



表 BBFにおける仮想化技術を導入したアクセスシステムに関する文書

文書番号	文書名	概要	担当WA
TR-355	YANG Modules for FTTdp Management	FTTdp管理用YANGモジュール仕様	Common YANG
WT-383	Common YANG modules	共通YANGモジュール仕様 (BBFにおけるYANG関連文書のアンブレラ文書)	
WT-374	YANG Models for Management of G.hn Systems in FTTdp Architecture	FTTdpにおけるホームNW管理向けYANGモデル仕様	
WT-358	Support for SDN in Access Network Nodes	アクセスNWノードへのSDN技術実装に向けた要件	SDN and NFV
WT-368	YANG Models for ANs in SDN	SDNアクセスNWノード向けYANGモデル仕様	
TR-384	Cloud Central Office Reference Architectural Framework	Cloud CO参照アーキテクチャ (Cloud CO関連文書のアンブレラ文書)	
WT-411	Definition of interfaces between Cloud CO Functional Modules	Cloud CO機能モジュール間のインタフェース仕様	
WT-412	Test Cases for Cloud CO Applications	Cloud COアプリケーションのテストケース	
WT-413	Migration to SDN-Enabled Management and Control	Cloud COにおけるSDN技術による管理・制御に向けたマイグレーション	
WT-385	YANG model for management of ITU-T PON	ITU-T PON管理向けNETCONF/YANGモデル仕様	FAN
WT-394	YANG model for management of ONU	ONU管理向けYANGモデル仕様	
WT-395	NETCONF Management of PON ONUs Architecture Specification	ONUのNETCONFによる管理向けアーキテクチャ仕様	
WT-402	Functional model for PON abstraction interface	時間制約の厳しいPON機能の部品化に向けたAPI機能要件	
WT-403	PON abstraction interface specifications	時間制約の厳しいPON機能の部品化に向けたAPI性能要件	
WT-414	PON NETCONF and YANG Data Model Interoperability Test Plan	PON向けNETCONF/YANGモデルの相互接続試験計画	

出典：https://www.broadband-forum.org/standards-and-software/downloads/technical-work-in-progressより作成

BBFにおける仮想化技術の標準化

BBFにおける仮想化技術を導入したアクセスシステムに関する文書を表に示します。TRはBBFホームページにて一般公開されていますが⁽⁷⁾、WT (Working Text) はTR化に向けた作業文書の扱いのため非公開となっています。BBFでは各種アクセスシステム向けのNETCONF (Network Configuration Protocol) /YANGモデル・モジュール仕様化、およびCloud CO (Central Office) の各種仕様策定に向けた審議がさかんに行われています。

NETCONF/YANGモデル (モジュール) の仕様化

NETCONFとは、SDNのように制御機能をNW機器から分離して、個々のNW機器の設定・管理作業を集中制御型コントローラにて行う場合に有用な、遠隔制御に対応したNW機器の管理プロトコルです。NETCONFは、NW機器の各種設定値や構造を抽象化する共通的なデータモデル言語として定義されるYANGモデル (モジュール) と組み合わせて用いることにより、さまざまなベンダによるNW機器コントローラ間の相互接続性が確保さ

れます。2016年7月、FTTdp (Fiber To The distribution point)^{*1}を対象としたYANGモジュールの仕様化 (TR-355) が、BBFとして初めて行われました。現在では、PONシステム、ONU (Optical Network Unit)、アクセスNWノードおよびホームNWなどをさまざまなNW・システムを対象としたYANGモデル (モジュール) 仕様化の審議が進められています。

*1 FTTdp: 局舎からお客さま宅近くのディストリビューションポイントまで光ファイバで接続し、お客さま宅への引き込みはメタルケーブルにより行うブロードバンド提供方式。



Cloud COの仕様化

Cloud COは、2016年7月のBBF会合で提案・承認されたプロジェクトで、SDN/NFVおよびクラウド技術を導入した次世代局舎（通信事業者が保有する通信設備収容局）の仕様化を進めています。Cloud COは、ONF（Open Networking Foundation）で提唱されたCORD（Central Office Re-architected as a Datacenter）*2と同様にNW機能を汎用ハードウェア、ソフトウェアおよびコントローラで構成することに加え、クラウド化されたオーケストレータによる局舎間の管理・制御を行うことをめざしています。このようなアーキテクチャを導入することにより、通信事業者にとってはCAPEX（CAPital EXpenditure）/OPEX（OPerating EXpense）の削減だけでなく、柔軟かつ迅速な新規サービス導入が期待されます。

