IOWNネットワーキング

光伝送、パケットサービス、クラウドの共進化

NTT 研究企画部門　IOWN推進室
IOWN Global Forum Technology WGチェア
川島　正久

2025年10月30日　10:15~10:55

本日のアウトライン

1. All-Photonic Network （APN）について

2. 光伝送/パケットサービス/クラウドの共進化について

3. 普及に向けた取り組み

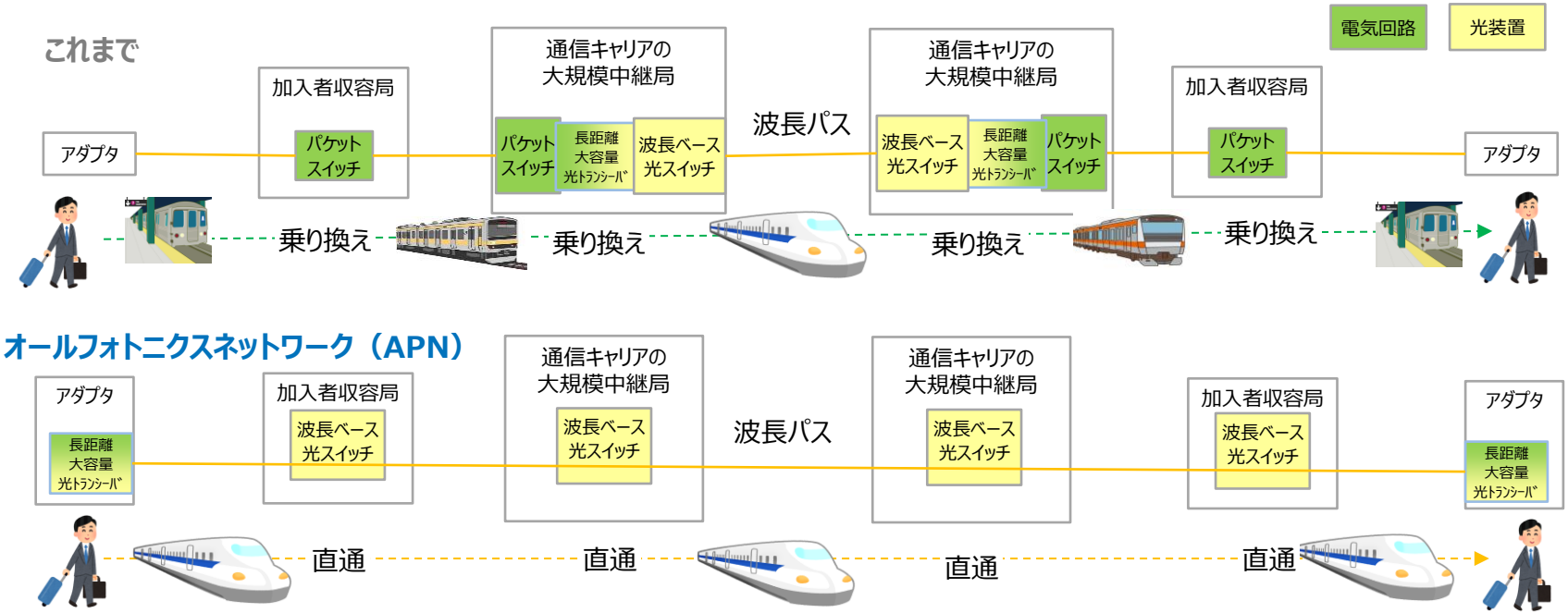
1. All-Photonic Network(APN)について

いつもの説明

オールフォトニクスネットワーク（APN） とは？

乗り換えの繰り返しから脱却し、「直通」の光通信で拠点間接続

大容量（数十～数百Gpbs）、超低遅延（100kmで0.5ミリ秒）で拠点間を接続可能



通信エンジニアが思う疑問

端末をROADMに直接つなげるだけじゃないの？

だったら、昔から、時間と金さえかければ、できたでしょ・・・

なにが、新しいの？？？

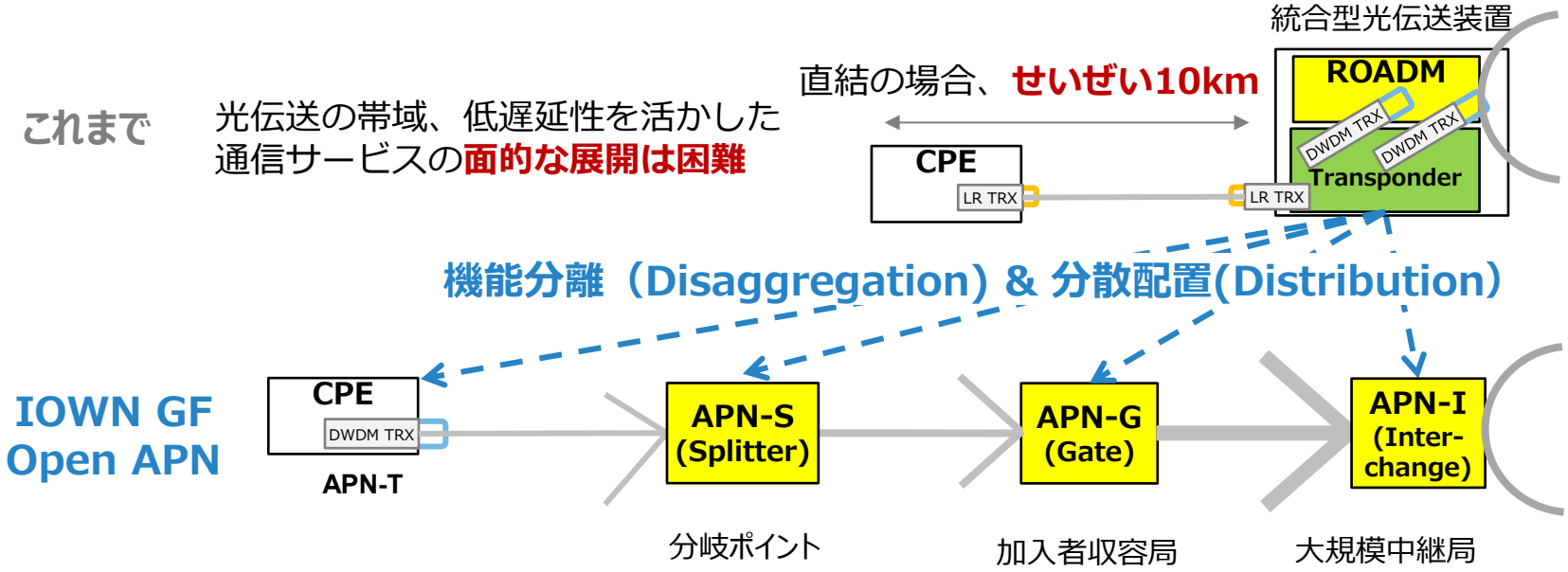
どうせ上位レイヤはパケットネットワークでしょ・・・

だったら、結局、**GMPLSと変わらない**んじゃないの??

本日は、こういう疑問を想定しながら、APNの進歩性を説明します

APN（Open APN）の進歩性

- **伝送のオール光化：　パケット一光統合型**が主流の光伝送装置から**パケット処理機能を分離**
- **光伝送の毛細拡張：　光伝送ノードを機能分離して、面的に分散配置**



APN-Sは、オプション（なくてもよい）で、APN-Gの収容ポートを複数のAPN-Tでシェアしたいときに挿入

文書（WEB公開中）：　IOWN Global Forum, Open All-Photonic Network Functional Architecture Version 3, June 2025

Open APNはアーキテクチャであり、実サービスにおける配備モデルを**限定していません**。NTTのサービス展開ではAPN-Tをキャリア施設に配置してグレーオプティクスで顧客拠点と接続する形態も採用しています

