

光アクセスシステムの標準化動向 と相互接続試験

2015年12月4日

鈴木 謙一*、小崎 成治**

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

**三菱電機(株) 情報技術総合研究所

目次

H armonization of
A dvanced
T elecommunication
S ystems

HATS

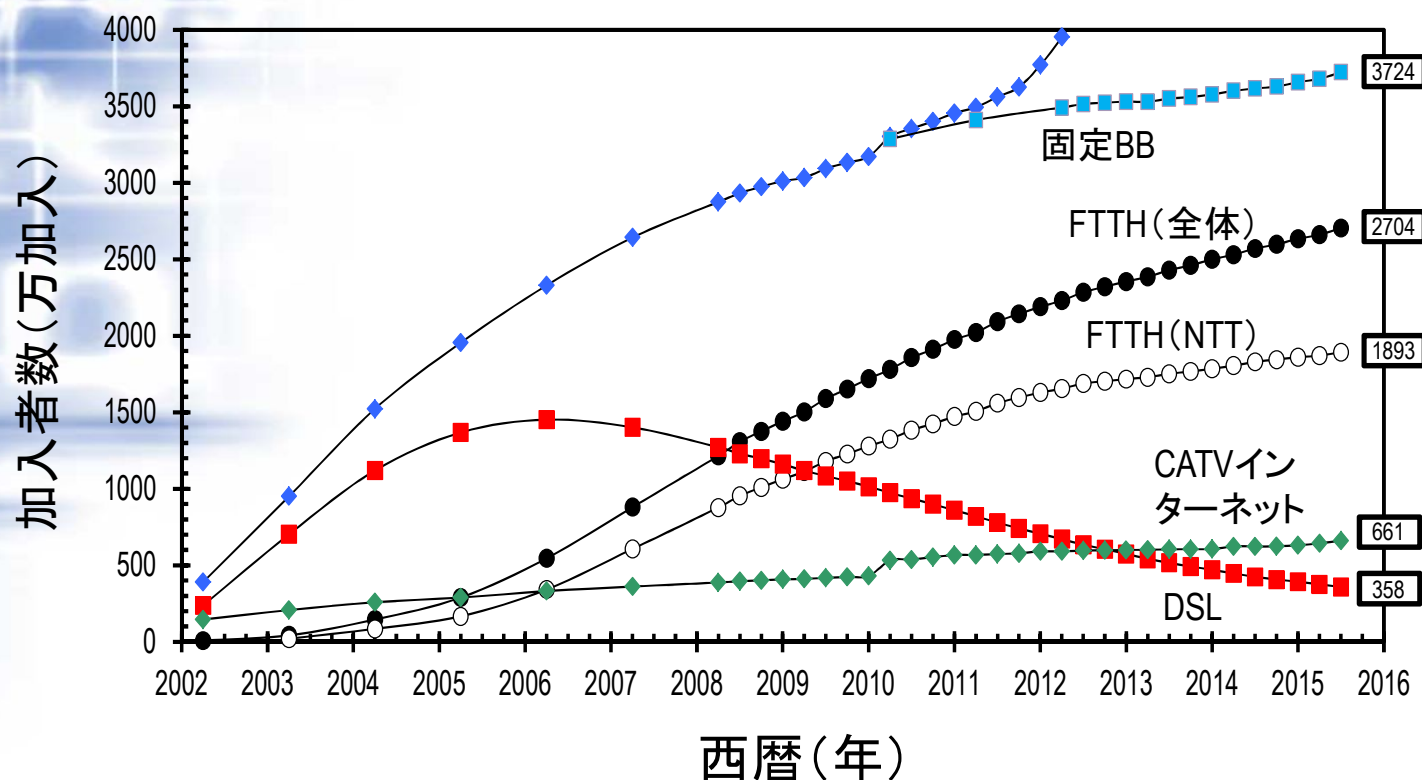
1. 背景
2. システムレベルEPONの標準化
3. 光アクセスシステムの標準化の進展
4. 相互接続試験活動
5. まとめ

PONを用いたブロードバンドサービス (FTTH) の普及

Harmonization of
Advanced
Telecommunication
Systems

HATS

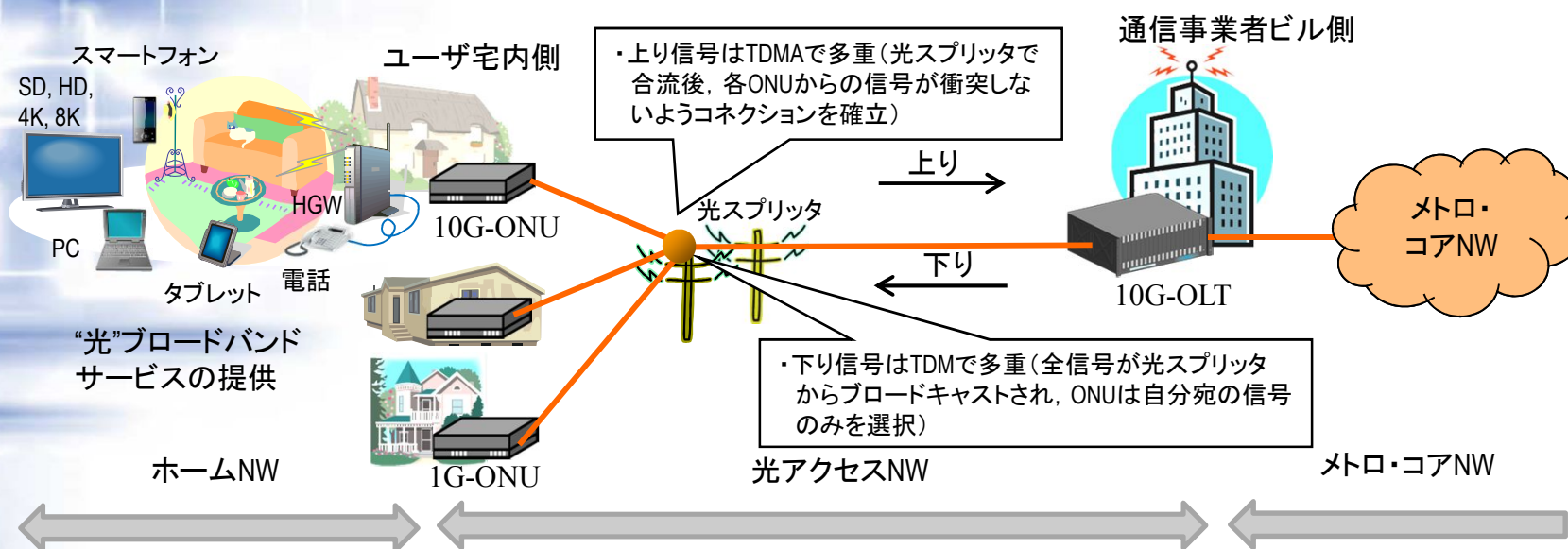
1. ブロードバンドの普及に伴いPON (Passive Optical Network)を用いた光アクセスシステムの利用が拡大
2. 日本では特にEthernetベースのPON (EPON)が普及



