



PONシステムのさらなる高速化に関する標準化動向

こま りょう か に じゅんいち あさか こうた すずき けんいち
 胡間 遼 / 可児 淳一 / 浅香 航太 / 鈴木 謙一

NTTアクセスサービスシステム研究所

アクセスネットワークの持続的な発展をめざし、関連の標準化機関において、光アクセスシステムのさらなる高速化に関する検討が開始されています。ここでは、標準化済の光アクセスシステムのうちもっとも高速なNG-PON2 (Next Generation - Passive Optical Network 2) について簡単に説明した後に、さらなる高速化の検討状況を紹介します。

光アクセスシステムの標準化

光ブロードバンドサービスでは、PON (Passive Optical Network) システムと呼ばれる、経済的な光ファイバ通信システムが広く活用されています。PONシステムでは、通信局舎に配置されるOLT (Optical Line Terminal) と各ユーザ宅に配置されるONU (Optical Network Unit) と、光スプリッタを介して、1対多 (Point-to-MultiPoint) の通信を行います。現在広く導入されているPONシステムは、各ONUが異なる時間スロットでOLTにアクセスする時分割多重アクセス (TDMA: Time Division Multiple Access) 方式を採用しており、1 Gbit/s級および10 Gbit/s級の総伝送容量を有するPONシステムが、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) において、GE (Gigabit Ethernet) -PONおよび10G-E (10Gigabit-Ethernet) PONとして、また、ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication Standard-

ization Sector) において、G (Gigabit-capable) -PONおよびXG (10Gigabit-capable) -PONならびにXGS (10Gigabit-capable Symmetric) -PONが標準化されています。さらに、TDMAに波長分割多重 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 技術を組み合わせたTWDM (Time and Wavelength Division Multiplexing) -PON方式を採用した40 Gbit/s級のPONシステム (NG-PON2: Next Generation - PON 2) が、ITU-Tで標準化されています。

ここでは、標準化済のPONのうちもっとも高速なNG-PON2について簡単に説明したうえで、IEEE, ITU-T, およびこれまでG-PON, XG(S)-PON, NG-PON2をITU-Tに提案してきたFSAN (Full Service Access Network Initiative) における、さらなる高速化等に関する検討状況を紹介します。

NG-PON2

2015年7月にITU-Tで標準化が完了した、NG-PON2と呼称される40 Gbit/s級光アクセスシステムを図1に示します。

NG-PON2では、マユーザーに加え、ビジネスユーザー、およびモバイルネットワークも同一の光アクセスシステムにより収容することを想定しています。NG-PON2では、基本システムとして規定されるTWDM-PON方式に加え、オプションとして、各ONUが特定の波長を占有してOLTと通信を行うPoint-to-Point (PtP) WDM

方式が規定されています。TWDM-PONにおける波長多重数を上り・下り各4 (オプションで各8)、波長当りの伝送速度を上り・下りとも2.5~10 Gbit/sとすることで、最大40 Gbit/sの総伝送容量を実現します。最大分岐数および最大伝送距離は、それぞれ最大256分岐、40 kmをサポートすることが規定されています。

NG-PON2の特長として、ONUの光送受信器に波長可変機能を具備することが挙げられます。各ONUの送受信波長を動的に切り替えることで、各波長のOLTカードにアクセスするONUの数を調節して公平性を向上させたり、波長ごとのOLTカードが故障した際に迅速に接続を回復したりすることが可能となります。

IEEE 100G-EPON

NG-PON2よりもさらに高速なPONシステムに関する標準化動向として、IEEEにおける100 Gbit/s級PONシステムの検討があります。IEEEでは、2015年12月に802.3caタスクフォースの設立が承認され、100G-E (100Gigabit-Ethernet) PONの標準化が開始されています⁽¹⁾。

現在検討されている100G-EPONのシステム構成イメージを図2に示します。100G-EPONでは、NG-PON2と同様にWDM技術の適用が想定されており、1波長当りの伝送容量は25 Gbit/sを基本とし、波長多重数は最大4とすることが合意されています。ま

