

SDNは第三世代に ～O₃プロジェクトの取り組み～

平成26年 6月 7日

加納 敏行

日本電気株式会社 (代表研究機関)

日本電信電話株式会社

NTTコミュニケーションズ株式会社

株式会社日立製作所

富士通株式会社

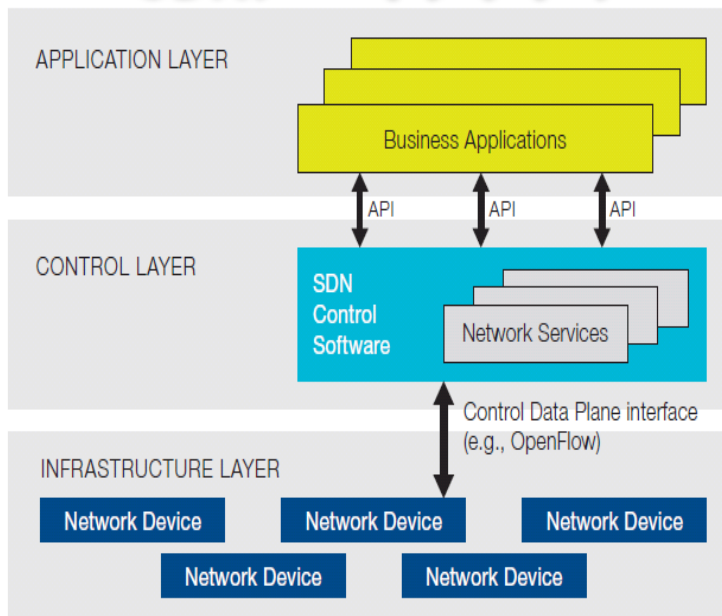
- **本研究開発の背景と目的**
- **SDNにおける問題認識**
- **ユーザ指向型SDNを目指すO₃プロジェクト**
- **平成25年度の研究開発成果**
- **概念実証**
- **本日の展示のご案内**

本研究開発の背景と目的

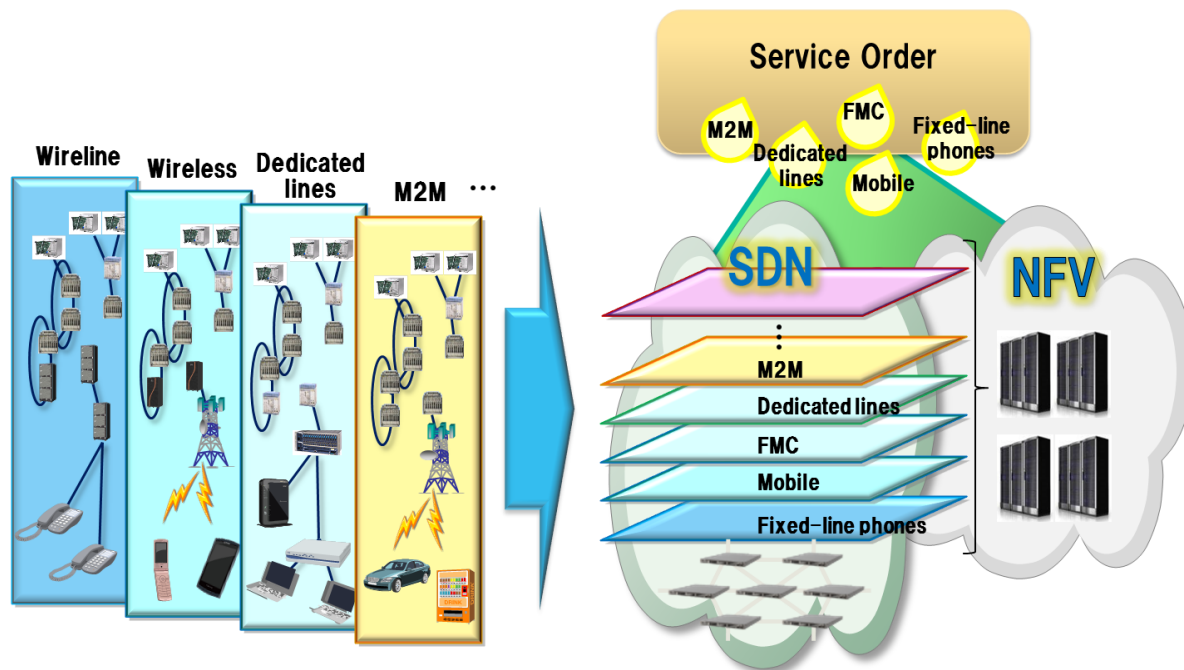
Software Defined Networking技術 (SDN)

- SDNは、ビジネスアプリケーションや運用システムから、ネットワークを自由に設計、構築、運用し、迅速なビジネスや新サービスのイノベーションを実現する技術

SDNアーキテクチャ



SDN+NFVの広域ネットワークへの適用

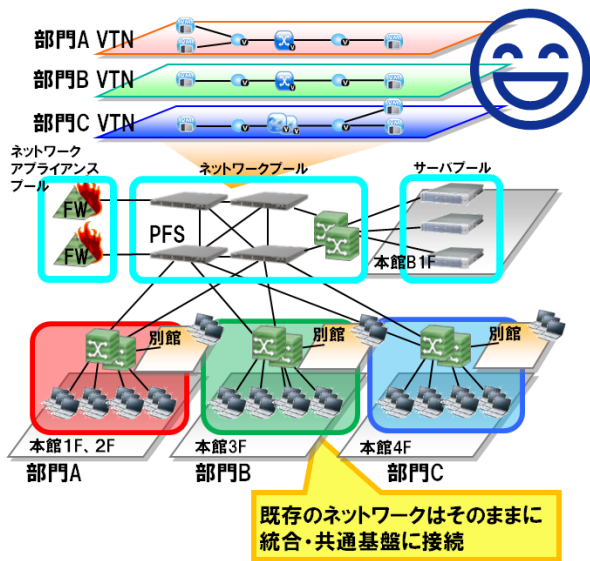


出展: ONF white paper

SDNにおける問題認識 (ユーザーの視点・オペレーターの視点)

・ SDN商用化はクラウド・DC等のIT/NW融合の閉域網から拡大

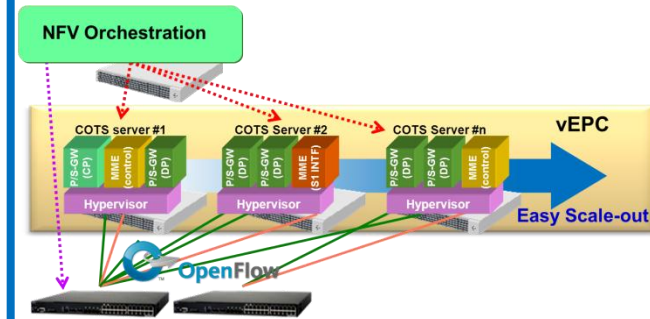
エンタープライズ



データセンタ



モバイルコア



既存のネットワークに
影響を与えず、セキュアな
統合・共通基盤を構築

グローバルに分散する
データセンタをリモート管理、
サービス構築時間を短縮

負荷変動に応じた柔軟な
リソース追加により、
効率的な利用を実現

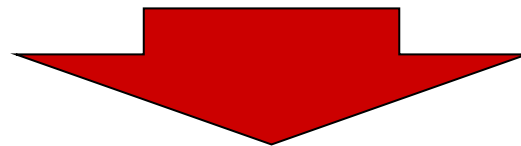
- **環境変化**

- サービスの変化 (LifeCycleの短期化)
- 利用形態の変化 (Global Optimization、Collaboration)

- **環境変化に対する、従来の広域ネットワークの課題**

- ネットワーク間・レイヤ間の調整を伴うため、
ネットワークサービスの構築・運用・撤収に時間がかかる
- レイヤ単位で資源が最適化されているため、
特性の異なるサービス単位での資源活用の最適化が困難
- ネットワーク間・レイヤ間にまたがり、異なるサービス(新旧、
異業種)間を柔軟に相互接続・マイグレーションできない
- ベンダの機器に依存したネットワーク構築(Vendor-Defined
Networking)のため、運用管理を統合することも困難

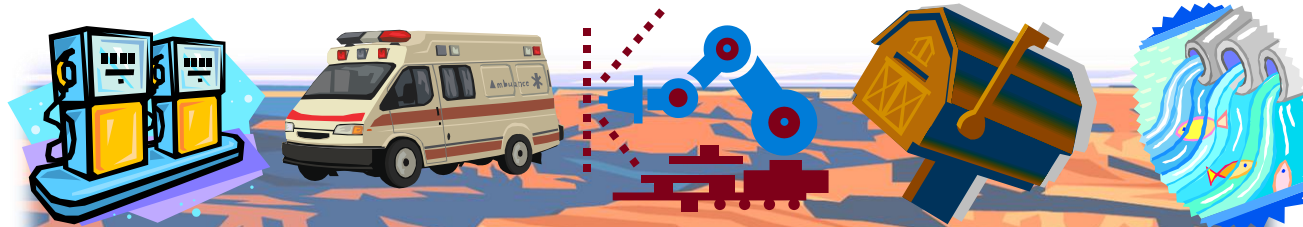
- Lifecycleの短期化への対応
⇒ネットワークサービスの**迅速な構築・運用・撤収**
- Global Optimizationへの対応
⇒**資源の効率的な活用**による、広域にわたるネットワークサービス活用の最適化
- Vendor-Defined Networkingからの脱却
⇒**サービス主導**による自由で**迅速・柔軟なネットワーク構築**



SDN技術の広域化(マルチレイヤ)対応と資源抽象化技術の提供

SDNにおける問題認識(ユーザーの視点)

