

クラウドシステムを支える 光配線ネットワークの未来

株式会社フジクラ

Nov-14th, 2023 BICSI Japan District Conference & Exhibition

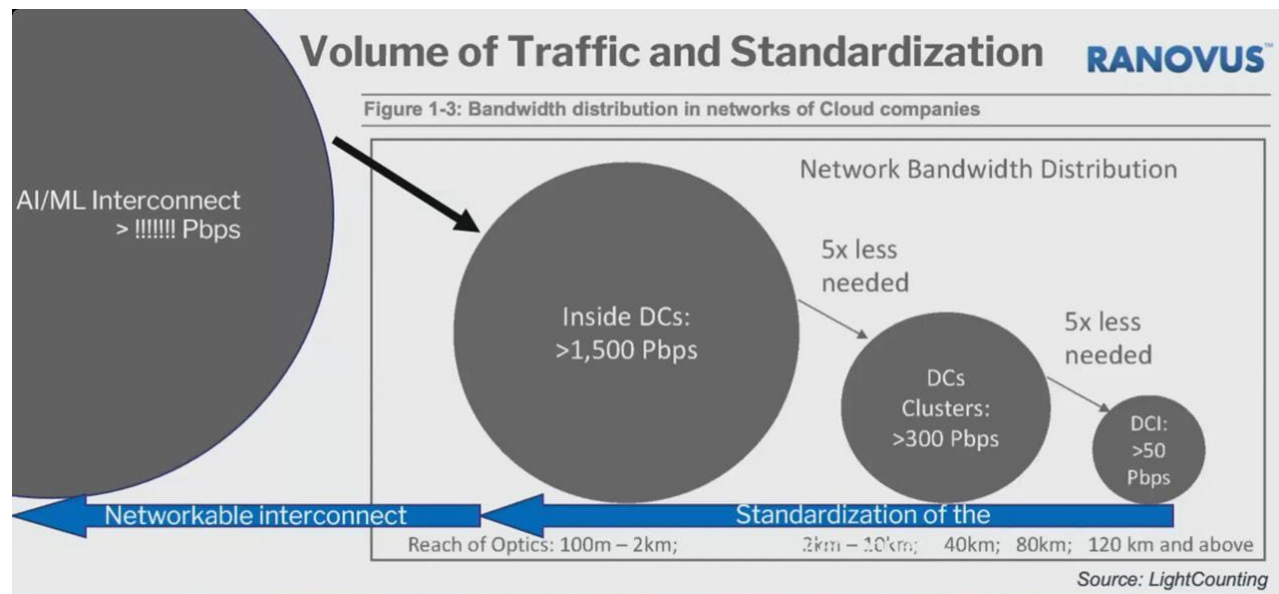
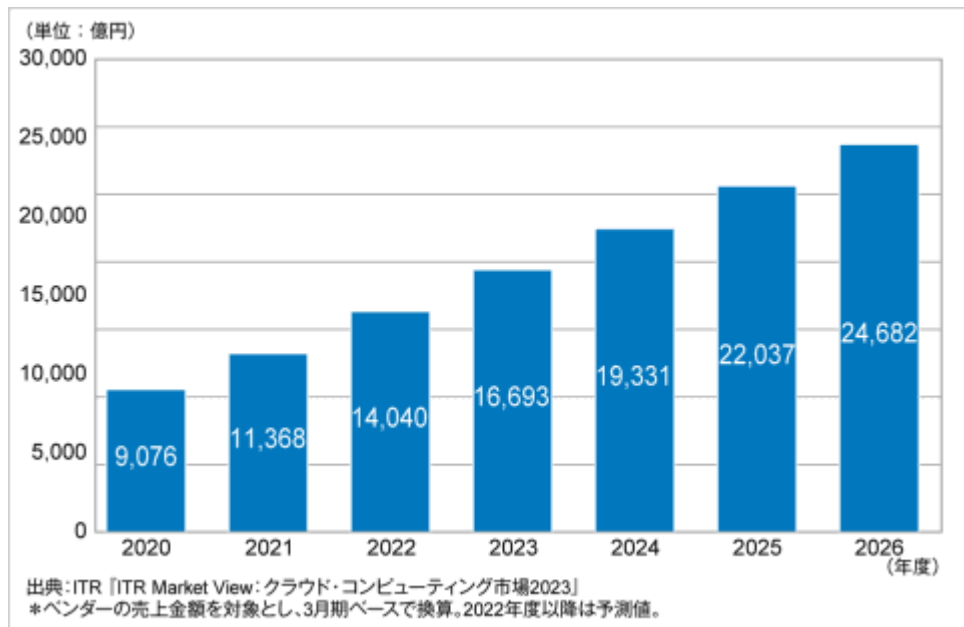
目次

