



Internet of Data Centers with IOWN APN

- IOWN APNによるデータセンターインターネット-

2022年11月

NTT研究企画部門IOWN推進室 川島 正久

現在のインフラの課題

1. ハイブリッドクラウド、マルチクラウドに関して（Data Gravity問題）

クラウド間で流通させたいデータのサイズはどんどん大きくなるが、クラウド間で達成可能なデータのスループットがそれに追従して向上するわけではない。なので、どんどんデータフローが遅くなる。

2. エッジコンピューティングに関して（大容量低遅延コンピューティングの現実解が不在）

「大きなリソースプールを作ってエラスティックに割り当てることでコスト最適化を図れる」というクラウドの利点を台無しにする発想であるので、エッジに配置できるIT機能は**極めて限定的**となる。また、アプリ提供者は**特定キャリアに縛られない形態**を望んでおり、通信キャリア毎にキャリアNWに直結したコンピューティングDCを提供する形態は流行りにくい。なので、現状では、5G/B5Gで期待されている大容量低遅延アプリを実現するコンピューティングインフラの現実解は存在しない。

3. データセンタの肥大化（Data Center Moratorium問題）

クラウドプロバイダは同一AZ内の通信は同一DC内と同等（スループット、遅延に関して）となるようにインフラを構築する。このため、光ファイバで同一AZ内のDCを相互接続したいが、ダークファイバの調達には時間がかかるし、待っても無理な場合もあるので、大規模なDCの建設が進んでいる。しかし、**エネルギー危機**のもとで安定的に電力を確保しようとしている地域にとって大規模DCはやっかいな存在となるので、世界の複数の都市で**DC新設を禁止**するData Center Moratoriumが始まっている。

達成すべきこと（解決すべき課題）

1. Data Gravityに**負けない**ハイブリッドクラウド、マルチクラウドの実現

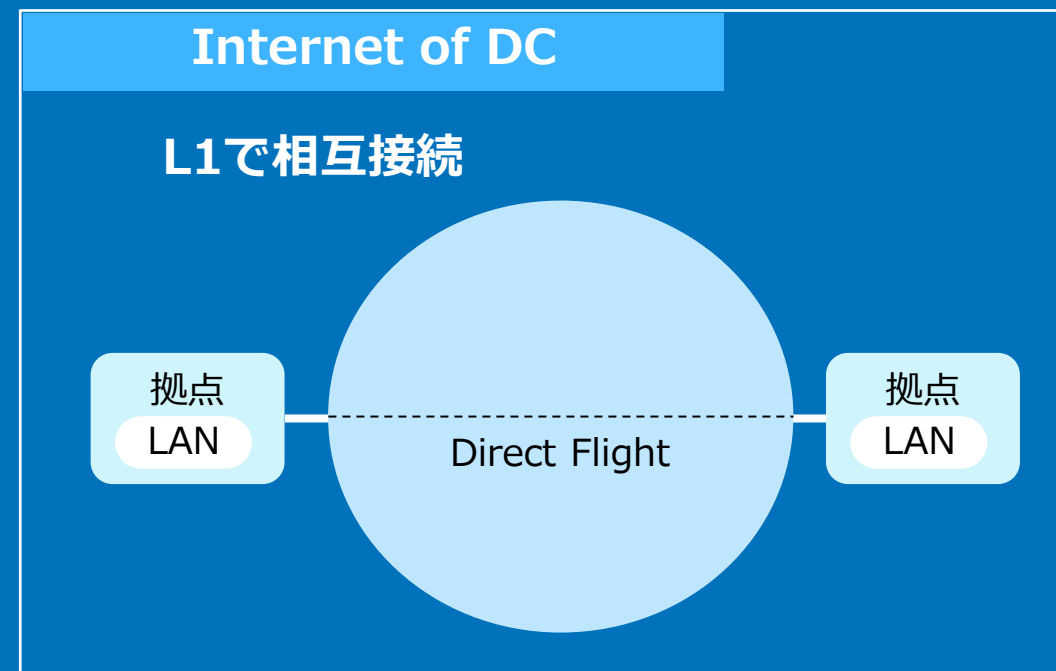
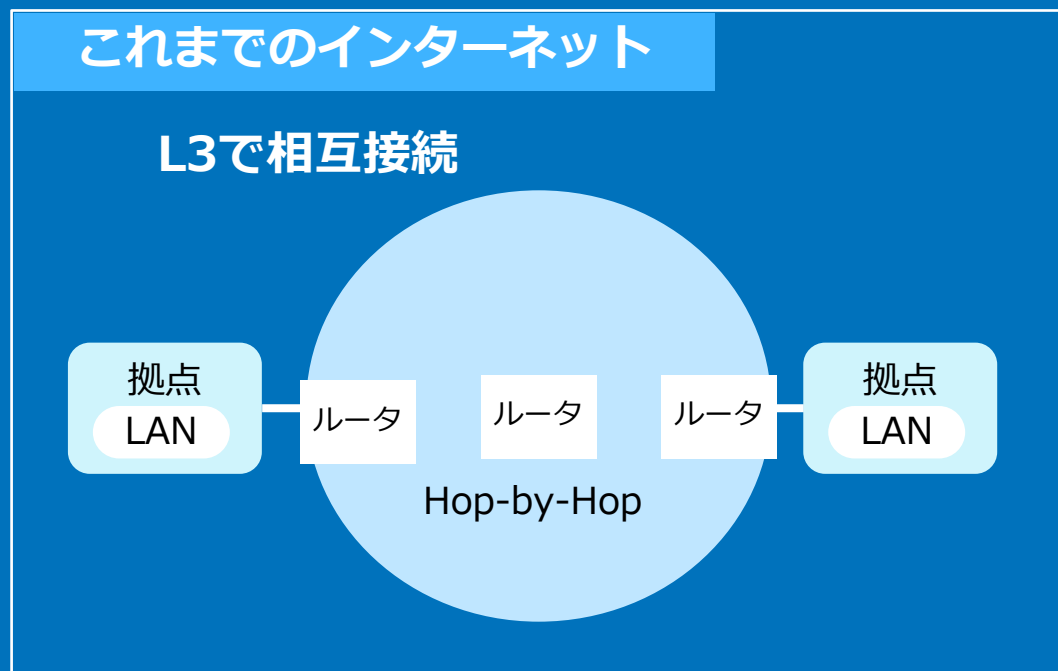
2. **真にクラウドネイティブ**な大容量低遅延アプリ向けコンピューティングインフラの実現

- ITリソースのプールを生成し、エラスティックに割り当て
- アクセスNW, キャリアに非依存

3. DC肥大化を**必要としない**クラウドサービスインフラのスケールアウト方法の確立

"Internet of Data Centers" (日本語：データセンタインターネット)