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

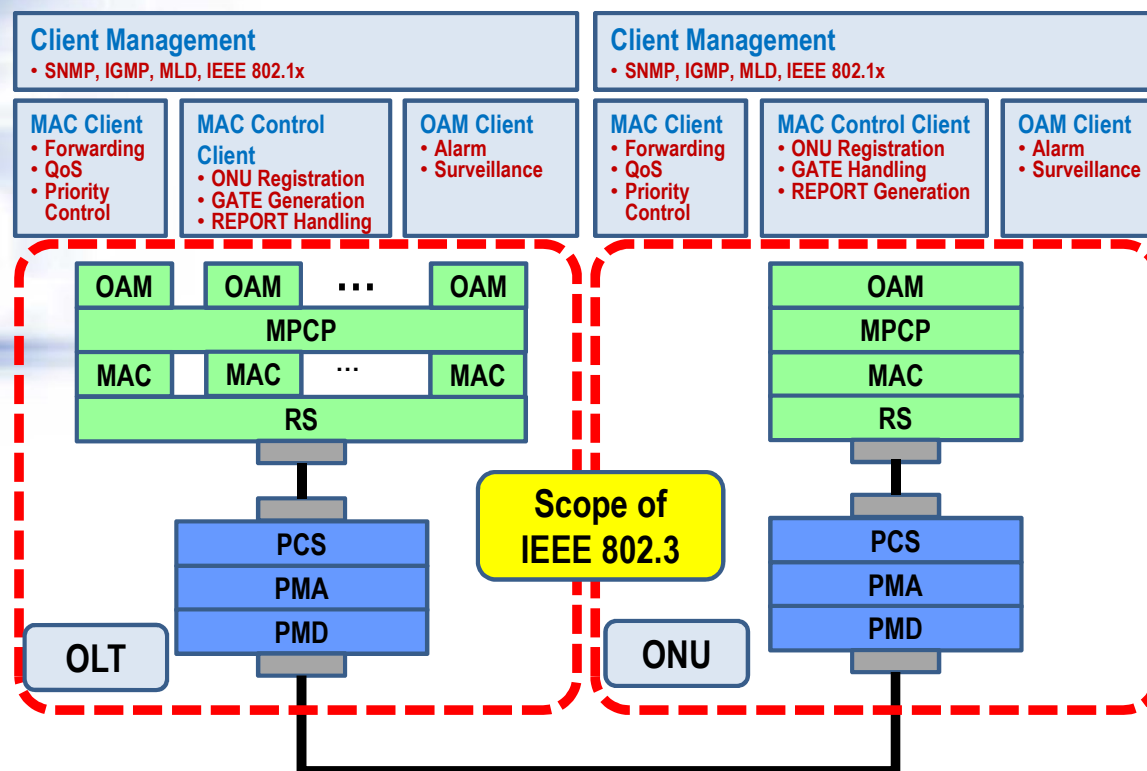
- PONシステムは、1台のOLTにユーザ宅内に複数のONUを接続することにより、通信事業者ビル側の通信設備と伝送路である光ファイバを複数のユーザで共有する経済的な光アクセスシステム。
 - 現在、双方向のSHDTV(4K, 8K), 遠隔教育/遠隔医療等のブロードバンドアプリケーションが提供可能な10Gbps級の高速光アクセスシステムを提供



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

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

- 2010年より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(※)が行われており, 日本仕様がSIEPONパッケージBとして盛り込まれ標準化.

※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)の制定とその認定プログラム(SIEPON Certificate Program)の実施, 相互接続試験のための実装ガイドライン(G.epon Implementers' guide)の制定を計画.
-
- 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.

目次

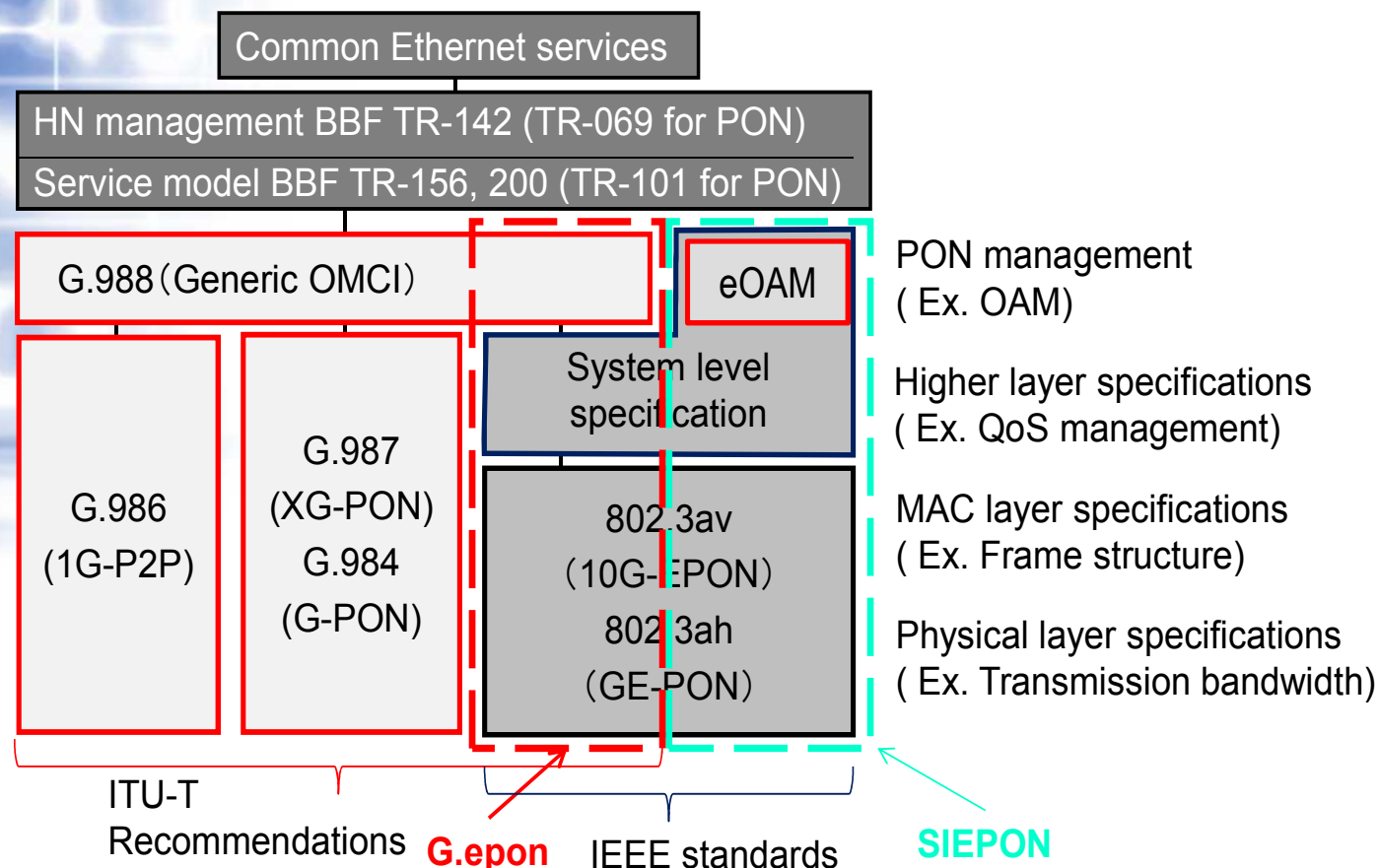
H armonization of
A dvanced
T elecommunication
S ystems

HATS

1. 背景
2. システムレベルEPONの標準化
3. 光アクセスシステムの標準化の進展
4. 相互接続試験活動
5. まとめ

SIEPON/G.eponの標準化範囲

- SIEPONはシステムレベルのEPON標準化仕様
- 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



SIEPON標準化パッケージ

- 標準勧告のパッケージ化
 - 事業者ごとに異なる仕様の配備済み1G-EPONとのインオペを実現するには規格の統一が困難
- SIEPONでは、マーケット毎に異なる3つのパッケージを規格化
⇒パッケージの違いはファームで吸収できるようにしハードウェアの共通化を狙う

