

AIを支えるAll optical network

2024年07月04日（木）
ソフトバンク株式会社
佐藤 智昭
一木 大輔

2025年 シンギュラリティ到来

AIの進化は加速し続ける

シンギュラリティの到来



人間の脳レベル

1.5年で
2倍の進化
(ムーアの法則)

3~4ヶ月で
2倍の進化
(2012年以降)

Perceptron
(機械学習の元祖)

機械学習にCPU使用

機械学習にGPU使用

2025年?

2045年

GPT3.0

1960年

2012年

2020年

2045年

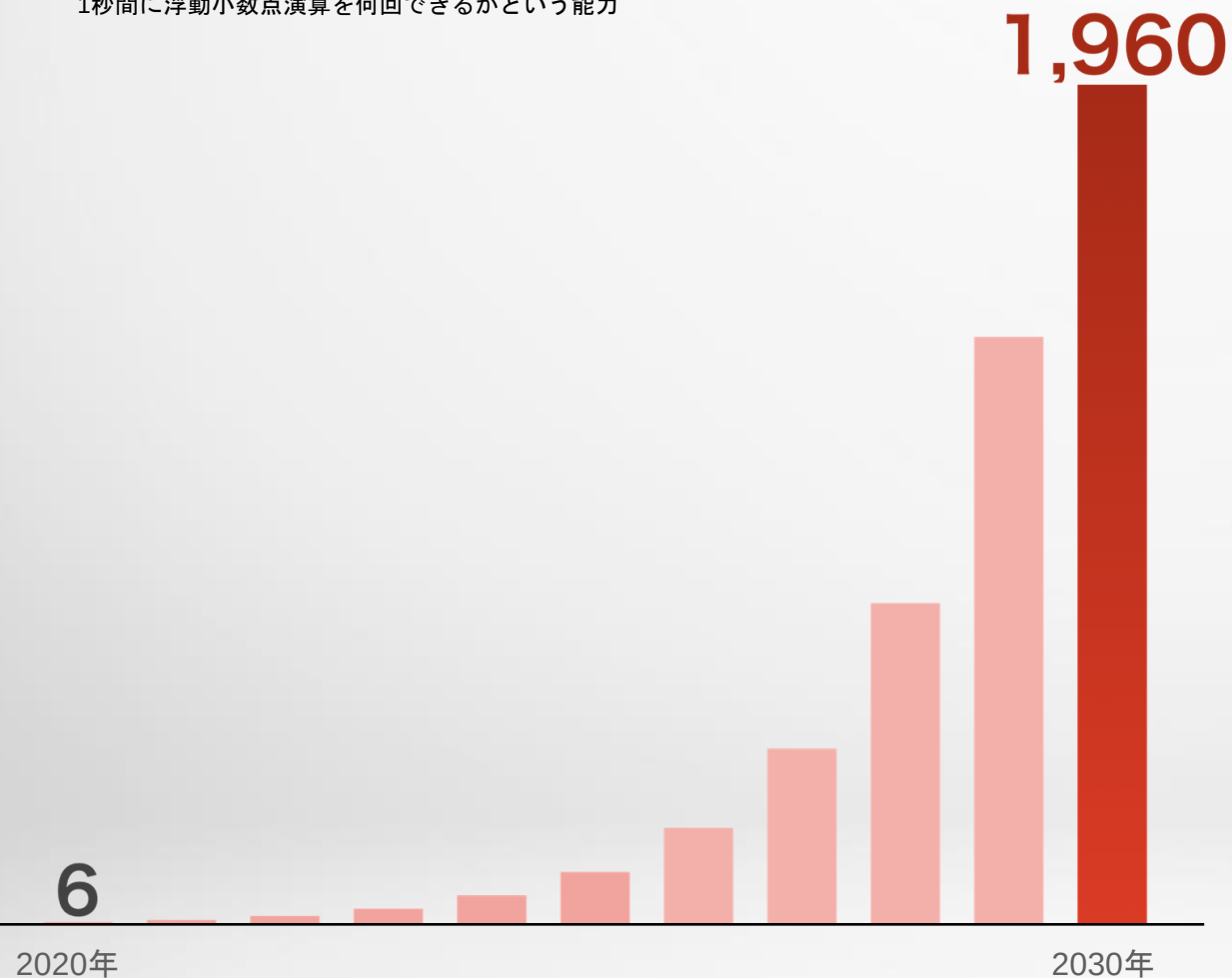
日本のデータ処理需要と必要な電力

[エクサFLOPS]

