

# FiMO™ 光線路監視システム

光ケーブルシステム開発センター 中島俊彰・志和健一・安原賢治<sup>1</sup>

## Remote Fiber Test System (FiMO™)

T. Nakajima, K. Shiwa & K. Yasuhara

Fiber To The Home (FTTH) が普及していく中で、構築した光ネットワークの効率的な保守運用が非常に重要な課題となっている。光ネットワークの保守に光線路監視システムが活用されているが、データの更新に対するコストや作業の煩雑さが問題となっていた。当社では、従来から販売してきた光線路監視システムをさらに進化させ、より効率的な保守運用を行えるように「FiMO™ 光線路監視システム」を開発した。

FiMO™ (フィーモ): Fiber MOnitoring System

It is very important to maintain a constructed optical network effectively in Fiber To The Home (FTTH) expanding. Remote fiber test system has been used to maintain a optical fiber network, but it has the problem of maintenance cost for data update and complicated operation. Our company has developed a new remote fiber test system, named FiMO™, to maintain the optical fiber network more effectively.

FiMO™ : Fiber MOnitoring System

### 1. ま え が き

近年、政府のe-Japan政策および各種通信事業者によるFTTH等光ファイバを基盤とした通信インフラの整備が急速に拡大している。一方、ネットワークを利用したサービスは、インターネットサービスだけでなく、IP電話、映像伝送、公共のサービス、防災、遠隔医療等多岐にわたり、人々の生活に欠かすことのできない重要なものとなっている。そのため、ネットワークの信頼性がより強く求められ、障害発生を未然に防ぐことや障害発生時の迅速な復旧が必要となっている。

光ケーブルの診断や予防保全のために従来からOptical Time Domain Reflectometer (OTDR) を使用した光線路監視システムが活用されている。しかし、従来の光線路監視システムは、以下のような課題がある。

#### 設備データのメンテナンス

監視するエリアの設備情報をあらかじめ登録する必要があり、FTTHの拡大に伴うネットワークの拡大、変化に設備情報のデータベースの更新がリアルタイムに行えない。

#### 導入時期の遅れ

工事完成図書等でまとめられる設備データが光線路

監視システムの導入時に揃っていない場合、設備データが揃うまで監視を開始できない。

#### ユーザでの運用管理

設備データの更新やハードウェアのメンテナンス業務は、ユーザでの運用管理が難しく、外部委託される場合が多いため、コスト負担が増加する。

当社では、これらの課題を解決するため、従来の光線路監視システムをさらに進化させた「FiMO™ 光線路監視システム」(以下、本システムと略す)を開発した。

本システムでは、拡大、変化する光ネットワークに対応するため、設備データを登録しなくても監視を開始できる簡易監視に対応している。設備データの登録が必要無いため、測定を行う光ファイバを接続するだけで即時運用を開始することができる。

ユーザでの運用管理を実現するため、ソフトウェアは、グラフィックユーザインターフェース(Graphic User Interface, 以下GUIと記す)を用い、ユーザが見やすく、直感的に操作できるようにした。ハードウェアに関してもメンテナンス性を向上させ、低コスト化を実現した。

### 2. 光線路監視システムの概要

光線路監視システムの簡単な説明を以下に示す。

光線路監視システムとは、光ネットワークの断線や損失増加等の物理的な障害をOTDRの測定波形を解析する

<sup>1</sup> グループ長

ことにより診断するシステムである。測定を行う光ファイバを光スイッチによって切り替え、複数の光ファイバ心線を24時間定期的に診断することができる。障害発生時には、警報ランプやブザー、携帯電話等へのE-mail送信等、さまざまな手段で保守者に障害の発生を通知する。

監視方式として、光ケーブルの空き心線を代表心線として監視し、ケーブルの障害を検出する空き心線監視と、サービスが提供されている心線（以下、現用心線という）を監視する現用心線監視がある。現用心線監視は、通信光の入射されている光ファイバ心線にカプラモジュールを割り入れて試験光を入射させる。端末側には、伝送装置への監視光の影響を防ぐために監視光を遮断するフィルタを挿入する。

