

40/100Gbps動向

コヒレントディテクション+EDCで40Gアップグレードを実証

次世代の光通信では、従来の強度変調方式に代わって位相変調と偏波多重を使い、受信側ではコヒレントディテクションを採用する方式がほぼ固まりつつある。すでに見たように、シエナやAlcatel-Lucentもこのトレンドに沿ったシステムを発表しており、トライアルから実導入へと進んでいる。

これら先行するシステムベンダの受信部分では、デジタルコヒレント技術が特長となっており、競合ベンダよりも5～6年早く開発をスタートさせたNortel（シエナが買収したOME6500）は、受信信号をデジタル処理するアナログ-デジタルコンバータ（ADC）とDSPを独自開発してASICで実現している。信号はADCでデジタル化されて、DSPで処理され、劣化した信号の補正、分散補償もデジタル的に行われる。

ADC+DSPの問題点は、開発に巨額投資が必要なことだ。これに対して、巨額投資をすることなく、既存の10G伝送リンクを20Gbps、40Gbpsにアップグレードできるソリューションを数年前からディスカバリセミコンダクタ（Discovery Semiconductors）が学会発表しており、製品としてもKitty Hawkの名で売り出している。

シエナやAlcatel-LucentのDP-QPSK+デジタルコヒレント技術のターゲット市場は、1000km以上のLH/ULH市場だが、Kitty Hawkの対象とする市場は300km前後のメトロ市場。変調フォーマットとして、DP-QPSKを採用したNortelの40Gbpsシステムが、ポーレート10Gとしているように、ディスカバリのKitty HawkもDP-QPSKフォーマットを採用したバージョンは、10G技術を利用して、40Gbps伝送を実現している。メトロ市場向けに、40Gbps 300km伝送実現のためのキーテクノロジーは、同社独自のEDC技術。5月に横浜で開催されたSubOptic2010展示会場では、Kitty Hawkシステムの伝送デモンストレーションを行った。

送信・受信技術で経済性を追求

現在、メトロ市場に普及している10Gリンクの一般的な伝送距離は300kmと言われている。このエリアのトラフィック増の要因は、ことさら指

摘するまでもなく、ブロードバンドユーザの増加、映像系トラフィック、データ量の増加などだが、メトロ系リンクの40G、100Gへのアップグレードには特に経済性の優れたソリューショ

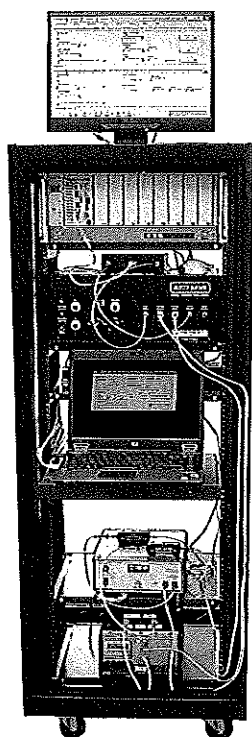


図1 SubOptic 2010ディスカバリの展示デモンストレーション

ディスカバリは、10G/20G/40G Metroネットワーク向けキティホーク（Kitty Hawk）光コヒレントシステム製品のアップグレードバージョンを紹介した。Kitty Hawkシステムのライブデモンストレーションは、標準シングルモードファイバ（SSMF）で300km超を150kmの2スパン構成とし、エラーフリー伝送を実証。インライン分散補償器は入れていない。データレートは10.709Gbpsで、これにはEXFOのIQS（Integrated Qualification System）を用いた。IQSは、1310nm XFPクライアントインタフェースによりKitty Hawkに接続。ラインサイドでは、Kitty Hawkシステムは、1550nm 10Gbpsに対して最新のDPSK変調フォーマットを用いた。ラインサイドの光送信機は、市販のラインレート10Gbps差動エンコーダ内蔵。

Kitty Hawk光コヒレントシステムは、DQPSKとDP-QPSK変調フォーマットをサポートしており、10Gbpsシンボルレートをを用いるとデータレートは20Gbps、40Gbpsに達する。50GHz DWDMチャンネル間隔で、Kitty Hawkの最大スペクトラル効率率は0.8bits/s/Hzとなる。

Kitty HawkのOSNRパフォーマンスと内蔵の可変（switchable）EDCにより、DWDMシステムエンジニアは柔軟にMetro光ネットワークを設計、構成、アップグレードすることができる。Kitty Hawkシステムの設計では、カスタムDSPや高速のADCの設計、製造は必要ない。このため、既存の2.5Gbpsや10Gbps Metro光ネットワークを迅速かつ安価にアップグレードすることができる。

ンが求められる。デジタルコヒレント技術は理想的な技術だが、膨大な開発投資が必要であり、市販の装置を導入するにもCAPEX負担は重い。また、長距離伝送をターゲットに開発されている多くのデジタルコヒレント技術は、300km程度のメトロリンクではオーバースペックである。

ディスカバリセミコンダクタは、メトロ市場に最適なソリューションを最適な価格で、Kitty Hawkシステムとして実現している。現状では、40Gbpsまでのアップグレードに対応する製品だが、同社CEO、Abhay Joshi氏は、「市場の動向次第では、100Gbps対応バージョンも開発する」としている。