1. Hyperscaleデータセンタを取り巻く環境
2. AI/MLクラスター、ファブリック
スイッチ、光トランシーバ最新技術動向
3. 次世代VSFF光コネクタ技術とソリューション事例
4. まとめ

Hyperscaleデータセンターを取り巻く環境

Hyperscaleデータセンターを取り巻く環境

クラウドの浸透とAIサービスの普及がすすみ、処理するデータ量が増大の一途



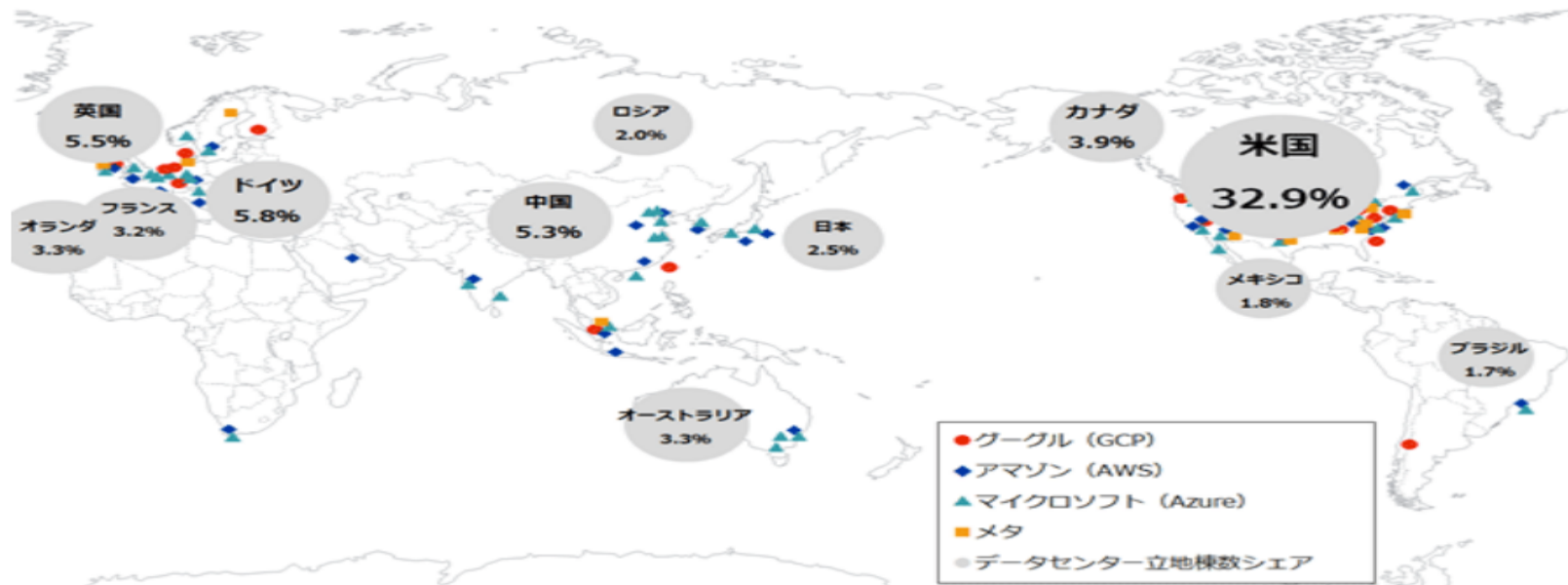
急拡大が続くハイパースケール型、2030年には現在の2倍の規模へ
2023-24年には累積ラック数でリテール型を逆転

