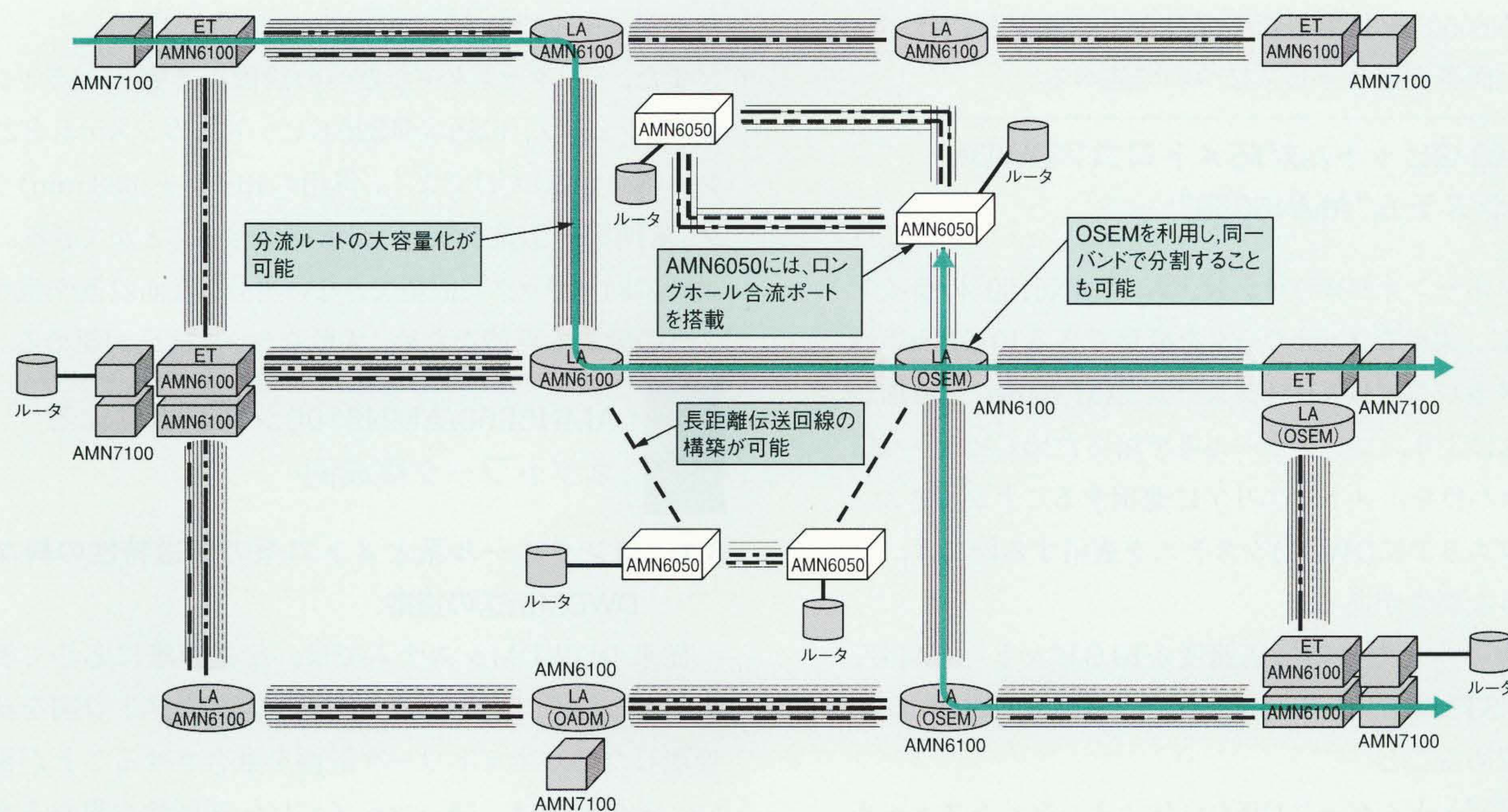


波長バンド分割方式による10 Gビット/s DWDM(高密度波長多重)ソリューション

10 Gbit/s DWDM Solutions Utilizing Band Management Technology

菅田善博 Yoshihiro Sugeta 小坂淳也 Jun'ya Kosaka
浅水 仁 Satoshi Asamizu 宇田哲也 Tetsuya Uda



注：略語説明ほか ET(End Terminal)、LA(Line Amplifier)、OSEM(Optical Signal Expander Module)、OADM(Optical Add/Drop Multiplexer)
ULA(Uni-directional Line Amplifier)、ULH(Ultra-Long Haul)
→ (波長バンド分割による伝送ルートの一例)

波長バンド分割メッシュ ネットワーク システムの構成例

波長バンド分割方式により、波長多重のコストメリットを生かしながら、柔軟なネットワークを構築することができる。

キャリアのバックボーンとしてダークファイバ利用が一般化する中で、DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing)システムの導入が進み、大容量で、伝送性能に自由度を持たせたシステムへの要求が活発になってきた。そのため、日立製作所は、メトロエリアにおける10 Gビット/s対応としてメトロコアDWDMシステム“AMN6050”をラインアップに追加した。10 GbE(10ギガビットイーサネット[※])やGbE(ギガビットイーサネット)を収容したDWDMの効率的な利用や、新規開発のBMM(Band Management Module)の採用により、波長のバンド分割機能を実現した。また、波長ごとに指定のルートへ分割したり、特性の異なる伝送を一つのファイバに多重伝送することもできるようにした。超長距離・長距離伝送の10 Gビット/s DWDMシステムの納入実績で培ったノウハウにより、柔軟なネットワーク設計と提案も行っている。

光バックボーンネットワーク構築支援サービスとしては、サイト・ルートサーベイの実施を通し、ネットワーク構築の準備段階からネットワーク設計に参画し、いっそう最適なネットワークを顧客とともに作り上げ、安定した伝送を実現するさまざまな支援サービスを準備し、単なる機器据付けに終わることなく、トータルな光伝送ソリューションを提案している。