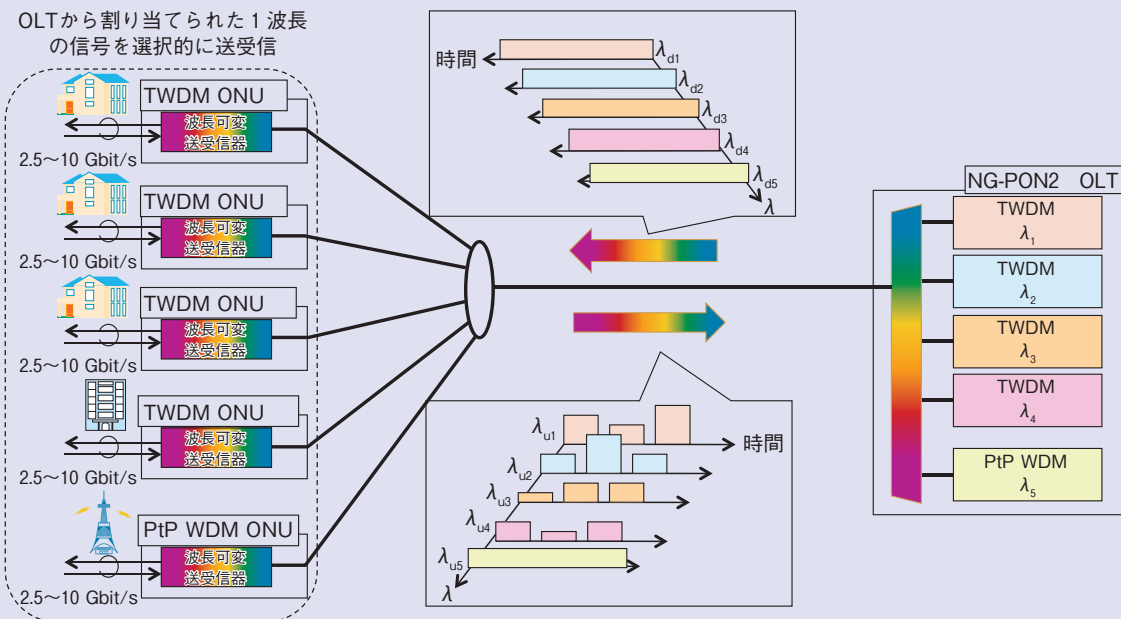


図1 NG-PON2システムの概略

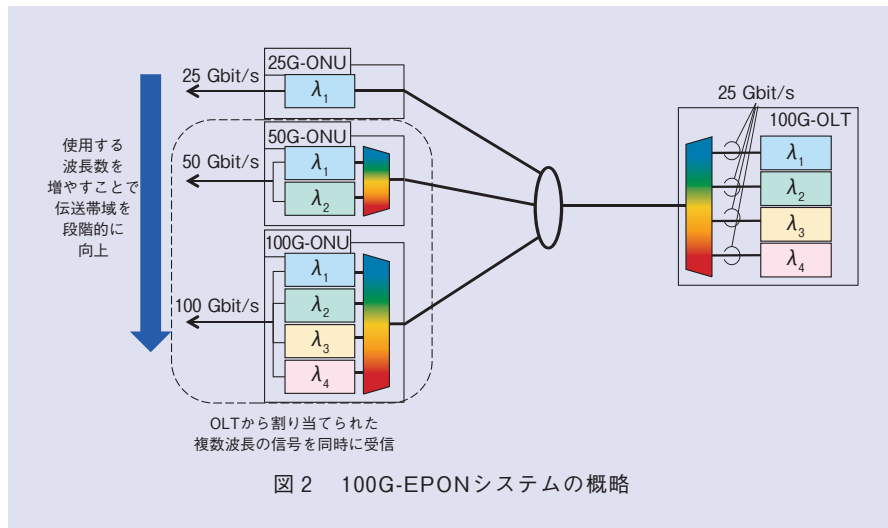
