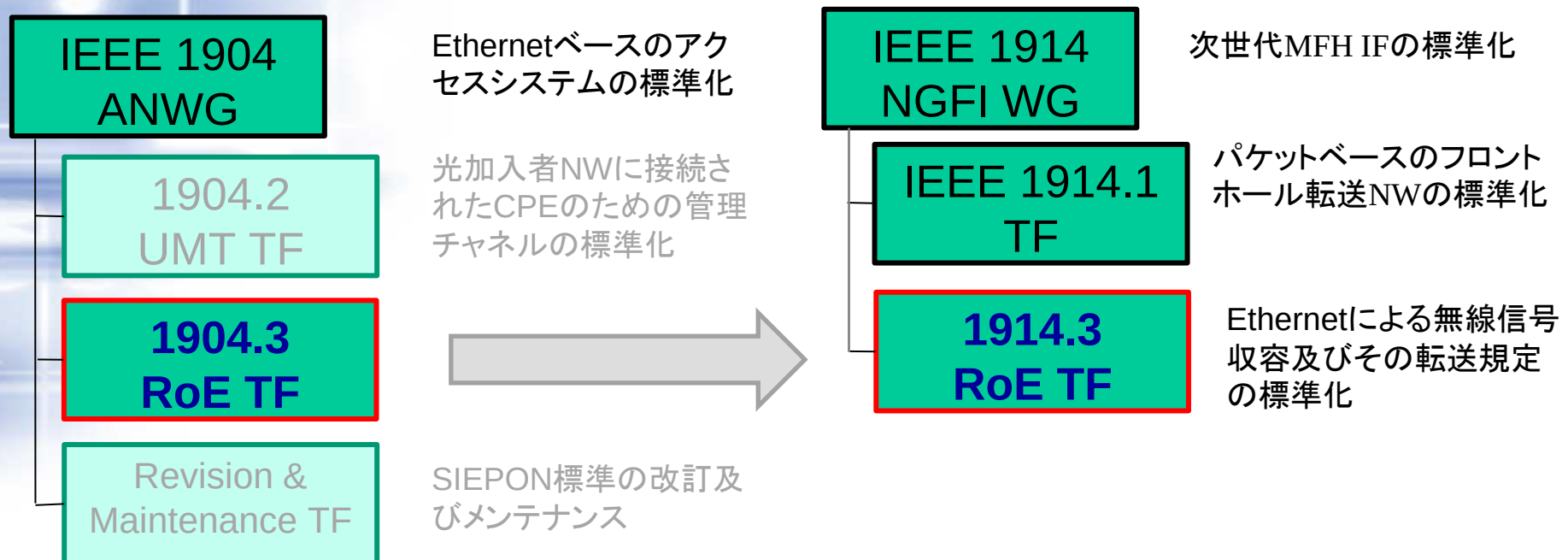
C-RAN※ による基地局構成

※Centralized /Cloud Radio Access Network

※「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/

モバイル向け光アクセスの標準化

- 次世代MFH IF (NGFI) の標準化を行うWGとしてIEEE P1914 NGFIが設立されたのに伴い, Ethernetによる無線信号収容 (RoE) は, IEEE 1904 Access Network Working Group (ANWG) 配下からNGFIに移設され, IEEE P1914.3 RoEとして標準化が行われることになった.
- IEEE 1914.1ではパケットベースのフロントホール転送NWの標準化を行っている.
- 次世代MFHやパケットベースのMFHの仕様化や標準化がCPRI Corporationや3GPPでも行われている.



1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化の進展
 - ✓ PONシステム標準化の進展/次世代PONシステム
 - ✓ モバイル向け光アクセスシステム
 - ✓ アクセスシステムの仮想化
3. システムレベルのEPON標準化
4. 相互接続試験活動
5. 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回会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)

