

# STM 64 光リングシステム

STM-64 Optical Ring System

永野 正明  
NAGANO Masaaki

土橋 恭介  
DOBASHI Kyosuke

馬場 賢二  
BABA Kenji

昨今の通信需要の急激な増加に伴い、高密度波長多重伝送技術を駆使した大容量光海底ケーブルシステムの建設が進められ、それと同時に回線の広帯域化も進められている。

そこで、従来の2.5 GbpsのSTM 16( Synchronous Transport Module 16 ) NPE光リングシステムをベースとし、低速側インタフェースに150 Mbps、600 Mbps、2.5 Gbps、更には10 Gbpsのインタフェースを持つ10 Gbps STM-64 NPE光リングシステムの開発を行い、商品化した。このシステムは、2000年末に運用を開始する大西洋を横断するTAT-14ケーブルシステムに納入される。

Recently, with the rapid increase in telecommunications demand, large-capacity submarine cable optical fiber systems utilizing high-density wavelength division multiplexing (WDM) technologies have been constructed, and development work to further increase transmission capacity has also been accelerated.

To cope with this, based on the former 2.5 Gbps STM-16 network protection equipment (NPE) optical ring system, we have developed and commercialized the 10 Gbps STM-64 NPE optical ring system with interfaces of 150 Mbps, 600 Mbps, 2.5 Gbps, and 10 Gbps as low-speed side interfaces. This system is being supplied to the TAT-14 cable network system, and is scheduled to be put into service at the end of 2000.

## 1 まえがき

近年の国際海底ケーブルシステムに求められる伝送容量は、Gビット級からT( テラ )ビット級へと推移すると同時に、回線の容量も広帯域化してきている。これに対応するため、2.5 Gbps STM 16 NPE( Network Protection Equipment ) をベースに、広帯域・小型化を図った10 Gbps STM 64 NPEによる光リングシステムを商用化した。

ここでは、このシステムを構成するSTM 64 NPE及び光リング監視システムの特長と概要について述べ、併せてTAT 14システムについて述べる。

## 2 STM 64 NPE光リングシステム

### 2.1 STM 64 NPE光リングシステムの特長

STM 64 NPE及び光リング監視システムを用いて構築する光リングシステムの構成例を図1に示す。

2.1.1 リングネットワーク構成 このシステムは、各海底ケーブル陸揚げ局舎に設置されるSTM 64 NPEを、4本の光ファイバで相互に接続して光リングネットワークを構成する。そして、光リング監視システムが、このシステム全体の監視制御を行う。光リング監視システムは、局舎内のSTM 64 NPEを監視制御するSSE( System Supervisory Equipment )とリングネットワーク全体を監視制御するNME( Network Management Equipment )などから構成される。

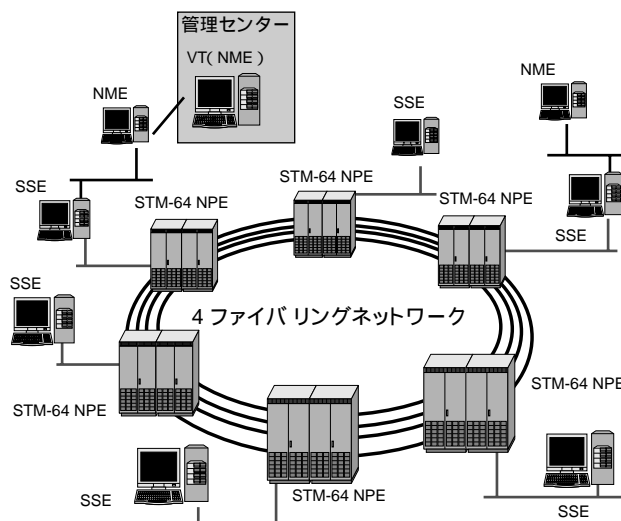


図1 光リングシステムの構成例 STM 64 NPEを4ファイバで接続して光リングを構成する。監視システムであるNMEは、各局舎のSSEを介してネットワーク全体を監視する。

Example of STM-64 NPE ring network system configuration

2.1.2 光リング監視システムの配置構成 ネットワークを監視するNMEとSSEは、通常、局舎内に設置され、ネットワークの保守及び運用に用いられる。また、遠隔地にある管理センターでもネットワークの監視制御が可能となるよう、NME及びSSEと同等の機能を持つVT( Virtual Terminal )を接続することも可能で、ネットワーク運用のフレキシビリティ

