



事業者をまたいで“つながるAPN”： フェデレーションとサブチャネルの取り組み

NTT株式会社 武田知典

JANOG57 DAY1 2026年2月11日

- 名前：武田 知典（たけだ とものり）
- 所属：NTT株式会社 ネットワークサービスシステム研究所
- 経歴：
 - 基本的に、ネットワークをやっています。
 - 2014年～2018年 コム（現ドコビジ）OCN開発、グローバル（GIN・Global Arcstar）
- 現在の業務：
 - IOWN関係
 - トランスポート、モバイル、NW × AI

※「LT7: キャリア商用網を想定したDPUベース内製UPFの定量評価」でNTTドコモさんと連携しています！

- サブチャネル回線交換技術、って何で必要なの
- サブチャネル回線交換技術、って具体的にどんなものなの
- 実際のところ、どんな効果があるの

サブチャネル回線交換技術 = SCX (Subchannel Circuit eXchange) として以降説明します。

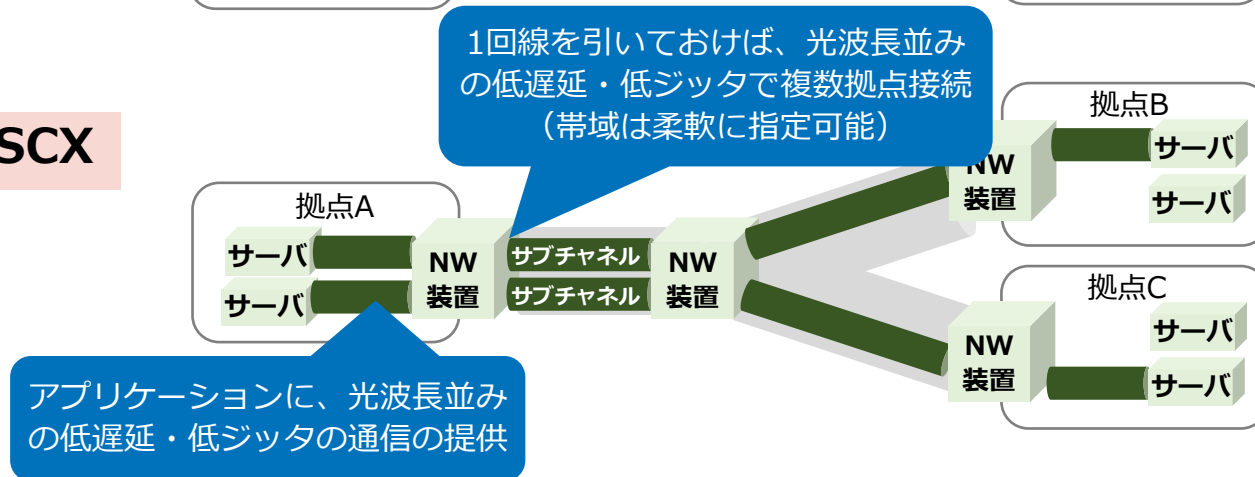
サブチャネル回線交換技術（SCX）

- APNが広がっていく、、、じゃあ、これをどう使っていこう？
- サブチャネル回線交換技術（SCX） = APN時代の論理多重技術を目指したもの。
 - 1本の光波長パスを分割して、（光波長パス並みの）低遅延・低ジッタでの多地点接続を実現。
 - 1本の光波長パスを分割して、アプリケーションに（光波長パス並みの）低遅延・低ジッタの通信を提供。

