



# 新たなトレンド IP・光伝送 融合テクノロジの最新動向

児玉賢彦 (takodama@cisco.com)  
Technical Solutions Architect  
SP Routing Architecture  
2021年10月29日

佐々木俊輔 (shusasak@cisco.com)  
Technical Solutions Architect  
SP Automation Architecture, Cisco



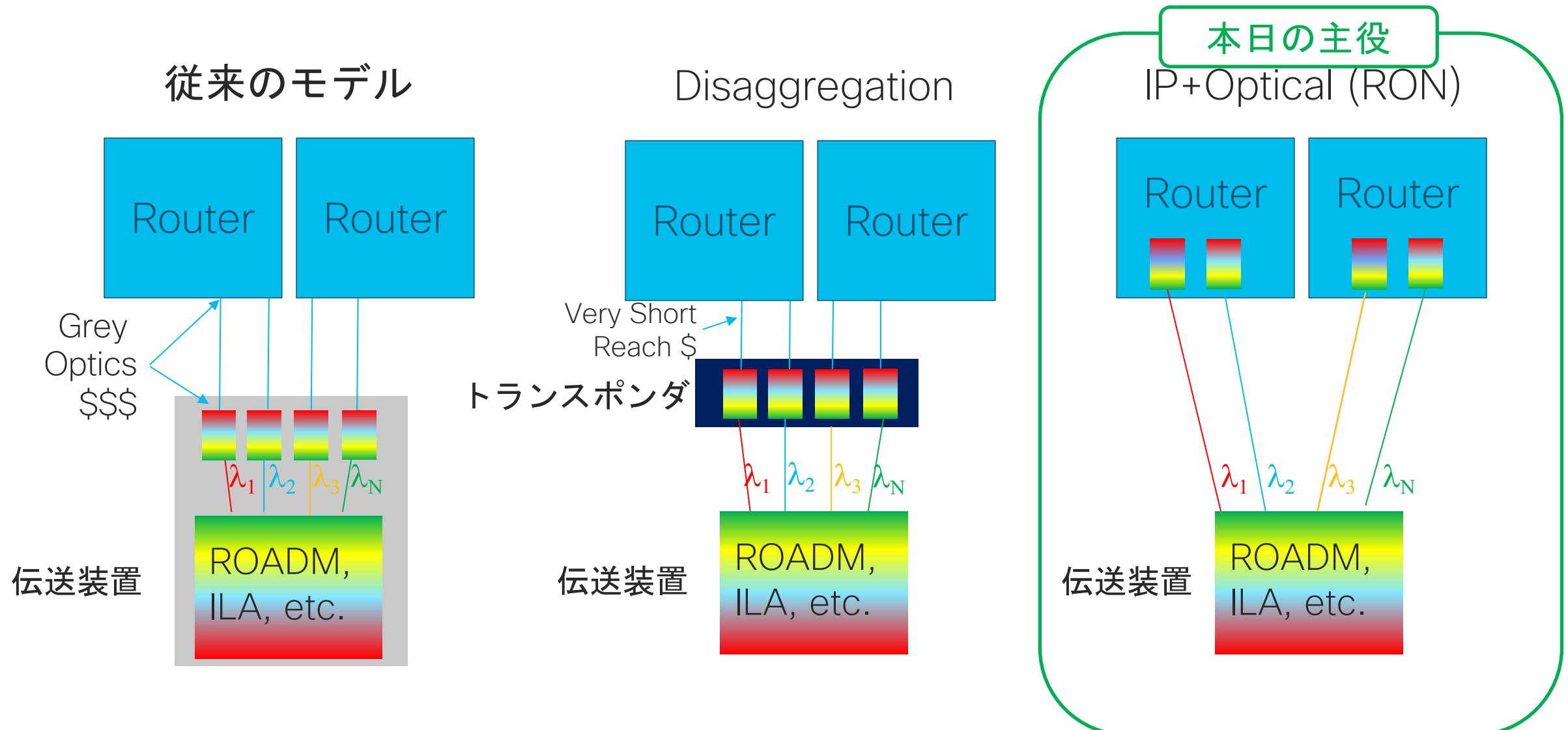
# Agenda

- 1 光伝送とIPネットワークの導入モデル
- 2 なぜIPと光伝送の融合が注目されているのか
- 3 IPと光伝送の融合に期待される効果
- 4 さらなる進化と検討すべき項目
- 5 マルチレイヤ・マルチベンダでのIP・光伝送 運用管理の将来
- 6 まとめ

# 光伝送とIPネットワークの導入モデル

1

# Optical伝送とIPネットワークの導入モデル

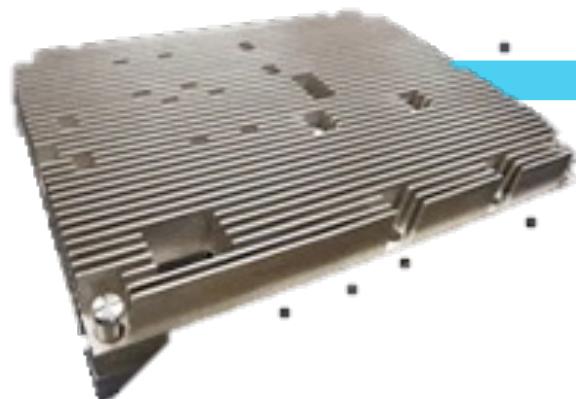


なぜIPと光伝送の融合が  
注目されているのか

2

# Coherent Opticsの小型化の変遷

2011



2014



2016



CFP2 ACO

2018



CFP2 DCO

2020



QSFP-DD DCO

Less space, power consumption  
More integration

# Key Component : CFP2-DCO (Digital Coherent Optics)



ACACIA

Innovative high-speed  
coherent optics



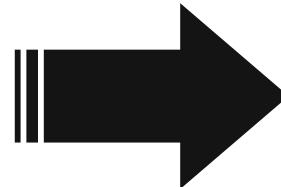
+



CFP2-ACO

DSP:

- OTN framing/FEC処理
- SW reconfigurable modulation format
- 光学劣化補正



CFP2-DCO

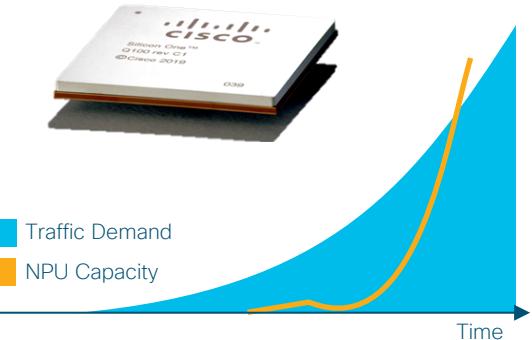
Trunk Transceiver:

- CFP2 format
- 96 chs grid-less tunable
- Coherent Transmission

- DSP機能をCFP2内に搭載
- 100/200Gbpsデュアルレート
- QPSK/8QAM/16QAM
- SD-FEC(15%) NonDiff及びDiff mode
- NCS55xx、ASR9k(100Gのみ)、NCS2k、NCS4kとのInteroperability

