

リモートMACPHYの力を発揮させる



## 要旨

分散型アクセスアーキテクチャー (DAA) はケーブル通信業界で開発され、ケーブル通信事業者が10Gのサービスを配信することで伸び続ける帯域幅への需要を満たし、将来のサービスを届けることを目的とした最適なネットワークアーキテクチャー群を目指しています。しかし、DAAの掲げる大きな利点にも関わらず、そのデプロイメントは遅々として進みません。この理由は初期のソリューションが企業独自のものであること、また通信事業者は今まで統合型コンバージド・ケーブル・アクセス・プラットフォーム (I-CCAP) やDAAのモードなどの数多くの選択肢から選択せざるを得なかったからです。実際、通信事業者はその要件が十分に定義されるよりもずっと前に、またニーズが変わった場合の容易な移行パスもなしに、リモートPHY (R-PHY) またはリモートMACPHY (R-MACPHY) と言ったDAAモードへのコミットメントが必要になります。さらに、コロナ禍のために特にアップストリームの需要が急激に、大きく増えたことによって、通信事業者は主に集中型のアーキテクチャー (I-CCAP) に基づいた、実績ある方法でキャパシティを増やして需要に応えることとなり、DAAなどの新しいアーキテクチャーを検討することは手薄になりました。

CommScopeが最近発表した画期的なRD2322は、通信事業者のこうした課題を解決します。

CommScopeのRD2322はRxDソリューションで、R-PHYデバイス (RPD) としても、R-MACPHYデバイス (RMD) としてもデプロイでき (このためRxDと呼ばれる)、またソフトウェアの簡単なアップグレードだけで別のモードへフィールドで変更することも可能で、これはリモートで行えます。RD2322は、DAAの進化へ向けた、業界で最も柔軟なノードベースのデバイスです。このデバイスは2x2 RxD、つまり最大2つのダウンストリームサービスグループ (DS-SG) と、最大2つのアップストリームサービスグループ (US-SG) を、サポートしているほとんどのノードハウジングでサポートでき、しかもこれらのハウジングにある4つすべてのポートに供給できます。RD2322は1x1、1x2、2x2のDS-SGxUS-SG構成でデプロイでき、拡張につれて支払いをするような方法でリモートで構成、ライセンスできるので、仮想的なサービスグループの分割が可能です。さらに、RD2322がRMDモードに構成されている場合でも、その電力消費量は局外で通常使える範囲内で、ハードウェアモジュールとサポートされているノードハウジングは熱放散をするに十分です。こうした技術革新はCommScopeが様々なケーブルアクセス、CMTS、CCAPテクノロジーの研究開発に多額の投資をしてきたからこそ可能になったものです。

RD2322投入には、今が最適な時期です。RD2322はDAAソリューションへとアップグレードするための柔軟な経路となり、このことは業界の10Gの目標を達成して、帯域幅と新規サービスに対する市場ニーズを満たし、将来にわたるソフトウェアベースのネットワークインフラの構築へと道筋をつなぎます。RD2322はまたR-MACPHYの持てる力を活かします。シンプルで (ひとつのボックスに収まる)、キャパシティが大きく (ヘッドエンドとハブへの負荷を増やさず)、レイテンシーが低く、コスト効果とスペース効果が高く、柔軟です。また仮想化も可能になります。RD2322ではひとつのアーキテクチャーに初めから固定される必要がないので、通信事業者はDAAの使用を加速し、業界の将来に道を拓きます。DAAソリューションの時期が到来したのです。

## はじめに

ブロードバンドの消費はコロナ禍の前も急速に伸びていましたが、この1年間は多くの日常活動がオンラインに移り、分散の度合いを強めましたので、特定の地理的地域にキャパシティを集中することが難しくなりました。