APN



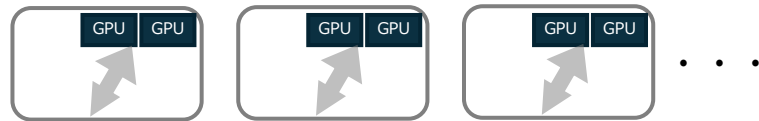
APN + SCX



実現したい世界

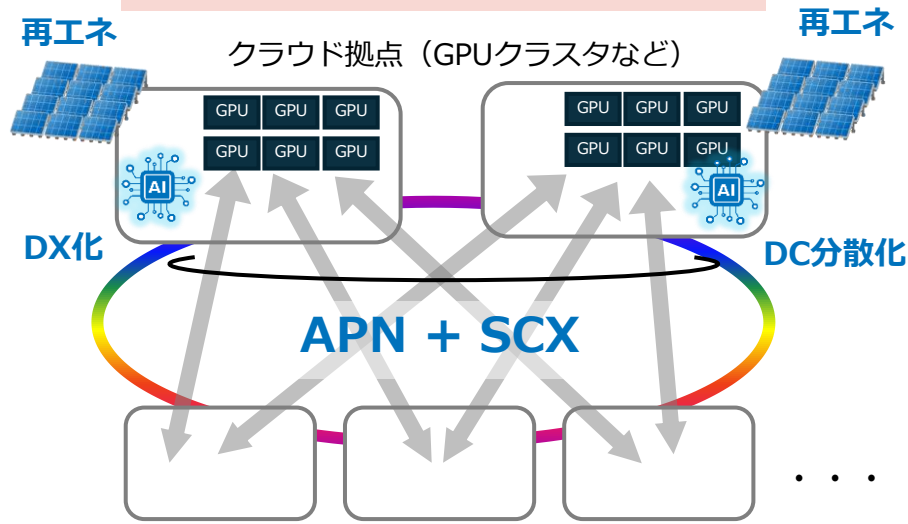
- 広域の分散ITインフラを実現
- DC分散化、再生エネルギー活用、DX化を実現