既存の10Gリンクを40Gにアップグレードするには、伝送制限要因への対処が必要となる。伝送劣化の主因は波長分散(CD)と偏波モード分散(PMD)。波長分散とは、信号の伝送速度が波長に応じて変わることを行っているが、ビットレートが高いほどCDの影響が大きく、40Gbpsとなると、補償技術を全く用いない場合、従来の強度変調方式では10数km程度しか伝送できない。

伝送距離を延ばすためにディスカバリは、対応する変調フォーマットを増やし、受信側ではコヒレントディテクション技術とマイクロストリップラインベースのEDC技術を採用している。対応する変調フォーマットは、従来のOOKの他に位相変調を利用するDPSK、DQPSK、偏波多重も利用するDP-QPSKとしている。システムは、10G、20G、40G対応であるが、ビットレートに応じて最適な変調フォーマットを選択し、10G技術をベースにした安価なシステム構成ができるようにし

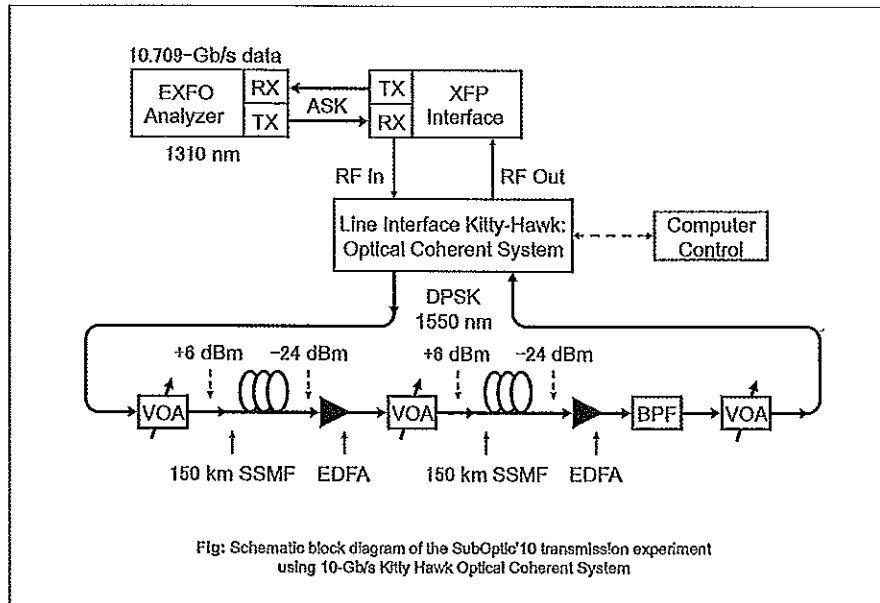


Fig: Schematic block diagram of the SubOptic10 transmission experiment using 10-Gb/s Kitty Hawk Optical Coherent System

図2 10G Kitty Hawkシステムを用いたSubOptic2010でのデモンストレーション構成図。クライアント側のインターフェースはXFP。ライン側には1550nm DPSKフォーマットで出している。EDFAを2台入れた2スパン構成。Kitty Hawkは、既存の2.5Gbps、10Gbpsメトロリンクの経済性の優れたアップグレードソリューションとして注目されている。現在のバージョンは、±6000ps/umの分散補償が可能とされている。これはディスカバリ独自技術、4ポジションスイッチャブルEDCによる分散補償。このマイクロストリップラインベースのEDCは、4段階の切り替え方式となっており、伝送距離(分散量)に応じて最適なポジションを選択する。

ている。

ディスカバリの技術の特長は、デジタルコヒレントを用いない点にある。デジタルコヒレントでは、ADC、DSPなどを開発するか、高価な市販のデバイスを購入することになるが、ファイバの分散はリニアなマイクロ波の分散補償技術でも補償することができるので、ディスカバリは自社のマイクロ波技術を転用している。誘電体基板(高周波ラミネート)にマイクロストリップラインをベースにしたEDCを形成し、補償する分散量に応じて4種類のEDCを切り替えて使う。同社によると、作製したEDCのマイクロ波群遅延は、ファイバの分散に置き換えると数千ps/nmに相当するとされている。「光ファイバの分散係数は一般に、ミリ波導波路の分散係数よりも遙かに低い。よっ

て、30ps/GHzの分散係数を持つミリ波導波路は、~3750ps/nmの分散を補償できる。1nmは、1550nmで125GHzに相当するからだ」(1)と説明されており、光通信用に作製された3タイプのEDCは、「マイクロ波群遅延は、16.6±1ps/GHz、27±1ps/GHz、35.0±1ps/GHz。これらマイクロ波群遅延の数字は、それぞれファイバの分散の1950-2200ps/nm、3250-3500ps/nm、4250-4500ps/nmに相当する(計測精度は±1ps/GHz)」となっている。

Kitty Hawkの最新のカタログでは、EDCは4種類となっており、最大分散耐性は±6000ps/nmとされている。また、Kitty Hawkの一次のPMD耐性は36psとなっており、SSMFで300km程度のメトロ市場で40Gbps伝送が実現可能であることが示されている。