※エクサ：10の18乗（1エクサ=100京）

※FLOPS：コンピュータの処理能力の単位

1秒間に浮動小数点演算を何回できるかという能力



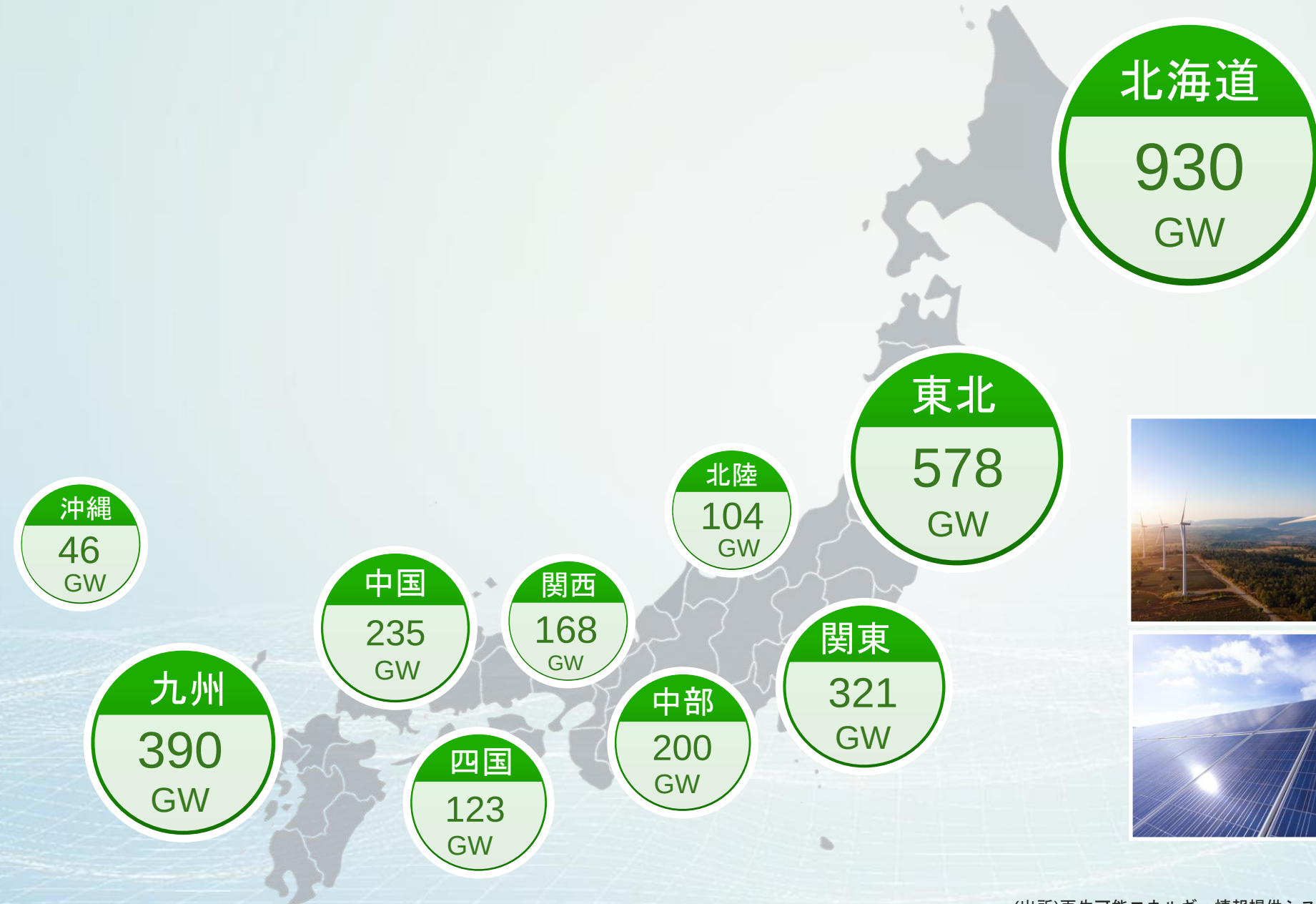
1,960EFLOPS



大型
火力発電

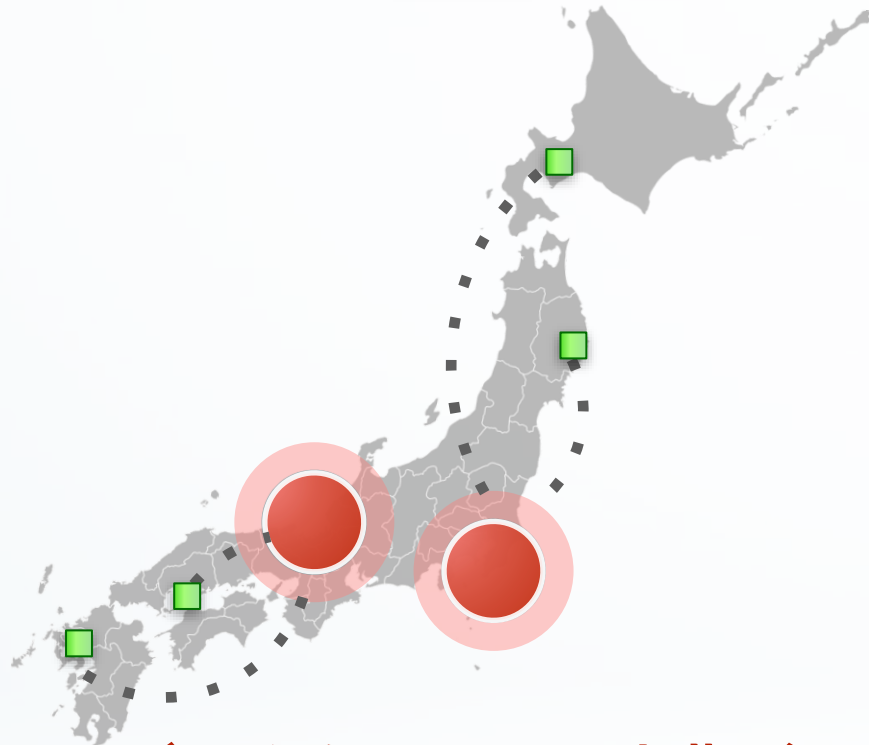
6基

再生可能エネルギーの導入ポテンシャル

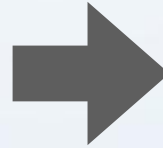


都市部に集中する電力事情

現在



データ処理/電力消費が
都市部に集中



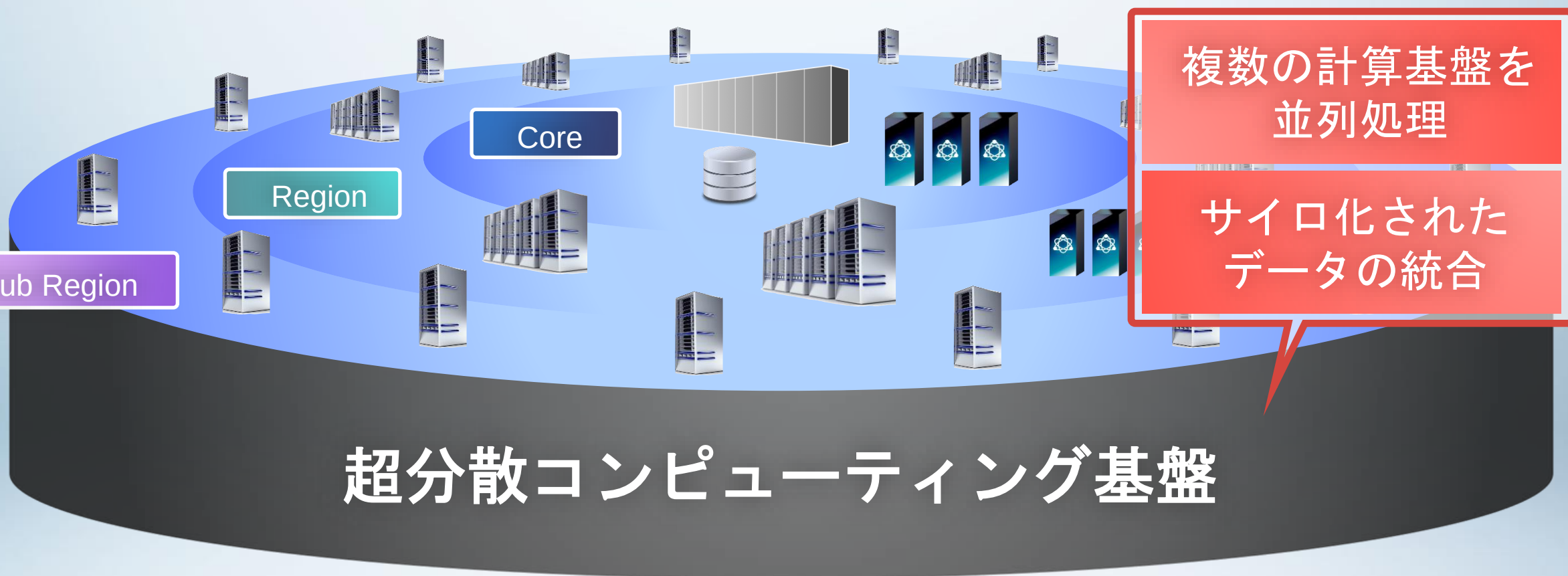
次世代



データ処理/電力を
地方分散処理

超分散コンピューティング基盤の構築

全国のデータ処理を平準化





AIは超分散コンピューティング基盤が支える
超分散コンピューティング基盤は良質な通信が支える

次世代社会インフラを支えるネットワーク

再生可能エネルギーの豊富な地方データセンターと
需要の多い都市部を低電力で接続



光ネットワーク (ALL Optical Network)