### 3. FiMO™ 光線路監視システムのコンセプト

FiMO™ 光線路監視システムのコンセプトを以下に示す。

すべての光線路の保守作業に適用可能

1つのシステムで中継網からアクセス網（PONネットワークを含む）まですべてのネットワークの保守作業に適用することができる。また工事後の特性確認にも使用できる。

購入したときから即監視

設備データ登録作業が不要な簡易監視に対応し、測定を行う光ファイバを接続しただけで即時運用を開始できる。

誰にでも使える

GUIを用いた見易く、直感的に操作できる画面や試験条件の自動設定等の機能により、誰にでも使用できる。

使いこなせばより便利に使える

設備データを登録し、障害設備を特定することや、設備管理システムと連携させることにより地図上に障害設備を表示することができる。

### 4. システム構成

本システムのシステム構成を図1に示す。

基本的なシステム構成は、保守センタに設置する監視装置（サーバ）と、各拠点に設置する試験ユニットで構成される。試験ユニットは、OTDRを内蔵したLAN対応測定装置と光スイッチで構成される。

監視装置はネットワーク経由で試験ユニットの制御、測定データの収集および障害情報表示等のすべての操作が行え、監視装置1台で最大20台の試験ユニットを制御することができる。

操作端末（PC）を同じネットワーク上に接続することにより、監視装置の機能を使用して障害情報の表示や各試験ユニットの遠隔操作を実施できる。

障害発生時には、警報装置のランプやブザーにより障害発生を知らせることができる。

さらに携帯電話への電話発報やE-mail送信により24時間いつでも障害の発生を保守者へ連絡することができる。

### 5. ハードウェア

#### 5.1 監視装置

表1に保守センタに設置する監視装置のハードウェア構成を示す。監視装置は、サーバで専用の監視管理ソフトウェアを内蔵している。オプションの操作端末は、デスクトップPCまたはノートPCから選択できる。また、警報装置は、警報ランプとブザーで構成される。

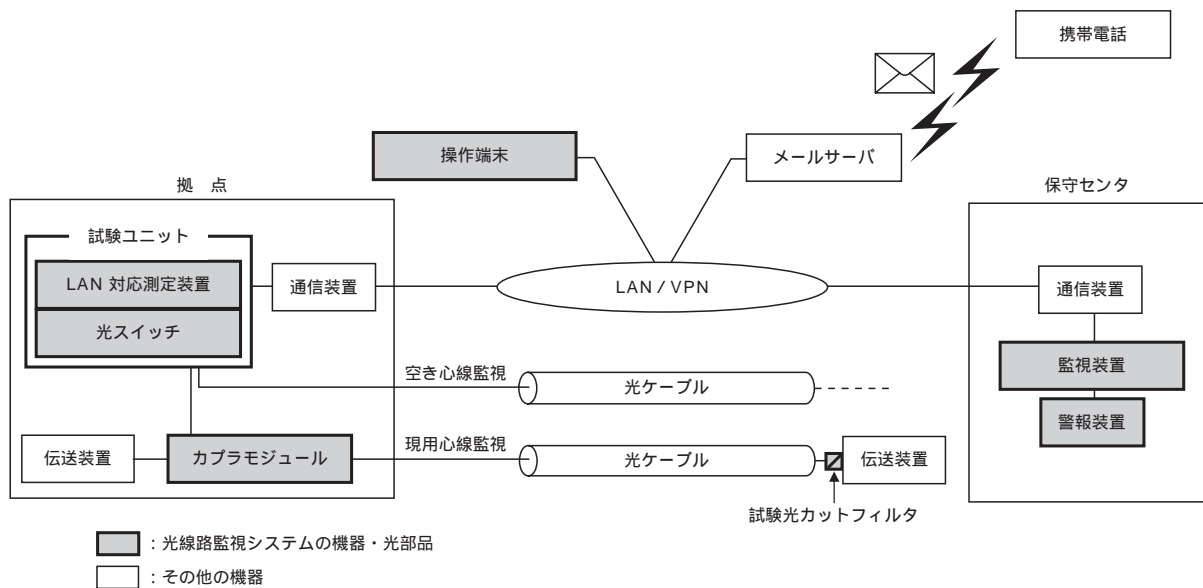


図1 システム構成  
Fig. 1. System configuration.

表1 監視装置のハードウェア構成  
Table 1. Hardware composition of test server.

品名	構成品	備考
監視装置	サーバ	Windows 2003 Server 監視管理ソフトウェア含む 試験ユニット最大20台制御
操作端末 (オプション)	デスクトップPCまたはノートPC	Windows XP Professional SP2
警報装置 (オプション)	警報ランプ, ブザー	

表2 試験ユニットのハードウェア構成  
Table 2. Hardware composition of optical test unit.