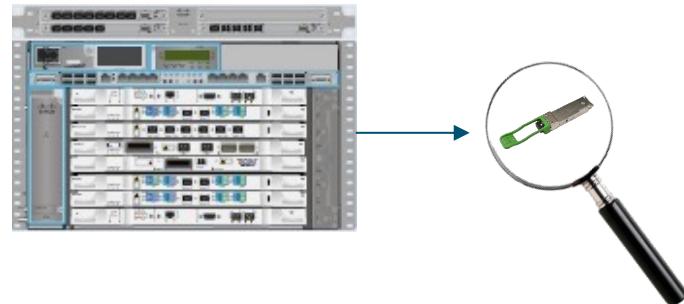
# 期待されている技術革新の傾向

## Routing Scale Evolution



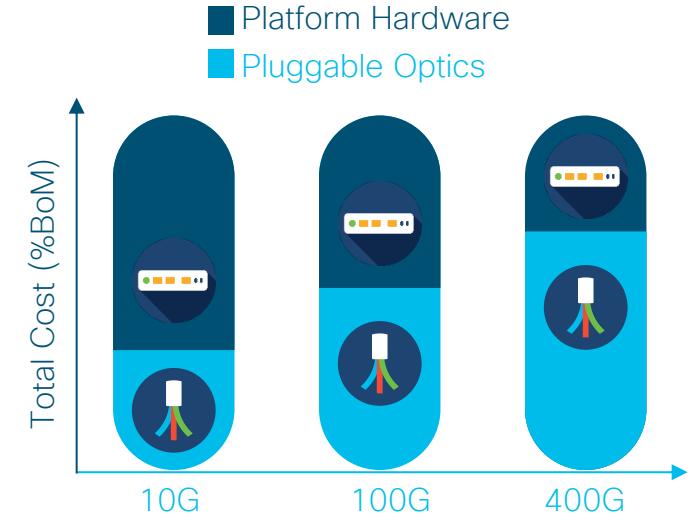
ルーターのキャパシティが  
今後予測されるトラフィック  
需要を上回る

## Optical Systems Evolution



Coherent DWDM Opticsの小型化が進むことで従来のシャーシベースのWDMソリューションがPluggableベースに置き換わる

## Shift in Economics

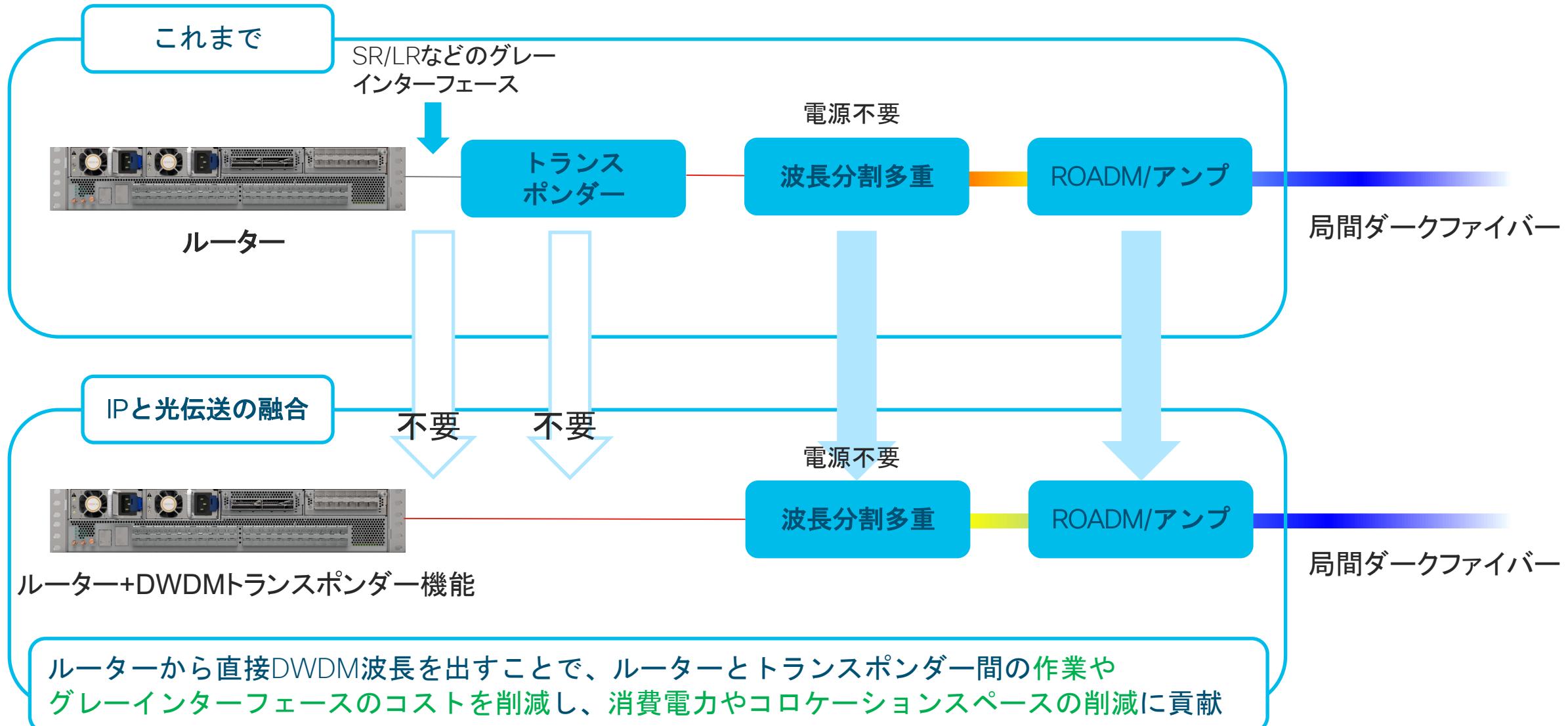


広帯域高密度実装が進んだ結果、  
Pluggableを搭載するホスト側の  
コスト低減がOpticsのコスト  
低減よりも相対的に早くなる

# IPと光伝送の融合に 期待される効果

3

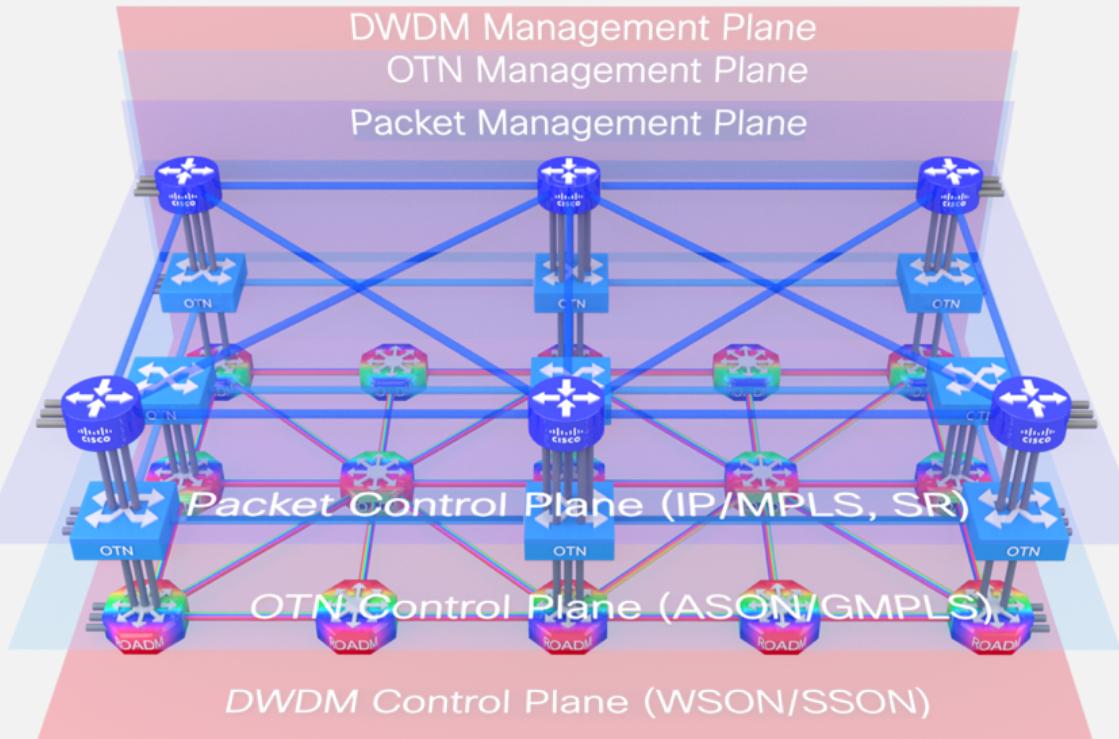
# IPと光伝送の融合：ネットワーク構成イメージ



# IPと光伝送の融合によるアーキテクチャシフトとTCO削減

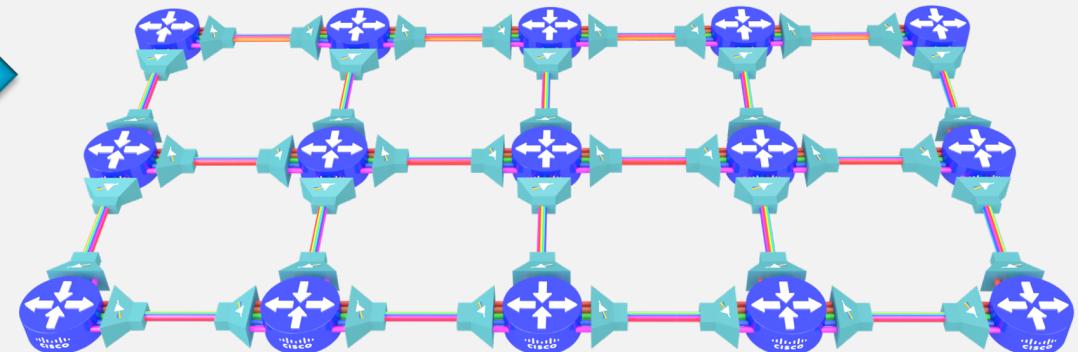
Cisco Routed Optical Networkingによるネットワークのシンプル化