高速・低遅延・遅延確定的なL1（トランスポートリンク）で拠点間を**臨機応変**に接続するネットワーク



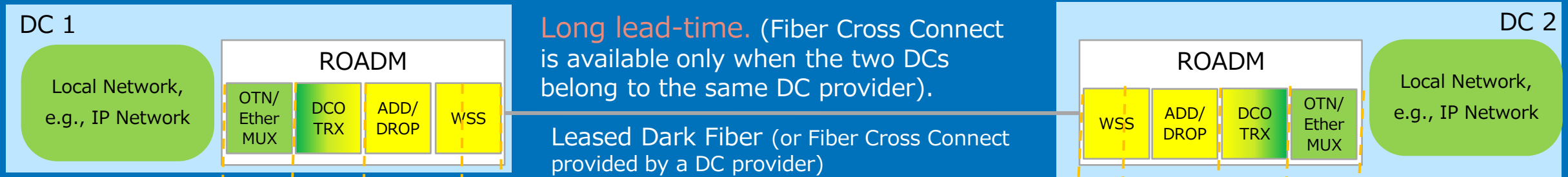
IOWN APNにより実現

IOWN APN

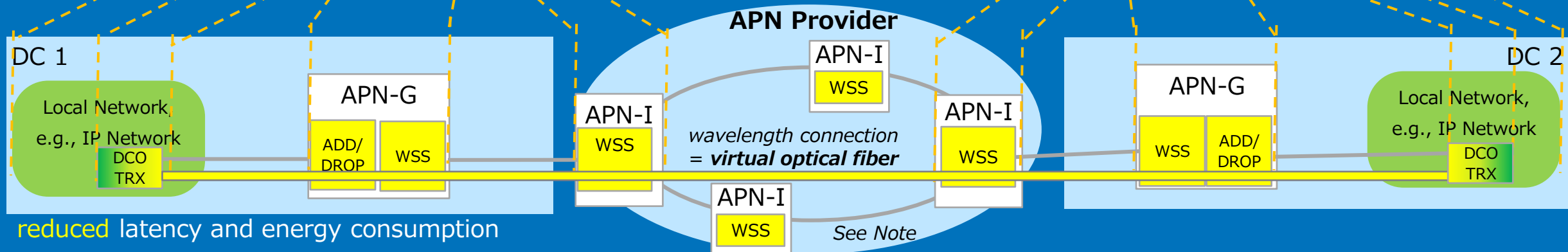
APNとは？

エンドポイント間に光波長パスを動的に生成するネットワーク。

Today



APN



Note: One physical fiber can transport 96 (in 50 GHz spacing) or 48 (in 100 GHz spacing) wavelength connections.

The explanation about APN-G (APN Gate) and APN-I (APN Interchange) is given in later slides.

WSS: wavelength-selective switch, DCO TRX: digital coherent optics transceiver

APN-G (APN-Gate)の定義と構成法

加入者（トランシーバ）収容ノード。OPEN ROADMの標準モジュールの組み合わせで実現可能

Definition

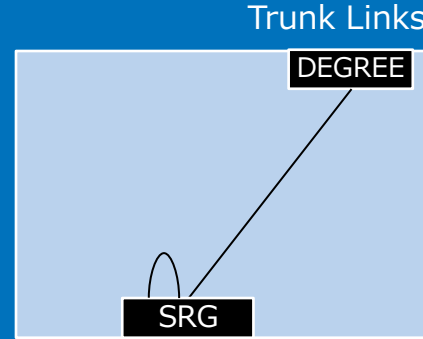
Trunk Links
(Links to APN-I)

DWDM-based
mux/demux and
exchange

Access Lines
(to transceivers)

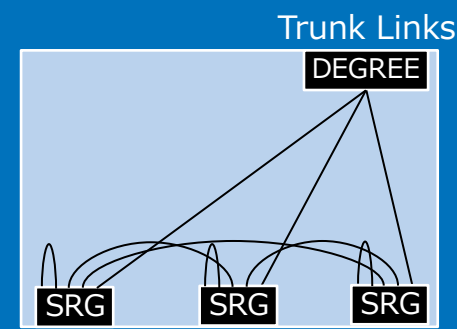
Implementation with standard OPEN ROADM elements

1x1 APN-G



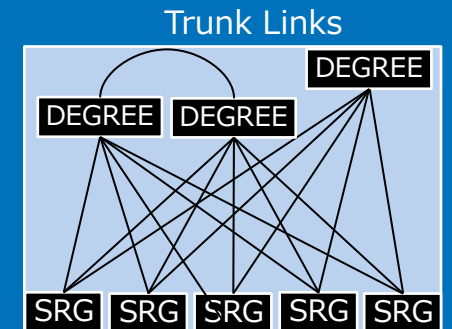
Access Lines

1x3 APN-G



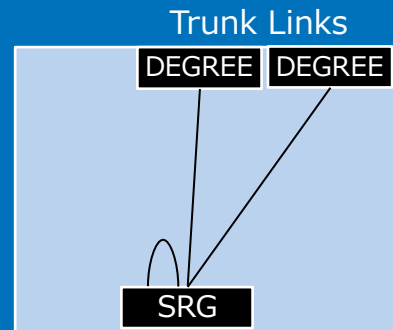
Access Lines

1x5 APN-G



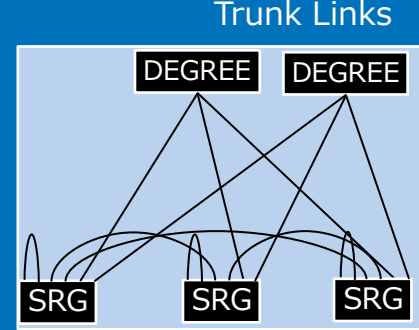
Access Lines

2x1 APN-G



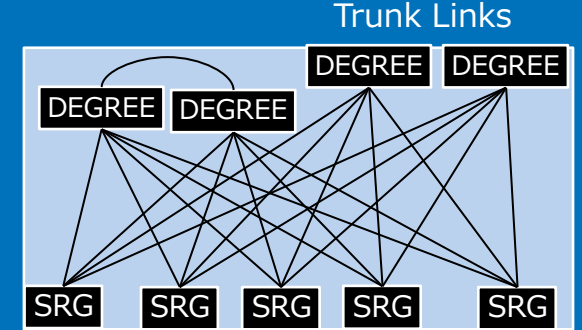
Access Lines

2x3 APN-G



Access Lines

2x5 APN-G



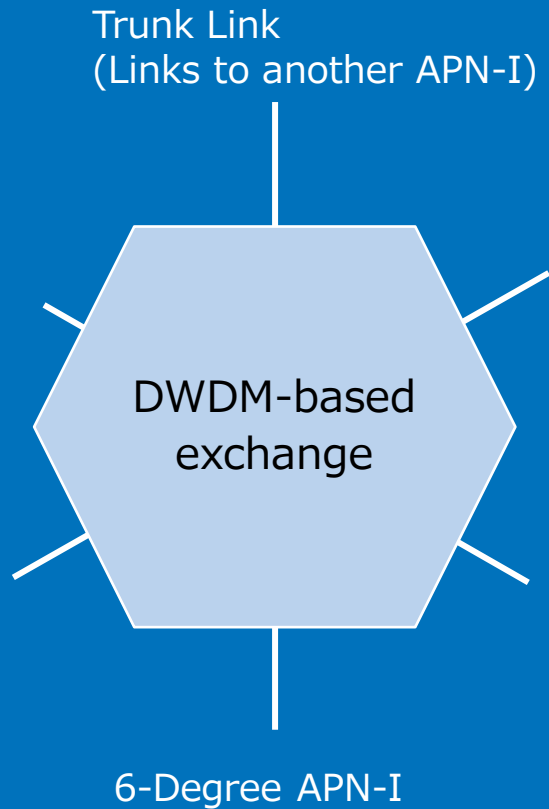
Access Lines

- SRG (Shared Resource Group) and DEGREE are elements defined by OPEN ROADM.
- An SRG exposes about N (typically 16 or 32) access interfaces
- A DEGREE exposes one trunk interface