CommScopeではこの12年間帯域幅使用を継続的に追跡して、平均ピーク時間最繁時帯域幅消費量を北米のMSO4社について評価しました。この長い間、CommScopeは平均ピーク時間最繁時帯域幅消費量 (Tavg) ダウンストリーム (DS) の増加が2020年1月から2021年1月の間に32.5%であったのに対し、Tavgのアップストリーム (US) 使用量は大きく57%も増加したことを認めました。特記すべきことは、US CAGR (米国年平均成長率) はDS CAGR (過去3年間で24%) に歩調を合わせており、DS:US比は12:1と下がり傾向にあります。

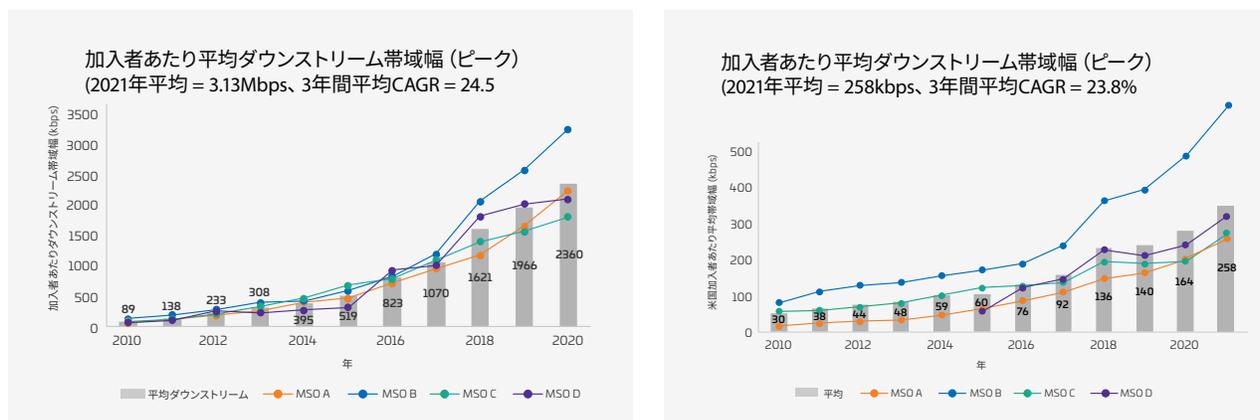


図1: 帯域幅消費のトレンド<sup>1</sup>

コロナ禍の最中に急で行った対策の中にはこれから長期にわたって継続されるものもあるので、帯域幅消費の増加も継続するものと広く見られています。こうした対策の例にはリモートワーク、リモート学習、遠隔医療、Eコマース、ストリーミング、ゲームなどがあります。

米国でこれからも続くと思われる帯域幅消費の増加は通信事業者にとってとりわけ大きな課題です。通信事業者のツールの多くはDSキャパシティを増加するために設計されています。多くの通信事業者は現在アップストリーム周波数帯を増加させることでキャパシティを増やす方策を探っており、米国では42MHz (低スプリット)、65MHz (一部市場では低スプリット)、85MHz (中スプリット)、さらには204MHz (高スプリット) までをも検討しています。

ブロードバンドのサービスプロバイダーが主にノードスプリットなどの既存の方法を用いて近い将来のキャパシティの需要への対処を急ぐ一方、通信事業者は現在リモートPHYやリモートMACPHYなどの分散型アクセスアーキテクチャー (DAA) を用いて通常のI-CCAPデプロイメントを補完しようと検討しています。I-CCAP製品は加入者用帯域幅の増加に通信事業者が対処するニーズを概ね満たしていますが、DAAソリューションでは現在のヘッドエンドとハブサイトにおける占有面積をさらに縮小し、アナログオプティクスからデジタルオプティクスへと移行して、ノイズを削減し、DOCSIS 3.1以降ではさらに帯域幅の使用効率を上げることができます。