## 現在のネットワーク



様々なレイヤー構成

## 将来の方向性

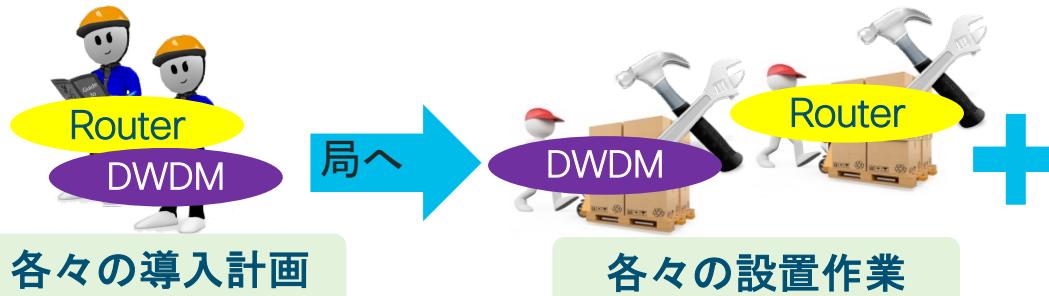
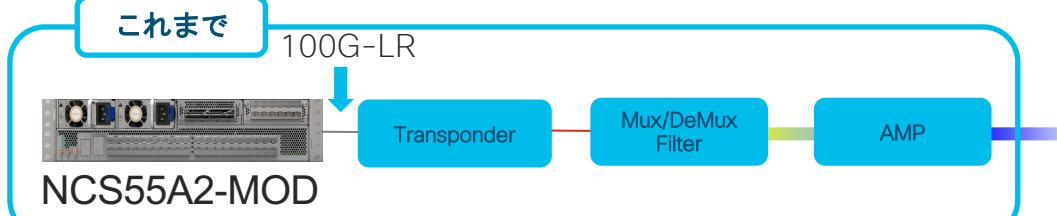


極力フラットでシンプルに

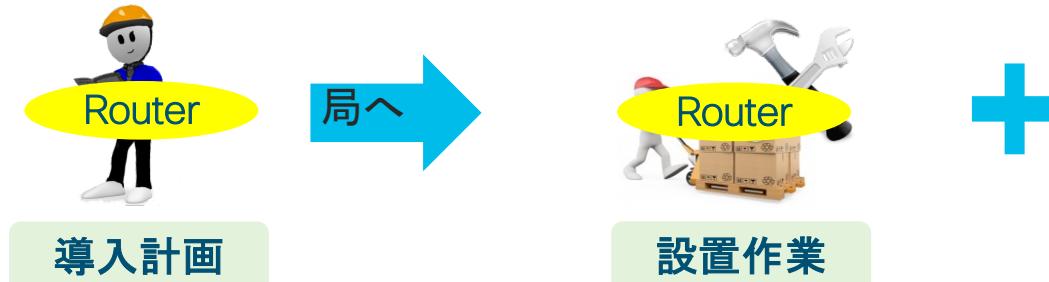
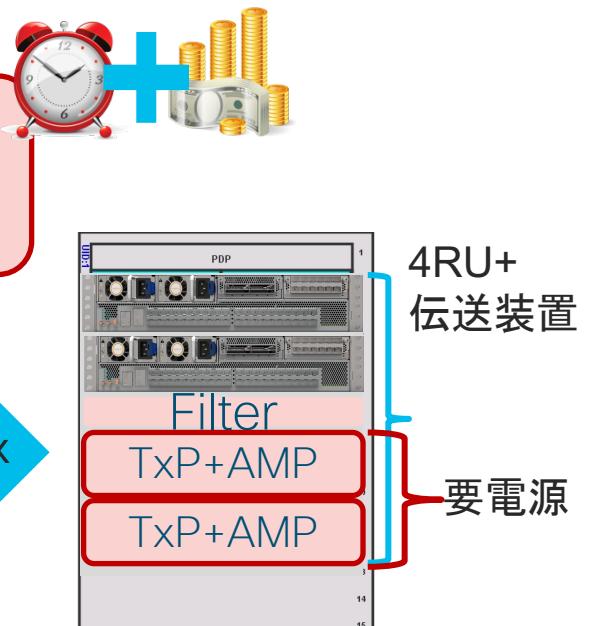
運用管理のシンプル化も重要な検討ポイント – 自動化ツールとの連携のしやすさ

# ネットワーク構成がシンプルになることによる利点

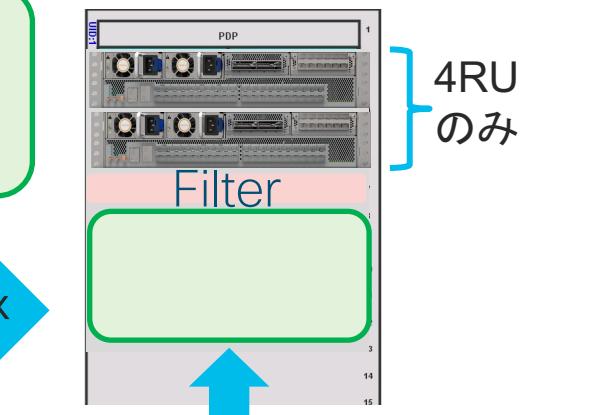
## 初期導入時



RouterとDWDMの両機器に関する導入  
計画および作業が必要。オペレーション  
の複雑さが対応時間やリソースの確保  
などのコストに反映される

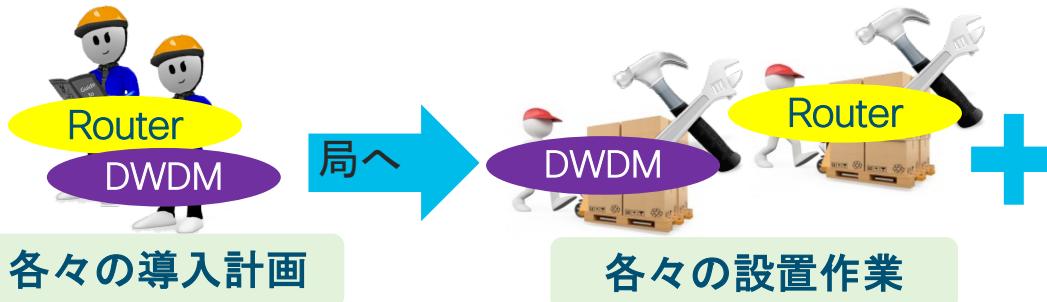
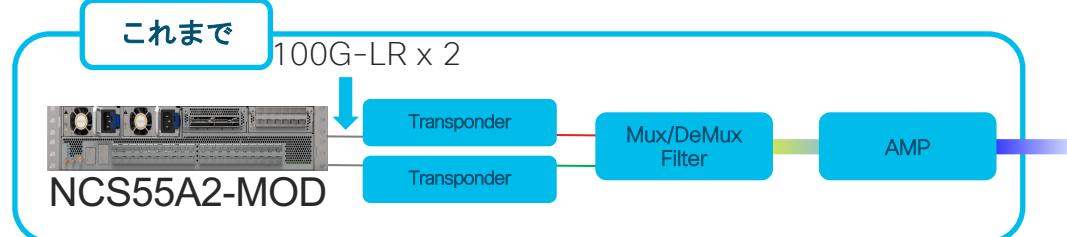


Routerのみのオペレーションによる、  
導入計画および作業の削減および簡素化  
を実現。人的ミスを極力排除しシンプル  
でコンパクトなネットワークを構築可能

