

# STM 16 光リングシステム

STM-16 Optical Ring System

岸野 文徳  
KISHINO Fuminori

高松 洋子  
TAKAMATSU Yoko

渡辺 伸介  
WATANABE Shinsuke

国際通信に使われる光海底ケーブルシステムは、通信トラフィックが大容量化し、衛星回線での補完的な迂回路（うかいろ）確保が困難となっている。大容量通信トラフィックをサービスの中断をすることなく運用するために、自己修復型回線保護機能を持つ光リングシステムが必要となった。

当社が開発したSTM 16(Synchronous Transport Module16) NPEは、ITU Tで規定された回線保護機能を備え、世界初の自己修復型光リングシステムの中核機器として、第5次太平洋横断(TPC 5)ケーブルネットワークをはじめ、複数のネットワークに納入され商用運用されている。当社では、光海底ケーブルシステムの保守運用にかかわる24時間テクニカルエンジニアリングサービスなどを行い、支援している。

Communication traffic is constantly increasing in submarine optical fiber cable network systems used for international telecommunications, and the provision of complementary detouring transmission lines for these networks by means of satellite transmission is becoming difficult. The need has therefore arisen for an optical ring system with a self-healing type protection function in order to handle large-capacity communication traffic without service interruptions.

We have developed the STM-16 network protection equipment (NPE), which has the line protection function defined by the International Telecommunication Union - Telecommunications (ITU-T), and are supplying it to various networks such as the TPC-5 cable network as kernel equipment in the first self-healing type optical ring system in the world currently in commercial service. This paper describes the major features and technical engineering services related to this submarine optical fiber cable network system.

## 1 まえがき

国際通信システムは、光海底ケーブル通信と衛星通信が相互に補完しつつ発展を遂げてきた。しかし、近年、通信需要が増大したため、光海底ケーブルの大容量通信トラフィックを衛星通信では迂回できなくなった。

そのため、光海底ケーブルシステムでは、自己修復機能により障害時の通信トラフィックの迂回路をみずからのシステムで自動、かつ最短の迂回路を確保する大洋横断型回線保護機能を持つ光リングシステムが必要になった。

当社は、この光リングシステムの中核となる網切替装置(STM 16 NPE: Network Protection Equipment)を世界で初めて開発した。STM 16 NPEを使用したSTM 16 光リングシステムは、1995年にTPC 5ケーブルネットワークに導入されるなど商用運用を開始している。TPC 5ケーブルネットワークの構成を図1に示す。

また、STM 16光リングシステムは、拡張性にも優れ、加入者に通信サービスを提供したまま、サービスの中断をすることなく通信トラフィックの増設・大容量化が可能である。TPC 5ケーブルネットワークでは、98年にSTM 16光リングシステムの増設を行い、通信サービスを継続したまま通信トラフィックの大容量化を実施した。

当社では、実運用に入った光海底ケーブルシステムのヘルプデスクサービスを実施している。例えば、保守運用にかかわる24時間テクニカルエンジニアリングサービスと実機によるトレーニングサービスを提供している。

ここでは、STM 16 光リングシステムの概要を述べ、ヘルプデスクサービスの一部について述べる。

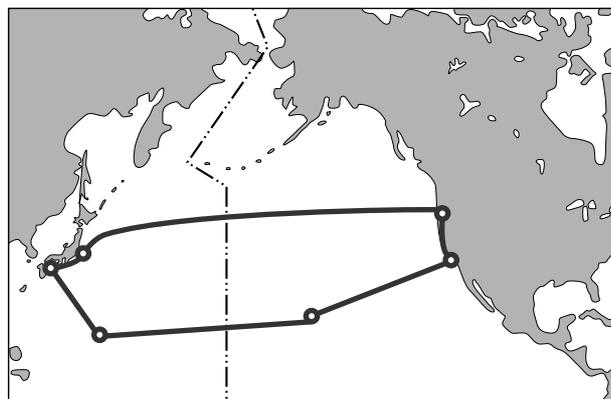


図1 . TPC 5 ケーブルネットワーク 6局をリング状に接続した構成になっており、STM 16 NPEが導入された。  
TPC-5 cable network

## 2 システム概要

### 2.1 ネットワーク構成

STM 16 光リングシステムは、海底ケーブル陸揚げ局に STM 16 NPEを設置し構成されるリング状ネットワークである。光リングシステムを構成する局数は、3局から16局までの任意の構成を選択可能である。図1のTPC 5ケーブルネットワークは、6局をリング状に接続した構成である。

STM 16 光リングシステムの監視制御は、網管理装置 (NME: Network Management Equipment) から行われる。NMEは、ITU T (International Telecommunication Union - Telecommunication standardization sector) 勧告Q3インタフェースでSTM 16 NPEと接続し、STM 16 光リングシステムの監視制御を一元的に行う。

