

次世代光アクセス動向と OKI の取り組み

向島 俊明

国内におけるブロードバンドサービスの契約数は総務省統計データ¹⁾によると、図1に示すように2012年9月末時点で4,654万(前期比+11.3%)と増加が続いている。

この中でFTTH(Fiber To The Home)の契約数は2,320万と全体の49.8%(前期比+1.6%)を占めるまでに増加している。一方、DSL(Digital Subscriber Line)の契約数は605万(前期比-4.7%)と減少が続いている。

最近の特徴としては、LTE(Long Term Evolution)と呼ばれる3.9世代携帯電話パケット通信サービスの契約数が729万(前期比+102%)と大幅に増加しており、スマートフォンの普及等と共にモバイルブロードバンドアクセスの契約数が爆発的に伸びていることを示している。

サービス及びトラフィック面ではFTTHを利用したIPTV(Internet Protocol Tele-Vision)サービスの加入者は2012年度に100万を越えるまで普及し、現在も増加している²⁾。

また、2014年夏から次世代の高画質テレビ規格である4Kの放送開始、2016年には更なる高画質テレビである8Kの試験放送、2020年に本格放送開始の方針が総務省から出され、今後も映像サービス中心にイーサネットを経由したコンテンツ視聴や放送番組と連動したアプリケーションの利用が可能なスマートテレビなどを含めてFTTHの帯域が増加していくと予想される。

一方、最近のモバイルブロードバンドはスマートフォンの急速な普及やLTEサービスの拡大によるトラフィックが年間約2.2倍のペースで増大しており³⁾、総務省推計では2015年度のモバイルトラフィックの需要は2010年度末比で20.8倍~39.1倍に拡大すると試算されている⁴⁾。

このような状況の中、モバイル通信事業者は、増大するモバイルトラフィックへの対応の1つとして公衆無線LANのアクセスポイントを増設してトラフィックオフロードに取り組んでいるが、公衆無線LAN技術においても、今後は現在のIEEE802.11n準拠の製品からIEEE802.11ac準拠の製品に移行し、システムスループットが1Gbps以上になるとの予測があり⁵⁾、公衆無線LANアクセスポイントやアクセスポイントを収容するアクセスネットワークも今後高速化されていくと想定される。

次世代光アクセスの標準化においても現在国内のFTTHサービスのネットワークとして導入されているGE-PON(Gigabit Ethernet Passive Optical Network)の次のシステムとして10Gbpsクラス、40GbpsクラスのPONシステムの標準化が行われている。このような市場環境の中、弊社では、従来のFTTH、FTTB(Fiber To The Business)に加え、モバイルネットワークや公衆無線LANアクセスポイント等のアプリケーションへの適用可能な次世代光アクセスシステムが必要だと考えて開発を行っている。

本稿では、次世代光アクセス標準化動向とOKIの取り組みを紹介する。

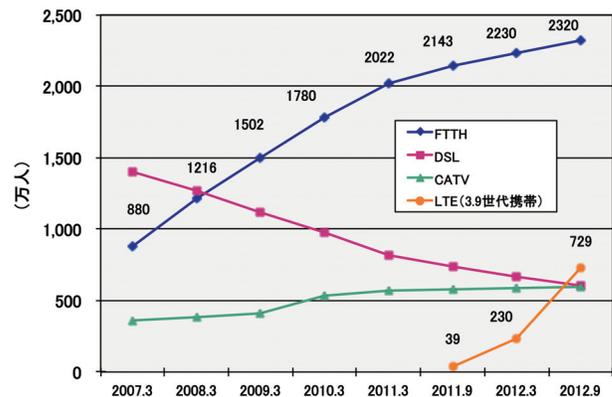


図1 ブロードバンド契約数の推移

次世代モバイルサービス動向

現在モバイルサービスとして商用化されているLTEサービスの次に展開が予定されている無線アクセス技術としてLTE-Advancedがあり、2015年前後の開発完了が見込まれている。このLTE-Advancedの下り通信速度は最大1Gbps、上り通信速度は最大500Mbpsである。さらにLTE-Advanced以降のモバイルサービスにおいては下り通信速度最大10Gbpsを目指した研究が行われている⁶⁾。