TR-384の情報を基に作成した、Cloud COの参照アーキテクチャを

図2に示します。局舎および局舎-お客さま宅間（Cloud CO Macro-Node）は、上位NWとのインタフェースであるNW I/O（Input/Output）、NFVI（Network Function Virtualization Infrastructure）、OLT（Optical Line Terminal）ハードウェア等のAccess Node、CPE（Customer Premises Equipment）およびOLTハードウェア等の仕様のベンダ依存性を抽象化するHAL（Hardware Abstraction Layer）から構成されます。NFVIは、CORDと同様に、ホワイトボックスSW（Switch）によるSWファブリック網（Leaf/Spine SW）、および汎用サーバにVNF（Virtual Network Function）が実装されたCompute Nodeで構成されます。NFVIにおいては、NW機能の一部をVNFとして汎用サーバ上で実現することにより、通信設備の簡素化を図ります。SDN Management & Control（M&C）は、Access Node内のPNF（Physical Network Function）とNFVI内のVNFに対して、障害・設定・課金・性能・

セキュリティ各管理機能（FCAPS: Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security）の制御およびフロー制御を行います。さらに、NFVI内のSWファブリック網の制御も行います。図2では便宜上Cloud Co Macro-Nodeの上位に記載していますが、TR-384においてSDN M&Cの配置場所の規定はありません。局舎の上位側は、NFVIの管理を行うMANO（Management and Orchestration）と、局舎間のオーケストレーションを行うCloud Co Domain Orchestratorにより構成されます。

Cloud COプロジェクトは、TR-384をアンブレラ文書として、機能モジュール間のインタフェース仕様、アプリケーションのテストケース、既存局舎からのマイグレーションの各文書が仕様化される予定です。さらに、各ソフトウェアおよびハードウェア実装の参照文書も作成される予定であり、BBFで現在もっとも注目されている大型プロジェクトです。

BBFにおけるNTT研究所の取り組み

NTT研究所では、2016年2月に提唱したFASA（Flexible Access System Architecture）のコンセプトに基づき⁽⁶⁾、将来の光アクセスネットワークに求められる、多様なニーズに迅速に対応可能かつ経済的なシステムの実現に向けて取り組んでいます。FASA

*2 CORD：「局舎をデータセンタとして再設計する」というコンセプトに基づき、局舎機能を部品化し、ソフトウェア、汎用ハードウェアおよびSDNコントローラで再構築するアーキテクチャ。

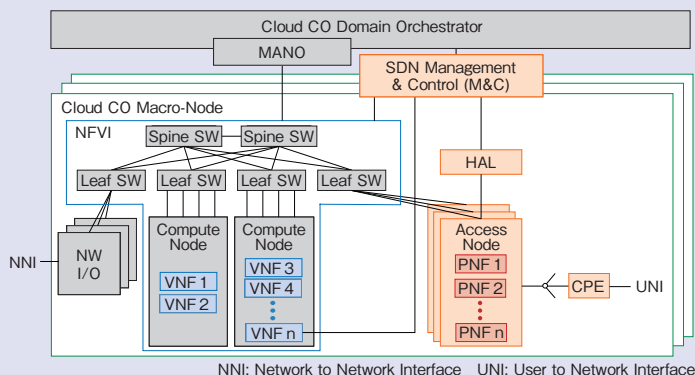


図2 Cloud COの参照アーキテクチャ



では、ソフトウェア部品化されたアクセス機能ブロックを汎用ハードウェア上に組み合わせることで、多様なサービスへの柔軟な対応および迅速な提供を実現します。このようなFASAを実現するためには、ソフトウェア部品と汎用ハードウェアとの間に、さまざまなプレイヤー（装置ベンダ、通信事業者など）が共通的に使用可能なAPI（Application Programming Interface）を策定することが不可欠であるため、NTT研究所によるFASAホワイトペーパーで各種APIを公開しています⁽⁹⁾。