### 2.2 大洋横断型回線保護機能

国際海底ケーブルシステムに適用した大洋横断型の回線保護機能(リングAPS: Automatic Protection Switching)は、AT&T、KDD、プリティッシュテレコム、フランステレコムの各社と当社が共同で提案し、ITU T勧告G.841 付属資料A“MS(Multiplex Section) shared protection rings (transoceanic application)”として標準化した。この方式について簡単に特徴を述べる。

光リングシステムは、光ファイバを2ペア使用して通信回線を構成する。1ペアをサービスファイバ、もう一方のペアをプロテクションファイバと呼ぶ。通常時の通信トラヒックはサービスファイバを使用する。

例として、STM 16 NPE #0からSTM 16 NPE #1を経由してSTM 16 NPE #2に至る通信トラヒックを図2に示す。

STM 16 NPEは、局間で協調動作し通信トラヒックの迂回を最短経路となるよう切替えを行う。この機能を光リングシステムのリングAPS機能という。図3に示すように、NPE #0 - #1間のサービスファイバとプロテクションファイバの両方

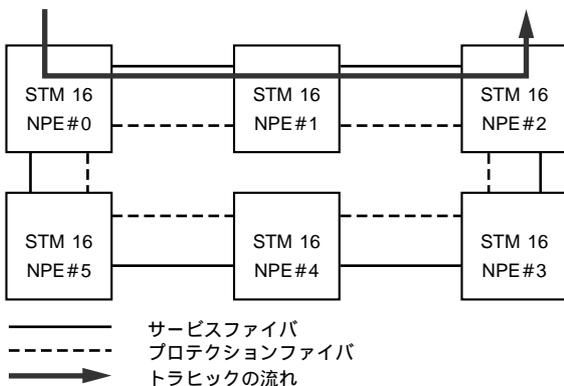


図2 . 通信トラヒックの例 NPE #0からNPE #1を経由してNPE #2に至るサービスファイバを通る。  
Example of traffic flow

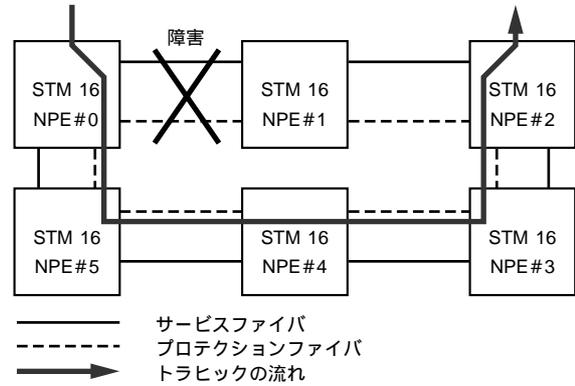


図3 . リング切替え STM 16 NPE #0 - #1間のサービスとプロテクションファイバの両方に障害が発生した場合、迂回経路が最短になるように、NPE #0、#2で切り替える。  
Ring switch

に障害が発生した場合には、STM 16 NPE #0、#2で切り替え最短の迂回ルートをとる。これをリング切替えという。

また、サービスファイバだけに障害が発生したときは、プロテクションファイバに通信トラヒックを迂回するよう切替えを行う。図4に示すように、STM 16 NPE #0 - #1間のサービスファイバに障害が起きた場合、STM 16 NPE #0 - #1間に設定されている通信トラヒックがプロテクションファイバに迂回するようSTM 16 NPE #0、#1で切替えが行われる。これをスパン切替えという。

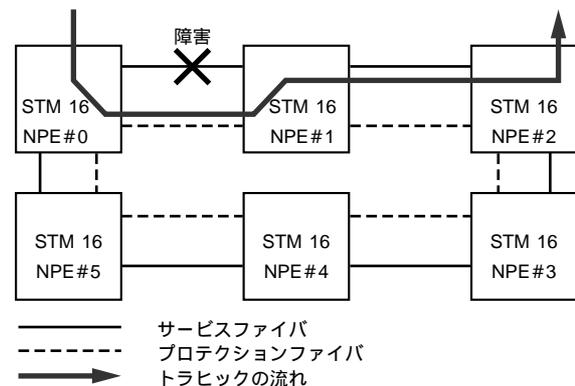


図4 . スパン切替え STM 16 NPE #0 - #1間のサービスファイバに障害が発生した場合、トラヒックはNPE #0 - #1間のプロテクションファイバに迂回する。  
Span switch

## 3 光リングシステムの段階的構築と拡張性

リングAPS機能を使用することで、光リングシステムをフレキシブルに構築することが可能である。すなわち、段階的な構築を容易とし、光リングの増設への対応も容易となる。