1 はじめに

社会基盤としてのIP(Internet Protocol)ネットワーク化が進むにつれて、高速光バックボーン構築の必要性が高まっている。また、既存のネットワークを生かしたネットワークの構築や高速ネットワークのオーバレイ化

など、ネットワーク構築のバリエーションも増えてきた。ネットワーク機器の提案にとどまらず、ネットワーク設計支援サービスの充実も急務となっている。次世代DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing：高密度波長多重)メッシュネットワークの構築は、Point-to-PointへのDWDMネットワークを連ねただけでは難しい

※) イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

と考えられていたが、今後はその構築を円滑に進めるためにも、顧客と一体となったサービスの提供が重要であると考ええる。

ここでは、日立製作所が提案する10 Gビット/s対応の光伝送ソリューションとして、メトロコアDWDMシステム“AMN6050”を利用したアプリケーションと、光バックボーン構築支援サービスについて述べる。

2

10 Gビット/s対応メトロコアDWDMシステム“AMN6050”

バックボーン系DWDMシステム“AMN6100”のラインアップ¹⁾に、柔軟なネットワークを構築できる10 Gビット/s対応のメトロコアDWDMシステム“AMN6050”を追加した。これにより、ロングホール系で培った10 Gビット/s伝送のノウハウを、メトロエリアに適用することができた。

メトロエリアにDWDMシステムを適用する際には、以下のような要件がある。

- (1) チャンネル当たりの伝送速度が10 Gビット/sの信号、OC-192/STM-64、10 GbEインタフェースをDWDMシステムに収めること
- (2) 10 Gビット/sベースDWDMシステムをインストールし、波長増設がスムーズに実現できること
- (3) パッケージ単位で、10 Gビット/s信号を4チャンネルごとに増設できること
- (4) 1ラックに伝送容量320 Gビット/sの搭載が可能なこと
- (5) 19インチ(483 mm)・23インチ(584 mm)ラックへの搭載が可能なこと
- (6) 背面設置、同一システムを他ラックへ設置できること
- (7) フロントアクセス、前面吸排気であること

