

OTN 試験における課題と対策

MT1000A ネットワークマスタ プロ MT1100A ネットワークマスタ フレックス

MU100010A 10G マルチレートモジュール MU110010A 10G マルチレートモジュール
 MU100011A 100G マルチレートモジュール MU110011A 100G マルチレートモジュール
 MU110013A 40/100G アドバンスドモジュール



背景

今日のネットワークでは、通信事業者が OTN(Optical Transport Network)を多く採用するようになり、OTN とエンドユーザとの間の距離が縮まっています。そのような状況の中で、OTN の開通と保守においては、回線が完全なパフォーマンスを発揮するために、異なるレイヤとレベルで試験を実行することが求められます。

OTN ネットワーク

OTN の主な利点はフレーム構造で、フレームはネットワークセグメントとの直接の関連付けが可能な構造です。このネットワークのセグメント化を理解することにより、エンジニアは問題箇所を迅速に特定し、その問題が通信事業者の顧客にどの程度の影響を及ぼす可能性があるかを把握できるようになります。

図 1 に示すとおり、ネットワークは OTN フレームに基づき、以下のような論理セクション に分割できます。

- OTU(Optical channel Transport Unit)
- ODU(Optical channel Data Unit)
- OPU(Optical channel Payload Unit).

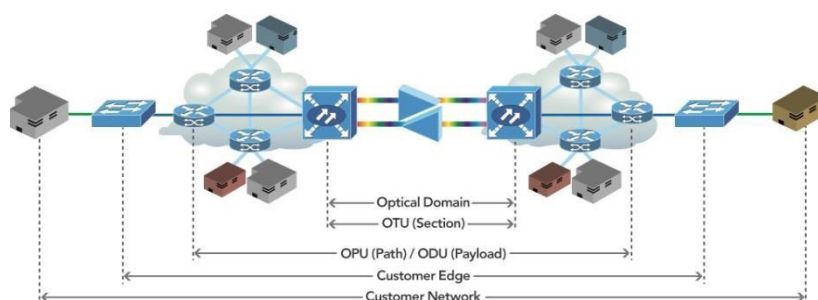


図 1. OTN のセグメント化

これらのセクションは、一般的にネットワーク 内の主要な物理的境界により表現されます。コアセクションには光増幅を含むことがあります(特にロングホールネットワークにおいて)。メトロセクションは多くの場合、OPU/ODU セクションで示されるように、OTN のエンドポイントあるいはパスの終点となります。

OTN レイヤの試験

OTN はトランスポートレイヤであるため、OTN レイヤの試験においては、アラームとエラーについてすべての標準的な OTN レイヤを試験することが重要です。これは多くの場合、PRBS (Pseudo Random Binary Sequence) ペイロードを使用して行われます。これは、一般に BERT (Bit Error Rate Test) と呼ばれています。

BER (Bit Error Ratio) は、通信事業者の顧客に影響を与えている問題の可能性に関する優れた指標ではありますが、完全な試験を行い、より高いレベルのレイヤ (顧客のトラフィックのレイヤ) についての詳細な情報を得るには、このより高いレベルのレイヤについても試験を行うことがさらに重要です。

以下の「エラーをいくつかの方法で報告」、「TCM の理解」および「標準的な BER 試験」の 3 つのセクションで、OTN ネットワークを試験するための、従来型の BERT 手法の一部について説明します。より高度な試験については、より高いレベルのレイヤを試験するためのいくつかの方法と、OTN あるいはより高いレベルのレイヤを原因とするエラーのトラブルシューティングの方法を詳細に説明している、当社のアプリケーションノート「[OTN ネットワークの分割と高度な試験](#)」をご参照ください。

エラーをいくつかの方法で報告

あるネットワークエレメントがエラーに正しく反応しているかどうかは、2 ポートを持ったテストを 2 つのネットワークエレメント間に挿入しモニタリングすることにより確認できます。図 2 に、OTN ネットワーク用のデュアルポート 10 Gbps 接続を示します。テストをパススルー (またはオーバーライト機能付きパススルー) モードでインラインに配置することにより、このタイプの試験がサポートされます。この構成を使用することで、トラフィックの両方向を観測し、あるエレメントが異なるエラー条件に正しく反応しているかどうかを評価することができます。たとえば、SM-AIS (Section Monitoring - Alarm Indication Signal) アラームが図 3 (上) に示すように A から B の方向で挿入された場合、SM-BDI (Section Monitoring - Backward Defect Indication) アラームが図 3 (下) に示すように逆方向でネットワークエレメントからレポートが返されます。これらはいずれも SM レイヤ上にあることにも注目が必要です。PM-CSF (Path Monitoring - Client Signal Fail) エラーが A から B の方向で挿入された場合は、PM-BDI エラーが逆方向の B から A までレポートが返されます。SM レイヤは OTU レイヤの一部であることからコアネットワークで問題となっている可能性がきわめて高く、上記のような異なるレイヤに注目する必要があります。他方で、PM レイヤは ODU レイヤの一部であることから、エンドユーザの回線と直接関連を持つ場合が多くあります。