Item	Feature	Packages		
		A	B	C
RF	REPORT MPCP format	shall implement REPORT MPCPDU format per 8.4.1.3	shall implement REPROT MPCPDU format per 8.4.3.3	shall implement REPORT MPCPDU format per 8.4.2.3
RLC	Report queue length calculation	shall implement report queue length calculation per 8.4.1.2	shall implement report queue length calculation per 8.4.3.2	shall implement report queue length calculation per 8.4.2.2
PLD	UNI port loop detection	N/A	N/A	shall implement UNI port loop detection per 9.1.8
MCC	multicast connectivity, coexistence	shall support multicast connectivity, coexistence per 7.4.1.1.2		

Profile

Dedicated profile for each package
(Different functions for packages)

Given package supports a profile

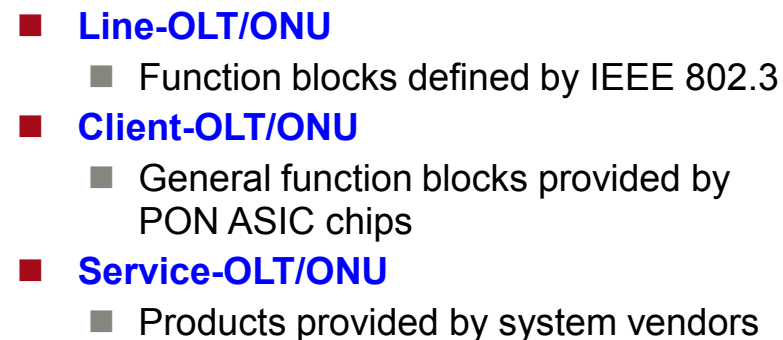
Common profile for packages
(Same function for each package)

SIEPON/G.eponの狙い

- 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

	項目	備考
Higher layer (Management Client)	暗号・認証、プロテクション、パワーセーブ、サービス管理、システム監視	
OAM client	OAMディスカバリー、警報処理	監視制御系統
MAC client	キュー制御、シェーパ、優先処理、ポリシング、他	主信号系統
MAC control client	帯域制御, レポート生成, ディスカバリー制御	PONアクセス制御系統

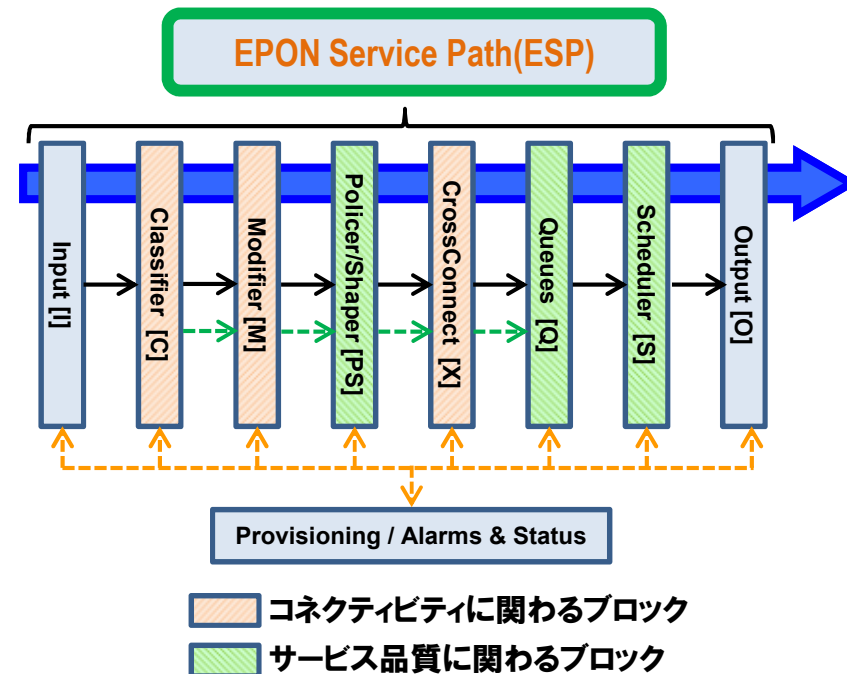
HATS



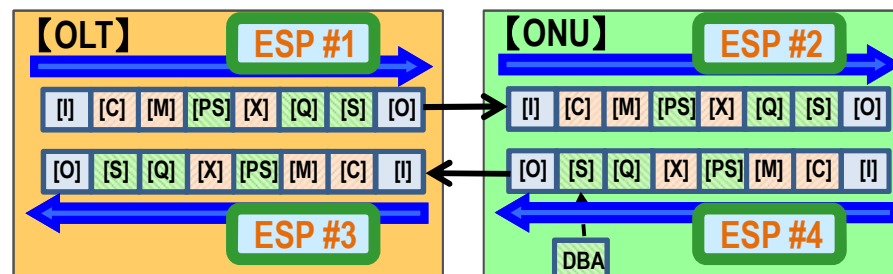
- Coverage of IEEE Std 1904.1
- Coverage of IEEE Std 802.3

SIEPON/G.eponの 論理コネクションモデル

- EPON Service Path (ESP)
 - サービスにおけるコネクションやQoSを実現する最小単位
 - ONUのシングルLLID/マルチLLID等の実装差分を抽象化
 - OLT/ONU内の片方向のみ



- ESPの例
 - 双方向ユニキャストコネクション



- IEEE P1904.1 SIEPON
 - Package A: System level EPON specifications for North American MSO market
 - Package B: System level EPON specifications for Japan market
 - Package C: System level EPON specifications for China market
- IEEE P1904.1 SIEPON/Conformance
 - Conformance 01: Conformance Test case for Package A
 - Conformance 02: Conformance Test case for Package B
 - Conformance 03: Conformance Test case for Package C
- ITU-T G.9801 (G.epon)
 - ITU-T EPON standards based on IEEE P1904.1 SIEPON package B and ITU-T G.988 generic OMCI for EPON
- ITU-T G.9801 Implementers' guide
 - Conformance and interoperability test specification for G.epon
- IEEE 802.3ah: Ethernet First Mile, Ethernet Standards for Access System including 1G-EPON PHY and MAC layer specifications
- IEEE 802.3av: Optical Interfaces and PHY layer specifications for 10G-EPON