を向上させている。

2.1.3 DWDM(Dense Wavelength Division Multiplex)の活用 大容量光海底ケーブルシステムは、DWDMにより図1に示したSTM 64 NPEのリングネットワークを多数束ねて構築される。この構成は、ケーブルシステムの伝送容量増設計画に対しても、運用中のサービス回線に影響を与えることなく容易に対応することができる。

DWDMによる大容量光海底ケーブルシステムの全体構成を図2に示す。

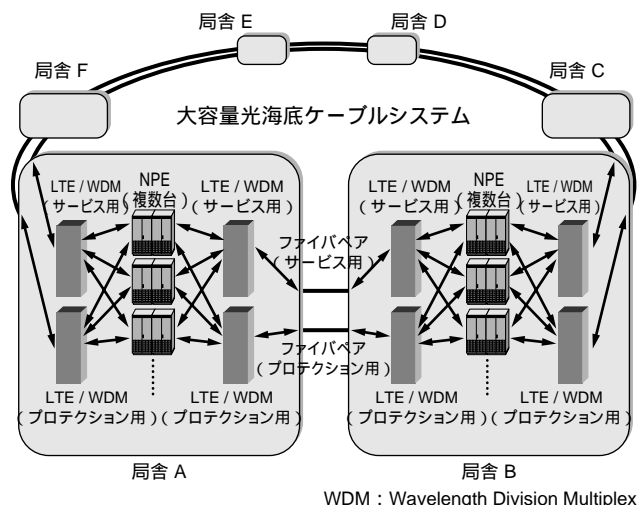


図2. 大容量光海底ケーブルシステムの構成 多数の10Gbps STM 64 NPEとLTE/WDMを用いることで、光海底ケーブルシステムの大容量化が図れる。

Configuration of large-capacity submarine cable optical fiber system

2.1.4 CPT(Craft Person's Terminal) 保守用端末CPTは、各局に配備され、STM 64 NPEに直接接続してSTM 64 NPEのインストールや保守を行うための装置である。また、光リング監視システムの代替装置としての機能も持っている。

## 2.2 STM 64 NPEの概要

このシステムの中核となるSTM 64 NPEは、ITU T(International Telecommunication Union - Telecommunication standardization sector)勧告のSDH(Synchronous Digital Hierarchy)に準拠した伝送装置である。この装置は、大容量の通信回線を収容することに加え、25年以上のライフサイクルを実現できるよう、高品質と高信頼性、保守運用性を重視した設計となっている。

2.2.1 伝送能力 STM 64 NPEは、サービス伝送路として10Gbps、プロテクション伝送路として10Gbpsの伝送能力を持つ。

STM 64 NPEは、サービス回線と同容量のパートタイム回線が収容可能という特長を持つ。パートタイム回線は、NPE

の冗長構成を生かし、サービス回線がプロテクション伝送路に迂回(うかい)されていない場合に、プロテクション伝送路上に収容するものである。STM 64 NPE 1台分のサービス回線及びパートタイム回線は、それぞれ最大128 AU 4(Administrative Unit 4)、つまり150 Mbps伝送路128回線相当のAdd/Drop(注1)が可能である。

2.2.2 プロテクション機能 光海底ケーブルシステムの信頼性を保証するために、STM 64 NPEは、すべてのハードウェア部で冗長構成を採用している。この冗長構成を用いて、高速側切替え機能、低速側切替え機能、装置内冗長切替え機能、基準クロック切替え機能が、障害箇所に応じた障害回避動作を自動的に起動する。

高速側切替え機能は、リングAPS(Automatic Protection Switching)と呼ばれ、リングシステムの核となる機能である。リングAPSは、海底ケーブル区間に障害が発生した際、サービス回線をプロテクション伝送路上に最短経路で迂回する機能である。

低速側切替え機能は、LS APS(Low Speed APS)と呼ばれ、STM 64 NPEと接続される国内側伝送装置との間の伝送路に対するAPS機能である。LS APSは、ITU T Rec.勧告 G.783 Annex A, Bに規定されたすべての切替え方式に対応しており、国内側伝送装置との高い接続性を保証している。

上記二つのプロテクション機能のほか、NPE内部の回線設定部の障害を回避するための装置内冗長切替え機能、ネットワークの網同期用クロックにかかわる障害を回避するための基準クロック切替え機能もサポートしている。国際海底ケーブルネットワークの網同期は、各国に設置されるDCS(Digital Clock Supply)からの基準クロックを用いて運用する外部同期モードが基本である。加えて、STM 64 NPEは、高速側伝送路経由で基準クロックを分配するライティングモードや、装置内部の発振器に同期する自走モードでの運用も可能である。NPEの網同期構成例を図3に示す。

