

第15部

ネットワーク相互接続の実証実験

関谷 勇司、山本 成一、遠峰 隆史、Marc Bruyere、豊田 安信、加藤 良輔、岩本 裕真、西野 大

第1章 はじめに

本研究では、商用インターネットを相互に接続する場合の問題点を明確にし、それを解決するための技術や手法の研究開発ならびに実証実験を行う。特に、近年成長し続ける動画系のインターネットトラフィックや、スマートフォンのファームウェア更新などによる突発的なトラフィック増大、スマートフォンアプリの流行にともなう一時的なトラフィック増大等の傾向に対して、トラフィックの輻輳を防ぎ、ユーザへの応答性を保つためのトラフィックエンジニアリング手法の検討と検証を行う。また、大規模災害等の障害にも対応できるための強固なインターネットバックボーンの形成に関する実証実験を行う。

NSPIXP WGとして近年注力している研究テーマは、新しいIXアーキテクチャとIX技術の追求である。DIX-IEは、従来の基盤を100Gbpsを基本とした構成とし、従来の構成を発展させ、さまざまなIXにおける検証を推進するテストベッドとしてdix-ie3を構成する議論を開始した。WGとしては、ここまで議論してきたPIX-IEだけではなく、多くの検証を受け入れる構成の検討を開始した。本年度は、dix-ie3の基本コンセプトと、そこで検討されているいくつかの検証について述べる。

本研究は、WIDE ProjectのサブプロジェクトであるNetwork Service Provider Internet exchange Point (NSPIXP)プロジェクトとして行われている。NSPIXPプロジェクトは、日本初のIXを構築・運用したプロジェクトであり、現在はDIX-IE、NSPIXP-3、NSPIXP-23と呼ばれるIXを運用し、インターネットがより信頼性を有した高度情報インフラストラクチャとして機能するために必要

となる機能の検証や開発、ならびにその実証実験を行っている。PIXIEはこれらのIXに続く、実験的なIXとして構築・運用されている。

本報告書では、第2章にてプロジェクトの背景と現在の構成を述べ、第3章にて本年度の研究成果を報告する。最後に第4章にてまとめとこれからの展望について述べる。

第2章 プロジェクトの背景と現状

NSPIXPプロジェクトは、1994年のNSPIXP-1運用開始、1996年のNSPIXP-2運用開始、1997年のNSPIXP-3運用開始を経て、現在は、東京エリアに分散配置されたDIX-IEと、大阪に配置されたNSPIXP-3、ならびにこの2つのIXを結合した、NSPIXP-23、SDN技術を導入したIXであるPIX-IEという、4つのIXを運用している。全てのIXはIPv4/IPv6デュアルスタックにて運用されている。表1に2022年12月時点での、各IXの実証実験拠点を示す。

また、2022年12月時点での、DIX-IEならびにNSPIXP-23の構成トポロジを図1に示す。その後、2023年1月まで

表1 各IX拠点一覧

DIX-IE	KDDI 大手町拠点
	NTT コミュニケーションズ大手町拠点
	大手町プレイス拠点
NSPIXP-3	NTT テレパーク堂島拠点
NSPIXP-23	KDDI 大手町拠点
	NTT コミュニケーションズ大手町拠点
	NTT テレパーク堂島拠点
	大手町プレイス拠点
PIX-IE	KDDI 大手町拠点
	NTT コミュニケーションズ大手町拠点
	大手町プレイス拠点

のNTTコミュニケーションズ大手町ビル本館の取り壊しに伴う拠点移動のため、NTTコミュニケーションズ大手町拠点は2023年1月に本館から別館への移動を実施した。また、それに伴ってNTTコミュニケーションズ利用機材の返却があった。そのため、拠点間の接続の更新と構成変更が2023年に計画されている。