TCM の理解

OTN では、SDH/SONET (Synchronous Digital Hierarchy/Synchronous Optical Network) の実装と比較して、TCM (Tandem Connection Monitoring) の強化がいくつか実装されました。主な違いの 1 つは TCM をシングルレイヤから 6 レイヤのシステムにしたことにより、はるかに柔軟な実装が可能になりました。例を以下に示します。TCM1-BDI エラーの受信は、ペイロードまたはオーバーヘッドのエラーを示している場合があります。ペイロードがエラーなして受信された場合、オーバーヘッドの一部が破損している可能性を示しています。これが TCM1 (最下位のレイヤ) の中である場合は、それはまた TCM2 エラーまたはより上位のレイヤのエラーよりもはるかに重大です。注目すべき点は、標準では TCM レイヤをどのように設定すべきかを定義しておらず、このため各 TCM レイヤへのエラーの影響は各通信事業者がどのように定義するかによって依存していることです。



図 2. 10 Gbps デュアルポート接続



図 3. デュアルポート BERT におけるアラームの挿入と検出



図 4. OTU 送信オーバーヘッド



図 5. OTU TCM 受信アラームとエラー

6つの TCM レイヤそれぞれにおいてアラームとエラーを完全に処理できる機能に加え、図 4 に示すようにオーバーヘッドを完全に編集できる柔軟性があることも重要です。これにより、エンジニアはすべてのレベルでアラームとエラーを挿入し、各ネットワークエレメントが正しく反応していることをネットワーク内のそのレイヤに基づいて確認することができます。

各 TCM レイヤですべてのアラームとエラーを確認する機能により、エンジニアは主要な領域、たとえばネットワークのどの箇所が問題の原因となっているか、あるいはエラーの方向まで、迅速に特定できるようになります。一例として考えられるのは、送信中のネットワークエレメントとネットワーク機器の受信機ポートの間でアラインメント問題を示す IAE (Incoming Alignment Error) が発生し、同時に IAE を受信しているネットワークエレメントから BIAE (Backward IAE) が送信されて、遠端のネットワークエレメントに元の IAE について通知するような場合です。図 5 に、ネットワークのトラブルシューティング中のエンジニアをサポートするアラームと領域のタイプの例、および関連する TCM レイヤを選択する機能を示します。

標準的な BER 試験

新たなリンクの通常の疎通試験は、BERT を実行することです。ネットワークが最終的に使用することになるものと同じマッピングを使用してこの試験を実行することが重要です。たとえば、OTU2 (10 Gbps) ネットワークが最終的に ODUflex ペイロードを搬送することになる場合、このネットワークでの実装が予定されている最小の ODUflex フレームサイズでこのネットワークを試験するのが理想的です。これが未知の場合は、1.25 Gbps ODUflex にマッピングされた構成内で BERT を実行するのが最も安全な解決策です。これが利用可能な最小のフレームサイズであるためです。このマッピングを図 6 に示します。

試験の開始前に、テストが正しく接続され、オーバーヘッドの全領域が動作していることを把握するのが必要です。これを行うため、エンジニアは通常ネットワーク上のすべてのアラームとエラーの現状をすばやく確認します。図 7 は、どのようにすべてのオーバーヘッドが画面上で確認できるかを示しています。テストは、ODUflex ネットワークと相互運用するように構成されているため、ODUflex レベルのアラームおよびエラーと同様に、ベースの ODU2 アラームおよびエラーの両方を確認することができます。このように、深いレベルの情報をすばやく把握することにより、長期の試験の開始前に、エンジニアはテストとネットワークエレメントが最上位のレイヤに至るまで正しく設定されていることを確認できます。