このような次世代モバイルにおける無線基地局からコアネットワークを接続するバックホールへの次世代PON適用を考えた場合、LTE-Advancedは最大1Gbpsの

下り速度をサポートするため、1台の基地局当たりのバックホールは1Gbps以上になる可能性が高い。また、基地局は複数セクタを収容するため、バックホールネットワーク容量は更に拡大することが考えられるため、10GbpsクラスのPONシステムでは基地局の収容数が不足することも想定される。また、LTE-Advanced以降のモバイルサービスでは更なる高速化も検討されており、トラフィック増大に対する柔軟な大容量化、効率的な帯域割当、新サービスへのスケーラビリティなどが重要な要素となると考えている。

次世代光アクセス標準化動向

10Gbpsクラスの光アクセス標準として、IEEE(Institute of Electrical and Electric Engineers)では802.3av(10G-EPON：下り10Gbps/上り10Gbpsの対称型、下り10Gbps/上り1Gbpsの非対称型)が2009年9月に標準化が完了し、ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication standardization sector)ではG.987シリーズ(XG-PON：下り10Gbps/上り2.5Gbpsの非対称型)が2010年6月に標準化が完了している。

現在IEEEでは、IEEE802.3avで規定されている物理・データリンクレイヤをベースにPONシステムの機器間相互接続性向上を目的としたシステム規格P1904.1 SIEPON(Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Network)⁷⁾の標準規格を策定しており、弊社も積極的に各種寄書提案を行っている。技術仕様はほぼ完成しており、2013年6月に標準化が完了する予定である。

また、ITU-TではIEEEのSIEPON Package B仕様にITU-Tの管理仕様であるOMCI(ONU Management and Control Interface)を適用した標準としてG.eponを策定中であり、2013年の標準化完了を目指している。本勧告は、

海外の新興国へのシステム展開のために重要な勧告と考えており、弊社として積極的に寄書提案を実施している。

国内においても2013年2月にHATS推進会議(高度通信システム相互接続推進会議)光アクセスアドホックWGの主催によりIEEE P1904.1 SIEPON Package B準拠10G-EPON装置間の相互接続試験が開催され⁸⁾、弊社も開発済みの10G-EPON装置で参加し、ONU(Optical Network Unit)リンクアップ、OLT(Optical Line Terminal)-ONU間の信号導通の確認を行った。

また、今後も増加を続けるネットワークトラフィックを背景に40Gbpsクラスの次世代PON標準化策定作業がFSAN(Full Service Access Network)/ITU-Tにおいて始まっている。40Gbpsクラスの次世代PONは、NG-PON2(Next Generation PON2)と呼ばれている。表1に主なシステム要求条件を示す。

NG-PON2の実現方式として、時分割多重であるTDM(Time Division Multiplexing)と波長多重であるWDM(Wavelength Division Multiplexing)のハイブリッド技術を適用したTWDM(TDM/WDM)-PONが採用され、10Gbpsを4波多重により経済的に40Gbpsクラスの光アクセスシステムを実現するものである。

表1 NG-PON2 システム要求条件

項目	内容
システム容量	下り40G(10G×4波) 上り10G(2.5G×4波)~40G(10G×4波)
分岐数	最大256分岐
伝送距離	40km/60km(光アンプ適用を含む)
既存システムとの共存	GE-PON、GPON、RF-Video、10GE-PON、XG-PON1
適用アプリケーション	FTTH、FTTB、モバイルバックホール、 公衆無線LANアクセスポイント収容

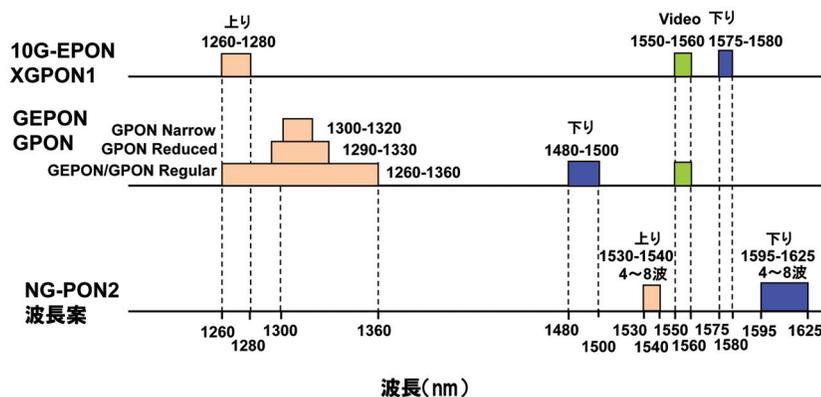


図2 NG-PON2 波長配置案

現在はGE-PON、RF(Radio Frequency)-Video、GPON、10GE-PON、XG-PON等とのシステム共存を図るため、図2に示すようにNG-PON2の下り及び上りの波長配置を策定している所である。NG-PON2 (G.989シリーズ、①要求条件、②物理層仕様、③制御層仕様、④波長制御仕様など) 標準として2015年頃の完了を目指し標準化が実施される予定である。