品名	構成品	備考
試験ユニット	LAN対応測定装置	OTDR内蔵 AC100V ~ 240Vで動作
	光スイッチ	16心, 32心または100心 LAN対応測定装置から電源供給
操作端末 (オプション)	デスクトップPCまたはノートPC	Windows XP Professional SP2

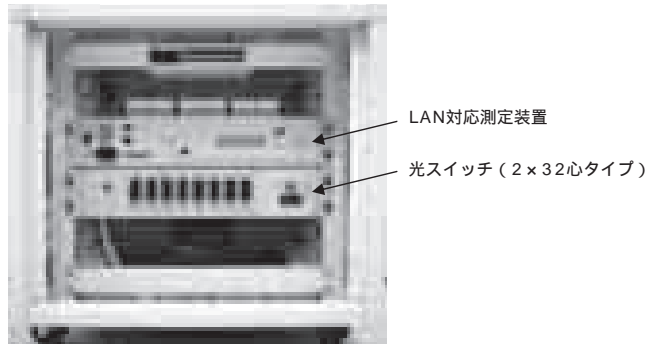


図2 試験ユニットの外観  
Fig. 2. Appearance of optical test unit.

表3 OTDR仕様  
Table 3. Specification of OTDR.

項目	空芯心線監視タイプ		現用心線監視タイプ	
	測定波長	1.55 $\mu$ m (1波長)	1.31/1.55 $\mu$ m (2波長)	1.65 $\mu$ m (1波長)
適用光ファイバ	10/125 $\mu$ m SM ファイバ (ITU-T G.652)			
距離レンジ	1/2.5/5/10/25/50/100/200km			
ダイナミックレンジ	26.5dB以上 (パルス幅3 $\mu$ s)	26.5/25.5dB以上 (1.31/1.55 $\mu$ m, パルス幅3 $\mu$ s)	22dB以上 (パルス幅3 $\mu$ s)	24/23dB以上 (1.31/1.55 $\mu$ m, パルス幅3 $\mu$ s)

## 5.2 試験ユニット

表2に各拠点に設置する試験ユニットのハードウェア構成, 図2に試験ユニットの外観を示す。試験ユニットは, OTDRを内蔵したLAN対応測定装置と光スイッチで構成される。LAN対応測定装置は, 内蔵するOTDRを変更することで複数の測定波長に対応することができる。光スイッチは, 標準品として16心, 32心, 100心タイプをラインナップとして揃えている。

従来のシステムでは, 試験ユニットの一部としてOTDRや光スイッチの制御と試験データを収集する制御部 (CPU, HDD等) を必要としていた。そのため, HDD

の定期的な交換によるメンテナンスコストや消耗品であるHDDによる長期信頼性の低下が問題となっていた。新システムは, 監視装置から直接, 試験ユニットを制御する方式を採用し, それらの問題に対応するとともに, コストダウンを実現した。

## 5.3 OTDR

表3にLAN対応測定装置に内蔵するOTDRの仕様を示す。OTDRは使用される監視の方式により複数の種類を揃えている。空芯心線監視タイプとして1.55 $\mu$ m (1波長), 1.31/1.55 $\mu$ m (2波長) タイプ, 現用心線監視タイプでは, 1.65 $\mu$ m (1波長), 1.31/1.55 $\mu$ m (2波長) タイプのOTDR

表4 監視用光部品  
Table 4. Optical components.

品名	内容	備考
カプラモジュール	現用光の入射されている光ファイバに試験光を割り入れるために使用	各試験波長に対応
試験光カットフィルタ	試験光を遮断するために使用	各試験波長に対応

表5 ソフトウェア機能  
Table 5. Function of software.

項目	内容
簡易監視機能	設備データ，初期データ登録が不要な監視
本格監視機能	設備データを登録し，ケーブル長を補正した監視
アラーム通知機能	警報装置，E-mail等でアラームを通知
工事確認試験機能	工事後の線路の特性試験
リアルタイム測定機能	測定波形をリアルタイムで表示
設備管理システム連携機能	設備管理システムとのデータの受け渡しが可能
定期試験機能	試験周期を設定した自動試験
アラーム一覧表示機能	発生したアラームを一覧表示
試験結果検索機能	過去の試験結果の検索

表6 アラームの種類  
Table 6. Alarm type.