ローカルのITリソース活用



ユーザ拠点（企業、R&D拠点、学術機関、複合ビル）

広域の分散ITインフラ活用

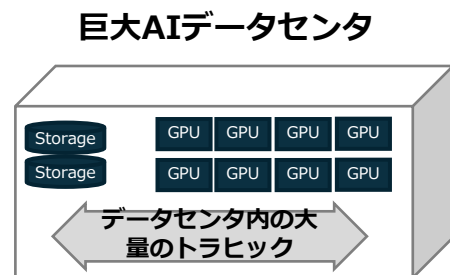


ユーザ拠点（企業、R&D拠点、学術機関、複合ビル）

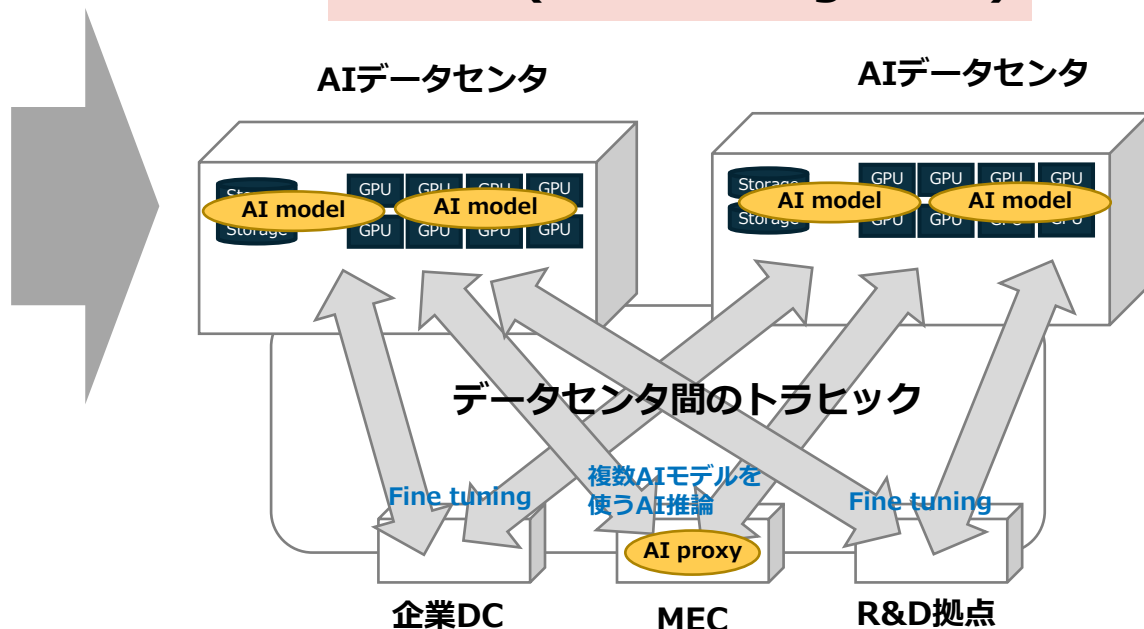
AIで言うと・・・

- ・ 基盤モデルの学習 ⇒ AI利用への発展（Fine Tuning、推論）
- ・ データセンタ間のトラフィックへの対応が必要

AI基盤モデルの学習



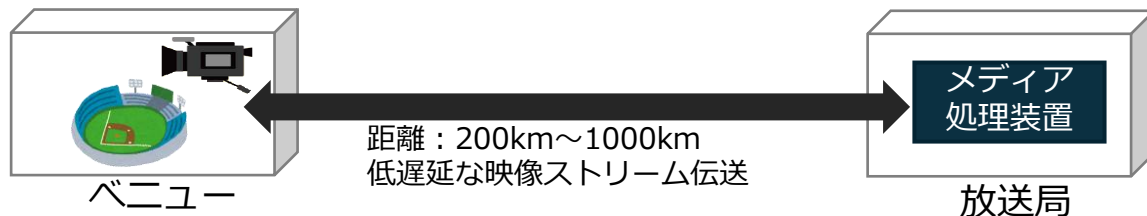
AI利用（Fine Tuning、推論）



ユースケース例

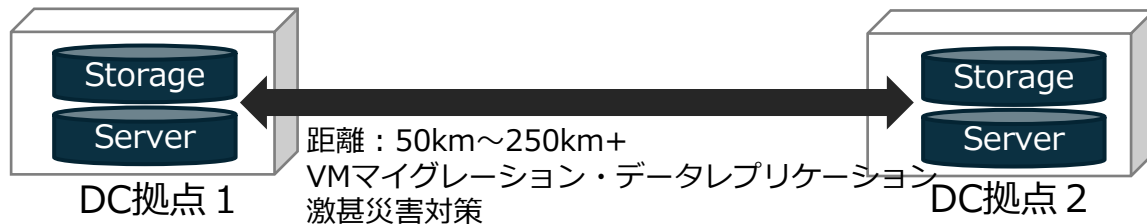
リモートプロダクション※1

移動中継車を利用せず、
遠隔のメディア処理装置を利用



金融インフラ※2

複数DCによる柔軟なリソース
利用、強靱化



AIコンピューティング インフラ※3

グリーンなDCにおかれた遠隔
