

# 光海底ケーブルネットワーク 監視装置

野村 健一・武田 高明

**要 旨**

光海底ケーブルシステムは、大容量波長多重技術やOADM技術の導入により、従来に比べて、局数が増えるとともに波長帯単位での接続管理などシステム構成が複雑化しています。このため、従来の管理システムを超えたネットワーク全体を管理する海底監視装置が求められています。本稿では、複雑化した光海底ネットワークに対応する運用管理システムの要件を述べるとともに、NECのソリューション例を紹介します。

**キーワード**

●EMS ●UMS ●監視 ●運用管理 ●OADM ●給電路

## 1. はじめに

光海底ケーブルシステムは、従来のポイント・ツー・ポイント接続あるいはリング型システムから、マルチポイント接続、光波長多重分離（OADM）分岐を用いたメッシュ型ネットワークへ進展しています。これまでのシステム監視装置は、海底端局装置及び給電装置などの機器の動作状態を、局ごとに管理することが主目的でした。一方、最新の光海底ケーブルネットワークにおいては、構成の複雑化に伴って、局ごとの管理に加えてネットワークの一元管理機能、OADM波長帯単位での運用管理及び機器の遠隔制御機能などが運用・保守の利便性の観点から求められています。

本稿では、大容量波長多重技術やOADM技術によるメッシュ型ネットワークに対応した光海底ケーブルネットワーク監視装置について紹介します。この監視装置は、汎用性のあるWeb技術を用いており、ネットワーク監視装置であるWebNSV Unified Management System（UMS）及び局内機器類の監視装置WebNSV Element Management System（EMS）より構成されます。

## 2. 光海底ネットワークの進展と運用管理システム

従来の光海底ケーブルシステムは、10Gbps×64波程度の波長多重伝送を主流としていましたが、昨今のインターネットの急速な普及を背景に、10Gbps×128波などシステムの大容量化が進められています。また、陸揚げ局ごとの伝送容量ニーズに応じて、OADM-BUを用いて128波を帯域分割して利用す

るOADM方式光海底ケーブルシステムの実用化が進められています。このような大規模システムでは、障害発生時の影響が大きく、一層の信頼性の向上とともに、サービス断を最小にして、いち早く回線を回復する必要があります。

このため、ネットワーク管理システムでは、従来の局ごとの監視に加えてネットワーク全体を管理する海底監視装置が求められています。

## 3. NECの光海底ケーブルネットワーク運用管理ソリューション

光海底ケーブルネットワークの運用管理を実現するNECの

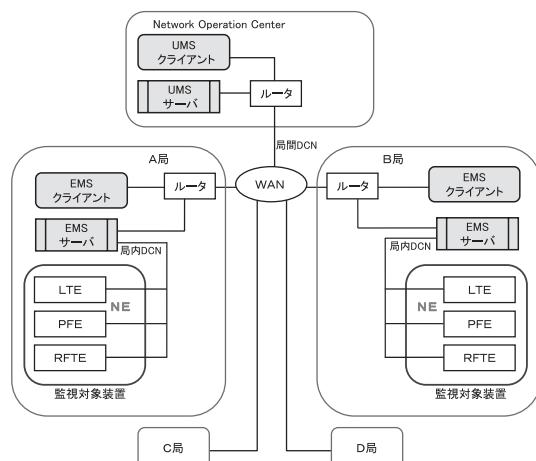


図1 NECの光海底ケーブルネットワーク運用監視システム

ソリューションを紹介します。光海底ケーブルの陸揚げ局に監視装置（EMS）を設置し、陸揚げ局に設置した設備の監視を行います。システム全体の監視を行う場合は、EMSの上位監視装置（UMS）を併用設置します。図1に、光海底ケーブルネットワーク運用管理システムの全体構成を示します。

### 3.1 局内監視装置（EMS）

陸揚げ局に設置されるEMSでは、局内に設置された光端局装置（LTE）、給電装置（PFE）、海底伝送路監視装置（RFTE）などの各機器（NE）を監視します。光海底中継器、海底ケーブルなどの海底伝送路機器はRFTEにより監視し、結果をEMSに通知します。これにより、EMSでは、局舎設備とともに海底機器を含めた光海底ケーブルシステム全体の設備の管理を行います。

各機器とEMS間は、局内DCN（Data Communication Network）を経由して接続されます。EMSは、サーバとクライアントで構成され、プログラムはJavaを使用しています。サーバのOSには、Linuxを使用し、クライアントはWindowsに対応しています。

