



新たなトレンド IP・光伝送 融合テクノロジーの最新動向

見玉賢彦 (takodama@cisco.com)
Technical Solutions Architect
SP Routing Architecture

2021年10月29日

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



Agenda

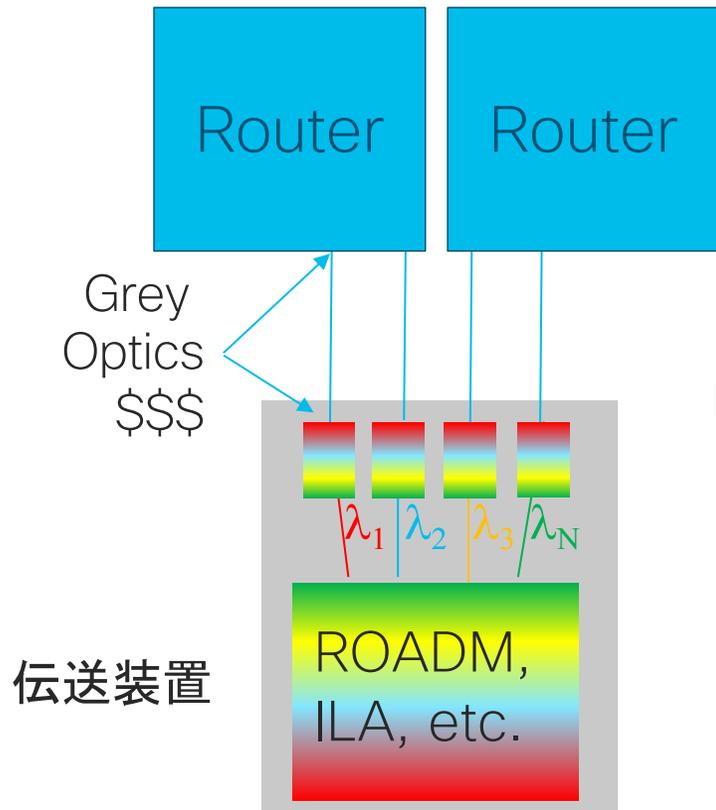
- 1 光伝送とIPネットワークの導入モデル
- 2 なぜIPと光伝送の融合が注目されているのか
- 3 IPと光伝送の融合に期待される効果
- 4 さらなる進化と検討すべき項目
- 5 マルチレイヤ・マルチベンダでのIP・光伝送 運用管理の将来
- 6 まとめ

光伝送とIPネットワークの 導入モデル

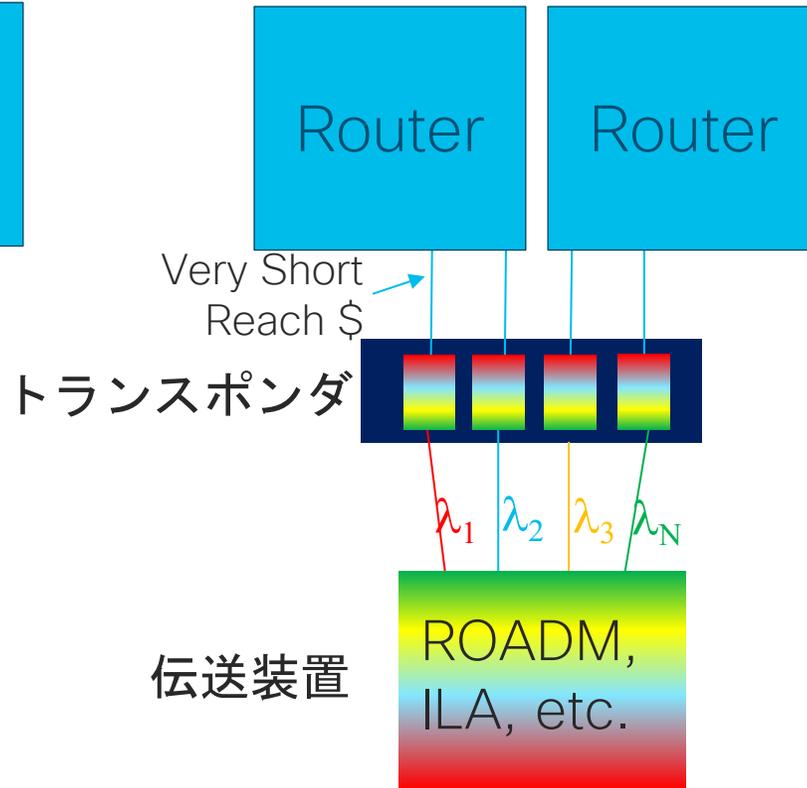


Optical伝送とIPネットワークの導入モデル

従来のモデル

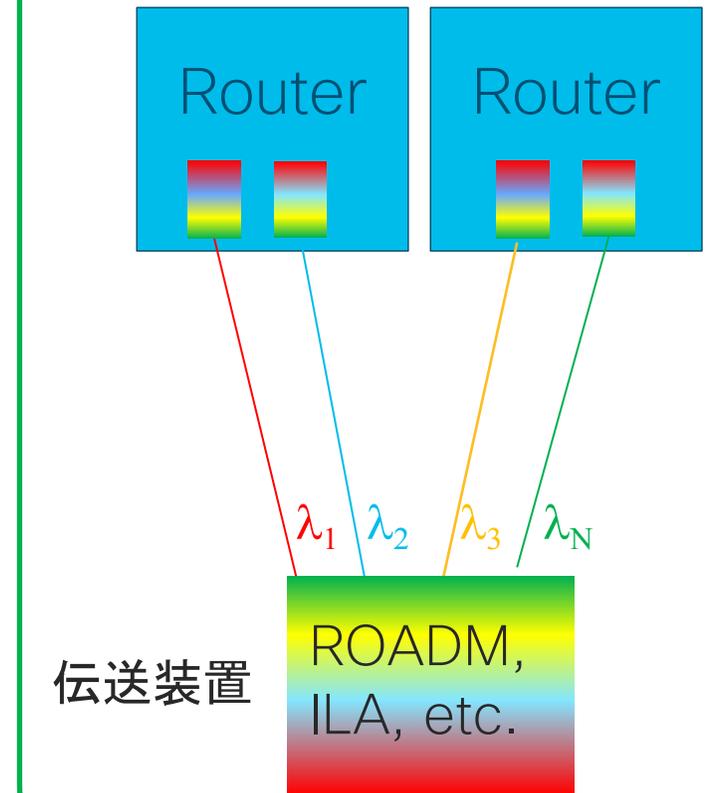


Disaggregation



本日の主役

IP+Optical (RON)