APNのインパクト：　APNエコノミクス

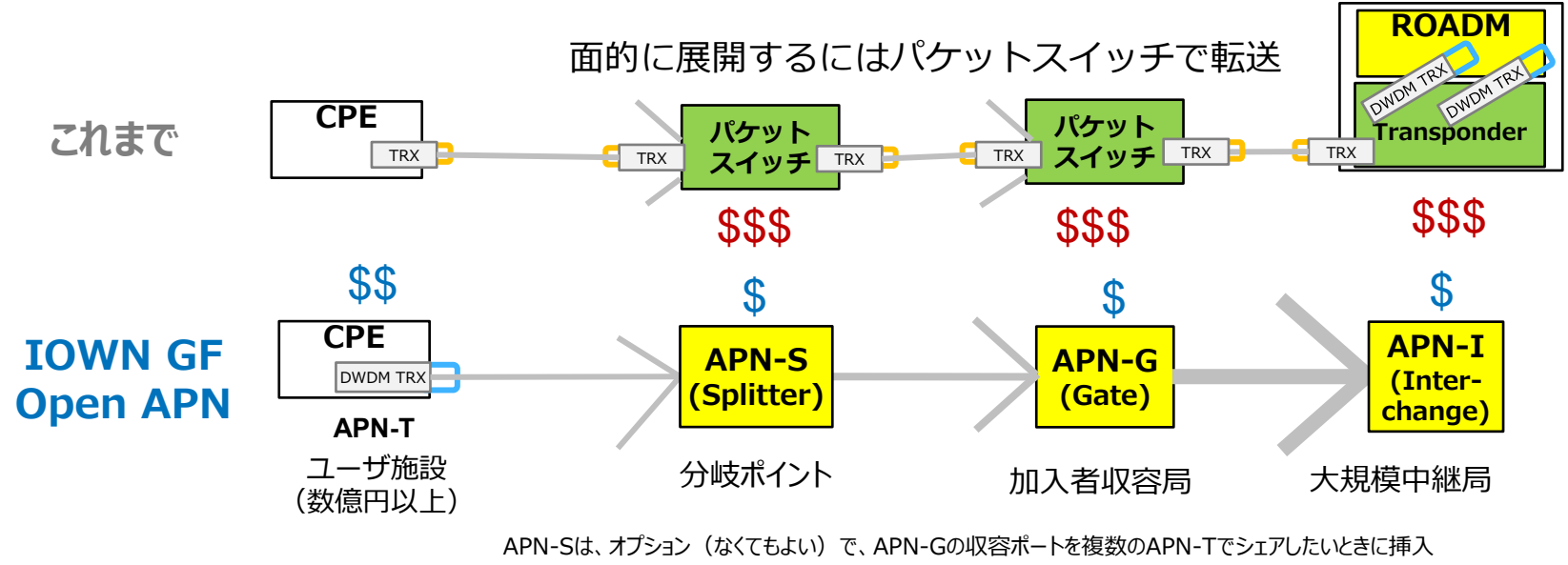
NTT

インフラノードが**長期に継続利用可能**となり、**インフラCAPEX**が大幅に下がる

高額なDWDMトランシーバはユーザ施設（DC、オフィスビル）の一部として購入される

green
=電気処理
主流トランシーバの速度アップに合わせて**頻繁にリプレイスが必要**

yellow
=光処理
複数のトランシーバ世代にわたり**長期に継続使用可能**

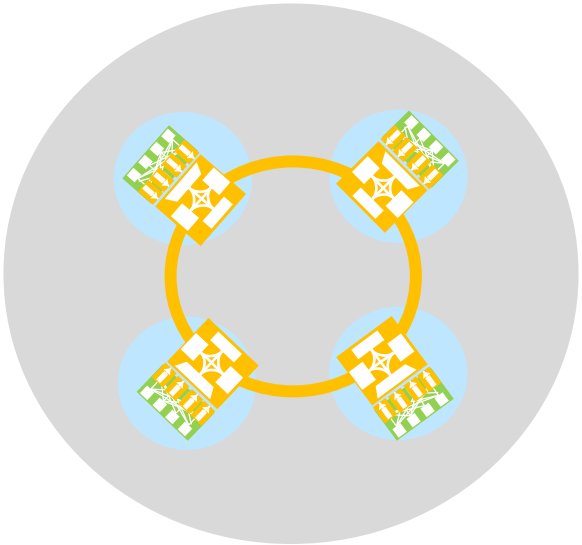


APN-Sは、オプション（なくてもよい）で、APN-Gの収容ポートを複数のAPN-Tでシェアしたいときに挿入

あくまでもOpen APNのアーキテクチとしては、こういうビジネスモデルが可能となるという話。現在展開中の約款サービスにおいてこの形態を実現するには、もろもろの制度調整が必要と認識しています。

