



Empowered by Innovation **NEC**

MPLS Japan 2010

# OTNのアプリケーション

2010年 11月 1日  
日本電気株式会社  
光ネットワーク事業部  
松田 修

# 自己紹介

---

## ■ 経験した仕事

- SDH ADMの企画・開発
  - ・ 高速側インタフェースがSTM-4(622Mbps)
- DSLAMの企画・開発
  - ・ ADSL立ち上がり期
  - ・ ATMを扱う経験
- DWDM製品の企画・開発
  - ・ 光伝送部分より、電気処理部分(多重トランスポンダなど)を担当
- パケットトランスポート製品の企画

SDH: Synchronous Digital Hierarchy

ADM: Add-Drop Multiplexer

DSLAM: Digital Subscriber Line Access Multiplexer

ATM: Asynchronous Transfer Mode

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing

# 目次

---

- トランスポートネットワーク技術
- OTNのアプリケーション
- OTNとMPLS-TPの比較
- まとめ

# ■ トランスポートネットワーク技術

# トランスポートネットワークとは？

---

## ITU-Tにおける定義

- Transport network: The functional resources of the network which conveys user information between locations.  
[ITU-T G.805 (2000) “Generic functional architecture of transport networks“]
- ユーザ情報を、異なる地点間で、運ぶネットワーク機能リソース

## IETFでは

- A Transport Network provides transparent transmission of user traffic between attached client devices by establishing and maintaining point-to-point or point-to-multipoint connections between such devices.  
[RFC5921 (Jul/2010): "A Framework for MPLS in Transport Networks“]
- トランスポートネットワークは、接続されたクライアント装置間で、ユーザトラフィックを透過的に伝送する。

トランスポートネットワークとは、「ユーザ(クライアント)情報を異なる地点間で伝送するネットワーク」。

# トランスポートネットワークに対する要件

---

## 信頼性が高いこと

- 障害回復機能を持つこと

## 管理可能なこと

- OAM機能を持つこと

## トラフィックエンジニアリングが可能なこと

- 転送経路を指定できること
- 使用する帯域を管理できること

## 多様なクライアントを転送できること

- スケーラブルであること
- 複数のクライアント信号を多重化して、転送できること

### 参考文献:

F. Huang, X. Yi, H. Zhang, and P. Gong, "Key Requirements of Packet Transport Network Based on MPLS-TP," in Asia Communications and Photonics Conference and Exhibition, Technical Digest (CD) (Optical Society of America, 2009), paper ThFF2.

# トランスポートネットワークに使われる技術

## トランスポートネットワークに使われる技術の名称と定義している団体

略号	名称	定義団体
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	ITU-T
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	ITU-T
ATM	Asynchronous Transfer Mode	ITU-T, ATM Forum
OTN	Optical Transport Network	ITU-T
MPLS-TP	MPLS Transport Profile	ITU-T, IETF

## トランスポートネットワークに使われない技術例

- IP
- LAN環境で使われるEthernet
- SAN (Storage Area Network)技術
- デジタルビデオ信号

# トランスポート技術の比較

トランスポート技術	クライアント信号						信号速度
	PDH	SDH	ATM	OTN	IP	Ethernet	
PDH	○		○		○	○	～E4 (140Mbps)
SDH	○	○	○	△ <sup>1)</sup>	○	○	～STM-256/OC-768 (40Gbps)
ATM	○	○	○		○	○	～STM-16/OC-48 (2.4Gbps)まで
OTN	○	○	○	○	○	○	～OTU4 (112Gbps)
MPLS-TP	○	○ <sup>2)</sup>	○		○	○	～100GbE まで

○: サポート可能

1): ITU-T G.707において、ODUk over VC-4-Xvが定義されている。

2): RFC4842, Synchronous Optical Network/Synchronous Digital Hierarchy (SONET/SDH) Circuit Emulation over Packet (CEP)