DAAソリューションでは、ヘッドエンドを分散し、ネットワーク機能を仮想化することでケーブルネットワークを進歩させ、増え続ける市場の要求に応えることができます。DAAソリューションは多くのアクセスネットワークに対して将来移行すべきアーキテクチャーと考えられてはいますが、フィールドへの導入は期待ほどは早くありません。これは通信事業者には多くの選択肢があり、また長期にわたるニーズを見極める以前にネットワークポロジへのコミットメントが必要になるからです。しかしこの事情は最近、業界を牽引するCommScopeの技術革新によって変わりました。

<sup>1</sup> <https://www.commscope.com/blog/2021/tracking-bandwidth-consumption-start-of-the-roaring-20s/>

## R-MACPHYがI-CCAPにとって代わる

### 分散型アクセスアーキテクチャソリューション

DAAソリューションを採用すると、通信事業者は局のデジタル部分をアクセスノードまで伸長でき、これによりデジタルファイバーイーサネットリンクを用いてヘッドエンドとノード間のアナログオプティクスを置き換えます。こうすることでスループットが上がり、回復性が改善し、レイテンシーが減少し、コストが低下します。またDAAソリューションでは通信事業者がファイバーをより深く行き渡らせて最終的に仮想化された運用環境を実現できるようになります。

HFCネットワークにはDAAについて次の2つの大きな選択肢があります。

- ・ **リモートPHY (R-PHY)** — PHYレイヤーはアクセスノードまたはR-PHYシェルフに移動され、一方MACレイヤーはハブまたはヘッドエンドに留まります。
- ・ **リモートMACPHY (R-MACPHY)** — MACレイヤーとPHYレイヤーの両方はアクセスノードに移動されます。CCAPコア機能 (DOCSISプロセスを取り扱う) はR-MACPHYデバイス (RMD) にあり、このデバイスは光ファイバーノードに移され、またデジタル/RFインターフェイス (PHYレイヤー) も光/同軸の境界にあります。