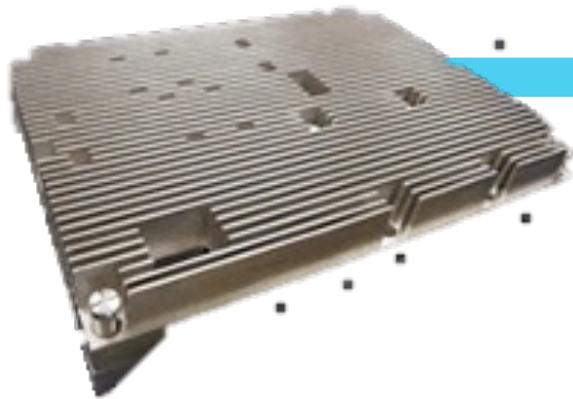


なぜIPと光伝送の融合が
注目されているのか



Coherent Opticsの小型化の変遷

2011 2014 2016 2018 2020



5x7 inches



3x6 inches



CFP2 ACO



CFP2 DCO



QSFP-DD DCO

Less space, power consumption
More integration

Key Component : CFP2-DCO (Digital Coherent Optics)



ACACIA

Innovative high-speed
coherent optics



DSP:

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

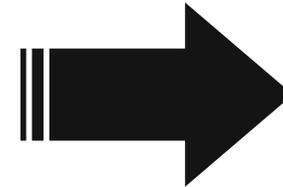
+

Trunk Transceiver:

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



CFP2-ACO

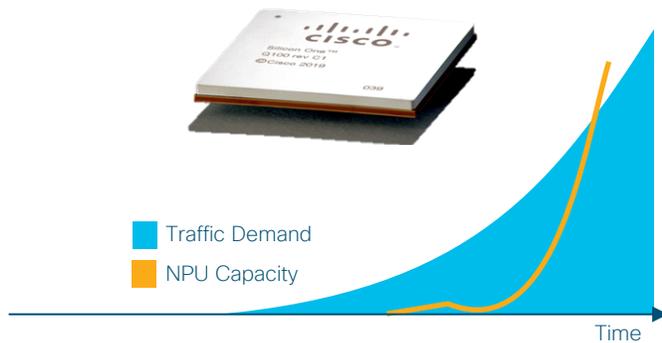


CFP2-DCO

- 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

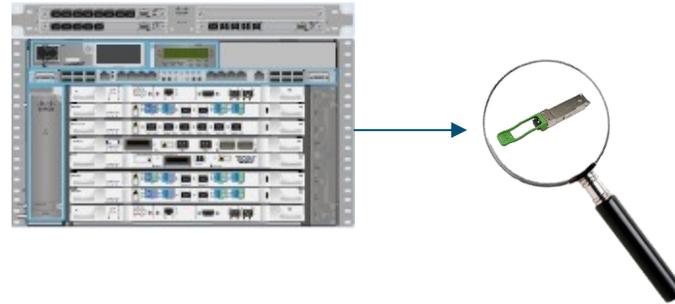
期待されている技術革新の傾向

Routing Scale Evolution



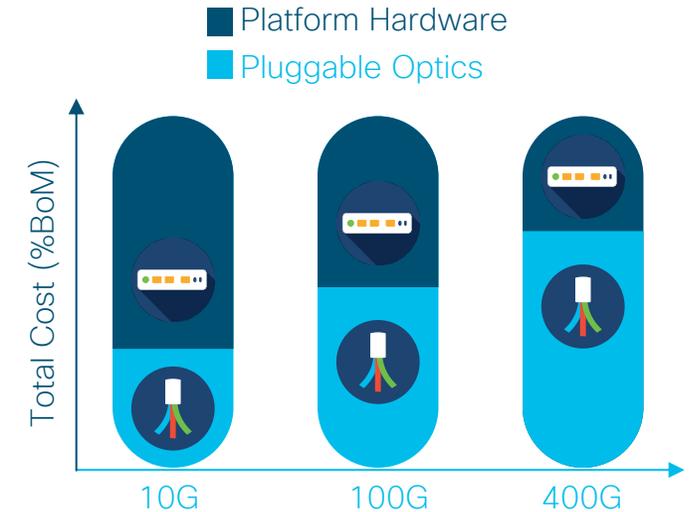
ルーターのキャパシティが
今後予測されるトラフィック
需要を上回る

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

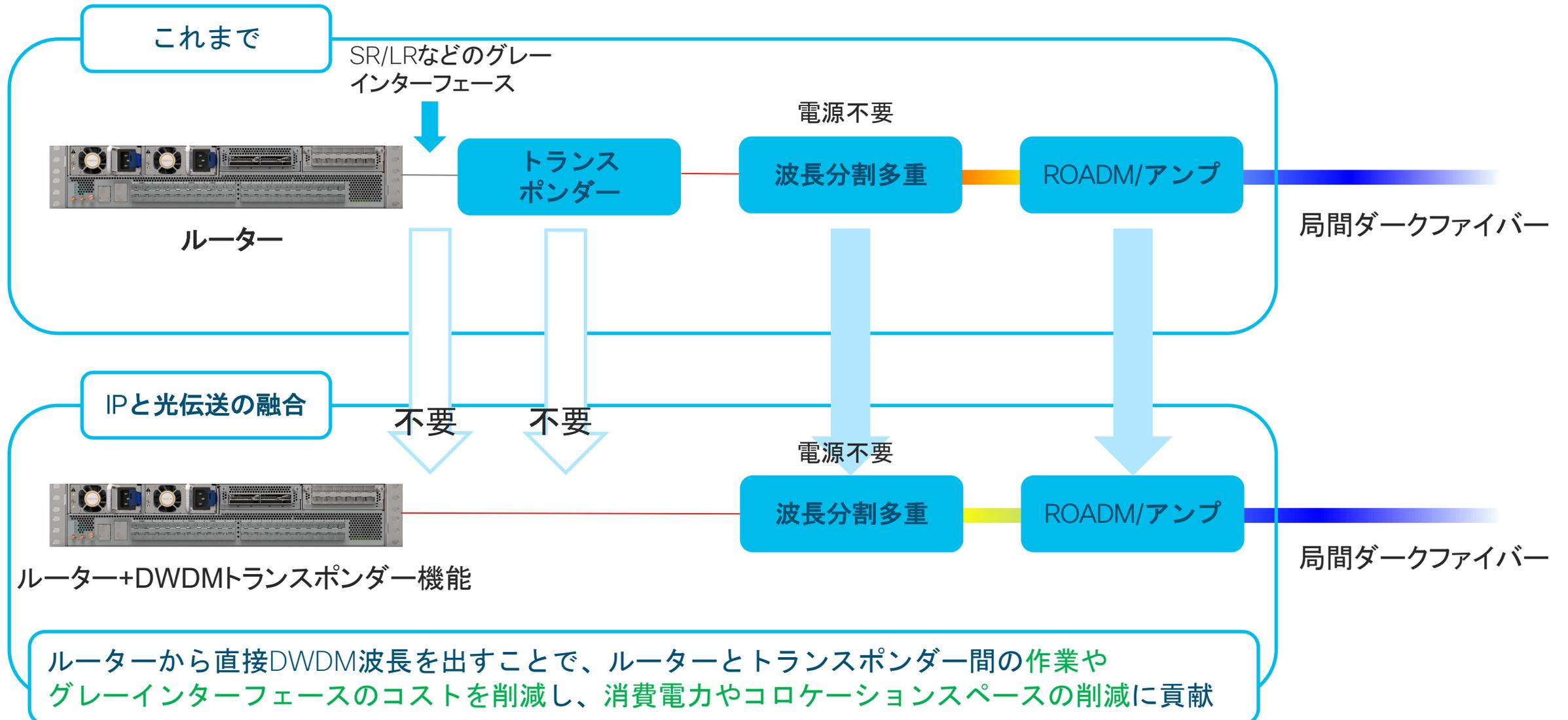


広帯域高密度実装が進んだ結果、
Pluggableを搭載するホスト側の
コスト低減がOpticsのコスト
低減よりも相対的に早くなる

IPと光伝送の融合に 期待される効果



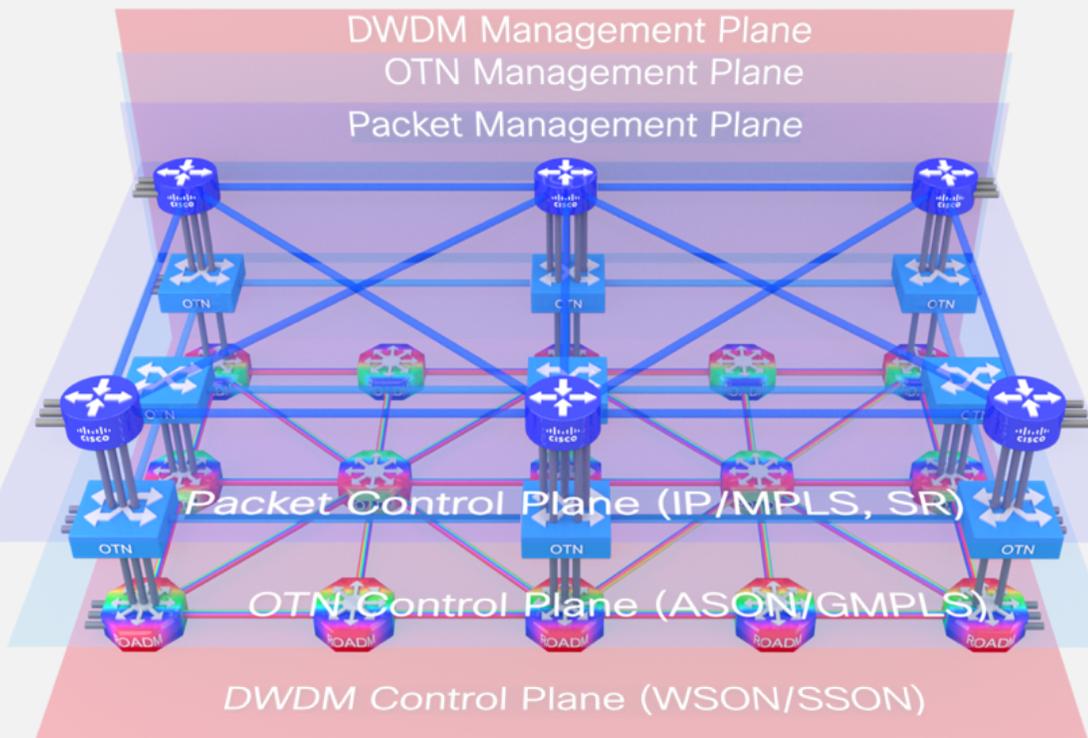
IPと光伝送の融合：ネットワーク構成イメージ



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

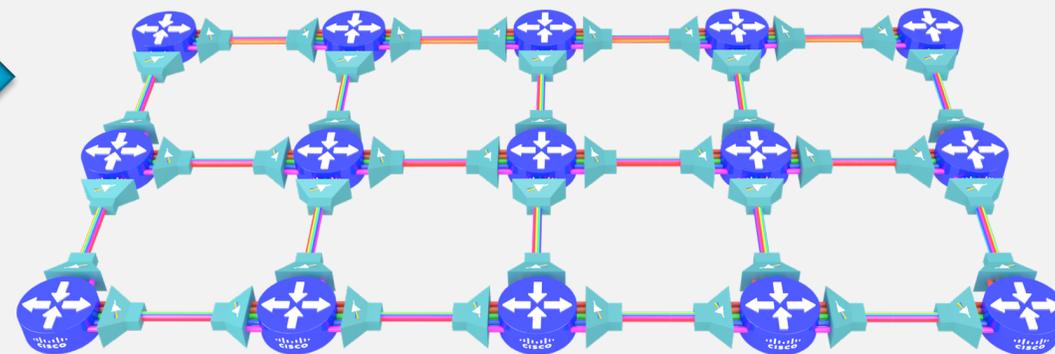
Cisco Routed Optical Networkingによるネットワークのシンプル化

現在のネットワーク



様々なレイヤー構成

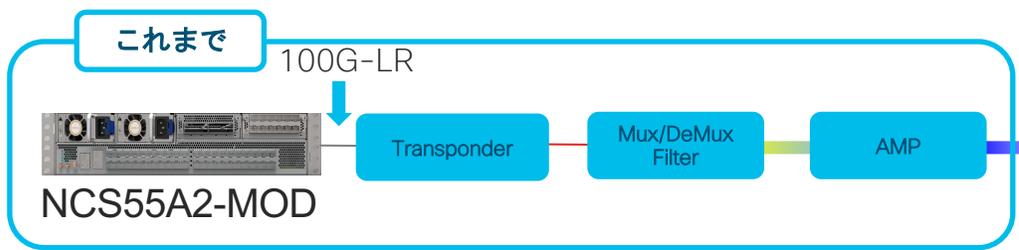
将来の方向性



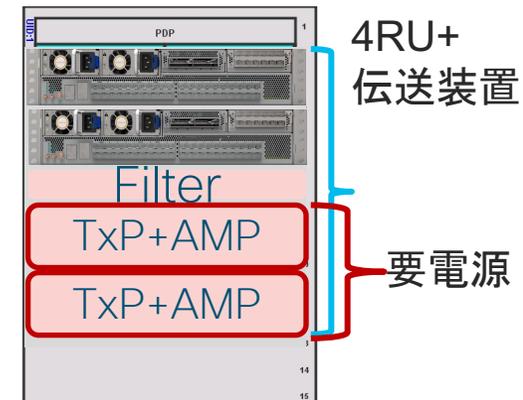
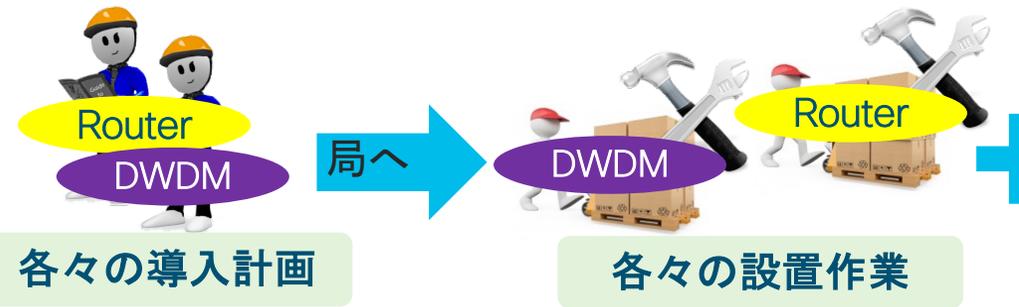
極力フラットでシンプルに