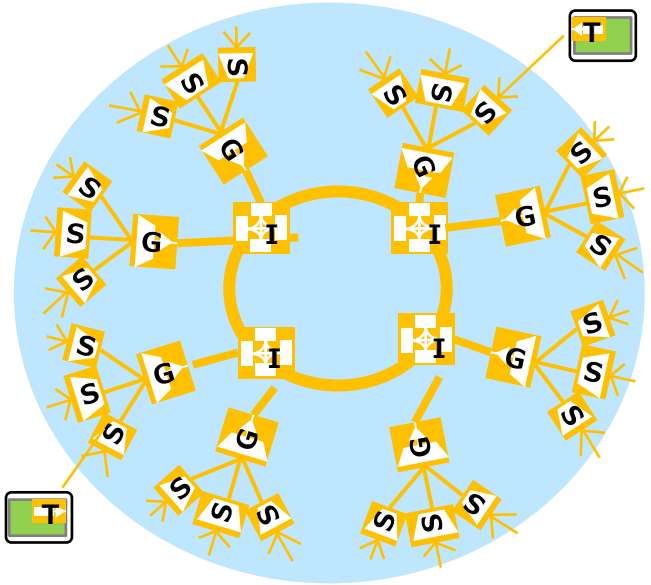
リーンな投資で光伝送インフラ直結エリアを面的に拡大

これまで



新幹線の駅のように局在
リーンな投資に不向き

IOWN GF Open APN

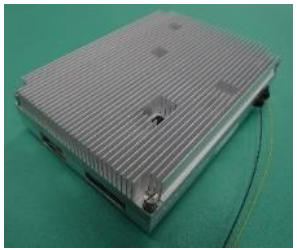


地下鉄/バスの駅のように遍在
リーンな投資をしやすい

毛細拡張：　血管のように細くなりながら末端のほうにまでいきわたること

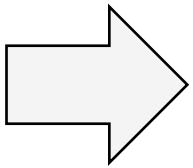
技術的背景1　DWDMトランシーバの小型低廉化

昔のDWDMトランシーバ



5 x 7インチ

大型で高価



現在のDWDMトランシーバ

小型。
昔に比べると相当安くなった。

ビジネスモデルを変えて生産規模を
大きくすればもっと安くなるはず

技術的背景2　オープン&モジュラー化の進展

昔

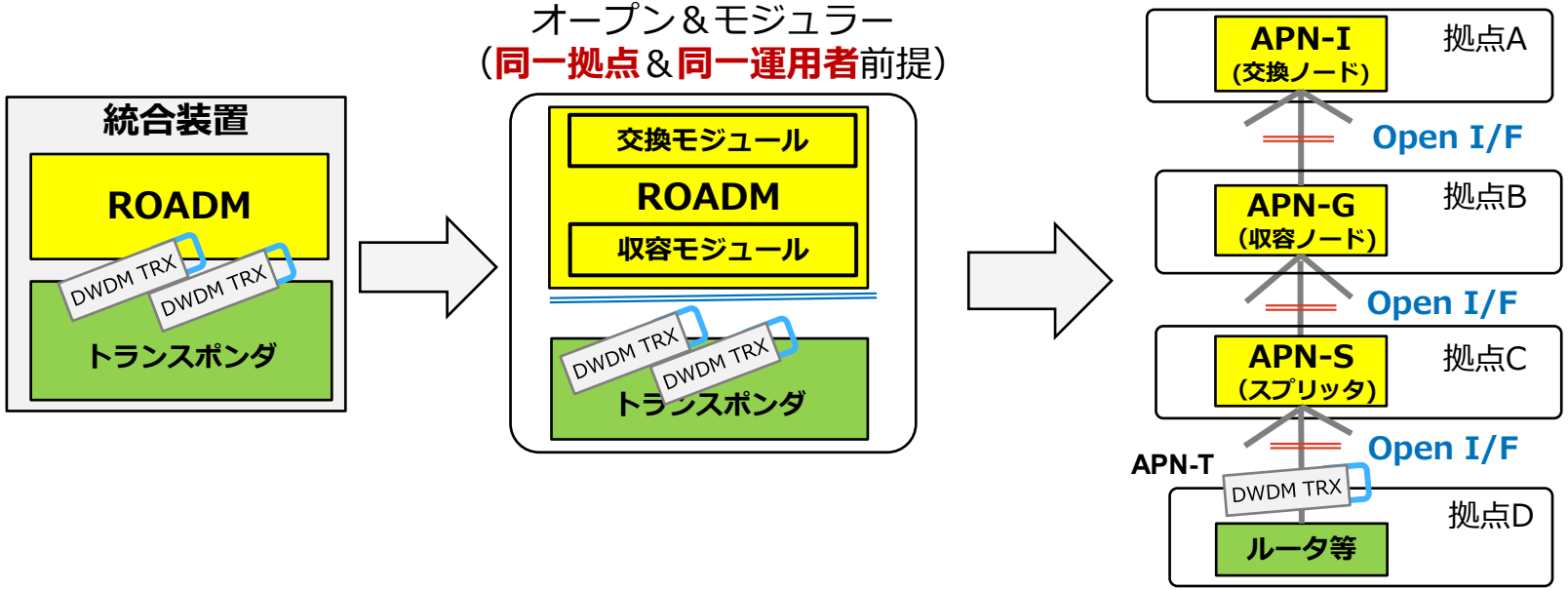
以前からの業界の取り組み

OPEN ROADM,TIP, OIF, 等

オープン＆モジュラー
（**同一拠点**＆**同一運用者**前提）

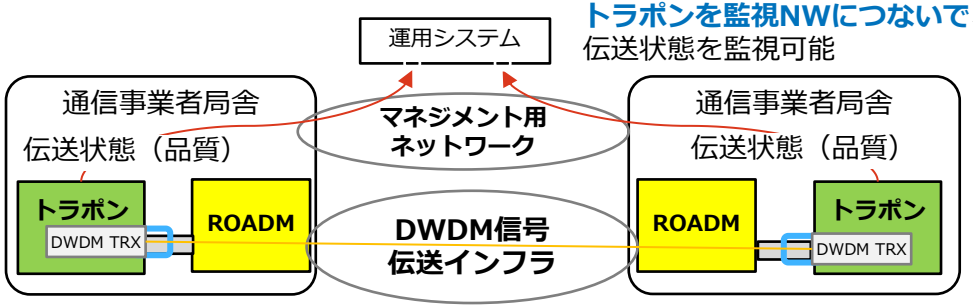
IOWN GF Open APN

拠点分散, 運用者間協調を可能とする
オープン＆モジュラー



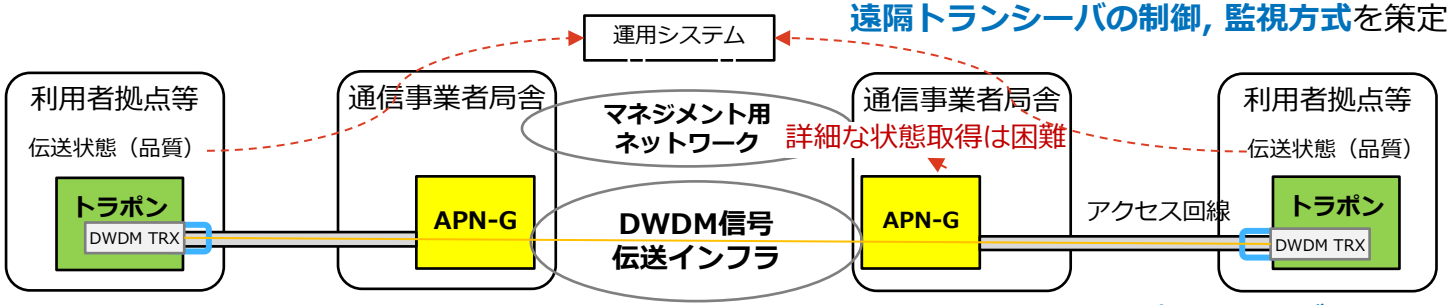
技術課題と取り組み(1)： パス設計、サービス品質監視の困難化

これまでの前提



DWDMトランシーバは限られた数の局舎に置かれるので、トランシーバ間の**距離、伝送路品質のバリエーションは限定的**ですむ

IOWN GF Open APN

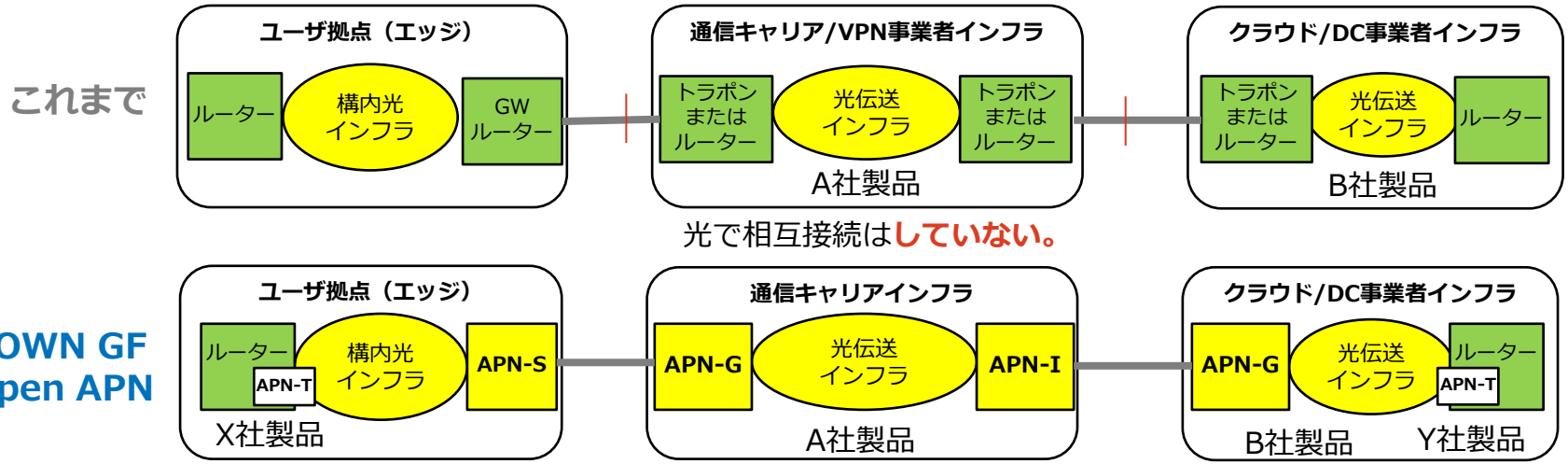


DWDMトランシーバ間の距離、伝送路品質のバリエーションが従来よりも増える→ PoCを通じて**パス設計モデル**を実証

光伝送装置（生来アナログ）の**Digitalization**

技術課題と取り組み(2)：オール光相互接続

注目：　通信キャリアに限らず、**多様な主体**をAPNのオペレータとして相互接続を検討している



課題1：**デマケ**困難、各事業者の**網防御**が困難　→　**境界のAPNノード**がもつべき追加機能を策定（**APN-BG**）※1

課題2：安定的に性能を保つために不可欠な光伝送装置間のパラメータ調整（**パワーレベル制御**等）が**ベンダ依存**

→　**異ベンダ相互接続試験**を実施しながら、パラメータ調整方式等、必要な標準を策定(**OPEN ROADM**とも連携)

オール光空間における**Demarcation**

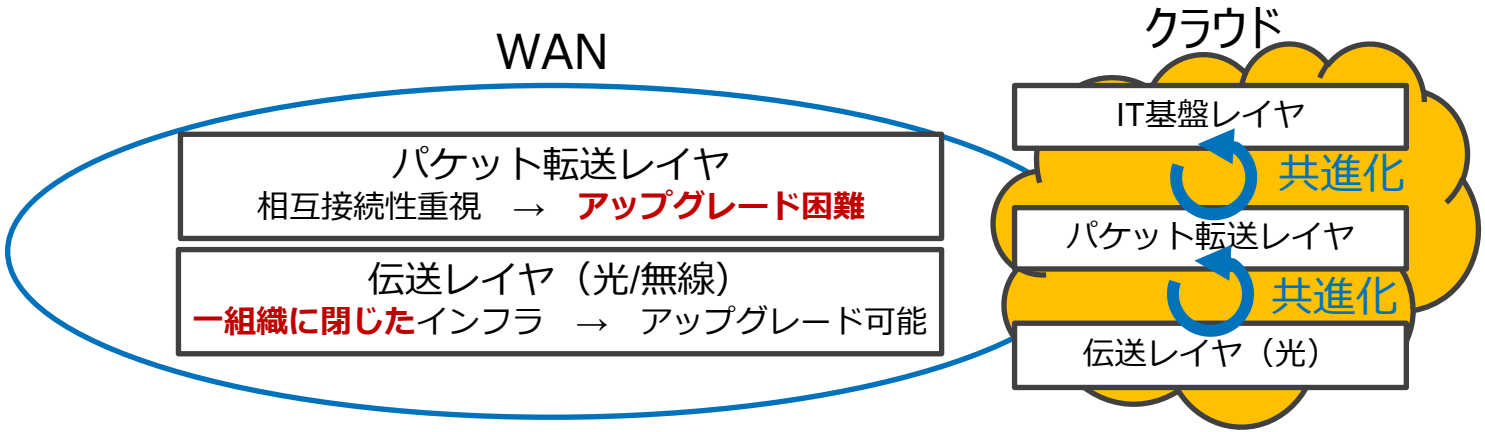
※1　IOWN Global Forum, Functional Architecture for Multi-Domain IOWN Networking, June 2025
なお、IOWN GFの文書では、従来のO/E/O型の相互接続もオプションとして規定している