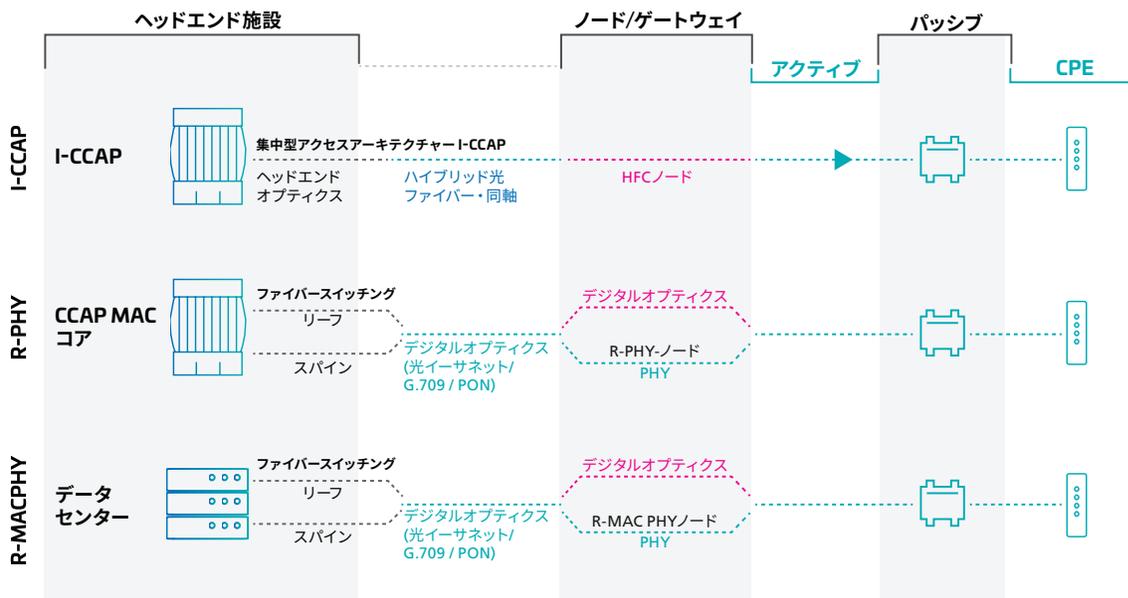


図2: 2つの主なDAAモードとI-CCAPの比較

この2つのモードはいくらかの類似点がありますが、異なる特性、利点、欠点もあります。主要な点は以下の通りです。

- これらのソリューションは両方とも既存のビデオとOOB Auxiliary (Aux) コアに準拠しており、仮想化された制御・管理プレーンとビデオプレーンを経由してクラウドコンピューティングを利用できます。
- **R-PHY** ではpCore/vCoreを再利用でき、光ノードで低消費電力です（しかしヘッドエンドでの消費電力は高く、ラックのスペースも多く必要）。コストは光ノードでは低いものの、ヘッドエンドでは高くなります。しかし、運用の複雑さ、グランドマスタークロックの必要性、（MACとPHYが分離しているため）トランスポートレイテンシーが高くなるなどの問題があります。またハブとノードの距離に関する制限事項もいくつかあり、フォグコンピューティングはできません。
- **R-MACPHY** はよりシンプルで、ひとつのボックスにすべてが入ったアーキテクチャです。CCAPコアは不要で、グランドマスタークロックはあっても、なくてもデプロイできます。このアーキテクチャはレイテンシーが最も少ないため、（クラウドコンピューティングに加えて）エッジコンピューティング、それにレイテンシー許容度の低いアプリケーションにより適しています。ヘッドエンドでの電力消費量は最も少ないのですが、MACを含むためにノードでの電力消費量は少し多くなります。

R-MACPHYはキャパシティの増加には一般的により良い選択肢で、特にアップストリームでは低レイテンシーアプリケーション、ストリームオペレーションを可能にし、仮想化された運用環境を整えることでサービスの速度と伸縮性を可能にします。

一部の通信事業者はすでにDAAソリューションの導入を決定していますが、多くの通信事業者はより大きい柔軟性を求めるか、ひとつのソリューションを選択してもそのネットワークの進化のニーズを満たせませんでした。通信事業者はもっと大きな柔軟性を求めました。通信事業者がその運営地域でのアーキテクチャと局外施設の要件を進化させて成長すると共に成長するようなソリューションです。

今日では、業界のリーダーであるCommScopeの技術革新と大規模な投資のために、通信事業者はその柔軟性を手に入れることができます。

## CommScopeがR-MACPHYの広範な市場導入に先鞭を付ける

RD2322リモートPHY/MACPHYデバイス (RxD) (RD2322) はRPDとしてもRMDとしても運用でき (RxDという名称の由来)、ソフトウェアのみでのアップグレードで運用モードを切り替えることができます。RPDモードでは、RD2322はPHYレイヤー機能を行い、ヘッドエンドでの密度と電力消費に対する需要を軽減します。RMDモードでは、RD2322はシンプルでひとつのボックスにすべてが入った分散型CMTSソリューションとなり、MAC、PHYレイヤー機能の両方をヘッドエンドとハブから光ファイバーノードに移します。どちらのソリューションもデジタル/RFインターフェイス (PHYレイヤー) を光/同軸の境界に置きます。RD2322はまたアップストリーム周波数帯の割り当てをすべてサポートし、これには42MHz (低スプリット)、65MHz (一部市場での低スプリット)、85MHz (中スプリット)、それに204MHz (高スプリット) を含みます。

このソリューションには多くの利点があります。例えばデプロイメントが柔軟であること、帯域幅のキャパシティが大きいこと、光ファイバー効率が高いこと、局のデジタル옵ティクスでの運営が簡素化されること、ヘッドエンド施設スペースや電力システムへの負荷が削減されること、マルチタッチデプロイメントコストの削減と共に機能がスケラブルであること、将来のNFV/SDN/FTTxシステムとの指向性のある整合が取れることなどがあります。