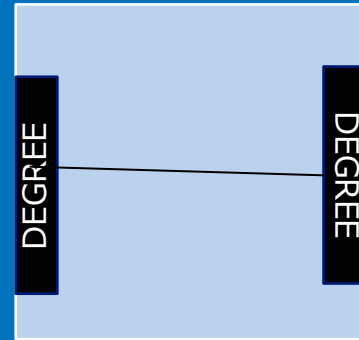
APN-I (APN-Interchange)の定義と構成法

中継ノード。OPEN ROADMの標準モジュールの組み合わせで実現可能

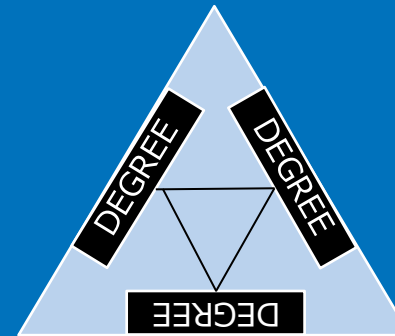
Definition



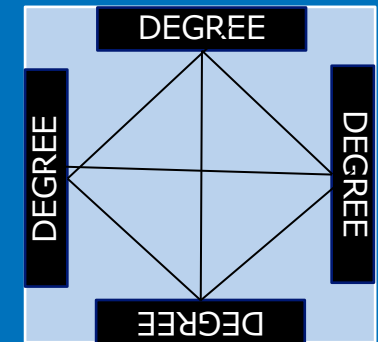
Implementation with standard OPEN ROADM elements



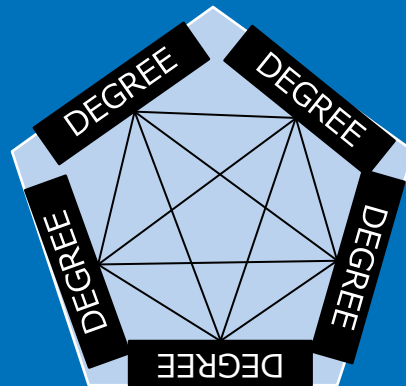
2-Degree APN-I



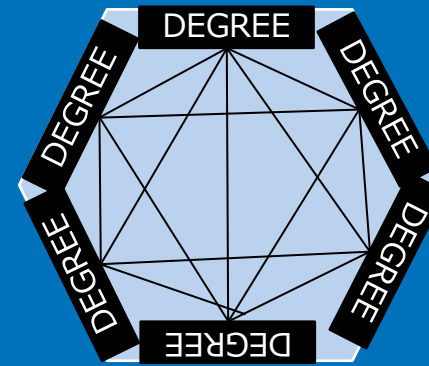
3-Degree APN-I



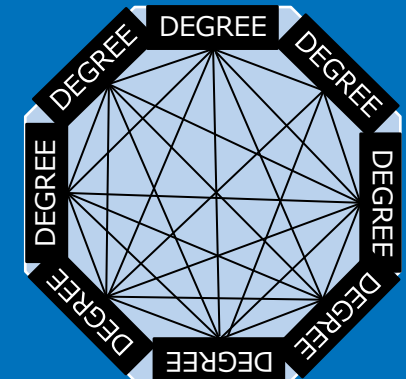
4-Degree APN-I



5-Degree APN-I



6-Degree APN-I

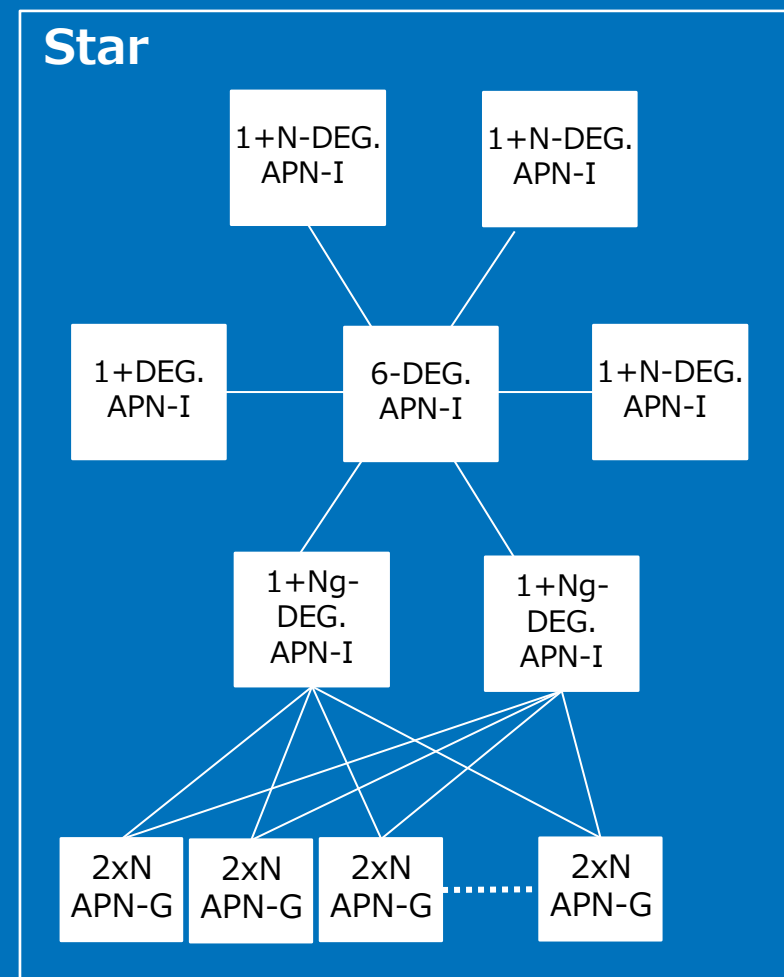
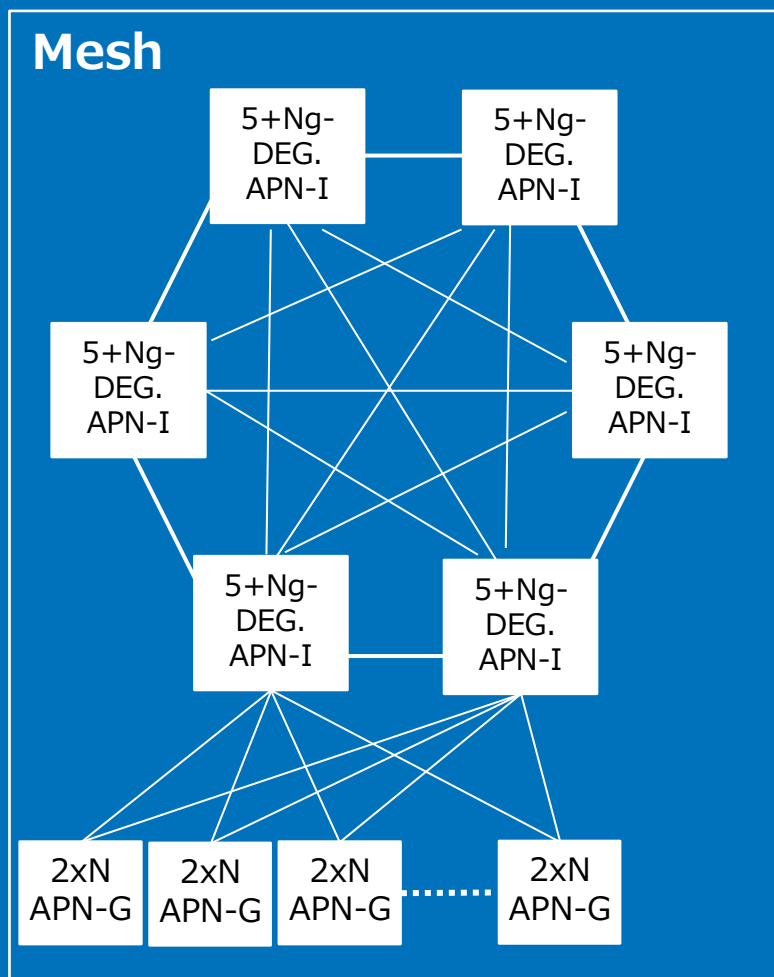
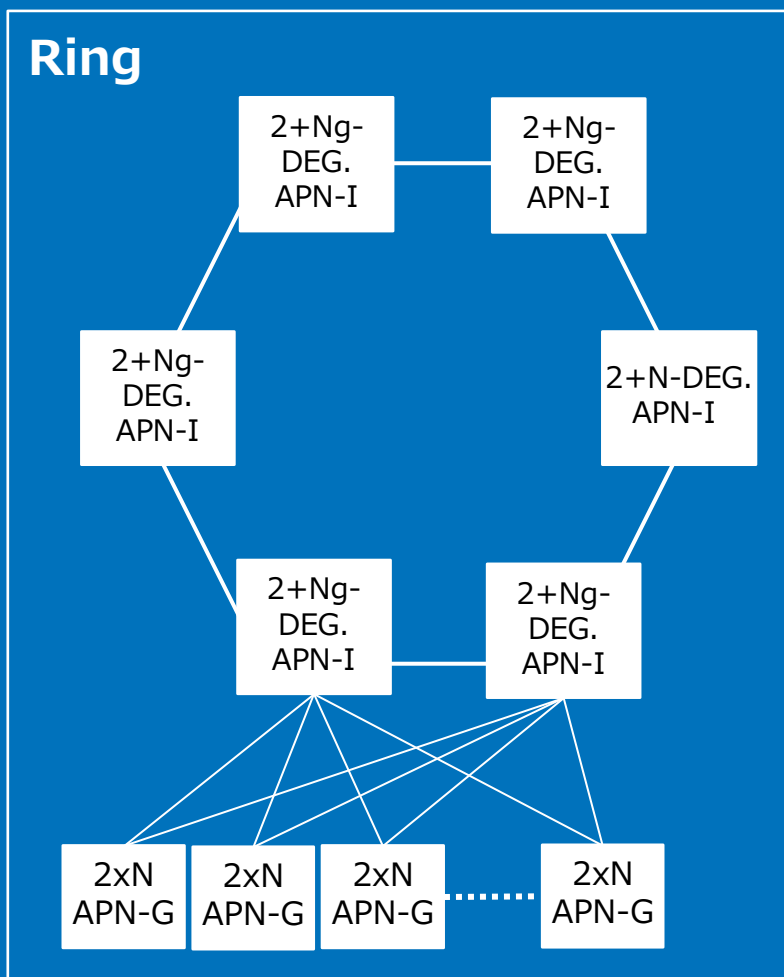