2. 光伝送/パケットサービス/コンピューティングの共進化

IOWNらしいフルスタック、エンドエンドの技術革新

現状のインフラ（WAN）の課題

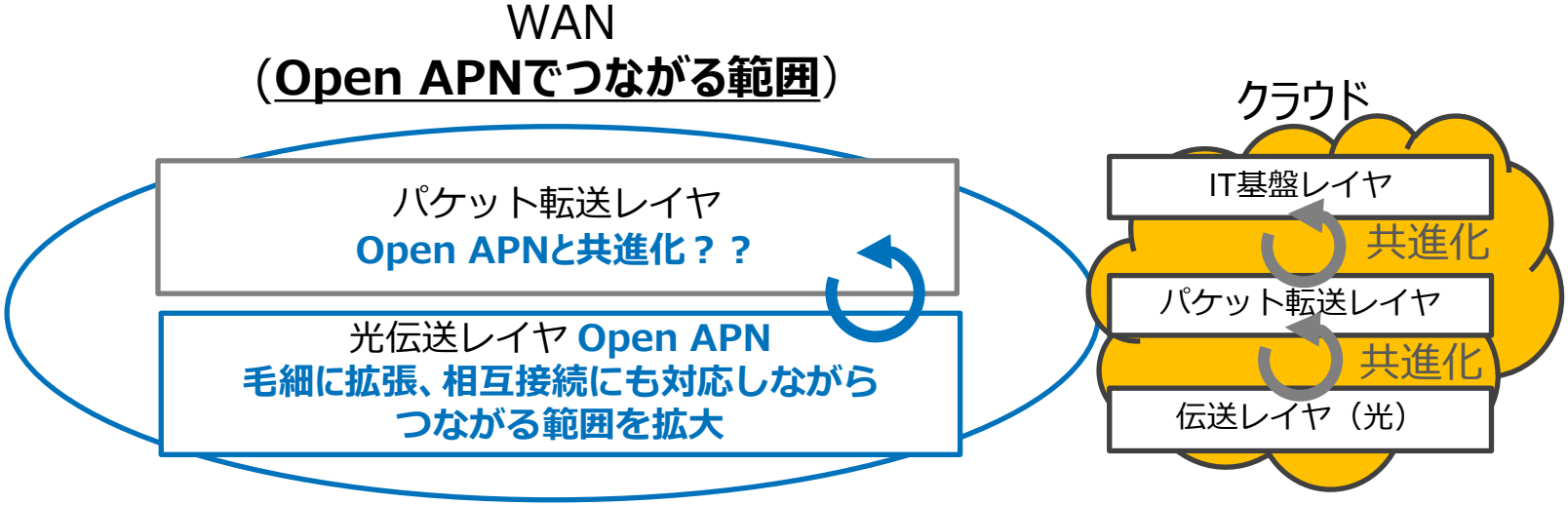
- クラウドの内部インフラは、単一組織により運営されているので、技術をアップグレードしやすい
  - 光伝送、パケット転送、クラウドが一体で進化（**共進化**）しながら、どんどん高性能になっていく
- WANは、多様な組織の相互接続でできているので、技術のアップグレードが困難
  - 光/無線伝送レイヤのインフラは一組織内に閉じることが多いので、アップグレードしやすい
  - その分、パケット転送レイヤは相互接続性重視となり、**アップグレード困難**



共進化（相互進化）：異なる物が互いに作用しながら共に進化すること

Open APNトリガのWANにおける共進化の可能性

伝送レイヤのインフラが一組織に閉じずに運用されるのであれば、
パケット転送レイヤが相互接続性重視で進化しにくい状況が変わるのでは？？

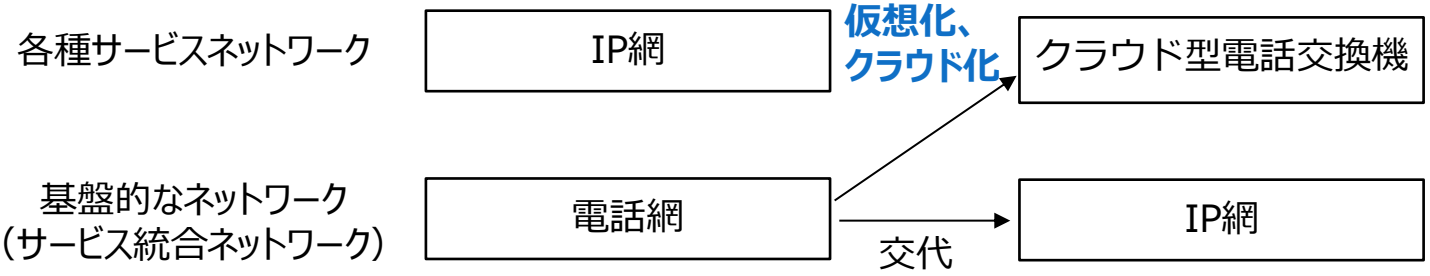


共進化（相互進化）：異なる物が互いに作用しながら共に進化すること

Open APNでパケット転送レイヤはどう変わる？

歴史に学ぶ：　電話でおきたこと

サービス統合ネットワークが交代すると、前世代のサービス統合ネットワークはクラウド型へ進化する



現状と今後についての可能性

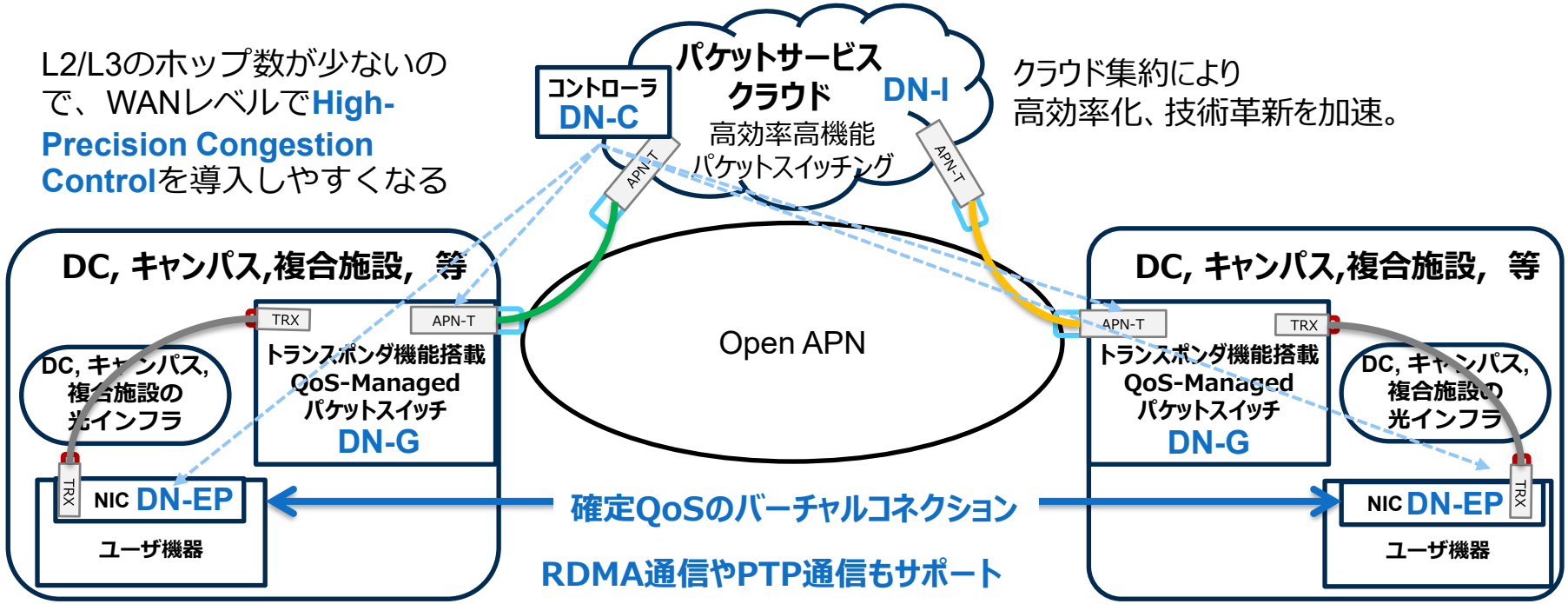
- 現在はIP網がサービス統合ネットワーク的な存在。
- Open APNでつながる範囲が広がると、その範囲ではOpen APNをサービス統合網となり、**パケットネットワークはクラウドサービス型**にできて、より**高効率、高機能**に進化する

IOWN GF Deterministic Network (DN)