EMSは、以下の特徴を持っています。

- 1) EMSはクライアント・サーバ構成を採用しています。このため、クライアントはロケーションフリーであり、例えば、当該陸揚げ局が無人局の場合も、別のオペレーションセンターから監視することができます。また、1カ所のオペレーションセンターにおいて、複数の陸揚げ局を監視することが可能となります。
- 2) 波長増設のための機器追加が容易にできるように考慮されています。このため、トラフィック需要に応じて短期間で、低コストな波長増設を可能とします。
- 3) 波長多重数増大による超大容量化に対応し、1,000NEを監視できる高拡張性を有します。

以下に、EMSの主な管理機能を紹介します。

#### (1) 障害管理

EMSでは、局内のNEを集中的に障害管理することが可能です。EMSは、NEから警報情報が通知されると、障害箇所、障害レベルなどをさまざまなGUI（Graphical User Interface）画面に表示するとともに、警報音により警報の発生をオペレーターに通知します。また、警報情報をデータベースに蓄積します。EMSの障害管理画面は、装置単位で

障害箇所を表示し、運用管理者の操作により装置内の詳細な障害箇所、障害内容、障害レベルなどの情報を表示します。運用管理者は、GUI上のマウス操作により、装置判別、故障箇所の特定（ラック番号、カード種別）、障害内容などを容易に確認することができます。EMSの警報表示画面は、自動的に更新され、常に最新の警報状態を表示します。警報音は、障害レベルにより異なるサウンドで鳴動し、異なるレベルの障害が同時に発生した場合は、最も高い障害レベルの警報音が鳴動します。また確認ボタンを押すと一旦警報音は停止しますが、別の新しい障害が発生すると再鳴動します。これにより、運用管理者は警報音を聞くだけで、障害レベルを判断できるようになっています。運用管理者は、EMSに蓄積されている障害発生履歴により、期間、NEの種類、障害レベルなどをキーとして検索、並べ替えを実施することができます。検索結果は、印刷あるいは別システムでの処理用に電子データとして出力することができます。このような機能により、運用管理者は、迅速、かつ容易に障害箇所の特定・切り分けが可能となり、保守を容易にします。

図2に、サイト監視画面の表示例を示します。サイト監視画面では、表形式で警報のレベル、発生期間、障害箇所を表示するとともに、GUIで発生箇所を表します。

#### (2) パフォーマンス管理

回線の品質を表すパフォーマンス情報は、運用管理者にとって極めて重要な情報です。NEでは、運用されている回線単位に、回線品質情報としてパフォーマンス情報を周

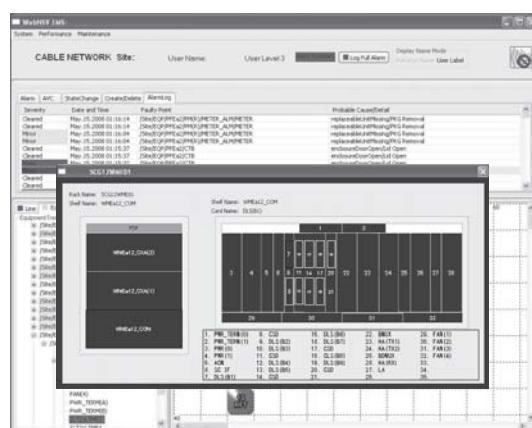


図2 サイト監視画面表示例

## 要素技術及び装置 光海底ケーブルネットワーク 監視装置

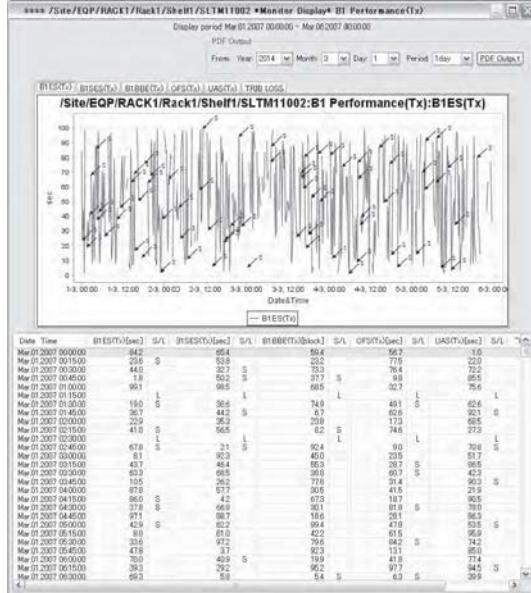


図3 パフォーマンスマニタ表示例

定期的にモニタしており、測定した結果をパフォーマンス情報として15分単位にEMSに通知します。EMSでは、このパフォーマンス情報をデータベースに蓄積します。蓄積されたパフォーマンス情報は、日報、月報、年報の形式で出力することができ、運用管理者の業務の効率化に貢献します。図3に、パフォーマンスマニタ表示例を示します。EMSでは、パフォーマンス情報を期間を指定してグラフと表に表示することが可能であり、海底区間の回線品質の長期的な安定性、劣化有無の分析確認に寄与する情報として役立てることが可能です。