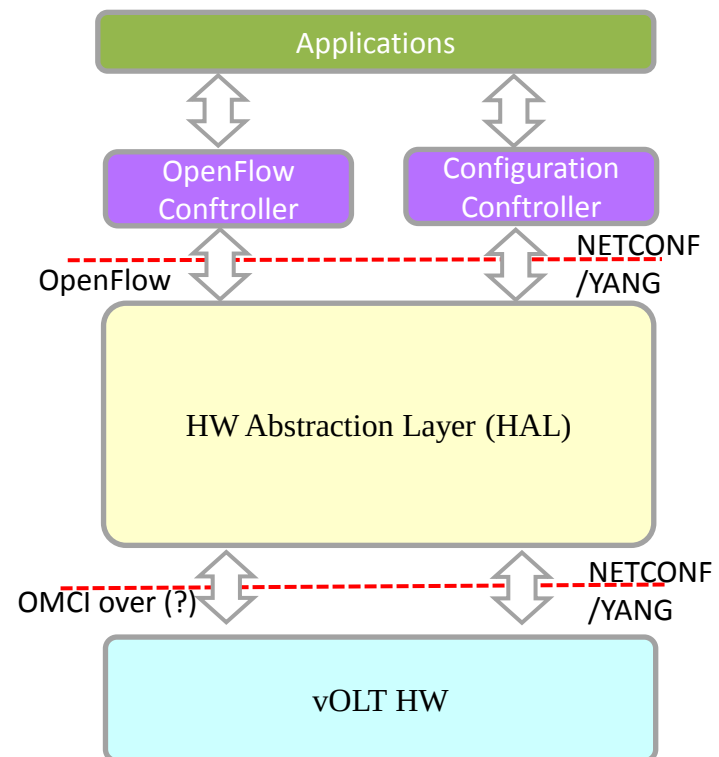
Phase1: C-COのアーキテクチャの定義(ユースケース含む)。機能モジュールとIFのリスト化。(WT-384として審議開始(2017/Q2完了予定))

Phase2: 機能モジュール間IFの定義(相互接続も考慮)