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

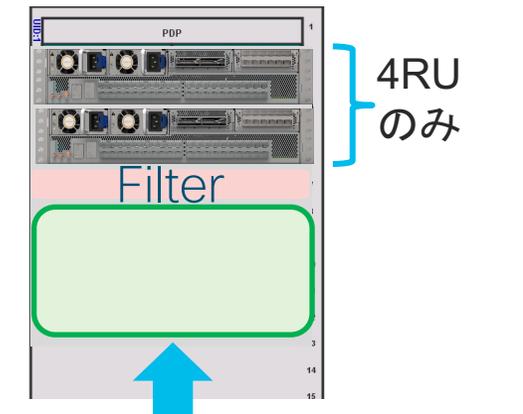
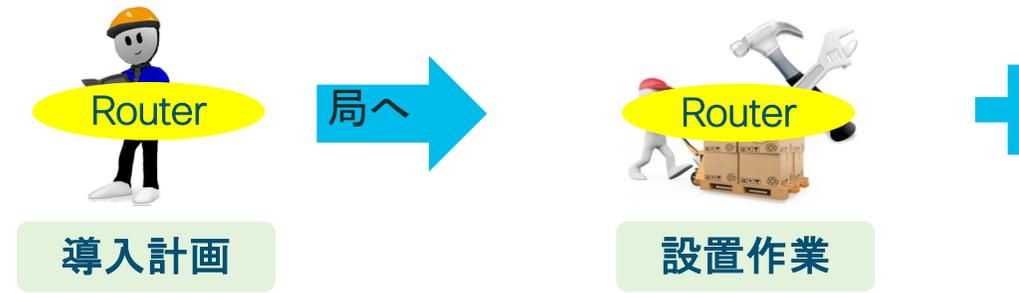
ネットワーク構成がシンプルになることによる利点 初期導入時



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

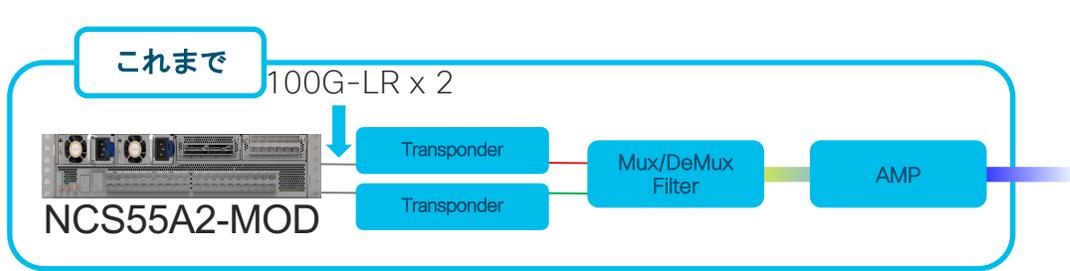


Routerのみのオペレーションによる、導入計画および作業の削減および簡素化を実現。人的ミスを極力排除しシンプルでコンパクトなネットワークを構築可能

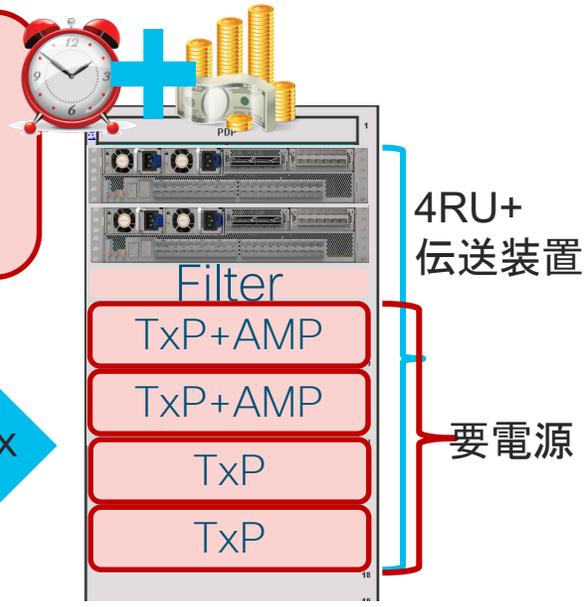


ネットワーク構成がシンプルになることによる利点

将来の帯域拡張時(200Gへ)



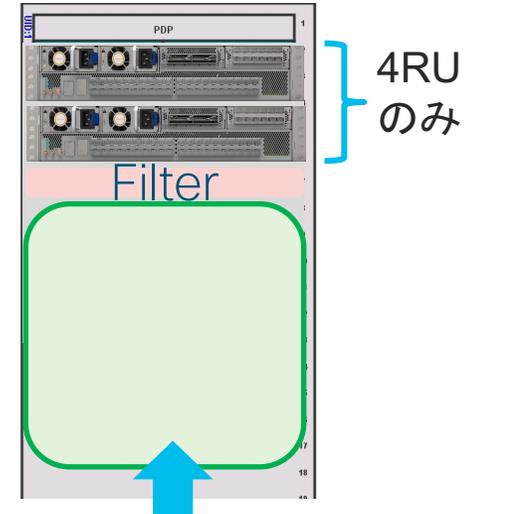
初期導入時同様、RouterとDWDMの両機器に関する追加機器の調達を含む、拡張計画および作業が必要。早期の拡張計画開始による対応時間やリソース確保がコストに反映される



時々...