図3: CommScopeのRD2322 RxD

<sup>2</sup> Annex A運用の65MHzスプリットは将来のリリースでの機能として確定しています

## CMTSのアクセスエッジへの最適化

CommScopeはC4® CMTSに大規模な投資をしており、また後には長年にわたってE6000® Converged Edge Router (CER)に投資をしてきました。加えて市場のリーダーとしての地位、こうしたソリューションをファイバーノードなどのアクセステクノロジーソリューションなどと共に広範にデプロイした経験があり、これらがRD2322の開発となって結実しました。CommScopeのDAAソリューションは、CommScopeの多くの革新的技術と、長年にわたって行ってきたE6000® CERへの多額の投資を活用したもので、これには電力の最適化、強力な機能セット、フィールドでの耐環境性などがあります。

CommScopeのR-MACPHY へのコミットメントは今に始まったものではありません。実際、CommScopeがR-MACPHYソリューションに取り組み始めたのは2015年にさかのぼります。当時の技術では、MACに必要な処理量はファイバーノードの電力と冷却能力には余りあるものでした。CommScopeではこの取り組みを数年前に再開し、E6000 CERを最適化するために多額の投資を行い、またR-MACPHYについて得たノウハウもあいまって、MACをRD2322デバイスでデプロイして、局外施設で使える電力消費量で、しかも豊富な機能を備えてフィールド用の耐環境性も備えることができました。RMDの電力消費量の削減とファイバーノードでの熱放散の改善も大幅に改善しました。

## DAAの柔軟性を実現

ごく最近まで、ケーブル通信事業者はDAAソリューション計画に対してR-PHYかR-MACPHYかをまず初めに決めなければなりません。このため、長期的に見て最適ではないかも知れないソリューションを選ぶか、ネットワークを進化させるという意思決定自身を先延ばしにするしかありませんでした。多くの通信事業者の取り扱い地域には不均一性がつきもので、アーキテクチャにはあるトポロジーには適しているけれども別のトポロジーには適していないものもあります。このジレンマに加えて、サービスの普及率、密度、経済性、市場のトレンドなどの条件があり、通信事業者がそのDAAネットワーク進化の計画に慎重なもの無理はありませんでした。

しかしこの事情はCommScopeがRD2322を導入したことで一変します。通信事業者は単にソフトウェアのアップグレードを行うだけでR-PHYとR-MACPHYとの切り替えが可能になりました。RD2322はRPDとしても、RMDとしても設定できます。つまり、通信事業者は同じRD2322のハードウェアを用いて、ヘッドエンドにMACのあるR-PHYデプロイメントから、ノードにMACのあるR-MACPHYデプロイメントへと簡単に移行できます。

この柔軟性は、R-PHYをデプロイしたいが、将来簡単にR-MACPHYへと移行したい通信事業者にとっては大きな意味があります。通信事業者は特定のR-PHY/R-MACPHYのどちらかに決定する必要なくDAAを導入できるのです。また、同じハードウェア (RxD) を使い、同じノードを維持し、またトラックロールは不要なので、通信事業者はデプロイメントを将来にわたって活用し、所有コストの最適化を図れます。このソリューションはまた運用がシンプルで、熟練作業員の必要が少なく、長期にわたる移行コストを抑えられるというデプロイメント上の利点があります。このため、市場のニーズを満たし、長期的な競争性を確保するために重要性を増しているアーキテクチャを、より早く市場に導入できることとなります。

## コスト効果の高いアップグレード経路

CommScopeの旗艦製品であるNC4000™シリーズや光ファイバーノードであるOpti Max™ OM41x0シリーズをデプロイしていただいた通信事業者には、CommScopeはDAA RxDへの明快で効率的なアップグレード経路を提供します。さらに、通信事業者は既存のビデオ用コアインフラをそのまま使えるので、総所有コストを下げ、ROIを改善できます。このエンドツーエンドのソリューションはまたスケーラビリティが高く、通信事業者は市場のニーズに合わせてデプロイメントを調節できますので、資金を縛られることはありません。