Hyperscaleデータセンタを取り巻く環境

立地：世界各地へ展開、北米が多く、EUとAPACと続く

地域・分析レポート

図2：主要国・地域のデータセンター棟数の世界シェアと主要クラウド事業者のデータセンターの立地



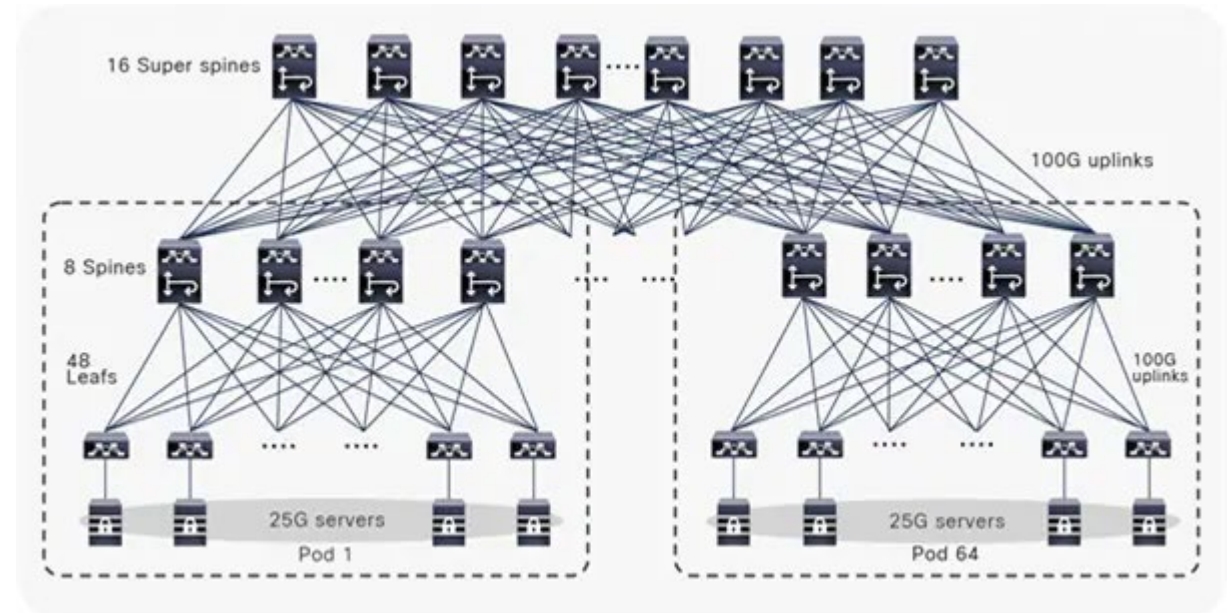
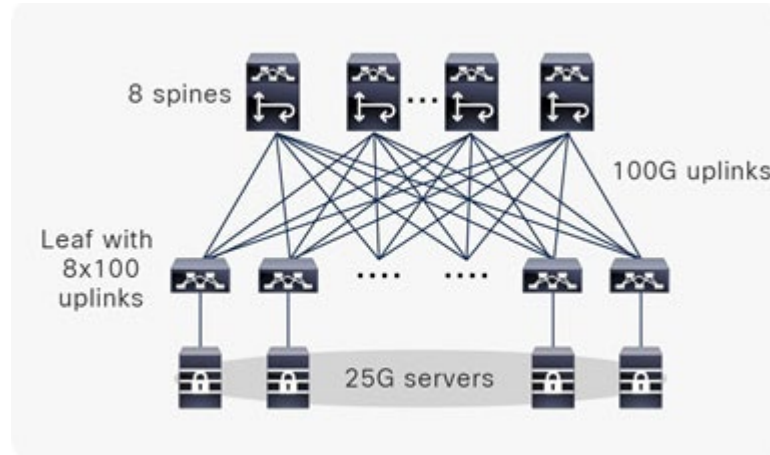
注：棟数シェアは上位12カ国を掲載。データセンターはスペースの制約上、実際の立地場所と異なる場合などがある。

出所：各社ウェブサイト、Cloudsceneから作成

出典：データ取り巻く環境は今（世界） | 地域・分析レポート - 海外ビジネス情報 - ジェトロ (jetro.go.jp)