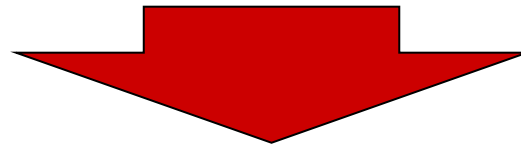
- ・ アプリケーション・プログラミング・インタフェース
 - ネットワークは自らのプログラムインタフェースをアプリケーションエンジニアに公開し、二人の距離を埋めようとした



Application Programming Interface (API)



- ユーザーによるネットワークイノベーションの**発信・流通・高度化**
⇒ユーザー間での**流用・再利用**による**共創コミュニティ形成**
- **迅速な異業種Collaboration**
⇒異なるサービスを組み合わせた**柔軟なサービスチェーン構築**
- **User-Defined Networkingの実現**
⇒**ユーザー主導**による**自由で迅速・柔軟なイノベーション**



**ネットワークの知識を必要としないユーザーフレンドリな環境の提供
(ツールとフレームワーク)**

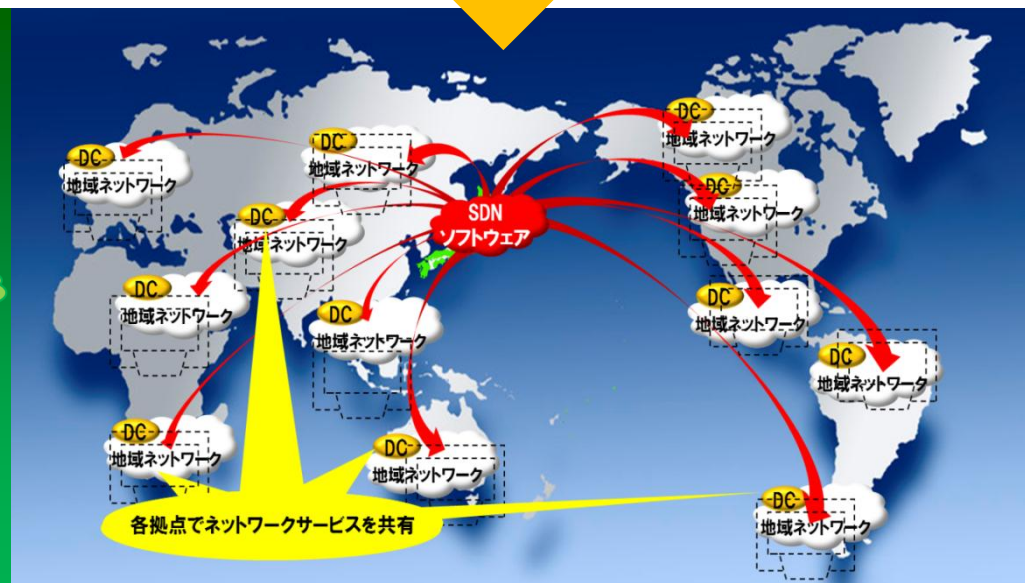
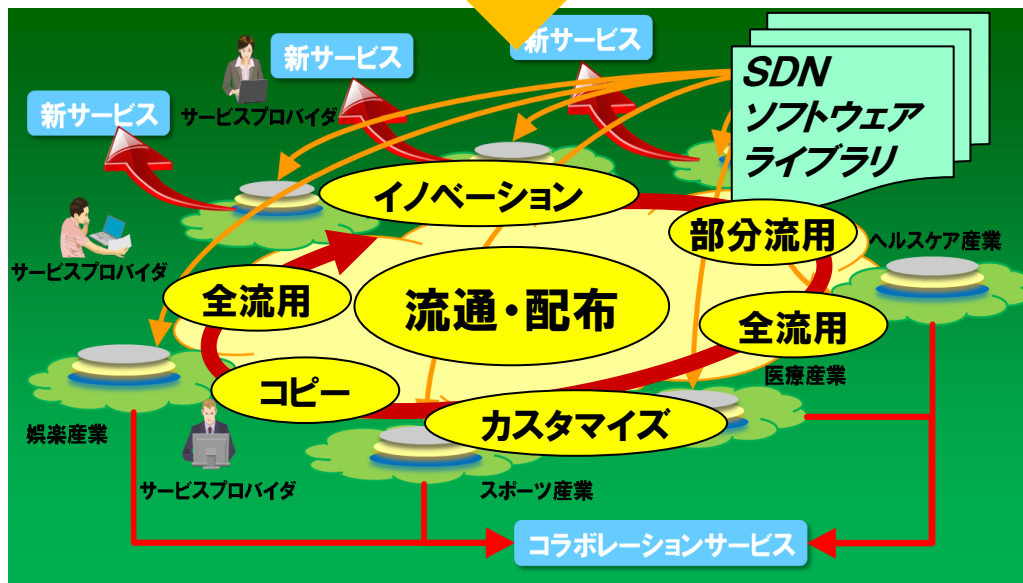
SDN技術の広域化により実現される世界

pen rganic ptima

- ソフトウェアサービス記述により、サービス要件 (SLA/QoS) を満たすサービスインフラをEnd-to-Endに簡易に構築・運用
- オーケストレーションが**完全ソフトウェア化・自動化**され、コンピュータ(仮想マシン)並みの応用性・即時性を有するネットワークが実現される

流通異業種間クラウドサービスの連携がソフトウェアの流通・交換で即時に実現される世界

世界共通品質・性能のクラウドサービス基盤がソフトウェア配布により即時に実現される世界



ユーザ指向型SDNを目指す O₃プロジェクト

プロジェクトコンセプト

- Open(オープン性)
 - 開発成果のオープン化(2014年度中の公開を予定)
 - 国内外の産官学が参加する世界中のコミュニティにおける活用
- Organic(中立性・有機的)
 - 多様な目的を持つすべての利用者に成果を提供する中立的な活動
 - 広域ネットワークを有機的に連携
- Optimum(最適化)
 - すべてのレイヤを通じて資源を有効に活用し、サービスやネットワークのコストや品質、および性能を最適化

オープンかつユーザ指向型SDNの実現に向けて

pen rganic ptima

ユーザ参加を可能とするオープンイノベーションネットワーク基盤を通じたユーザ指向型SDNの実現をめざし、①オープン化（オープンソースソフトウェアの迅速な開発と流通）、②国際標準化（デファクト化）、③実用化・製品化を推進します。

