

# 広域ネットワークを支える 光トランスポートネットワーク向け SDN技術の紹介

宮部 正剛

富士通株式会社

- 背景
- Software Defined Networking (SDN)とは
- 光トランスポートネットワークでのSDN
- 光トランスポートSDNの取り組み
- OSSのご紹介
- まとめ

- 背景
- Software Defined Networking (SDN)とは
- 光トランスポートネットワークでのSDN
- 光トランスポートSDNの取り組み
- OSSのご紹介
- まとめ

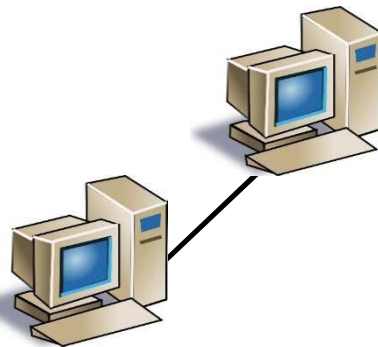
# ネットワークトラフィックの多様化

過去



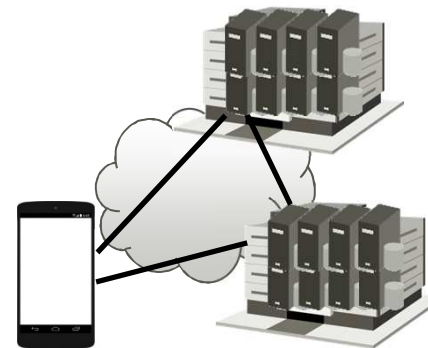
単一サービス  
帯域 小

現在

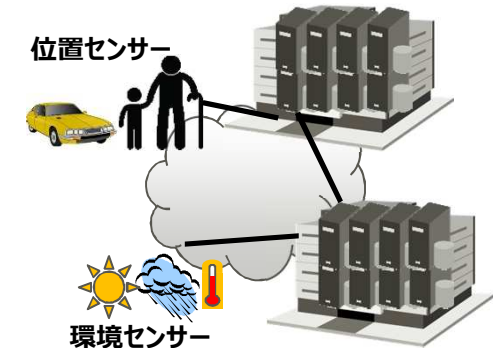


テキスト, 静止画, 動画  
帯域 小 → 大

将来



DC間通信 帯域 さらに大  
端末との通信 帯域 小

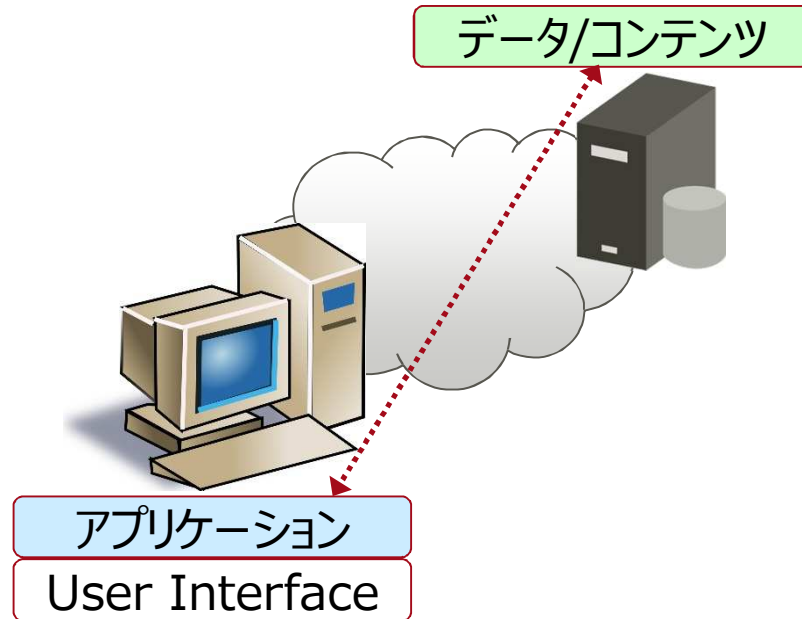


センサーとの通信  
帯域 さらに小

トラフィックは多様化しており、多様なサービスが要求されている

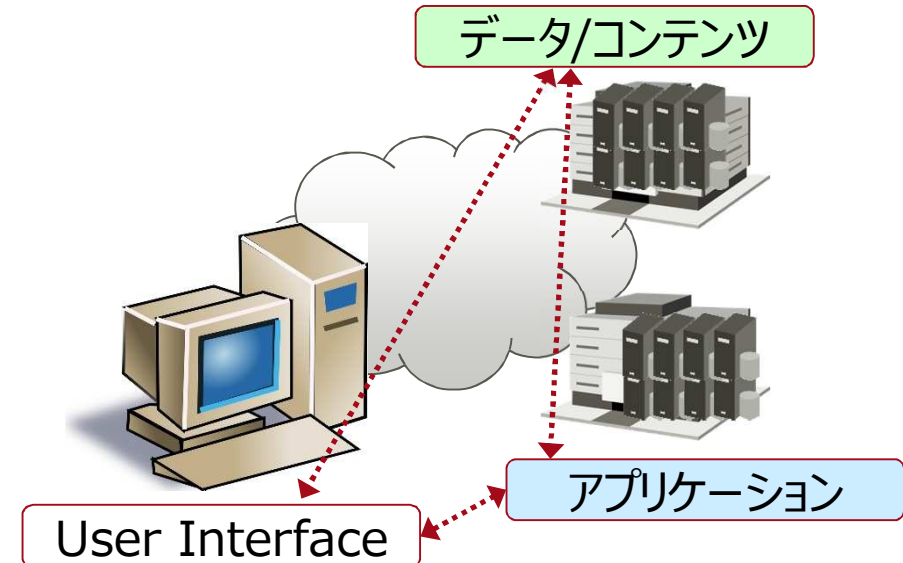
# クラウドコンピューティング時代の到来

## クラウド以前



データ/コンテンツはネットワーク経由で獲得  
ローカルのアプリケーションで処理

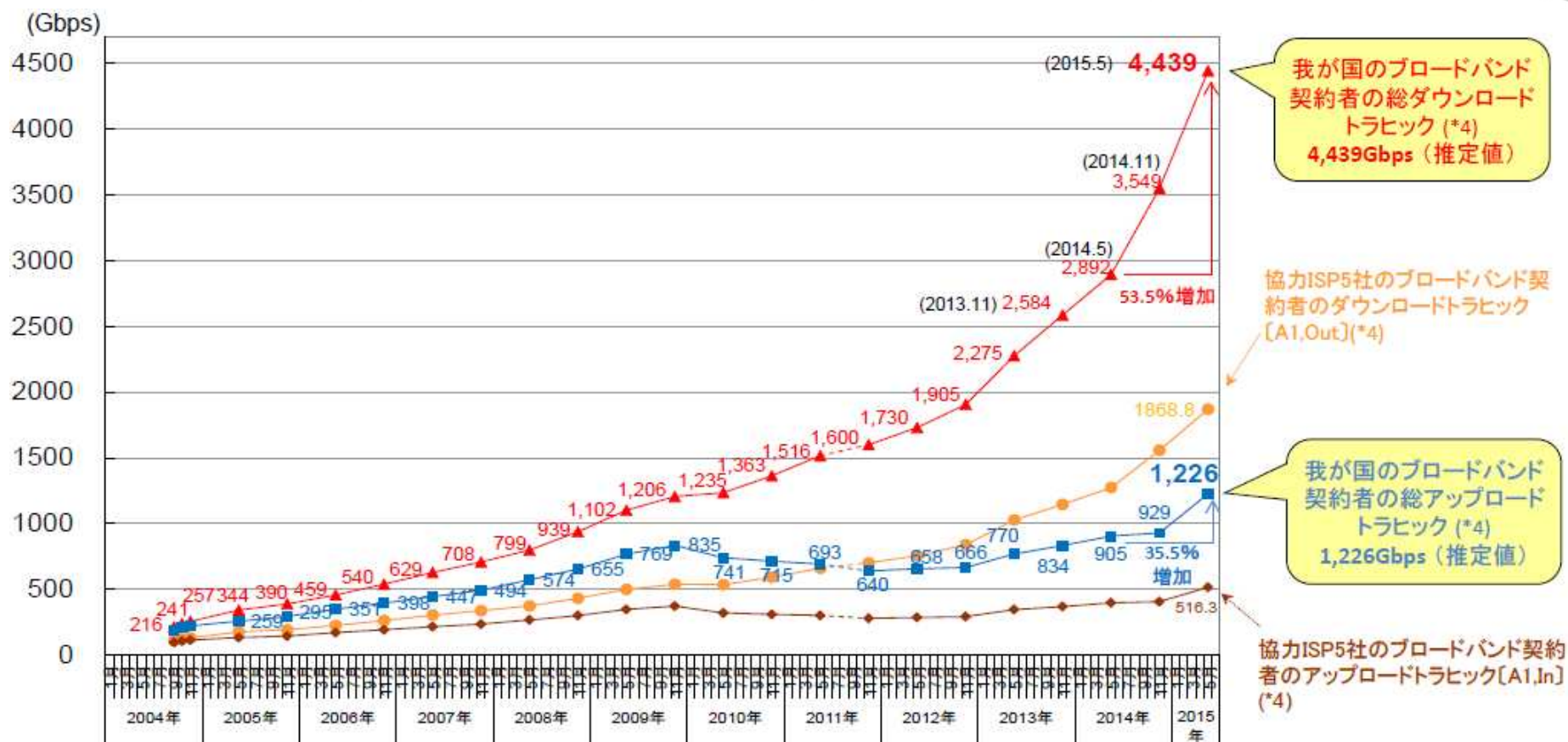
## クラウド時代



ネットワークとクラウドが協調して  
アプリケーションをサポートする

「データを運ぶネットワーク」から「アプリケーションの基盤としてのネットワーク」へ

# トラフィックの増加



(\*1) FTTH、DSL、CATV、FWA

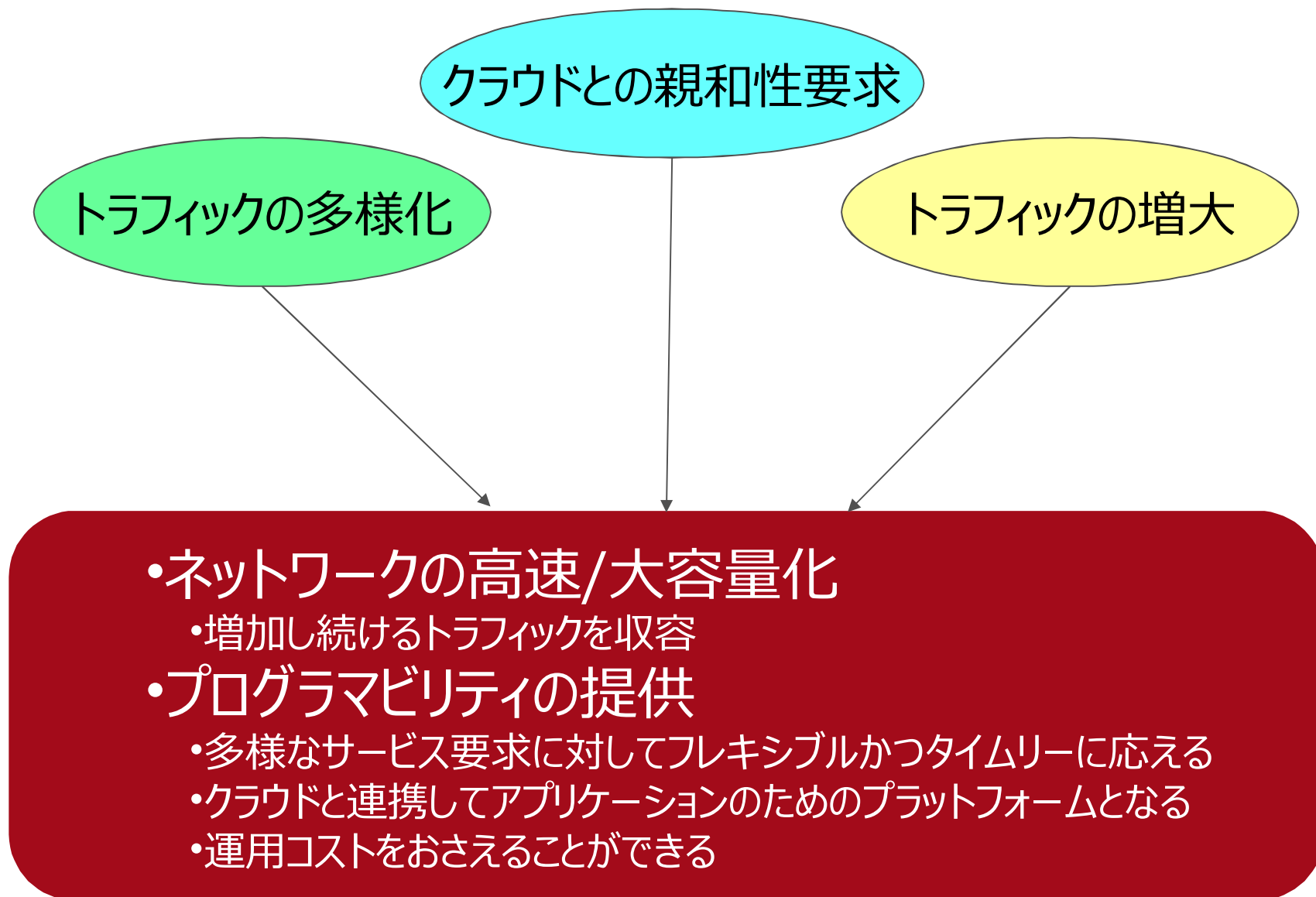