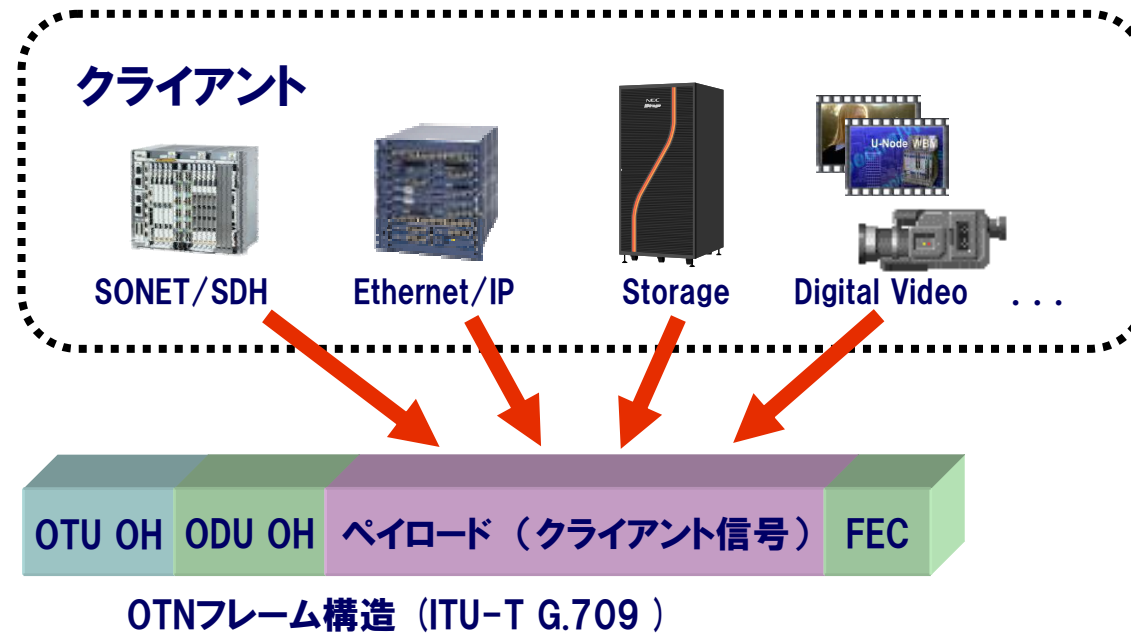
100Gbps時代のトランスポート技術は、OTNあるいはMPLS-TP

- 双方とも、トランスポート技術としての要件は満足



# OTNのアプリケーション

# OTN技術の特徴

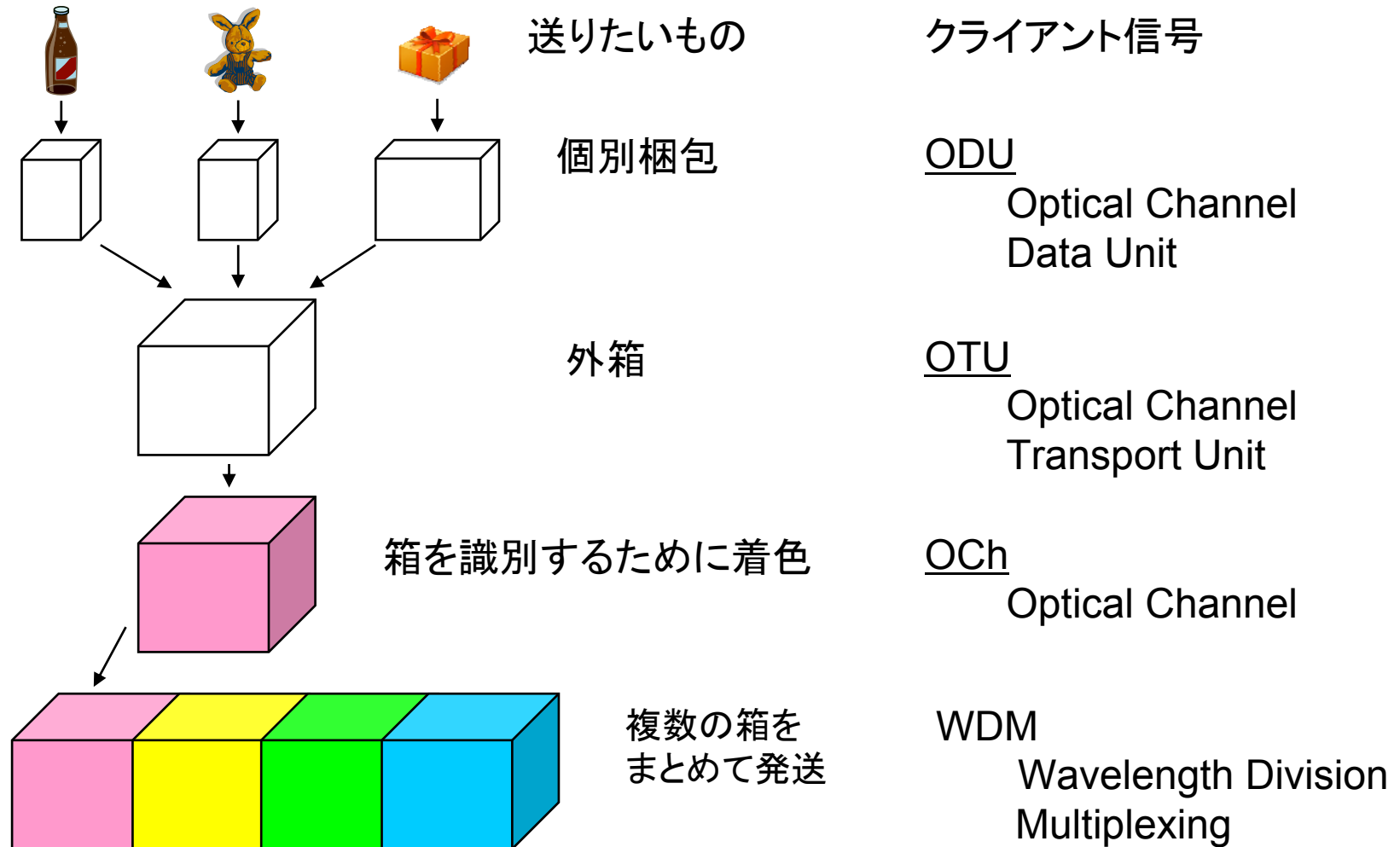


- 多様なクライアントを収容
- SDHと同等のOAM/信頼性
- 大容量トランスペアレントサービス
- 可変長データの収容
- 波長よりも細かい単位での多重
- 強力なエラー訂正 (FEC)

OTN: Optical Transport Network  
OTU: Optical Channel Transport Unit  
ODU: Optical Channel Data Unit  
FEC: Forward Error Correction