Hyperscaleデータセンターを取り巻く環境

クラウドシステムの大型化⇒AZ内のサーバー数の増大、DC数の増大
上位スイッチ適用でスケール化の状況も

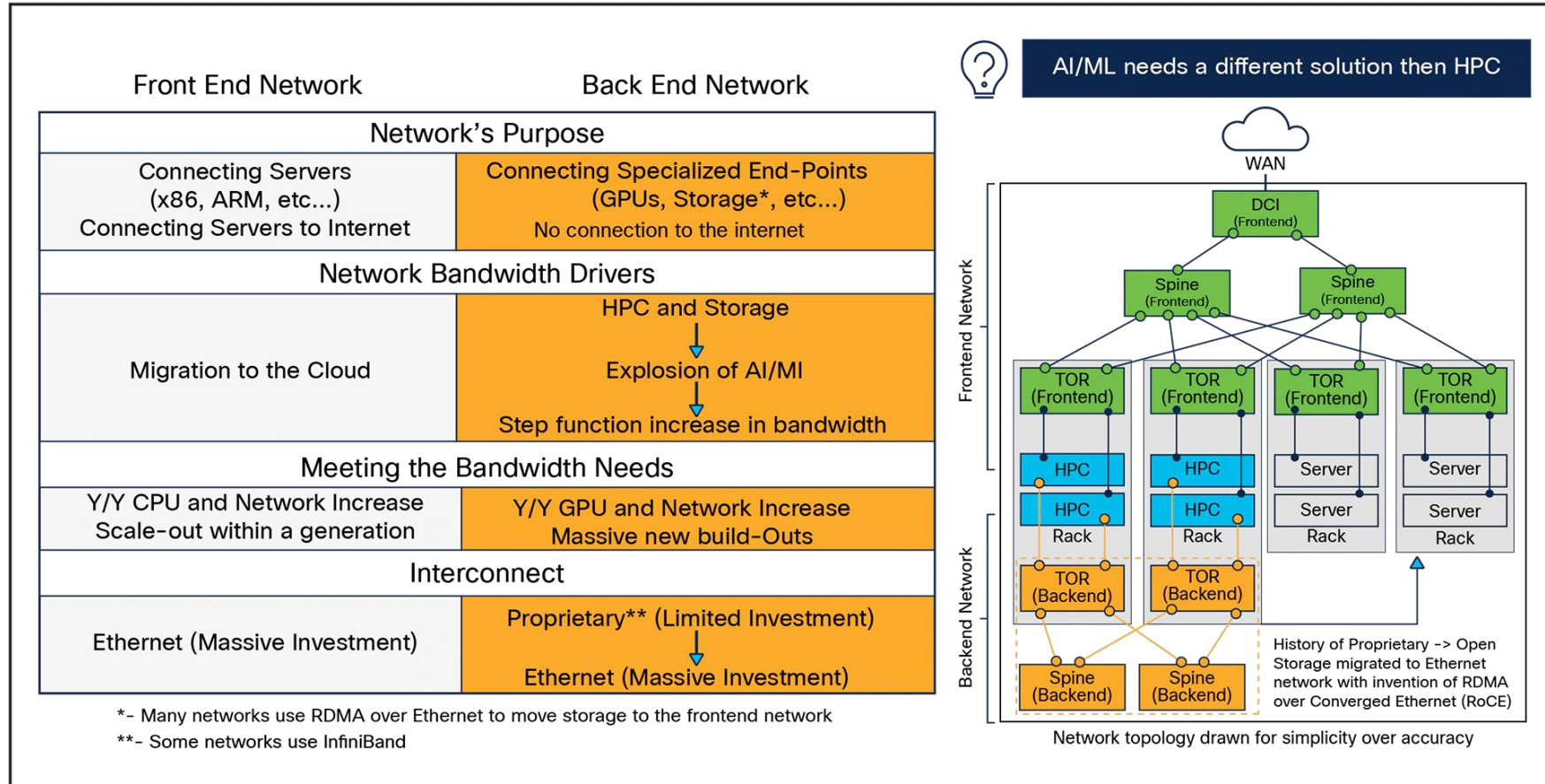


*AZ: Availability Zone

AI/MLクラスター、ファブリック スイッチ、光トランシーバ最新技術動向

AI/MLクラスター技術動向：

AI/MLの必要リソースの増加により、ネットワーク構成にも変化
 ⇒ Backend Networkと呼ばれるAIサーバ用ネットワークの大幅な拡大
 ⇒ Hyperscale DC内部で通信トラフィックが大幅に増大