これらの要件に対応するAMN6050システムについて以下に述べる。

DWDMシステムに求められる最小限の機能とし、各種インタフェースを、必要に応じてユニバーサルスロットに搭載する。現在、主に使用されているインタフェースと、この要件を考慮し、AMN6050システムでは、OC-192/STM-64、OC-48/STM-16、10 GbE、GbE、Fiber Channelなどを収容する予定である。

バックボーン系DWDMシステム“AMN6100”のロングホール系の技術を踏襲し、波長多重部に内蔵しているAGC(Automatic Gain Control)機能により、波長ごとの利得を個別に調整することができる。そのため、プラグアンドプレイの発想でスムーズにインストールし、波長を増設することも可能である。

BMM(Band Management Module)パッケージは、10 Gビット/s信号を4チャンネル単位で波長多重し、波長帯域ごとにCバンド(1,530～1,565 nm)帯域のITU-Tグリッドをレッドバンド(1,548～1,560 nm)とブルーバンド(1,531～1,543 nm)に分割し、バンド別に拡張性を持たせたモジュールである。

また、データセンターなどへの設置を考慮し、1ラックに最大3シェルフ、伝送容量320 Gビット/sのシステムを23インチ(584 mm)だけでなく、汎用の19インチ(483 mm)ラック(米国電子工業会規格)にも搭載することができる。増設時に同一ラックに設置できない場合、背面設置や他ラックへの設置も可能なため、柔軟なラック構成が組める。

3

AMN6050/AMN6100システムによるネットワーク構成例

3.1 ロングホール系とメトロ系の伝送特性の異なるDWDM伝送の提案

従来のDWDMシステムでは、伝送距離に応じて製品形態が分離しており、ロングホール網とメトロ網を統合管理したり、ネットワーク計画を融合させることが難しい。その理由は、同一ファイバに伝送特性の異なるネットワークを多重して伝送することが困難だからである。これまでは、ロングホール系やメトロ系などの製品ライ