# OTN関連用語(Oxx)のイメージ

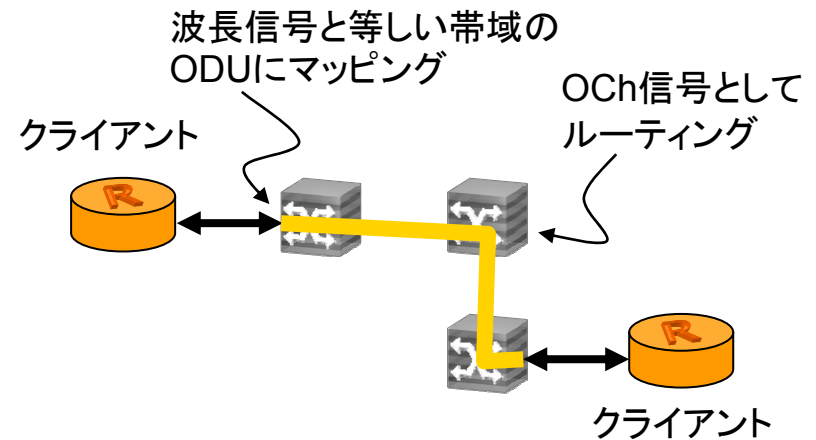
## 貨物梱包との対比で



# OTNアプリケーションの分類

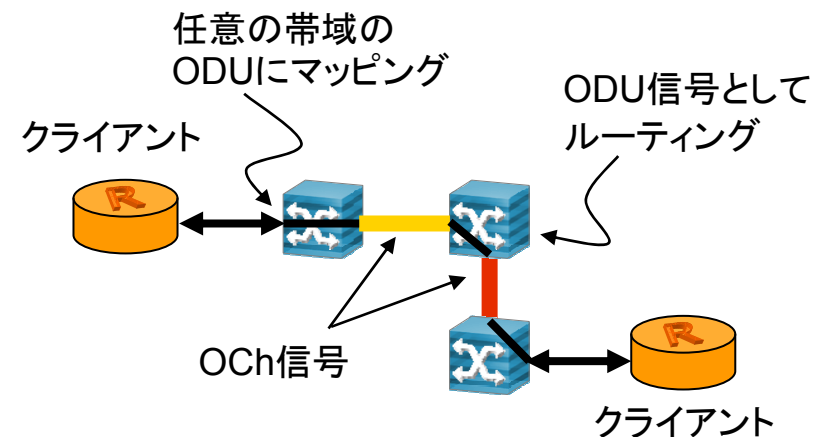
## OCh信号としてのトランスポート

- ひとつのクライアント信号に個別の波長信号を割り当てて、透過的に転送
- ROADM あるいは光クロスコネクタを使ったネットワークを構築





## ODU信号としてのトランスポート

- 複数のクライアントをひとつの波長信号に多重化して転送
- ODUクロスコネクタを使ったネットワークを構築



OCh: Optical Channel, ODU: Optical Channel Data Unit  
ROADM: Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexer

 : 光クロスコネクタ

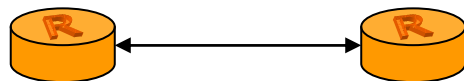
 : ODUクロスコネクタ

# OTNのアプリケーション (1): OCh信号トランスポート

主にWDM伝送時に、以下を実現

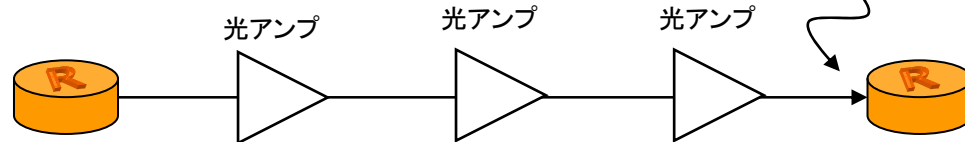
- 波長信号を管理
- FEC (Forward Error Correction)によるエラーフリー転送