Packet Hub and Optical Spoke

Open APNを活かしてパケット転送レイヤを**クラウドサービスとして**実現

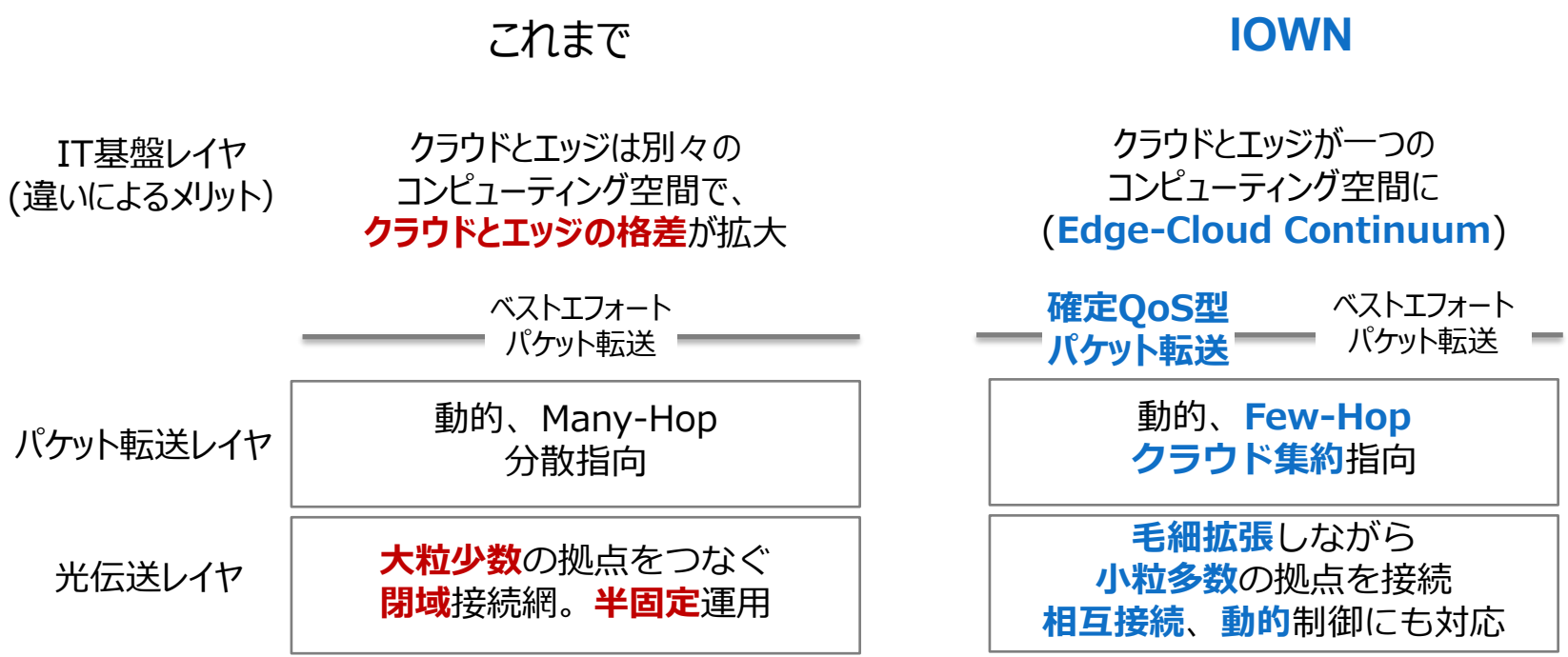
L2/L3のホップ数が少ないので、WANレベルで**High-Precision Congestion Control**を導入しやすくなる



メリット： **D**(Deterministic)-**E**(Efficient/Elastic)-**F**(Faster-to-Innovate)

文書（WEB公開中）： IOWN Global Forum, Deterministic Networking with Software-Defined Optical Interconnect, July 2025

これまでとの違い（パケット転送と光伝送の二層の関係性について）

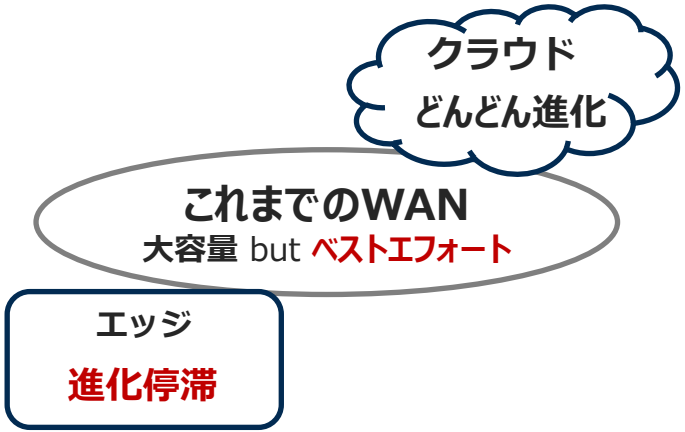


毛細拡張：　血管のように細くなりながら末端のほうにまでいきわたること
動的制御：　接続先の切り替え、コネクションのON/OFF、等
Continuum：　ラテン語で、連続的につながった一つの体（空間）。

クラウドコンピューティングはどう変わる？

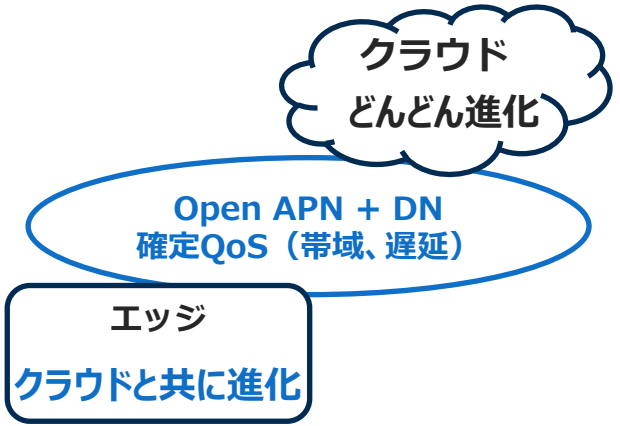
これまで

クラウドーエッジの格差が拡大



Edge-Cloud Continuum

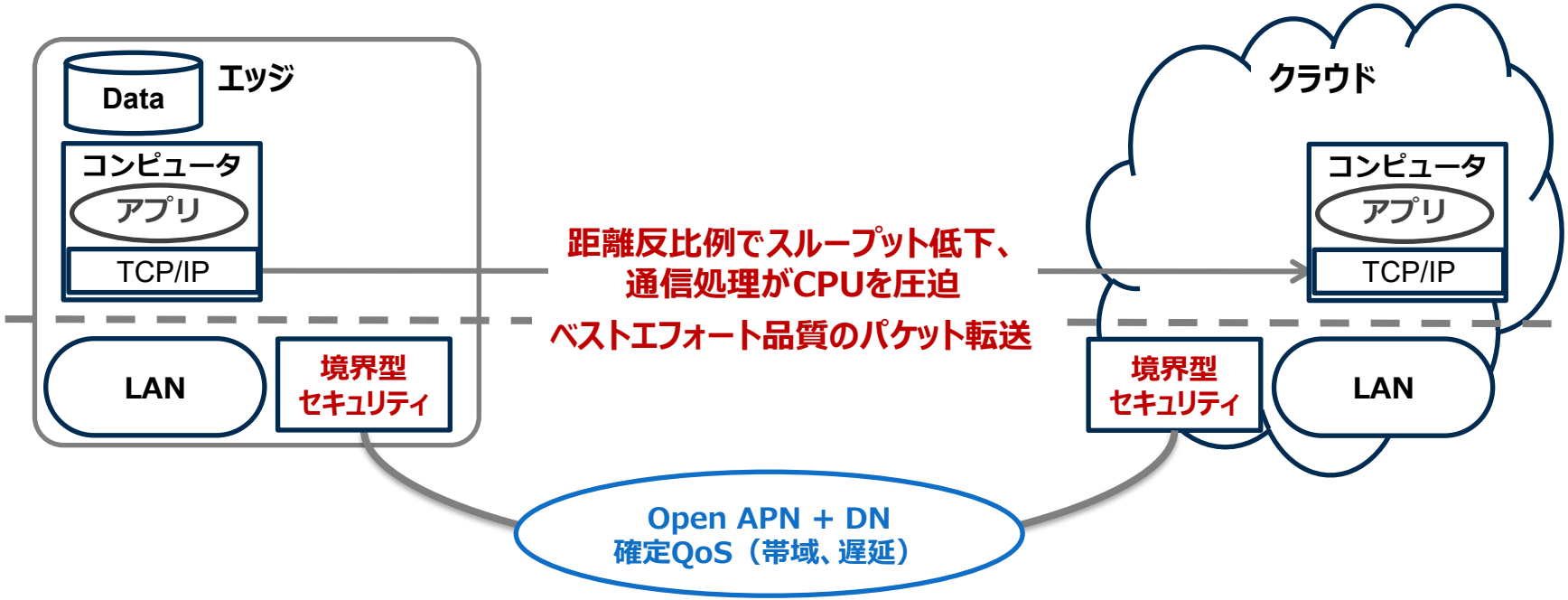
エッジとクラウドが**一体で進化。**
分散アクセラレーテッドコンピューティングをサポート