GPUを利用



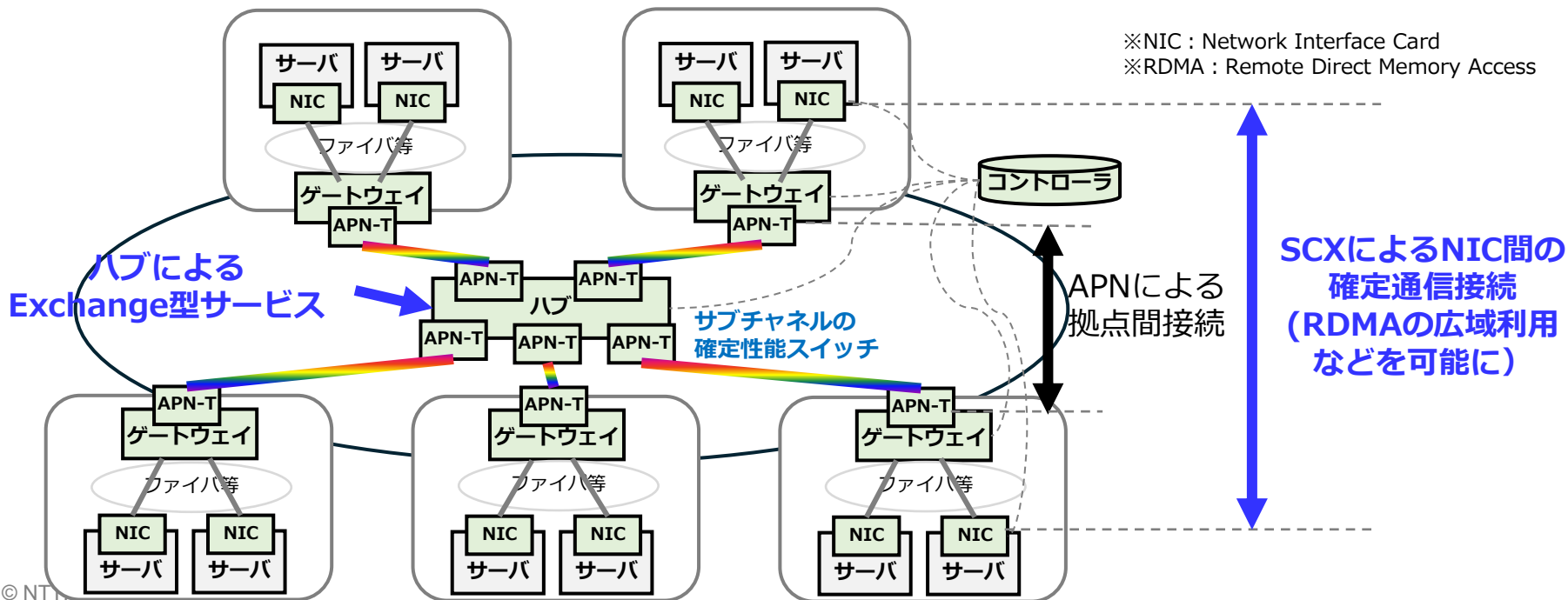
※1 出展： https://iowngf.org/wp-content/uploads/2025/02/IOWN-GF-RD-Remote_Media_Production_Use_Case-1.0.pdf

※2 出展： https://iowngf.org/wp-content/uploads/2025/05/IOWN-GF-RD-FSI_Use_Case-2.0.pdf

※3 出展： https://iowngf.org/wp-content/uploads/2025/02/IOWN-GF-RD-GC_with_Remote_GPU_Use_Case-1.0.pdf

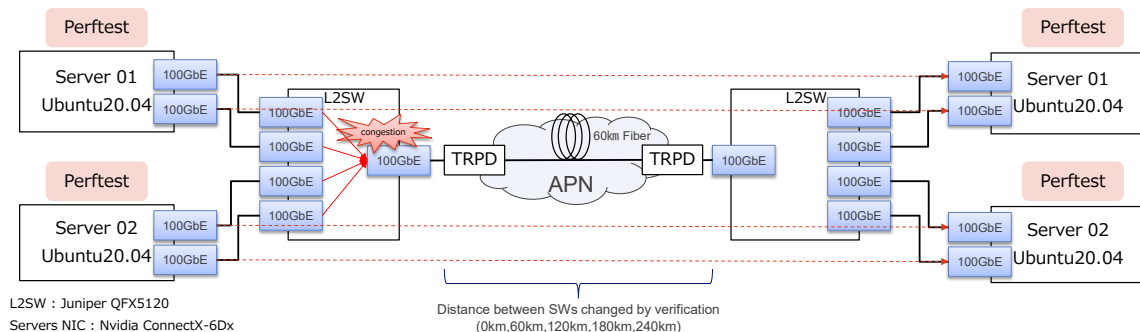
技術アプローチ

- コンピュータNIC間に確定通信（ロスレス・確定遅延）を提供
- ハブを使ったExchange型サービス（多拠点への同時接続）の実現
- RDMA等の従来LANで実現されていた技術を広域でサポート