40Km程度までであれば、  
10GbEの直接接続可能

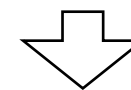


10GBASE-ER  
~40km

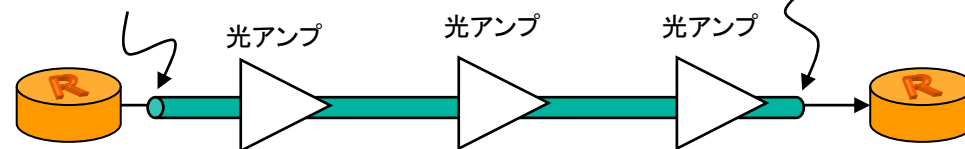
数百Kmの光アンプ中継伝送




受信端でのエラー発生要因  
・光アンプが発生する光雑音  
・ファイバによる波形歪



OTNフレームへのマッピング



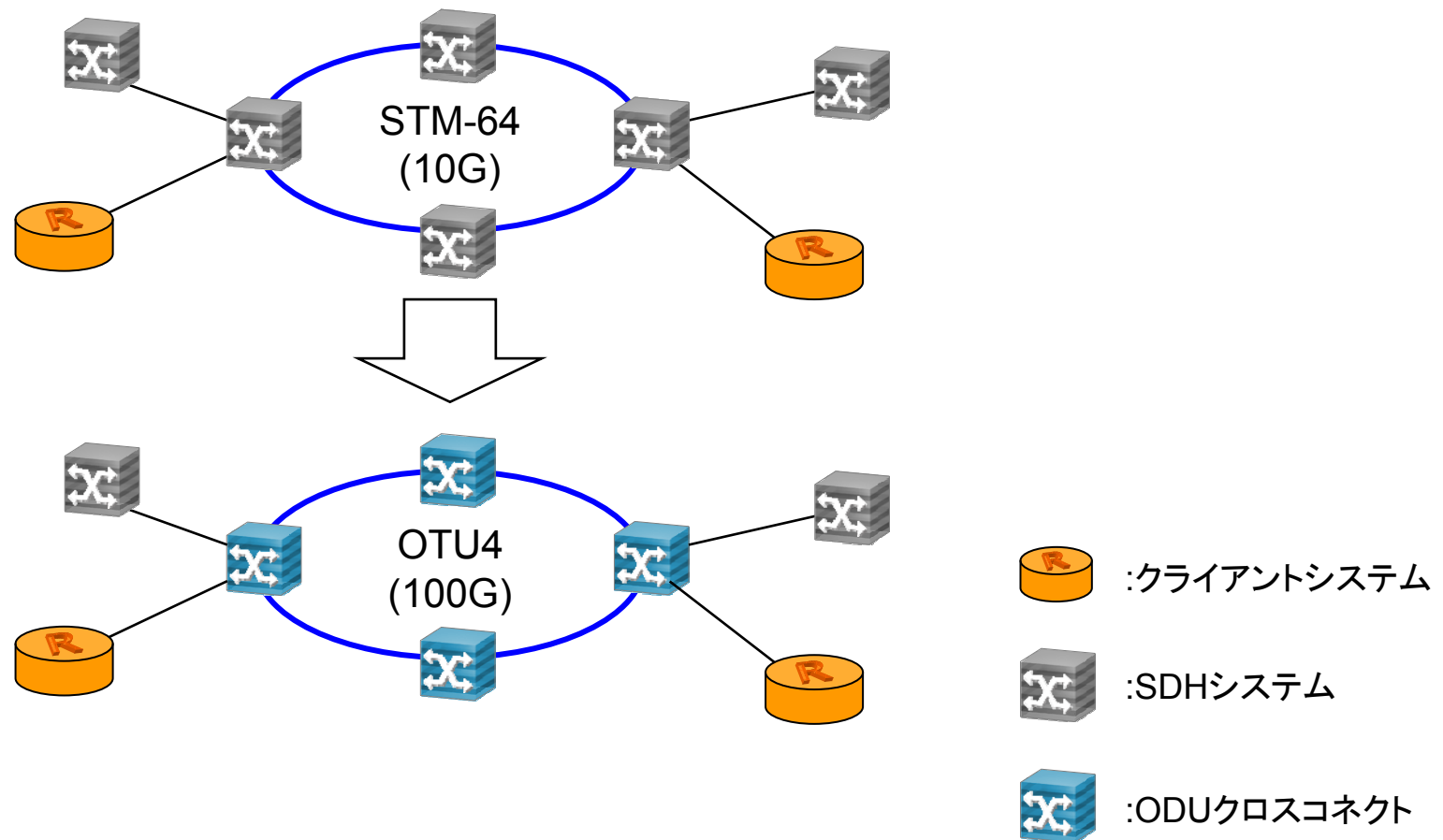
エラー訂正により、  
クライアント間は  
エラーフリー転送

 :クライアントシステム

# OTNのアプリケーション (2): SDHトランスポートの置き換え

従来のトランスポート技術 (SDH) を置き換えるアプリケーション

- 大容量化のために、例えば、10G SDHを100G OTNに置き換え



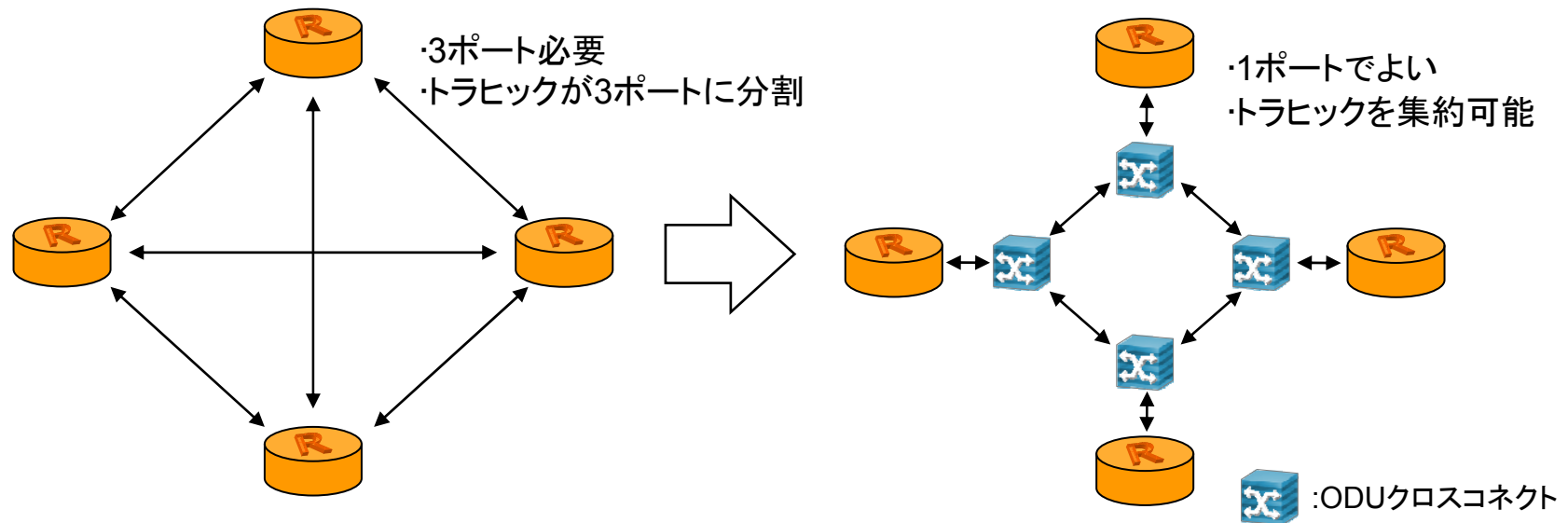
# OTNのアプリケーション (3): IPルータの効率的利用

## ルータ間を直接接続する構成の課題

- 接続するルータごとにポートが必要となる。
- トラフィックが複数のポートに分割されて、使用率が小さくなる場合がある。

