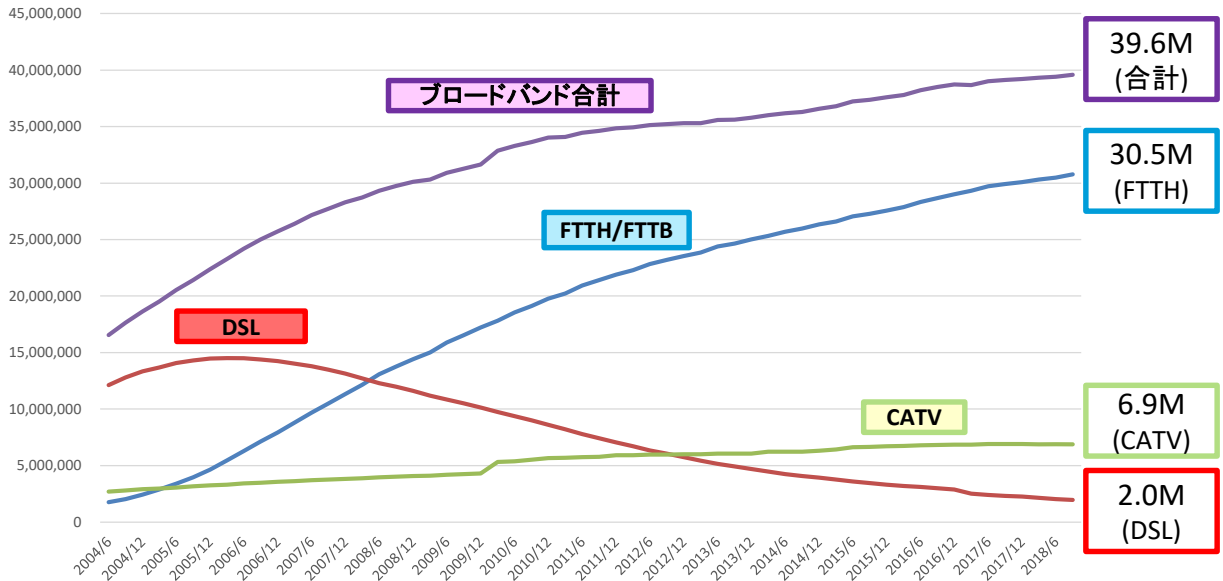


光アクセスシステム

光アクセスシステムの市場動向

日本の固定ブロードバンドアクセス加入者数



総務省ブロードバンド契約数推移 (四半期) のデータより

1

グラフのデータは、[総務省ブロードバンド契約数推移 \(四半期\) データ](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/new/) (http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/new/) より。

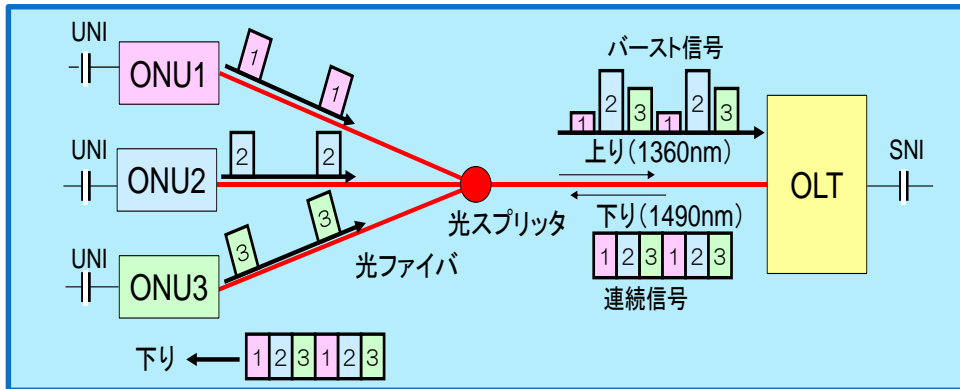
日本の固定系ブロードバンド契約数 (FTTH/FTTB, DSL, CATVの合計値) は、2018年9月で約3959万である。