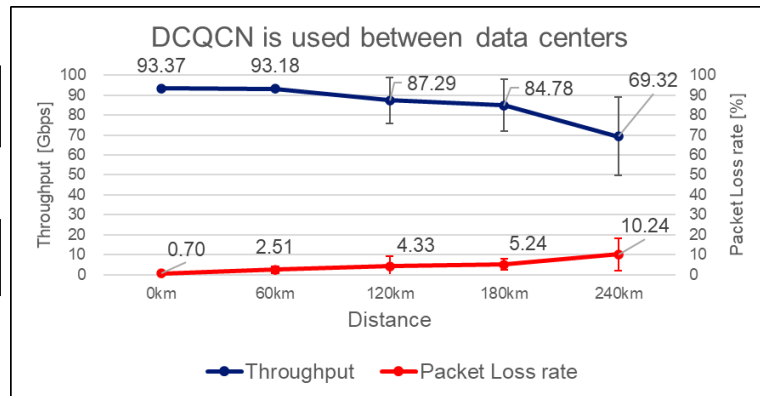


(参考) 従来技術によるRDMA長距離伝送

- RDMA長距離伝送（DC内NW + APN）の性能評価を実施。
 - WAN区間はコストが高く、Full-Bisection Bandwidthは非現実的。（DCゲートウェイが帯域ネック）
 - DC内の代表的な輻輳制御であるECN/PFCをそのままWAN適用するのは課題。（長距離だと性能劣化、パラメータチューニング困難）
- ⇒ 確定通信（ロスレス・低遅延・低ジッタ）の仕組みを考える必要がある。