10G-EPONシステム開発の取り組み

これまで弊社では、以下のような特徴を有する10G-EPONシステムの開発を実施してきた^{9) 10) 11)}。

- ①IEEE802.3av PR30準拠 (ロスバジェット29dB)
- ②GE-PON ONUと10GE-PON ONU共存可能なOLT
- ③最大128 ONUサポート
- ④独自の動的帯域制御 (DBA:Dynamic Bandwidth Allocation)開発
例：帯域保証/最大帯域保証/最低帯域保証等
- ⑤電気分散補償(EDC:Electronics Dispersion Compensation)採用による長延化10GONU
- ⑥SIEPON準拠のPower Savingプロトコルを実装したスリープ機能
- ⑦既存専用線収容やモバイル適用を想定したネットワーク同期(Synchronous Ethernet)機能
- ⑧OLTの小型/経済化のための10G集線機能



図3 開発した10G-EPON ONU 外観

図3に開発した10G-EPON ONUの外観を示す。10GONUの開発に当たっては、商用導入当初のGEPON ONUと同等の大きさを実現することを目標に開発を行い、ASIC採用、SIEPON準拠スリープモードなど実装含め、目標を達成している。

今後は10G-EPONの商用化に向けてONUの更なる小型・低消費電力化、経済化、運用・保守機能の充実などに取り組んでいく予定である。

表2 10GE-PON ONU 主要諸元

項目	仕様	
UNI	1G	100BASE-Tx/1000BASE-T : 1port
	10G	10GBASE-SR/LR (プラグブル) : 1port
PON IF	PMD	IEEE 802.3av PR30: 1port
認証機能	有り	
暗号機能	IEEE802.1AE準拠(10G:GCM-AES-128)	
LLID	1	
優先制御	下り4クラス/上り4クラス	
VLAN/転送規則	透過/付与削除/ToS CoS変換 (IPv4/IPv6/IPv4v6)	
省電力モード	PON:IEEE P1904.1 (SIEPON) 準拠, UNI:IEEE 802.3az (EEE)	
電源電圧	AC 100V	
外形寸法 (mm)	40 (W) x148 (H) x178 (D)	

NG-PON2(TWDM-PON)システム開発の取り組み

現在OKIでは、次世代光アクセスシステムに対する今後の方向性は以下であると考えている。

- ①大容量化 (10G=>40G化)
- ②時分割多重と波長多重による効率的な帯域割当
- ③局統合のための長延化・多分岐化
- ④局統合による電力削減
- ⑤低遅延

このような状況を踏まえ弊社では2012年度から40GbpsクラスであるTWDM-PONシステムの開発を開始した¹²⁾¹³⁾。図4にTWDM-PONシステム概要を示す。このシステムターゲット仕様は以下の通りである。

- ・システム容量：10Gbps×4波
- ・収容ONU数：512以上
- ・伝送距離：40km以上

このシステムを実現するための技術課題は、OLTでは、マルチチャネル技術、大規模MAC(Media Access Control)制御技術、動的波長帯域制御(DWBA: Dynamic Wavelength Bandwidth Allocation)技術)、ONUでは、波長可変バーストランシーバ、カラーレス(上り/下り4波長選択)ONU、光アンプでは、波長多重バースト対応等が挙げられる。現在OKIでは、TDMとWDMのハイブリッド技術を有効に活用するための動的波長割当技術、波長可変バーストランシーバ、カラーレス(上り/下り波長選択)ONUなどを開発中である。この開発結果をベースにFSAN/ITU-TのNG-PON2の標準化に対して積極的に寄書提案を実施していく予定である。