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

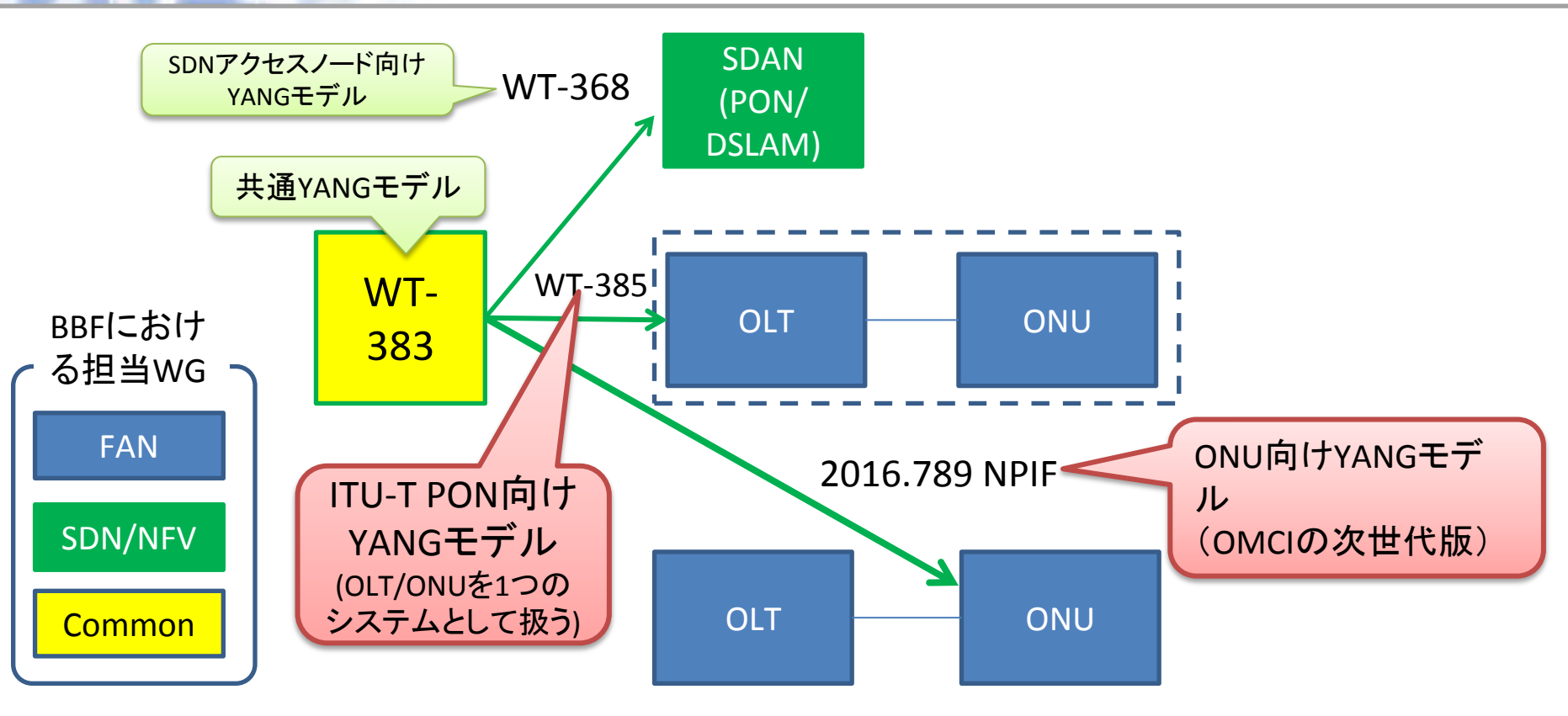
Phase4: 既存COとの共存、マイグレーション

Phase5: H/W reference implementation



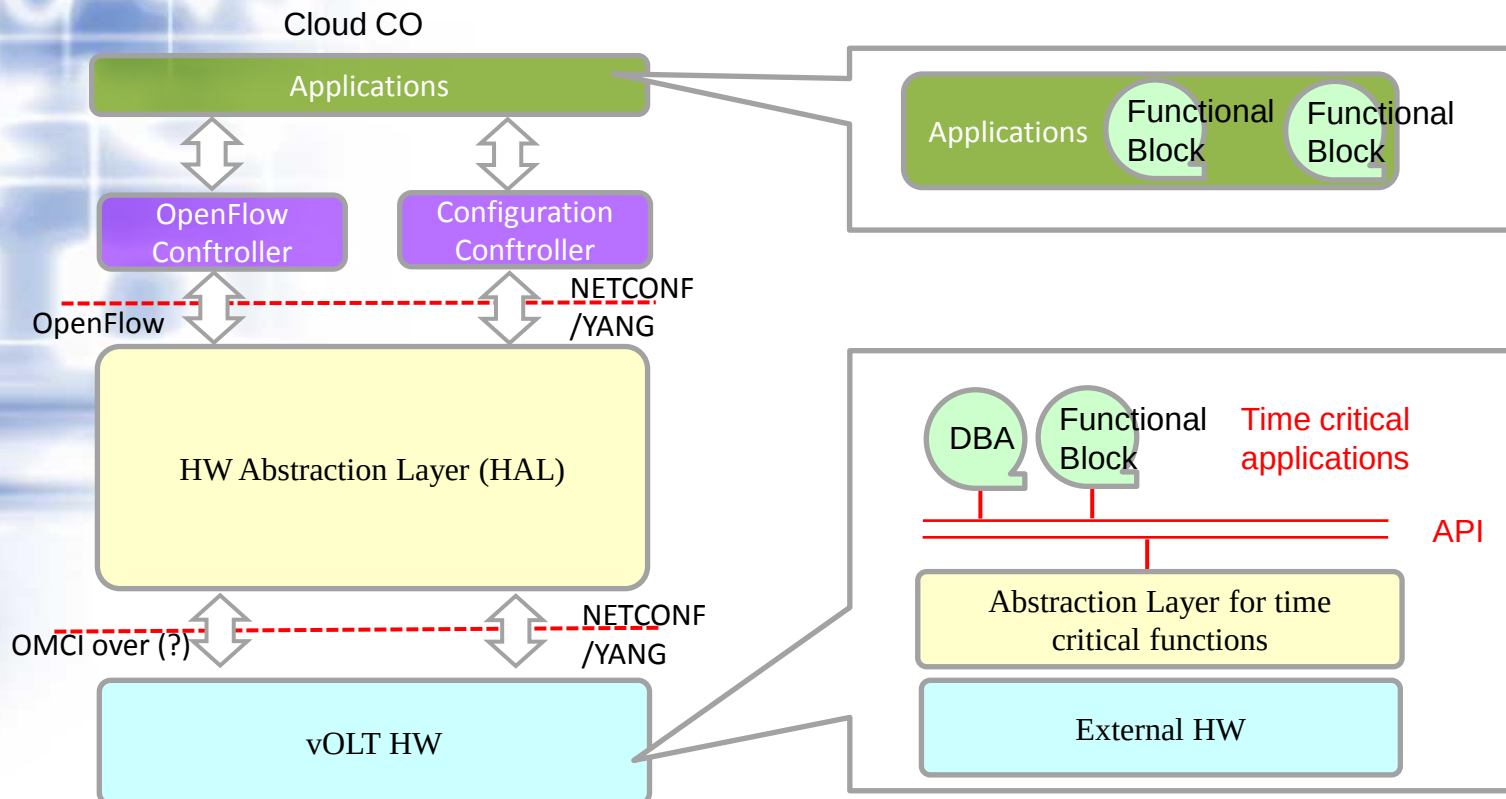
アクセスシステムの仮想化(BBF)(2/3)