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

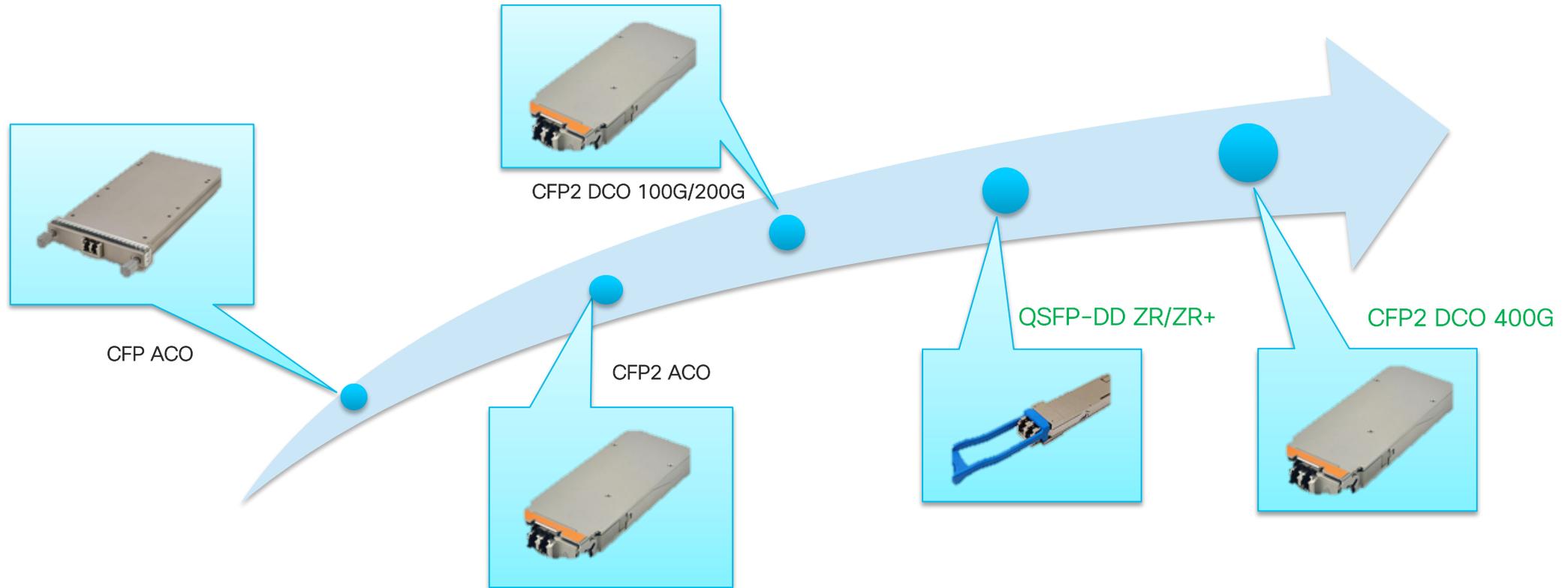


将来の拡張用に温存!