目次

H armonization of
A dvanced
T elecommunication
S ystems

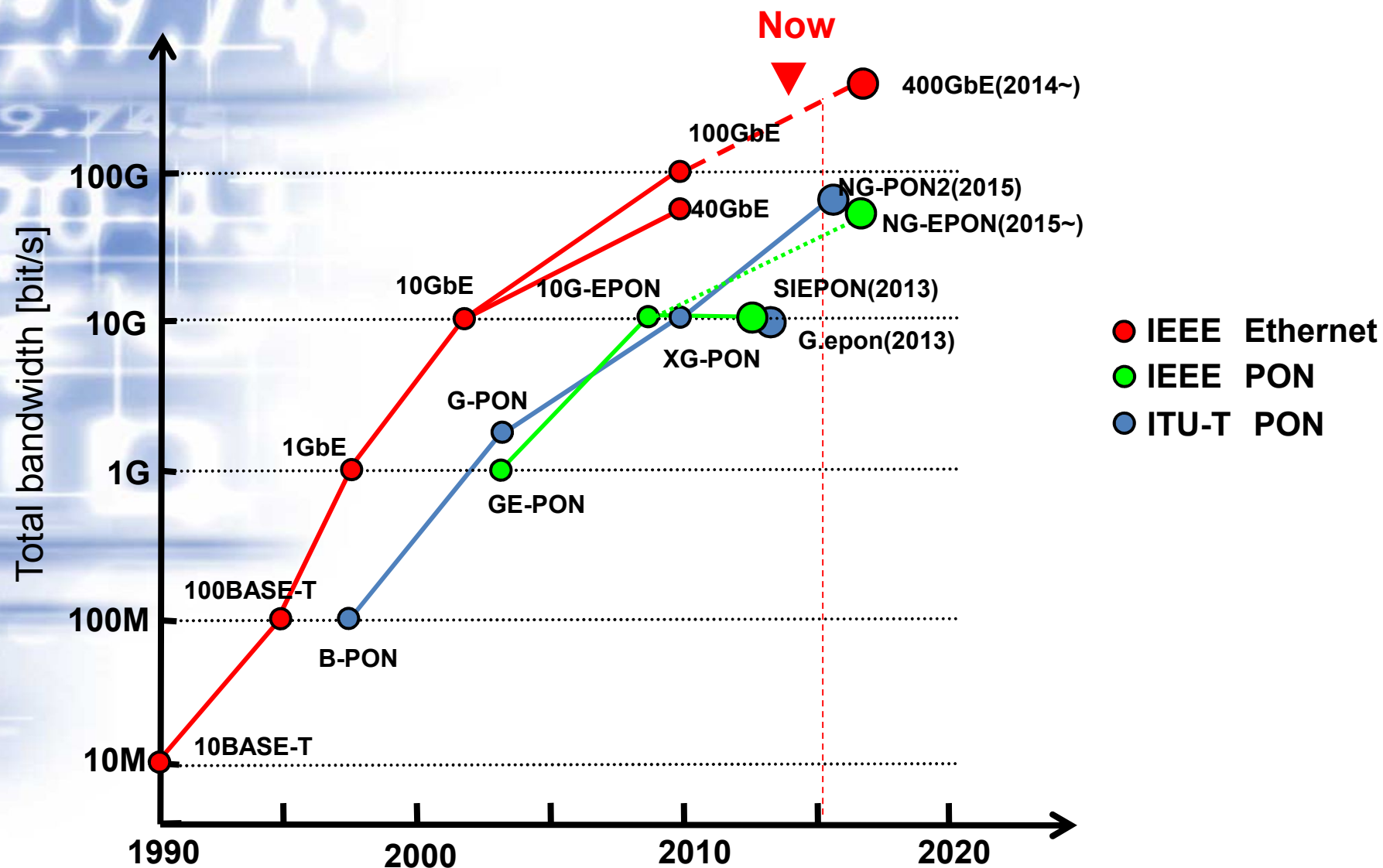
HATS

1. 背景
2. システムレベルEPONの標準化
3. 光アクセスシステムの標準化の進展
 - ✓ PONシステム
 - ✓ Ethernetベースの無線アクセスシステム
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

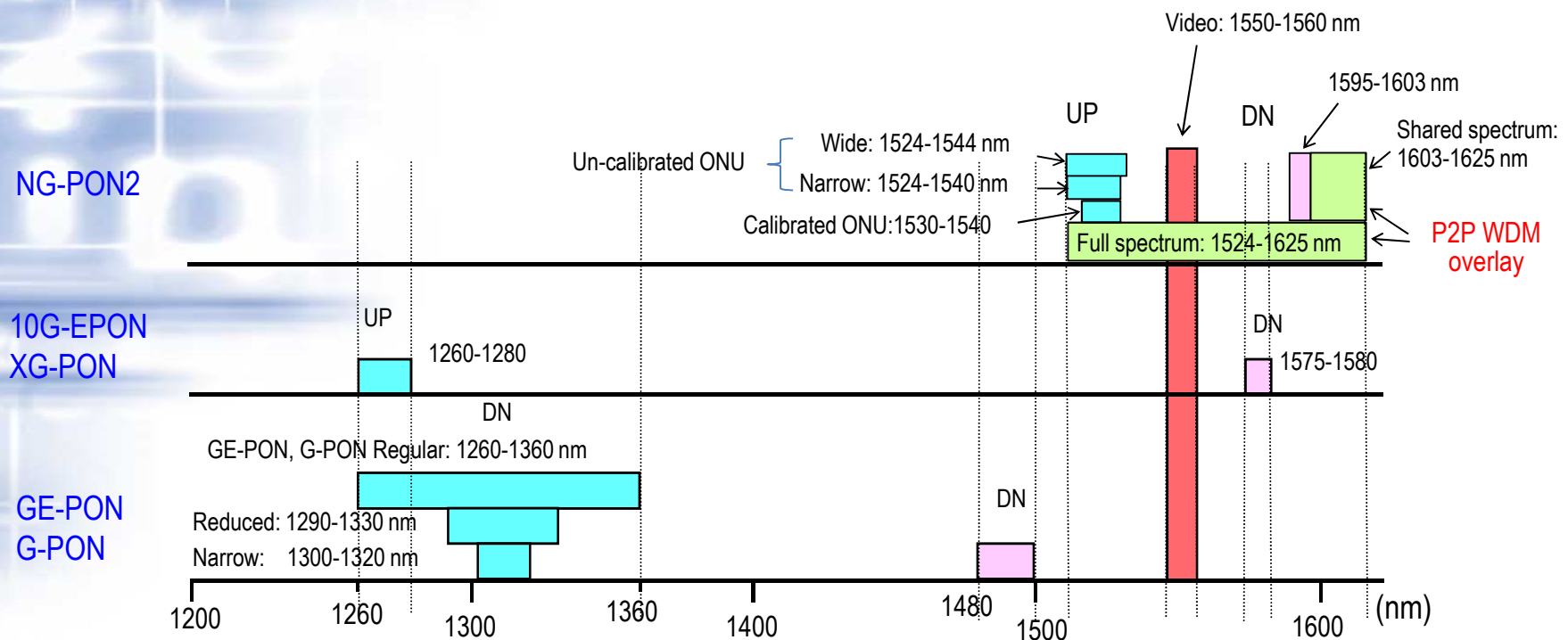


Harmonization of Advanced Telecommunication Systems

The diagram illustrates a WDM-based optical network architecture for TDMA. It shows multiple ONUs (Optical Network Units) connected to a central WDM (Wavelength Division Multiplexing) splitter. The ONUs are labeled with wavelengths λ_1 and λ_4 . The WDM splitter is labeled "WDM (more than 4 wavelengths)". The output of the WDM splitter is connected to multiple OLTs (Optical Line Terminals). A legend identifies the components: a yellow oval for "Splitter (Power splitter)", a rainbow-colored rectangle for "WDM splitter", and a green triangle for "Optical amplifier". An inset graph shows the time-domain signal for a specific wavelength λ , with the x-axis labeled "Time". The graph displays three distinct signal pulses (blue, green, and pink) corresponding to different ONUs, demonstrating the TDMA (Time Division Multiple Access) principle.