光技術によって省電力・低遅延の
コアNW接続を可能に

ALL Optical Networkを全国展開完了
(2023年10月発表)

ソフトバンクが考える光ネットワーク

IP技術と光技術を融合した
All optical networkの推進

オール光ネットワークは
低消費電力、大容量、低遅延

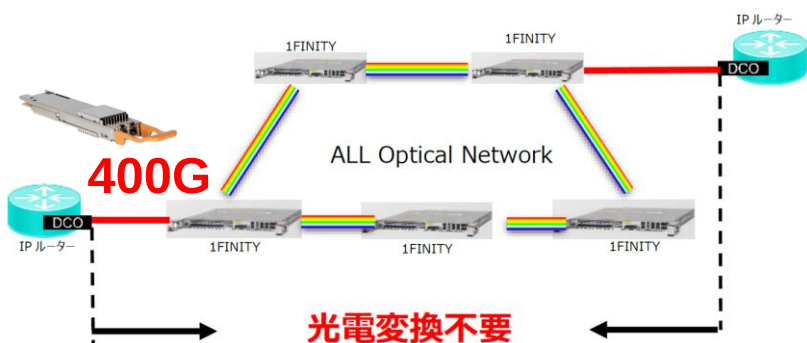
All optical networkのコンセプト

1. ルーティングは従来通りルーターにお任せ！
ルーター間をオール光で高効率に接続。
2. 100GbEもまだまだ主役！
オール光未対応設備も高効率に。
3. 最初から大規模な投資は不要！
需要次第で建て増し。大容量C+L-ROADM。

互換性に配慮。市場から受け入れられるNetwork

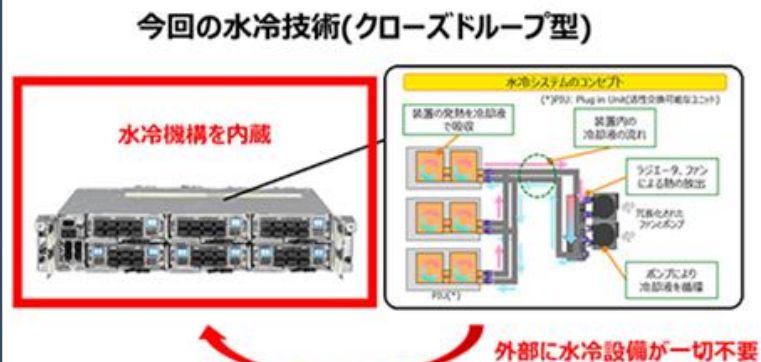
All optical networkの3つの機能

1. ALL Optical NetworkとIPネットワークの融合



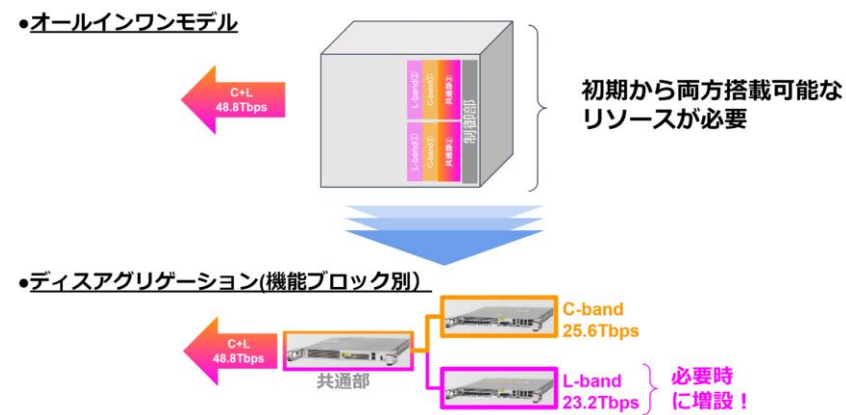
ネットワーク内で光電変換不要
消費電力を約90%削減

2. クローズドループ型 水冷技術の導入



【世界初の商用導入】
富岳の水冷技術を応用
トランスポンダ消費電力50%減

3. ディスアグリゲーション型 C+L RODAMアーキテクチャ



ディスアグリゲーションにより
初期構築リソース50%削減と
将来の拡張性を両立

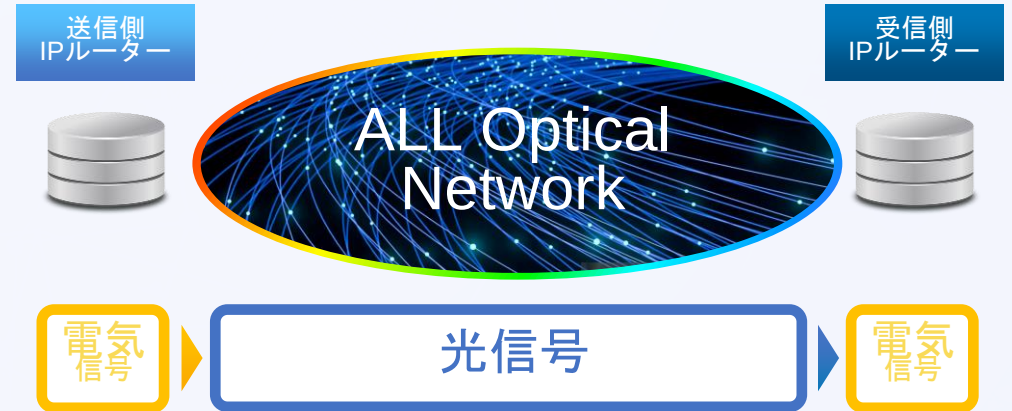
All optical networkによる省電力化①

従来



NW内で複数回の光電変換が必要
エネルギーロスが発生

ALL Optical Network



NW内で光電変換不要
消費電力の大幅な削減が可能
(最大90%の電力削減)