さらなる進化と検討すべき項目



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

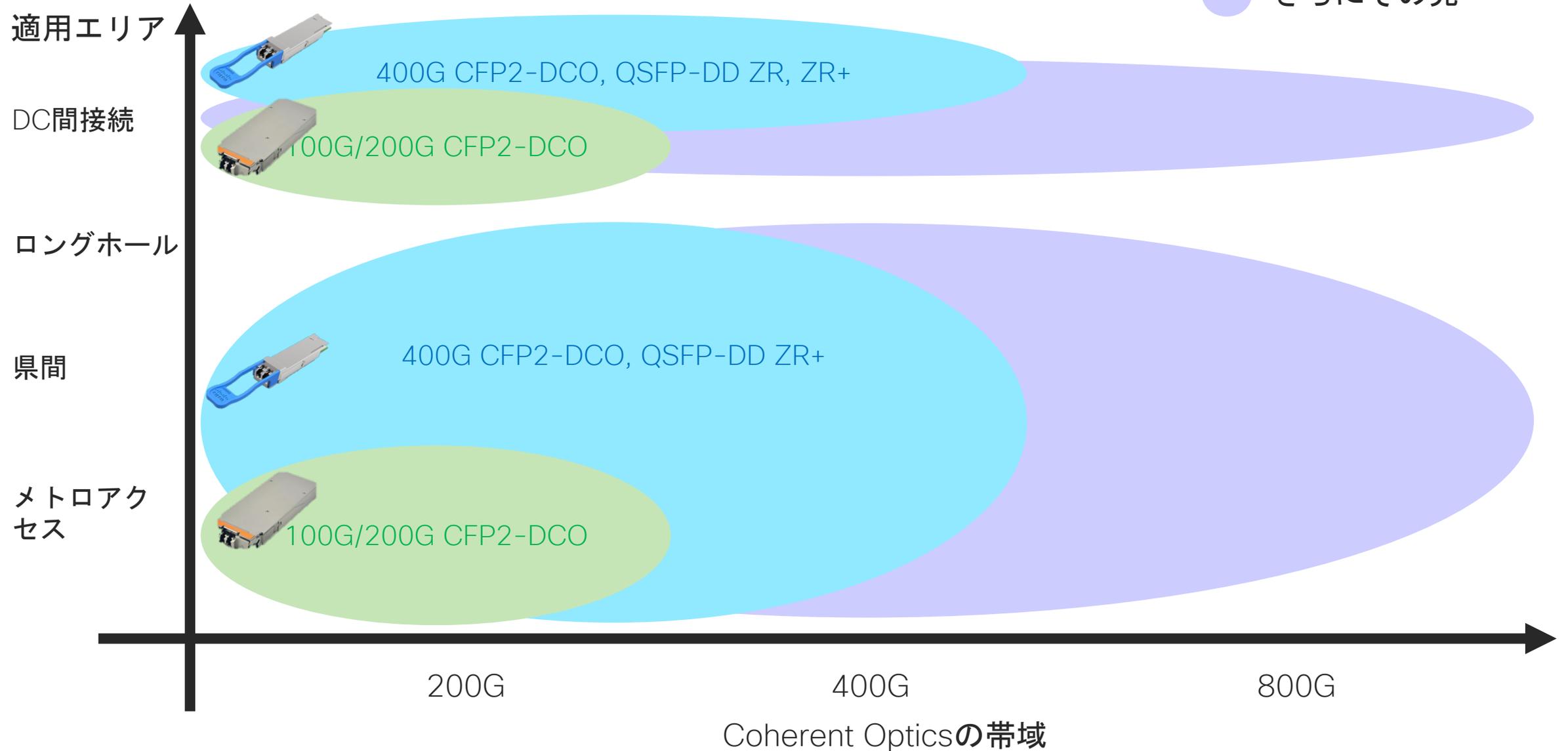


400G時代は400G CFP2-DCOに加えて400G QSFP-DD ZR/ZR+の選択肢を拡張

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



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

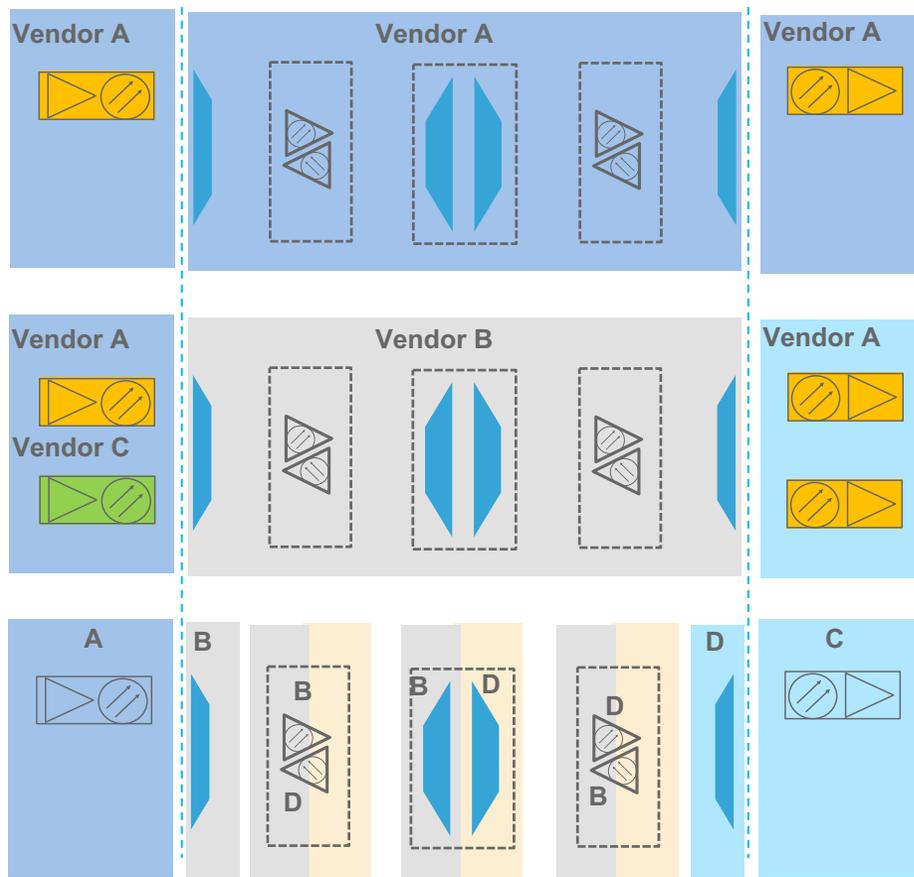
検討すべき項目



Coherent Optics

Line System

Coherent Optics



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



Open ROADM

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

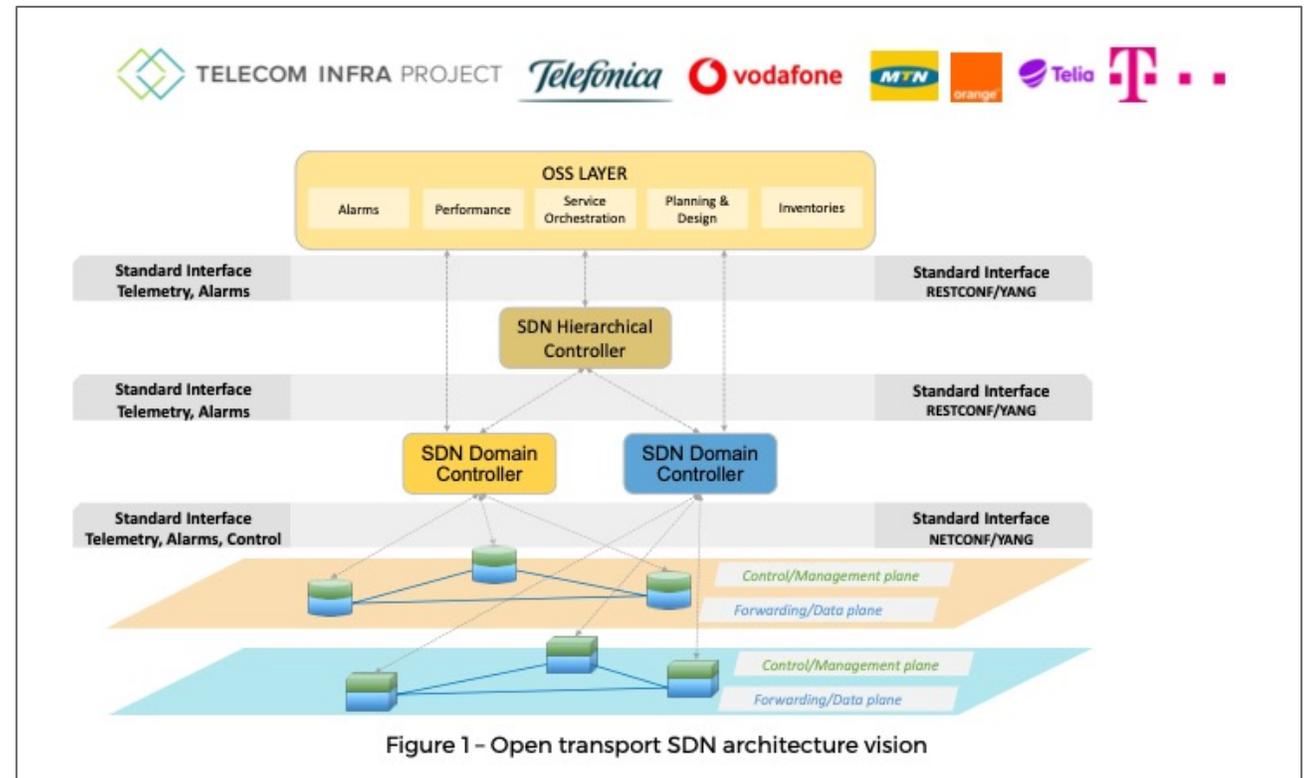
マルチレイヤ・マルチベンダでの IP・光伝送 運用管理の将来



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

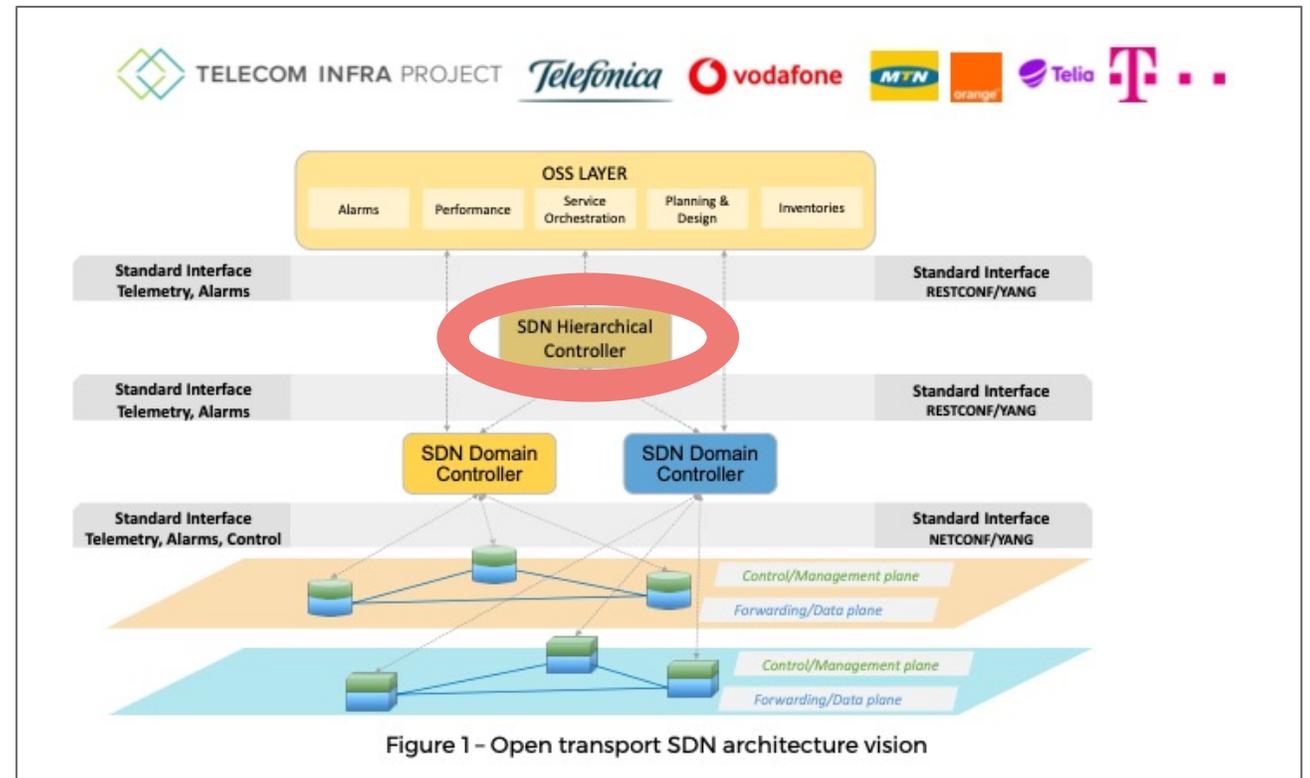