8-Degree APN-I

- DEGREE is an element defined by OPEN ROADM.
- A DEGREE exposes one trunk interface

トポロジ設計の自由度

OPEN ROADM標準部品を組み合わせながら、いろんなポート数のAPN-G, APN-Iを構成できるので、サービスプロバイダが自由にトポロジ設計をできる。



Ng: APN-IにぶらさげるAPN-Gの数

Internet of APNs

誰でも市中製品を活用してAPNを構築し、サービスを提供可能。
なので、今のインターネットのように、いろんなプロバイダによるAPNを相互接続しながら、大きなネットワーク空間を形成することが可能。

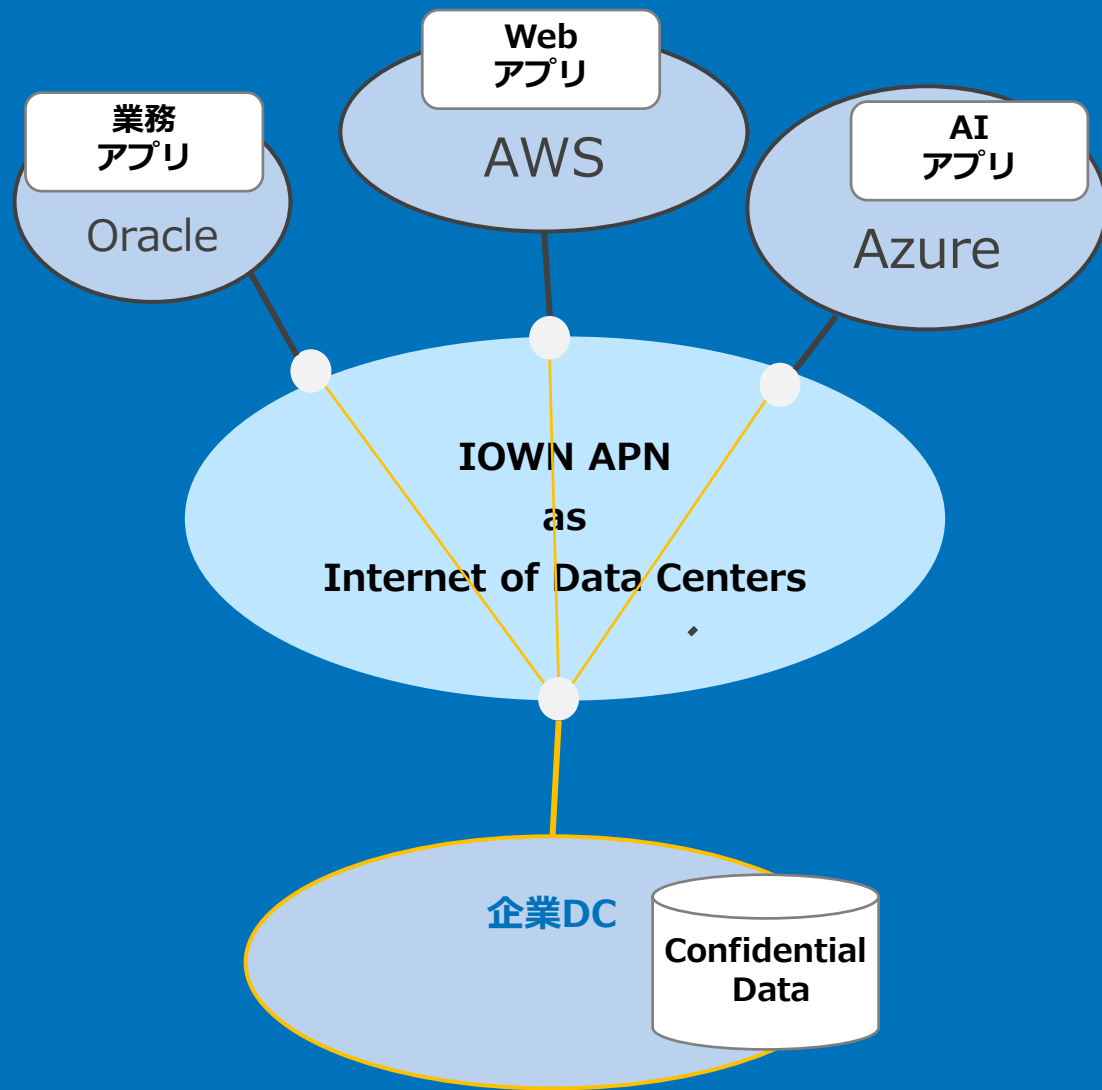


Wavelength conversion is achieved with demodulating and re-modulating optical signals. As it is costly, it should be conducted only when the two providers could not find a common empty wavelength channel.