RDMAによるサーバ間のデータ伝送
DC間をAPNで接続（～240km、ファイバドラム）
DC内SWとNICにて、ECN/PFCを用いた輻輳制御

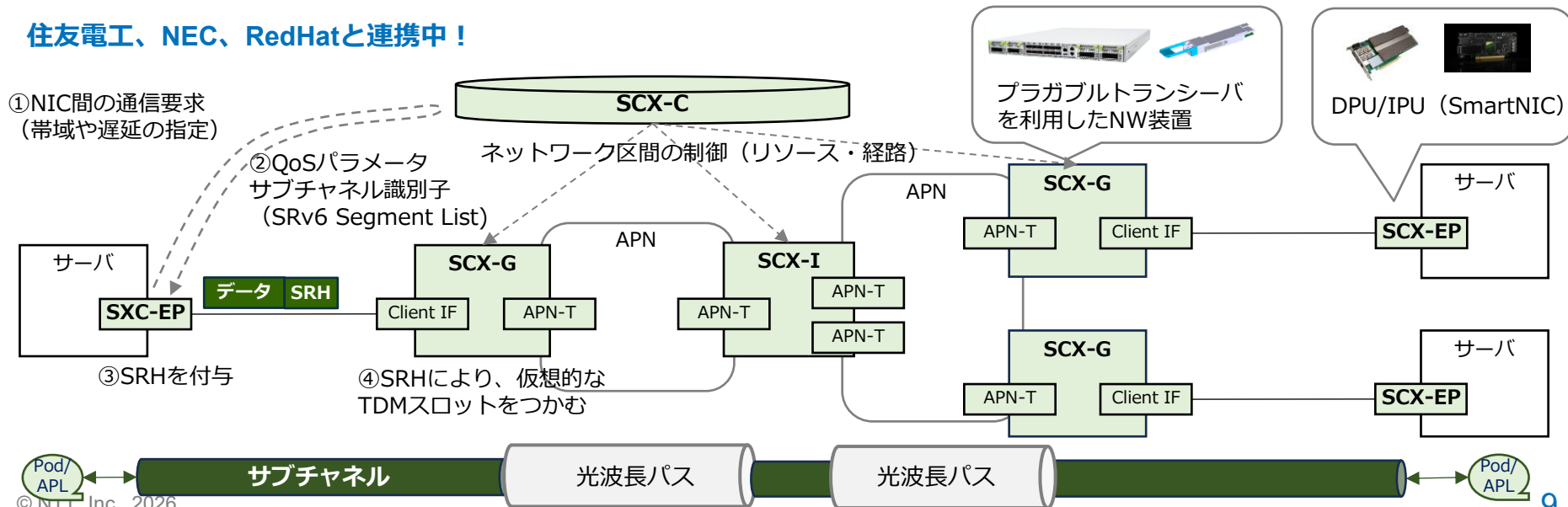


DC間の距離が長くなると、性能劣化

SCXの具体的な技術方式（基本）

- SCX-G/IでサブチャンネルをAPNパス上に多重する際にTDM技術（パケット系技術による疑似的なTDM多重）を利用することでAPNの特長である確定通信（低遅延・低ジッタ）を実現。
- ネットワーク区間の制御とNICの制御を、コントローラにより連携。
 - 通信要求に対して、QoSパラメータとサブチャンネル識別子を応答。サブチャンネル識別子はSRv6を利用。
 - SCX-EP（NIC）でSRHを付与し、SCX-G（NW装置）で該当の仮想的なTDMリソースをつかむ。

住友電工、NEC、RedHatと連携中！



SCX装置 (SCX-G/I)

- 市中の汎用的なハードウェアを利用。
- SONiCをベース、SCX機能を入れ込み（QoS拡張、SRv6拡張、APN-T制御（デジコヒトランシーバ）など）。
- 共通APIにより、様々なチップを利用可能。