- 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-368は除く)



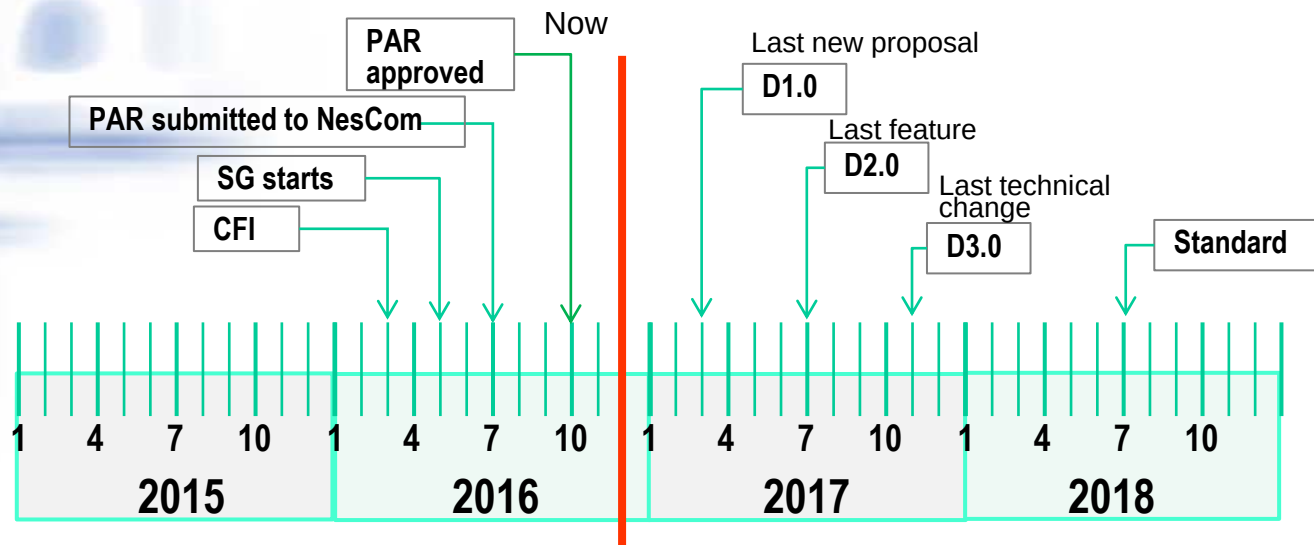
アクセスシステムの仮想化 (BBF) (3/3)

- さらに、AT&T主導によるHW Abstraction Layerを規定するプロジェクトや、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が立ち上げられる等、BBFでのアクセス仮想化の取り組みが加速している。



アクセスシステムの仮想化 (IEEE)