NTTとしての競争戦略は？ というご質問に対して：
自動車にたとえると、「ベーシックな自動車」、「オートマ車」、「自動運転車」という技術の高度さについてグレードがあり、「ベーシックな自動車」自体はできるだけ多くの国、企業で製造できるようにした方がコストが安くなり、市場がでかくなって良い。そのうえで、各社は「自動運転」など、**より高度な技術の開発で競争すべき**と考える。
APNも同じ考え方でいくべき。そうしないと市場が大きくなりえないし、異キャリア冗長化できないようなNW方式では採用されない。

IOWN APNによる Internet of Data Centers のメリット

ハイブリッドクラウド・マルチクラウド



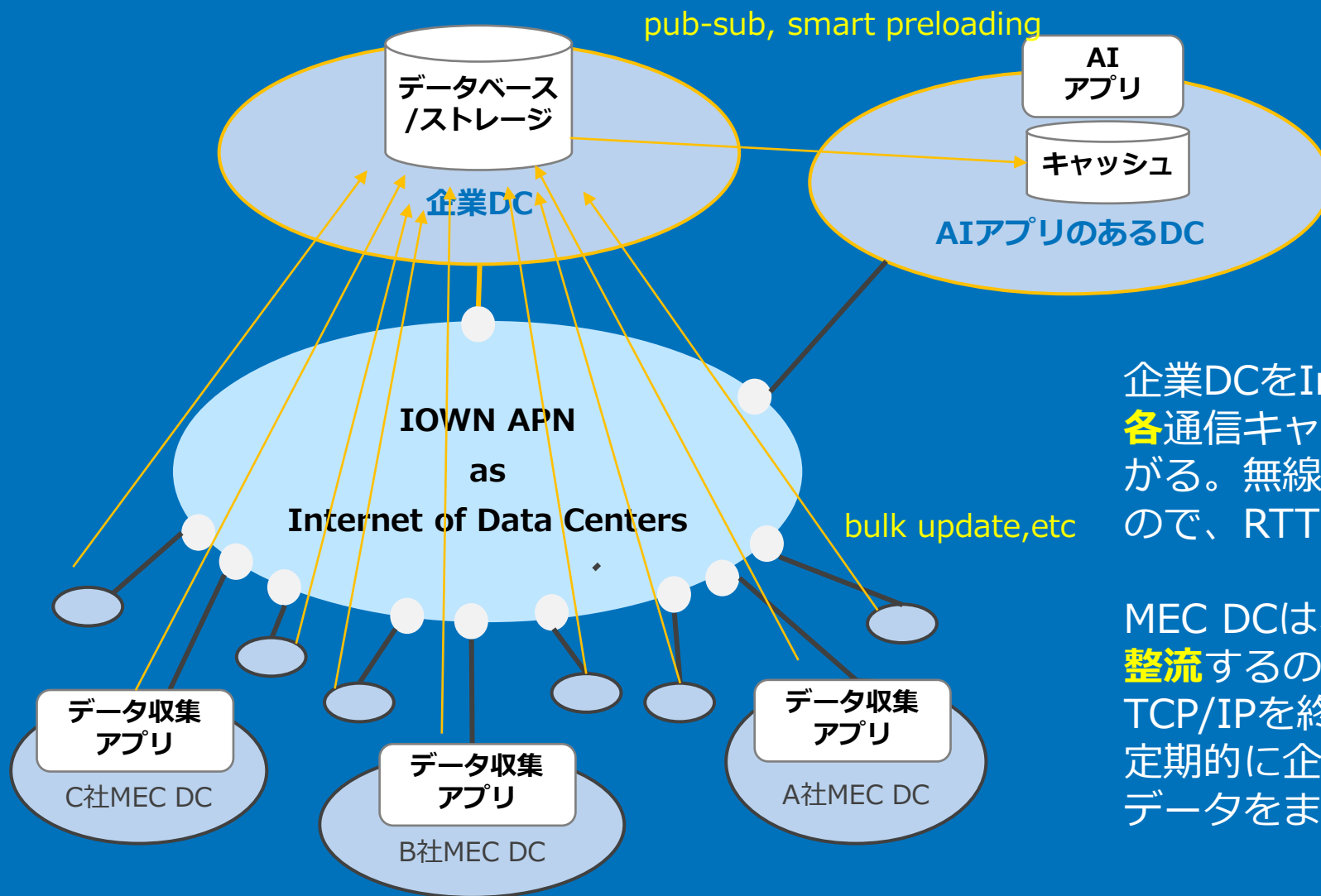
各社のクラウドダイレクトのGWポイントをIOWN APNにつないでおけば、企業DCをIOWN APNにつなぐだけで、企業DCと各社クラウドとを高速低遅延に接続できる。

企業DCとクラウドとの接続は波長による仮想パスなので、時間課金等、オンデマンドニーズに対応した料金体系も実現可能。

想定ユースケース

- ・大事なデータは企業DCにおいて、クラウドサービスプロバイダの最新のAIプラットフォームを使う
- ・データマネジメント、アプリ、等によってクラウドサービスを使い分ける