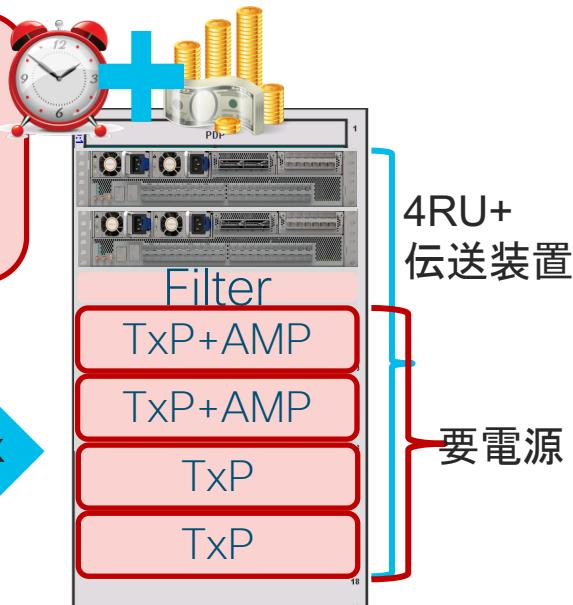


将来の拡張用に温存！

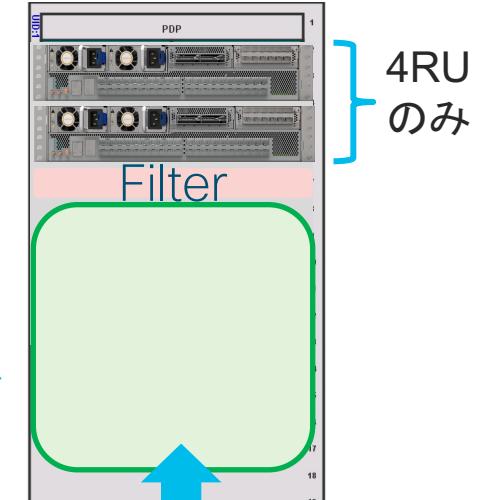
# ネットワーク構成がシンプルになることによる利点 将来の帯域拡張時(200Gへ)



初期導入時同様、RouterとDWDMの両機器に関する追加機器の調達を含む、拡張計画および作業が必要。早期の拡張計画開始による対応時間やリソース確保がコストに反映される



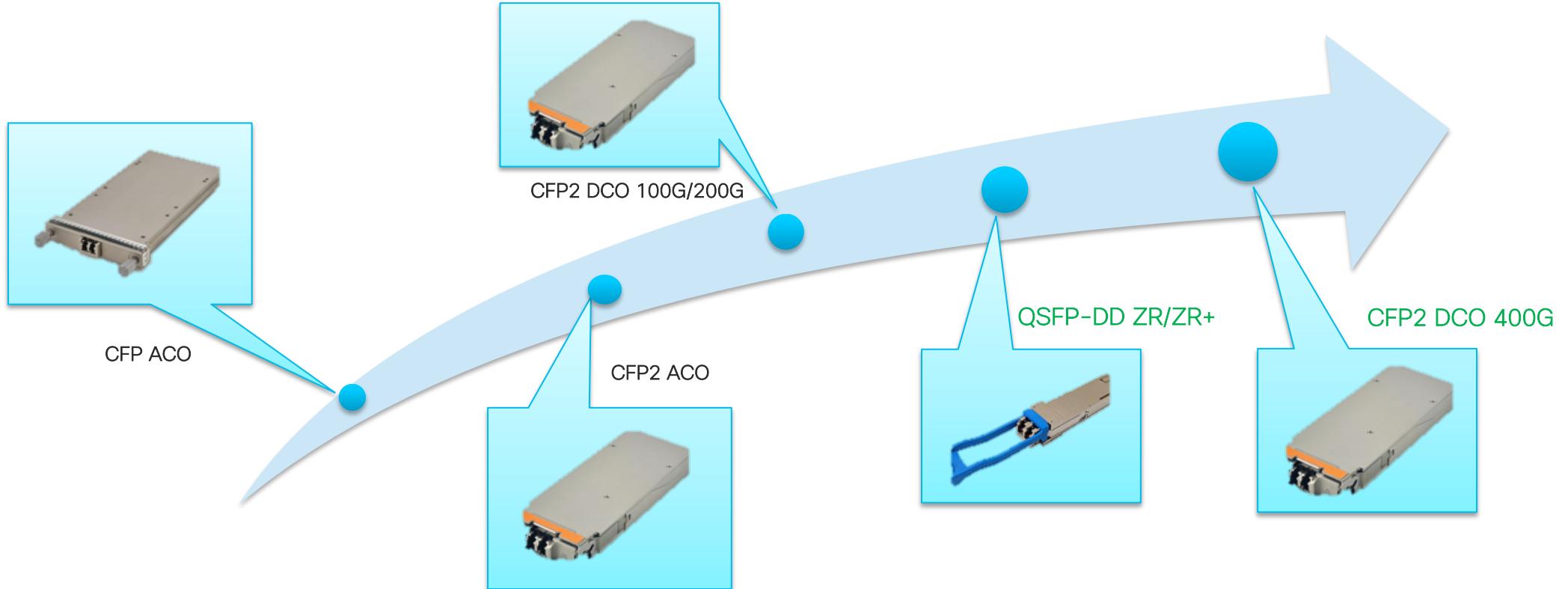
Routerへのリモートオペレーションによる帯域拡張が可能で入局が不要に。一連の拡張計画/作業を簡素化、最適なタイミングで200G化への投資が可能となり費用対効果の向上に貢献