### 3.1 光リングシステムの段階的構築

光リングシステムの建設は、区間ごとに開設していくことが多い。光リングシステムが完全にリング状になった形態をフルリング、一部区間だけ部分的に接続された形態をパーシャルリングと言う。パーシャルリングでは、トラヒックの迂回路がないためリング切替えができない。STM 16 NPEのリング切替えを禁止し、スパン切替えだけを有効にすることでパーシャルリングの運用が可能となる。パーシャルリングの運用形態例を図5に示す。

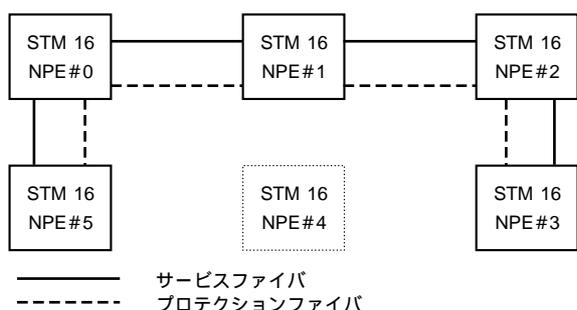


図5 . パーシャルリングの運用形態例 NPE #4が運用できていないときに、NPE #3 - #2 - #1 - #0 - #5の部分を用いる。スパン切替えだけ有効である。

Partial ring

パーシャルリングからフルリングへの拡張は、全区間の開通後STM 16 NPEのリング切替え禁止を解除することで実現され、STM 16 NPEやNMEのソフトウェア入替えという大がかりなシステムのアップグレードは必要ない。そのため、リング形態の変更は、パーシャルリングで既に運用している通信トラヒックに影響を与えることなく可能であり、ネットワークの構築をフレキシブルに行うことができる。

また、この機能によって、局数を変更するようなSTM 16 NPEの追加も可能となり、ネットワーク構築の自由度が増す。

### 3.2 光リングシステムの拡張性

光海底ケーブルシステムは、ケーブルに多大な建設費を要するため、一度敷設したケーブルを有効利用した回線増設を検討することが多い。近年は、光波長多重技術により、ケーブルの新規増設を伴わない波長単位での回線増設を図っている。