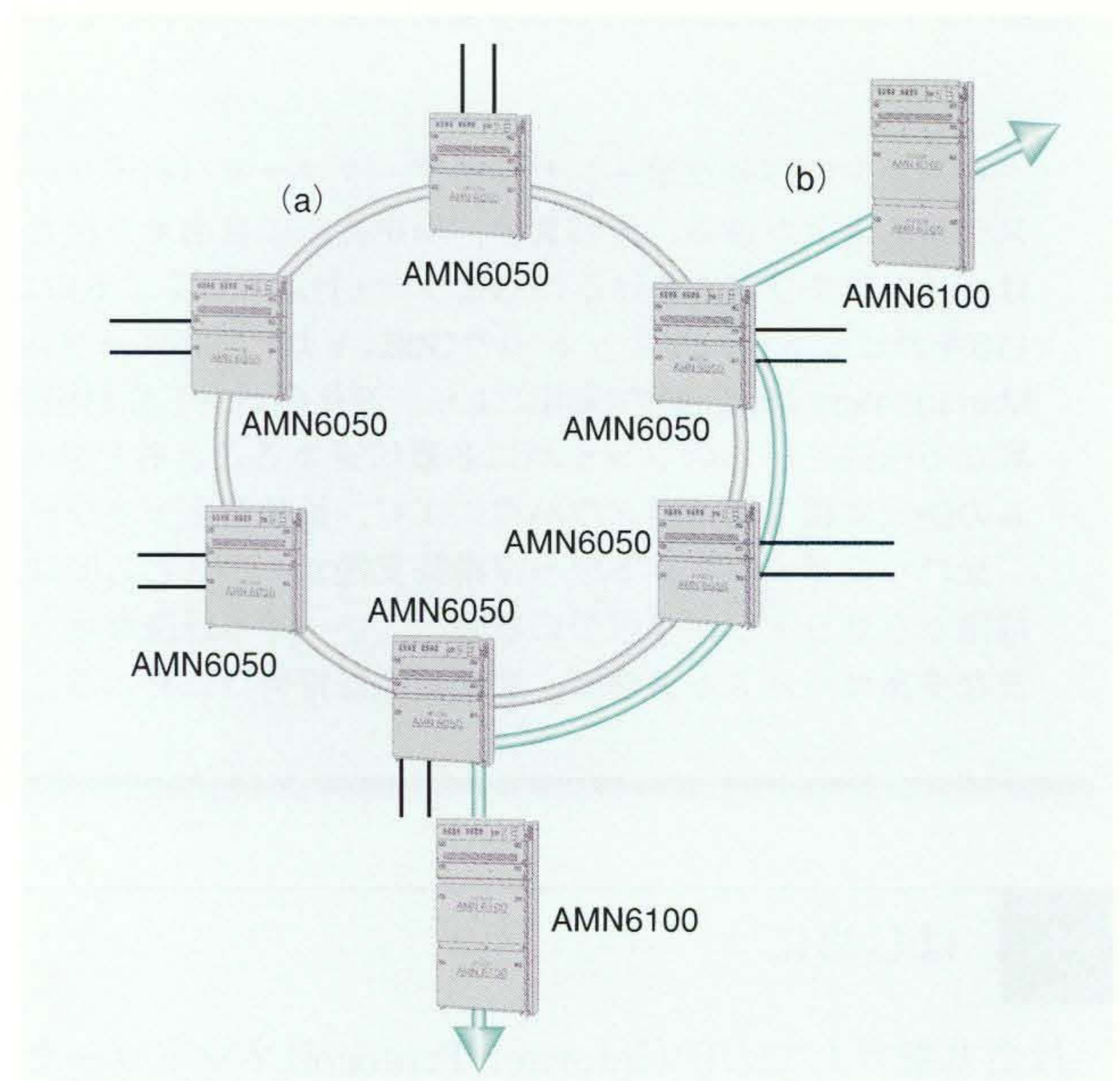


図1 メトロリング網とロングホール網の融合例

AMN6050/AMN6100システムにより、メトロリング網(a)と、ロングホール網(b)という伝送特性の異なるDWDM伝送を実現している。

ンアップが豊富でも、ネットワークを融合する際にインタフェース上に問題が生じたり、装置構成が複雑すぎて、メッシュ化が阻まれることが多かった。

日立製作所のAMN6050/AMN6100システムでは、ロングホール系とメトロ系の、伝送特性が異なるDWDM伝送を可能にし、波長多重光増幅による効率性を維持した波長バンド分割伝送を実現した(図1参照)。例えば、メトロリング網をレッドバンドに、ロングホール網をブルーバンドにそれぞれ配分し、AMN6050/AMN6100システムに標準搭載された光インタフェースにより、1本の光ファイバに束ねて多重伝送するといった方法を実現している。

3.2 柔軟なネットワーク構築が可能なDWDMシステム

AMN6050システムは、以下のような特徴を持つ。

- (1) 波長ごとに異なる伝送距離制限の解消が可能
- (2) 波長変換機能を実現し、システムの多重度を落とさずに、高密度化しやすい波長帯へ波長変換することが可能
- (3) 伝送波長数をファイバ種別に分け、状態を向上させる手段、伝送距離を伸長させる手段とする。長距離伝送網との合流など、リング、スター、メッシュなど、さまざまなネットワーク構成を実現
- (4) バンドごとに拡張ができるので、現在稼動中のサービスに影響を与えることなく、ノードの追加導入が可能(図2参照)