項目	内容
終端	新しい終端位置を検知
損失	部分的な損失異常が発生
全損失	長手方向の累積損失異常が発生
反射	反射減衰量異常が発生
断線	断線または大きな損失が発生

がある。サービスが利用されている回線（現用）の場合、使用中の回線に影響を与えず試験を行う必要がある。通信の伝送波長は、1.31 $\mu$ mから1.625 $\mu$ mが使用されているため、現用心線監視タイプの1.65 $\mu$ mのOTDRは、通信の伝送波長に干渉することなく試験を実施することができる。1.65 $\mu$ m帯は、光ファイバの保守用の波長帯として国際標準化機関のITU-Tにおいて標準化されている（ITU-T L41）。

現用心線監視タイプの1.31/1.55 $\mu$ mのOTDRは、1.31 $\mu$ mまたは1.55 $\mu$ mのどちらか一方の波長が伝送光として使用されている場合に異なる方の波長を試験光として利用したり、工事時に伝送線路の特性を確認する場合に使用する。内部に伝送光を遮断するフィルタを内蔵している。

#### 5.4 監視用光部品

表4に現用心線監視用に使用する光部品を示す。

## 6. ソフトウェア

### 6.1 ソフトウェア機能

表5にソフトウェアの主な機能を示す。表5の中から一部の詳細を以下に示す。

#### 簡易監視機能

簡易監視に対応し、従来のシステムでは必須であっ

た設備データ，初期データの登録を行わなくても線路状態（断線，損失，反射減衰量，線路長変化）を診断する。そのため、初期のデータ登録や線路変更に伴うデータ登録のコストを削減することができる。さらに、工事中の線路や工事完成図書等に記載される設備データが揃っていない状態でも監視を行うことができる。

波形解析機能は、従来の光線路監視システムで実績を積んだ当社独自の手法を使用し、高精度な解析が可能である。表6にアラームの種類を示す。

#### 本格監視機能

設備データをあらかじめ登録し、ケーブルの設計長と接続点の位置を実測にともない補正することで、障害の発生と同時に障害設備の特定や最寄りの接続点からの距離を自動的に算出することができる。

#### アラーム通知機能

障害発生時には、警報装置のランプやブザー音により障害の発生を知らせることができる。さらに携帯電話への電話発報やE-mail送信機能により、24時間どこでも障害の発生を知ることができる。

#### 工事確認試験機能

工事完了後の特性確認試験（手動試験）を行い、その結果を帳票に出力することができる。試験波長と測定を行う光ファイバのおおよその全長のみを入力するだけで試験を行うことができるウィザードモードと、詳細な試験条件を入力して試験を行えるカスタムモードがある。

#### リアルタイム測定機能

リアルタイム測定では、OTDRの測定結果をコマ数秒間隔で更新し、光ファイバの接続や曲げを加えた場合の変化をリアルタイムで確認することができる。

#### 設備管理システム連携機能

ネットワークの構成や接続点情報を管理する設備管

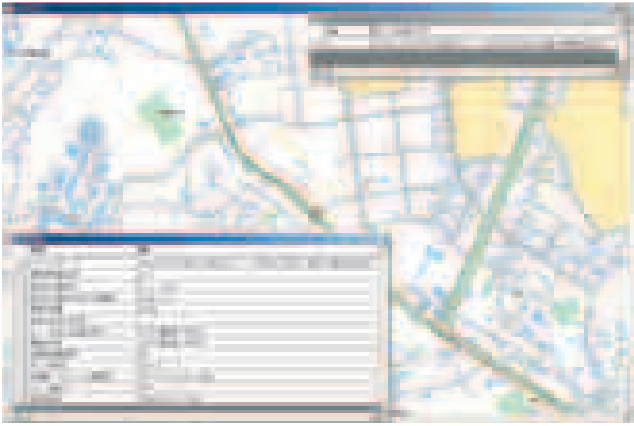


図3 設備管理システムでの障害位置表示  
Fig. 3. Alarm location display by network database management system.