## ODUクロスコネクを用いることによる解決

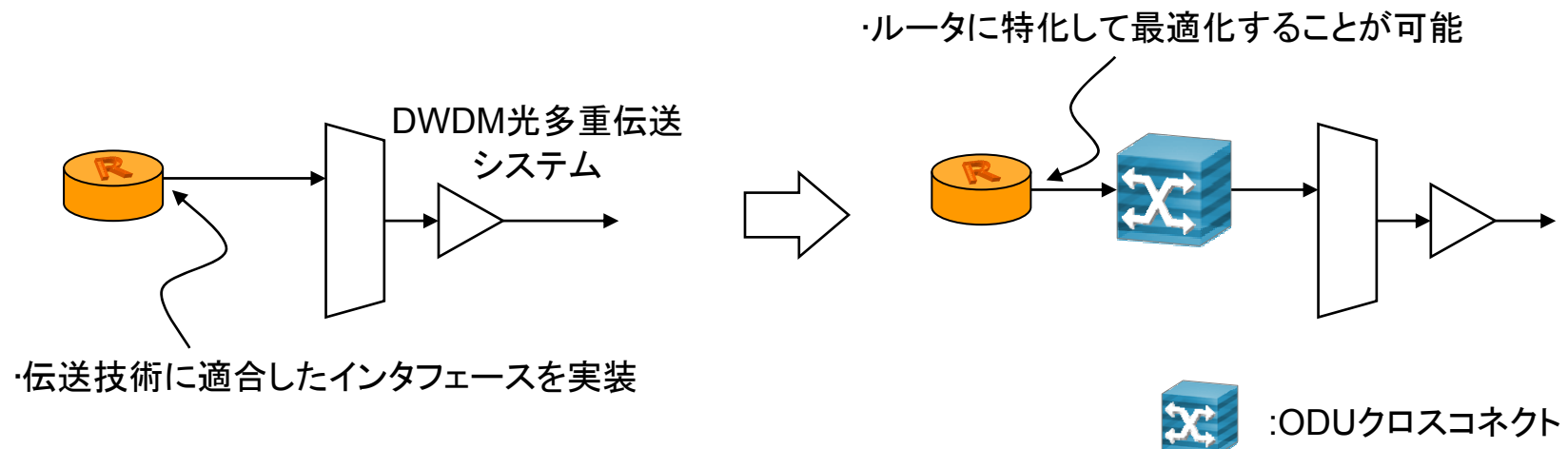
- ルータのポート数を減らすことができる。
- ルータのポート使用率を高めることができる。



# OTNのアプリケーション (4): インタフェース分離

## クライアントインタフェース技術とトランスポート技術との分離

- クライアントインタフェース技術
  - ・ ラインカード上でのポート密度を最大化
  - ・ 小型化、低消費電力化を指向
- トランスポート技術
  - ・ ビットあたり、距離あたりのコストを最小化
  - ・ 大容量化、長距離化を指向
- OTNを使うと、異なる方向性を持つ技術の間をつなぎ、各々の技術が独自に進展できるようになる。





# OTNとMPLS-TPの比較

# OTNとMPLS-TPの比較

## ODU多重とMPLS-TPを以下の視点で比較

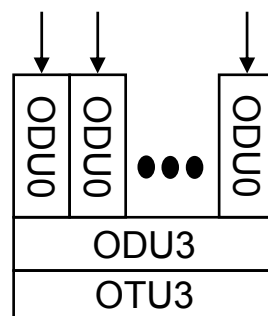
- 伝送路の利用効率＝収容可能なクライアントの数
- ノードにおける遅延時間

## 収容可能なクライアント数比較

- ネットワークモデル
  - クライアントの種類:GbE
  - 伝送路:OTU3 (43Gbps)
- パラメータ
  - クライアントの packets 長 (固定長を仮定)
  - クライアントの使用率