このように、本研究においては拠点障害に対応するための分散IXアーキテクチャの構築と運用に関する実証実験を行っている。

第3章 研究成果

(1) 次世代IX技術テストベッドを標榜したIXサービスアーキテクチャの研究

近年では国内でも複数の商用IXが運用され、そこでのトラフィック交換が一般におこなわれるようになってき

た。DIX-IEは、その前身のNSPIXP-2の時代からIXの提案から新たなIX技術の検証までさまざまな先駆けた検証の役割を担ってきた。近年のDIX-IEは商用IXとの比較の中で、単純なトラフィック交換や、拠点間をまたいだIX構成など、商用IXでも取り入れられた技術と横並びになる中でその存在感を再考する時期にある。

NSPIXP WGは、2022年12月に実施されたWIDE研究会でのBoFにて次世代のIXについて議論をおこなった。BoFの議論では、100GbpsベースのIXへの移行の提案、IXに求められる品質の計測や、細かい経路やそれぞれのポリシーの交換のための新しいBGPの必要性などが挙げられた。そのためにDIX-IEは、新しい検証を実施するためのテストベッド基盤としてdix-ie3を計画し、100Gbpsのユーザー接続ポートを基盤とした複数階層による構成をとり、それぞれの階層でさまざまな検証を実現する基盤を構築することが提案された。

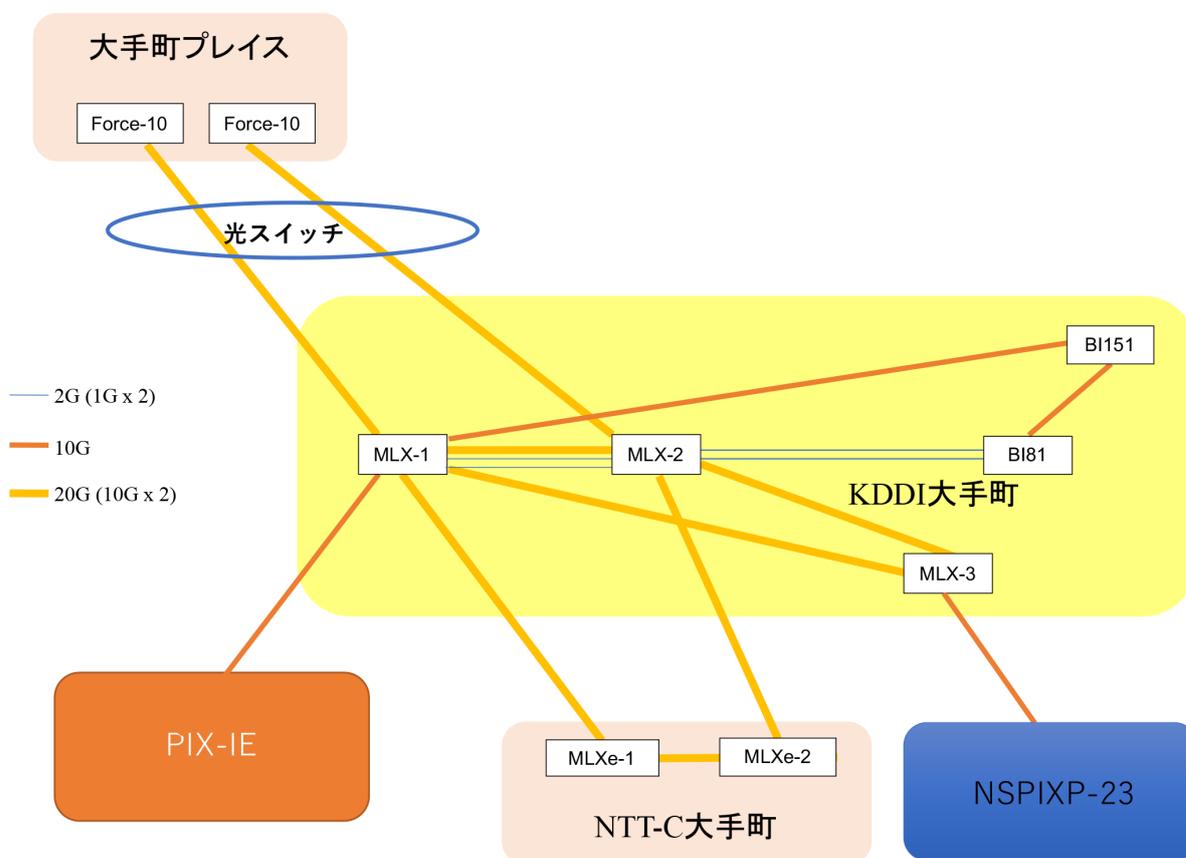


図1 DIX-IEならびにNSPIXP-23構成図

2023年度は基盤の構築とともに、その上で実施されるいくつかの検証を実施する予定である。また、基盤を100Gbpsベースの構成に移行するに伴い、DIX-IE接続顧客ポートの変更や接続メニューの変更について、DIX-IE利用者との合意を進めている。