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

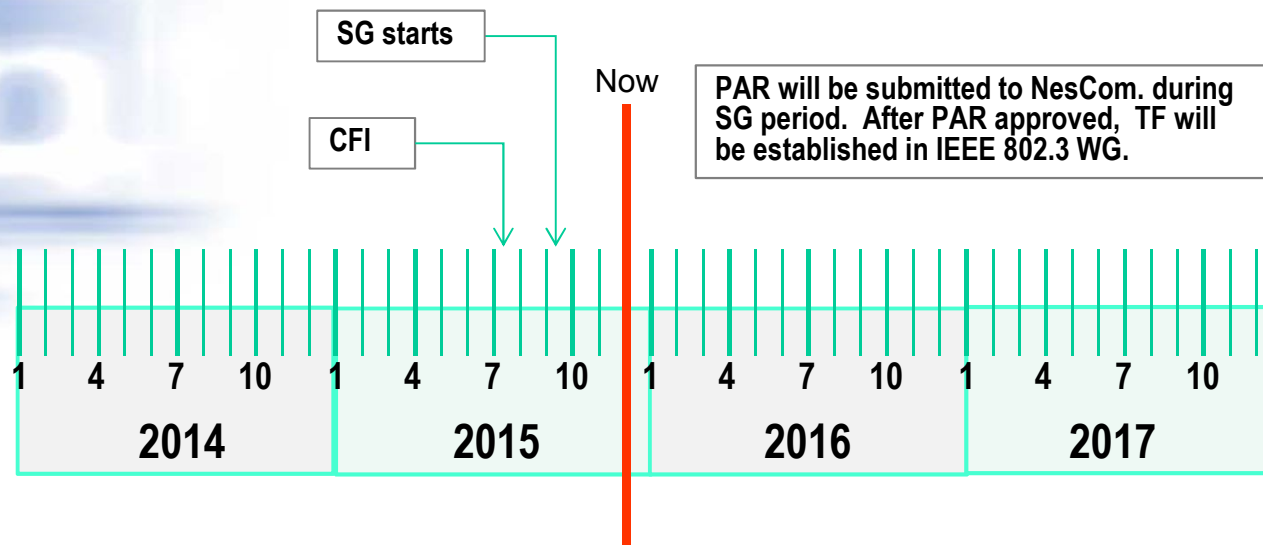


Next Generation E-PON (NG-EPON)標準化

H armonization of
A dvanced
T elecommunication
S ystems

HATS

- NG-EPONは、EthernetベースのWDM/TDMアクセスシステムであり、IEEE 802.3 WGにおいて、2015年5月より標準化が始まった。
- まだ標準化仕様は固まっていないが、1波長当たり25Gbit/s、システム全体で100Gbit/sの伝送容量を視野に入れて議論が行われている。
- WDM/TDMアクセスシステムの光ト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の共通化が課題となっている。



目次

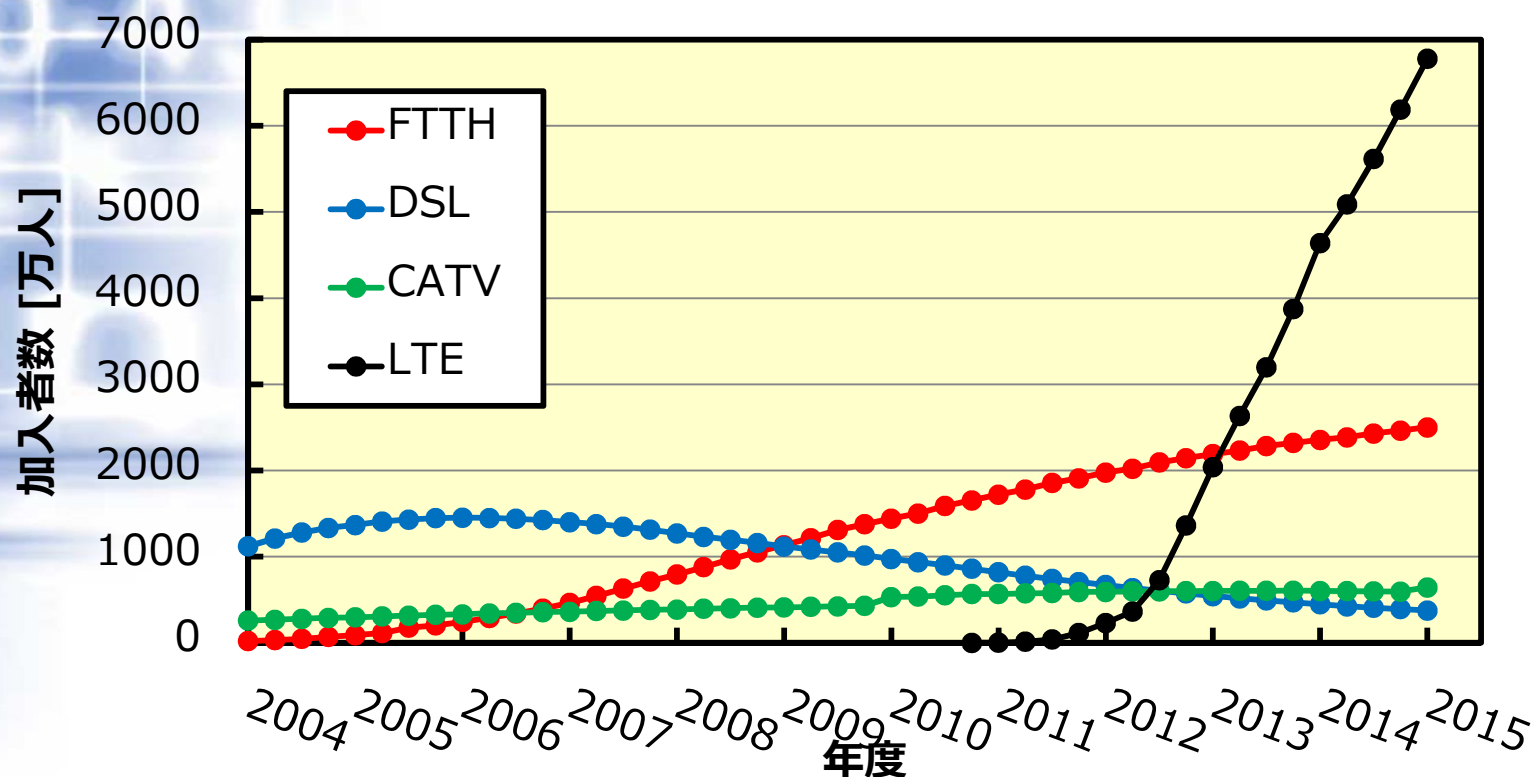
H armonization of
A dvanced
T elecommunication
S ystems

HATS

1. 背景
2. システムレベルEPONの標準化
3. 光アクセスシステムの標準化の進展
 - ✓ PONシステム
 - ✓ Ethernetベースの無線アクセスシステム
4. 相互接続試験活動
5. 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

- 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

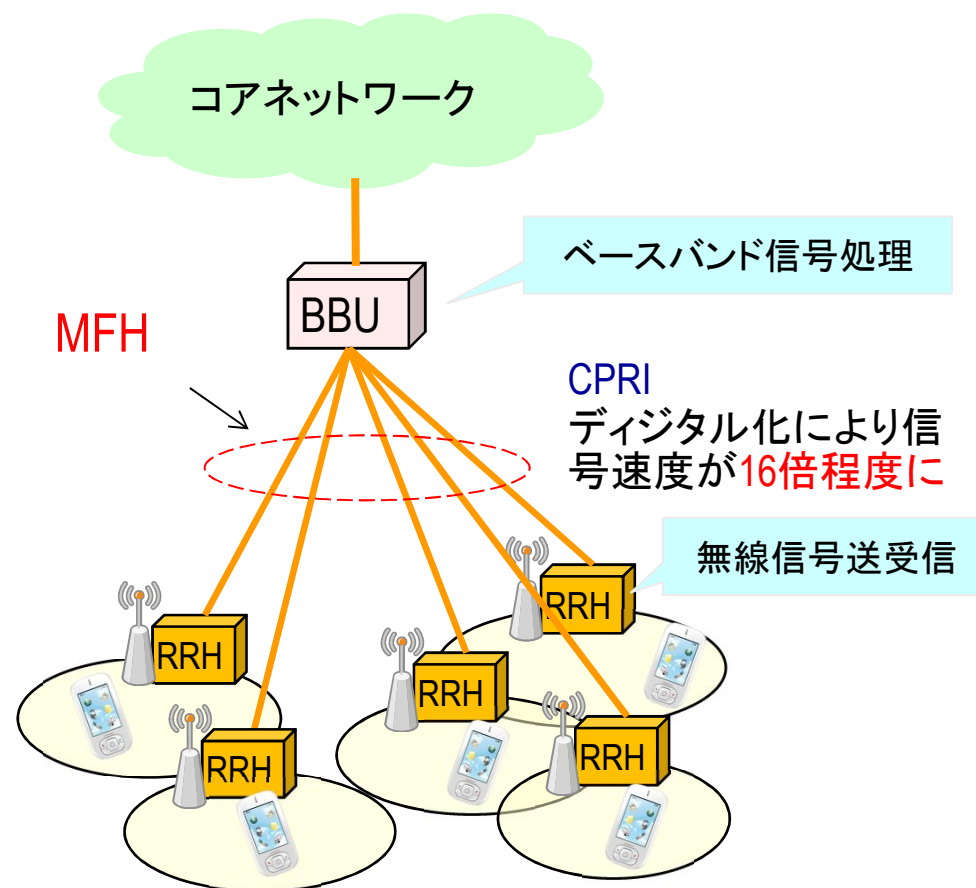
Harmonization of
Advanced
Telecommunication
Systems