All optical networkによる省電力化②



光伝送装置での導入は世界初



スーパーコンピュータ
「富岳」の
水冷技術を応用

※クローズドループ型 水冷技術

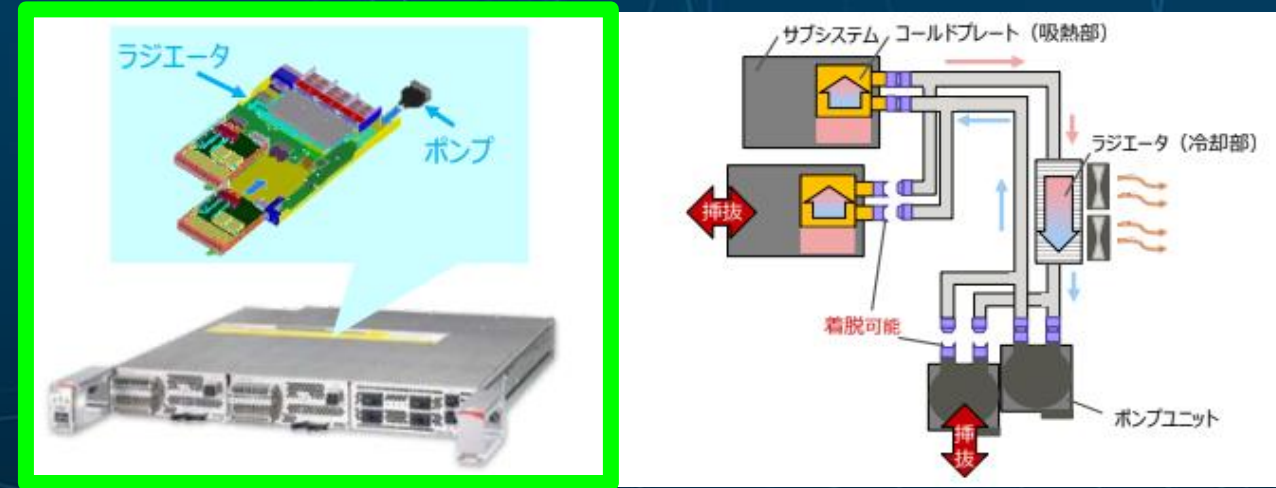
光接続が困難な従来型設備との接続時も
消費電力50%減を実現

クローズドループ型水冷技術とは

一般的な水冷技術



今回の水冷技術



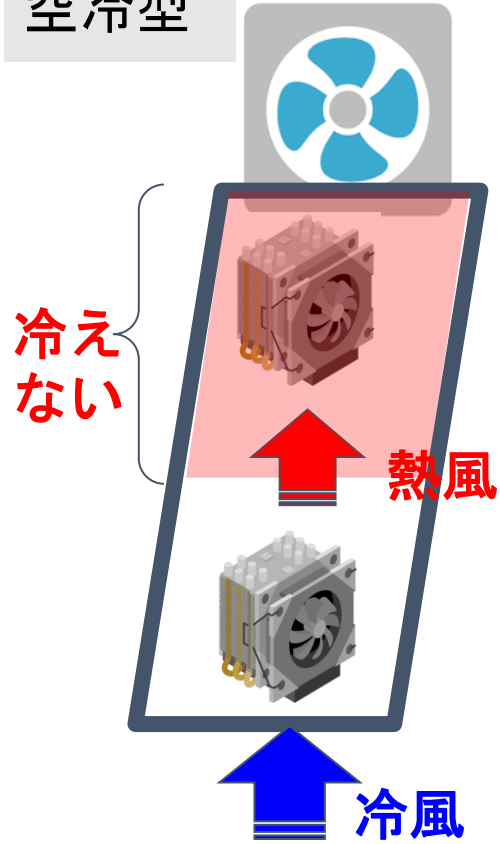
冷水を作る設備が別途必要

冷水を作る機構を内蔵
どこでも置ける！

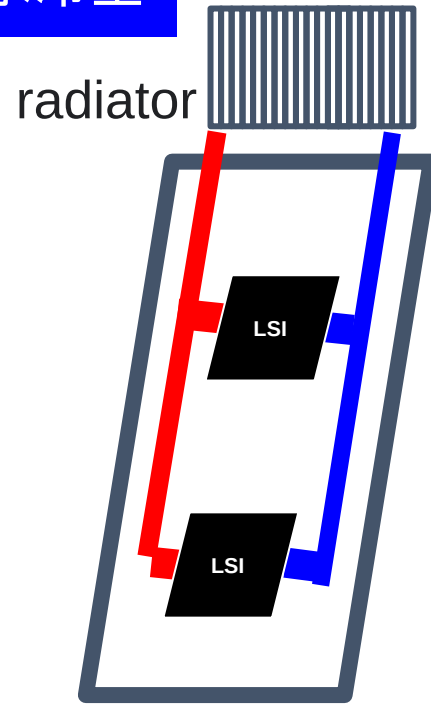
クローズドループ型水冷技術の効果

●自由度の高いレイアウト

空冷型



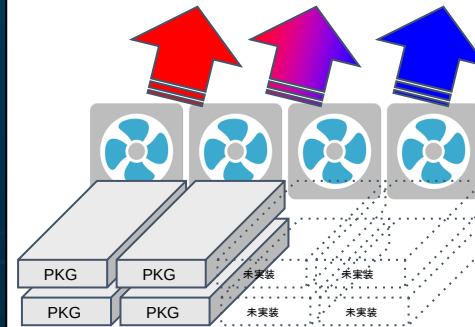
水冷型



高密度実装でも
高い冷却性能を実現

●高効率冷却

空冷型

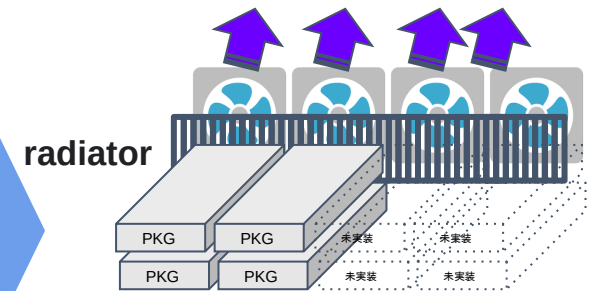


部分的に高温化し
FAN回転速度UP

省エネ・低騒音化と期待寿命20年の
メンテナンスフリー化を実現

水冷型

冷却水はRadiator全体を循環



FAN全体で
均等に冷却可能。
低速回転を維持

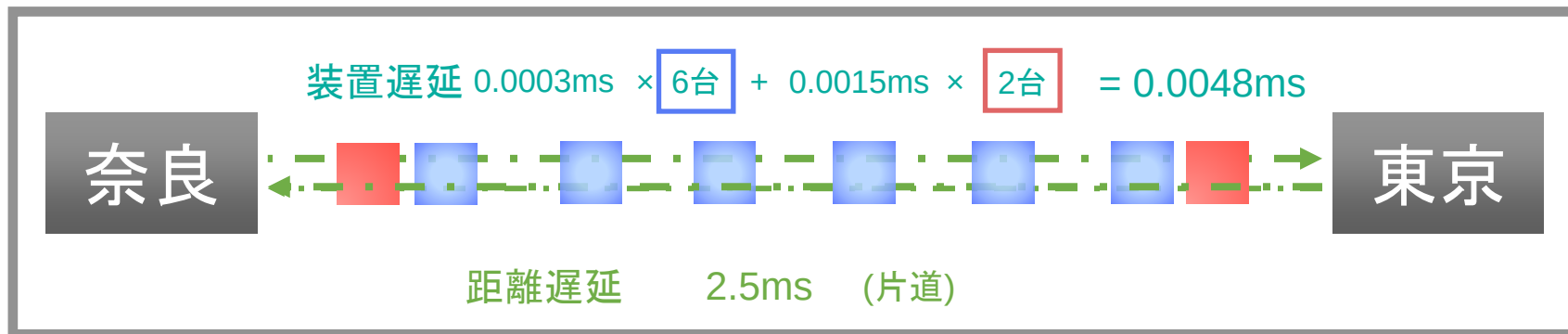
クローズドループでも一定の効果

遅延低減効果について

光伝送装置は装置内遅延は極めて小さいが、低遅延効果あり。

例) 奈良-東京間のAll Optical Networkにおける遅延低減効果のイメージ

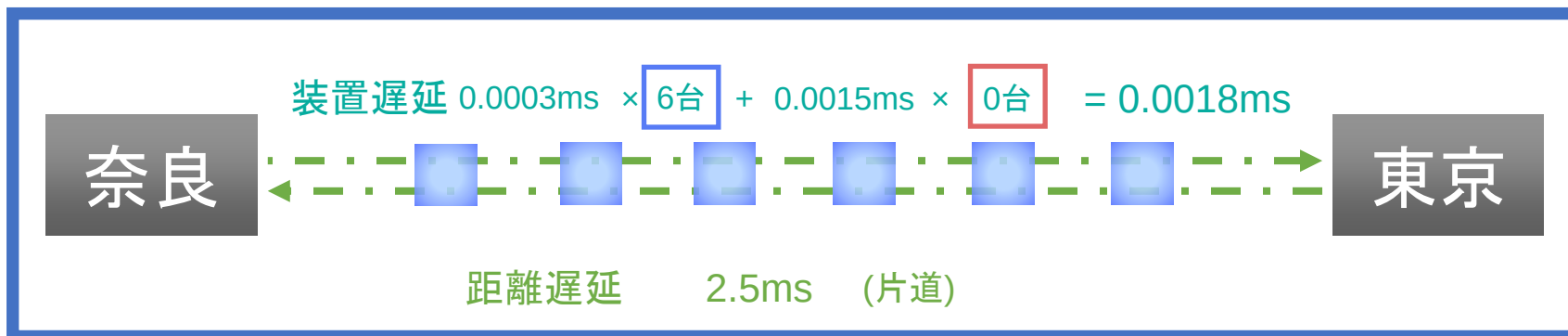
従来



2.5048ms



All Optical Network

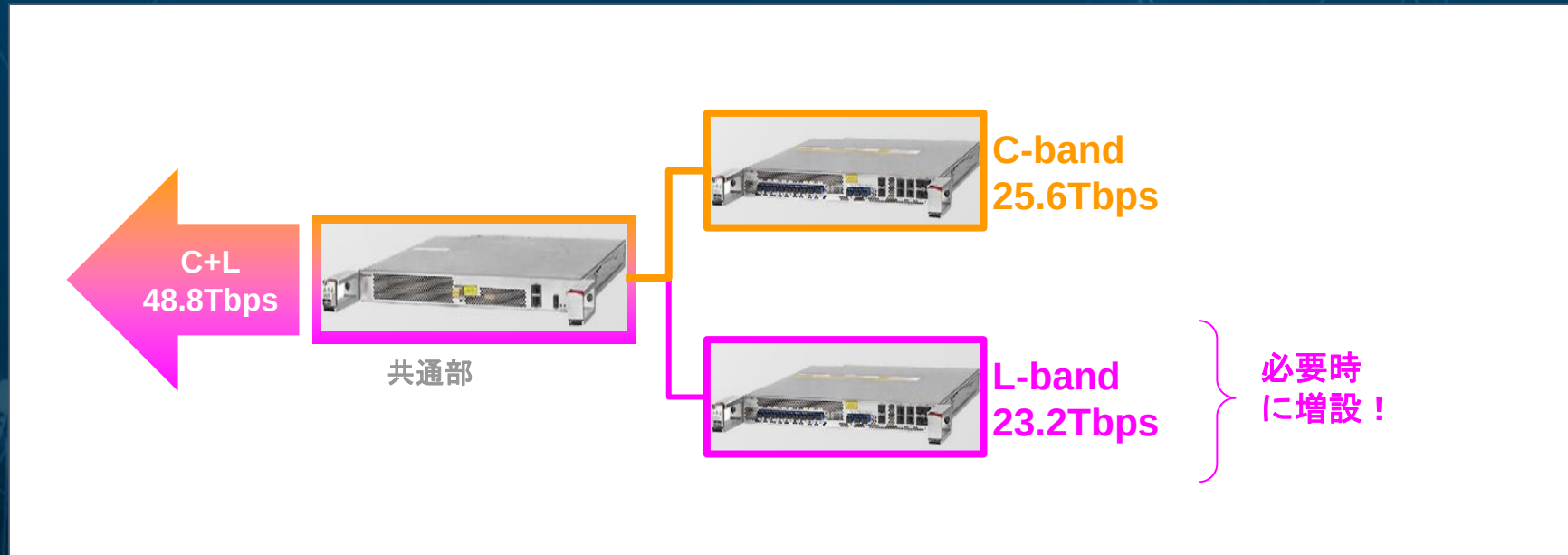