(2) 新たなトラフィック傾向に対応したIXサービスアーキテクチャの研究

PIX-IEでは、以前のWIDE報告書で報告したようにSDNベースのIX構成を検討している。PIX-IEは、以前DIX-IEからの移行が検討されていたが、その研究を継続するために、dix-ie3の検証の一つとして研究を継続する。

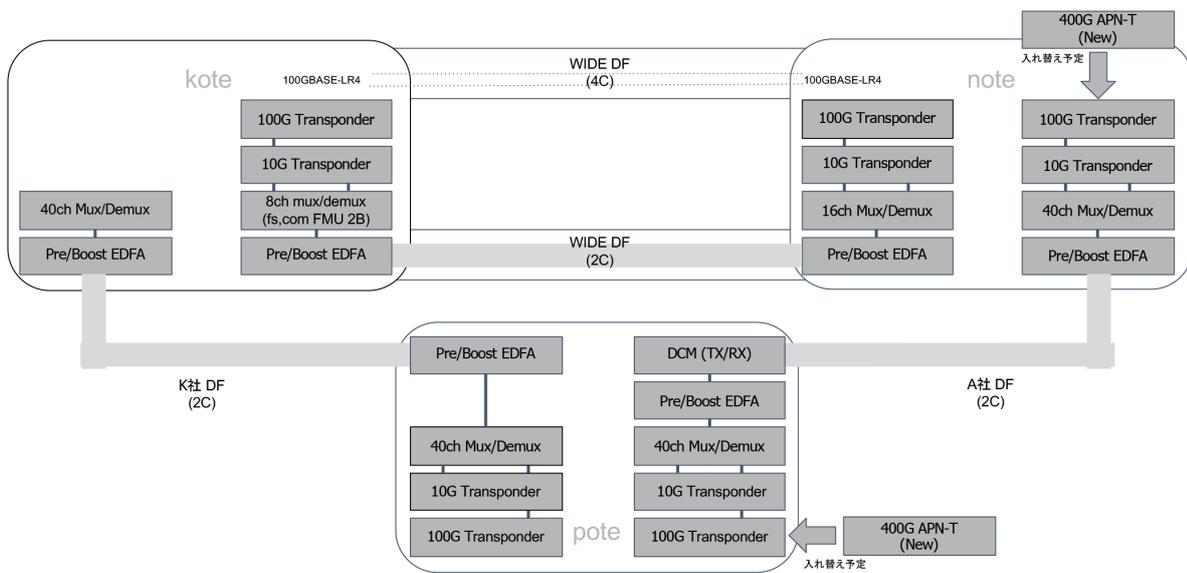


図2 拠点間伝送構成完成図

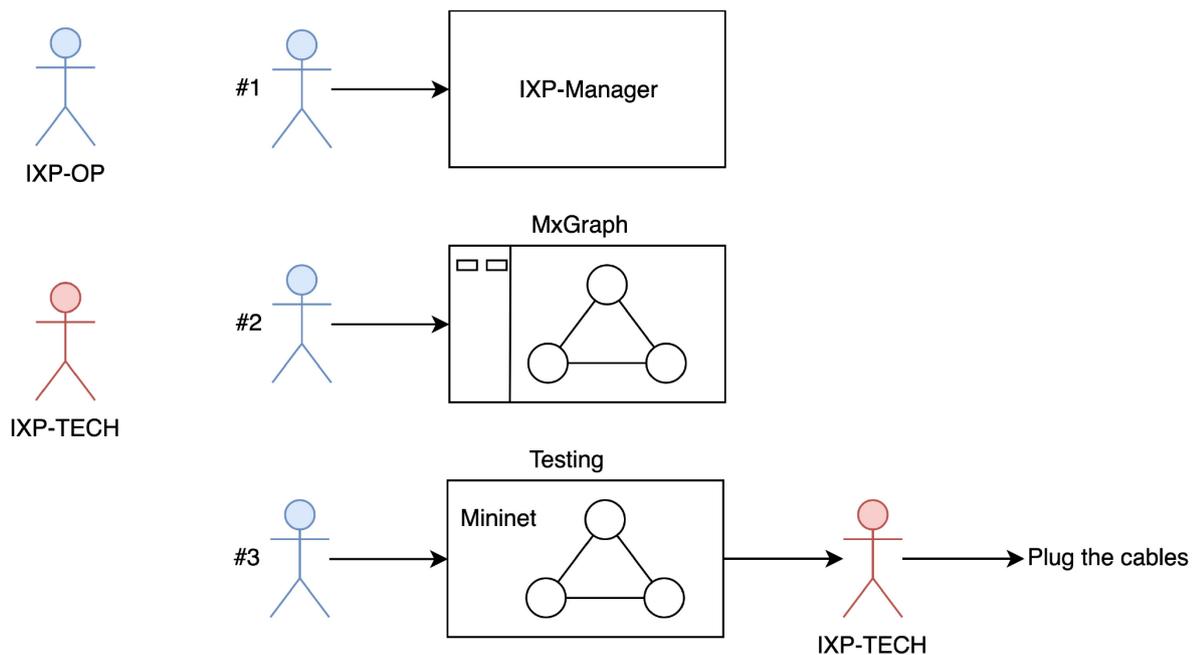


図3 PIX-IEによるIX運用イメージ

PIX-IEは、以前から報告していたようにFAUCET/Umbrellaをコントローラとして利用し、MACアドレスで顧客とポートを特定してIX内パケットを制御する。これらのコントローラはオープンソースのIXP Managerと連携することで、IXP Managerに管理される情報からトポロジ情報を生成し、コントローラ内のルールを生成する。

PIX-IEコントローラは、その後の開発でただIXP Managerから情報を取得してルールを生成するだけではなく、顧客やスイッチを追加した際に事前に仮想環境での検証ができるようになった。PIX-IEの運用者は、図3のように、設定案を投入すると、コントローラ内のmininetで構成の検証をおこない、構成に問題がないことを確認する。これにより、機材の実作業者は設定された情報通りに作業を実施すれば、現地での検証を経ることなく実運用を開始できる。

PIX-IEでは、このほかに2023年移行の階層構成への移行のため、PIX-IEコントローラにて管理されないスイッチとの併用可能な更新の検討を進めている。