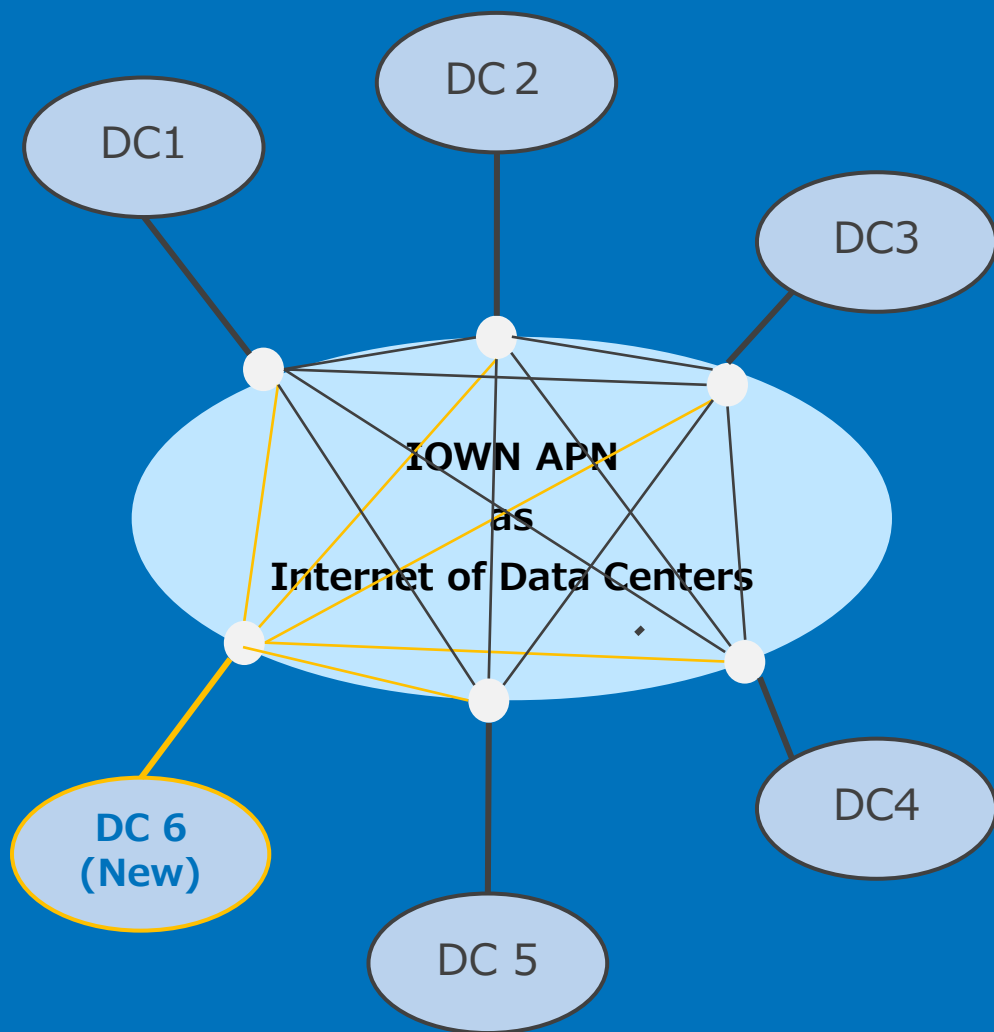
エッジコンピューティング



企業DCをInternet of Data Centersにつなげば、**各**通信キャリアのMECと**RTT 1 msec以内**でつながる。無線空間のRTTはもっと大きいのが通常なので、RTT 1 msecの追加は無視できるはず。

MEC DCは、膨大な数の端末からのデータを**集約、整流**するのに必要。（具体的には、UEとのTCP/IPを終端して、インメモリDBに更新して、定期的に企業DCへ更新内容をまとめて送る）データをまとめたり、形式変換するのに必要。

クラウドサービスインフラのアジャイルな拡張



クラウドサービス事業者目線での話：

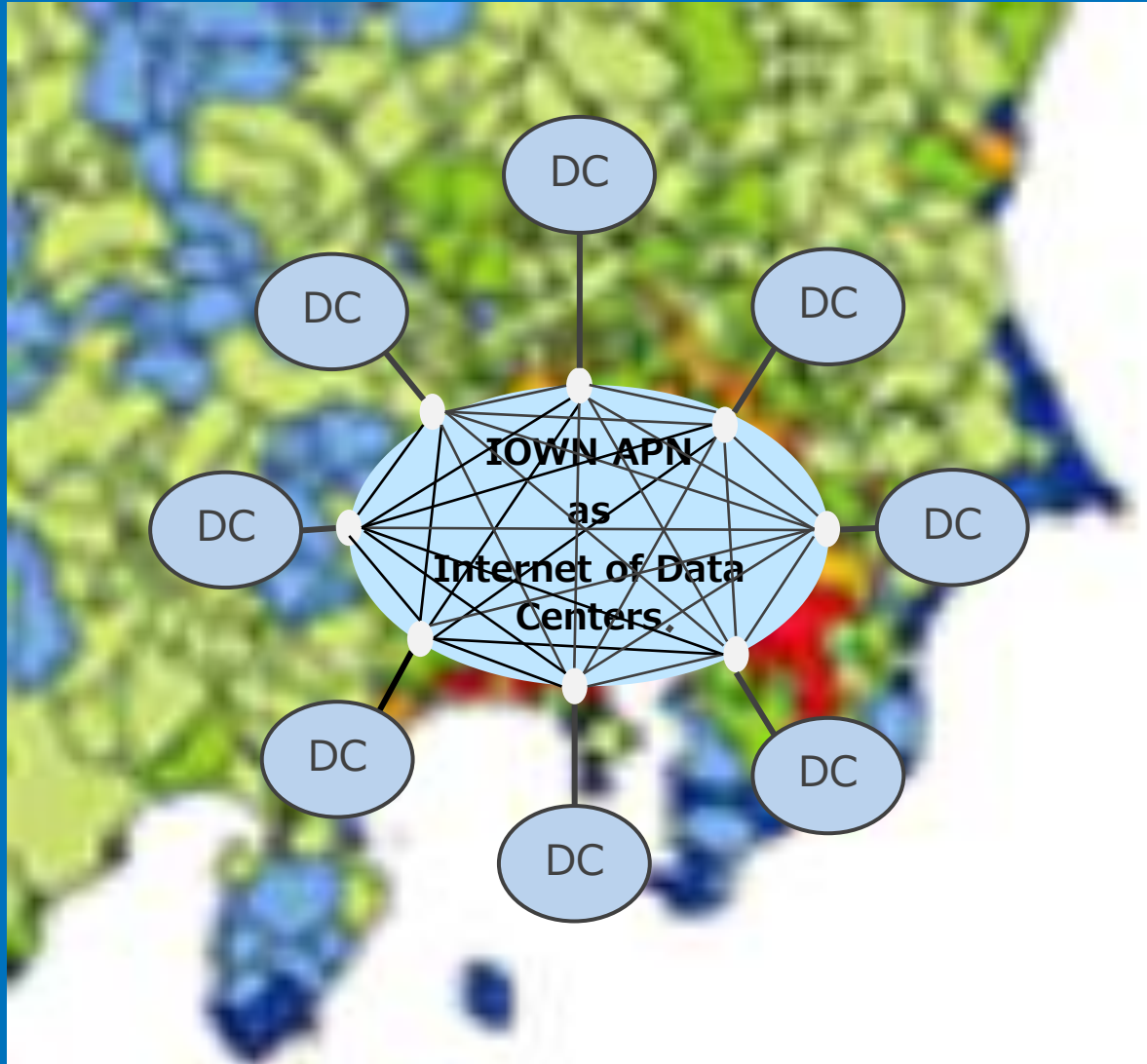
クラウドサービス事業者は、関東首都圏等、同一エリア内のDCを論理的に一つのDCとしたい。なので理想的には同一エリア内のDCを大容量低遅延リンクでメッシュに相互接続したい。

IOWN APNをDC相互接続のインフラとすれば、新たなDCを追加するときには、新設DCをIOWN APNにつないで波長パス設定するだけで、新設DCと既設DCとの**メッシュ接続**を**短期**に実現できる。（今は、何本ものダークファイバの調達が必要）

DC事業者目線での話：

事前にDCをIOWN APNに接続しておけば、クラウドサービス事業者は波長パス設定だけで、新規DCの利用を開始できるので、**収入が入るタイミング**が早まり、投資回収期間が短くなる。（マンションインターネットと同じ論理）