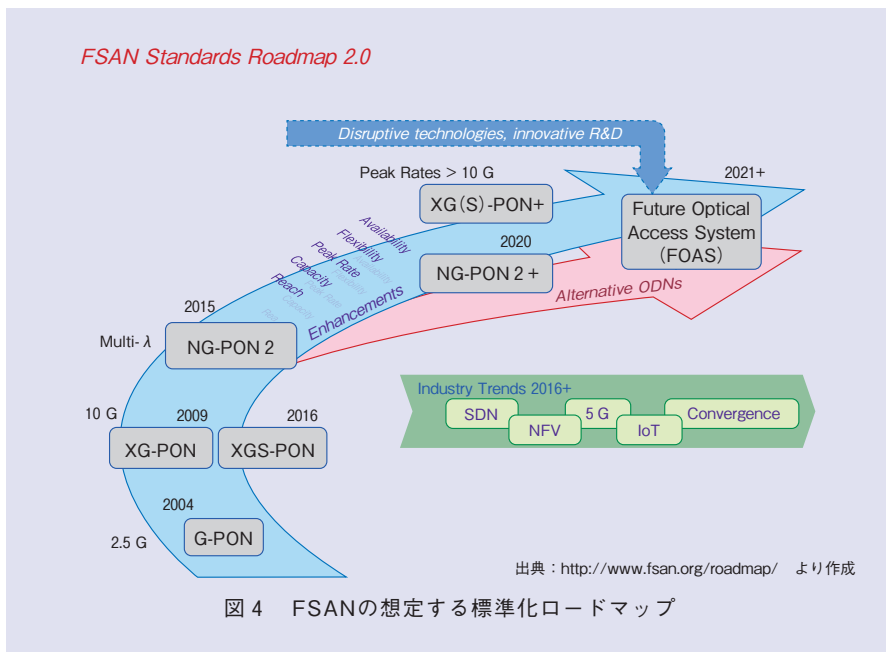
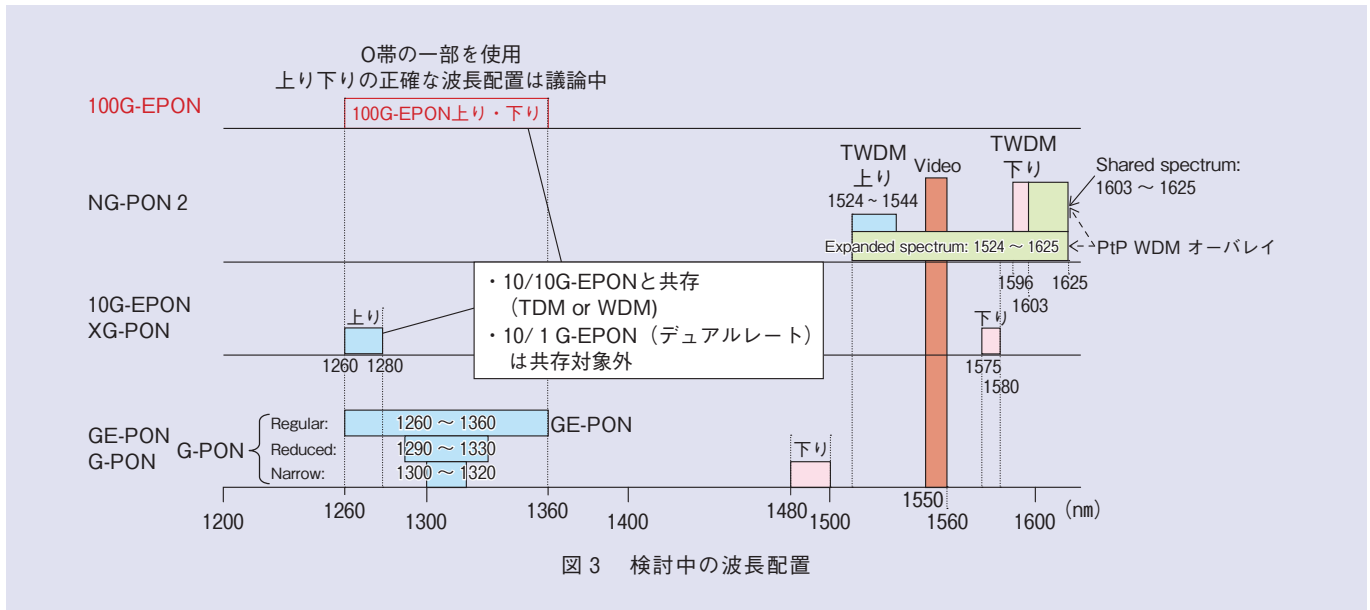