(\*2) 1T=1000G

(\*3) 2007年6月分はデータに欠落があったため除外。2010年12月以前は、主要IX3団体分のトラフィック。

(\*4) 2011年5月以前は、一部の協力ISPとブロードバンドサービス契約者との間のトラフィックに携帯電話網との間の移動通信トラフィックの一部が含まれていたが、当該トラフィックを区別することが可能となったため、2011年11月より当該トラフィックを除く形でトラフィックの集計・試算を行うこととした。

出典：「我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計結果(平成27年5月分)」, 2015/9/30, 総務省

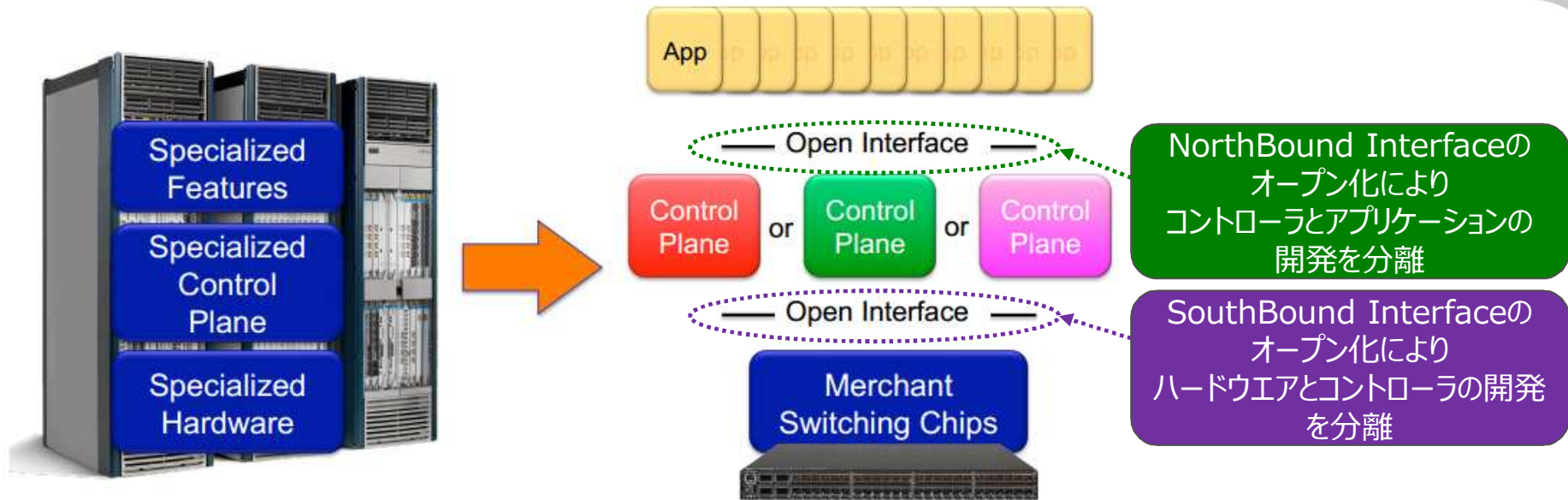
契約数はそれほど増えておらず、自動化によるコスト圧縮が必要。



- 背景
- Software Defined Networking (SDN)とは
- 光トランスポートネットワークでのSDN
- 光トランスポートSDNの取り組み
- OSSのご紹介
- まとめ



# Software Defined Networking (SDN)



Vertically integrated  
Closed, proprietary  
Slow innovation

Horizontal  
Open interfaces  
Rapid innovation

“How SDN will shape networking”,  
Nick McKeown,  
1<sup>st</sup> Open Networking Summit (2011/10)

## ■ SDNで何が変わるか？

- ネットワーク制御の進化が加速 → ハード開発とソフト開発の分離によりソフトの進化が高速化
- ネットワーク利用の容易化（オンデマンド） → 制御機能の進化による、設定自動化
- ネットワークの使い方が多様化 → クラウドとのオーケストレーションによる新たなアプリケーションの創出