Continuum： ラテン語で、連続的につながった一つの体（空間）。

ネットワークが確定QoS対応になるだけでは不十分

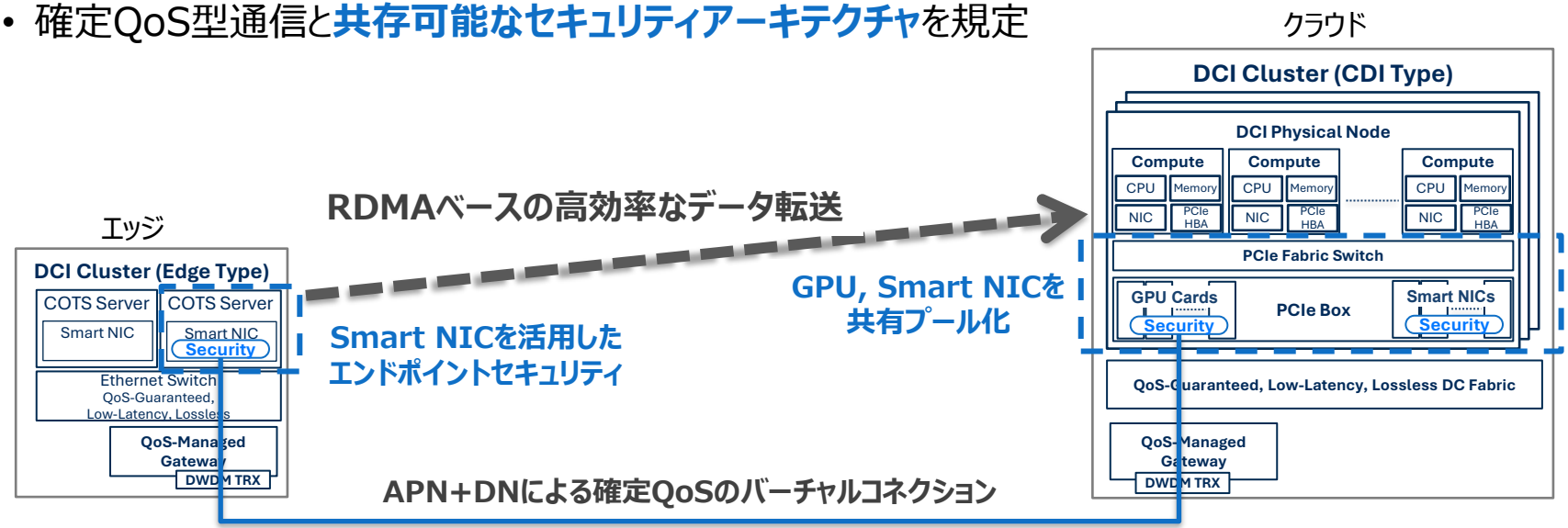
コンピュータは**「昔からの常識」**で動いています・・・



関連文書（WEB公開中）： IOWN Global Forum, DCI Product Concept Paper, October 2023

IOWN GF Data-Centric Infrastructure （DCI）

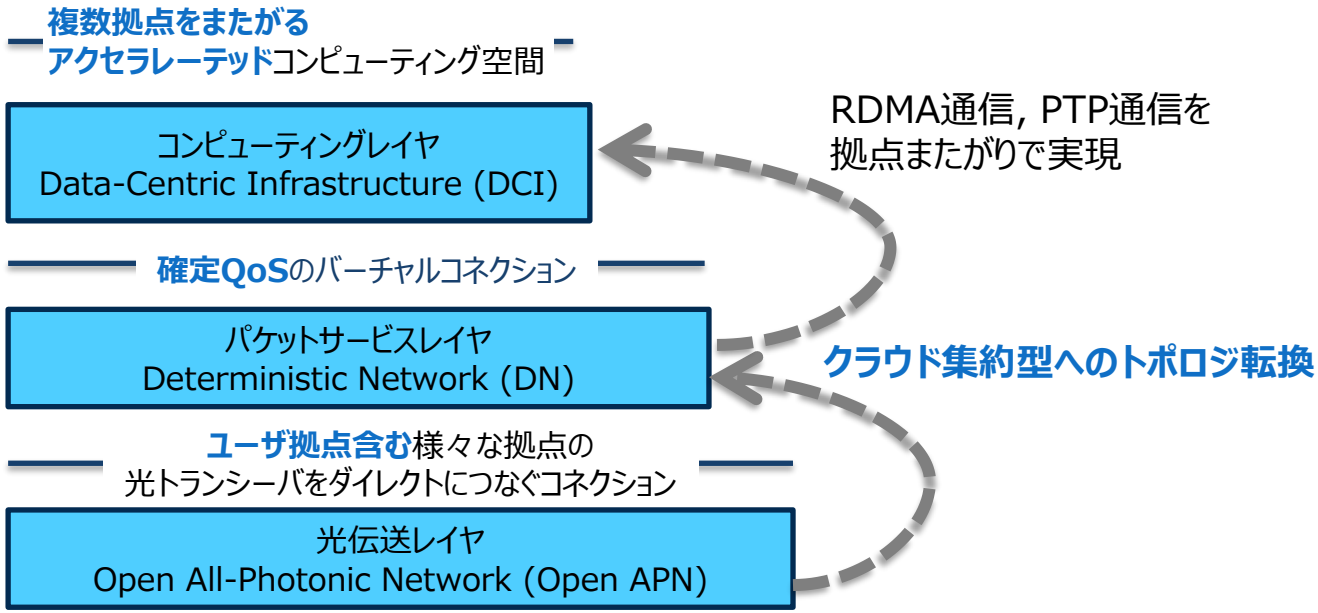
- GPU, Smart NIC等を活用した**アクセラレーテッド**コンピューティングを**複数拠点またがりで**実現
- **GPUやSmart NICを共有プール化**できるサーバクラスタのアーキテクチャを規定
- 確定QoS型通信と**共存可能なセキュリティアーキテクチャ**を規定



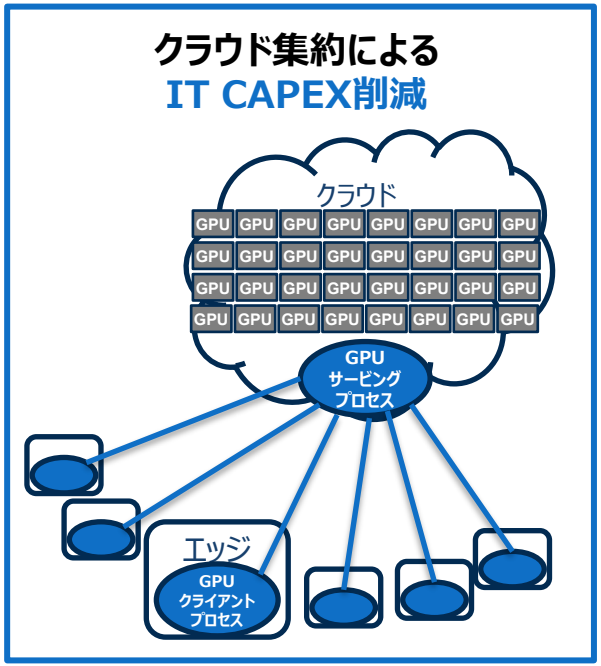
文書（WEB公開中）： Data-Centric Infrastructure Cluster Reference Implementation Models, March 2025, Functional Architecture for Protection of Data in Motion, Multi-Factor Security Key Exchange and Management, October 2024