さらなる進化と検討すべき項目

4

# 100/200G時代から400G時代へのCoherent Opticsのさらなる進化

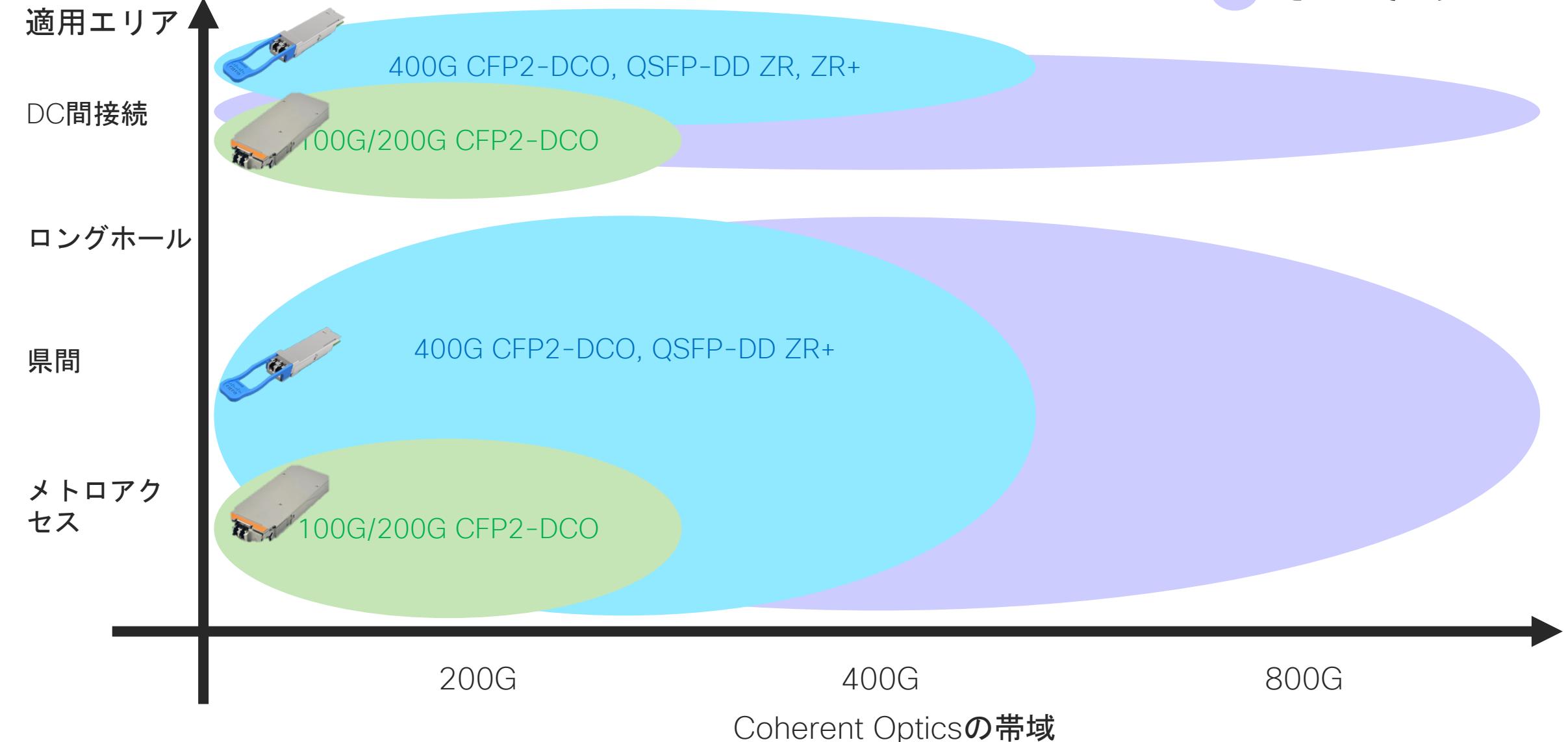


400G時代は400G CFP2-DCOに加えて400G QSFP-DD ZR/ZR+の選択肢を拡張

RONアーキテクチャの適用ユースケースの拡大

# 今後のIPと光伝送融合の適用拡張

- 現時点での主な適用箇所
- 400G時代の拡張
- さらにその先

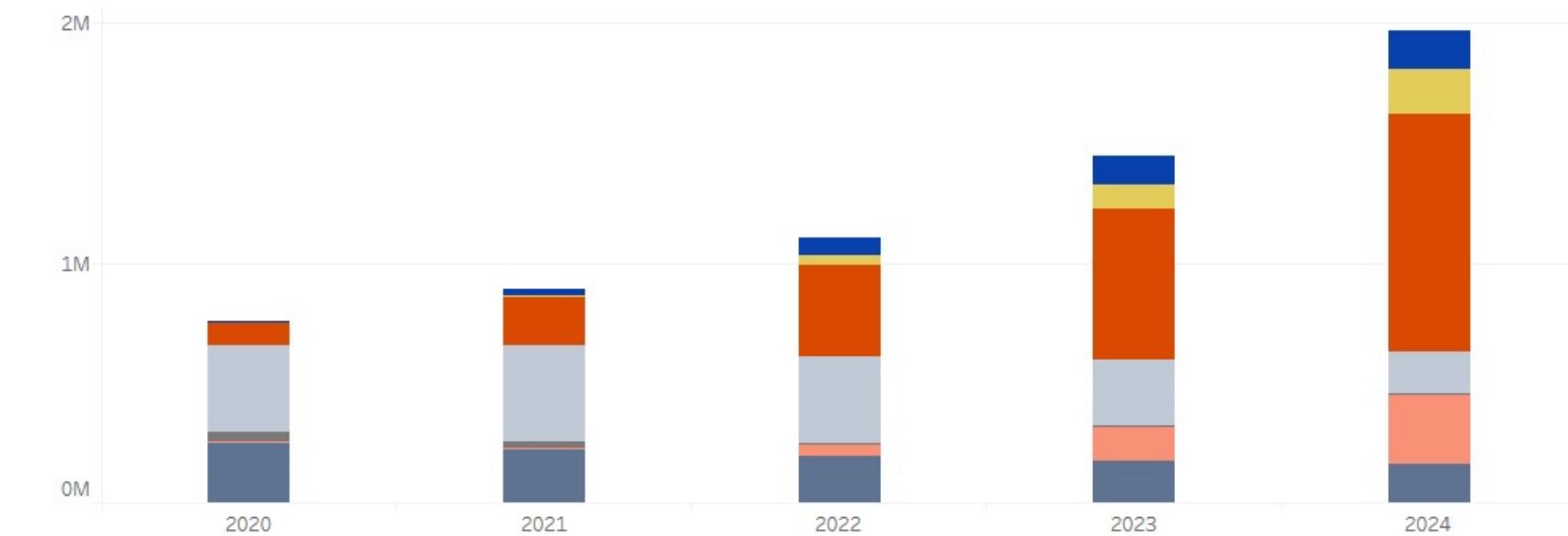


# 400G ZR/ZR+へのマーケットからの期待



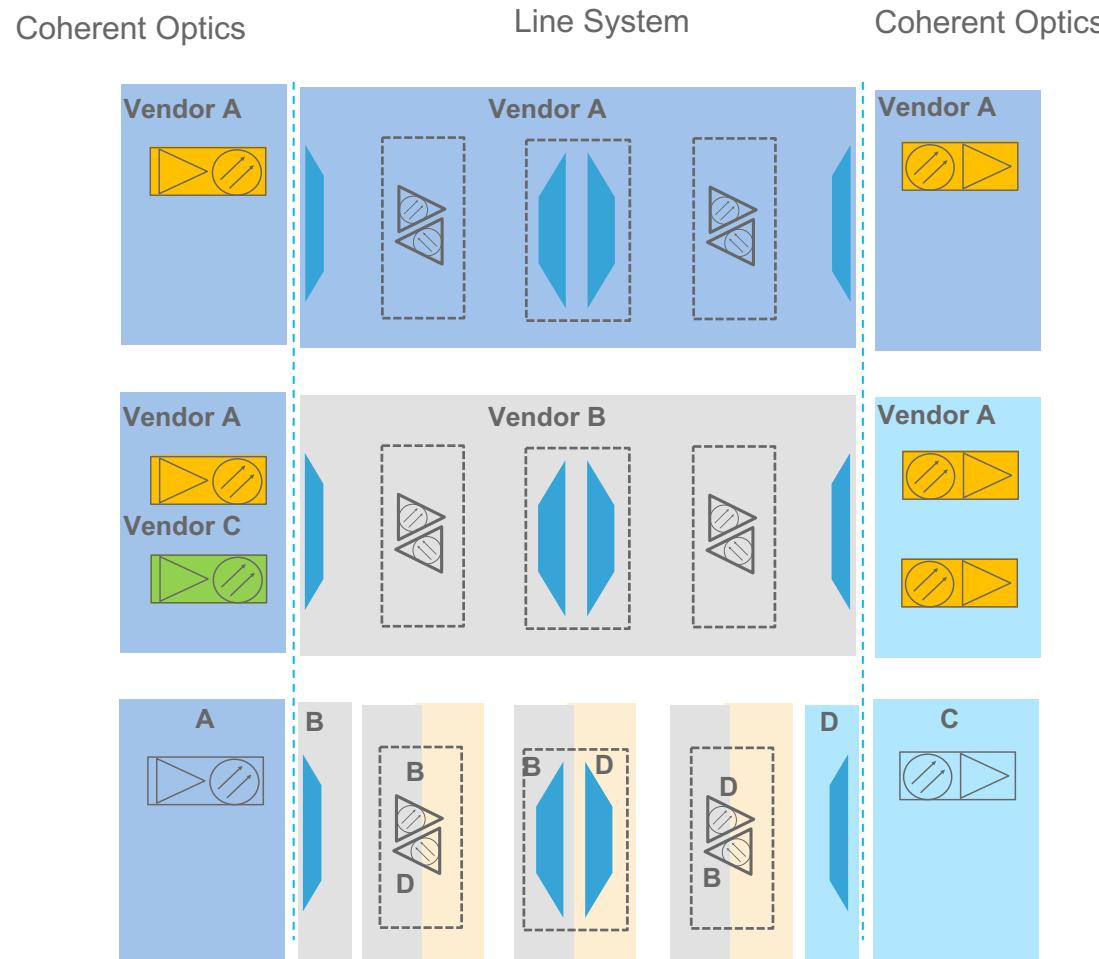
	2020	2021	2022	2023	2024
100G	254,700	226,400	193,600	174,700	159,200
100ZR	25	3,400	48,400	142,900	295,700
Direct Detect	40,500	21,500	5,500	2,400	0
200G	362,900	406,000	361,400	276,300	172,400
400G+	95,000	203,000	384,000	629,300	991,100
400ZR+	100	6,100	34,900	98,000	187,300
400ZR	900	26,900	74,700	124,100	164,500
Grand Total	754,125	893,300	1,102,500	1,447,700	1,970,200

■ 400ZR ■ 400ZR+ ■ 400G+ ■ 200G ■ Direct Detect ■ 100ZR ■ 100G



Source: Signal Coherent Pluggables to Transform Optical Transport Market by 2024, Nov 2020