O₃ Project

pen rganic ptima

Open Innovation over Network Platform

①オープン化

ユーザによるオープンイノベーションネットワーク基盤とツール提供によるユーザ指向型SDNの実現

②国際標準化

オープンなアイデア、イノベーションをタイムリにグローバル・デファクト標準につなげる道筋の提供

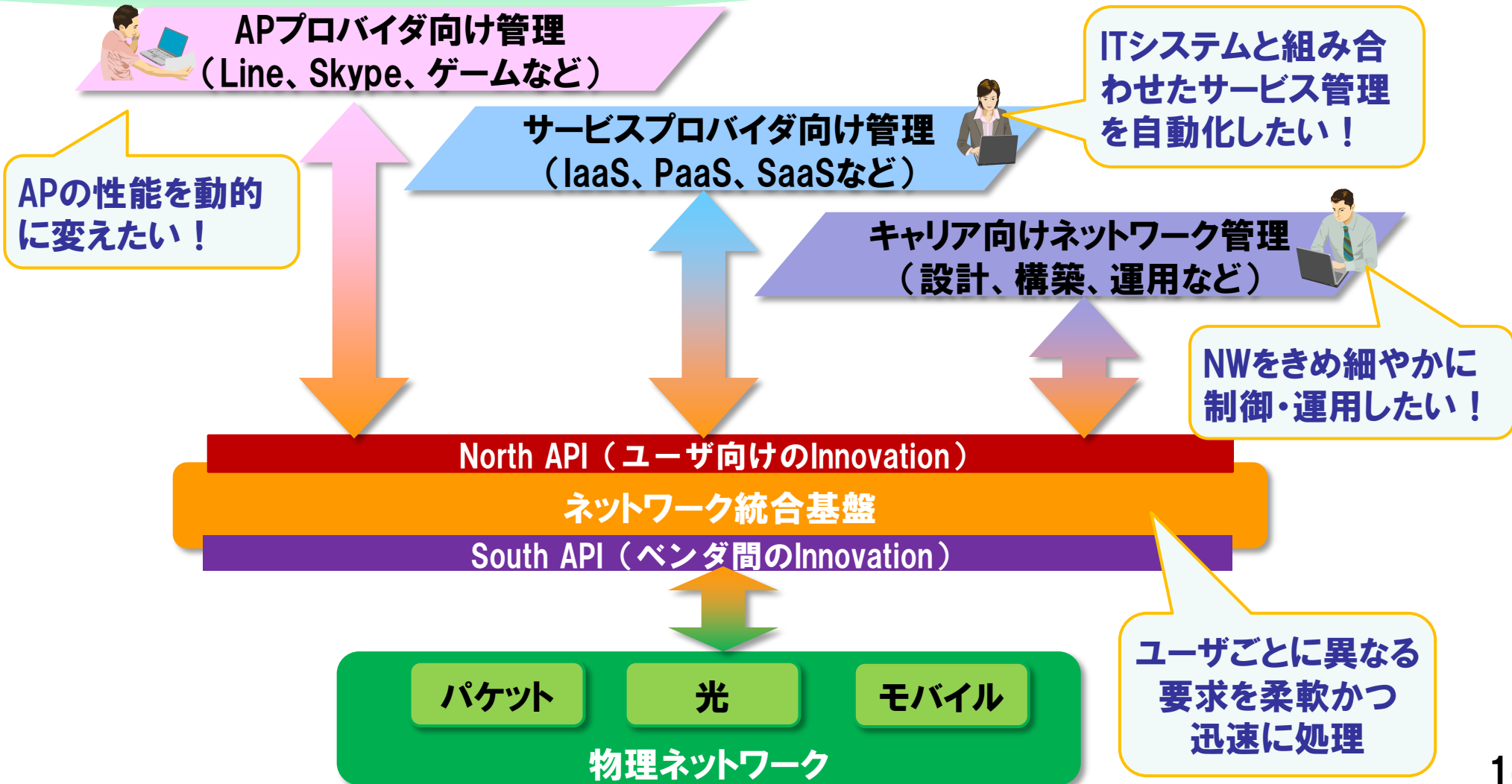
③実用化・製品化

オープン基盤を利用したアイデア、イノベーションのオープン・自由・迅速な実用化・製品化の推進

O₃プロジェクトが目指すところ

pen organic ptima

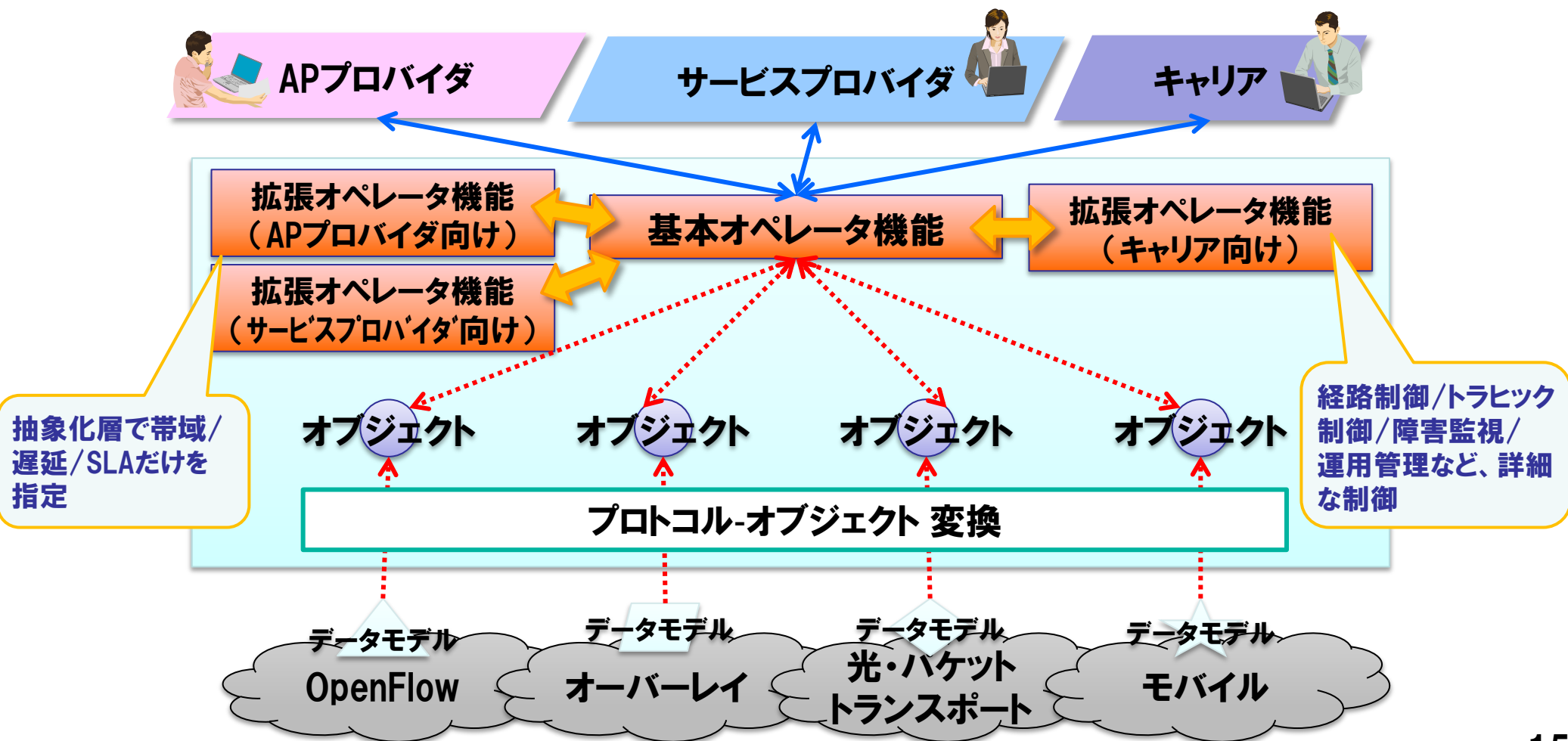
- 異なるユーザ環境に対して、
上位システムをオーケストレーションできる仕掛けにしていく



O₃を支えるネットワーク統合基盤における仕組み

pen organic ptima

- キャリア向けのきめ細やかなNW制御と、APプロバイダやサービスプロバイダ向けの手軽なNW制御の両方を同時に実現



期待する実現イメージ

[1] サービスをモデル化し、End-to-Endでのサービス記述 (SLA/QoS含む)

定義型ネットワークの実現

さまざまなイノベーションに期待する領域

差異化ツール群
(OSSまたはプロプラ)

オーケストレーションソフトウェア

行政

医療

交通

[2] サービス要件を満たす、ネットワークを設計・構築・運用を実施

放送

サービスツールレイヤ

差異化ツール群
(OSSまたはプロプラ)

構築
ソフトウェア

運用管理
ソフトウェア

設計
ソフトウェア

品質管理
ソフトウェア

セキュリティ
ソフトウェア

[3] 物理レイヤをモデル化・抽象化し、End-to-Endで柔軟設計。論理NWと物理NWリソースの最適化 (SLA/QoS保証)

資源抽象化レイヤ

抽象化
モデル

仮想NW

仮想NW

仮想NW

仮想NW

差異化システム群
(OSSまたはプロプラ)

物理レイヤ

オーバーレイ
システム

パケット・光
システム

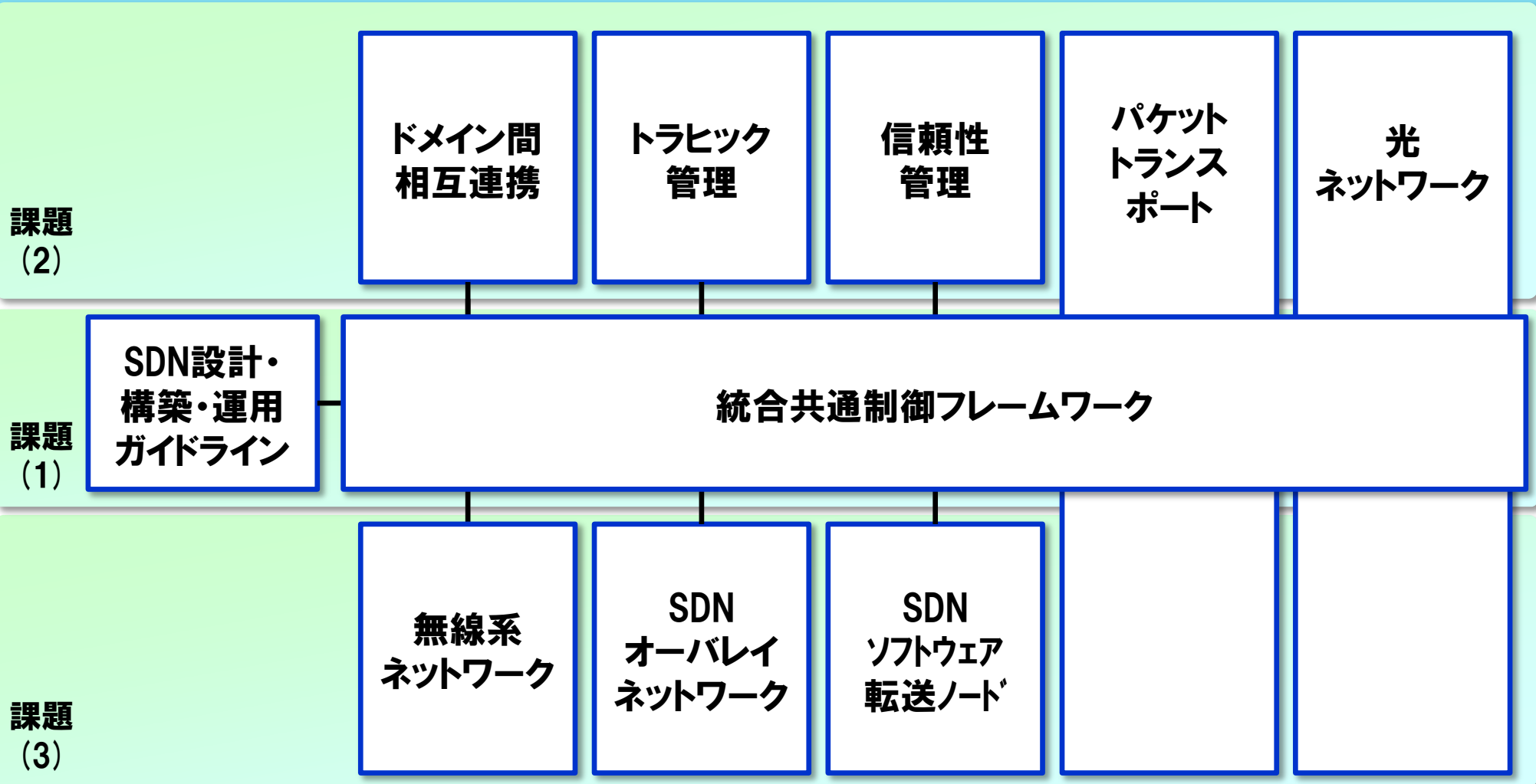
無線システム

[4] 物理レイヤのフレキシブル化を実現するAPIへの対応

早急に基盤形成が必要な領域→研究開発の対象領域

平成25年度の研究開発成果

O₃の課題 全体像



SDN設計・構築・運用ガイドライン

1,000ノード・100仮想ネットワーク実現に向けた設計構築・運用を行う際に必要となるHWやSW機能要件と求められる**選定基準**、**評価指標**・**手法**についてまとめたガイドライン