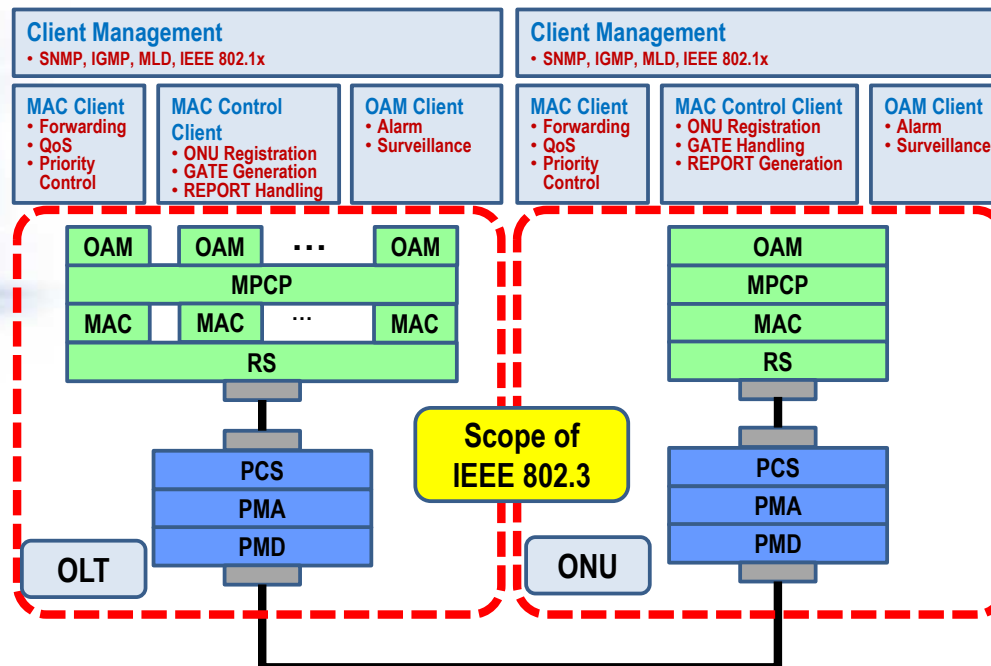
- IEEE 802.3 WGにおいて, EthernetのYANGデータモデルの標準化の検討が始まった. 2016年11月よりIEEE P802.3.2 (802.3cf) YANG Data Model Definitions TFとして, 本格的に標準化が開始された.
- スコープ: IEEE 802.3標準 (2015年版) に基づいたYANGデータモジュールの標準化. MAC/RS, MPCP, OAM等のYANGデータモジュールの規定 (EPONもスコープ内).
- PONのYANGデータモデルの標準化については, BBFでITU-T PON向けのYANGデータモデルが検討されており, 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の進展
3. システムレベルのEPON標準化
 - ✓ Ethernetベースの標準化とその課題
 - ✓ システムレベルのEPON標準化と光アクセスアドホックWGの設置
 - ✓ SIEPON/G.epon標準化
4. 相互接続試験活動
5. まとめ

Ethernetベースの標準化 とその課題

- IEEEにおいてEthernetベースのPONが標準化。
 - 双方向のSHDTV, 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の実現
- しかしながら, これまでのEPONの標準は物理層やMAC層に限定されているため, 異ベンダ間の相互接続性を阻害



システムレベルの標準化と 光アクセスアドホックWGの設置

- EPONの相互接続性の向上を目的としたシステムレベルの標準化(※)が、2013年6月に標準化.

※IEEE P1904.1 Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Network (SIEPON)

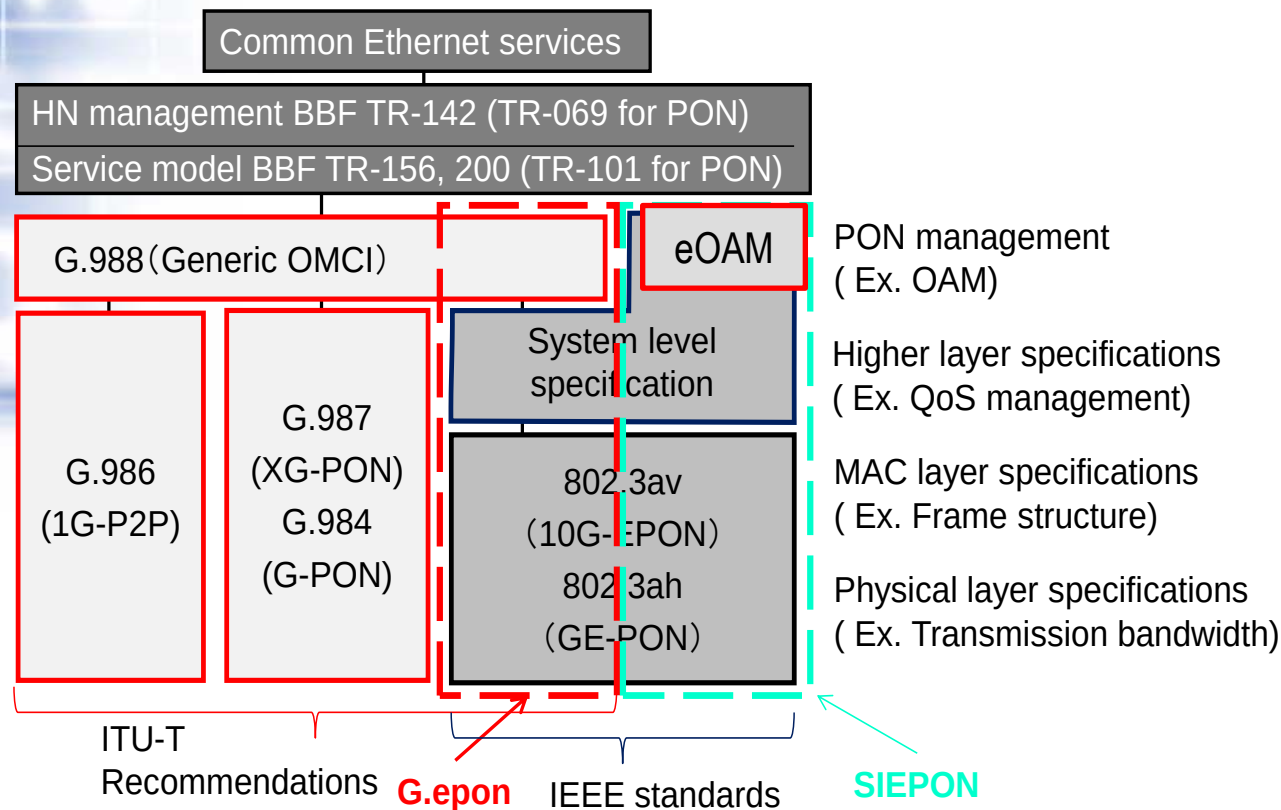
<http://grouper.ieee.org/groups/1904/1/>