## 運用環境の最適化

CommScopeのDAA RxDソリューションには一貫性があり、包括的な、マイクロサービスベースの管理レイヤーが付いています。CommScopeのVirtualized Management Suiteをお使いになると、通信事業者はRxDをデプロイ、設定、管理でき、ソフトウェアを簡単にアップグレードするだけでRPDからRMDに移行できます。通信事業者の既存の管理プラットフォームを接続し、I-CCAPとDAA環境を混合させたものを統一的に運用することに役立ちます。またライセンスの管理を簡素化してデータアナリティクスを得られるので、真に力強い統合的管理機能を提供します。Virtual Management Suiteはまた大規模なDAAデプロイメントを管理する機能もあります。このことはDAA環境では非常に重要です。I-CCAPソリューションは通常96のサービスグループをサポートしますが、これとは異なり、RMDは各々2つのサービスグループをサポートしますので、管理の複雑さが増加します。CommScopeのVirtualized Management Suiteにはこの機能があり、通信事業者の既存の運用/管理環境と共に動作します。

## ビジネスの柔軟性を実現

CommScopeの革新的技術と柔軟な運用のために、通信事業者は簡単にI-CCAPまたはRPDベースの環境から新しいRMDベースの環境に移行できますので、DAAのデプロイメントにコミットすることまつわる障害をさらに取り除きます。

## R-MACPHYの利点

リモートMACPHYには次のように多くの利点があります。

- PHYとMACをノードに移すことによって、残るものは管理プレーン機能とコントロールプレーン機能となります。これらの機能は仮想化しやすく、ケーブル設備固有のコンポーネントではなく、一般的に入手できるコンポーネントを使用します。さらに、これらの機能はデータセンター内に置き、ネットワークインフラをさらに簡素化してコスト削減に結びつきます。
- MACをアクセスノードに移動することでメディア処理が加入者の近くで行われるので、レイテンシーが減少します。低レイテンシーはゲームのみならず、住宅で行われるようになってきた重要なアプリケーション（医療など）にとっても欠かせません。さらに、エッジでの処理が可能になることで、エッジコンピューティングの下地が整います。
- ヘッドエンドとハブでのスペースと電力消費量を削減し、同時に通信事業者はキャパシティを追加できますので、指数関数的な帯域幅消費の増加に対応できます。
- 運用を簡素化。リモートMACPHYはひとつのボックスにすべてが入ったソリューションですので、局の運用を簡素化し、これがコスト効率の上昇につながります。またメンテナンスと運用が簡単なため、熟練した作業員が不足している地域では特に有用です。
- ファイバー効率の向上。R-MACPHYはデジタルファイバーを使用し、これはアナログオプティクスよりも安価で高信頼性です。さらに、R-MACPHYではファイバーのリーチが伸びますので、ヘッドエンドとハブから加入者ネットワークへとより深くファイバーを到達させることができます。
- NFV/SDN/FTTxとの指向性のある整合。
- 長期のデプロイメントでのコスト削減（R-PHYからR-MACPHYへの移行コスト削減）。

## 将来への柔軟な経路

CableLabs®が最近リリースしたFlexible MAC Architecture (FMA) スイートの仕様は、CCAP管理、コントロールプレーンとデータプレーンの分離のためのフレームワークを提供して、10Gプラットフォームをサポートします。CommScopeのRD2322と管理ソリューションは、通信事業者が徐々にFMAへと移行するための道筋となります。CommScopeのVirtualized Management Suiteはソフトウェア定義のネットワーキングとネットワーク機能仮想化の原則を使い、運用環境をNETCONF、YANG、ストリーミングテレメトリーなど、近い将来通信事業者の環境で欠かせなくなる方式に近づけます。さらに、DAAソリューションでは通信事業者はDOCSIS 4.0機能を自身のネットワークに順次加えて行くことができます。