ガイドライン (案) 作成

SDN装置選定基準

- 機能
- 性能
- 信頼性

評価基準

- 設定の迅速性
- 設定の自由度・柔軟性

評価手法

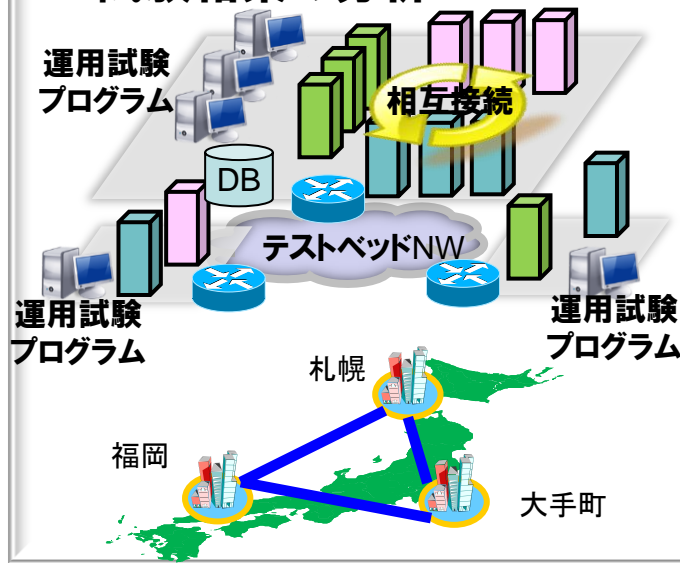
- パラメータ識別番号の設計
- 試験/報告書テンプレート



ガイドライン検証・追記

評価手法の確立

- テストベッド NWの構築
- 機能評価 (HW/SW)
- パラメータ証明書的设计
- 試験結果の分析



ガイドライン完成

最終版の作成

- 評価結果
- 分析結果

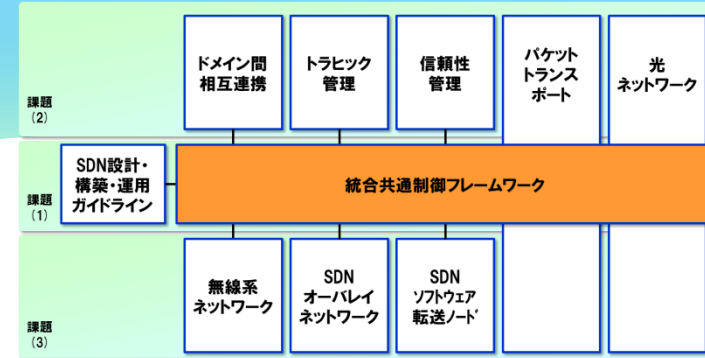


◆成果：SDN設計ガイドライン案・SDN構築運用ガイドライン案の骨子を完成

統合共通制御フレームワーク

◆技術効果:

- 統一化されたモデルで異なる物理ネットワークを仮想化することで、複数の異なるネットワーク資源を効率的に活用し、多様なサービスの要求に応えつつ、**サービス提供までのリードタイムを短縮**。
- 異なる種類の物理NWが階層的に統合されたNWにおいて、各物理NW特有の制御機能を活用可能としつつ、**仮想NWの設定変更を統合的に実現**。