### 3.2 総合監視装置（UMS）

UMSは、光海底ケーブル各陸揚げ局に設置されたEMSと接続され、光海底ケーブルシステム全体の監視を行います。UMSの適用により、システム全体の障害監視に加え、OADM BUシステムの波長帯単位での管理、給電経路切替などの複数の陸揚げ局間にまたがる制御を行うことができます。UMSは陸揚げ局または局間DCNが延長されたネットワークオペレーションセンターに設置します。

EMSとUMSとの間は、局間DCNを経由してTCP/IPにて接続されます。UMSは、EMSと同様にサーバ・クライアント構

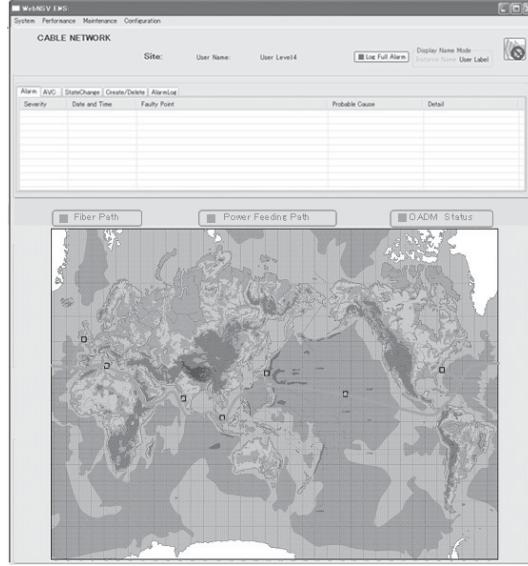


図4 ネットワーク表示例

成を採用し、プログラムはJavaを使用しています。サーバのOSには、Linuxを使用し、クライアントはWindowsに対応しています。

#### (1) 障害管理

UMSでは、陸揚げ局に設置したすべてのEMSから障害情報を収集し、システム警報として表示します。この機能は、特に光海底ケーブルネットワーク全体を統括するオペレーションセンター業務をサポートします。障害が発生した場合、システムの障害地点を地図上に表示します。図4に、UMSのネットワーク表示例を示します。UMS画面では、表形式で警報のレベル、発生期間、障害箇所を表示するとともに、ケーブルネットワーク図でそれぞれの陸揚げ局、ケーブルの色を変えることにより障害状況を表します。運用管理者は、この画面を見るだけで、システム上のどの局舎で障害が発生したのかを確認できます。この画面上で、局舎シンボルをマウス操作すると、シームレスに当該局舎のEMSのサイト監視画面に移行することができます。これにより、UMSの画面とEMSの画面をシームレスに移動しながら、どの局の、どのNEの、どのカードで、どのような障害が発生しているかをひと目で確認することができます。このように、操作性、視認性を高めたことにより、運用管理者は迅速に障害箇所を特定することができます。

となります。

## (2) OADM管理

近年、低コストで効率的なネットワークを構成するため、3ヵ所以上の陸揚げ局で光ファイバペアを共有することを可能とするOADM（Optical Add/ Drop Multiplexing）機能を持ったネットワーク構成が実用化されています。OADM構成では、OADM機能を持ったBUを海底に設置し、中間局には必要な波長帯の信号のみを分岐します。一方、OADM-BUシステムでは、ブランチ・トランク間で光増幅波長域を共有しているため、例えば、ブランチケーブル断によってトランク側の信号レベルが変化し、場合によっては伝送品質劣化を誘起します。この現象を防ぐために、ブランチ光信号が欠落した場合に、光端局装置に配備したレベル調整用光を制御することにより全体の信号レベルを最適化する必要があります。UMSは、EMSと連携して動作することにより、Loss Of Wavelength (LOW) 警報情報をレベル調整のトリガとして、光端局装置のレベル調整用光を自動的に制御し、トランク信号の品質を正常に維持します。

FP Connections	FP1	FP2	FP3	FP4
Station A - Station B	Cleared	Cleared		
Station A - Station C				
Station A - Station D				Cleared
Station A - Station E				
Station A - Station F			Cleared	
Station B - Station C	Cleared			
Station B - Station D				
Station B - Station E				
Station B - Station F		Minor		
Station C - Station D				
Station C - Station E	Major			
Station C - Station F				
Station D - Station E			Cleared	
Station D - Station F				Cleared
Station E - Station F	Minor			Cleared