HATS

- 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/

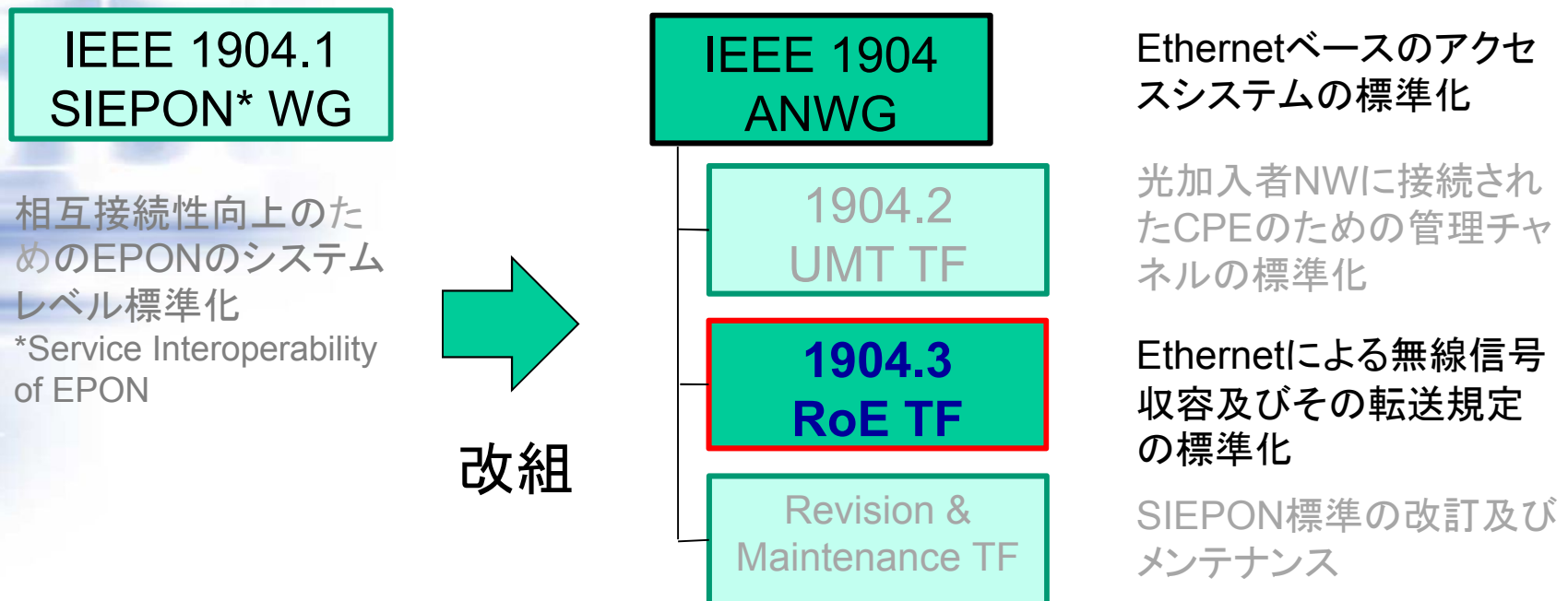


C-RAN※ による基地局構成

※Centralized /Cloud Radio Access Network

Radio over Ethernet (RoE)標準化

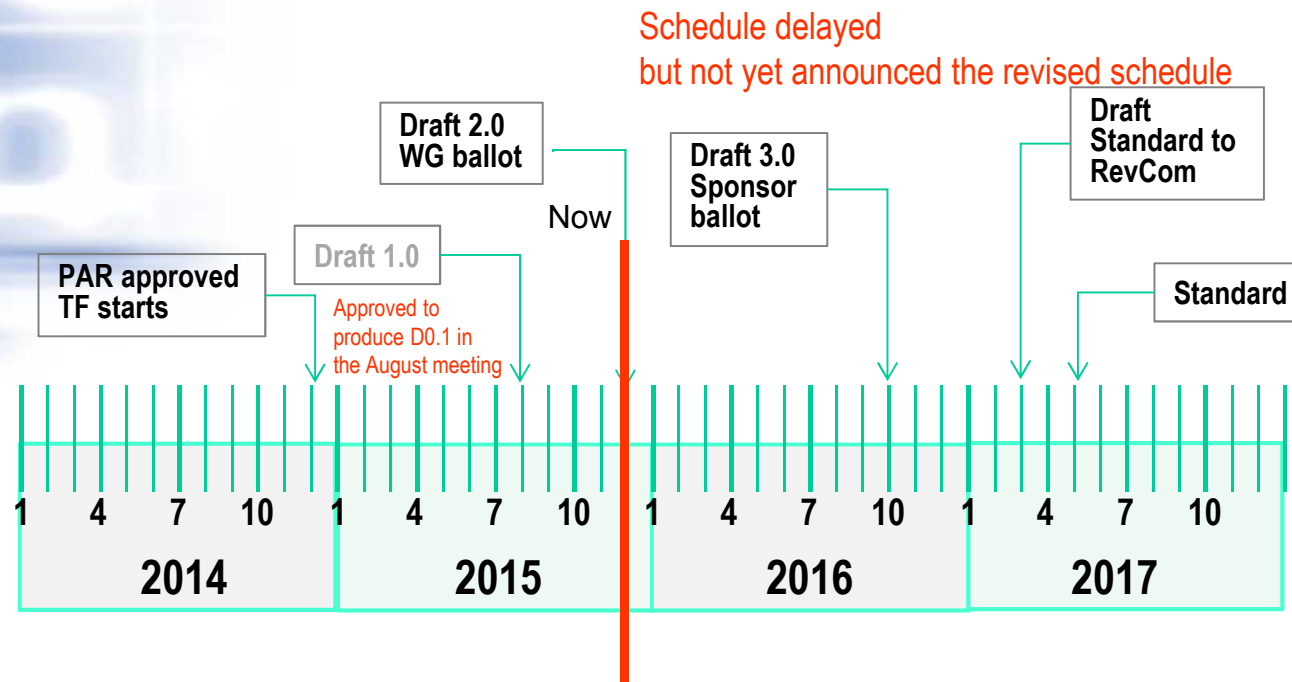
- RoEは、IEEE 1904 Access Network Working Group (ANWG)配下に設置された標準化Task Force (TF)で検討されており、Ethernetへの無線信号収容及びその転送規定を標準化.
- また、ビットレート、システム無依存な転送規定を目指し、CPRIの他、将来MFHインターフェースの収容も視野に入れて活動.