「つなぐ」から「使いこなす」ネットワークへ

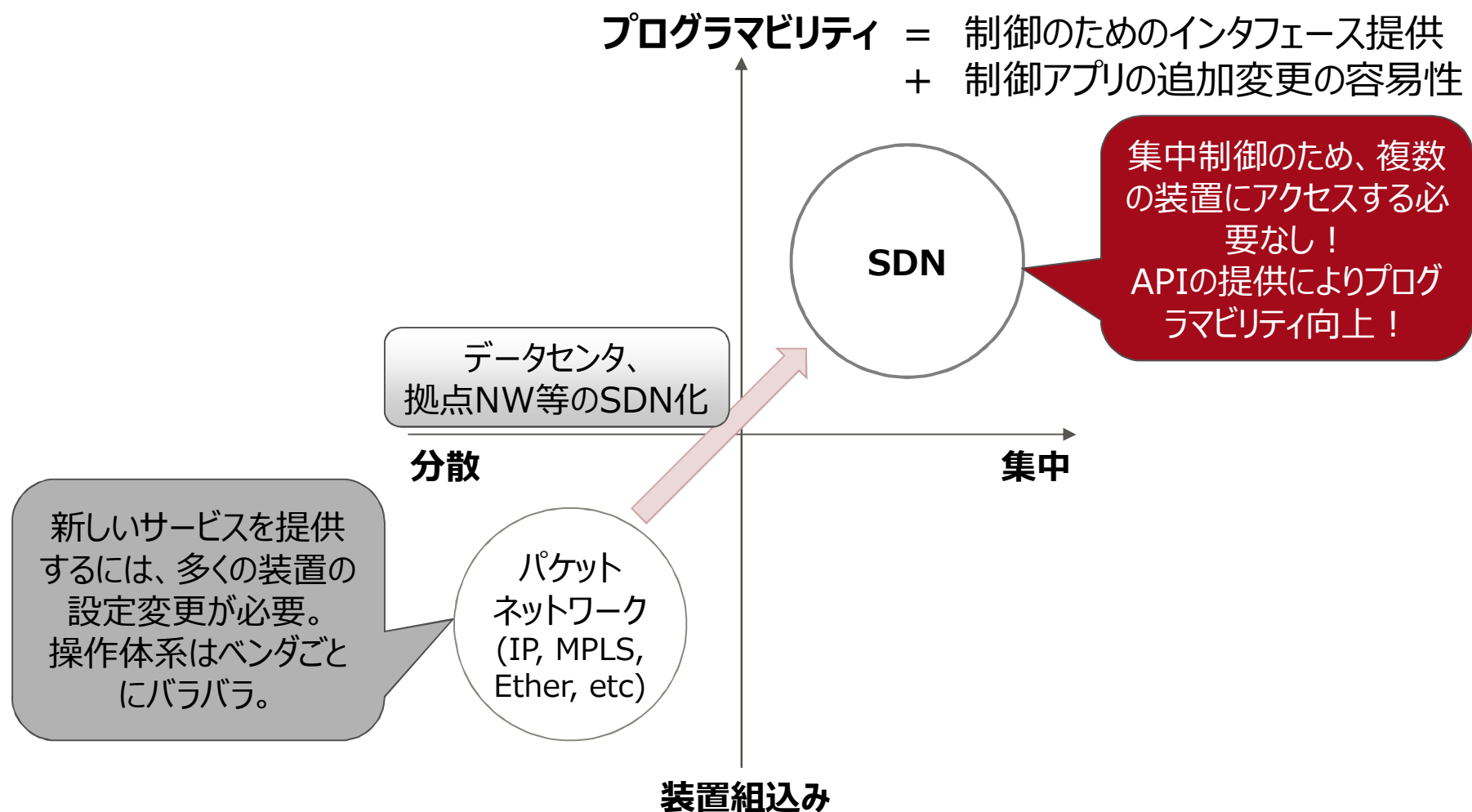
## ITU-T勧告 Y.3300が掲げる5つのObjectives

- Faster network business cycles
  - 新たなサービスを開発する周期を短縮することにより、投下した資本を回収するサイクルを高速化する
- Acceleration of innovation
  - コントローラやアプリケーションの開発周期が短くなることにより、ネットワーク制御や自動化の技術革新を加速する
- Accelerated adaptation to customer demands
  - プログラマビリティの提供により、顧客の要求への対応が高速化される
- Improved resource availability and usage efficiency
  - 高度な自動化の実現により、ネットワークリソースの利用効率を上げるような最適化が容易になる
- Customization of network resources including service-aware networking
  - ネットワークリソースへの複雑なポリシーの自動適用などを含めて、ネットワークリソースをサービスに対して容易にカスタマイズすることができる

- 背景
- Software Defined Networking (SDN)とは
- 光トランスポートネットワークでのSDN
- 光トランスポートSDNの取り組み
- OSSのご紹介
- まとめ

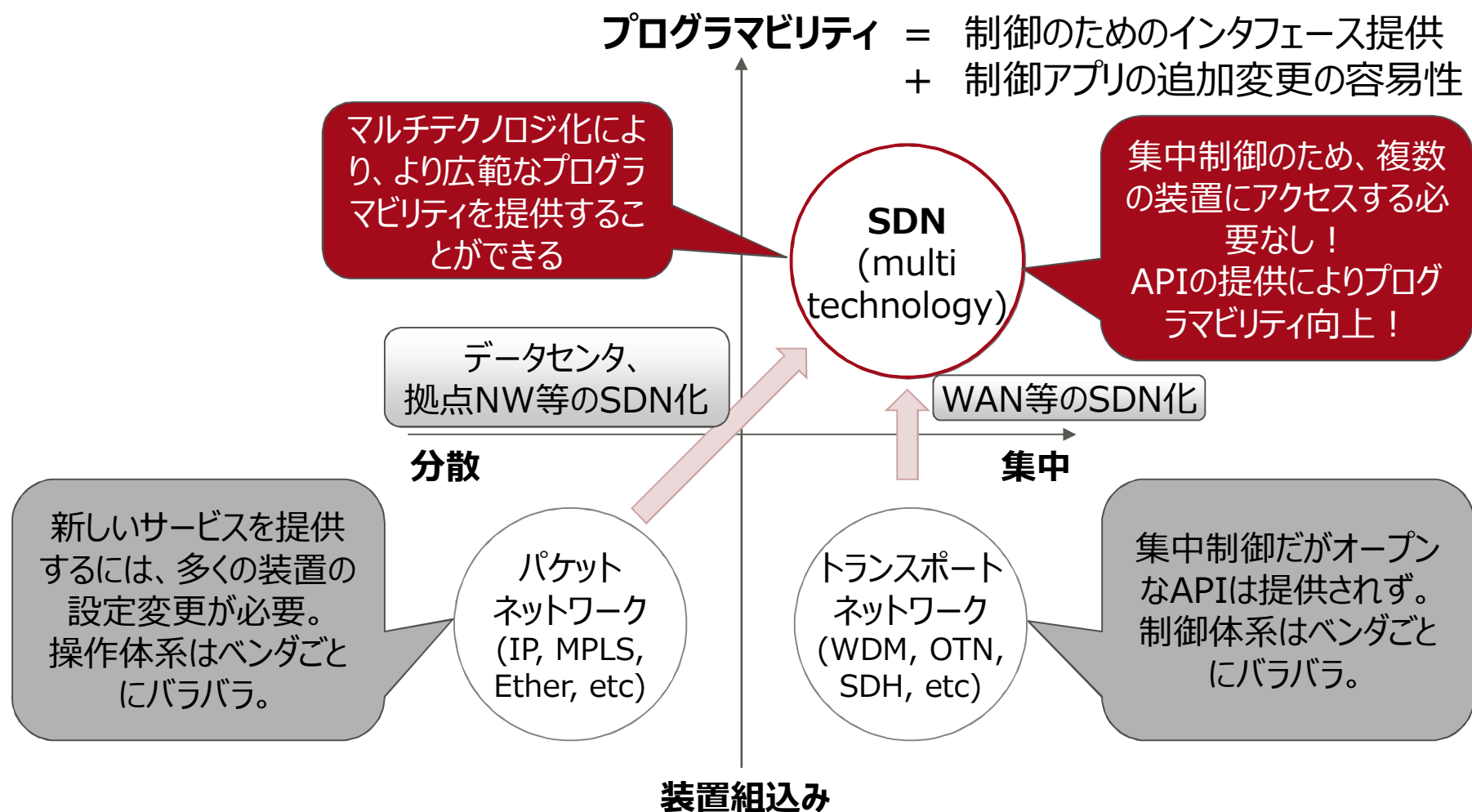
# トランスポート領域へのSDNの適用

集中制御、APIの提供により「プログラマビリティ」を向上  
利用者によるネットワークの機能定義を可能に



# トランスポート領域へのSDNの適用

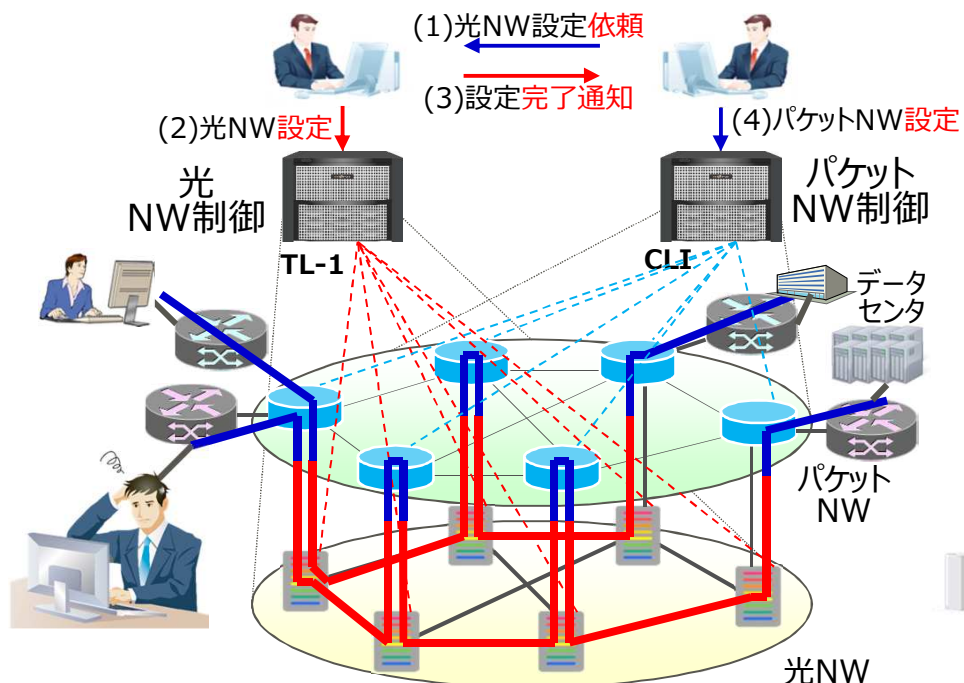
集中制御、APIの提供により「プログラマビリティ」を向上  
利用者によるネットワークの機能定義を可能に