Source: MUST Open Transport SDN Architecture, <https://telecominfraproject.com/oopt/>

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

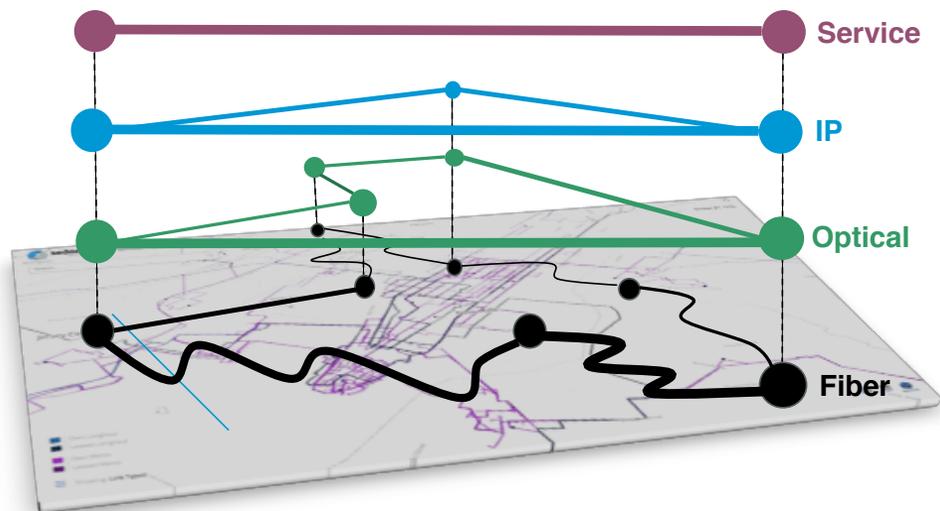


Source: MUST Open Transport SDN Architecture, <https://telecominfraproject.com/oopt/>

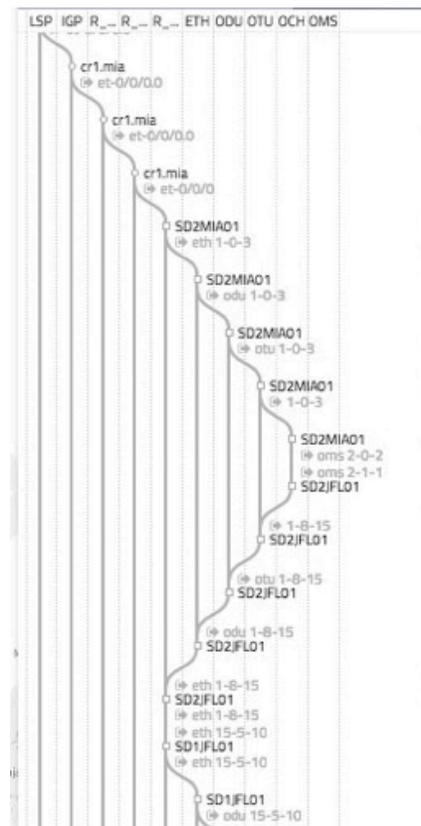
IP・光伝送融合というインフラ側のアーキテクチャーシフトに合わせ、運用管理にも新たな選択肢が登場

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



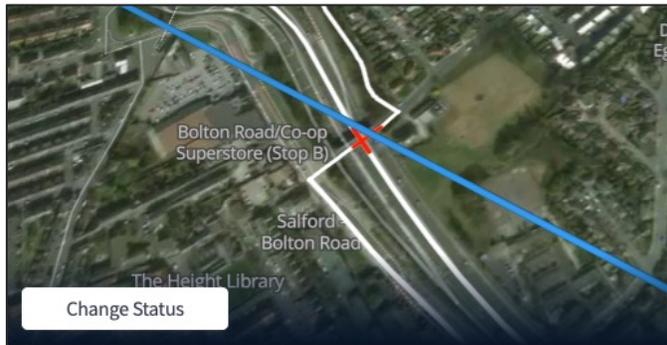
レイヤ間の相互関係の
把握と視覚化 (リアル
タイム)



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



FIBERS INFO
5977525015 - unknown
8090380047 - unknown

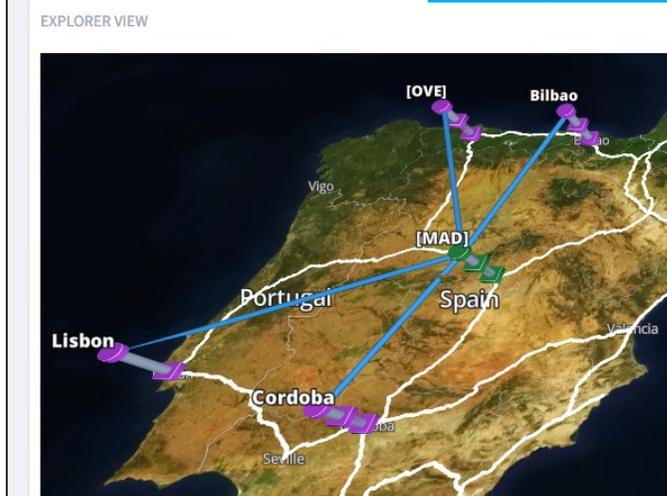
AFFECTED OMS LINKS
SD1BLA02/1-3-5&8 to SD1MAN01/1-4-5&8
SD1LIV01/1-3-5&8 to SD1MAN01/1-2-5&8