- 日本仕様であるSIEPONパッケージBが、ITU-TにおいてG.epon(G.9801)として勧告化.
- それぞれの標準において適合性試験手順(SIEPON/Conformance)を2014年11月に、実装ガイドライン(G.epon Implementers' guide)を2014年12月に制定.

- EPONの相互接続性の確保のため、相互接続試験の実施とそれに付随する課題を話し合う場として、HATS推進会議実施推進部会の下に光アクセスアドホックWGを、2012年8月に設置.
- 2014年4月より、試験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.

SIEPON/G.epon標準化

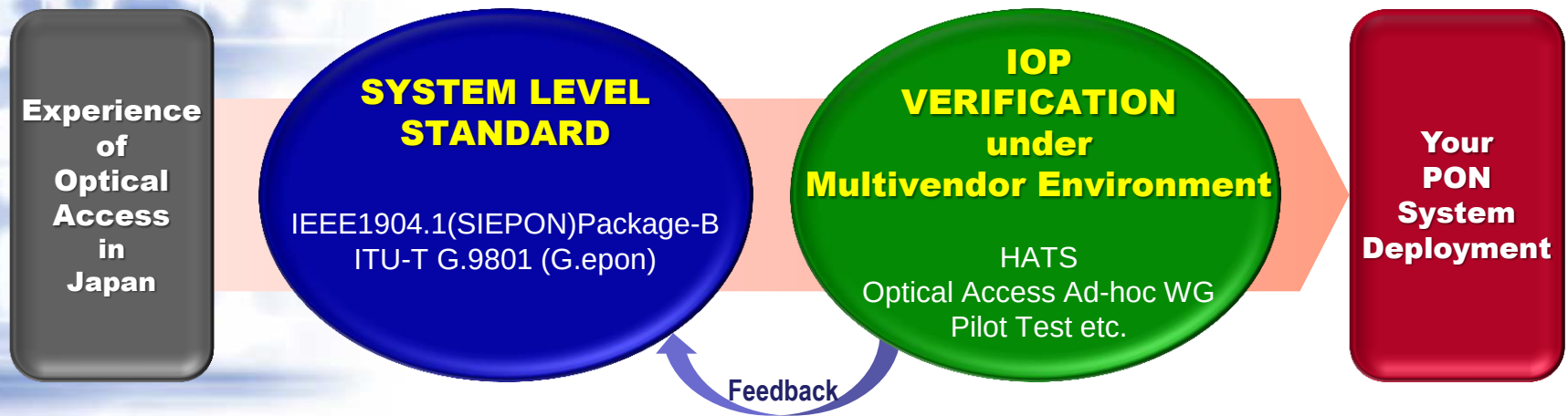
- SIEPONはシステムレベルのEPON標準化仕様で, 1G-EPON (IEEE 802.3ah), 10G-EPON (IEEE 802.3av) で規定しなかった上位レイヤの標準仕様を策定
- G.epon (G.9801) はSIEPON Package BにITU標準で広く使われる汎用OMCIを適用したITU-T版システムレベルのEPON標準化仕様