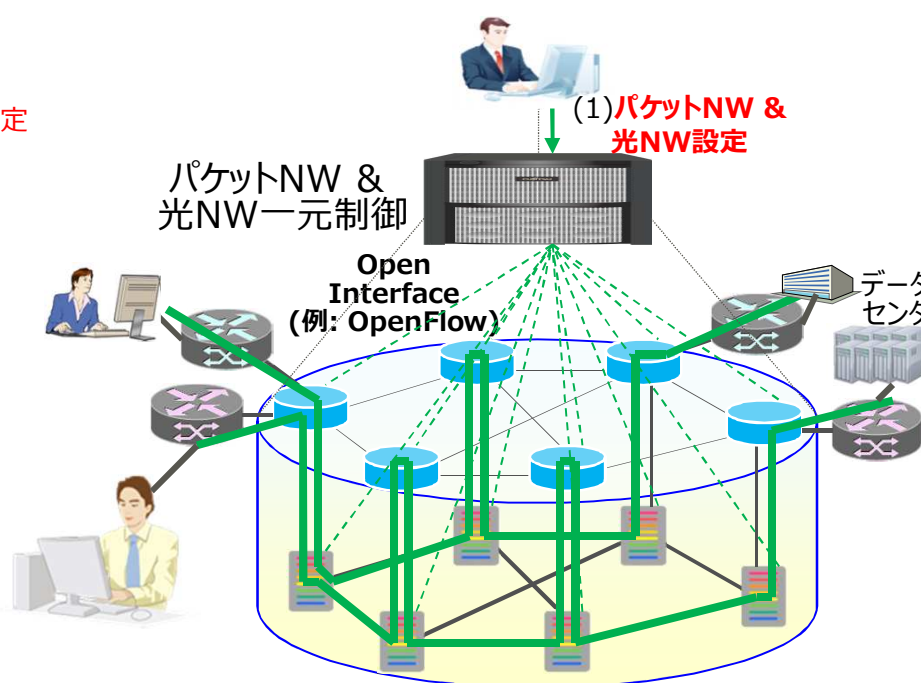
# トランスポート領域にSDNを適用する価値

- クラウドサービスのようにオンデマンドで迅速に利用できる仕組みの提供  
→ 光トランスポートレイヤを含むマルチレイヤでの迅速な制御

## 従来：レイヤ毎に独立制御



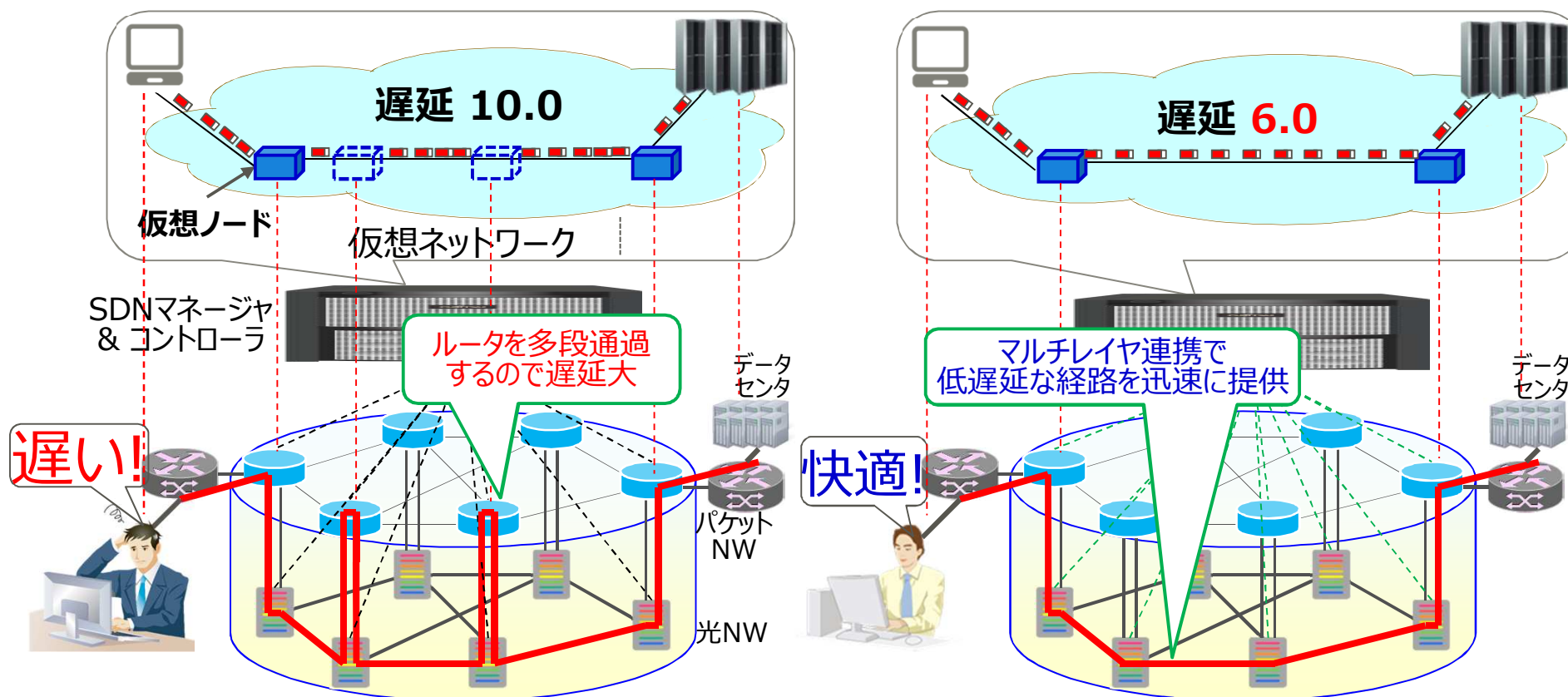
## SDN：迅速・柔軟な複数レイヤの統合制御





# トランスポート領域にSDNを適用する価値

- クラウドサービスのようにオンデマンドで迅速に利用できる仕組みの提供  
→ 光トランスポートレイヤを含むマルチレイヤでの迅速な制御
- マルチレイヤ統合ネットワーク運用管理、SDN対応光ノード装置  
→ 様々な品質要求(例:低遅延)に合ったサービスを提供



- 背景
- Software Defined Networking (SDN)とは
- 光トランスポートネットワークでのSDN
- 光トランスポートSDNの取り組み
- OSSのご紹介
- まとめ