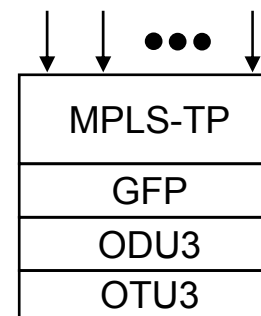


クライアント: GbE



ODU多重

クライアント: GbE



MPLS-TP

GFP: Generic Framing Procedure

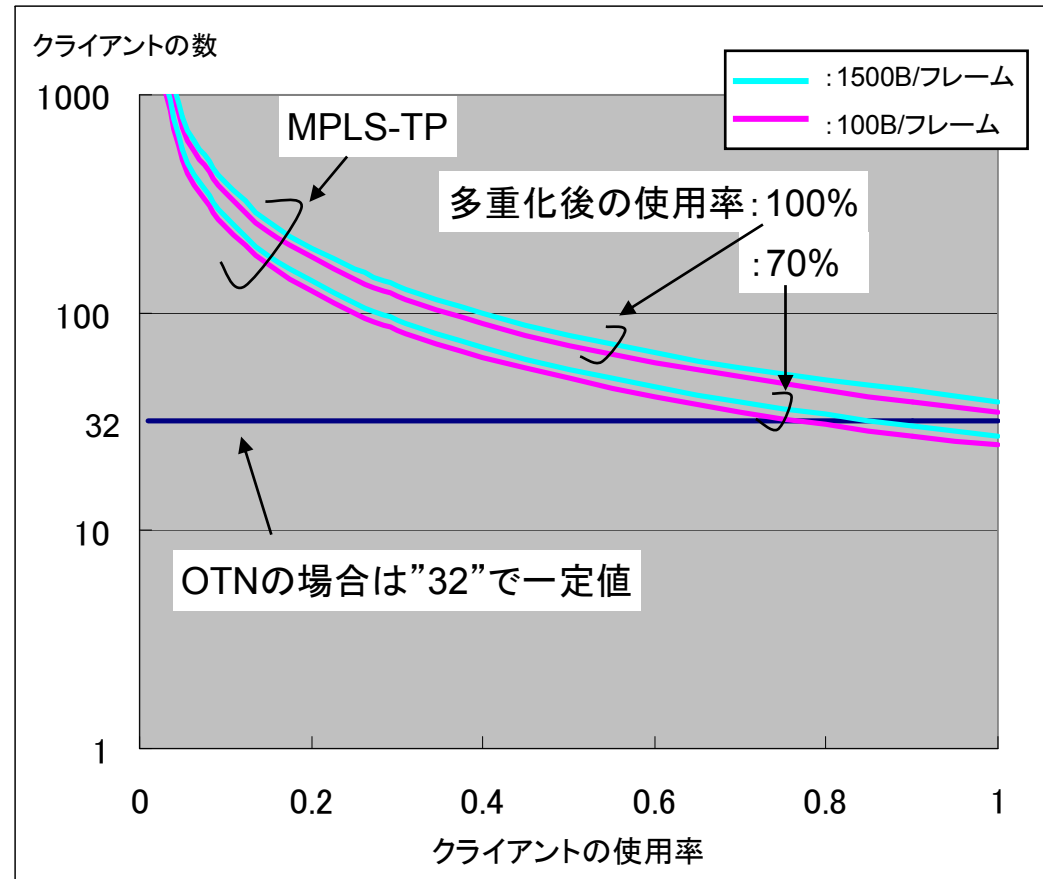
# 収容可能なクライアント数比較

## OTNの場合

- GbE→OPU0→ODU0  
→ODU3→OTU3
- ODU3に32個のODU0を収容可能
- クライアントの使用率に依存せず、一定値(32)となる。

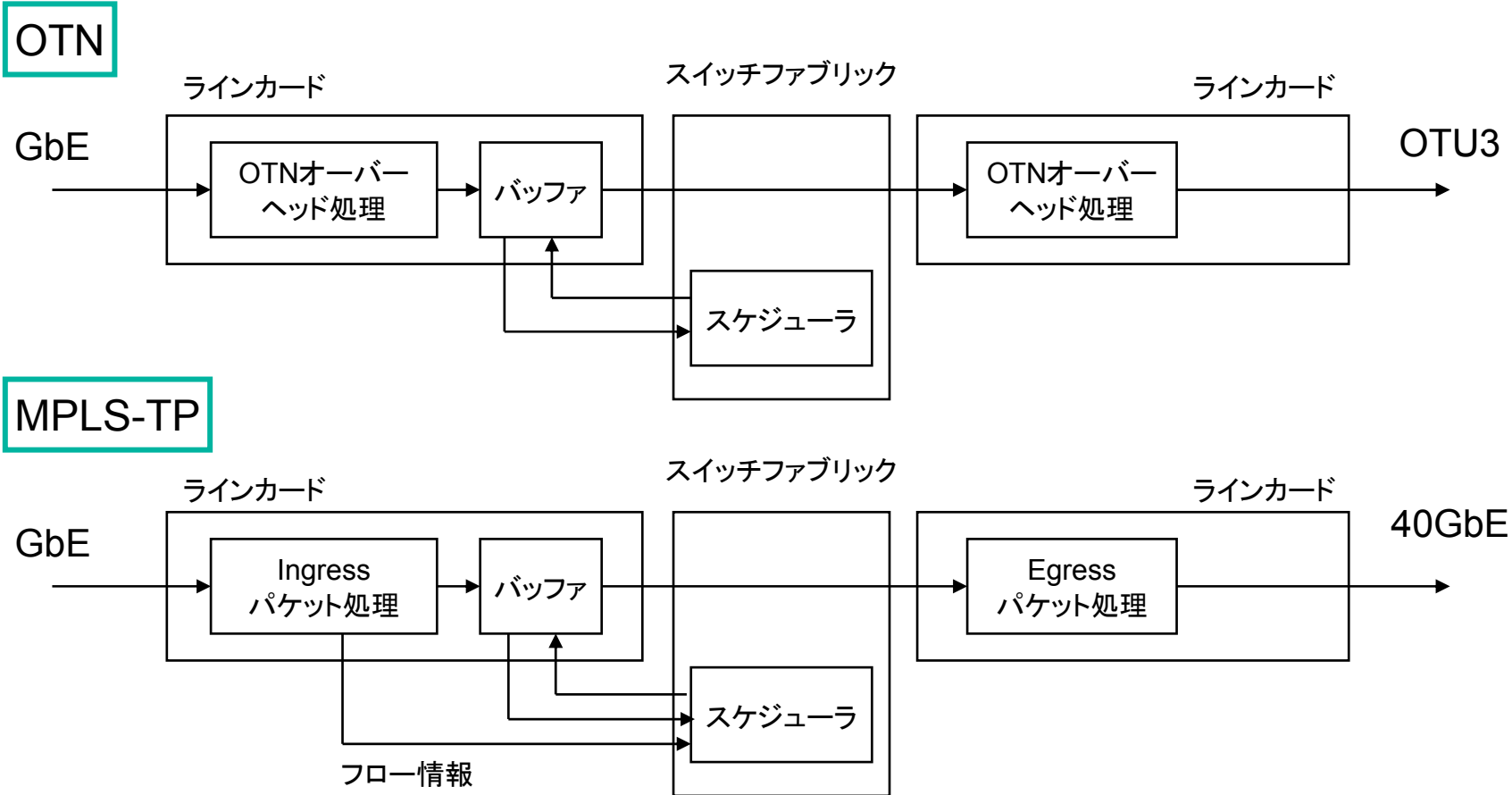
## MPLS-TPの場合

- クライアントを識別するラベル(4バイト)を付加
- その後、ODU3にGFPでマッピング(GFP OH:8バイト)
- 条件に応じて、収容可能なクライアント数が決まる。