このようにNPEは、サービス回線の運用を妨げる障害に対し、充実した自己修復能力を保有している。

STM 64 NPEの各切替え機能の仕様を表1に示す。

2.2.3 多様な低速側インタフェースへの対応 STM 64 NPE光リングシステムは、NPEが設置される各国ごとの局内インタフェースに対応できるよう、低速側にSTM 1、STM 4、STM 16、更には、STM 64のインタフェースをサポートできる。これらのインタフェースは、ネットワークの運用計画に合わせて自由に選択することが可能である。このインタフェース選択の自由度により、150 Mbps、600 Mbps、2.5Gbps、10Gbpsの帯域までサービスを拡張、提供することができる。

(注1) Add: 低速インタフェースから入力された信号を高速側伝送路に出力する / Drop: 高速側伝送路からの信号を低速インタフェース側に出力する。

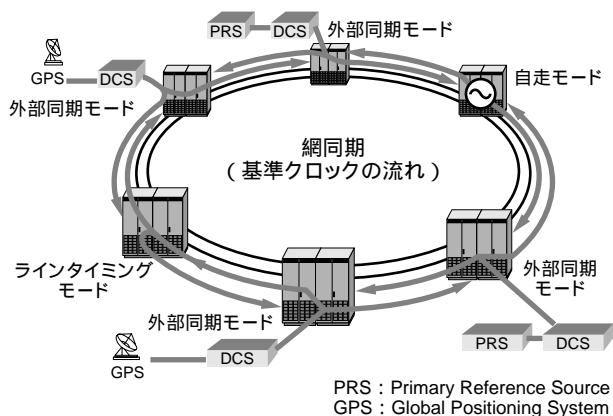


図3 . NPEの網同期構成例 NPEは、各国の原発振器であるセシウムDCSをクロックソースとするほかに、GPSを使用することもできる。  
Example of network synchronization

表1 . STM 64 NPEの切替え仕様  
Specifications of STM-64 NPE automatic protection switching (APS) function

項目	仕様	
リングAPS	APSの仕組み 4ファイバMS Shared プロテクションリング (大洋横断型) (ITU-T Rec. G.841 Annex. A)	
LSAPS	APSの仕組み STM-1, 4, 16, 64 (右各項は切替え方式名)	1:1 <sup>1</sup> Bi-directional Switching 1:1 <sup>1</sup> Uni-directional Switching 1+1c <sup>2</sup> Bi-directional Switching 1+1 <sup>2</sup> Uni-directional Switching (ITU-T Rec. G.783 Annex. A) Predominantly 1+1 <sup>2</sup> Bi-directional Switching (ITU-T Rec. G.783 Annex. B)
	切替え時間	60ms以内(P/Tなしの構成)
装置内冗長切替え	切替えタイプ	1:1(切戻し型)
	切替え時間	300ms以内
基準クロック切替え	切替えタイプ	1+1(非切戻し型)
	切替え時間	回線へのインパクトなし

MS Shared: Multiplex Section Shared

- 1: サービス伝送路1本, プロテクション伝送路1本の構成で, 障害のない状態ではプロテクション伝送路にサービス信号をパラフィード(並列送信)しない切替え方式。
- 2: サービス伝送路1本, プロテクション伝送路1本の構成で, 障害のない状態でもプロテクション伝送路にサービス信号をパラフィードする切替え方式。

2.2.4 省フロアスペース化対応 最新ゲートアレー技術の採用と高密度実装技術を駆使し, 省フロアスペース化を実現した。架構成としては, 高速側インタフェース, 回線設定部及び基本制御機能を収容するメイン架(メインラック)と, 低速側インタフェースを収容するTRIB架(サブラック)から構成される。

STM 64 NPEはSTM 16 NPEと比べ, 同等のフロアスペースで4倍の回線を収容できる。STM 64 NPE装置の架構成については, この特集の“光リングシステム用網切替装置STM 64 NPE”を参照されたい。