## 1. ネットワークの抽象化とマルチレイヤ制御の実現

- 下位レイヤネットワークのパスを上位レイヤのリンクとして抽象化することによりマルチレイヤ制御を実現

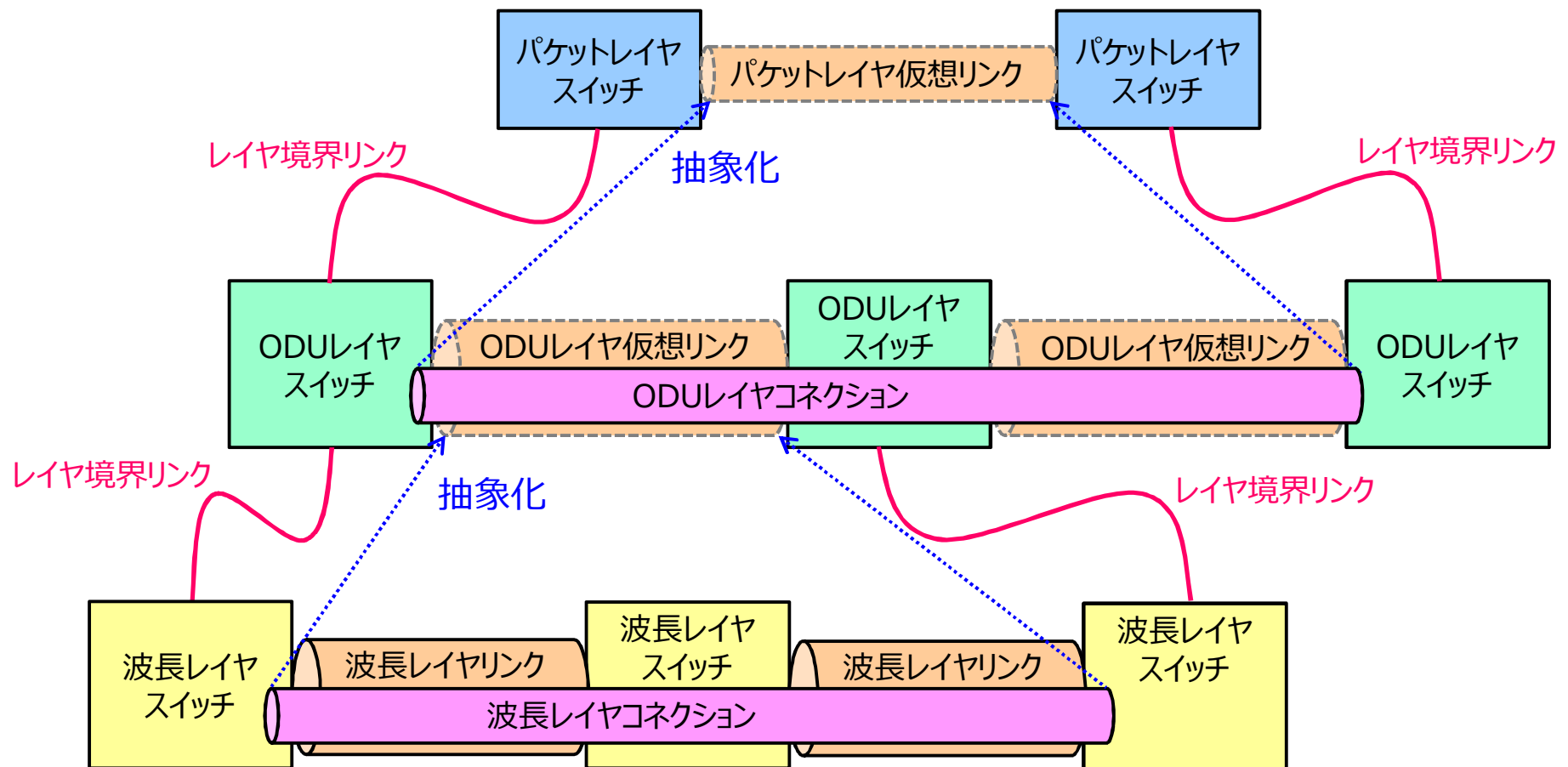
## 2. 光トランスポートのSDN制御の実現

- OpenFlowプロトコルを拡張することによる光トランスポート機能の制御

## 3. 光ノード技術

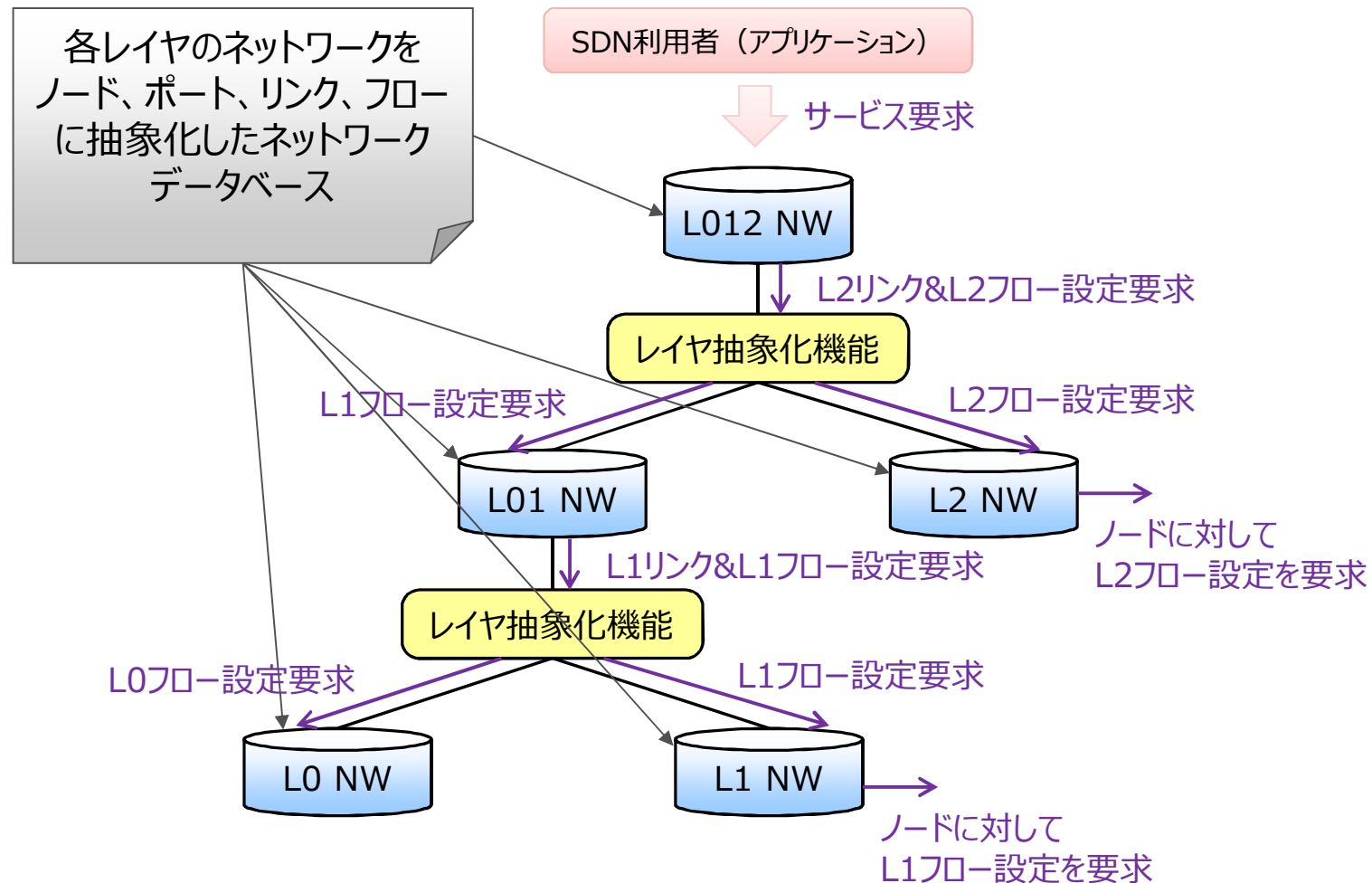
- パケット ⇒ 光回線振り分け機能の提供

# ネットワークの抽象化とマルチレイヤ制御の実現



下位レイヤのコネクションを上位レイヤのリンクとして抽象化

# ネットワークの抽象化とマルチレイヤ制御の実現

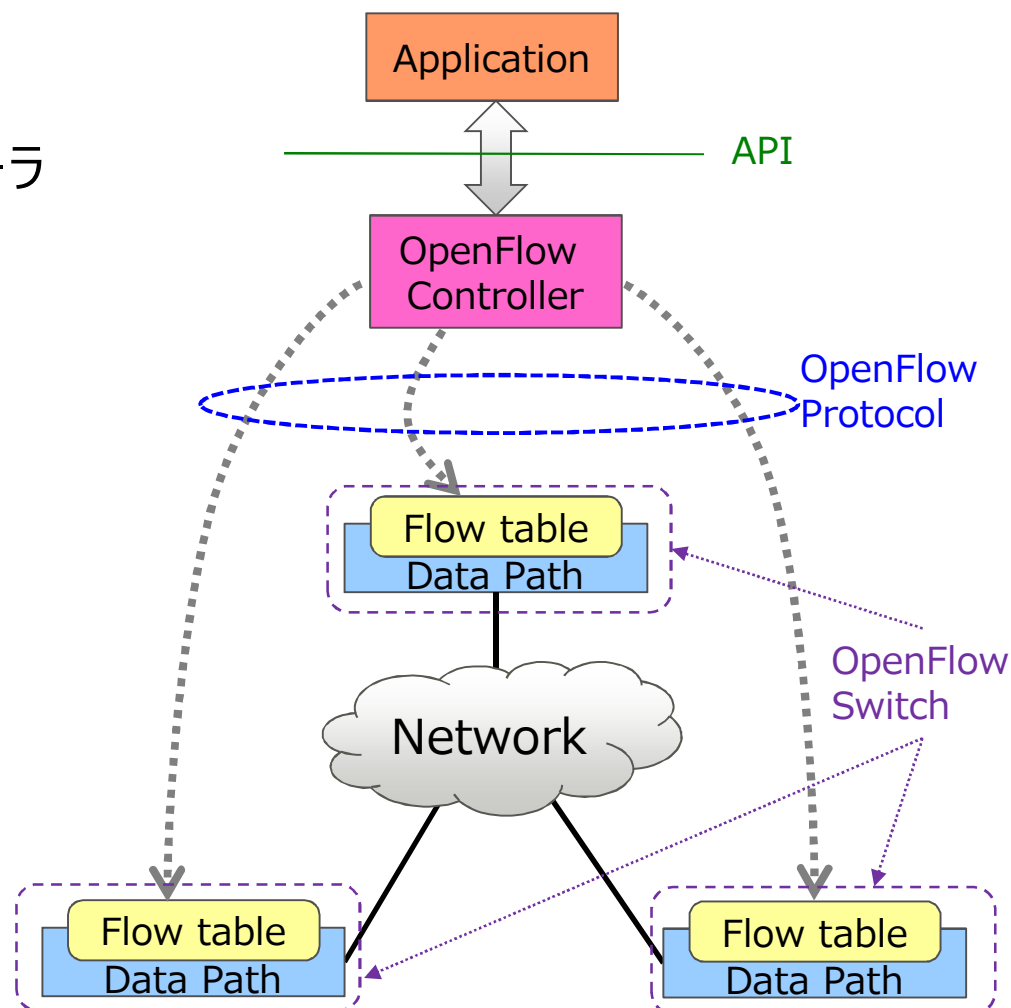
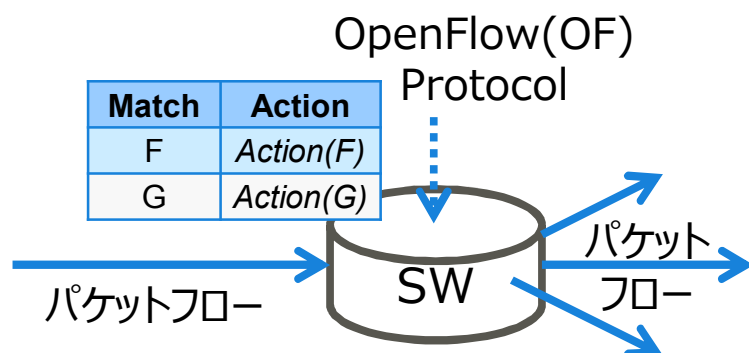


レイヤ抽象化機能により、上位レイヤリンク要求を下位レイヤフロー要求へ変換

# OpenFlowプロトコル概要

## SDNコントローラのSouthBound Interfaceの有力な候補の一つ

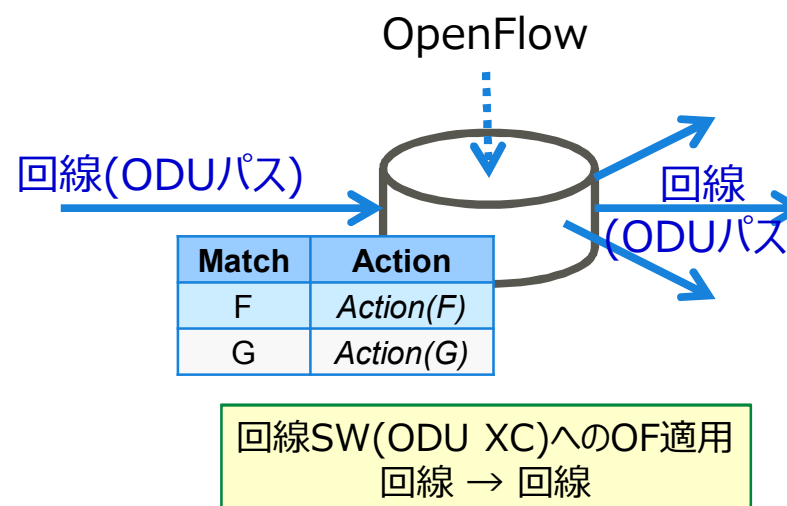
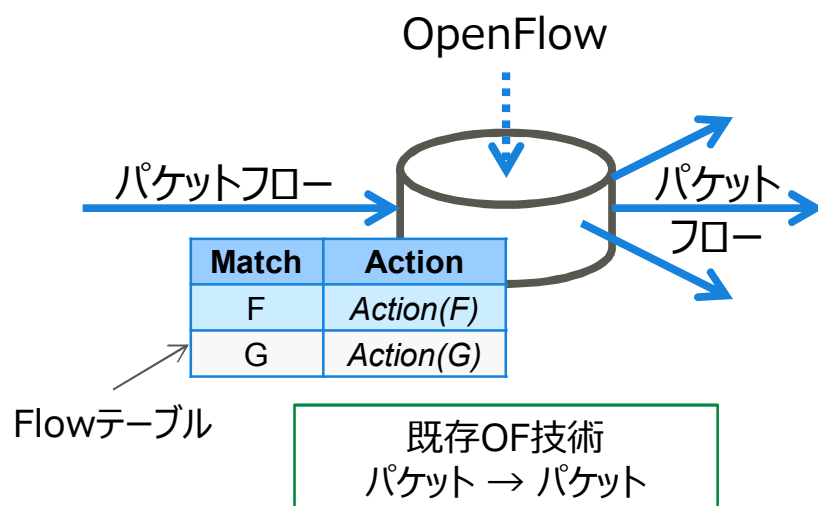
- コントローラとハードウェアの分離を実現  
➔ 集中制御、プログラムが容易に
- オープンなプロトコル  
➔ ベンダ非依存、オープンなコントローラ
- ハードウェアの抽象化  
➔ 軽量、高速な制御の実現
- マルチプロトコル対応  
(MAC, VLAN, IP, TCP, MPLS, etc)