1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化の進展
3. システムレベルのEPON標準化
4. 相互接続試験活動
 - ✓ 相互接続の狙い
 - ✓ 連絡会の活動
 - ✓ 第5回10G-EPON装置相互接続試験
5. まとめ

SIEPON/G.eponシステムの 相互接続の狙い

- マルチベンダ環境下でのSIEPON/G.epon準拠システムの運用
 - 日本で成熟させた光アクセス技術を安く新興国に提供することで、新興国の通信インフラの発展に寄与する。



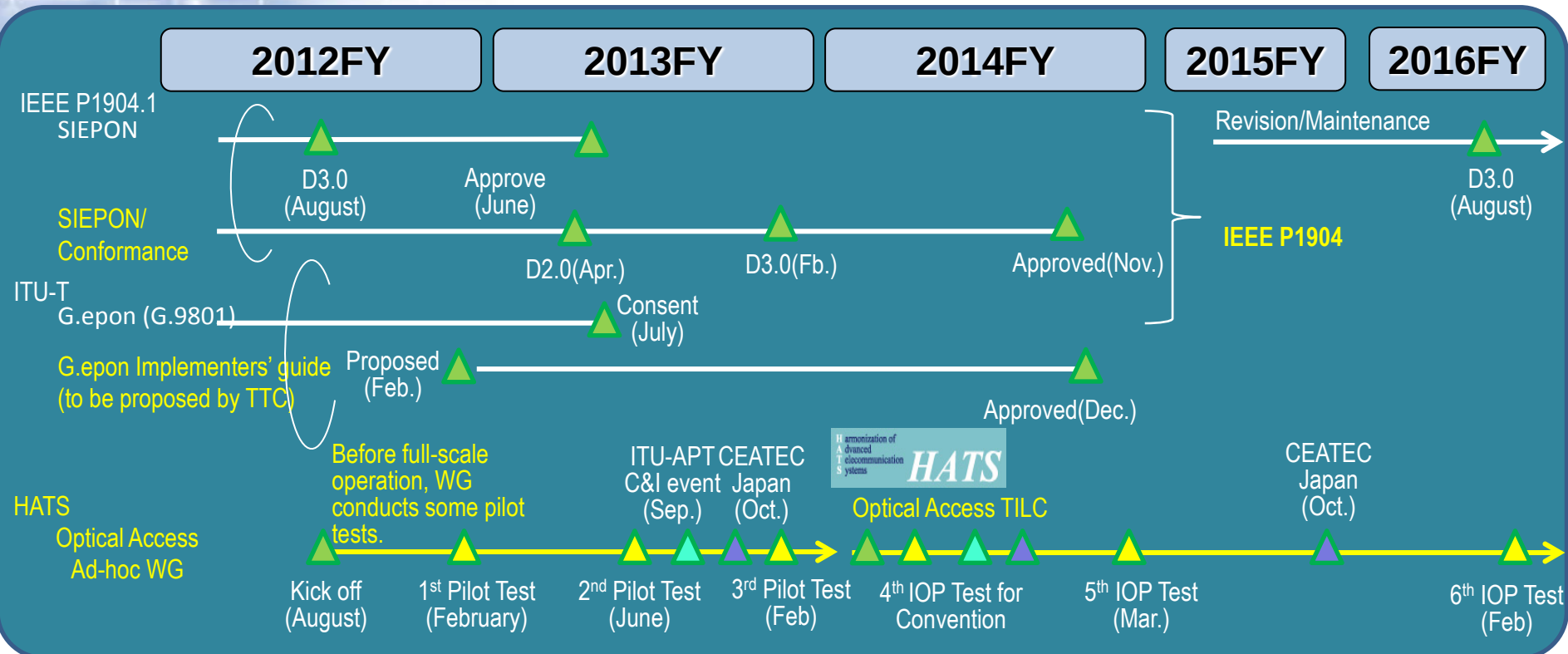
- 光アクセス相互接続試験連絡会
 - 日本発の光アクセス装置のグローバルスタンダードとしての地位の向上と国内外のビジネス機会の確保
 - 光アクセス装置間の相互接続性の確保とその検証実施に向けた課題の検討, 抽出, 及び必要に応じた連絡会の成果の標準化へのフィードバック