(3) パス交換を目的としてIXの提案

本研究プロジェクトにおいては、dix-ie3への移行やNTTコミュニケーションズ大手町拠点の引越による拠点間接続の再構成にともない、新たな光パスを活用したパス交換の可能性を検討している。

IXにおいては、従来ISP間の経路交換によるパケットのやりとりが中心であった。近年では、さまざまな主体がAS運用をすることになり、BGPによる経路交換だけでなく、IX参加AS間でのLayer 3以外での接続の要望が出てきた。代表的な例が、パブリッククラウドとの接続である。パブリッククラウドは、それぞれの事業者のインターネット接続以外に、閉域接続することでネットワーク利用料を抑制できるプランを提供している。そのため近年の商用IXではVLANなどでパブリッククラウド事業者との接続サービスを提供している。しかし、それらの接続はVLANによる共有回線の利用であるため、帯域をすべて利用できるわけではない。それ以外にも映像を取り扱うような事業者では共有回線では必要な品質を得られないことがある。そのため、光技術を活用したパス交換サービスへの潜在的な要望はあると考える。それを、SDN技術を活用することで動的に構成できる可能性の検討を始めたところである。

(4) IXにおけるRPKI検証基盤の提案

近年では、インターネットの経路ハイジャックなど不正な経路広告を抑制するため、AS間での接続の際に受け取る経路の検証をおこなうことが一般的になりつつある。従来はIRRなどに登録された情報を元にフィルタを適用する手法が中心であった。IRRはASの運用者が自ASから広告する経路を自己申告して登録するデータベースである。運用者は、IRRと経路フィルタを連携させることによ