## OpenFlow(OF)プロトコルをITU-T G.709 OTN IF勧告 ODUインタフェース (パス) の制御を行うために拡張

ONFにて、Optical Transport Protocol Extensions Version1.0 として文書化

<https://www.opennetworking.org/technical-communities/areas/specification/1931-optical-transport>



### ■ スイッチの動作を定義するMatch & ActionへOTNに必要なパラメータを追加・拡張

#### ■ Match Fieldの拡張:

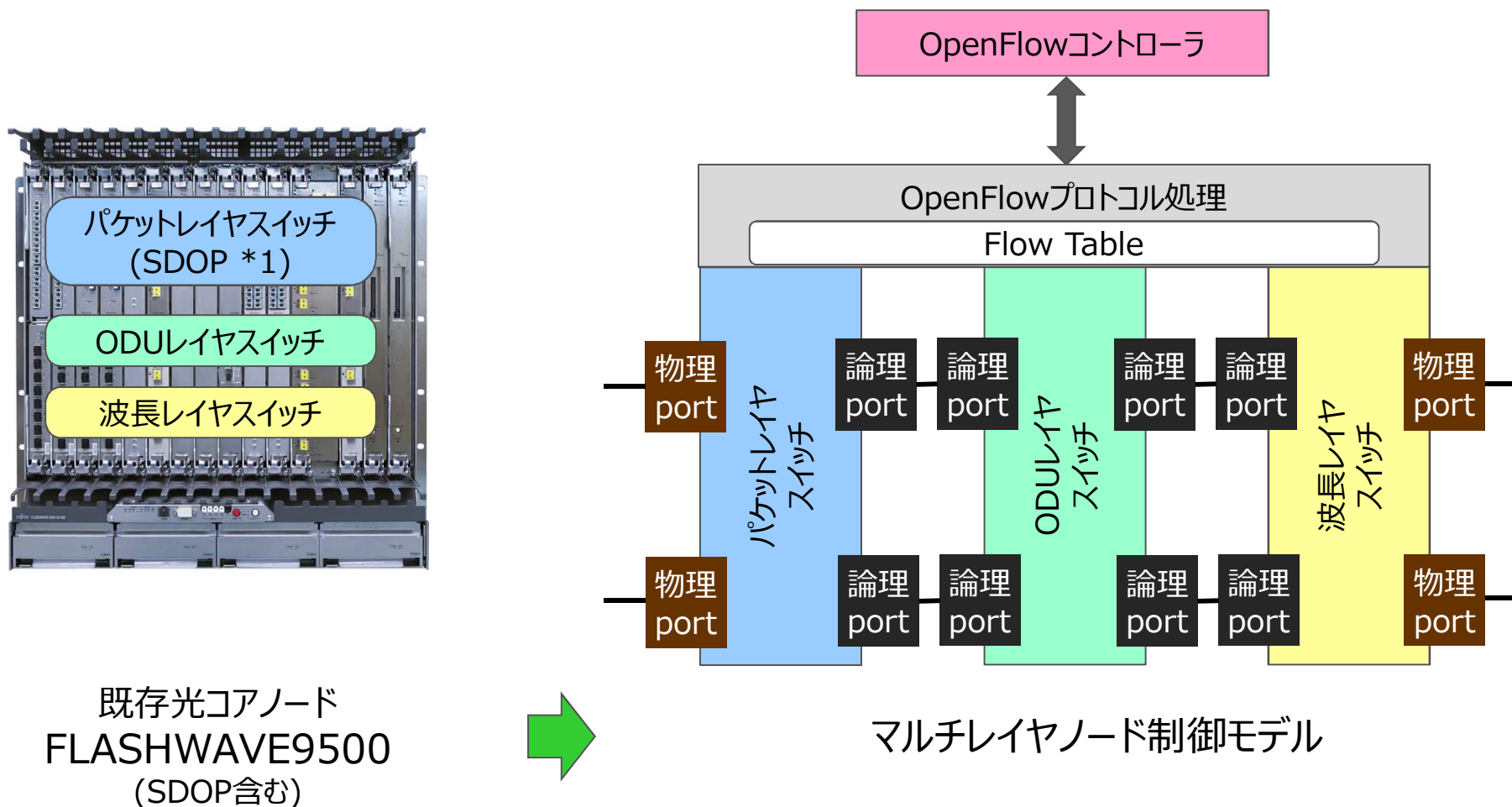
- ① 信号速度, ② 信号の時分割多重時の時間スロット番号, ③ ポート番号(TPN)  
(ODU Type) (TS: Tributary Slot) (Tributary Port Number)

#### ■ Action Typeの追加:

- ① Set ODU Type, ② Set TS, ③ Set TPN

# マルチレイヤノード制御

マルチレイヤ光コアノードを、複数レイヤのスイッチを  
論理ポートで接続したものとしてモデル化



既存光コアノード  
FLASHWAVE9500  
(SDOP含む)