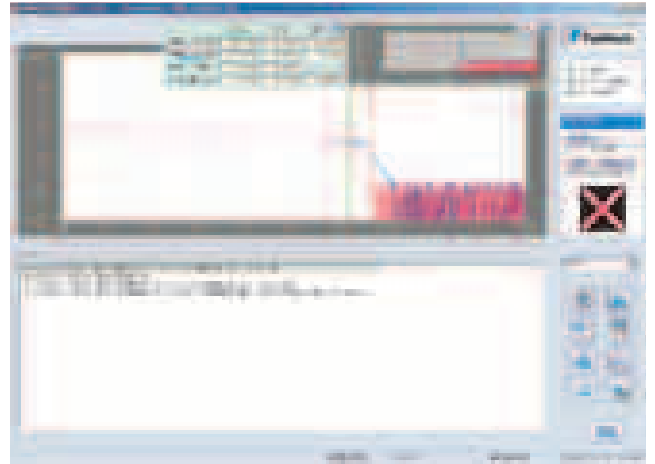


図5 試験結果詳細表示画面  
Fig. 5. Screen of test result.

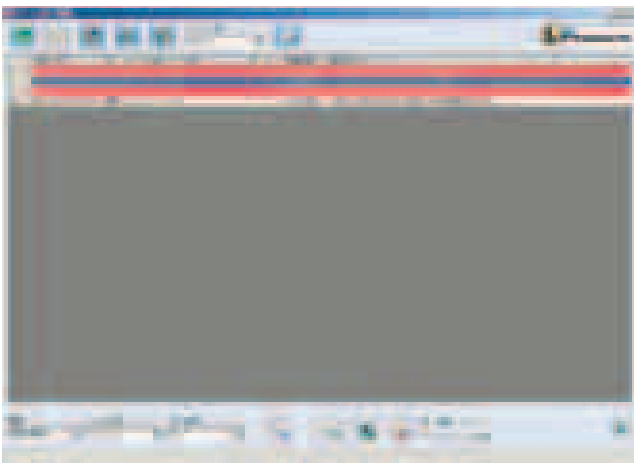


図4 アラーム表示画面  
Fig. 4. Screen of alarm list.

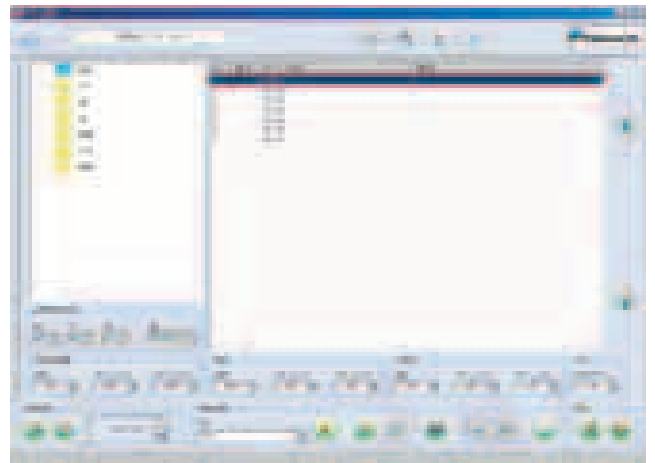


図6 パルス試験画面  
Fig. 6. Screen of pulse test.

理システムと連携し、設備データの登録の省力化や、光線路監視システムで検出した障害を地図上に表示することができる。

一般的に設備管理システムは光線路監視システムと別に導入されている場合が多く、メーカーも異なっている。それぞれのシステムで設備データを管理するため2重管理になり、メンテナンスの煩雑さが問題となっていた。そのため本システムは、設備管理システムと連携することで効率の良い運用を実現することができる。

図3に光線路監視システムから出力した障害情報を当社の設備管理システムの地図上に表示している画面を示す。

## 6.2 ソフトウェア画面

ソフトウェアの主な画面を図4、図5、図6に示す。ソフトウェアの画面は、GUIを用い、ユーザが見やすく、直感的に操作できるようにした。

### アラーム表示画面

図4にアラーム情報を一覧表示するアラーム表示画面を示す。この画面で発生しているアラーム情報をすべ

て確認することができる。

### 試験結果詳細表示画面

図5に試験結果のグラフを表示する試験結果詳細表示画面を示す。障害発生時には、この画面で測定結果をグラフで確認することができる。

### パルス試験画面

図6に試験周期の設定や判定基準値の設定、各種試験（定期試験、手動試験）を実施するパルス試験画面を示す。

## 7.むすび

今回、開発したFiMO™光線路監視システムは、従来のハードウェアおよびソフトウェアを大幅に見直し、適用範囲が広く、操作性およびメンテナンス性に優れ、さらに信頼性の向上を実現した。今後は国内のみではなく、海外へも拡販を進める。また、FTTHで主流となっているPassive Optical Network (PON) にも対応する機能も強化する。