# 検討すべき項目



IPと光伝送が融合することで、  
マルチレイヤー、マルチベンダーに対する  
運用監視手法の確立および高度化への検討  
が加速



TELECOM INFRA PROJECT



様々なサービス提供の基盤として  
個別最適ではなく全体最適を検討するよい契機

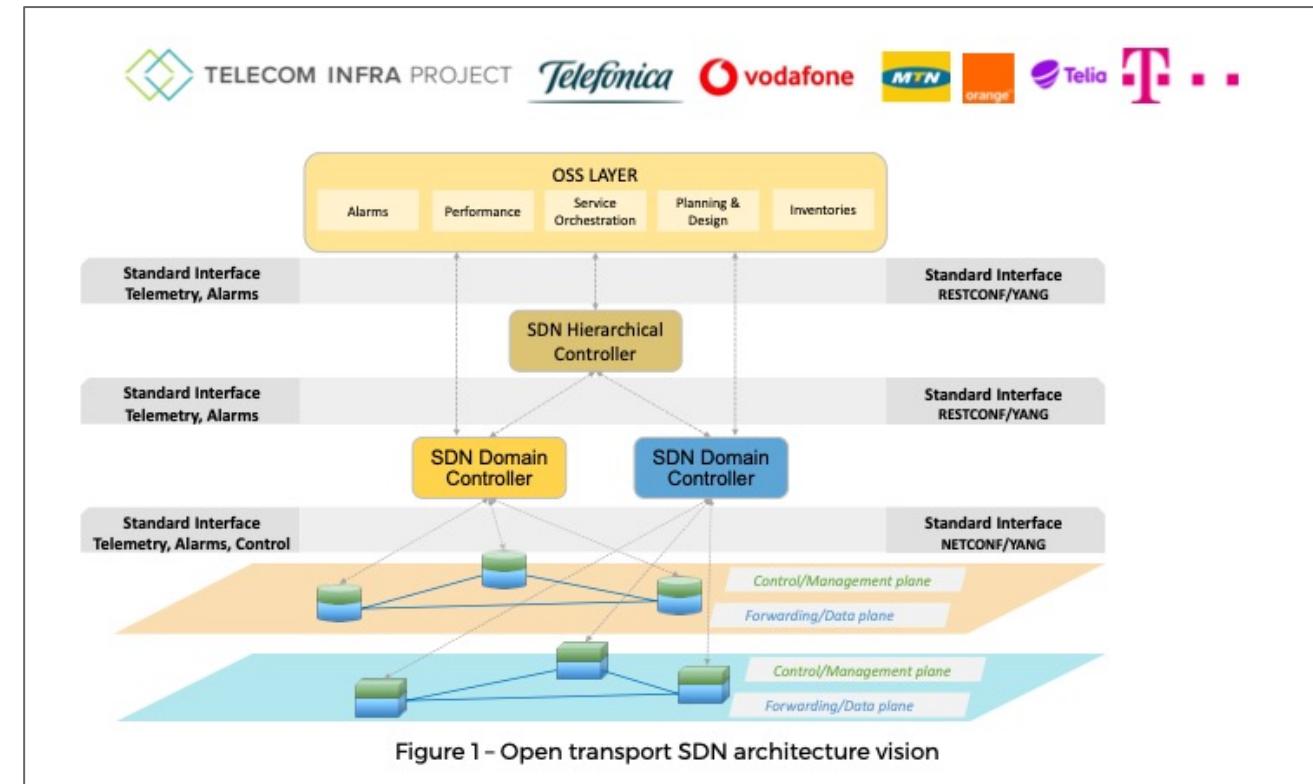
# マルチレイヤ・マルチベンダでのIP・光伝送 運用管理の将来

5

# マルチレイヤの統合管理とインターフェイス標準化の議論の進展

## TIP MUST (Mandatory Use case requirements for SDN for Transport)

- TIP MUST ワーキンググループ
  - 欧米他の主要なオペレータのユースケースをもとに、マルチレイヤ統合管理のアーキテクチャ・共通ユースケース・インターフェイス要件を整理したホワイトペーパーを公開
- IP, 光伝送の各ドメインのコントローラの標準インターフェイス要件
  - IETF, ONF TAPI 等の参照
- IP, 光伝送レイヤを統合的に管理する **SDN 階層コントローラ** (Hierarchical Controller, HCO) の定義と要件の整理
  - ONF, IETF 等で定義されたアーキテクチャの参照
  - "Preferred" (望ましい) 構成として整理
  - 既存の OSS との相互運用性も考慮されている

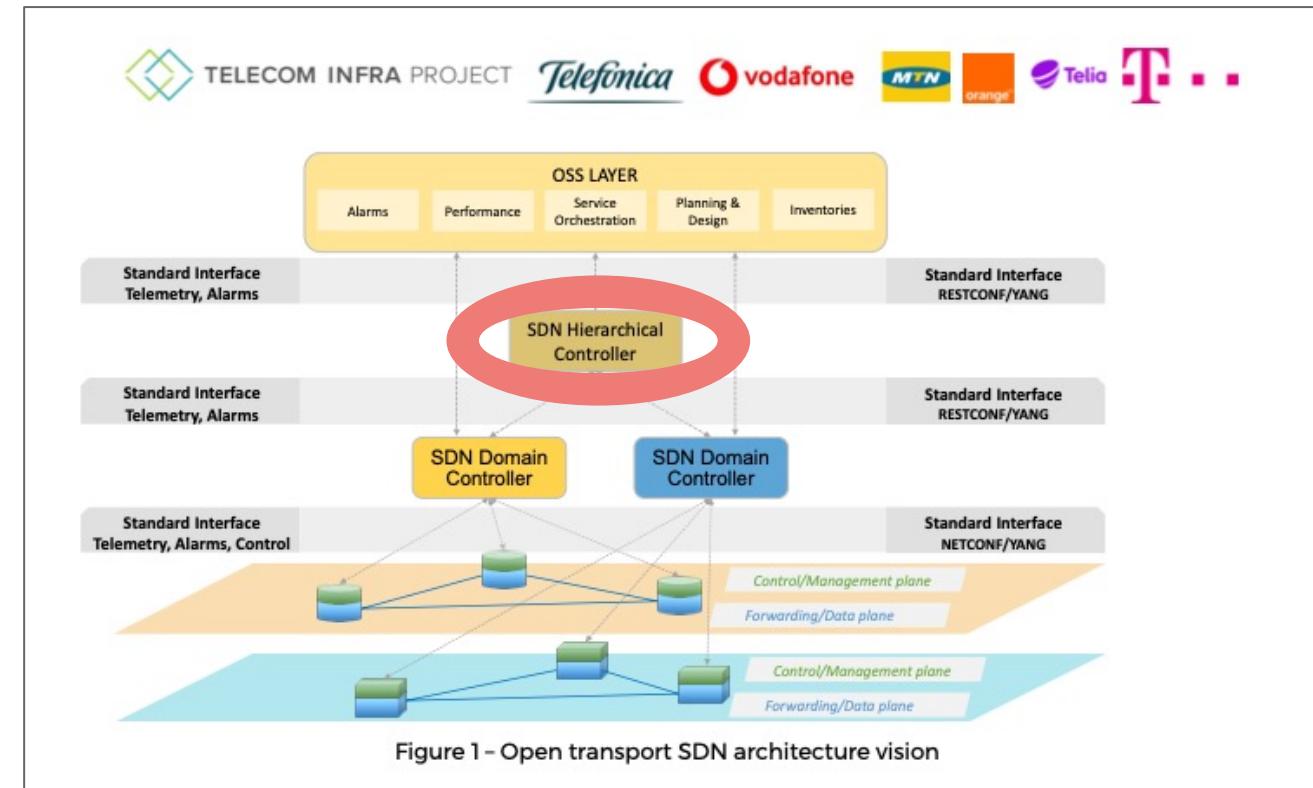


Source: MUST Open Transport SDN Architecture, <https://telecominfraproject.com/oopt/>