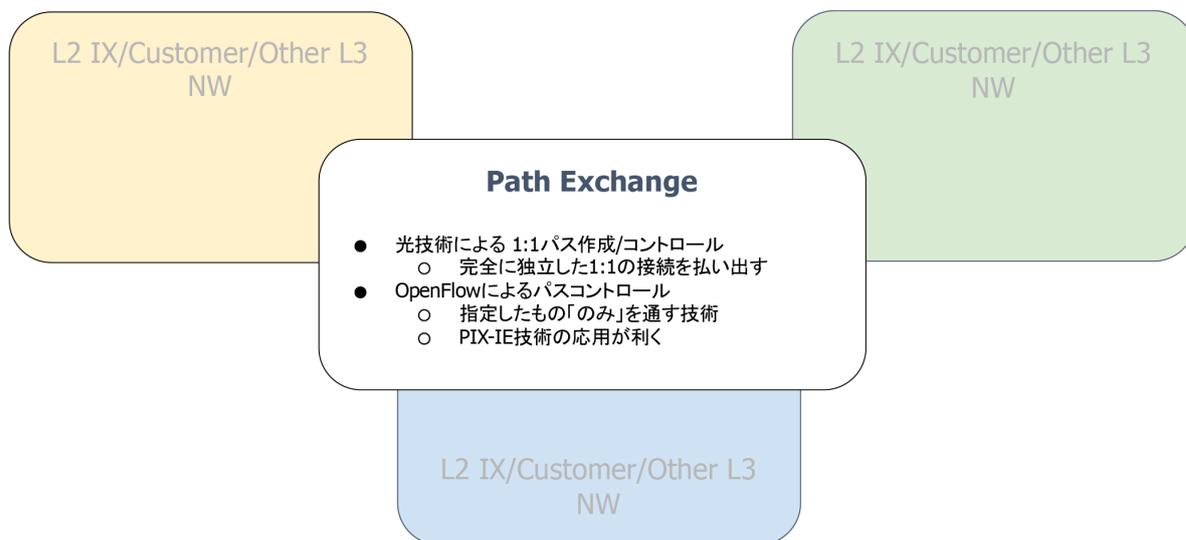


図4 パス交換IXの概念図

り、予期しない経路広告があった際にその経路を受け取ることを避けることができた。しかし、この仕組みでは、悪意を持って経路をIRRに登録し、その経路を広告することも可能である。そのため、広告する経路とその広告元を証明する必要があった。

RPKIでは、IPアドレスの割当主体から証明書を発行することにより、IPアドレスブロックの割当証明と、送信元ASの証明をできる。その証明書を利用することにより、受け取る経路の真正性を検証できる。この仕組みを活用することにより、ハイジャックされた経路を受け取る可能性を抑えることが可能である。しかし、RPKIを利用した経路検証の手法は、さまざまなサーバや仕組みを用意する必要があり、証明書の発行は進みつつあるが、経路検証の導入はあまり進んでいない。

そこで、本プロジェクトでは、IXがRPKIに関する技術に導入を支援する可能性を検討するとともに、そのためのRPKIに関する調査を国内IXと連携して進めていく。

第4章 まとめ

本報告書では、2022年度におけるNSPIXPプロジェクトでの研究開発と実証実験に関して、その成果をまとめた。DIX-IEでは、そのアーキテクチャを再考し、今後のIXの発展のため、さまざまなIX技術の検証基盤としてdix-ie3構想を検討し、2023年度の実現を目指している。その上でさまざまな検証が検討されており、今後WIDEプロジェクト内にとどまらず、国内IXとも連携をして検証を推進していく。NSPIXPプロジェクトでは、これからのISPやコンテンツ事業者に求められる、高度情報インフラストラクチャとしてのIXサービスのありかたを常に念頭におき、より強固なインターネットバックボーンとサービスを実現するための、高度な運用技術の研究開発ならびに実証実験を行っていく所存である。