2006年頃はDSLがピークで、ブロードバンド全体の約60%を占めていた。その後、FTTH/FTTB化が進み、現在ではFTTH/FTTBが約78%を占めている。

光アクセスシステム

光アクセスシステムの技術

- ◆ 光アクセスシステムは、局舎の1台のOLT (Optical Line Terminal) から光スプリッタを介して、複数の加入者のONU (Optical Network Unit) と通信するPoint to Multipoint型のPON (Passive Optical Network) システムが主力である。
- ◆ 10Gbps速度まで標準化・実用化されており、現在さらなる高速化が検討されている。



PONシステムの構成例

UNI:User Network Interface
SNI:Service Node Interface

光アクセスシステムは、大別して局側装置と加入者側装置が1対1で接続されるPoint to Point型と、1台の局側装置に複数の加入者側装置が接続されるPoint to Multi-Point型に大別される。Point to Multi-Point型光アクセスシステムのうち、分岐素子として受動素子である光スプリッタを使うシステムを特にPON (Passive Optical Network) システムと呼び、現在の光アクセスシステムの主力となっている。

光アクセスシステム

光アクセスシステム標準化動向

◆ 光アクセスシステムには、2系統の標準

- ITU-T :多重化収容のGTCフレームでイーサネット、TDM、電話サービス
- IEEE :Gigabit Ethernetフレームでイーサネット系サービス

ITU-TとIEEEのPON標準

| 項目 | ITU-T系 PON仕様 | IEEE系 PON仕様 |
|--------|--|--|
| 標準組織 | ITU-T SG15 Q2 | IEEE P802.3 |
| PON仕様 | B-PON (G.983シリーズ) G-PON(G.984シリーズ) XG-PON(G.987シリーズ) | 1G-EPON (802.3ah) (日本での俗称はGE-PON) 10G-EPON (802.3av) |
| 運用システム | OMCI (G.988) | SIEPON (1904.1) |
| 伝送フレーム | GEMという多重化収容方式を適用したGTCフレームベース | ギガビットイーサネットフレームベース |
| 適用サービス | フルサービス (イーサネット、TDM、POTS) | イーサネット系サービス |

SIEPON: Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Networks
GEM: G-PON Encapsulation Method
POTS: Plain Old Telephone Service

OMCI: ONU Management and Control Interface
GTC: G-PON Transmission Convergence

3

光アクセスシステムには、ITU-T系とIEEE系の2系統の標準がある。

ITU-Tは、イーサネット、TDM、電話サービスなど全てのサービスを対象とし、GEM (G-PON Encapsulation Method) という多重化収容方式を適用したGTC (G-PON Transmission Convergence) フレームをベースとした方式である。

IEEEは、イーサネット系サービスを対象とし、伝送フレームにGigabit-Ethernetのフレームをベースとしたものである。

この2系統のPONの標準の表を示す。

B-PON : Broadband - PON (Passive Optical Network)

G-PON : Gigabit - PON

XG-PON : 10Gigabit - PON

1G-EPON : 1Gigabit - Ethernet Passive Optical Network (EPON)

→日本では、1G-EPONをG-PONと対比するものとしてGE-PON (Gigabit Ethernet - PON)と呼ぶことがある。

10G-EPON : 10Gigabit - EPON

光アクセスシステム

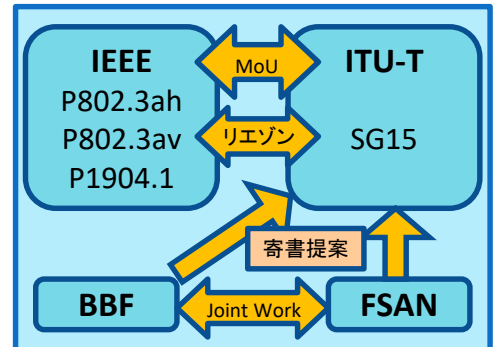
光アクセスシステムの標準化組織

◆ITU-Tと外部SDOの連携

- FSAN (Full Service Access Network)
 - 1995年設立、通信キャリア中心
 - キャリア要件をまとめ、ITU-Tへ提案
- BBF (Broadband Forum)
 - ITU-Tと相互運用性で連携