# マルチレイヤの統合管理とインターフェイス標準化の議論の進展

## TIP MUST (Mandatory Use case requirements for SDN for Transport)

- 階層化アーキテクチャおよび階層コントローラ (HCO) に期待されている機能
  - マルチベンダーネットワークの抽象化
  - OSS 向けの抽象化 NBI の提供: ネットワークリソースの Vendor-agnostic なビューとインベントリ情報の提供
  - E2E visibility for all transport: トランスポート NW のエンドツーエンドで完全なビューの保持
  - E2E view を活用した Network Intelligence (後述), Multi-layer Path Computation (後述) や Closed Loop の実現
  - ...etc
- 既存の OSS レイヤとの相互運用性の保持の考慮
  - ユースケースによっては OSS が個別のコントローラから情報を直接取得するケースも整理されている - Alarm や Performance Metrics

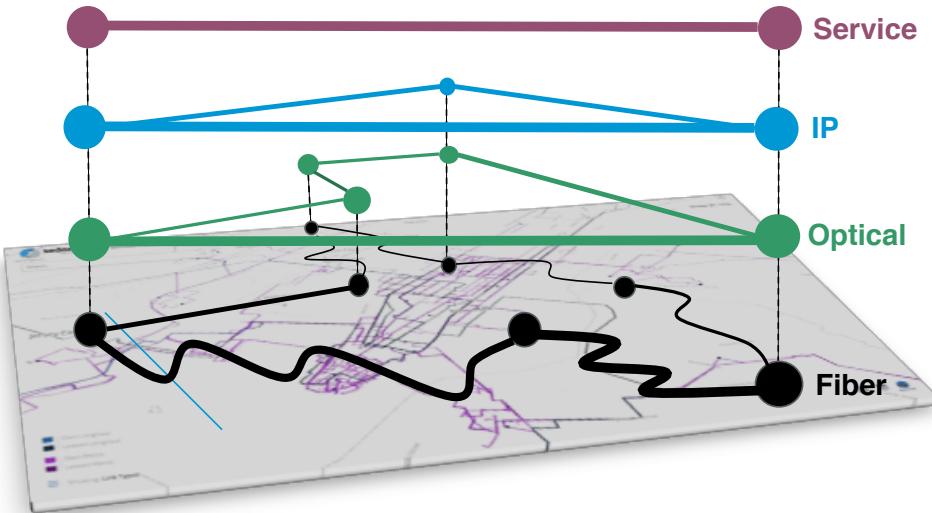


Source: MUST Open Transport SDN Architecture, <https://telecominfraproject.com/oopt/>

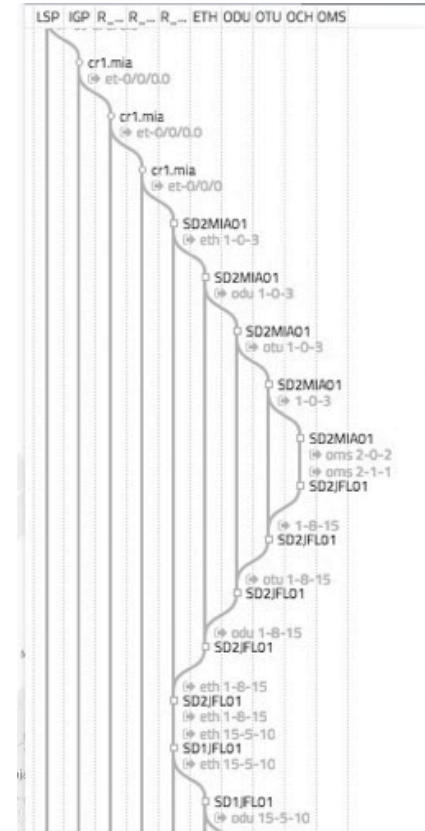
IP・光伝送融合というインフラ側のアーキテクチャシフトに合わせ、運用管理にも新たな選択肢が登場

既存の OSS レイヤの開発メンテの負荷を下げつつ階層コントローラによる付加価値を提供できる可能性

# HCO E2E Visibility (エンドツーエンド可視化) の実装例: 全レイヤのトポロジの把握とコリレーション分析



物理ファイバーから光レイヤ・IPレイヤ・回線サービスレイヤまで関連付けられた完全なネットワークモデルの構築



レイヤ間の相互関係の把握と視覚化 (リアルタイム)

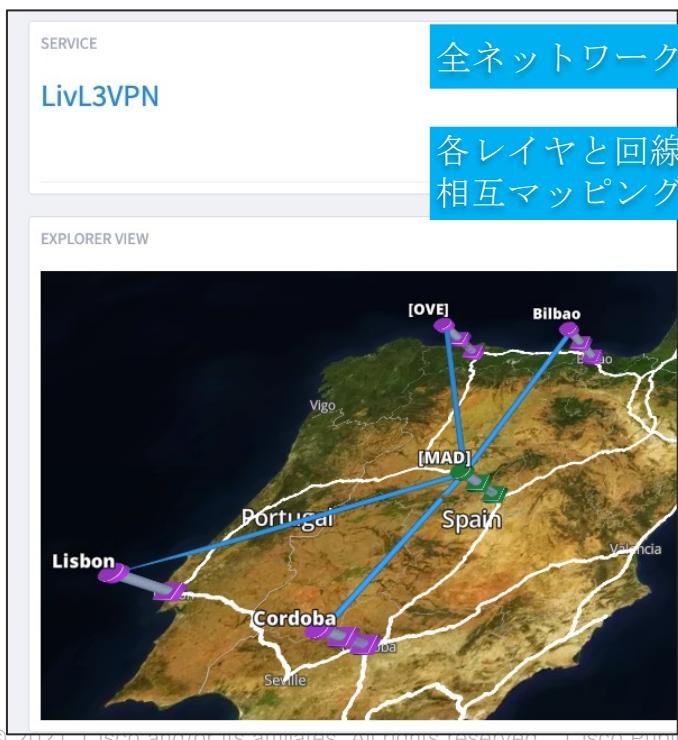


回線サービスのファイバー経路とそのダイバーシティの可視化: 広域ビューから詳細ビューまで

マルチレイヤのネットワークモデルを、IP・光伝送融合 (RON) 時代のマルチベンダーネットワークで実現



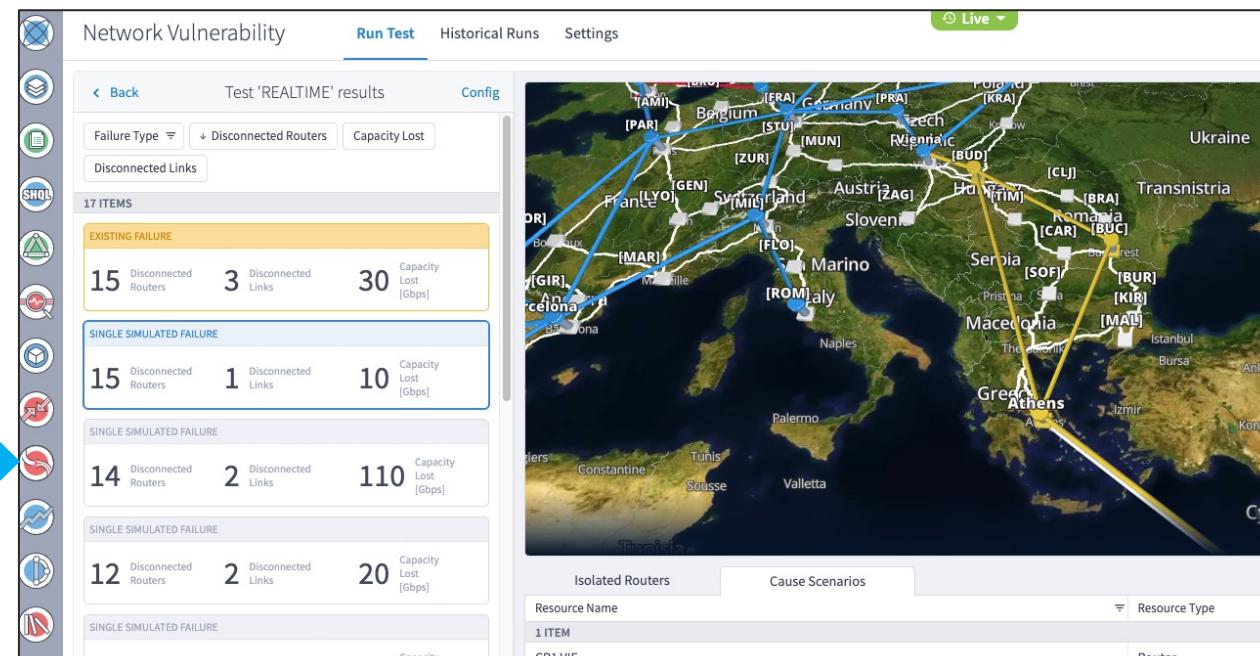
# HCO E2E View に基づく Network Intelligence の実装例: 障害/災害リスク評価・シミュレーション