2.5018ms

※距離及び装置遅延は概算条件でのイメージであり、弊社実測値とは異なります。

距離による光の伝播遅延が支配的。

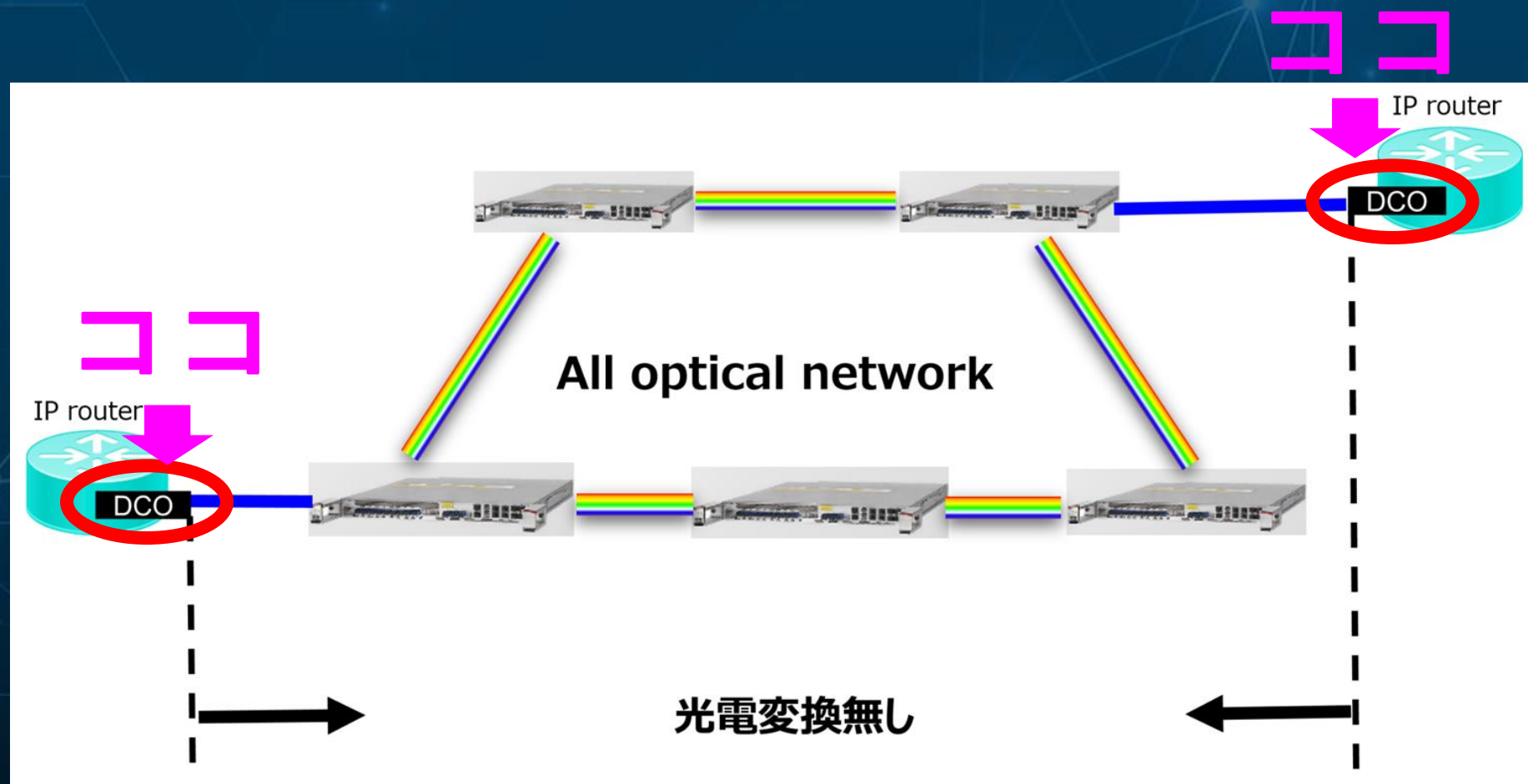
ディスアグリゲーション型 C+L RODAM



段階的に増設可能なディスアグリゲーションモデルをフル活用。

→高需要区間は水冷トラポンでL-band側で活用中。

All optical networkにどう繋ぐか



IPルーターは半導体で処理するので光電変換が必要

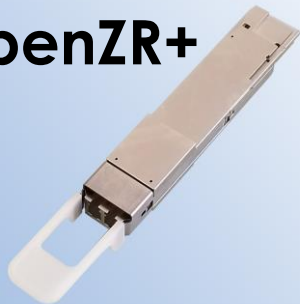
All optical networkの光モジュール

400G-ZR



．．． 到達性能が低い

OpenZR+



．．． サイズと性能のバランス

汎用品でOK！

OpenROADM



．．． ルーターの実装密度を犠牲

基本はどれもOK。但し、OpenZR+をメインで採用

3rd Party製品の搭載検証（当初借用分）

価格決定の主導権を守るには3rd partyは必須



NOKIA

Ciena

CiscoBright

Cisco

NEC

Innolight

他メーカーも随時検証実施。

OpenZR+導入時の課題①

- ・ **モジュール実装・認識関連**

Grayと違い機能が多く、3rd Partyは課題が多い

➡ベンダーロック

認識NGのA社製をB社に書き換える事で認識。

➡FECモード誤認識

CFECで起動(400G ZRの標準)

➡低電力モードから起動しない。

Low Powerモードとなった後、起動せず光が出ない。

OpenZR+導入時の課題① (例)

たとえば・・・

Low PwrがDefaultのQSFPを挿入すると同モードで起動。

Can they read the default value of Register 26 (0x1A) when the module is first plugged into the tester?

Then, CMD = Register 26 (0x1A) write 0x00

Also, after writing into register 26 (0x1A) with the value 0x00, Softbank should monitor register 3 = Module State.

data address	Bits	Name	Description	Type	bit value	Hex	Dec
3	7-4	Reserved			0000		
	3-1	Module state	Current state of Module (see Table 19)	RO RQD	000	1	1
	0	Interrupt	Digital state of Interrupt output signal 0b=Interrupt asserted 1b=Interrupt not asserted (default)		1		

Table 8-3 Module State Encodings

Code	Module state
000b	Reserved
001b	ModuleLowPwr state
010b	ModulePwrUp state
011b	ModuleReady state (reported by flat memory modules)
100b	ModulePwrUn state
101b	Fault state
110b	Reserved
111b	Reserved

Bit3-1にステートが割り当てられるため、
6 = 0110b だと、ステートは 011b(ModuleReady)
2 = 0010b だと、ステートは 001b(ModuleLowPwr)