Radio over Ethernet (RoE)

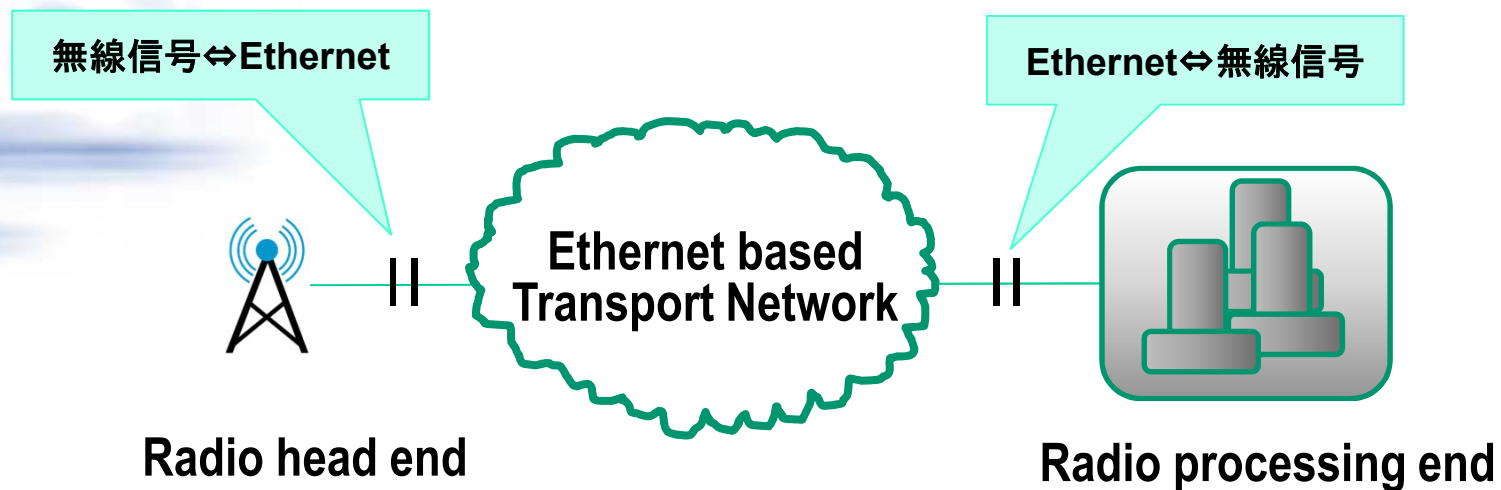
標準化スケジュール

- 2014年12月にPAR (Project Authorization Request) 承認.
- 当初予定では, 2015年8月までにRoE制御チャネル及びヘッダ構成 (RoEフレーム構成) 及びCPRIの收容規定についてベースライン提案を決めドラフト1.0発行の予定. 2016年10月のドラフト3.0発行, 2017年5月の標準化承認を目指している. ⇒8月会議終了時点でスケジュール遅延. 現在ドラフト0.1を発行予定.



Radio over Ethernet (RoE) のスコープ

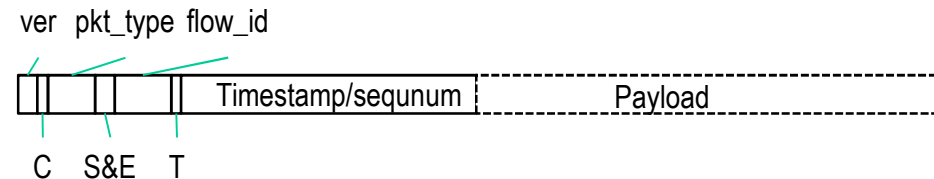
- スコープ
 - (a) 時間条件の厳しい無線信号ストリームや制御信号を収容するためのヘッダフォーマット
 - (b) 独立したストリームの多重化
 - (c) RoEパケットの時刻同期や、ストリームの時間アラインメントを可能とするタイムスタンプやシーケンスナンバー
 - (d) CPRI信号の収容法
 - (e) 不透明なデータストリームの収容法や転送方法



Radio over Ethernet (RoE) のフレーム構成

- ヘッダ構成: バージョン情報, パケットタイプ, 拡張ヘッダの有無, フレームの開始/終了等の情報, タイムスタンプとシーケンスナンバーの選択を記載.
- 非制御パケット (pkt_type≠0): ペイロードに無線信号ストリームを収容.
- 制御パケット (pkt_type=0): ペイロードにTLV※を収容.
- 現時点では, CPRIの収容用に, CPRIのリンクセットアップや, CPRI制御ワードに関するTLVの定義を検討.

※TLV: Type, Length, and Value



項番	フィールド名	サイズ (ビット)	フィールドの説明	値	値の説明
1	ver	2	バージョン	00b	現バージョン
2	C	1	拡張ヘッダ領域の有無	0	無
				1	有
3	pkt_type	5	RoEパケットタイプ	0	制御信号パケット
				1-31	その他のパケット
4	S & E bits	2	ハイパーフレームの開始/終了等の表示	10b	Start of frame
				01b	End of frame
				00b	Middle part of a frame
				11b	Whole frame within the payload
5	flow_id	6	フローID	-	
6	T	1	タイムスタンプまたはシーケンスナンバーの選択	0	シーケンスナンバー
				1	タイムスタンプ
7	time stamp /seqnum	31	タイムスタンプまたはシーケンスナンバー	-	

目次

H armonization of
A dvanced
T elecommunication
S ystems

HATS

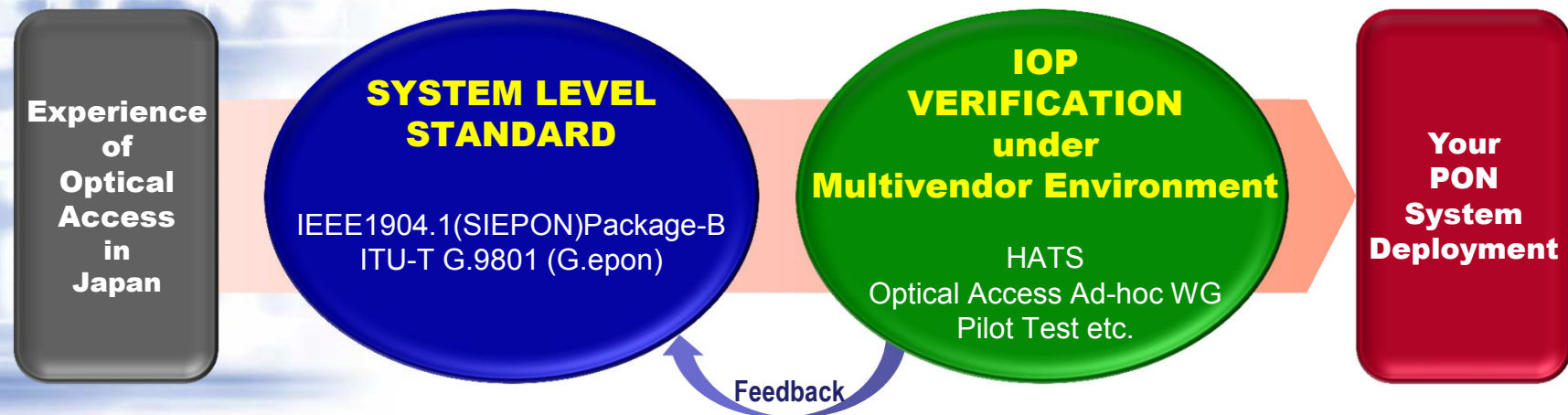
1. 背景
2. システムレベルEPONの標準化
3. 光アクセスシステムの標準化の進展
4. 相互接続試験活動
5. まとめ