試験が始まると、図 8 に示すように、試験中の特定のタイムフレームでの試験のユーザがトータルカウントとレシオを視認可能な形式で、すべてのアラームとエラーが明確に確認することが重要です。このようにして、全試験時間中に記録されたアラームとエラーに関する詳細と、それらが試験中継続的に発生したのか、あるいは短時間内ですべて一度に発生したのかを理解できます。エンジニアは、この情報を元にトラブルシューティングの方向性を迅速に判断することができます。もちろん、合否の表示のみならず、SES (Severely Errored Seconds) や BBE (Background Block Error) などの標準化されたアラームやエラーの情報を確認することにより、ネットワーク性能を関連基準との対比で理解することも重要です。

- SES は 15% を超えるブロックでエラーがある場合、または欠損が 1 秒内に検知された場合に発生します。
- BBE は SES でないブロックでエラーがあるものが 1 秒内に検知された場合に発生します。

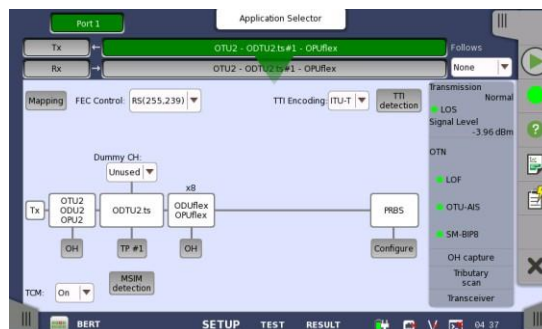


図 6. ODUflex 送信セットアップ

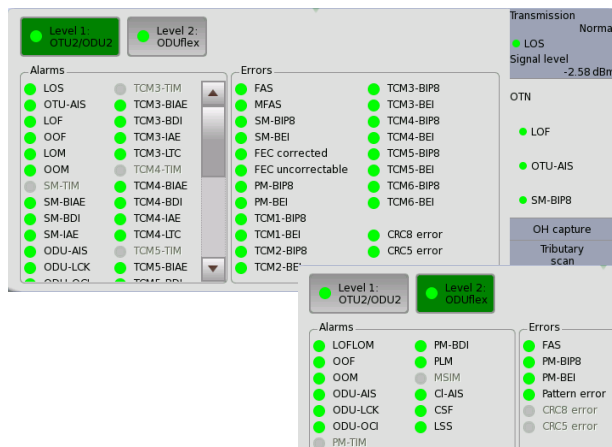


図 7. ODUflex アラームとエラー

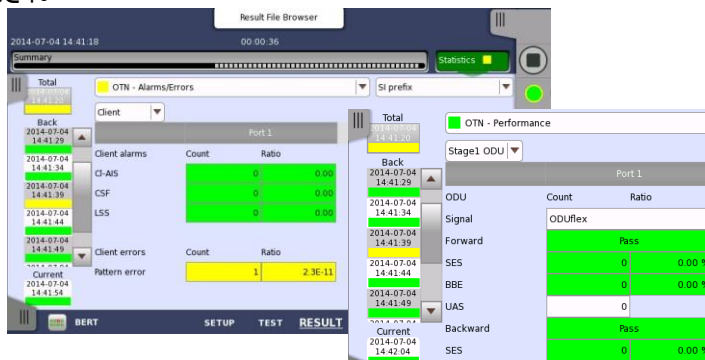


図 8. ODUflex BERT 結果

BERT の継続時間は通信事業者の基準と手順に従いますが、複数日にわたる試験もめずらくはありません。最長 7 日間実行される試験もあります。だいたい 15 分、1 時間、2 時間、24 時間、7 日間のブロックで実施されることが多いです。

まとめ

OTN は現代の通信事業者に大きな利益をもたらし、エンドユーザにとって OTN がより身近なものになるという動きが急速に進んでいます。こうした動向を踏まえ、通信事業者はネットワークの変化に伴う手法と機器の進化を検証し、これまでと同じサービス品質と問題解決にかかる時間を保証する必要があります。MT1000A/MT1100A を使用することで、OTN ネットワークの問題点を簡単に解析することができるため、試験現場での問題解決をスムーズに行うことができます。

MT1000A オーダリングインフォメーション

本体	
MT1000A	ネットワークマスタプロ
モジュール	
MU100010A	10G マルチレートモジュール
MU100011A	100G マルチレートモジュール
オプション	
MU100010A-001	2.7G 以下 デュアルチャネル
MU100010A-051	OTN 10G シングルチャネル
MU100010A-052	OTN 10G デュアルチャネル
MU100011A-001	10G 以下 シングルチャネル
MU100011A-003	10G 以下 デュアルチャネル
MU100011A-053	OTN 40G シングルチャネル
MU100011A-055	OTN 100G シングルチャネル