◆IEEEでの物理とシステム仕様

- IEEE802.3:物理仕様
- IEEEP1904.1:システム相互運用



PON標準化関連組織の関連マップ

ITU-Tの勧告草案審議の迅速化を目指して、1995年に世界の通信キャリアを中心となり、FSAN (Full Service Access Network) という標準化団体を立ち上げた。FSANで、PONの要件などの仕様を先行して議論し、FSANで取りまとめた案をFSANメンバがITU-Tへ寄書提案することで、ITU-Tの勧告化を早めている。

また、アクセスシステムは国や地域ごとの通信路設備状況で要件が微妙に異なることから、国際標準ではOption規定が設けられることが多々ある。そのため、Optionのとり方でOLT-ONUがうまく接続できない場合がある。この相互運用性の問題にいち早く直面したのがDSLで、DSL標準を作成していたSG15 Q4では、DSL Forum (BBFの前身) と連携し、局側装置と加入者側装置の標準仕様への適合性や相互運用性を検証するための試験手順の標準化を実施し、課題を乗り切った。PON標準を扱うITU-T SG15 Q2もBBFと連携して、標準適合性及び相互運用性を検証する標準勧告を作成している。

IEEEのEPONは、IEEE 802.3で物理仕様が標準化されているが、システムレベルは、通信キャリアにより自社ネットワークに最適化されるため、キャリア毎に仕様が異なっている。装置ベンダにとっては、キャリア毎に異なる装置となり、量産化が難しくなる。これは、EPONを国際的に普及させる上で問題であるため、システム仕様の標準化が提案された。Ethernet物理仕様の標準化委員会である802.3委員会とは別に、IEEE-SA直下に1904.1プロジェクトを2009年に立ち上げ、EPONのシステム仕様標準化を開始した。1904.1プロジェクトが作成する仕様はSIEPON (Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Networks) と呼ばれている。

日本の対応 - 1G-EPONを主導 -

- ◆ 世界初のPON国際標準: ITU-T B-PON (Broadband-PON) (1998年10月)
 - ATMベースでコア網と整合するが、ホームネットワークのEthernetへは変換コスト大
- ◆ GigabitのPONの検討 (2000年～2001年)
 - EthernetベースのPONを提案
 - FSANでは受け入れられず、IEEE802.3へ提案
- ◆ IEEE802.3ah(1G-EPON)
 - EFM (Ethernet in the First Mile) を提唱(2001年3月)
 - 日本主導で標準化を推進、標準化 (2004年6月)
- ◆ 日本市場で1G-EPONが普及
- ◆ IEEE802.3av(10G-EPON): 日本主導で標準化 (2009年9月)

世界初のPONシステムの国際標準は、FSAN主導でITU-Tに提案され、1998年10月にG.983: B-PON (Broadband PON) として勧告化された。

B-PONはATMベースでコア網と親和性があるものの、ホームネットワークで主流のEthernetへの変換コストが大きいという欠点があった。

日本では、Gigabitクラスの次期PONシステム検討では、ホームネットワークと親和性の高いEthernetベースのPONをFSANに提案したが受け入れられず、IEEE 802.3へEthernetベースのPONを提案した。家からネットワークへの最初の1マイルを担当する1GbpsクラスのEthernetインタフェースとして、EFM (Ethernet in the First Mile) を提唱し、IEEE 802.3ahを設立した。

日本主導で標準化を進め、2004年6月に標準化した。

日本では1G-EPON (GE-PON)が、FTTHを支える基幹技術として普及している。

また、IEEE 802.3avの10G-EPONも日本主導で2009年9月に標準化した。

ATM (Asynchronous Transfer Mode:非同期転送モード) は、53バイトの固定長のデータであるセルを基本的な通信の単位とする通信プロトコルである。