装置が解除コマンドを具備して無ければ、永遠に光は出ない。

OpenZR+導入時の課題②

- 相互接続性

異機種間には課題が多い。

➡規格自体がVerにより方式がどんどん追加

0dB出力、75GHz幅、80Gbaudなど

➡メーカー独自方式も

70Gbaud、+3dB出力など規格外も・・・

➡サポート機能が限定的

100GHz幅/400G 16QAM/60Gbaud以外はメーカー次第

➡FlexGrid対応

意外にITU 100GHz Gridでのソフト実装が多い

OpenZR+導入時の課題③

・信号到達性

新鋭トラポンより長距離伝送能力に劣る。

➡帯域利用効率悪化で、NW単位の設備が増加。

長距離は一概に低電力・低コストとは言えない。

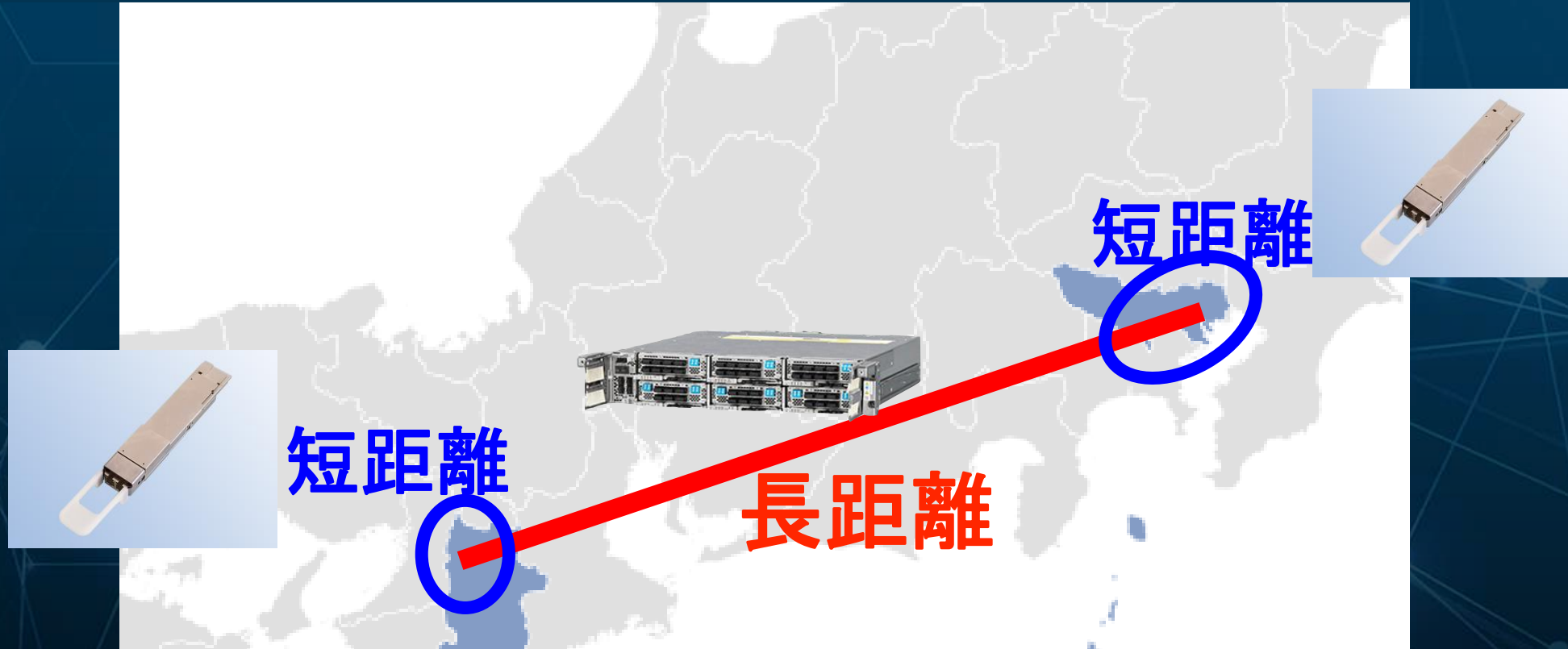
SOP等の一部仕様は桁違いに低スペック

➡用途により独自改良モジュールやトラポンを活用。



距離感と使い分け

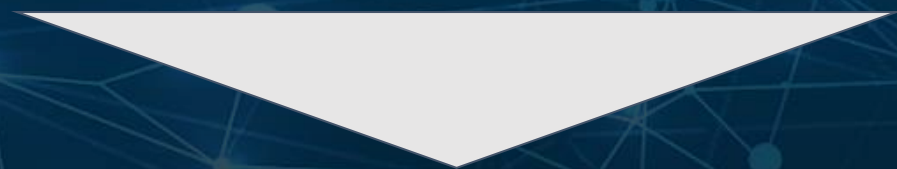
現状、距離に合わせた使い分けが最適。



- ・ 短距離：地域内（関西内での接続等）
- ・ 長距離：地域間（奈良から東京など）

現時点での最適解

- ・ 短距離区間で電力大幅カット。All optical接続
- ・ 長距離 & 大容量 or Legacy。水冷型トランスポンダ
- ・ 必要分だけ。ディスアグリゲーション型 C + L 伝送