3.3 キーテクノロジー

AMN6050システムを構成するキーテクノロジーは以下のとおりである。

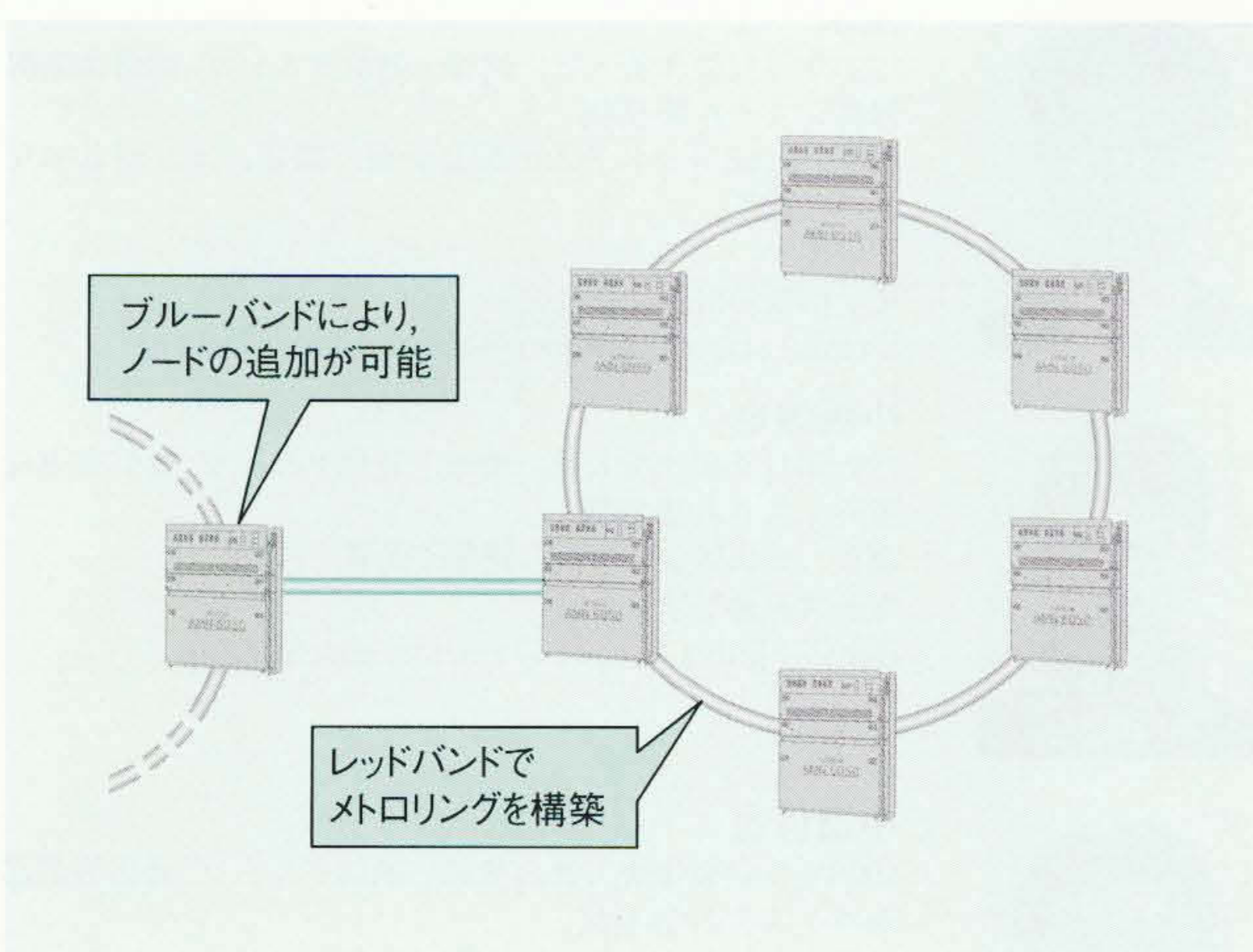


図2 リング網構築後のノード増設

波長バンド分割を利用し、レッドバンドでメトロリングを構築したあとで、ブルーバンドでノード増設をすることができ。

(1) 波長バンド分割LNF(Low Noise Figure: 低雑音指数)光増幅器

波長多重効率を維持したバンド分割を行いながら、システム全体で低雑音化とするため、安定伝送性能を実現している。光ファイバへの投入パワーを抑え、伝送ファイバの非線形対策が可能である。システムの光SN比マージンが十分に確保されているので、スパンマージンや波長多重数の余裕度など、DWDM伝送性能向上に寄与している。また、システムに可変減衰器を使用せず、徹底的な損失削減設計としている。