NTT研究所では、CORDおよびCloud COのように仮想化技術による将来アクセスシステムの柔軟な管理・制御機能に加えて、時間制約の厳しい（Time-critical）機能までも部品化し、柔軟に変更可能とすることを考えています。2016年10月、BBF会合ファイバアクセス網WAの審議において、NTT研究所から新規プロジェクト“PON abstraction interface for time-critical application（時間制約の厳しいアプリケーションのPON抽象化インタフェース）”が提案され、複数の通信事業者および装置・チップベンダの支持を受けて承認されました。Cloud CO（TR-384）ではPNFとして定義されている時間制約の厳しい機能〔DBA（Dynamic Bandwidth Allocation）、プロテクションなど〕を、共通処理部と差別化部に部品化するとともに、両者間のAPI仕様化に取り組んでいます（WT-402およびWT-403）（図3）。このような部品化技術により、

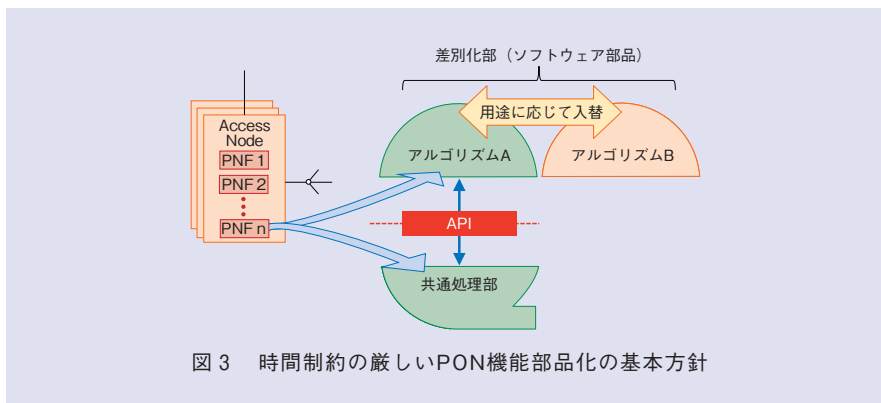


図3 時間制約の厳しいPON機能部品化の基本方針

DBAのようなワイヤレート動作が必要な機能においても、適用するサービスに応じて、異なるアルゴリズムが実装されたソフトウェア部品の入れ替えを、柔軟かつ迅速に行うことが可能となります。本技術のユースケースの1つとして、5G以降のモバイルネットワークにおいて、複数のスモールセルをTDM（Time Division Multiplexing）-PON技術により効率的に收容する際に⁽¹⁰⁾、FTTHサービス向けDBA機能を低遅延対応DBA機能に入れ替えることにより、光アクセスシステムの柔軟かつ迅速なモバイルシステムへの適用が期待されます。

今後の展開

将来アクセスシステムの最新トピックスとして、BBFにおけるアクセス仮想化技術の標準化動向について紹介しました。今後も活発な審議を経て、多くの仕様が数年以内にTR文書化され一般公開される予定です。また、ONFではアクセス系仮想化に必要なオープンソースソフトウェア（OSS）

開発がますます活発に行われます。NTTでは、BBFにてアクセス系仮想化技術の審議に積極的に参画し、国際標準化活動に貢献していくとともに、ONFでのOSS開発にも貢献していきます。

参考文献

- (1) <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.3av-2009.html>
- (2) <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.9807.1/en/>
- (3) <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.989.1/en/>
- (4) <https://wiki.opencord.org/display/CORD/Residential+CORD/>
- (5) 吉野・氏川・原田・安永・持田・浅香・可児・鈴木：“柔軟かつ迅速なサービス提供を実現する新アクセスシステムアーキテクチャ（FASA）の取り組み,” NTT技術ジャーナル, Vol.28, No.8, pp.15-18, 2016.
- (6) 前田・吉田：“Broadband Forumにおけるホームネットワーク標準化動向,” NTT技術ジャーナル, Vol.21, No.6, pp.68-71, 2009.
- (7) <https://www.broadband-forum.org/standards-and-software/technical-specifications/technical-reports/>
- (8) <http://www.ntt.co.jp/news2016/1602/160208a.html>
- (9) http://www.ansl.ntt.co.jp/img/fasa/FASA_WhitePaper_J_v1.pdf
- (10) <http://www.ntt.co.jp/news2018/1802/180214a.html>