Hyper-scaleからAcceptable Scaleへの移行

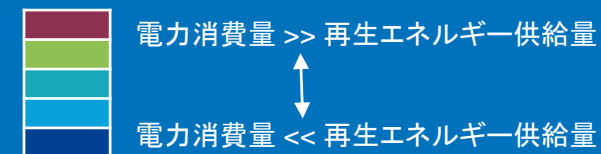


IOWN APNをDC相互接続インフラとすれば、新設DCと既設DCとのメッシュ接続もソフトウェアスピードでできるようになるので、大規模なDCを一カ所に建設する必要はなくなる。

クラウド事業者にとっては、よりリーニーインフラ運用できるので、良いはず。

また、DC事業者にとっても、ハイパースケールは用地確保、電力会社との交渉に時間がかかるので、こっちの方が良いはず。

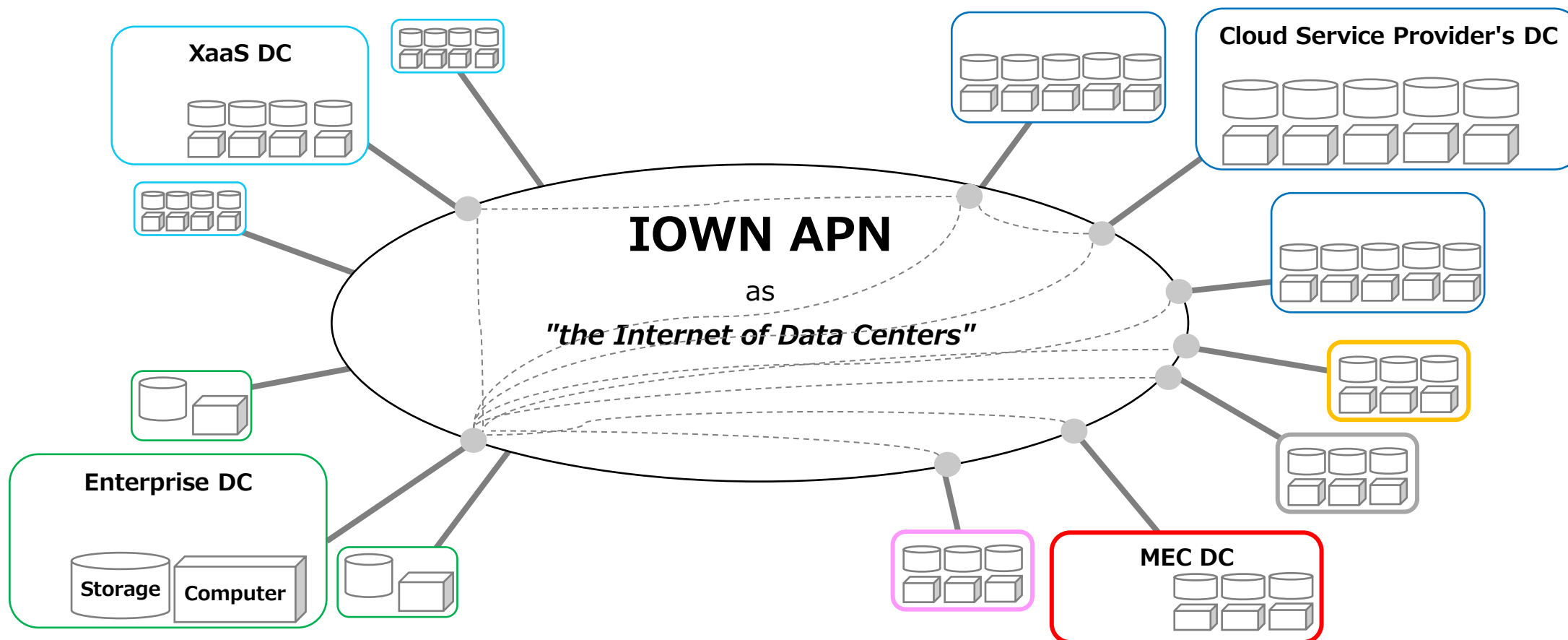
結果的に、単位面積あたりの電源需要 (**MW/km²**)を**平準化**でき、再生可能エネルギーの利用率を向上



(出展)令和元年版 環境・循環型社会・生物多様性白書

成功イメージ

- ハイブリッドクラウド、マルチクラウドでも、システム間のデータフローが活性化
- IT資源の分散、キャリア縛り等に阻まれることなく、大容量低遅延アプリによるサービス市場が発展

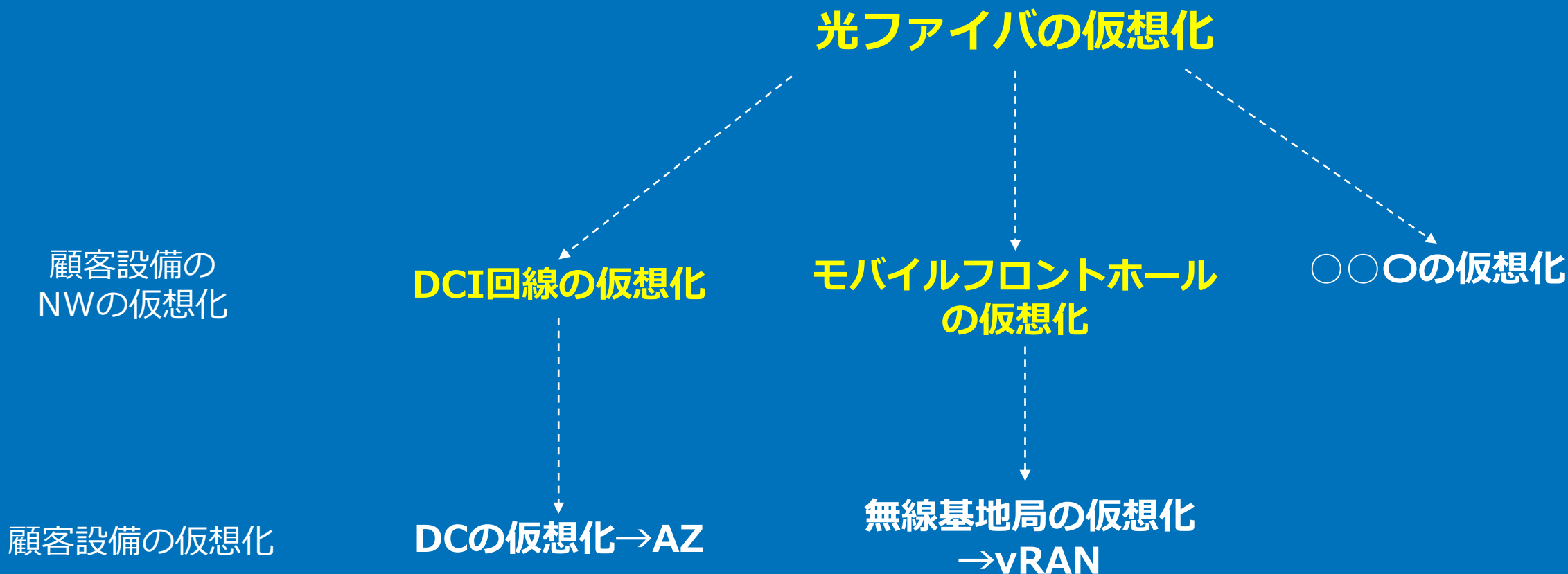


みなでこの世界を実現しましょう！！

APNの本質

APNの本質は光ファイバの仮想化。

顧客が自分の設備を仮想化しようとしているのに、L1でインタコネクトする必要がある設備（DC、無線基地局）についてはNWの仮想化ができず、顧客の設備の仮想化の**効果を阻害**していた。この問題を解決するのがAPNによる光ファイバの仮想化