1つのネットワークで適材適所を実現！

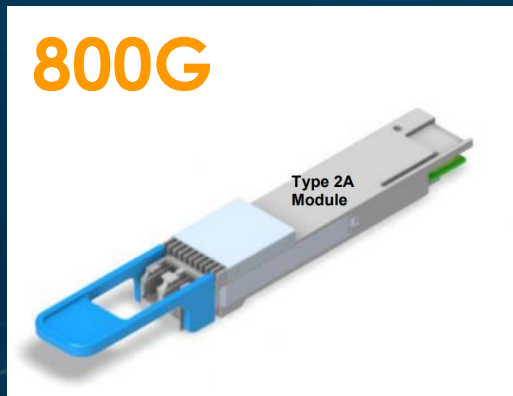
Softbank ALL Optical Network

All optical networkの更なる進化①

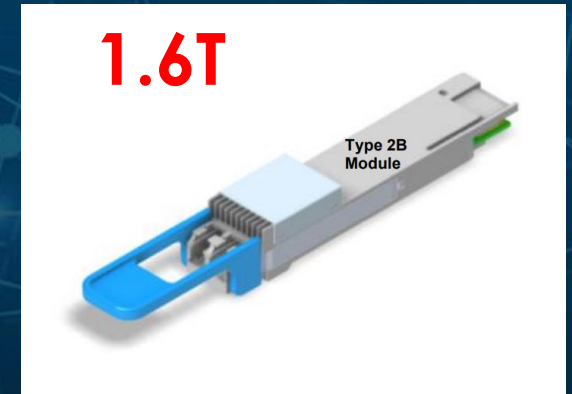
半導体技術の進展により光モジュールも進化。



7~5nm
プロセス



4~3nm
プロセス



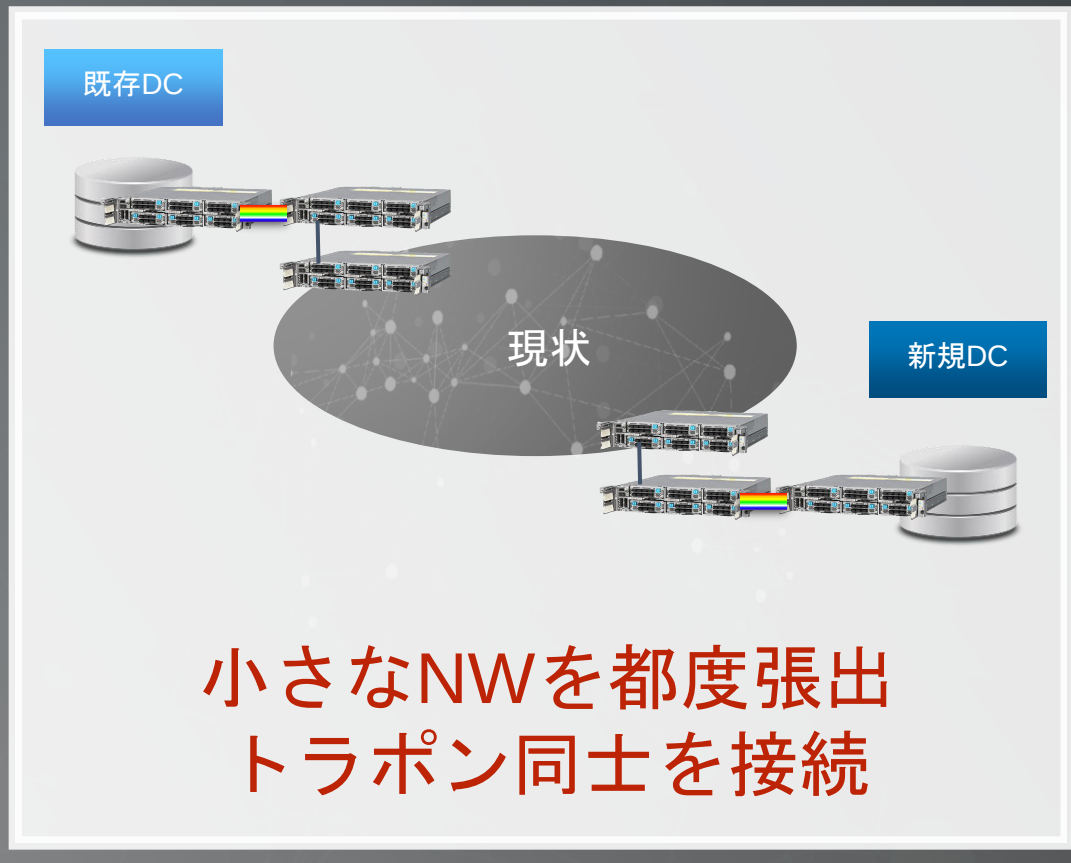
3~2nm
プロセス

bitあたりの電力効率は更に向上

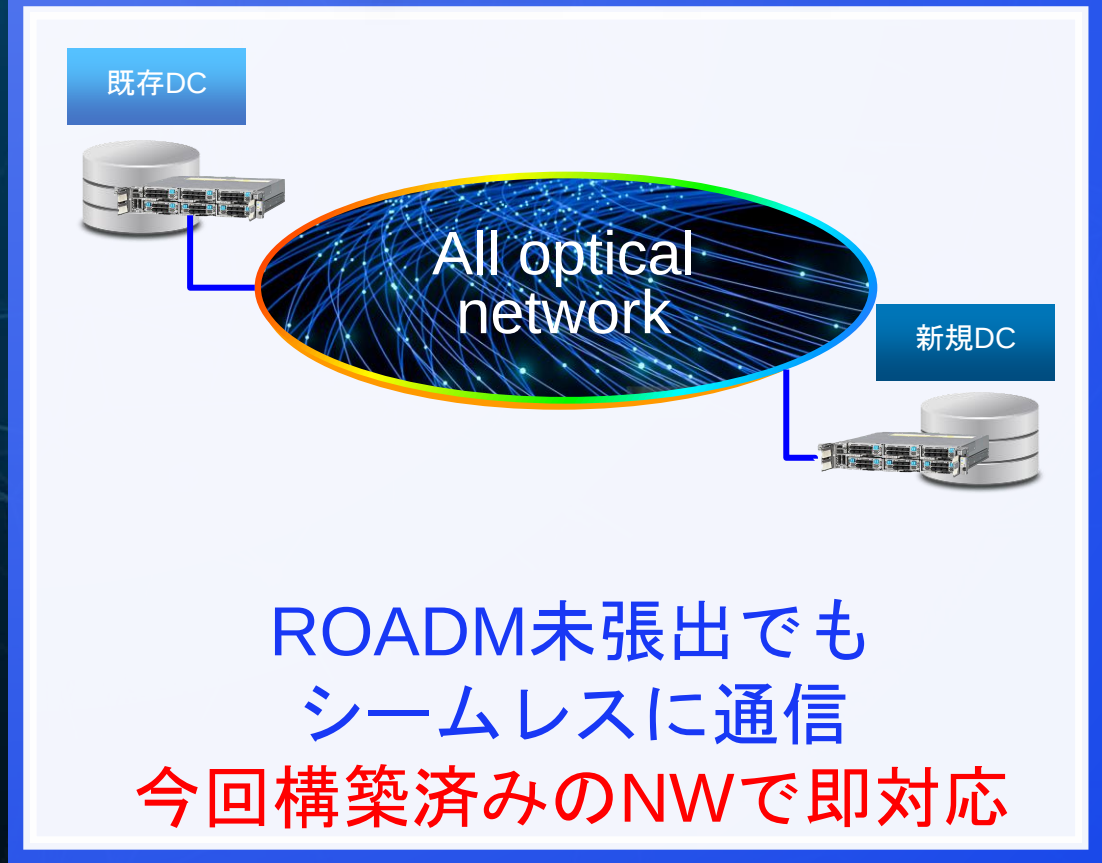
All optical networkの更なる進化②

トラポン関連もAll optical技術で進化。

従来



All optical network



※総務省様 革新的情報通信技術（Beyond 5G（6G））基金事業でメーカー開発中

All optical networkによる省電力③

適用ネットワークの拡大。

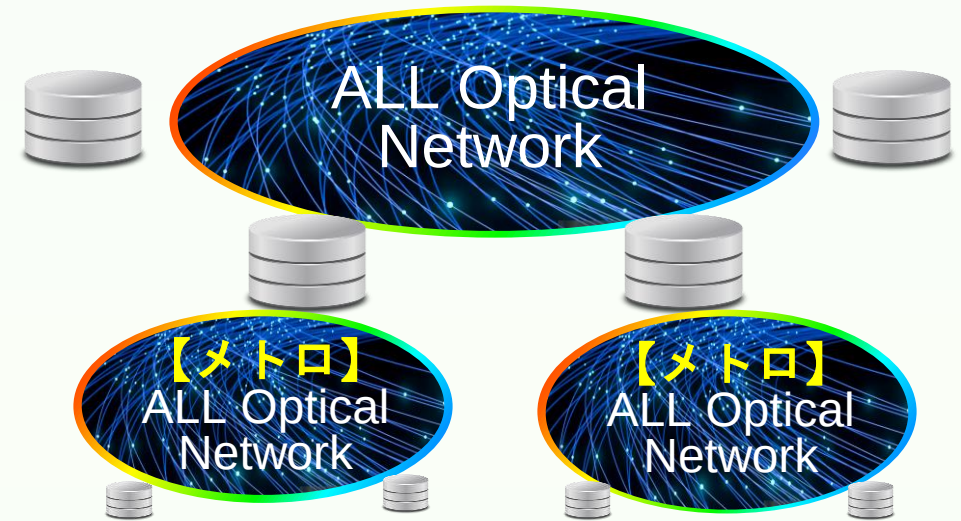
コア領域に導入



都道府県間を繋ぐ
コア網のみ



コア領域＋メトロに拡大



都道府県内NWに拡大
機器のコンパクト化を推進

ソフトバンクが考える最適領域

- **短距離はAll optical接続**
➡ 今後の進化で領域拡大。
- **長距離 & Legacy接続は高効率トラポン**
➡ ROADM未張出箇所も柔軟にエリア化

汎用的で柔軟なソリューションを駆使
地方と都市部のDCを低電力で効率よく接続

北海道DC建設

大規模な計算基盤を備えたDCを2026年度に開業



AI基盤の取り組み

2024年度内に3900億パラメーターの
国産LLM構築予定

2023/10 稼働開始

AIとの共存社会に向けて



オール光ネットワークが基盤技術となる

議論のポイント

●データセンターの使い分け考えられていますか？

- 例) ・国内程度の遅延は気にしない。場所はどこでも問題無し。
・遅延要求などに合わせて使い分け。

●WDMと他のレイヤの装置の融合考えられていますか？

- 例) ・ルーターとの融合 ・線路設備との融合
・高機能化して上位レイヤを浸食

●OpenZR+どのモード使いますか？

- 例) ・変調方式：400G 16QAM vs 8QAM など
・送信出力：-10dB vs 0dB など

成功談・失敗談含めよろしくお願いいたします。



• ***APPENDIX***