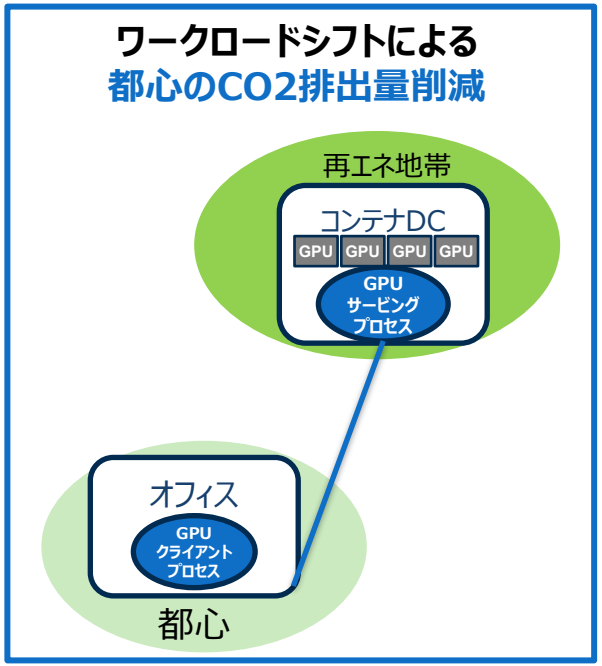
（まとめ）光伝送/パケット転送/IT基盤の共進化

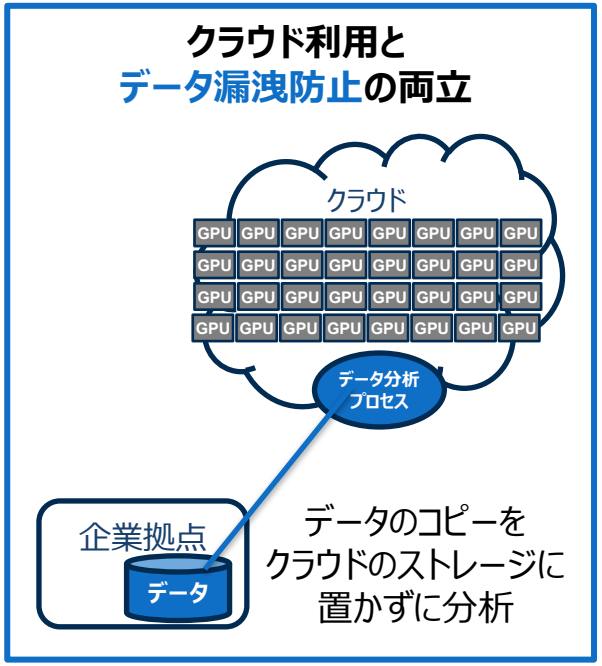
エッジとクラウドが一つのコンピューティング空間に！
（**Edge-Cloud Convergence**）



Edge-Cloud Continuumのユースケース







3. 普及に向けた取り組み

イノベーションの課題

革新的な技術は革新的であるほど、多くの人にとって**リスキーな発想**となる

最初の成功事例ができるまでは、運命をかけて協力してくれる人は少ない

特に**現在の主流で十分に成功している人は**新常識をつくる動きに協力してくれない

最初の成功事例づくり

- 今、強い動機を発生させるユースケースを選ぶ

- PoC～PoV（Value）～**PoB（Business）**までやりきる
  - 飛行機に例えると
    - PoC：ライト兄弟の初飛行
    - PoV：軍事、ビジネス出張、新婚旅行？
    - PoB：**経済的合理性、運用性、安全性**、・・・　→　航空ビジネス

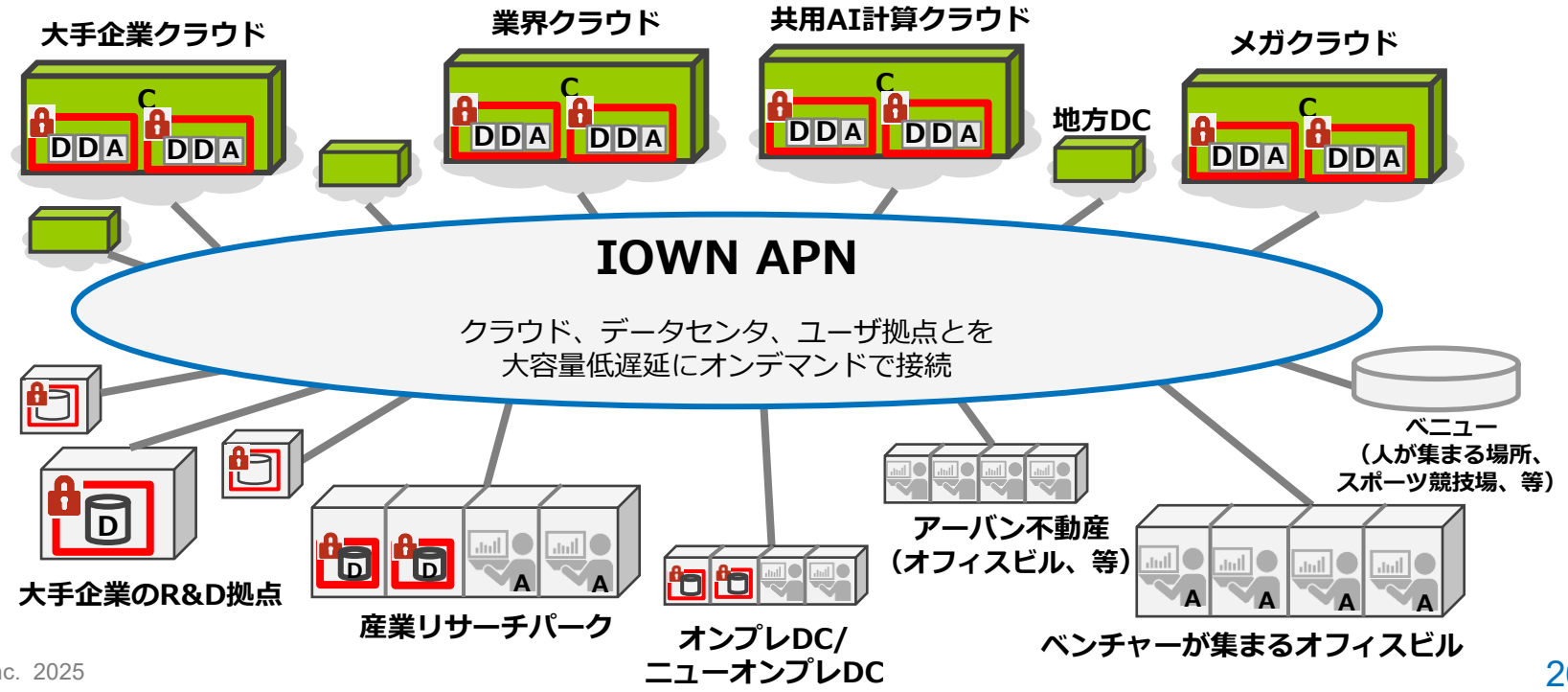
- ビジネスとして動く人たちを集めて、あらゆる課題を解決する

IOWN Global Forumで世界の各地域でこういう活動を起こす人をつくっていく。

まず日本で私たちが成功事例を創る　→　**AI時代の日本の産業インフラ造り**

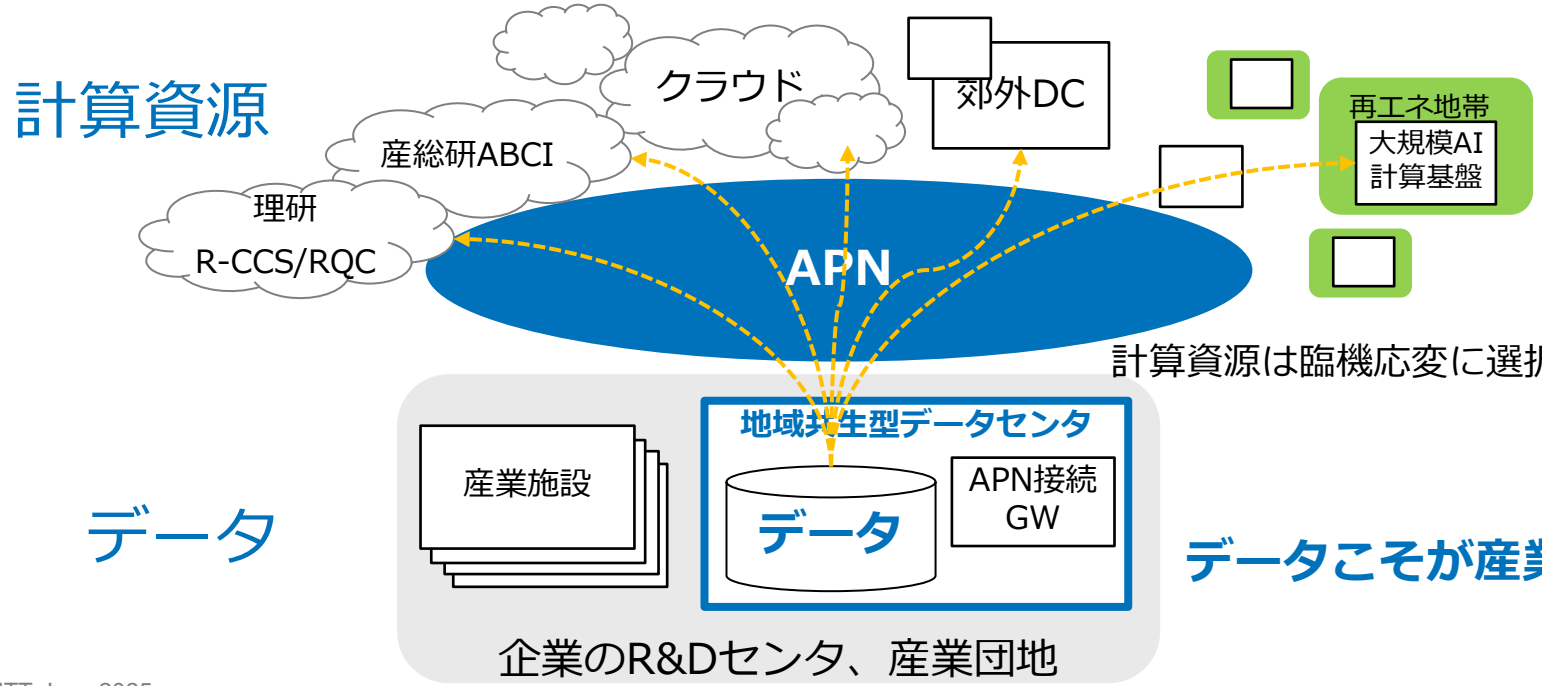
「日本版ネオクラウド」による世界一AI開発に適した国づくり

- D（データ）、　C（ 計算資源）、　　A（AI技術者）をつないでAIを産業化
- Watt-Bit連携で、都心近郊のIT脱炭素化とDCの電力需給の調整弁化を促進