光アクセスシステム

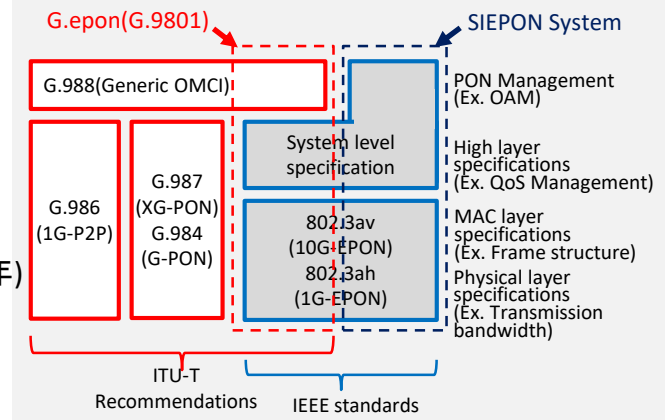
日本の対応 - G.epon、SIEPON -

◆ 1G-EPONの海外展開における課題

- FTTH化が進んだ日本、中国でEPONが普及し、当初はEPON優位
- デジュール標準、システム相互運用性でG-PON優位
- 中国のG-PON化など1G-EPONの価格優位性低下

◆ G.epon標準化推進 (2011年～2014年)

- 物理層:IEEEのEPON
- 管理層:ITU-TのOMCI
- 日本よりITU-Tへ提案
 - G.9801として勧告化 (2013/8)
 - 2014/12 相互接続性試験仕様 (Implementers' Guide)も制定



◆ SIEPON標準化推進(2009年～2014年)

- EPONのシステムレベル規定
IEEE 1904.1を標準化 (2013/6)
- 適合性試験規定の制定
IEEE 1904.1 Conformance (2014/12)

ITU-T G.epon (G.9801) の位置付け

◆ 1G-EPONの海外展開における課題

光アクセスが普及した日本や中国がIEEEの1G-EPONを採用したため、市場シェアではEPONが優位であった。

IEEEの1G-EPONは価格的にもITU-TのG-PONに比べ優位であったが、デジュール標準でないことから途上国での1G-EPON採用は進まなかった。

また、2009年にBBFでITU-T標準のG-PON装置の適合性試験仕様 (WT-247) が完成するなど、G-PONの標準化が進んだ。

また、G-PONは、Ethernet Frameをそのまま、G-PON Frameに載せられるため、ATMベースであったB-PON時のATM⇄Ethernetの変換の問題も発生しない。

その後、G-PONを採用するキャリアが増え、中国でも今後G-PONに切り替えることが決まった。

2011年にはG-PONの出荷台数が1G-EPON出荷台数を超えた。

1G-EPON装置を持つ日本ベンダは、日本市場はFTTH化が進み飽和状態であるため、海外への1G-EPON装置の展開を進める。

しかし、デジュール標準、システム相互運用性の面で1G-EPONはG-PONに劣ってしまい、1G-EPONの海外展開は進まない状況となった。

◆ G.epon

日本のベンダ、キャリアは、IEEEのEPONをITU-T標準化してデジュール標準化を目指した。

ITU-T G.epon (G.9801)の位置付けの図に示す様に、G.eponでは、速度などの1)物理層の規定 (Physical layer specification)、2)転送フレーム構成などのMAC層の規定 (MAC layer specification)、3)品質の管理の高次層の規定 (High layer specification) 及び、4)OAMなどのPON管理層の規定 (PON management)が記載されている。

1)～3)までの物理層は、IEEEのEPON仕様であり、4)の管理層はITU-TのOMCI仕様を適用したものである。

ITU-T SG15 Q2に日本ベンダ、キャリアより物理層と管理層を含めたシステムレベルの仕様を提案し、2013年8月にG.9801としてITU-T勧告化された。さらに、G.9801 (G.epon) の相互接続性試験仕様 (G.9801 Implementers' Guide) も日本より提案し2014年12月に作成された。

◆ SIEPON (Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Networks)

前の標準化動向のページでSIEPONについて紹介したが、EPON普及にはシステムレベルの標準化が必要で、日本からもSIEPONを検討しているIEEE P1904.1へ副議長を出し、積極的に提案し、IEEE 1904.1を2013年6月に制定し、その適合性試験規定のIEEE 1904.1 Conformance 01,02,03を2014年12月に制定している。