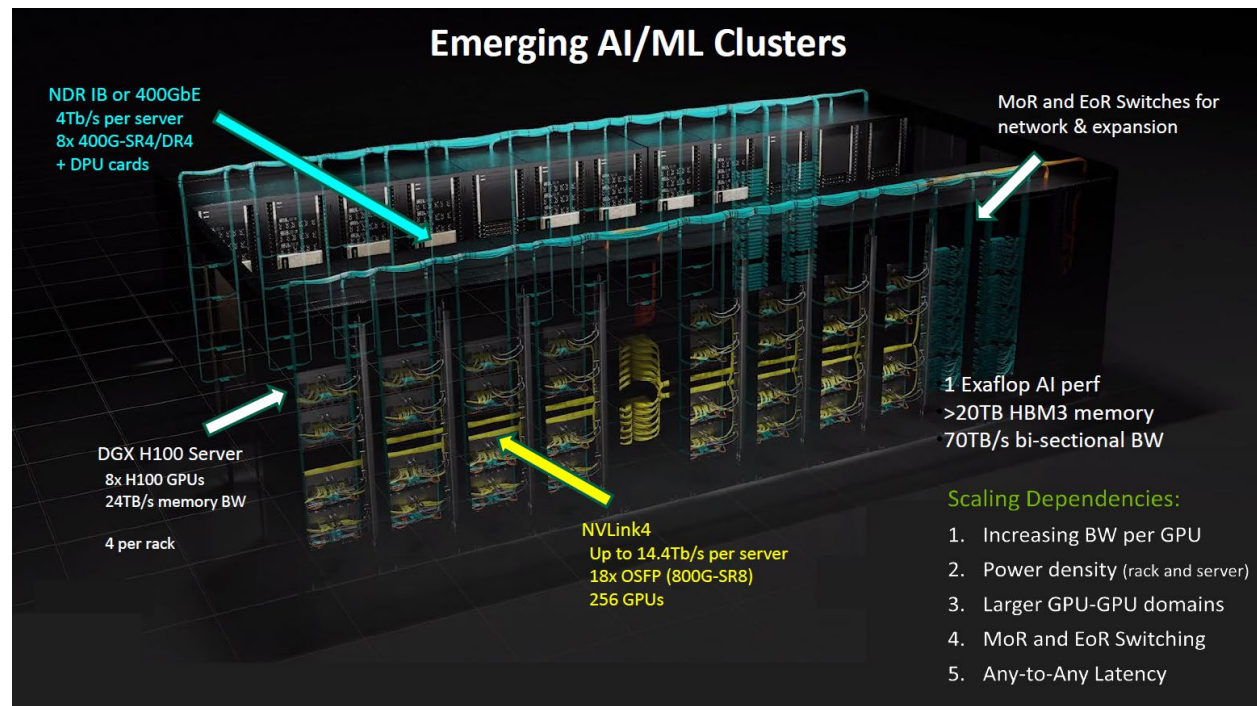


(出典) 出典 : Evolve your AI/ML Network with Cisco Silicon One ,June 8, 2023

AI/MLクラスター技術動向：

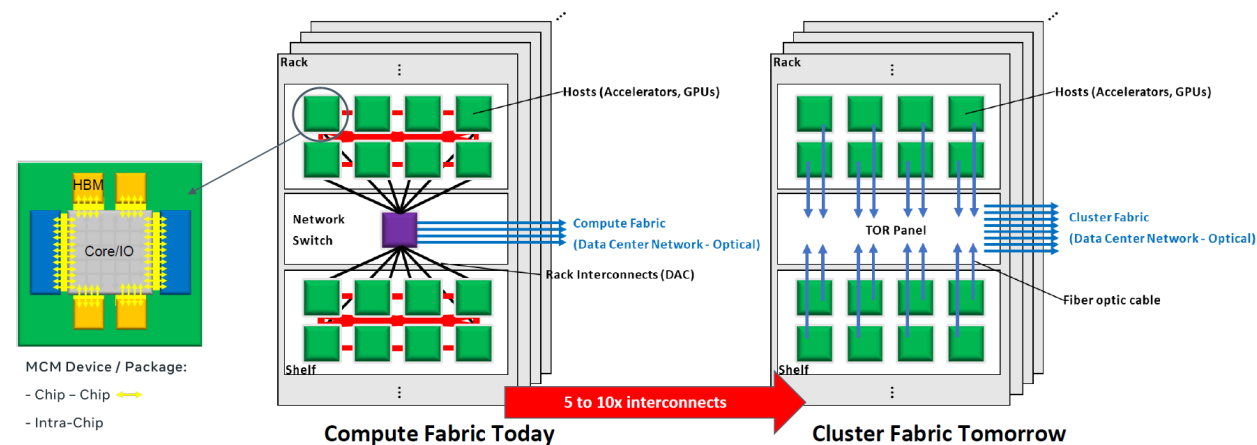
光インターコネクト数の増加 (Ex. Meta 5~10倍) → 多心高密度光配線が必要

高性能AIサーバ、高速GPU、高速 & 低遅延リンク、低消費電力、MoR & EoRスイッチ