(2) バンド マネージメント モジュール(BMM)

4波長単位で伝送制限を補償し、波長変換や、同一ファイバ内に異なる経路を持つ波長の多重化を実現している。

(3) インバンド学習機能搭載光増幅器

波長バンド分割・合流時など、多重波長数の変化による波長当たりの光出力変動を防止し、各増幅器で適切な出力レベルに管理している。波長の増減設にも頑強に対応するインバンド学習制御を光増幅器に搭載している。各増幅器での光強度のばらつきや、損失変動による光強度変化に対しては、学習制御によってばらつきを個別にかつ自動的に目標補正し、高精度に光出力管理をしている。

4

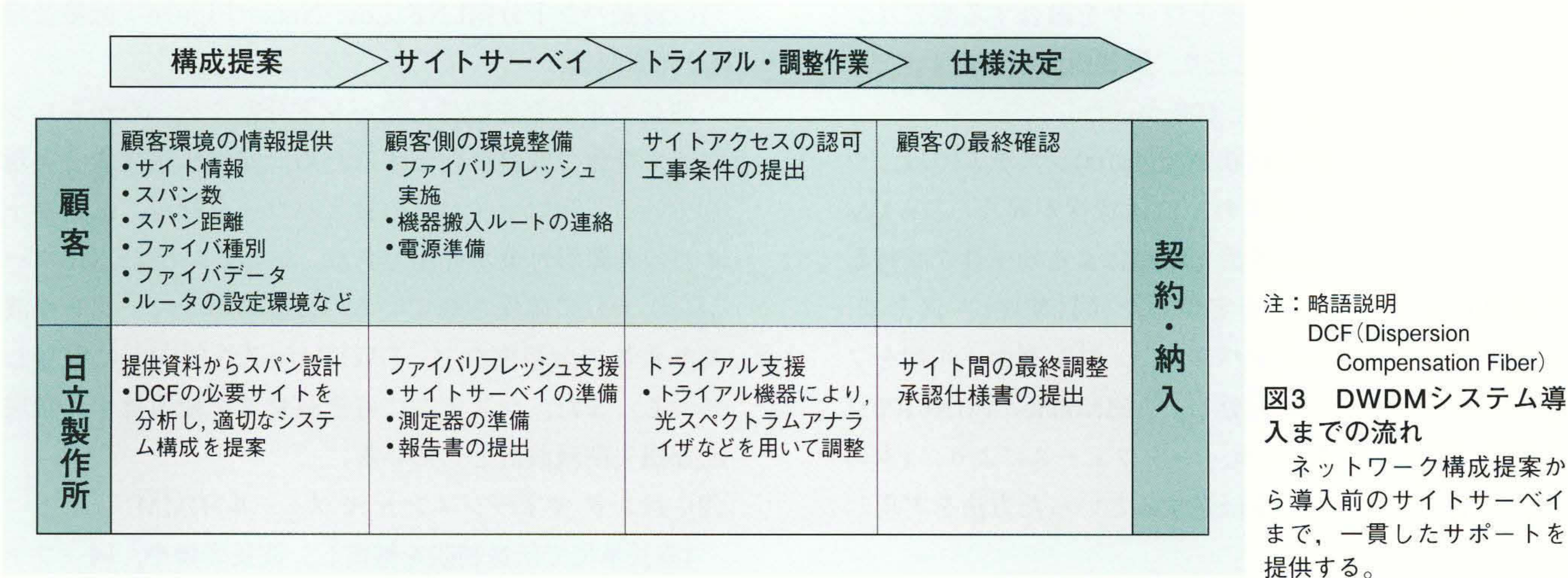
光バックボーンネットワーク構築支援サービスと日立製作所の対応

DWDMシステムでは、光ファイバの状態把握も含め、総合的なネットワーク構築が必要であり、波長数・伝送容量や距離などが重要な要素である。単なる機器据付けに終わることなく、導入前のサーベイから導入後の稼動まで、顧客と一体になったサポートが必要である(図3参照)。