今後の展望

弊社GEPONの後継商品として位置づけられる次世代光アクセス動向とOKIの取り組み状況について述べた。

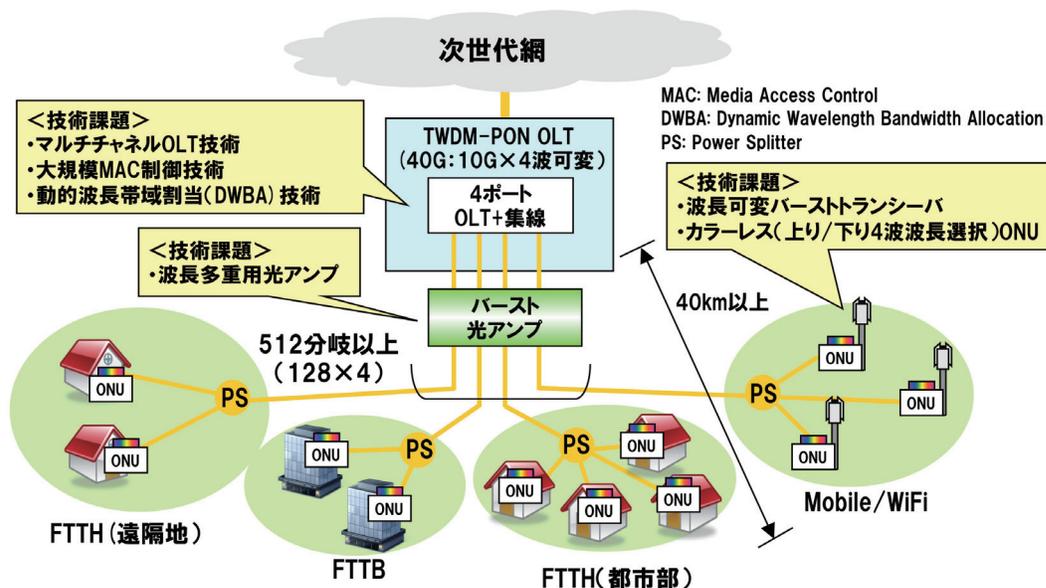


図4 TWDM-PON システム概要

これまでのPONシステム商品化で培ったPONシステム技術を強みに、今後もIEEE及びITU-T 次世代光アクセス標準化活動に積極的に取り組むと共にサービス要求など市場ニーズに合わせて商品開発を行っていく予定である。 ◆◆

参考文献

- 1) 総務省：電気通信サービスの契約者数及びシェアに関する四半期データの公表
(平成24年度第2四半期 (9月末))
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban04_02000046.html
- 2) 総務省：ケーブルテレビの現状 (平成24年12月)
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/pdf/catv_genjyou.pdf
- 3) 総務省：平成24年版情報通信白書
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h24/html/nc122120.html>
- 4) 総務省：無線LANビジネス研究会報告書 2012年7月
http://www.soumu.go.jp/main_content/000168906.pdf
- 5) 電波産業会「無線LANをめぐる最近の標準化動向について」2011年11月
- 6) NTT DOCOMOテクニカル・ジャーナル Vol.20 No.2
- 7) IEEE P1904.1 Working Group Standard for Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Networks(SIEPON)
<http://grouper.ieee.org/groups/1904/1/>

8) HATS推進会議「10G-EPON装置相互接続試験実施のお知らせと参加募集について」

http://www.ciaj.or.jp/hats/japanese/news/121227_news.html

9) 次世代光アクセスシステムの開発 藤田他、OKIテクニカルレビュー 2012年4月/第219号Vol.79

10) EPON省電力制御時の伝送遅延低減に関する一手法 古沢他 B-8-52、電子情報通信学会総合大会、2012年3月
11) 10Gアクセス集線スイッチの帯域公平性制御の評価 木村他 B-8-11、電子情報通信学会ソサイエティ大会、2012年9月

12) 波長掃引方式を用いた波長可変型WDM/TDM-PONにおけるリンクアップ時間の検討 更科他 B-8-35、電子情報通信学会総合大会、2013年3月

13) 波長可変型WDM/TDM-PONにおける上りバースト信号の消光特性についての検討 岩村他 B-8-41、電子情報通信学会総合大会、2013年3月

筆者紹介

向島俊明：Toshiaki Mukojim.通信システム事業本部
キャリアシステム事業部 マーケティング部