光インターコネクト数の増加 (Ex. Meta 5~10倍)

Interconnect Scaling Challenges



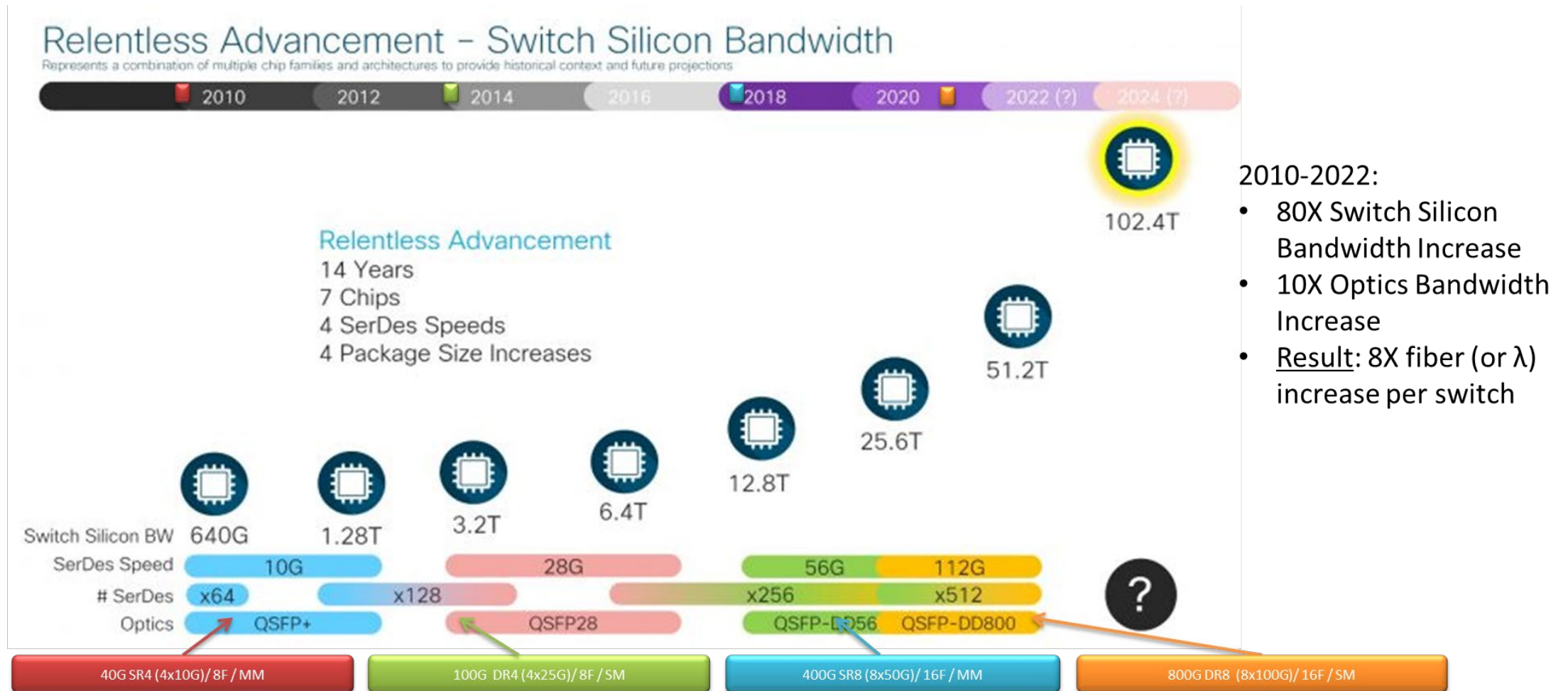
- The growth in AI/ML model size leads to increased cluster size & IO demand
 - Distance creates opportunity for new IO fabric architectures