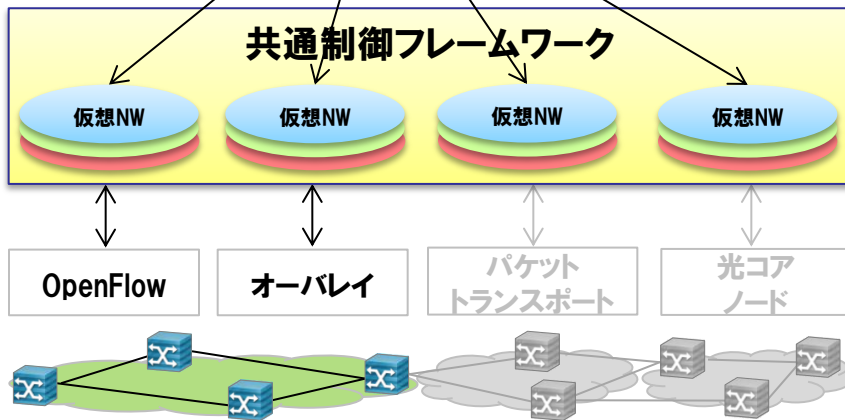


本年度

統合的なNW可視化

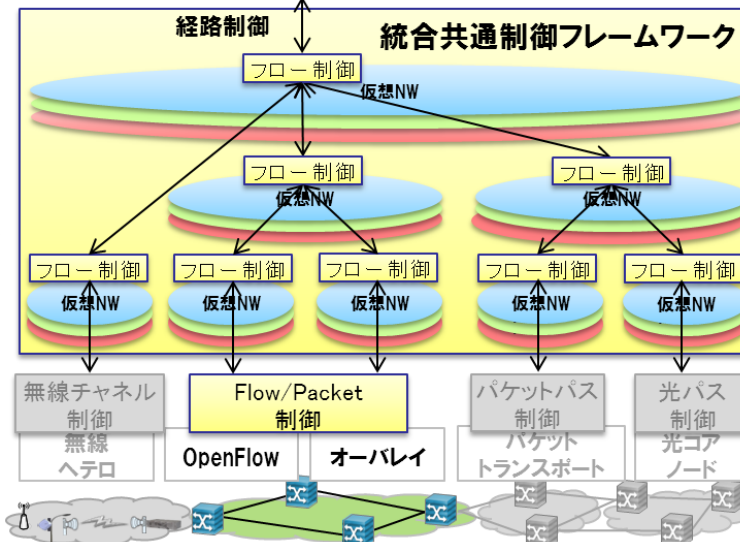
分単位の仮想NW制御

統一化されたモデルで異なる物理ネットワークを仮想化



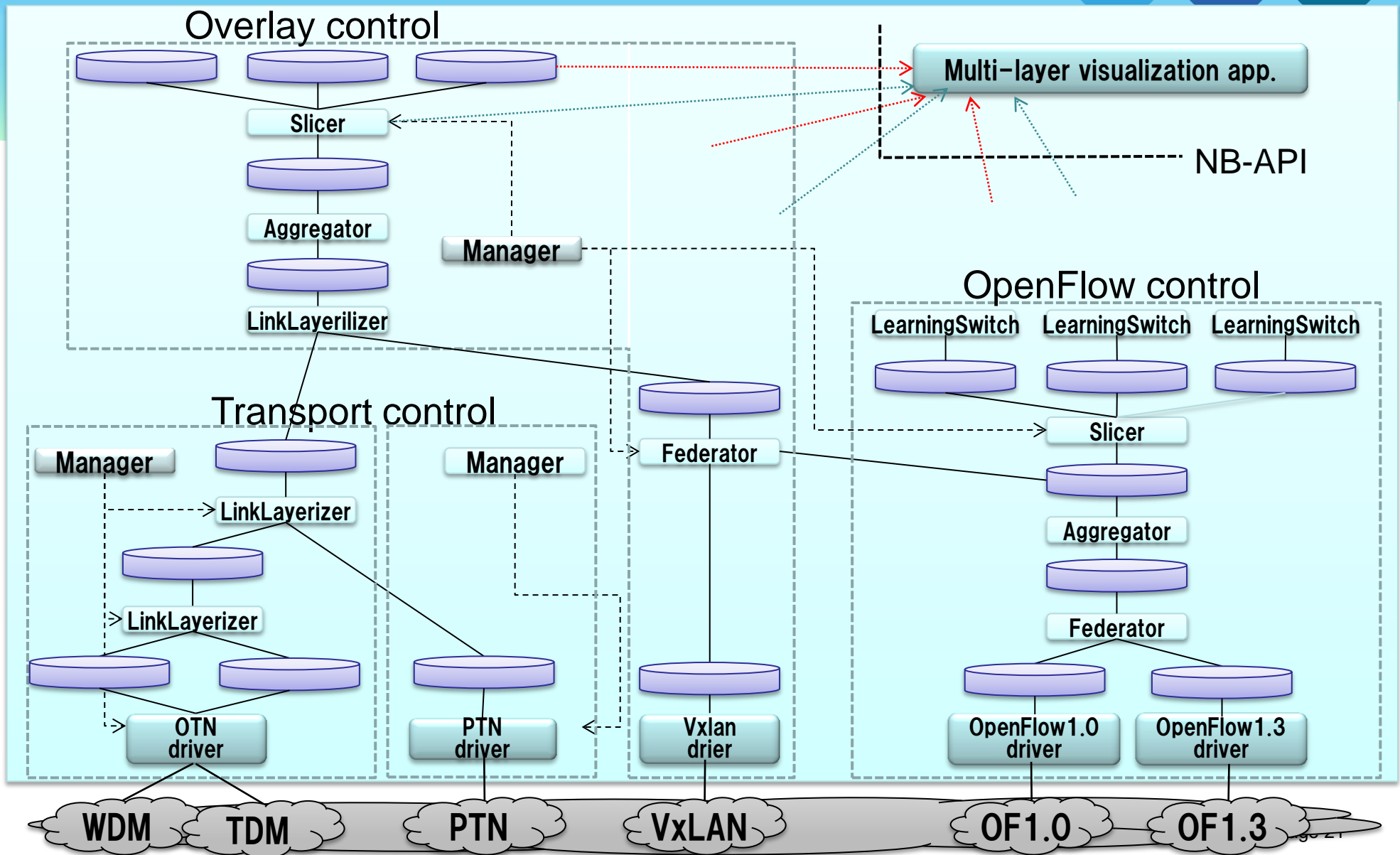
来年度以降

複数の仮想ネットワークが階層化された統合ネットワークを管理でき、その上で統一された制御によって各ネットワーク特有の制御を実現可能



◆成果: 共通制御フレームワークを実装し、複数NW (OpenFlow/オーバレイ/PTN/光) の可視化を試作 20

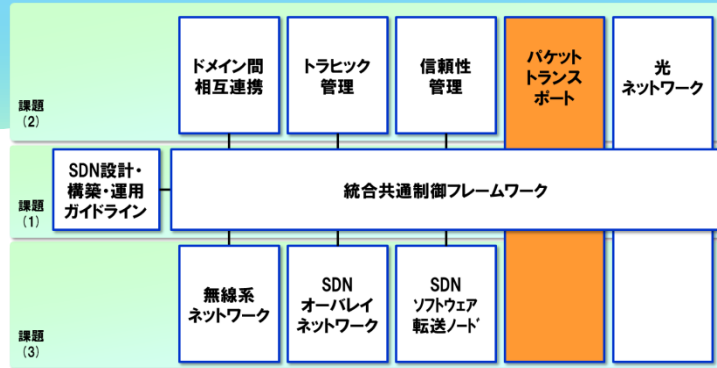
具体的なマルチネットワーク接続POC



パケットトランスポート



- ◆技術効果:
- 1,000台規模のノードで構成されるキャリアNWにおいて、クラウド環境でサーバリソースを迅速に提供できるのと同様、**迅速にネットワークやサービスを提供可能。**
 - 複数レイヤから構成されるパケット多重NW上において、100以上の仮想NWが構成された環境における大規模(多重)障害からの復旧を、**従来比1/10の時間(10秒程度)で実現。**



課題(2) Multi-Layer Orchestrator (MLO)

Viewer画面

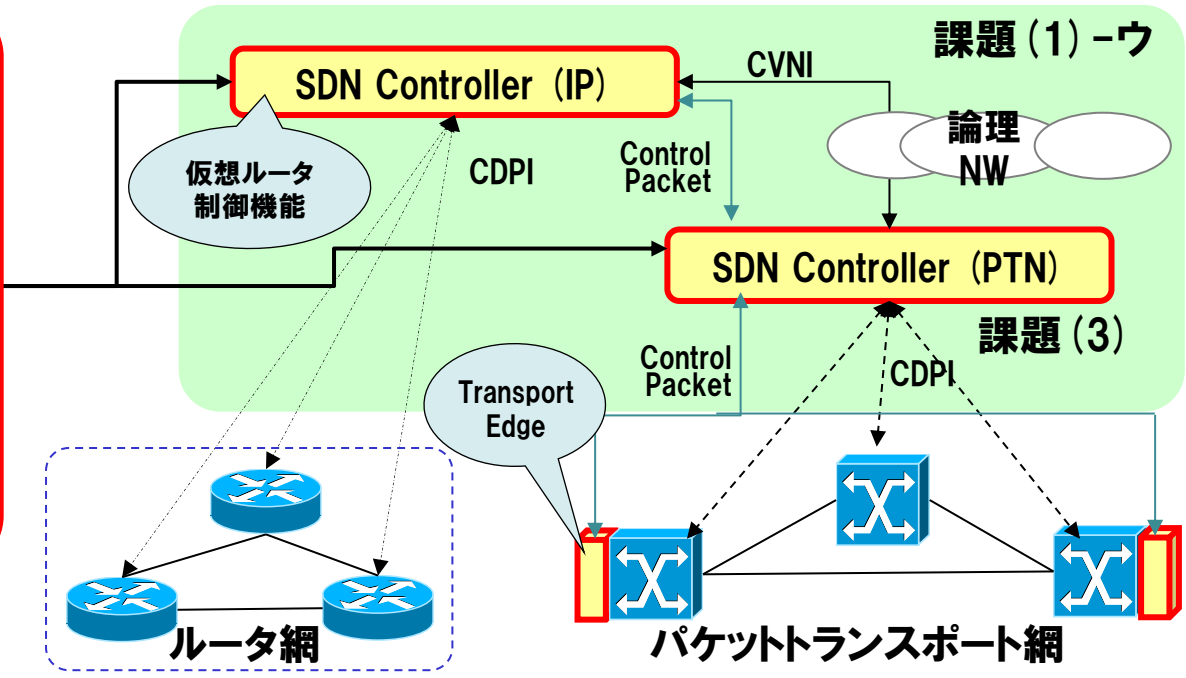
①物理トポロジー

②物理ノード

③警報状態表示
⇒今後、警報の絞り込みを実施予定。

■ : 本年度取組み部

CDPI: Control Data Plane IF
CVNI: Control Virtual NW IF



◆成果:パケットトランスポートノード制御、統合管理ビューワを試作

光ネットワーク

◆技術効果：
 パケットレイヤと光コアレイヤとの統合管理・制御により、
 ・エンドユーザの要求の変化に迅速に追従可能となり、**エンドユーザの通信コストを削減。**
 ・通信キャリアのNW資源の利用率が向上し、**機器調達コストと電力使用量を削減。**

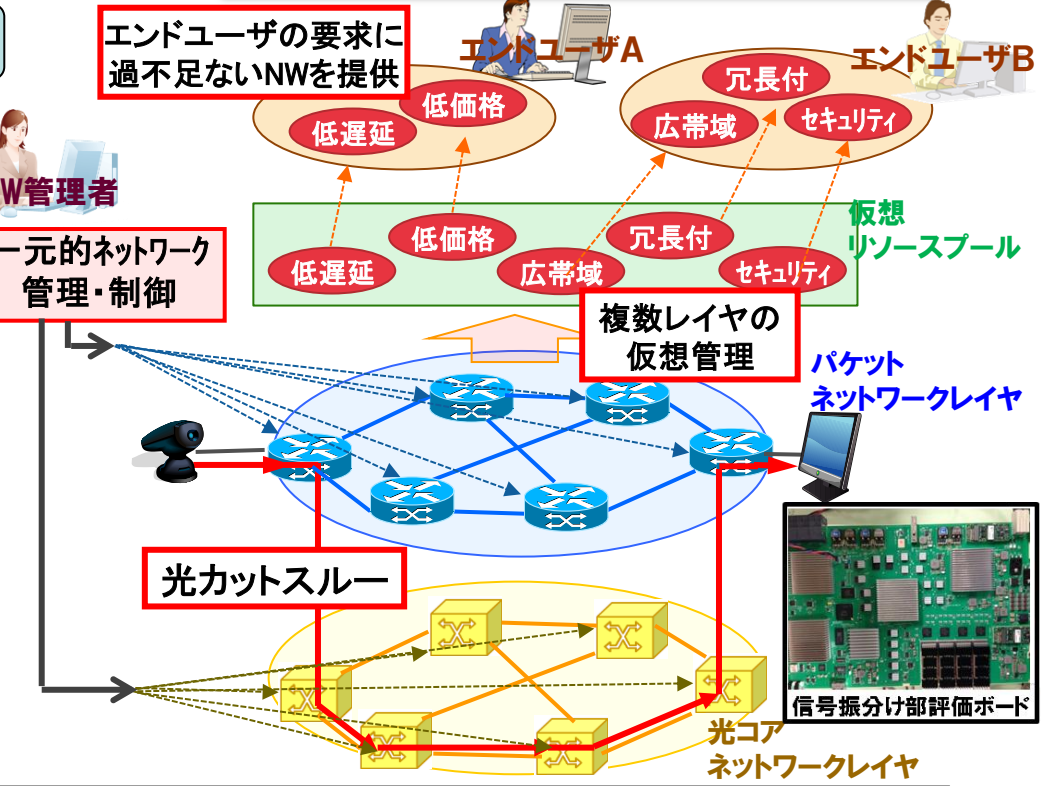
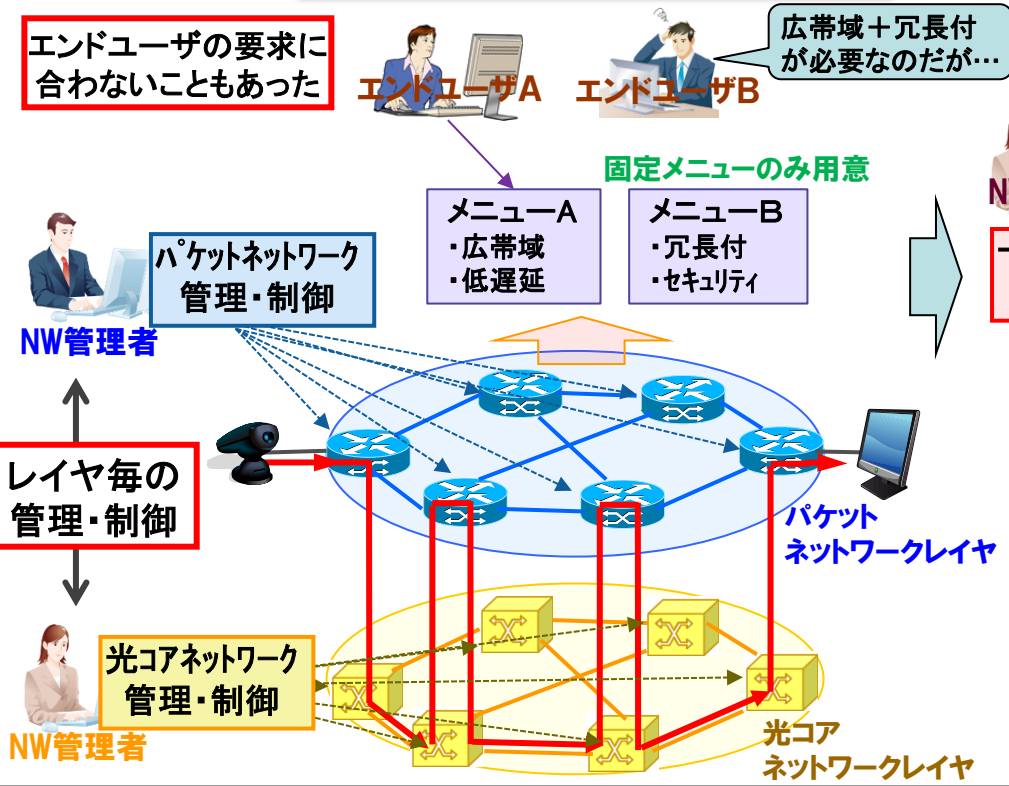