MT1100A オーダリングインフォメーション

本体	
MT1100A	ネットワークマスタフレックス
モジュール	
MU110010A	10G マルチレートモジュール
MU110011A	100G マルチレートモジュール
MU110013A	40/100G アドバンスドモジュール
電源モジュール	
MU110001A	バッテリー/AC 電源モジュール
MU110002A	AC 大容量電源モジュール
オプション	
MU110010A-001	2.7G 以下 デュアルチャネル
MU110010A-051	OTN 10G シングルチャネル
MU110010A-052	OTN 10G デュアルチャネル
MU110011A-001	10G 以下 シングルチャネル
MU110011A-003	10G 以下 デュアルチャネル
MU110011A/13A-053	OTN 40G シングルチャネル
MU110011A/13A-054	OTN 40G デュアルチャネル
MU110011A/13A-055	OTN 100G シングルチャネル
MU110013A-056	OTN 100G デュアルチャネル

追加文献

OTN についてのアプリケーションノート

「[OTN ネットワークの分割と高度な試験](#)」

異なるネットワークレイヤにまたがる試験と、トラブルシューティングの方法

参考

ITU-T G.709 (Interfaces for the optical transport network)

<http://www.itu.int/rec/T-REC-G.709>

略語リスト

略語	定義
ADM	Add/Drop Multiplexer
AIS	Alarm Indication Signal
BBE	Background Block Error
BDI	Backward Defect Indication
BEI	Backward Error Indication
BER	Bit Error Ratio
BERT	Bit Error Rate Test
BIAE	Backward Incoming Alignment Error
CSF	Client Signal Fail
FEC	Forward Error Correction
FTFL	Fault Type Fault Location
IAE	Incoming Alignment Error
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector
OCh	Optical Channel

略語	定義
ODU	Optical channel Data Unit
OMS	Optical Multiplex Section
OPU	Optical channel Payload Unit
OTN	Optical Transport Network
OTS	Optical Transmission Section
OTU	Optical Transport Network
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PM	Path Monitoring
PRBS	Pseudo Random Binary Sequence
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SES	Severely Errored Seconds
SM	Section Monitoring
SONET	Synchronous Optical NETwork
TCM	Tandem Connection Monitoring

アンリツ株式会社

<http://www.anritsu.com>

本社 〒243-8555 神奈川県厚木市恩名5-1-1 TEL 046-223-1111
厚木 〒243-0016 神奈川県厚木市田村町8-5
計測器営業本部 TEL 046-296-1202 FAX 046-296-1239
計測器営業本部 営業推進部 TEL 046-296-1208 FAX 046-296-1248
仙台 〒980-6015 宮城県仙台市青葉区中央4-6-1 住友生命仙中央ビル
計測器営業本部 TEL 022-266-6134 FAX 022-266-1529
名古屋 〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19 住友生命名古屋ビル
計測器営業本部 TEL 052-582-7283 FAX 052-569-1485
大阪 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1-23-101 大同生命江坂ビル
計測器営業本部 TEL 06-6338-2800 FAX 06-6338-8118
福岡 〒812-0004 福岡県福岡市博多区榎田1-8-28 ツインスクエア
計測器営業本部 TEL 092-471-7656 FAX 092-471-7699

ご使用の前に取扱説明書をよくお読みのうえ、正しくお使いください。

1602

■カタログのご請求、価格・納期のお問い合わせは、下記または営業担当までお問い合わせください。
計測器営業本部 営業推進部

☎ TEL: 0120-133-099 (046-296-1208) FAX : 046-296-1248
受付時間 / 9 : 00 ~ 12 : 00、13 : 00 ~ 17 : 00、月 ~ 金曜日 (当社休業日を除く)
E-mail : SJPost@zy.anritsu.co.jp

■計測器の使用法、その他については、下記までお問い合わせください。
計測サポートセンター

☎ TEL: 0120-827-221 (046-296-6640)
受付時間 / 9 : 00 ~ 12 : 00、13 : 00 ~ 17 : 00、月 ~ 金曜日 (当社休業日を除く)
E-mail : MDVPOST@anritsu.com

■本製品を国外に持ち出すときは、外国為替および外国貿易法の規定により、日本国政府の輸出許可または役務取引許可が必要となる場合があります。
また、米国の輸出管理規則により、日本からの再輸出には米国商務省の許可が必要となる場合がありますので、必ず弊社の営業担当までご連絡ください。