### 2.3 光リング監視システム

リングシステムの伝送容量の増加に伴い, 監視システムに

も, 制御監視能力の向上が必須となる。そこで, リング監視システムの階層構造化と分散化により, 大容量光リングシステムの監視制御を可能にした。

2.3.1 監視制御機能の階層化 従来はNME単体でネットワーク全体の監視制御を実施しており, 約10 Gbpsリングネットワークの監視能力であった。このNMEが持つ機能を, 海底ケーブル陸揚げ局舎内のNPEを監視制御する“局舎内装置レベルの機能(SSE)”とネットワーク全体に関する“ネットワークレベルの機能(NME)”とに階層化した。NMEからNPEへの監視制御は, SSEを経由して行う。このようにリング監視制御システムの階層化及び分散化により, 1台のNMEで大容量光リングネットワーク全体の監視制御が可能となった。リング監視システムの階層化構造の構成を図4に示す。

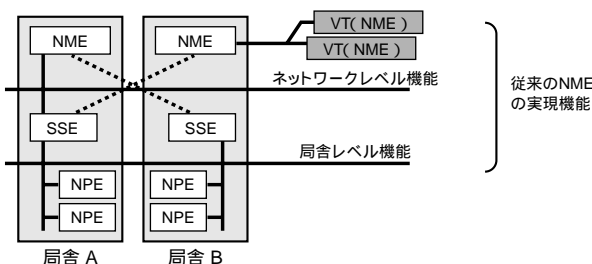


図4 . 光リング監視システムの階層化構造 局舎内装置レベルの監視とネットワークレベルの監視を階層化及び分散化することにより, 1台のNMEでリングネットワーク全体を監視制御することができる。  
Layered management architecture

2.3.2 光リング監視システムの拡張性 光リング監視システムは, 光海底ケーブルシステムの規模及び局舎内に設置されるSTM 64 NPEの台数に対応したシリーズ化がなされている。このため, ネットワークの増設に伴い被監視対象であるNPEの台数が段階的に増加した場合でも, 設置済みのNMEやSSEをアップグレードすることで柔軟に対応できる。

## 3 TAT 14ケーブルシステムの概要

STM 64 光リングシステムは, 大西洋横断ケーブルシステムTAT 14に納入する。このシステムは, 現在2000年末に運用開始を目指して建設中である。

TAT 14ケーブルシステムの概要を次に述べる。

### 3.1 ネットワーク構成

TAT 14 ケーブルシステムの構成を図5に示す。光ファイバケーブルを, 米国(2か所), 欧州(5か所)で結ぶ光海底ケーブルシステムである。光ファイバの総延長距離は約15,000 kmとなる。このシステムには高密度光波長多重技術



図5 . TAT 14ケーブルネットワーク TAT 14ケーブルネットワークシステムは、大西洋を横断し、6か国を結ぶ光リングシステムである。  
TAT - 14 cable network

が採用されており、海底ケーブルの各区間は、640 Gbpsの大伝送容量を持っている。

### 3.2 機器構成

海底ケーブルが陸揚げされる局舎には、当社が納入するNPEとPFE( Power Feeding Equipment: 光海底ケーブルシステムの海底区間で使用される光増幅器に電源を供給する装置)のほか、海底ケーブル区間をサポートするためのLTE ( Line Terminal Equipment)などの装置が設置される。

### 3.3 海底ケーブル障害時の迂回時間

海底ケーブルに障害が発生した場合、リングAPS機能がリング切替えを実行し、サービス回線の迂回を行う。迂回時間として、300 ms以内でサービス回線を切り替えることができる。

## 4 あとがき

当社は、世界に先駆けてSTM 64 NPE光リングシステムを商品化した。このシステムの中核となるSTM 64 NPEは、サービス回線の障害に対してリングAPS機能を始めとした自己修復能力を備えている。

また、階層構造化した光リング監視システムにより、1台のNMEで大容量光リングネットワーク全体を監視制御することができる。

今後は、このSTM 64光リングシステムをベースに、次世代の光リングシステムの開発に取り組んでいく。

## 謝 辞

このシステムの納入にあたり、ご協力いただいたKDD海底ケーブルシステム(株)の関係各位に深く感謝の意を表します。



永野 正明 NAGANO Masaaki

情報・社会システム社 日野工場 伝送通信システム部主務。  
光リングシステムの設計に従事。  
Hino Operations



土橋 恭介 DOBASHI Kyosuke

情報・社会システム社 日野工場 伝送通信システム部主務。  
光通信機器の設計に従事。  
Hino Operations



馬場 賢二 BABA Kenji

情報・社会システム社 日野工場 伝送通信システム部。光リングシステムの設計に従事。  
Hino Operations