物理レイヤのリスクの認識

SERVICE
LivL3VPN

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



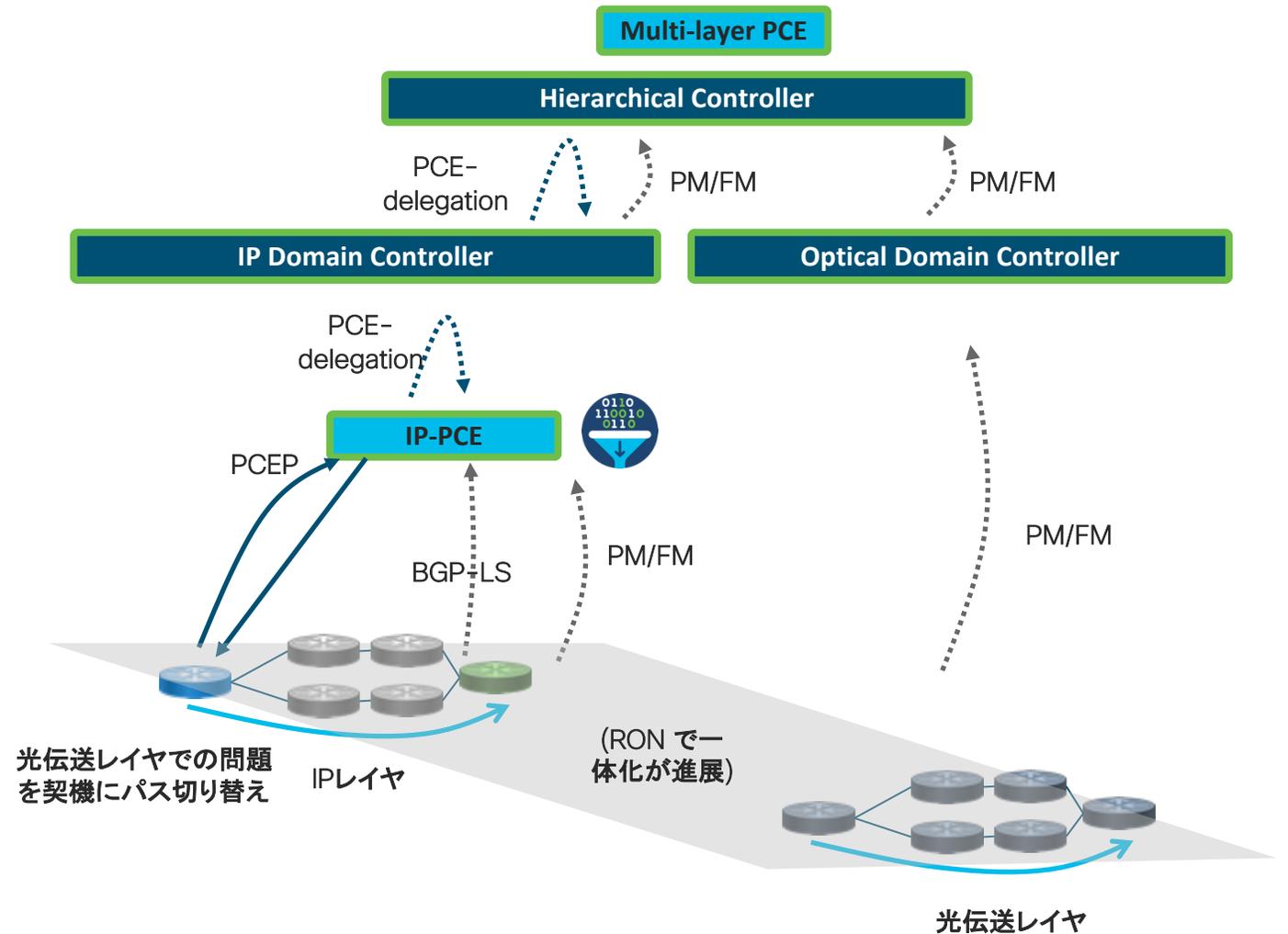
Failure Type	Disconnected Routers	Disconnected Links	Capacity Lost (Gbps)
EXISTING FAILURE	15	3	30
SINGLE SIMULATED FAILURE	15	1	10
SINGLE SIMULATED FAILURE	14	2	110
SINGLE SIMULATED FAILURE	12	2	20

- **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単一障害ポイント・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**



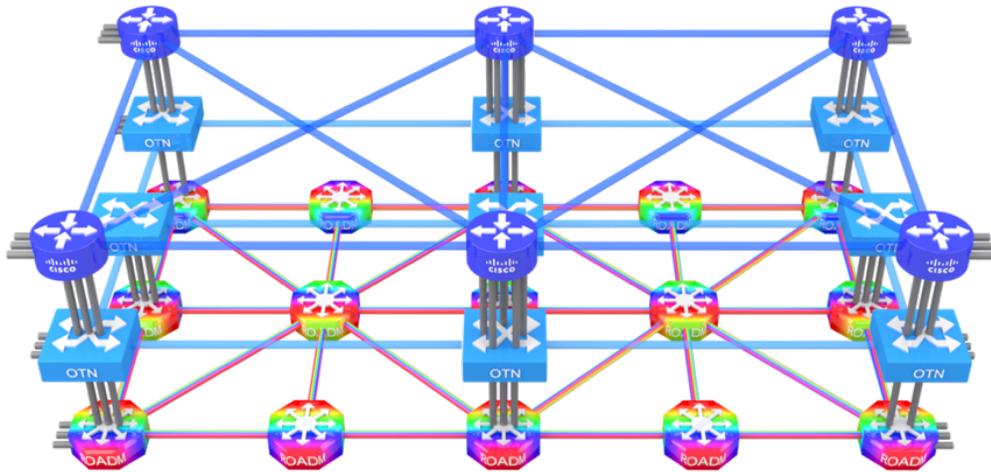
HCO により従来難しかったユースケース - 高精度なマルチレイヤ リアルタイム パス制御の実現へ

まとめ



Rethinking the Way We Build Networks

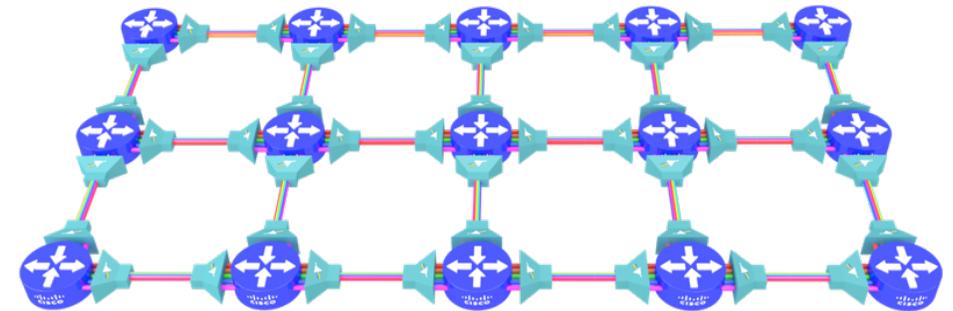
Past/Today



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