図2 100G-EPONシステムの概略

た、これまでのPONシステムと同様に、NRZ (Non Return Zero) 変調を用いることが想定されています。下りは25 Gbit/sから100 Gbit/sまで、上りは10 Gbit/sから100 Gbit/sまでの最大伝送速度を段階的に増加できるように、25/10G-ONU、25/25G-ONU、50/25G-ONU、50/50G-ONU、100/25G-ONU、100G/50G-ONU、および100/100G-ONUの7種類のONU

(数字は下り・上り速度の順番)が想定されています。図2では、簡単のため下り速度のみに着目し、3種類のONUで段階的に速度の増加に対応するイメージを示しています。ここで、25 Gbit/s、50 Gbit/s、および100 Gbit/sの伝送速度は、それぞれ1、2、および4波長の信号(各25 Gbit/s)を同時に受信しチャンネル結合することで実現することが想定されています。

各PONシステムの波長配置とともに、100G-EPONで検討中の波長配置を図3に示します。100G-EPONでは、1波長当りの伝送速度の増加に伴って増加する光ファイバ分散による信号波形劣化を低減するために、上り下りとも、波長分散がゼロに近い1260 nmから1360 nmまでの波長帯(O帯)を用いることが合意されています。これらの波長帯は、従来の1 Gbit/s級PONシステムであるGE-PON、G-PONや、10 Gbit/s級PONシステムである10G-EPON、およびXG-PONと同一波長帯を用いることとなりますが、100G-EPONでは、10G-EPONとの共存が必須となっています。目下のところ、100G-EPONの用いる正確な波長は議論中ですが、10G-EPONと同一波長を用いてTDMする構成や、別の波長を用いてWDMする構成が提案されており、継続的な審議が行われています。今後は2019年4月の合意をめざし、引き続きPHY層の仕様や、ONUの管理、転送プロトコルなどについて



議論が実施されます。

FSAN/ITU-TにおけるXGS-PONとNG-PON2の拡充

FSANおよびITU-Tでは、NG-PON2やXGS-PONの拡充の1要素として、波長当りの伝送速度のさらなる高速化(10 Gbit/s以上への高速化)を視野に入れた検討が行われる予定です。2016年11月にFSANが公開した将来光アクセスシステムの標準化ロードマップ

を図4に示します。このロードマップでは、将来の光アクセスシステムにおいては、単純な最大伝送容量の向上だけでなく、SDN (Software Defined Network) や NFV (Network Function Virtualization) の進展、5G モバイルのサービス開始など、外部の状況変化に応じて、伝送速度(容量)に加えて、システム構成の柔軟性や、伝送距離、装置入手性の向上など、要求条件の多様化が進むことを想定してい

ます。ITU-Tでは、SG (Study Group) 15において、1波長当たり10 Gbit/sを超える広帯域化を実現する技術に関する補足文書である、“G.sup.HSP : G. Supplement High-Speed PON”の作成を進めています⁽²⁾。

今後の展開

ここでは、PONシステムのさらなる高速化に関する最新の標準化動向を紹介しました。さらに、前述のIEEEとFSAN/ITU-Tの検討が相反するものにならないように、ブロードバンドフォーラムが「PONコンバージェンス」の議論の場を提供するといった動きがあります⁽³⁾。このような標準化機関の取り組みにより、光アクセスシステムがさらに進化し、ブロードバンドサービスの持続的発展を支えていくことが期待されます。

参考文献

- (1) <http://www.ieee802.org/3/ca/>
- (2) http://www.itu.int/itu-t/workprog/wp_item.aspx?isn=13463
- (3) <http://www.ieee802.org/3/ca/email/msg00271.html>