物理レイヤのリスクの認識

全ネットワークレイヤの完全な把握

各レイヤと回線サービスとの  
相互マッピングの把握

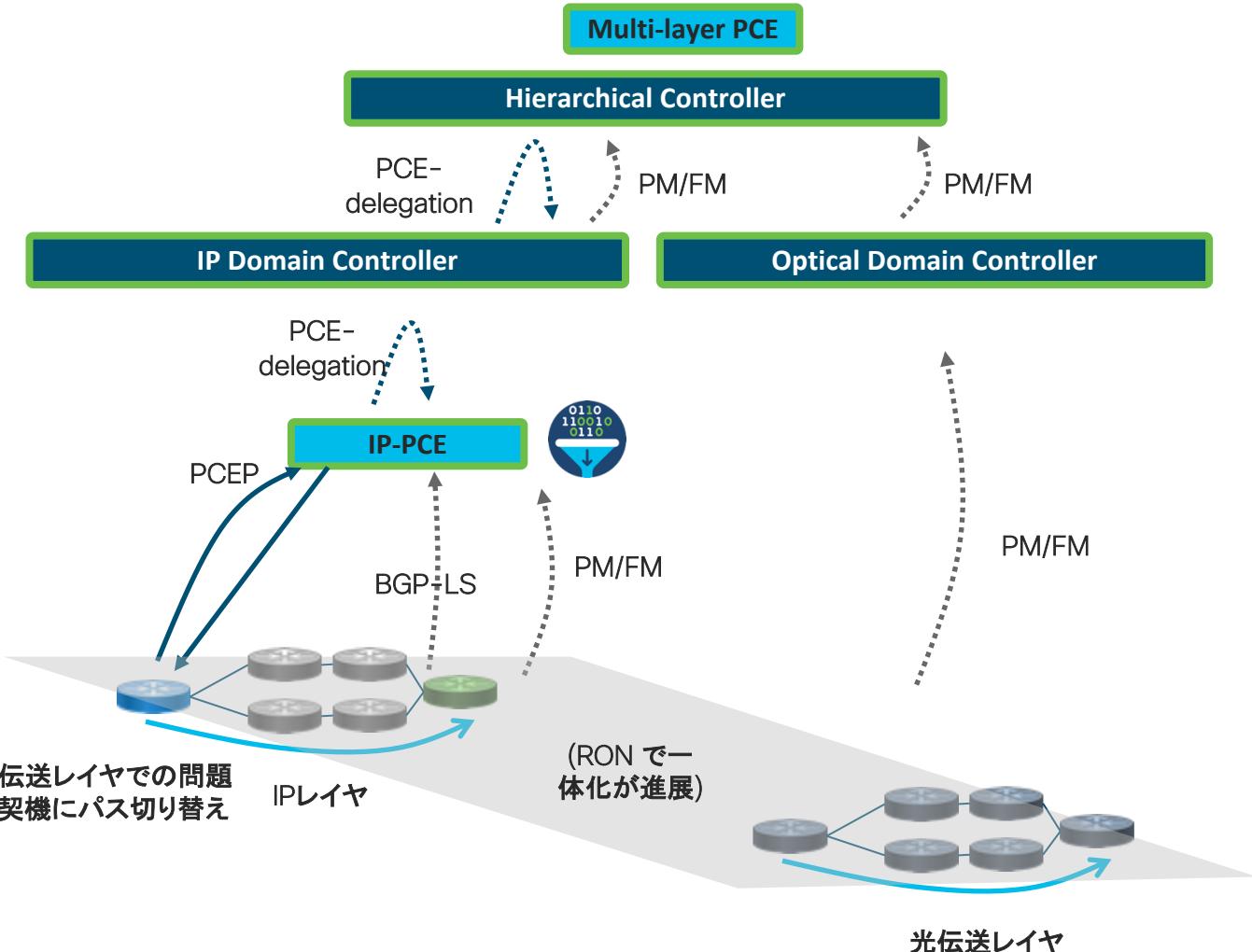


- **What-if シミュレーション:** ある区間の物理ファイバーが切断された場合、どのサービス・顧客にどの規模の影響があるか？
- **事前リスク評価:** 現在のネットワークに单一障害ポイント・二重障害ポイントが存在するか？
- **SLA 評価:** 現在の光伝送 NW 上に定義されている回線サービスの SLA/ダイバーシティポリシーに違反がないか？

既存ネットワークでも適用可能。RON 時代のマルチベンダー環境ではより価値が高まる

# HCO による Multi-layer Path Computation (実現イメージ)

- RON ではサービストラフィックを運ぶ IP 装置と光伝送装置の一体化が進展
- ユースケースの例:
  - 光伝送レイヤのパフォーマンス情報を利用した LSP 切り替え (例: pre-FEC FRR および TI-LFA) の実現
  - Optical Impairments (光学劣化) も含めた IP レイヤーの経路選択
- 最適な経路選択には IP と光伝送レイヤ両方の E2E View とリアルタイムの性能情報を保持した上で最適なパスを計算できる存在が必要となる
  - Multi-layer PCE としての HCO の可能性



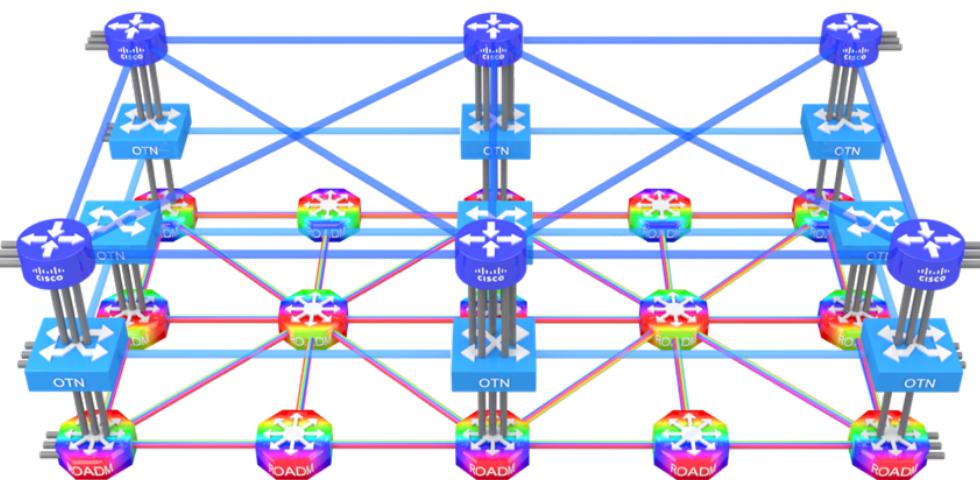
HCO により従来難しかったユースケース - 高精度なマルチレイヤ リアルタイム パス制御の実現へ

# まとめ

6

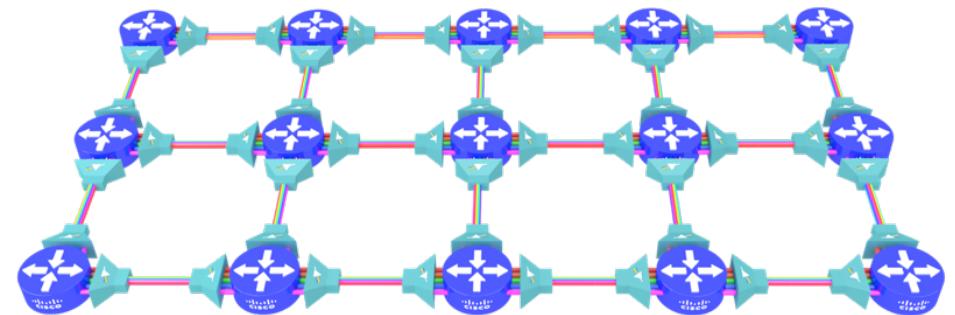
# Rethinking the Way We Build Networks

Past/Today



これまでのIPと光伝送ネットワーク

Future



Routed Optical Networkによる  
IPと光伝送ネットワークの融合