Before

レイヤ毎に独立管理・制御

After

複数レイヤの迅速な統合管理・制御



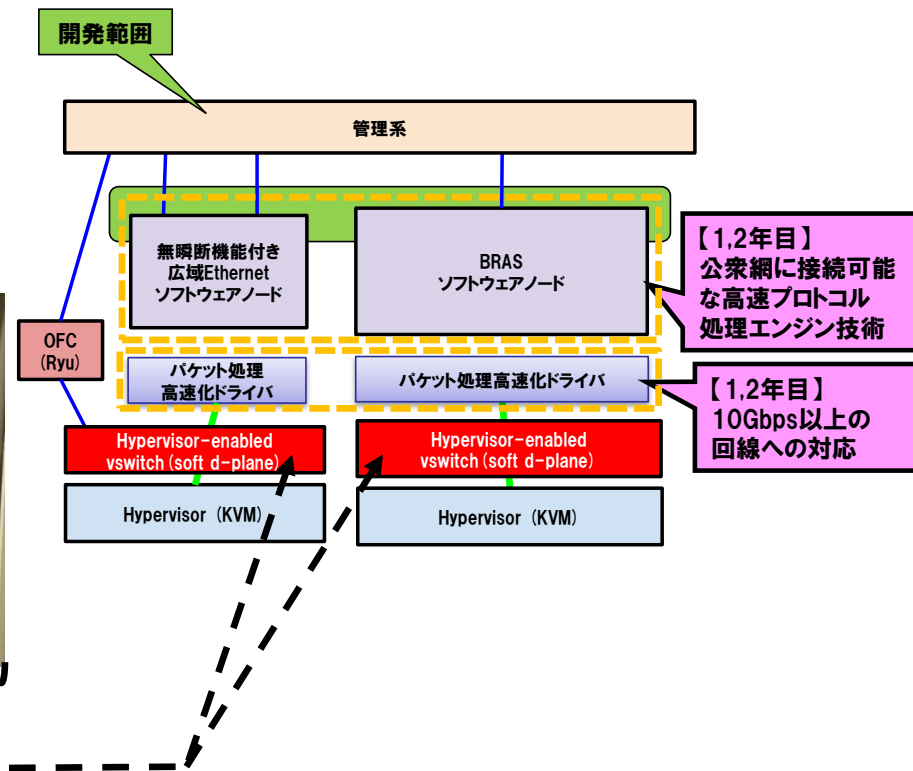
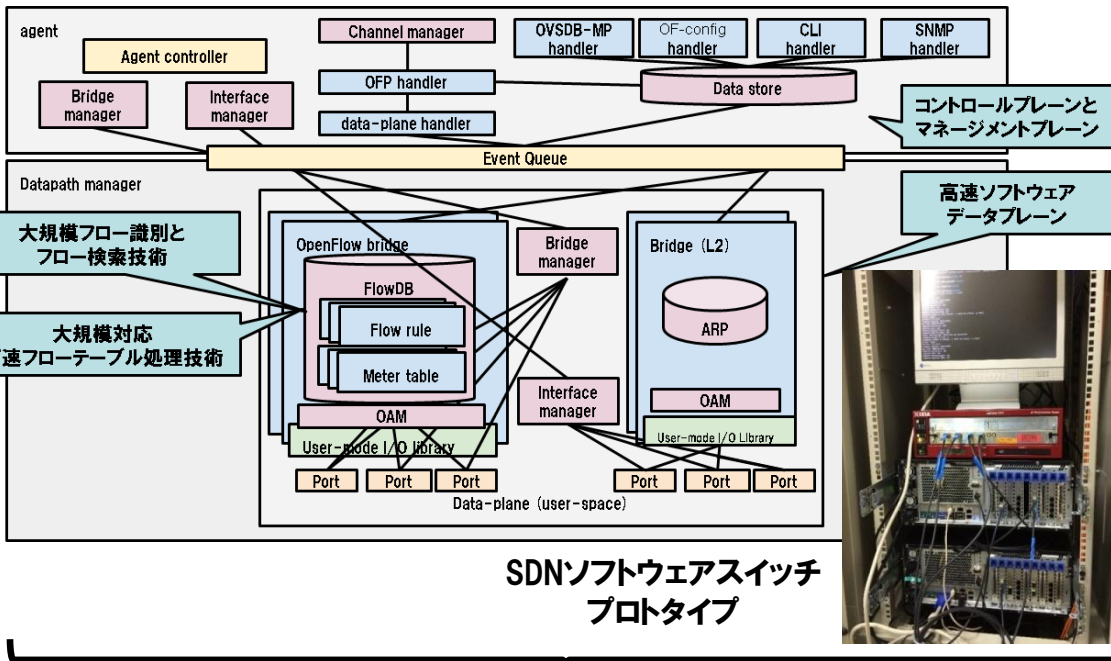
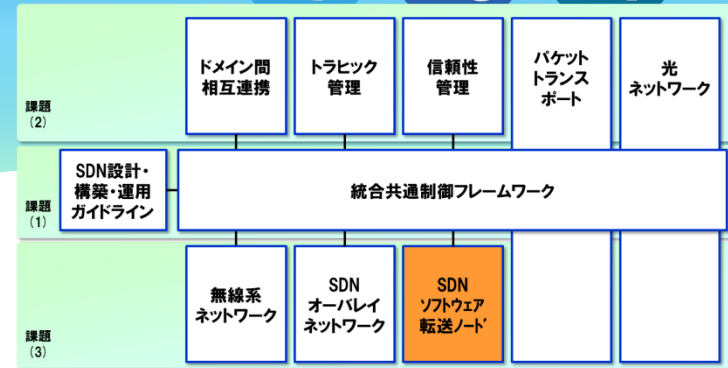
◆成果：1000台規模のNWでの設定変更を10分以内に完了。信号振り分け部評価ボードを試作

SDNソフトウェア転送ノード

pen rganic ptima

◆技術効果:

- SDNソフトウェアスイッチの広域ネットワークエッジへの展開を実現。ソフトウェアの柔軟性を活かし、広域ネットワークエッジにおいてネットワークの**新サービス**や**新プロトコル**が**早期に実現**可能。
- 大規模網での運用に耐えうる処理性能と機能を有し、将来予想不可能なネットワークの変化に対応するため**拡張性**と**迅速性**を併せ持つ、ソフトウェアベースの通信ノードを提供する。



◆成果: 100万フロー対応のSDNソフトウェア転送ノードを試作。性能評価中

無線系ネットワーク

◆技術の効果:

無線ネットワーク上において複数の仮想ネットワークを収容しつつ、トラフィックデマンドや無線リンク帯域の変動によらず、音声呼などの高優先トラフィックの劣化を抑えることが可能となる。

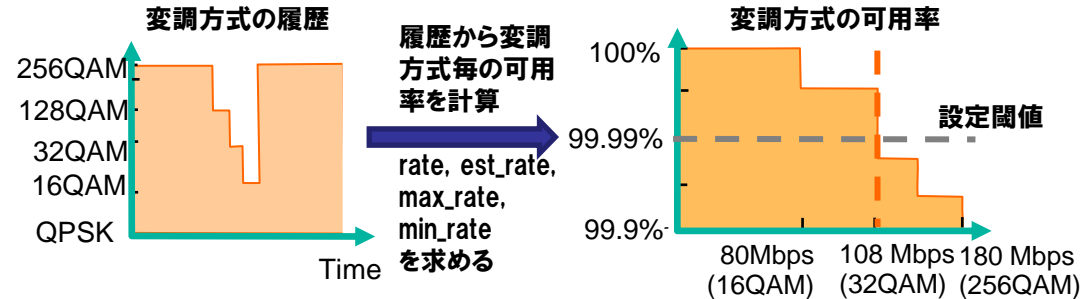


無線トランスポートのモデル化を完了

無線トランスポート特有のパラメータ

送信・受信周波数、チャネル幅、使用可能な変調方式

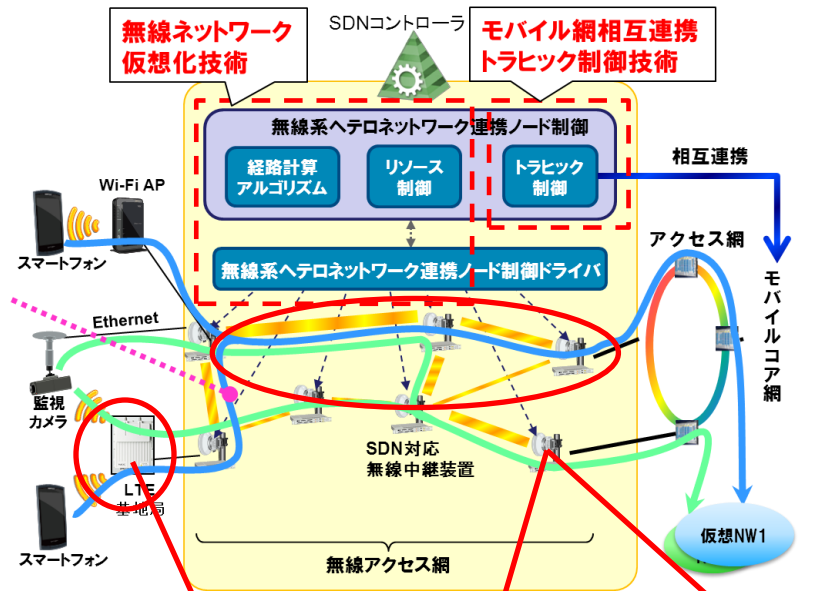
+ 無線トランスポートの過去の履歴



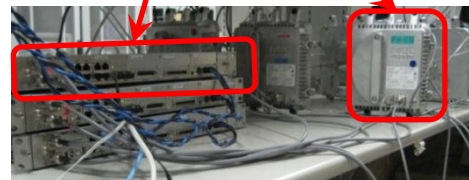
閾値以上で一番良い変調方式の伝送レート: rate、過去の最高・最低値: max_rate, min_rate
※伝送レート計算には取得パラメータを使用