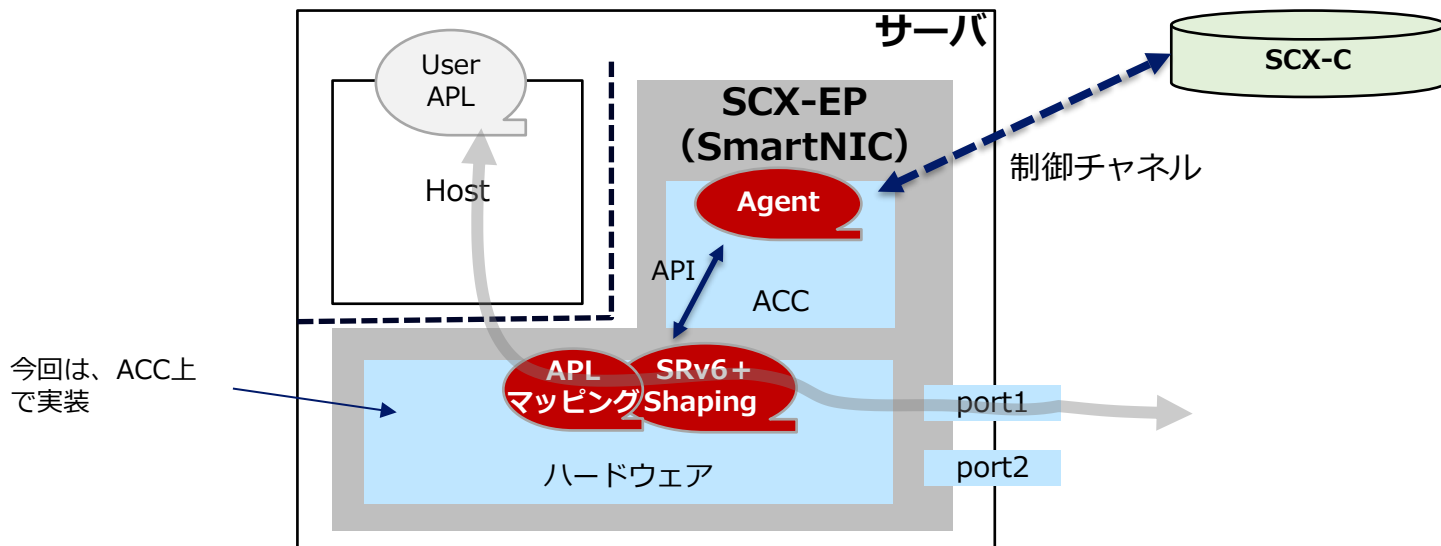


住友電工様ご提供

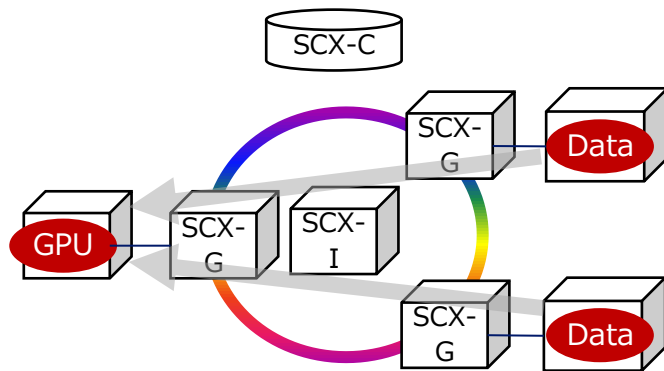


SCX-EP (SmartNIC)

- SmartNICでのSCX機能の実装。
 - NW機能のハードウェアサポート ⇒ 現時点ではACC上での実装
 - APLとサブチャネルの紐づけ ⇒ コンテナデプロイとの連動は比較的容易
 - その他の考慮事項：デマケ、制御チャネル、RDMAとの相性、、、
- UETなども今後考えていきたい。



- SCX越でのストリーミング映像による物体検知のAI推論の動作を確認。
(対して、NW品質が十分でないと、推論実行ができない)



リモートのサーバから推論対象の非圧縮映像（1080p、60fps、非圧縮）をストリーミング送信し、GPU搭載サーバにてYOLOで推論（物体検出）。

※比較対象:インターネットVPN模擬環境ではジッタ（1.7ms程度）・パケロス（最大0.05%程度）影響で推論停止

IOWN Global Forumでの取り組み

- 2025年7月にアーキテクチャ初版が発行。
- 2026年1月現在、実現方式の詳細や実証が進められている。

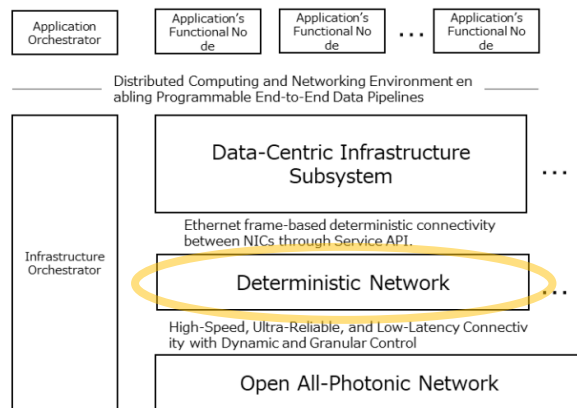
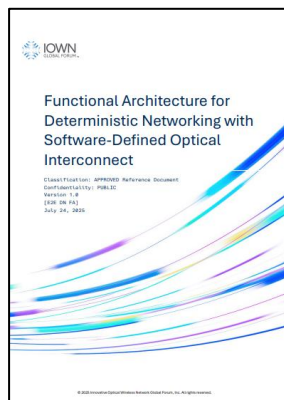