SIEPON/G.eponシステムの 相互接続の狙い

Harmonization of
Advanced
Telecommunication
Systems

HATS

- 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。



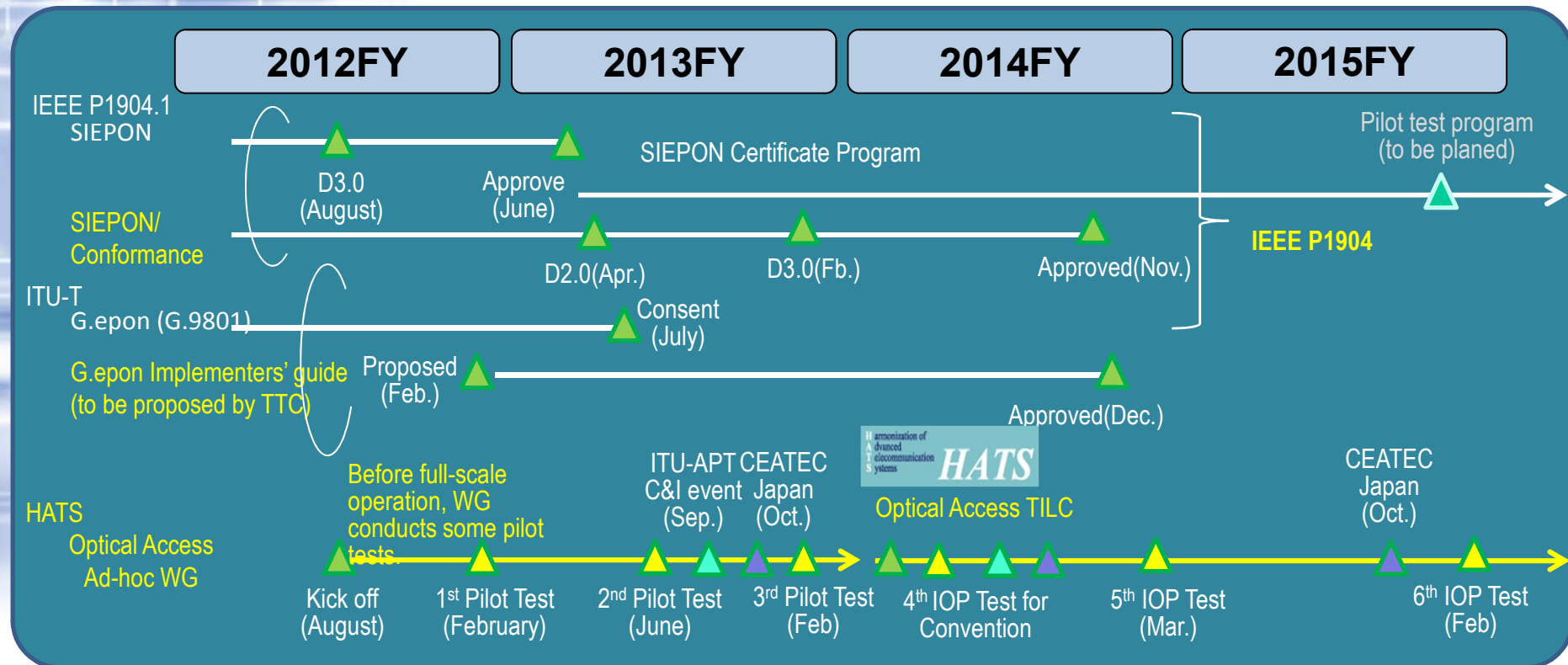
- 光アクセス相互接続試験連絡会
 - 日本発の光アクセス装置のグローバルスタンダードとしての地位の向上と国内外のビジネス機会の確保
 - 光アクセス装置間の相互接続性の確保とその検証実施に向けた課題の検討, 抽出, 及び必要に応じた連絡会の成果の標準化へのフィードバック

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

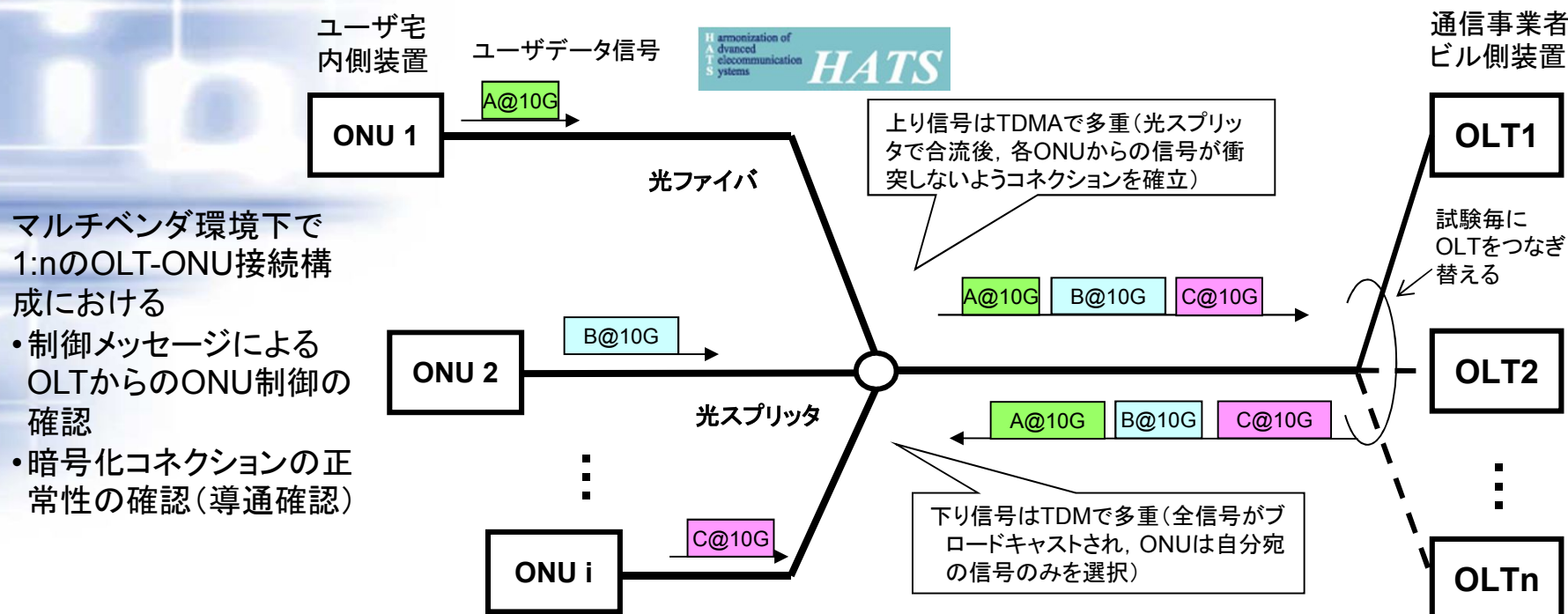
HATS

- 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

H armonization of
A dvanced
T elecommunication
S ystems

HATS

1. 背景
2. システムレベルEPONの標準化
3. 光アクセスシステムの標準化の進展
4. 相互接続試験活動
5. まとめ

まとめ

- 背景
 - 固定ブロードバンドサービスの進展, PONシステムの概要, EPON標準化の問題点とシステムレベルのEPON標準化の必要性
- SIEPON/G.epon標準化(システムレベルのEPON標準化)
 - SIEPONとG.eponの違い, SIEPON/G.eponの特徴
- 光アクセスシステム標準化の進展
 - PONシステム標準化の進展, WDM/TDMアクセスの概要/波長配置, NG-EPON標準化, RoE標準化
- HATSにおける相互接続試験活動
 - HATSにおける相互接続試験活動, 第5回10G-EPON装置相互接続試験の概要
- 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