すなわち、波長多重装置と新たな波長に対するSTM 16 NPEを追加・多重することで実現する。増設後の構成を図6に示す。

波長多重による回線増設は、リングAPS機能を使用することで、運用中の通信トラヒックに影響を与えず実現できる。

図7は、増設のステップを示している。

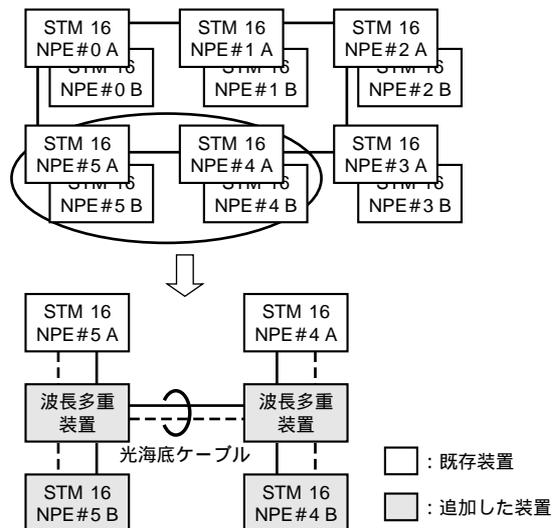


図6 . 波長多重増設 波長多重増設では、各局に新たな波長多重装置とSTM 16 NPEが追加される。

Example of wavelength division multiplexing (WDM) upgrade

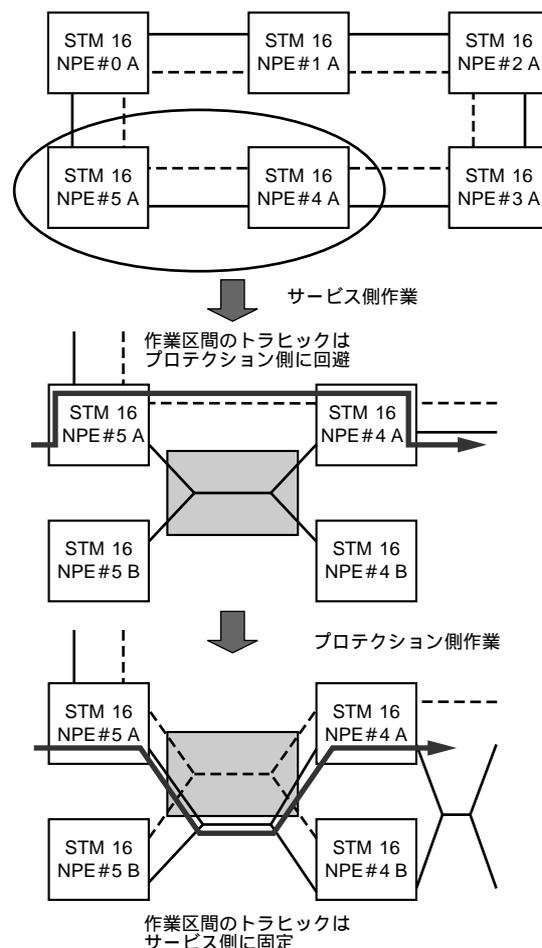


図7 . 波長多重増設のステップ トラヒックを迂回させてサービスファイバ側増設、プロテクションファイバ側増設を順に行うことにより、サービスを中断せずに増設を可能にした。

Steps in WDM upgrade

サービスファイバの運用中通信トラフィックを、スパン切替えでプロテクションファイバに迂回する。その後サービスファイバを切り離し、追加された多重化装置に既設と追加STM 16 NPEのサービスファイバを接続する。

次に、プロテクションファイバに迂回していた運用中の通信トラフィックをスパン切替えによりサービスファイバに戻し、その後の接続作業のためスパン切替えを禁止して多重化装置に既設と追加STM 16 NPEを接続する。

当社がSTM 16 NPEを納入したTAT 12/13(第12/13大 西洋横断)ケーブルネットワークは、導入当初は単一波長のネットワークであった。その後、運用中の通信トラフィックに影響を与えることなく波長多重装置の追加を数回実施し、3波長多重システムに増設した。

実運用では、このような要求があると考えてSTM 16 NPEを設計していたので、運用中の通信トラフィックに影響を与えずにシステムを拡張することができた。

## 4 ヘルプデスク サービス

### 4.1 24時間テクニカルエンジニアリングサービス

当社では、STM 16 光リングシステムのシミュレーション環境を実機で備えている。

お客さまが通信サービスを開始した後は、通信トラフィックへの万一の影響を避けるため、みずからのシステムであっても容易に保守手順の確認はできない。例えば、運用中にオペレーションミスをしたときに、復旧方法を誤ると運用中の通信トラフィックに不要な影響を与えることがありうる。このような場合に当社のテクニカルサポートが適用できる。ヘルプデスクはお客さまの要望を机上で検討し、シミュレーション環境で検証する。このようにして万全な保守手順を提供することができる。

また、システムを段階的に構築する場合や増設をする場合にこの環境を利用し、検討している手順が運用中の通信トラフィックに影響を与えないことを、お客さま自身で事前確認できるという効果を上げている。

このテクニカルサポートは24時間フルサポートしており、今後はこのようなソリューション分野での活用幅を更に広げていきたい。

### 4.2 オペレーショントレーニング

運用に入ったシステムでは、たとえお客さまでもみずからのトレーニングのためにシステムを自由に使用することはできない。したがって、お客さまの運用部門で新たなメンバーが加わる場合には、そのつど新たなオペレーショントレーニングの要望が生ずる。

当社では、お客さまのニーズを基に、前記実機によるシミュレーション環境でトレーニングを行うサービスを提供している。お客さまの要望に合わせて随時トレーニングを実施することができる。今後もお客さまのためのトレーニングメニューを充実させていく。

## 5 あとがき

STM 16 NPE は、リングAPS機能を備えた世界初の光リングシステムとして光海底ケーブルシステムに採用され、高信頼の通信サービスの実現により、お客さまから厚い信頼をいただいている。

また、運用開始後、トラフィックに影響を与えずに保守を行うことはお客さまにとって大きな関心事である。当社は、24時間テクニカルエンジニアリングサポートを提供し、安定した通信インフラを運営できるようお客さまの支援をすることで社会に貢献していきたい。

## 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。

## 文 献

- (1) TAKEHARA, J., et al. "4-Fiber Ring System for Long Distance Transocean Cable Network". SUBOPTIC '97, May, 1997.
- (2) 近藤利徳, ほか. 光海底ケーブルシステム用ネットワークプロテクション装置. 東芝レビュー. 52, 1, 1997, p.67-70.



岸野 文徳 KISHINO Fuminori

情報・社会システム社 日野工場 伝送通信システム部参事。  
光海底ケーブルシステムのシステム設計に従事。  
電子情報通信学会会員。

Hino Operations



高松 洋子 TAKAMATSU Yoko

情報・社会システム社 日野工場 伝送通信システム部主査。  
光海底ケーブルシステムのシステム設計に従事。

Hino Operations



渡辺 伸介 WATANABE Shinsuke

情報・社会システム社 日野工場 伝送通信システム部主務。  
光海底ケーブルシステムのシステム設計に従事。

Hino Operations