## COMMSCOPEの強み

CommScopeがRD2322で打ち出した革新性、拡張性、柔軟性は、世界で業界を牽引する弊社が全力を傾けてお届けする視点とリソースで裏打ちされており、通信事業者の変革の道筋を通してパートナーとして寄り添います。



図4：エンドツーエンドの深い機能

RD2322ソリューションはユニークなものですが、これはCommScopeが通信事業者のニーズに対処し、ニーズの変化と共に常に進化を続ける一連の幅広いソリューションの一部をなすものです。こうしたソリューションは豊富な専門的サービスとフィールドアプリケーションエンジニアリングで裏打ちされています。

- フィールドアプリケーションエンジニアリング部門はお客様と共に働き、短期、長期の価値をもたらすアプリケーションのための製品ソリューションを特定します。セールス前後のサポートで、フィールドでの実装を成功に導きます。
- プロフェッショナルサービス部門には1300名を超す熟練のサービスプロフェッショナルが30カ国に勤務しており、幅広い専門技術、プロセス、施設でネットワーク通信事業者が可能な限り短期間で希望する結果を得られるようにコスト効果高くサポートします。

## まとめ

R-MACPHYは当初から極めて魅力的で、柔軟、効率的なDAAの選択肢として注目されてきました。CommScopeはRD2322の導入によって、R-MACPHYが広くデプロイされるソリューションとなることの障害を取り除きました。RD2322はこのテクノロジーの使用を阻んできた電力消費量の問題を解決したのみならず、通信事業者がシンプルなソフトウェア変更でRPDモードとRMDモードを切り替えるという柔軟性をお届けします。RD2322はCommScopeの実績あるI-CCAPを活用し、豊富な機能を備え、フィールドで要する耐候性を持つ製品で、ソリューションをデプロイメント可能、スケーラブルなものとする運用フレームワークを提供して、R-MACPHYを現実に市場に投入するために必要な事業の柔軟性をお届けします。今はまさにこの画期的技術が必要とされています。帯域幅への需要が急激に増大する中、通信事業者は従来のハードウェアベースのノードスプリットなどの方式に替わる新たな方式を模索するようになり、また同時にブロードバンドを現在サービスの行き届いていない地域に拡張しようとする動きは、R-MACPHYで容易に対処できます。R-MACPHYが市場に受け入れられるための機は熟しました。通信事業者がより大きい帯域幅と低いレイテンシーのために行った投資と技術革新から利益を得る時が来ました。DAAへの移行はCommScopeのサポートで今すぐ開始できます。通信事業者はリモートMACPHYの力を十二分に活用してください。

<sup>3</sup> <https://www.cablelabs.com/on-the-path-to-10g-cablelabs-pthe%20ublishes-flexible-mac-architecture-specification>

CommScopeは人類に大きい達成をもたらすような、現状を打破するアイデアと画期的な発見で、通信技術の殻を破ります。お客様やパートナーとの協力により、世界最先端のネットワークを設計、創出、構築しています。次のチャンスを見出し、よりよい未来を実現することに情熱を傾けています。commscope.comでもっと詳しくご覧ください。

# COMMSCOPE®

commscope.com

詳細はウェブサイトをご覧ください、お近くのCommScope担当者にお問い合わせください。

© 2020 CommScope, Inc. All rights reserved.

特に注記がない限り、®または™のついたすべての商標は、CommScope, Inc.の登録商標または商標です。み提供されており、CommScope製品やサービスの仕様や保証を変更または補完するものではありません。CommScopeは、最高水準の誠実な事業活動と環境の持続可能性に真摯に取り組んでおり、世界中のCommScopeの多くの施設がISO 9001、TL 9000、ISO 14001などの国際標準に準拠した認定を受けています。CommScopeのコミットメントに関する詳細は、<https://www.commscope.com/corporate-responsibility-and-sustainability>をご覧ください。

WP-115773-JA (05/21)