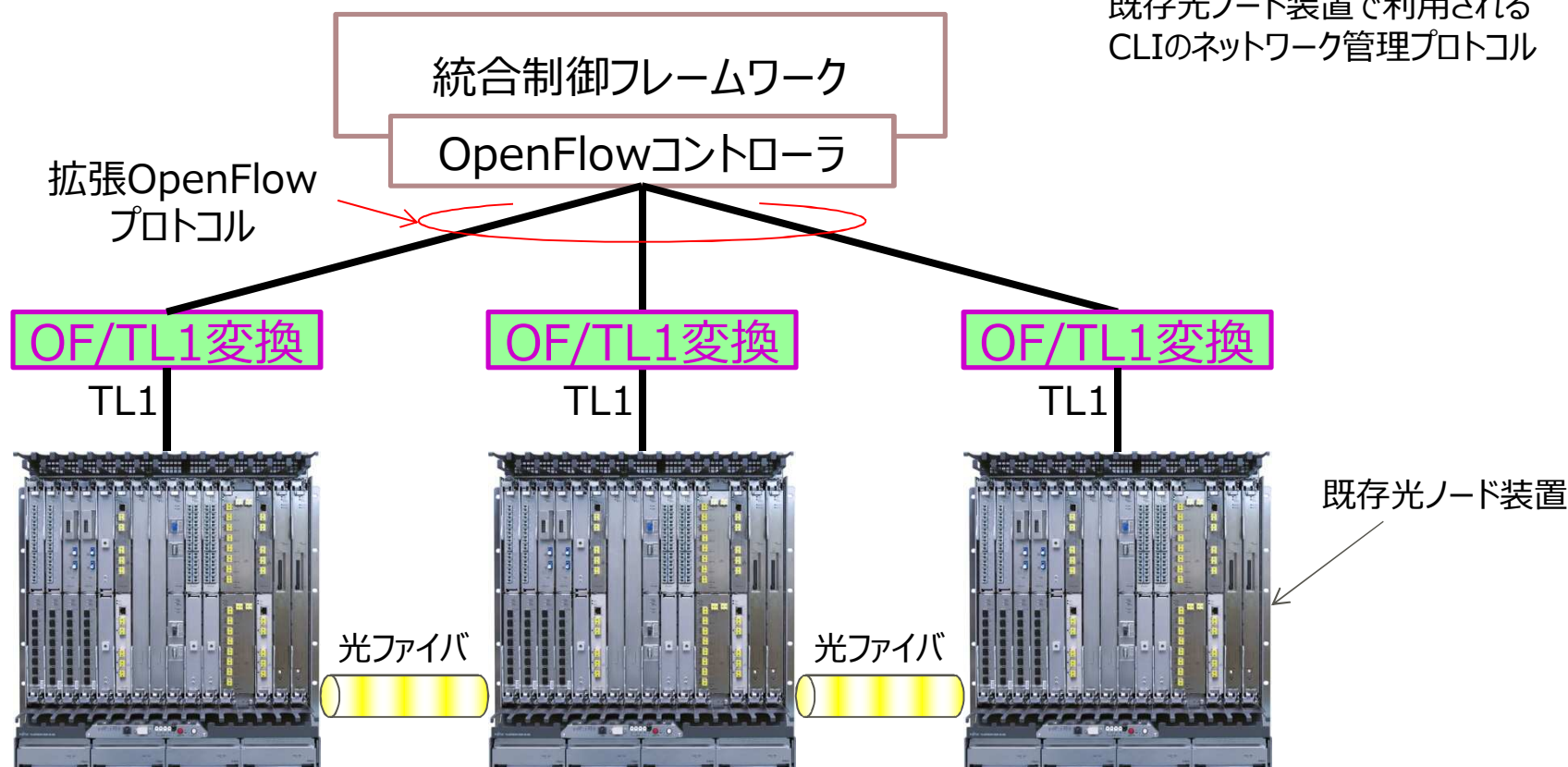
マルチレイヤノード制御モデル

\*1: Software Defined Optical & Packet

拡張OpenFlowプロトコルを使った既存光コアノード装置の制御をサポートし、既存光コアネットワークをSDN対応化する技術

- 拡張OpenFlowプロトコルからTL1(\*)へ変換して光ノード装置を制御
- 既存光ノード装置に手を加えることなく、SDN制御フレームワーク中に統合可能

(\*)TL1: Transaction Language 1  
既存光ノード装置で利用される  
CLIのネットワーク管理プロトコル



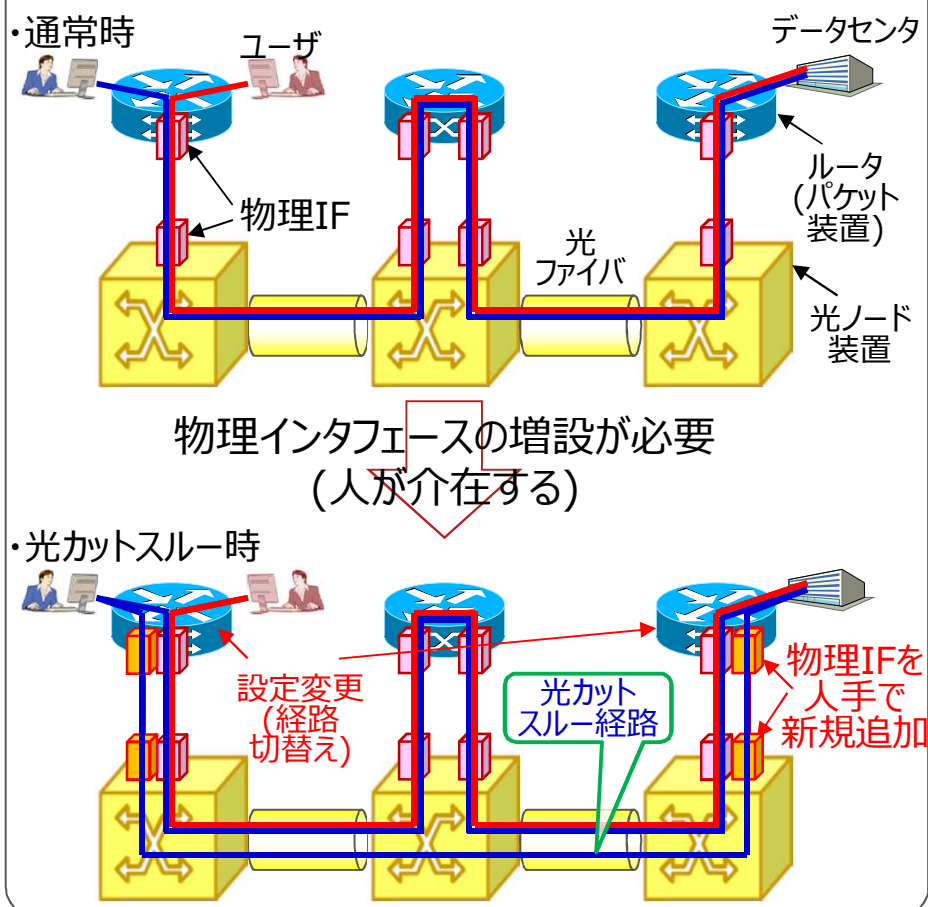


# SDN対応光コアノード技術

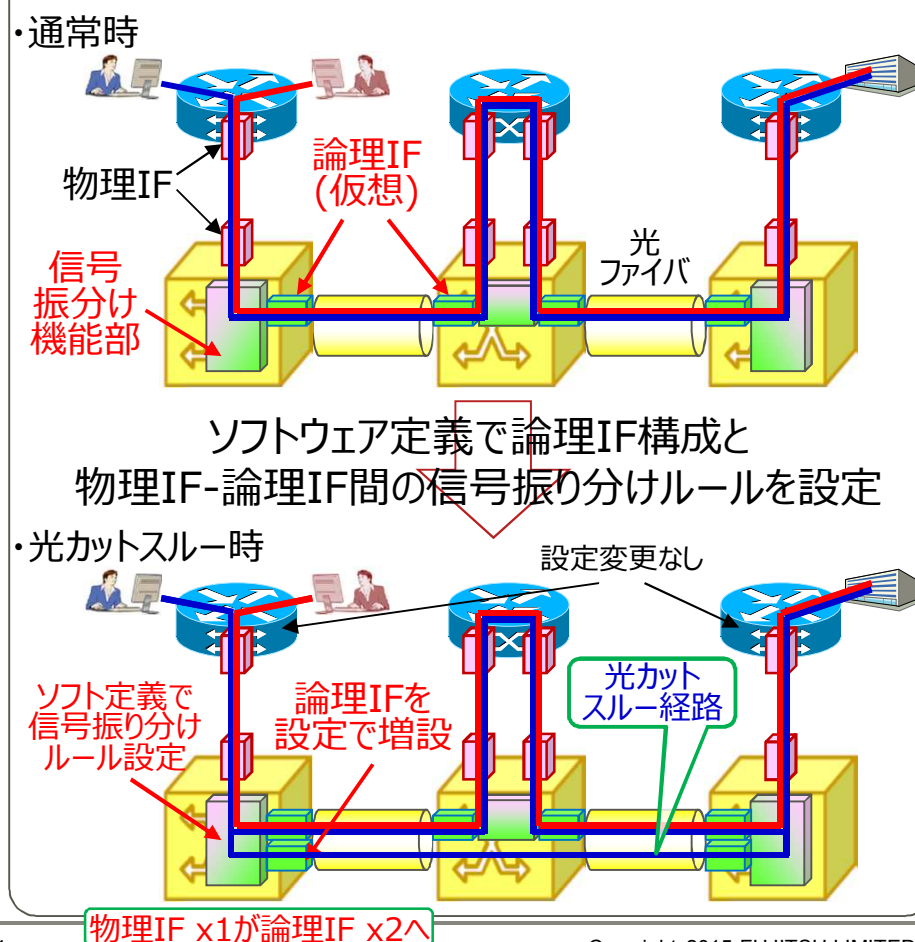
ルータ-光コアノード間の物理インタフェース(IF)を光レイヤで仮想化  
ソフト定義で物理IF-仮想(論理)IF間の接続を迅速・柔軟に設定

## ■ ユースケース: 品質改善(低遅延化)のための光カットスループスの設定

従来: パケット装置でカットスルー設定



本研究: 光ノード装置側でカットスルー設定

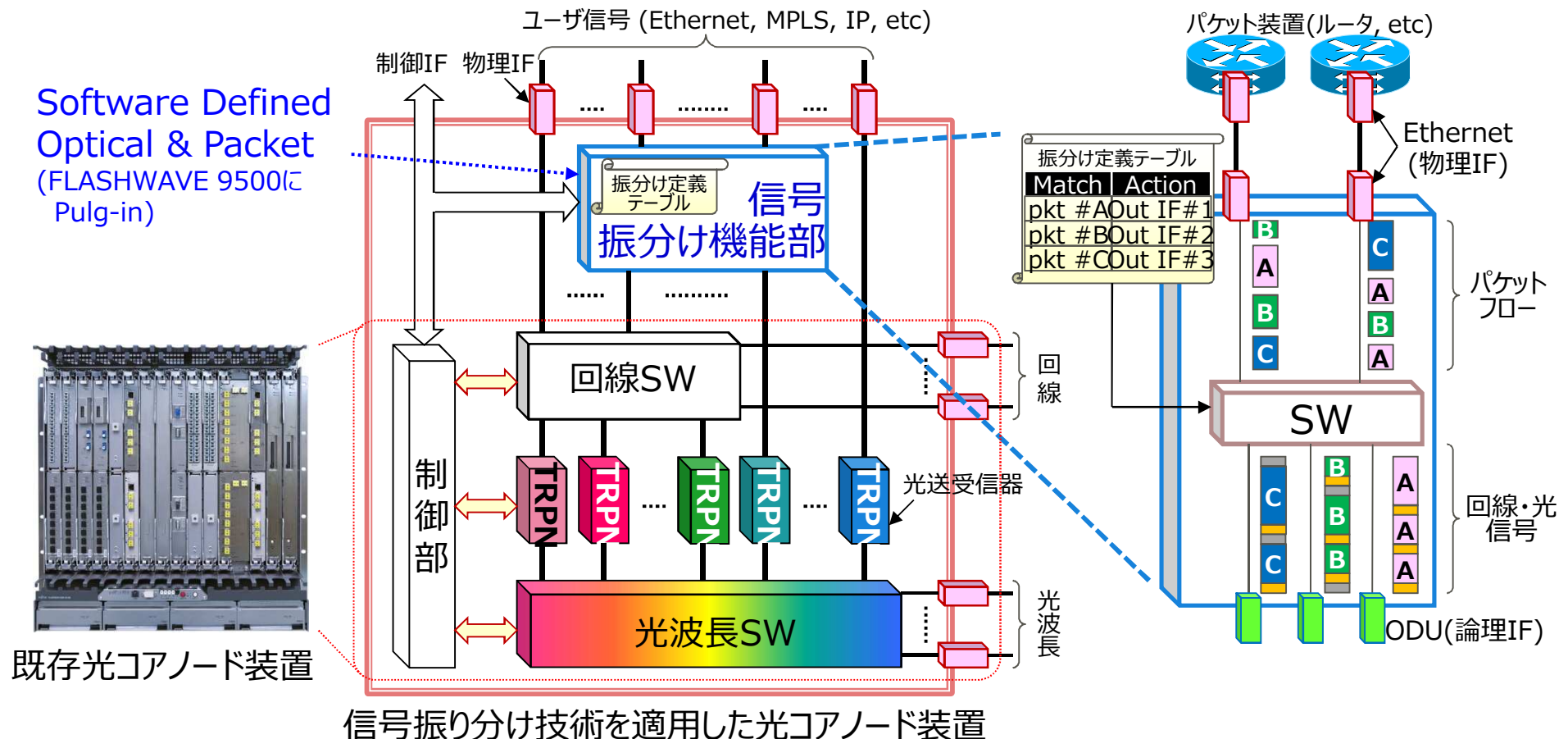




# SDN対応光コアノード技術

パケット – 回線・光信号振分けカード (Software Defined Optical & Packet, SDOP)

- パケットフロー毎に任意の回線・光信号へ振分けて転送
- サービス要求に応じたフレキシブルな帯域の回線の提供
- パケットと回線・光の対応関係を柔軟に変更可能
- パケット・回線・光で統一の制御インターフェース