使用率が低い場合には、MPLS-TPのほうが、クライアントの収容効率が高い。

# 遅延時間の比較:モデル



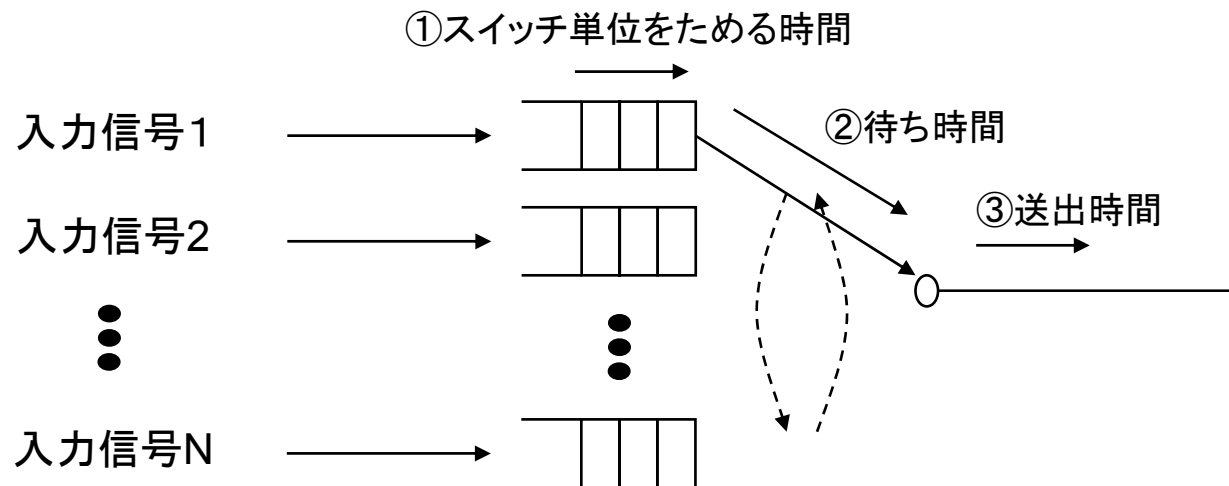
遅延時間 = ラインカードでの処理時間 + スイッチ時間

スイッチ時間を比較

# スイッチ部分のモデル

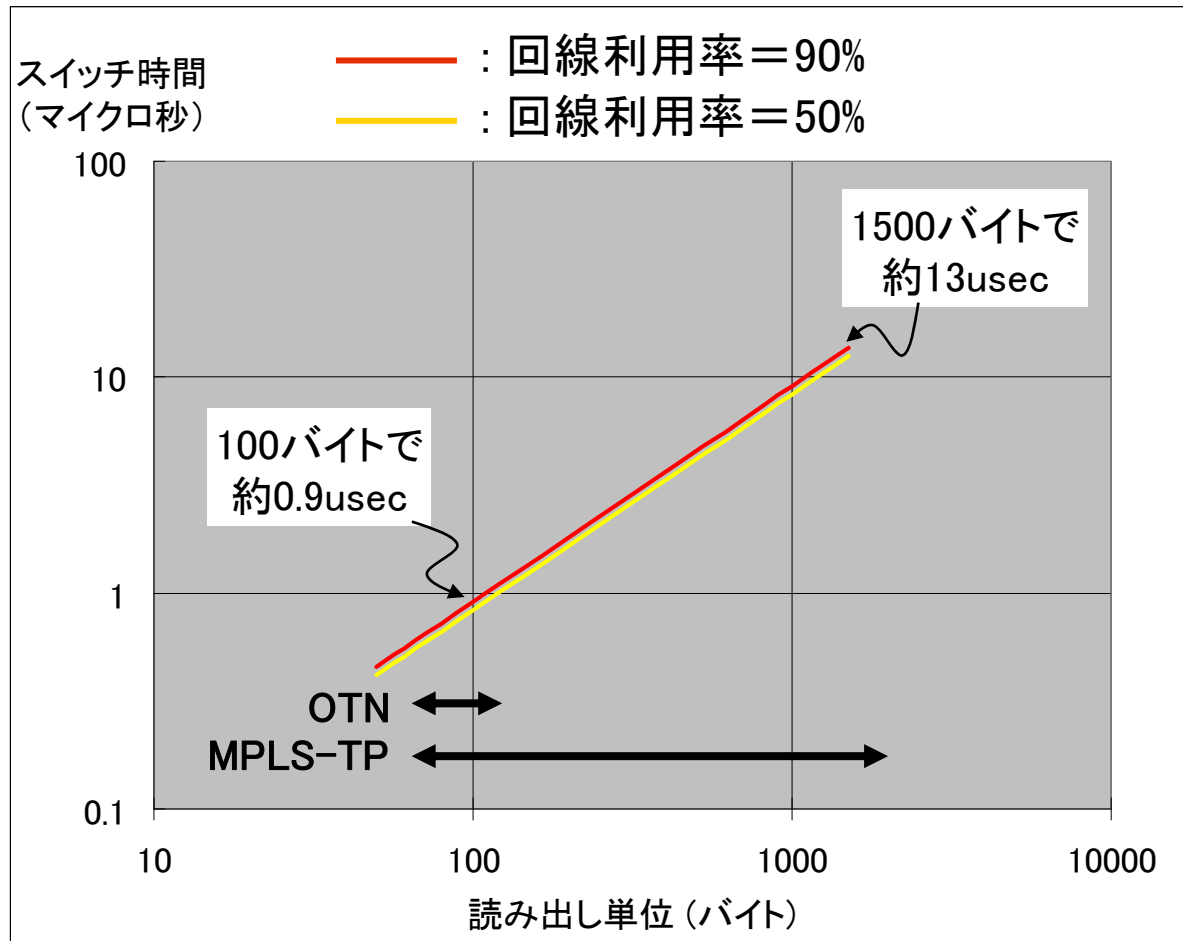
OTNでもMPLS-TPでも、入力された信号をバッファリングし、スケジュールされた順番に従って、読み出していく。

スイッチ時間 = ①バッファリング時間 + ②待ち時間 + ③送出時間



- OTNの場合には、ODUごとの処理となる。
  - OIFでの議論では、ODU0で100バイト程度のサイズで検討中
- MPLS-TPの場合には、パケット単位に読み出す。
  - MACフレーム(46～1500バイト) + MPLSラベル(4バイト)

# 遅延時間(スイッチ時間)の比較



- 入力速度: 1Gbps

- 出力速度: 40Gbps

- スイッチ時間時間  
=バッファリング時間  
+待ち時間  
+送出時間

- 待ち時間と送出時間は、  
M/D/1モデルで計算

OTNのほうがスイッチ時間が小さい場合がある。

- 小さな読み出し単位で扱うことができるため

# 比較結果サマリと、各々が適合するアプリケーション

	OTN	MPLS-TP
多重化効率	<ul style="list-style-type: none"><li>● フレーム構造により固定</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 自由度あり</li><li>● OTNよりも効率的な場合がある</li></ul>
ノード遅延時間	<ul style="list-style-type: none"><li>● MPLS-TPよりも小さい場合がある</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● フレーム長に依存</li></ul>
適合するアプリケーション	<ul style="list-style-type: none"><li>● 多重されたトラヒックの転送</li><li>● 長距離伝送</li><li>● トランスペアレント転送</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 変動するトラヒックを多重</li><li>● 多様なQoSを持つサービス</li></ul>

# OTNとMPLS-TPの使われ方

---

## OTNとMPLS-TPとの関係

- 適材適所に選択
- 各々の適用部分は、キャリアごとの事情に依存
  - 既存ネットワーク資産
  - 構築と運用に対する考え方

## システムベンダーとしての取り組み

- OTNとMPLS-TPの双方をサポート
- OTN: 高速・大容量トランスポート技術
- MPLS-TP: 柔軟でパケットに適したトランスポート技術



## まとめ

- トランスポートネットワーク技術
- OTNのアプリケーション
  - OChトランスポート
  - ODUトランスポート
- OTNとMPLS-TPを比較
  - 各々の得意領域の整理
  - ベンダーとしての取り組みをご紹介

Empowered by Innovation

**NEC**