Figure 1.2-1: IOWN Global Forum Overall Architecture

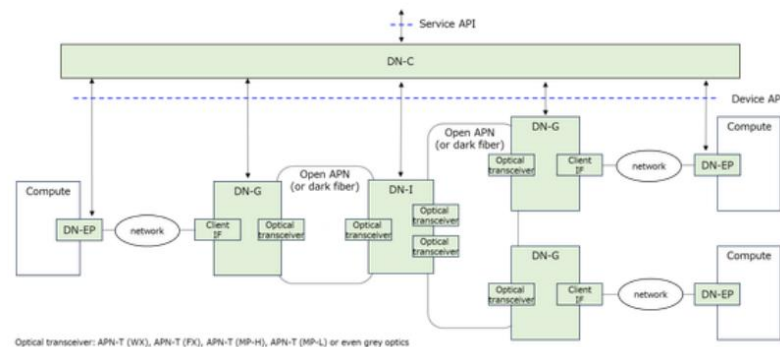


Figure 4-2: High Level Reference Architecture of Deterministic Networking with Software-Defined Optical Interconnect

出展 : <https://iowngf.org/wp-content/uploads/2025/08/IOWN-GF-RD-E2E-DN-FA-1.0.pdf>

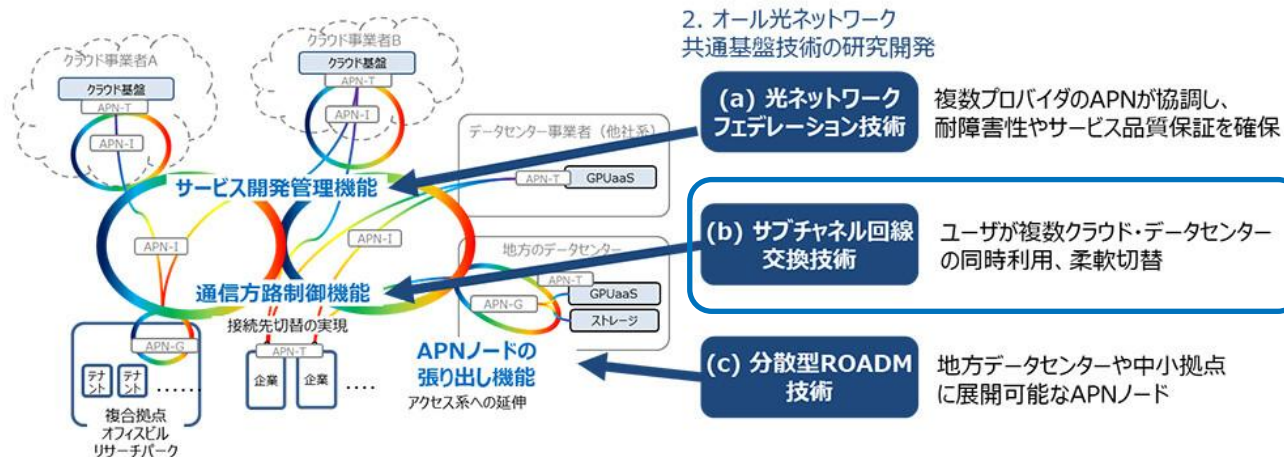
オール光ネットワーク共通基盤技術の取り組み

- 総務省/NICT受託研究 課題090「オール光ネットワーク共通基盤技術」の一環としてSCXの研究開発を実施中

※ NTT、KDDI、1FINITY、NEC、楽天モバイルとの共同研究を実施中

1. オール光ネットワークの全体的なアーキテクチャの策定

複数プロバイダを跨るネットワーク接続の全体アーキテクチャ



- サブチャネル回線交換技術（SCX） = APN時代の論理多重技術、を目指したもの
 - 1本の光波長パスを分割して、（光波長パス並みの）低遅延・低ジッタでの多地点接続
 - 1本の光波長パスを分割して、アプリケーションに（光波長パス並みの）低遅延・低ジッタの通信を提供
- 実装
 - ネットワーク装置は、市販ハードウェアをベースに実装
 - アプリケーションとうまく連携するには、NICの機能実装がカギ
- 効果
 - 分散コンピューティングでの効果実証
 - 具体的なユースケースとともに、技術を磨いていく

謝辞

本研究成果の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT（エヌアイシーティー））の委託研究JPJ012368C09001により得られたものです。

Innovating a Sustainable Future for People and Planet