図5 Fiber Path View表示例

Station Connections	Station A	Station B	Station C	Station D	Station E	Station F
Station B	Cleared	Station B				
Station C		Cleared	Station C			
Station D				Station D		
Station E	Cleared		Major		Station E	
Station F			Cleared			Minor

図6 Optical Path View表示例

図5に、Fiber Path Viewの表示例を示します。Fiber Path Viewでは、ケーブル内のファイバペアの状態をグラフィカルに表示します。

図6に、Optical Path Viewの表示例を示します。Optical Path Viewでは、ファイバペア内の光信号の論理的な接続と状態をグラフィカルに表示します。

## (3) 給電切替管理

給電路切替とは、ケーブルの損傷などにより光海底中継器（Repeater）に電力供給ができない場合に、BU装置内の回路を制御することによって給電経路を切り替えて、光海底中継器への電力供給を継続することを目的としています。

図7は、A局から海底分岐装置（以降BU）を介してB局へ給電を行っており、C局の給電は、BUでシーアースとなっている状態を示しています。ここで、B局とBUとの間でケーブル損傷などが発生し、光海底中継器への電力供給が停止した場合、BU内の回路を切り替えて、A局～BU～C局での給電経路を構成することにより、光海底中継器への電力供給を継続したものを図8に示します。

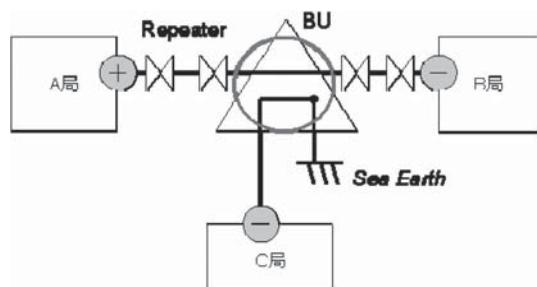


図7 切替前の給電路構成

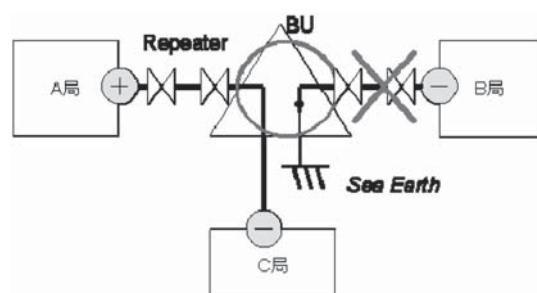


図8 切替後の給電路構成

## 要素技術及び装置 光海底ケーブルネットワーク 監視装置

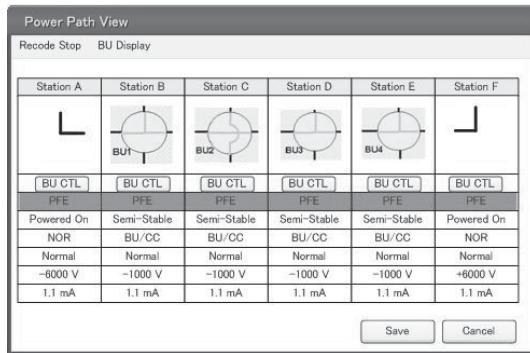


図9 Power Feeding Path View表示例

図9に、Power Feeding Path View表示例を示します。Power Feeding Path Viewでは、BUにおける給電状態とBUに対する給電経路切替制御を実施します。

### (4) 上位OSS/NMSインターフェース

ネットワーク管理ソリューションの1つとして既存の上位レイヤOSS (Operation Support System) あるいは、上位ネットワーク管理システム (NMS) との接続があります。この実現に向けて、UMSは、警報を上位OSS/NMSに向けて通知するインターフェースを具備しています。

### (5) ユーザ管理機能

ユーザ管理では、ユーザのレベルを定義した管理を実施しています。各ユーザには、それぞれユーザレベルを定義することにより、表示されるメニューの内容をユーザレベルに応じて区分して表示します。また、UMSとEMSは各ユーザレベルに応じてシームレスに接続され、各レベルに応じた操作が可能です。これにより、ユーザレベルに応じた機能の提供とセキュリティ対策を高い操作性の下で実現しています。

## 4. おわりに

大容量波長多重技術やROADM技術によるメッシュ型光海底ケーブルネットワークに対応したシステム監視装置について紹介しました。この監視装置によれば、光海底ネットワークを一元的に管理することにより、運用者の負荷を軽減するとともに運用・保守の利便性を高めることが可能になると考えています。今後も、システムの進展に対応した海底監視装置ソリューションの向上を図ります。

## 執筆者プロフィール

野村 健一  
ブロードバンドネットワーク事業本部  
海洋システム事業部  
マネージャー

武田 高明  
NECエンジニアリング  
第二システムソリューション事業部  
エキスパート