1. オール光で**スケールフリー**なネットワークは作れない
 - ・ オール光で個別chの波長変換はできないので
 - ・ IPのAS, Border Gatewayに相当する整理がAPNにも必要
 - ・ そのうえで、Border Gatewayで低電力消費に波長変換する技術が必要
2. トランシーバを**任意のユーザ拠点**に配置するための機能がまだ不足
 - ・ 現状はユーザシステムを信頼できることが大前提 → トランシーバの認証が必要だろう
 - ・ NWからの自動コンフィグ（光のDHCP）も必要
 - ・ 波長パスの生死、品質（信号損失等）の監視も必要
3. **いろんな拠点間でオンデマンド**に接続するための機能が不足
 - ・ 波長パス設計、トランシーバパラメータの最適化の自動化
4. 従来のパケットネットワークでは「できて当然」の機能の整備
 - ・ **プラグアンドプレイ**（DHCP）、**HA冗長化**、**LB**（光ポート仮想化）…
 - ・ **Customer Branching**： 顧客がハブをつかってどんどん分岐回線を作れる仕組み
5. Point-to-Pointリンクのパラダイムから脱却できないトランシーバ
 - ・ 一波長毎にプラグブル光トランシーバを用意してポートにさすので、**光ポート仮想化**ができない
6. DWDMトランシーバの価格がまだ高い

という課題はあるが、信頼できるユーザ拠点を対象に、事前に通信品質を確認することを前提として、**小規模にサービスを開始することは可能**。なので、早期にサービスを開始して、市場での知見獲得、新規ユースケース創造を促していく。。

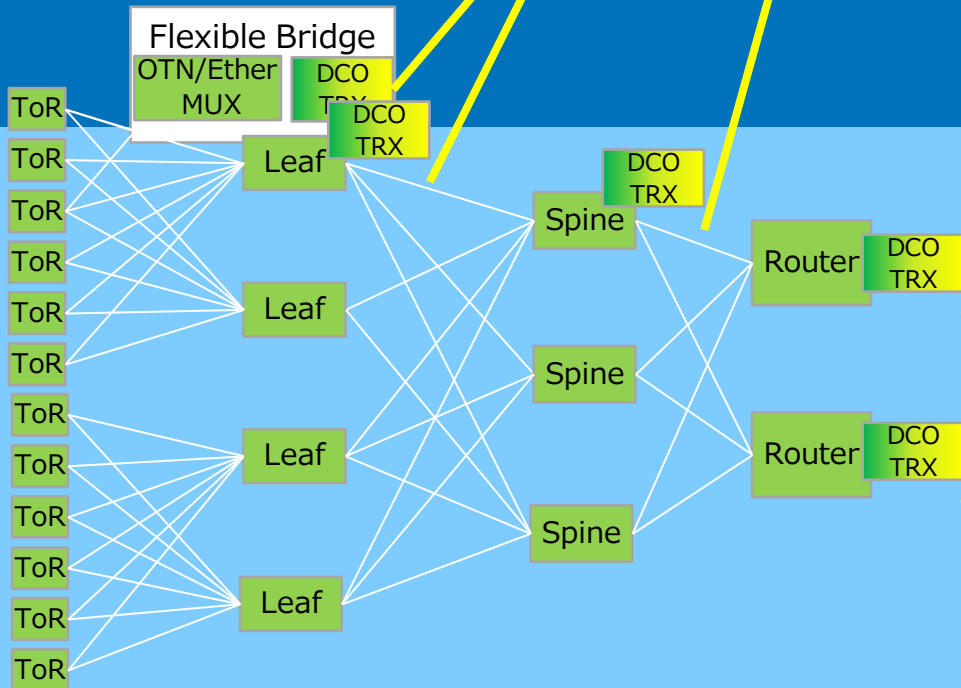
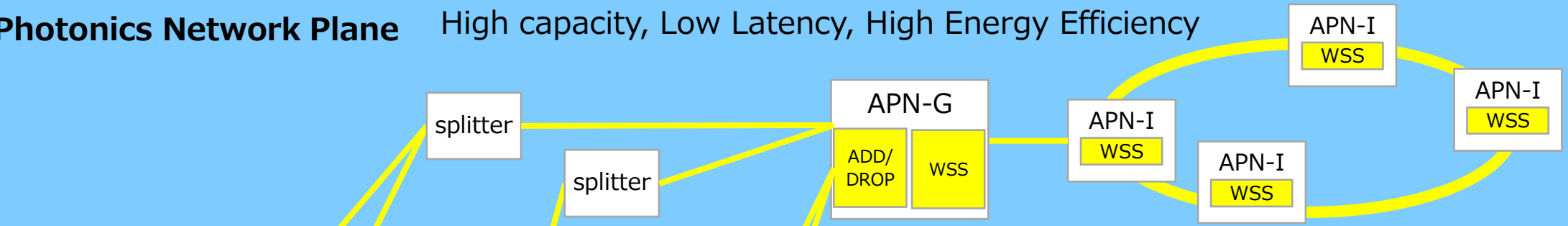
IP/Optical Hybrid Networking with APN



今後、業界でこの話題がホットになると予想。

IP/Optical Convergenceは目指さない。高速バイパスの追加 = Hybridを目指す

All Photonics Network Plane High capacity, Low Latency, High Energy Efficiency



DCO TRX: Digital Coherent Optics Transceiver
ToR: Top of Rack

Hop-by-Hop Packet Network Plane

- 現在のインフラの課題
 - Data Gravityによりハイブリッドクラウド、マルチクラウドではデータの巡りが悪くなる
 - 大容量低遅延コンピューティングの現実解が不在
 - データセンタが肥大化する一方で、社会はそれを抑止しようとしている
- 提案：**Internet of Data Centers** with IOWN APN
 - **Data Gravityに負けない**ハイブリッドクラウド、マルチクラウド
 - **大容量低遅延コンピューティング**の現実解（コンピューティングDCとMEC DCとを相互接続）
 - **キャリア非依存**なエッジコンピューティング（APNもInternet of APNになれば）
 - クラウドサービスプロバイダの**DC増設**について、**アジリティ**を実現
 - 面積あたりの電源需要(**MW/km²**)を**平準化**し、**再生可能エネルギー**の利用率を向上
- APN
 - APNのNWノードは既存ROADM製品で構築可能
 - ただし、任意のユーザ拠点の収容、任意の拠点間のオンデマンド接続、には課題あり
 - でも、信頼できるユーザ拠点を対象に、接続には事前調整必要、という前提でサービスは可能
- IP/Optical Hybrid Networking with APN
 - Convergenceは目指さない。**高速バイパス**を追加する

最後に



みんな

Internet of Data Centers

をつくりましょう