光アクセスアドホックWG/相互接続試験 連絡会の活動

Harmonization of
Advanced
Telecommunication
Systems

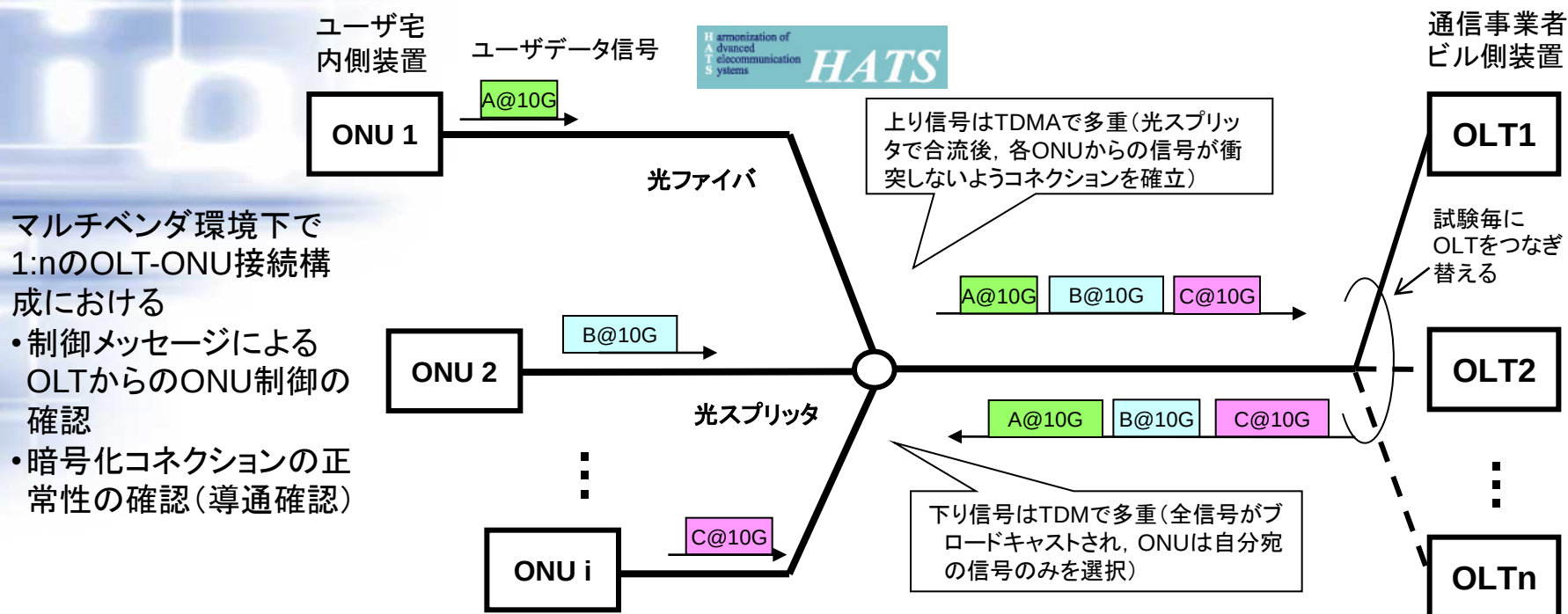
HATS

- 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。



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



目次

1. 背景
2. 光アクセスシステムの標準化の進展
3. システムレベルのEPON標準化
4. 相互接続試験活動
5. 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PONシステムの新たな適用先への期待
- アクセスシステムの仮想化の進展とR-CORDの取り組み

- 光アクセスシステム標準化 の進展

- PONシステムの標準化の進展と次世代PONシステムの標準化
- モバイル向け光アクセスシステムの標準化
- アクセスシステムの仮想化に係わる標準化

- HATSにおける相互接続試験活動

- Ethernetベースの標準化とその課題, システムレベルのEPON標準化と光アクセスアドホックWGの設置
- SIEPON/G.epon標準化

- HATSにおける相互接続試験活動

- 相互接続の狙いと連絡会の活動
- 第5回10G-EPON装置相互接続試験の紹介

- これらの活動を通じて光アクセスシステムの相互接続性の一層の向上に貢献していく予定です.

Thank you