上位SDNコントローラで無線リンクを扱うために、**現帯域、推定帯域、最大帯域、最小帯域の5パラメータに抽象化**

rate = 180Mbps(@256QAM),
est_rate = 108Mbps(@32QAM), availability = 0.99995
max_rate = 180Mbps(@256QAM), min_rate = 80Mbps(@16QAM)



LTEシミュレーションシステム



無線バックホール環境

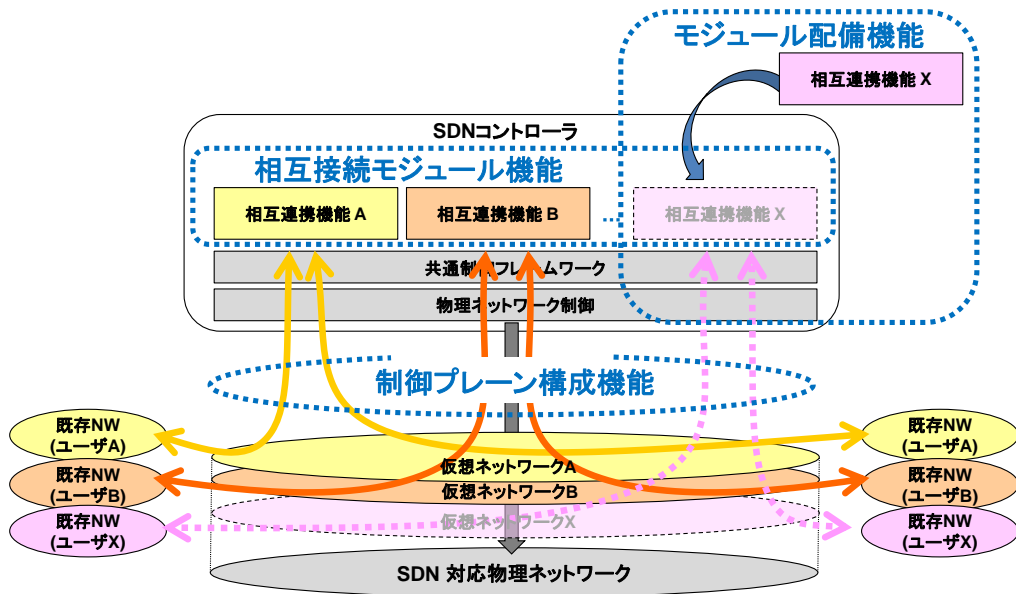
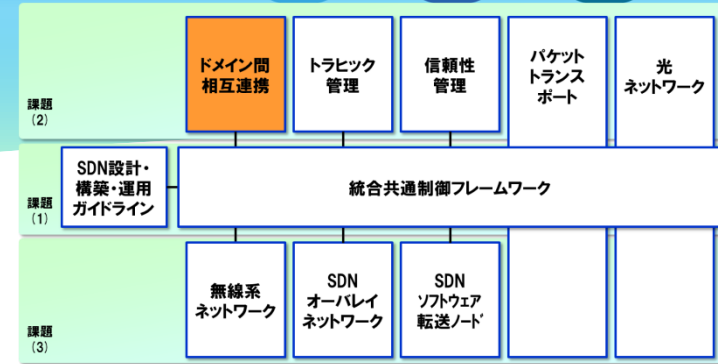
◆成果: 無線トランスポートリンクのモデル化と無線ネットワーク上での経路制御手法を確立

ドメイン間相互連携

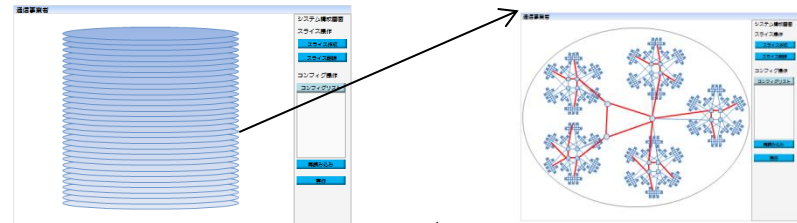


◆技術の効果

1000台規模のノードで構成され、複数種別の仮想ネットワークが動作する環境で、**既存ネットワークとの相互連携を実現**。さらに、ユーザ要求を受付た、あるいは内部状態に変化が生じた場合に、**10分以内での相互連携機能の設定変更完了を実現する**。



仮想ネットワークビュー (100スライス) 仮想ネットワークビュー (スライス詳細)



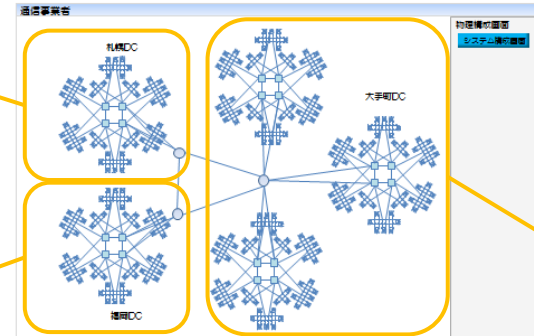
札幌



福岡



スライス作成



大手町

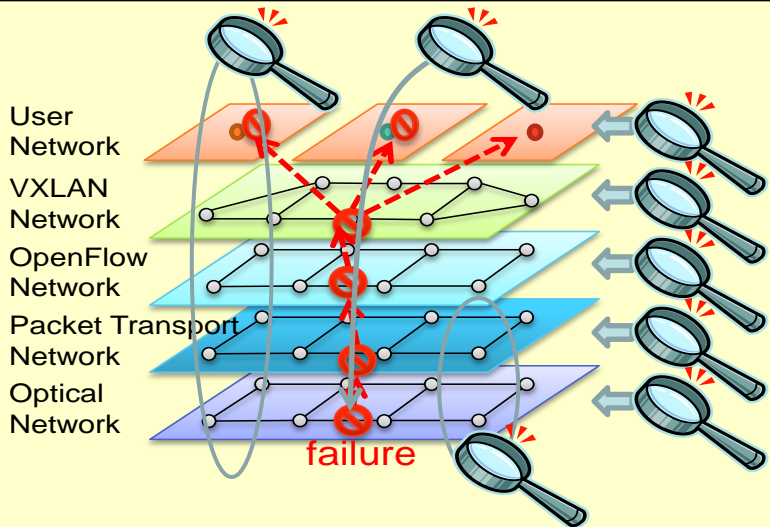
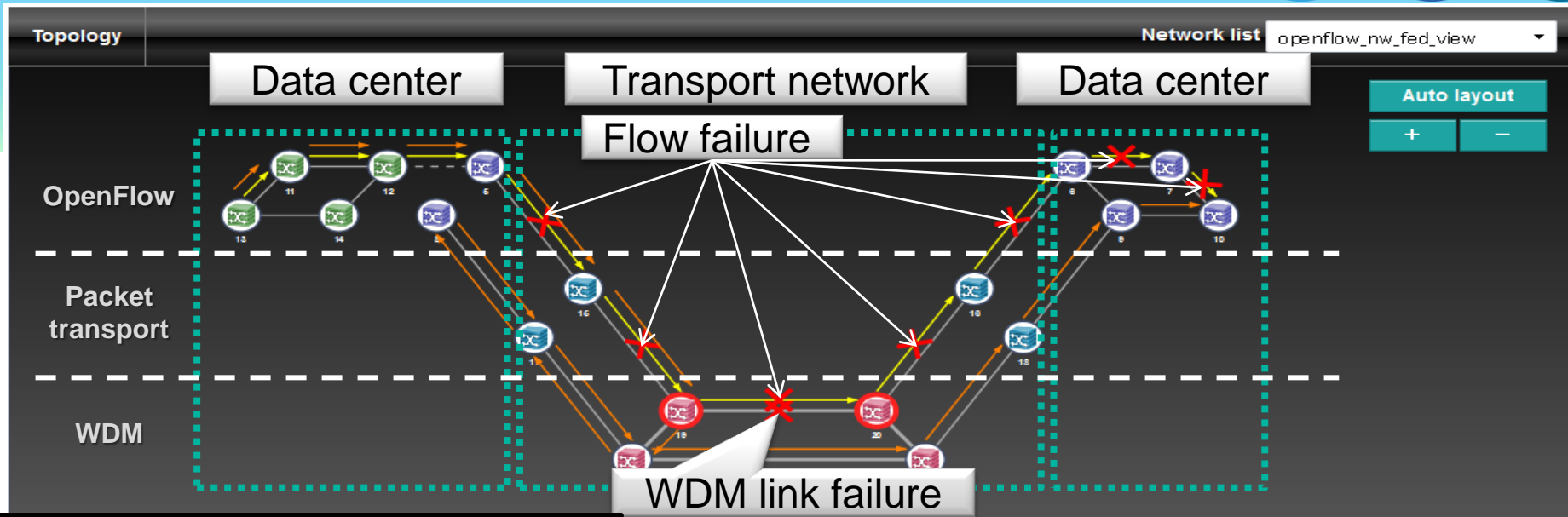