システム導入前に、定量的に把握するサイトサーベイを実施する。システム性能に直結するファイバ上の問題を、サービス前にあらかじめ高確度で解決することで、短期間に効率よくネットワーク構築を実現することができる。

4.1 サイトサーベイの実施

日立製作所は、DWDMシステムのネットワーク設計で品質を向上させる際、サイトの状況を的確に把握し、安定したDWDM伝送を行っている。そのため、システムの納入以前から、ファイバリフレッシュや各種ファイバデータの測定を実施している。また、フィールドの状況に合わせた、より良い環境で利用されるように、サイトサーベイを推奨している。主な測定項目は、OTDR(Optical Time Domain Reflectometer)測定、伝送路損失、波長分散測定などである。



これらの測定結果を基に総合的に分析・考察を実施することにより、(1) ダークファイバ回線のリフレッシュ、(2) 回線障害予備軍の抽出、(3) 伝送路での異種ファイバの一括データ管理とネットワークの設計を可能にする。

4.2 サイトサーベイへの取り組み

光コネクタやスプライスなどの損失低減化技術の進歩には著しいものがある。しかし、実際の回線ではさまざまな人為的要因により、損失状態や汚れ、反射などに大きなばらつきがある。また、布設された光ファイバには、ルートや拠点での工事上の都合で、異種ファイバやロットの異なるファイバが混在することもある。

DWDMシステムは、実態に即した回線状況を定量的に把握し、顧客のファイバと装置が融合して初めて有効性を発揮するものである。それに効率よく対応するために、日立製作所は、サイト・ルートサーベイを提案する。システムの導入前にこのようなサーベイを実施することにより、安定したDWDM伝送や、伝送路における最大波長数を確実に推定することができるようになり、ネットワーク展開の計画が立てやすくなるものと考える。

5 おわりに

ここでは、光バックボーンネットワークに適した10 Gビット/s対応のメトロコアDWDMシステム“AMN6050”と、光バックボーン構築に対する日立製作所の取り組みについて述べた。

光バックボーンシステムを構築するためには、製品の基本性能を向上させるだけでなく、既存の光ファイバの布設状況を正確に把握することが重要である。システムを効率よく構築するためには、トータルなソリューショ

ンが必要である。日立製作所は、今後も、フィールドの実態に合ったネットワークソリューションを提案していく考えである。

参考文献

- 1) 1.28 Tビット/sの超長距離光波長多重伝送システム“AMN6100”，日立評論，83，1，16(2001.1)

執筆者紹介



菅田善博
1987年日立製作所入社，情報・通信グループ 通信事業部 海外システム部 所属
現在，光伝送システムの製品企画，開発，エンジニアリングに従事
E-mail：yoshihiro_sugeta @ cm. tcd. hitachi. co. jp



浅水 仁
1999年日立製作所入社，情報・通信グループ 通信事業部 海外システム部 所属
現在，光伝送システムの製品企画，開発，エンジニアリングに従事
工学博士
電子情報通信学会会員
E-mail：satoshi_asamizu @ cm. tcd. hitachi. co. jp



小坂淳也
1992年日立製作所入社，情報・通信グループ 通信事業部 海外システム部 所属
現在，光伝送システムの開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail：junya_kosaka @ cm. tcd. hitachi. co. jp



宇田哲也
1996年日立製作所入社，情報・通信グループ 通信事業部 海外システム部 所属
現在，光伝送システムの開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail：tetsuya_uda @ cm. tcd. hitachi. co. jp