特長：データと計算資源の分離

APNにより**データ保管拠点と計算拠点を分離**し、
データ保護と計算資源共用の両立を実現



データこそが産業の資産！

元祖ネオクラウド（米国）と日本版ネオクラウド

	元祖ネオクラウド（米国）	日本版ネオクラウド
DCの利用者	ハイパースケーラ、 AIジャイアント	企業、公共、学術組織
DCの用途	主にAI製造（学習） ＝　デジタル派遣の武器	主にAI活用（チューニング、推論） ＝産業、生活のインフラ
構成	データセンタ（単体） ＝クラウドセントリック指向	複数のDC & 利用者拠点の集合 ＝　ネットワーク指向 ＝　クラウドーエッジ指向
データと計算資源	同じ場所に存在	独立して散在
電力に対する スタンス	なかったら作ればよい	電力がある地域を探せばよい ＝ワットビット連携指向
価値観	パワフルであることが魅力	環境負荷が低いことが魅力 地域、社会との共生を重視

From Scale To Presence

GWデータセンタとか、大規模なAI DCの建設の発表が多い昨今の状況に違和感を感じており、
私（川島）が「むしろこっちの方が大事」と思う方向性を生成AI作文しました。

From Scale To Presence

Cloud no longer wins by simply getting bigger. The next axis of competitive advantage will be **presence density** — how close cloud benefits can be delivered to **where people and data actually live.**

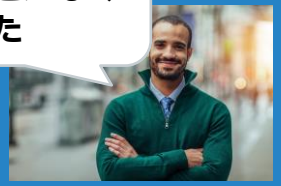
As nations and societies around the world pursue their competitive advantage toward the AI era, the real question is no longer about the capacity or efficiency of the cloud — it is about the **capacity and efficiency of those nations and societies themselves**.

This shift gives rise to a new architectural layer in cloud infrastructure — the **presence layer**. It is composed of distributed Points of Presence (PoPs), positioned closer to where people and data actually live, linked to the cloud core through high-bandwidth, low-latency interconnections. Its role is to **extend the reach of cloud benefits** into the daily environments of nations, industries, and communities.

強い動機を発生させるビジネスモデル（仮説）

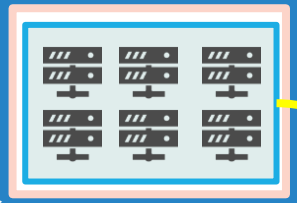
都市開発事業者、不動産事業者に**高IRR**ビジネスの機会をする

お客様を満床で困らせることがなくなりました



DC不動産事業者

都心のデータセンタ



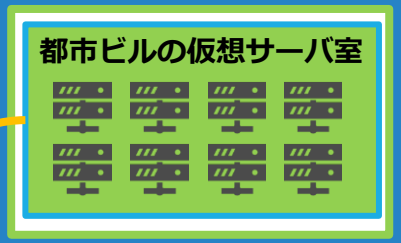
IT室の容量を心配する必要がなくなりました

都市開発事業者

都市ビル

APN

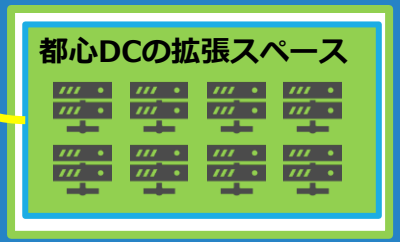
郊外のデータセンタ



「都心直結」というプレミアム価値で床を高く売れるようになりました

DC不動産事業者

郊外/地方に新たに建てられたデータセンタ

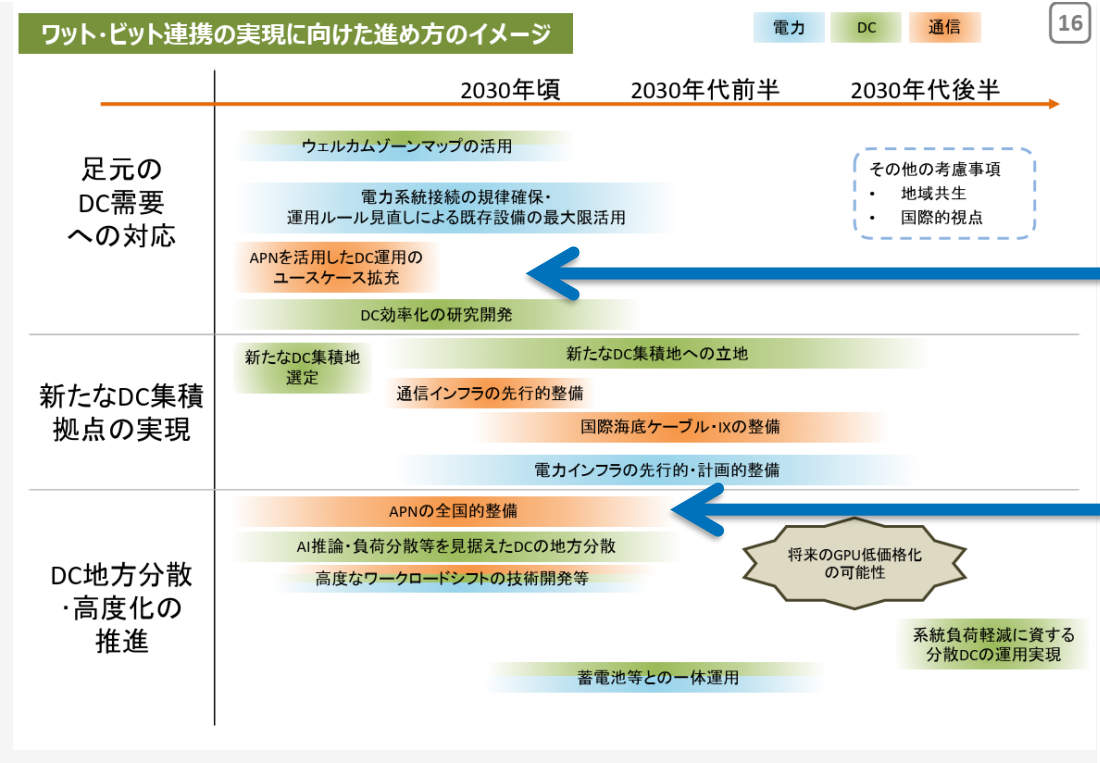


郊外/地方の安い土地にDCをたてたけど、APNで需要を獲得できました

DC不動産事業者

IRR: Internal Rate of Return（内部収益率）。投資プロジェクトが儲かるかを評価する指標

ワットビット連携との関係



既存の電力系統の余力を最大限に活用するために、**ウエルカムゾーン**へのDCを誘致。 多くのユースケースをウエルカムゾーンのDCを用いても実現できるようにするためにAPNを活用する

DCの**地方分散、ワークロードシフト**を実現するために、多様な主体によるAPNの整備、早期実用化を進める

経産省・総務省、「ワットビット連携官民懇談会とりまとめ1.0」より

まとめ

1. All-Photonic Networkについて

- 二拠点の光トランシーバ間のダイレクト通信を実現
- これまでパケット一光統合指向であった光伝送装置をオール光化
- **APNエコノミクス**：　インフラのオール光化　＋　トラポンはユーザ施設の一部に
- 4D：　**Disaggregation, Distribution, Digitalization, Demarcation**

2. 光伝送/パケットサービス/コンピューティングの共進化について

- **Packet Hub and Optical Spoke** でパケットサービス。D-E-F効果
- 確定QoSのネットワークを活かして**Edge-Cloud Continuum**

3. 普及に向けた取り組み

- 強い動機が発生するユースケースを選定し、PoCから**PoB(Business）まで**やりきる
- **日本版ネオクラウド**によるAI開発に適した国づくり。**From Scale To Presence**

Innovating a Sustainable Future for People and Planet