- 背景
- Software Defined Networking (SDN)とは
- 光トランスポートネットワークでのSDN
- 光トランスポートSDNの取り組み
- OSSのご紹介
- まとめ

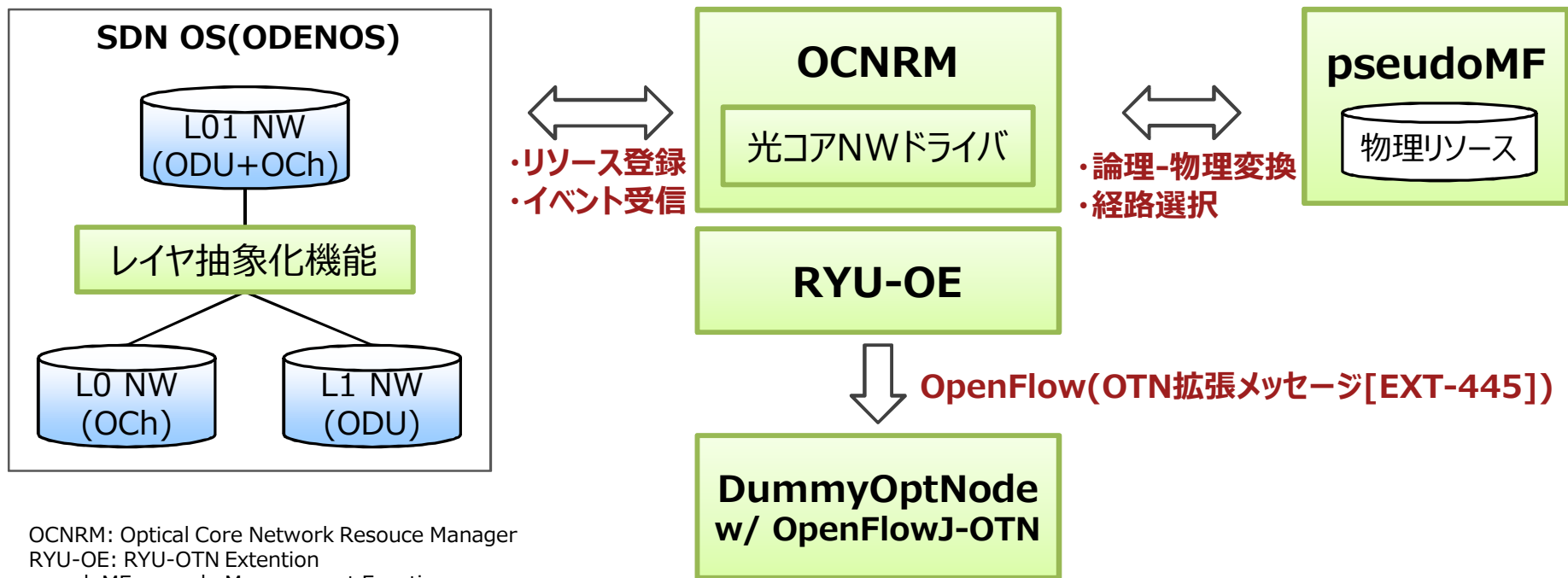
# 光コアネットワーク対応SDNソフトウェア（OSS）

## ■ 光コアネットワークコントローラ（ODUレイヤ制御）

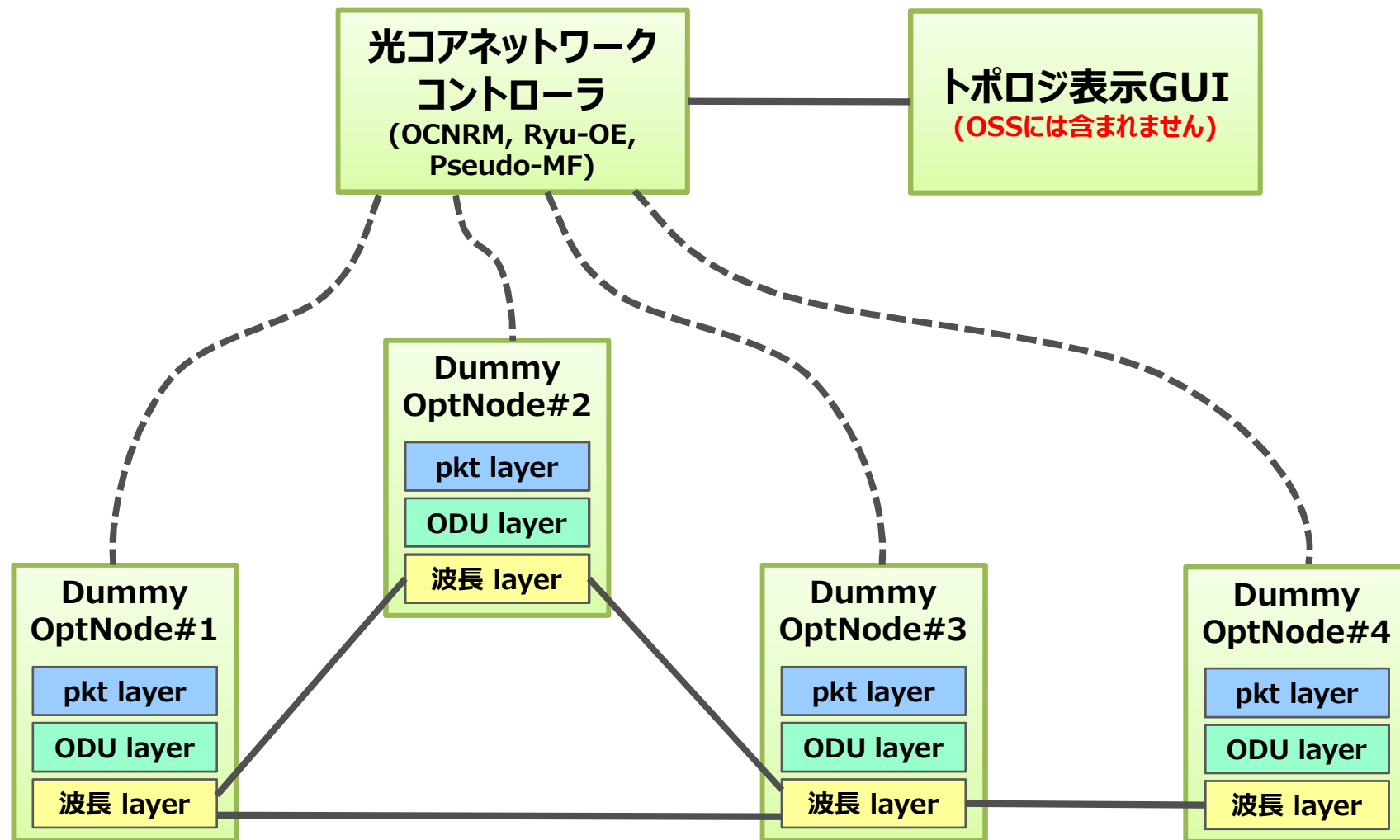
- **OCNRM** ODENOS用光コアNWドライバ、レイヤ抽象化機能
- **RYU-OE** OpenFlowコントローラ(OTN拡張)
- **pseudoMF** 疑似管理機能：光コア物理リソース保持・論理-物理変換、経路選択

## ■ 光コアノード模擬アプリケーション

- **DummyOptNode** OpenFlow(OTN拡張)メッセージ受信・設定状態の描画
- **OpenFlowJ-OTN** OpenFlowプロトコルライブラリ(OTN拡張)



# デモ系構成及びデモシナリオ



1. Dummy Opt Node#1とDummy Opt Node#4のパケットスイッチ間に遅延要求なしのパスを設定
2. Dummy Opt Node#1とDummy Opt Node#4のパケットスイッチ間に遅延要求ありのパスを設定

# ダウンロードページ



概説ページ <http://www.o3project.org/ja/fujitsu/index.html>

ダウンロードページ <https://github.com/o3project/>

**光コアネットワークリソースマネージャ、拡張OpenFlowコントローラ、仮想光ノードなどを公開！**

- 背景
- Software Defined Networking (SDN)とは
- 光トランスポートネットワークでのSDN
- 光トランスポートSDNの取り組み
- OSSのご紹介
- まとめ

## ■ 光コアネットワーク向けSDN技術

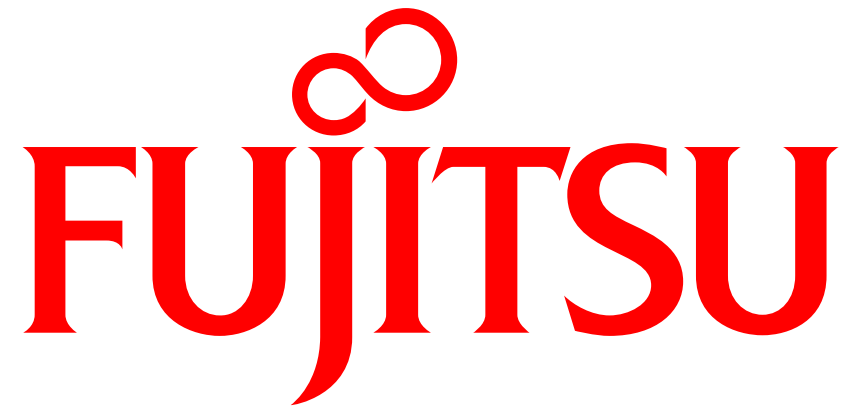
- 光コアネットワークに対するSDNの必要性
- 光コアネットワークのSDNに向けた取り組みの紹介
  - ネットワークのモデル化とマルチレイヤ制御の実現
  - OpenFlowプロトコル拡張
  - パケット信号の光コア回線への振り分け機能
- 弊社で公開しているOSS「OPT-Transport Apps of O3 Orchestrator & Controller Suite」の紹介及びデモ

## ■ 今後

- 広域光コア網まで含めたSDNのプロモーション
  - 広域光コア網まで含めたSDNだからこそできることは？

- 本研究の一部は総務省委託研究  
「ネットワーク仮想化技術の研究開発」(O3 project)  
によるものとなります  
関係者各位に深く感謝いたします





shaping tomorrow with you