物理ネットワークビュー (1000ノード)

◆成果: 1000ノード、100スライスの環境で既存NWとの相互連携機能の設定を10分以内を実現

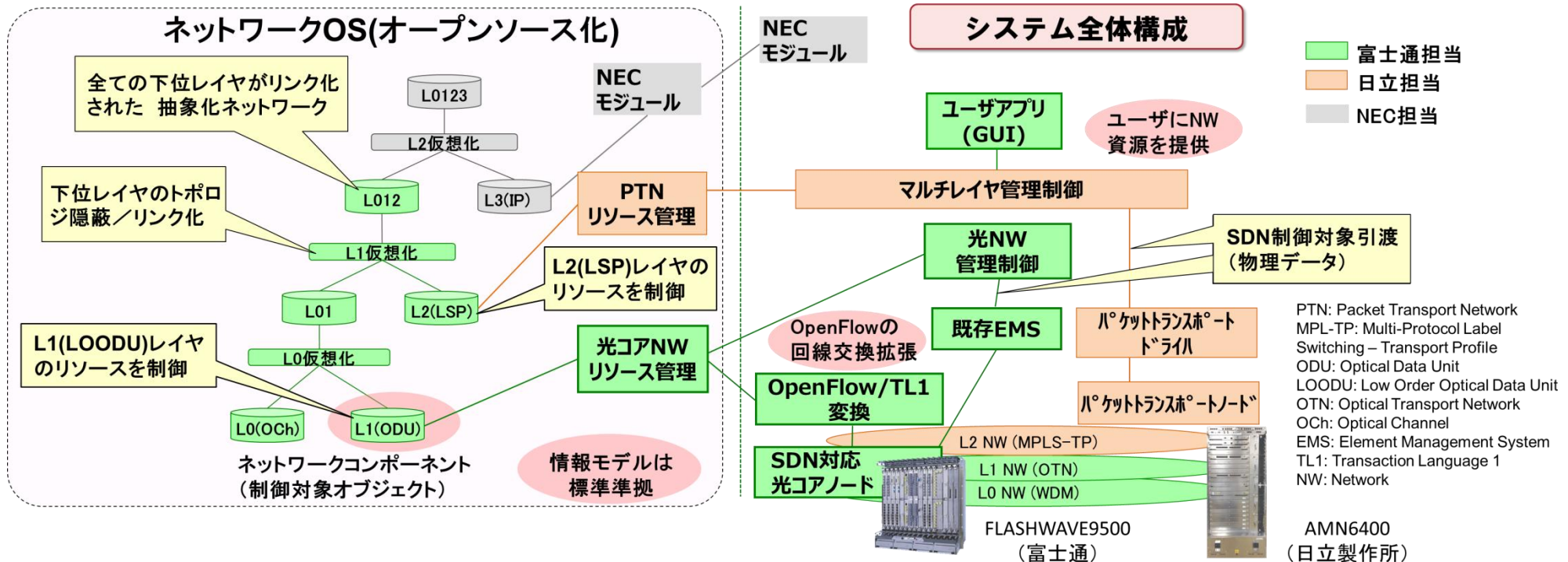
概念実証

ヘテロジニアスネットワークの可視化



- 様々なネットワークをオブジェクトとして統一的に表現するための抽象化モデル
- 様々なネットワークを統合制御するための、仮想化や階層化などのネットワーク間の制御機構モデル

- 簡単な要求による高度なパケット/光トランスポートネットワーク制御
 - 通信速度や応答時間など、ユーザからの簡単な要求で制御
 - ユーザの要求を満たすために、マルチレイヤのリソースを柔軟に活用



- **O₃ projectは3つの「SDN Ready」を提供します**
 - **SDN ガイドライン**
 - SDNで構築されたネットワークの構築運用管理を支援するガイドライン
 - **共通制御フレームワーク**
 - 異種かつ複数のネットワークを統一的に
 - **広域SDN対応装置(または装置のSDN化のためのソフトウェア)**
 - パケット トランスポート
 - 光ネットワーク
 - 無線ネットワーク
- **今後の予定**
 - O₃情報共有オープンサイトの立ち上げ
 - 開発成果のOSS (Open Source Software) 公開(2014年度)
 - チュートリアル、セミナーなどの開催



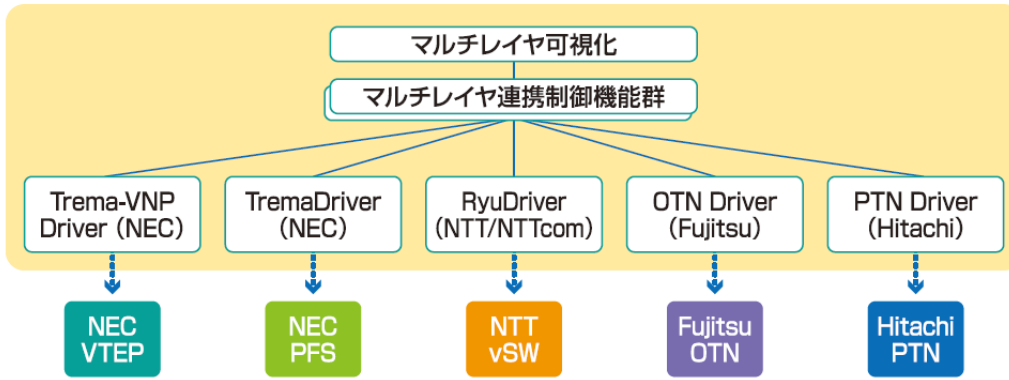
ご清聴、ありがとうございました

本研究は、総務省の「ネットワーク仮想化基盤技術の研究開発」ならびに「ネットワーク仮想化統合技術の研究開発」による委託を受けて実施しています。

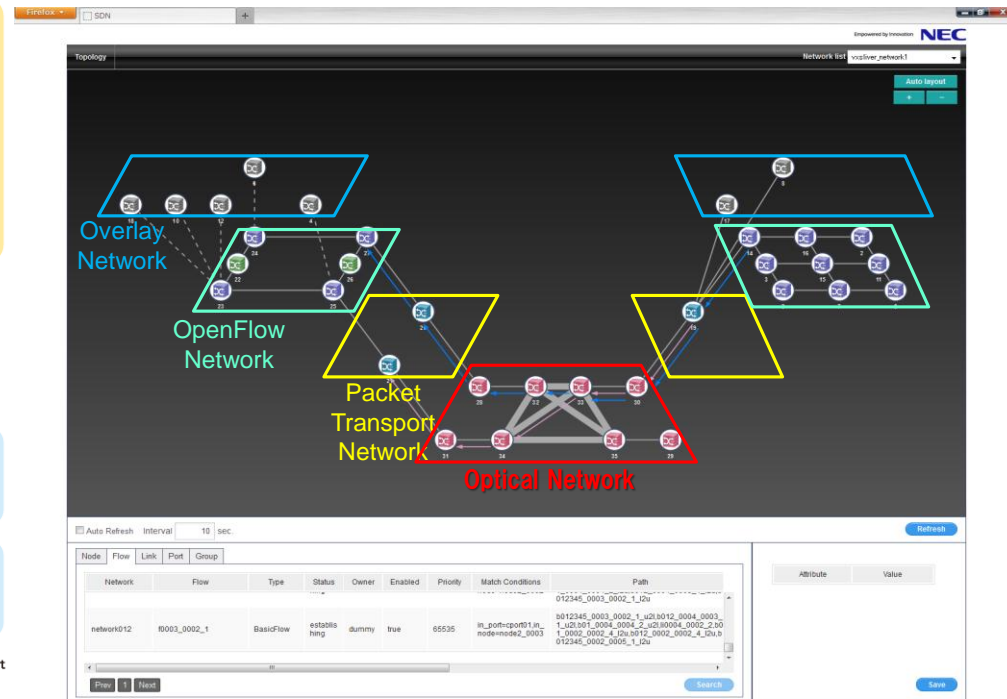
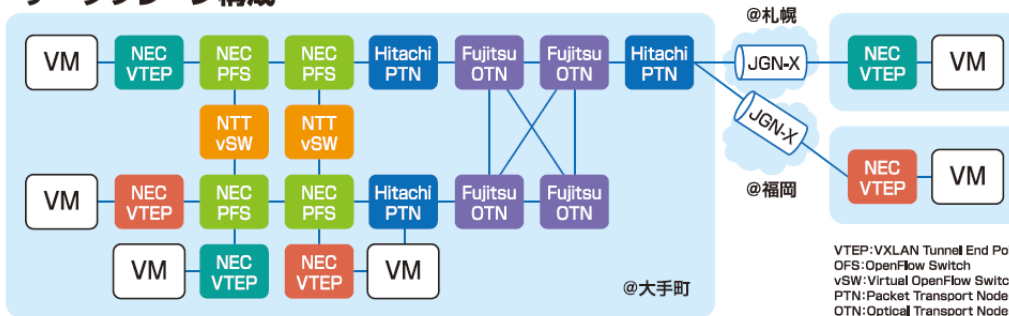
本日の展示のご紹介

- ・ 広域ネットワークの統合管理システム
 - ヘテロジニアスに構成された広域ネットワークを統合管理
- ・ ネットワーク統合可視化GUI
 - ヘテロジニアスなネットワークを統合的に可視化

制御プレーン構成



データプレーン構成



連携デモ2

・ 簡単な要求による高度なトランスポートネットワーク制御

- 通信速度や応答時間など、ユーザからの簡単な要求で制御
- ユーザの要求を満たすために、マルチレイヤのリソースを柔軟に活用

