

2016年5月24日

超大容量 400 ギガビット/秒伝送の長距離化に成功

～フィールドトライアルで世界最長 1,907km の伝送を実現し、
商用環境への導入にも目途～

NTT コミュニケーションズ株式会社（以下：NTT Com）は、商用環境に敷設した光損失と光非線形性を低減させた新しい光ファイバケーブルを用い、世界最先端の高度デジタルコヒーレント光伝送技術^{*1} および伝送路設計技術によって、400G 光信号による波長多重伝送を実施し、世界最長^{*2} となる 1,907km(札幌から大阪までの伝送距離に相当)の長距離伝送試験に成功しました。

今回伝送に成功した距離は、商用環境での利用を考慮に入れても十分な伝送距離を担保できる長さに相当するため、基幹の光通信網を担う既設の 100G 伝送網に光回線容量が現行の 4 倍となる 400G 対応のアップグレードを実施する技術的な目途がついたこととなります。

400G 伝送網は、4K/8K あるいは VR などの大容量映像配信の普及や IoT の爆発的拡大に伴う大容量トラフィックの流通に資する世界最高レベルの基幹網の構築を可能にします。さらに、既設の 100G 伝送網をそのまま用い、伝送方式の変更によって 400G 化を実現するため、敷設のコストを低く抑えることが可能になります。

1. 背景

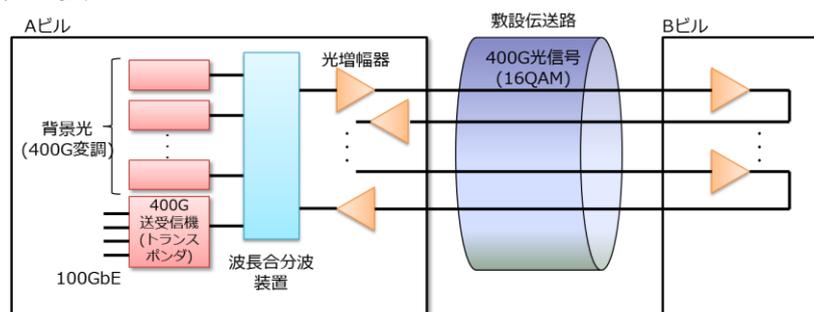
近年の映像データの流通拡大やクラウド技術の進展に伴う基幹光通信網におけるトラフィックの急激な増大に対応するため、NTT Com は世界に先駆けて、デジタルコヒーレント光伝送技術を用いた 1 チャンネル当たり 100G の光伝送システムを導入してきました。

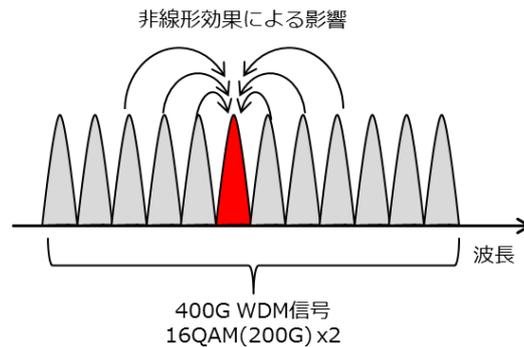
また映像コンテンツの高精細化や IoT の普及などに伴い、今後ネットワークを流通するデータは更に大容量になることが想定されているため、既に 100G 伝送網を活用した 400G 伝送のフィールドトライアルを実施し、成功もおさめています。

このたびさらに新技術を投入し、400G 伝送を実用段階に近づけるための長距離化に成功しました。

2. 実験の内容

<実験のイメージ>





本実験においては、400G 光信号生成のため、光の位相と振幅の両方に情報を乗せることで情報量の増大を実現する 16QAM^{*3} 変調信号とサブキャリア多重^{*4} を利用しています。これにより、既設の 100G 伝送網を用いながら、光回線あたりの容量を 4 倍に拡張することが可能となります。また今回は、より実用化に近づけることを考慮し、商用環境に敷設された光ファイバ伝送路を用いた実験環境を構築し、NTT ネットワークサービスシステム研究所が開発したブレード型小型・省電力トランスポンダを用いて、400G 伝送を実施しました。

なお、伝送の長距離化を実現するため、ブレード型小型・省電力トランスポンダには非線形光学効果^{*5} による光の波形劣化を低減する技術である「デジタル逆伝搬信号処理技術」^{*6} を実装しており、高精度な誤り訂正技術と併用することで、長距離伝送中に生じる波形歪みの補正を可能にします。

このような環境下において 100GbE を多重して生成した 16QAM 光信号を最大 12 波多重し、商用伝送路を 1,907km 伝送した後に信号品質を測定したところ、エラーがなく伝送に成功していることを確認しました。

3. 今後の展開

インターネットのバックボーンにおける通信容量の飛躍的な増大を支えるため、100G 伝送網の 400G 対応の実用化に向けた品質向上などを積極的に推進していきます。

また、400G および 400G 超の光伝送技術の発展に合わせて、400GbE^{*7} などの超高速イーサネット信号の収容が可能な大容量伝送システムや、高性能な光ファイバ伝送路を含めたネットワークの検討を進めていきます。

*1: 受信側に配置した光源と受信した光信号を干渉させるコヒーレント受信とデジタル信号処理を組み合わせた次世代光伝送方式。偏波多重や位相変調などの変調方式により周波数利用効率を向上させるとともに、大幅な受信感度向上を実現する。

*2: 2016 年 5 月現在。NTT Com 調べ。

*3: QAM は Quadrature Amplitude Modulation (直交振幅変調) の略で、2 つの直交した(位相関係が 90°になっている)信号光の振幅、および、位相の両方に情報を載せる変調方式。16QAM は 16 値の直交振幅変調方式で、一度に 4 ビット分の情報を送ることができる。

*4: 1 つの超高速チャネルを形成するために複数の波長の光信号(サブキャリア)に分割して多重伝送する

方式。400G 光信号の生成は 16QAM 変復調による 200Gbps の光信号を 2 つのサブキャリアを多重して生成した。

- *5: 光の強度によって光ファイバの屈折率が変化する現象。波長多重伝送時には、光信号の波形は、他の光信号による非線形効果により変調を受け、劣化を引き起こす可能性がある。
- *6: 受信した光信号をデジタル信号に変換し、デジタル信号処理で仮想的に光ファイバを逆向きに伝搬させて光ファイバによる線形および非線形歪みを同時に補償する技術。
- *7: IEEE802.3bs にて 100G 超イーサネットの有力候補として、現在標準化に向け議論がなされている 400G 級の超高速イーサネット規格。