(出典) Nvidia, What's Next for Optics in Artificial Intelligence / Machine Learning Systems (2022/12)
Meta, AI/ML - Opportunities for CPO Optical Interconnects (2022/12)

ファブリックスイッチ技術動向：2010-2024

スイッチシリコン帯域：80倍、オプティクス帯域：10倍 → 光ファイバ（or 波長）：8倍



- 2010-2022:
- 80X Switch Silicon Bandwidth Increase
 - 10X Optics Bandwidth Increase
 - Result: 8X fiber (or λ) increase per switch

(出典) Cisco Systems, SP360: Service Provider Co-Packaged Optics and an Open Ecosystem (2021/01)
 US Conec, Optical Connectivity Considerations for Co-Packaged Optics (2021/05)

プラグブル光トランシーバの製品ロードマップ

プラグブル光トランシーバは800G及び1.6Tへ移行
 リニアドライブ方式は光トランシーバ数世代延命の可能性

ICP data center transceiver product roadmaps

400/800G QSFP-DD, OSFP
 (2018/2022)

1.6T+ OSFP-XD w/ LD
 (2024 ~)

100G
 QSFP-28
 (2014)

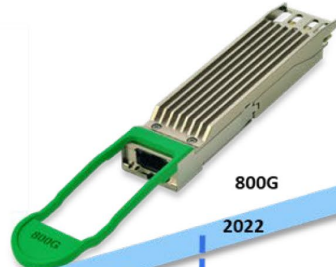
QSFP-28
 4x25G NRZ
 Power: < 3.5W



QSFP-DD or OSFP
 8x50G PAM4
 Power: < 15W



QSFP-DD or OSFP
 8x100G PAM4
 Power: < 20W



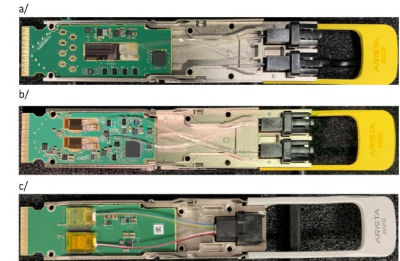
OSFP-XD
 8x200G PAM4
 Power: < 25W, lower if LD used



OSFP-XD
 8x400G PAMX
 Power: < ??



Linear Drive Optics Modules



TFLN

SiPh

VCSEL

Modules provided by Eoptolink

2024
 1.6T
 Custom optical engines
 CPO
 64x400G optical engine
 Power: <19??



25.6T CPO
 (2024 ~)



Source: Module pictures provided by Coherent; CPO switch images provided by Cisco

© 2023 Omdia

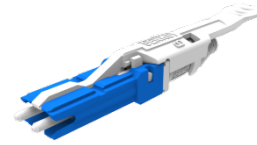
OSFP-XD 1.6T光トランシーバ用光コネクタ/MSA

OSFP: **SFF (Duplex LC)** + MPO + **VSFF (CS, MDC, SN)** に加えて、OSFP-XD: **VSFF (MMC, SN-MT)** を追加

デュプレックス
1.25 mm径
フェルール



Duplex LC
(6.25)



CS
(3.2)



MDC
(3.1)

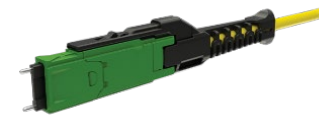


SN
(3.1)

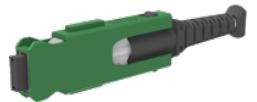
マルチファイバ
MTフェルール



MPO



MMC



SN-MT

() : Ferrule Pitch [mm]

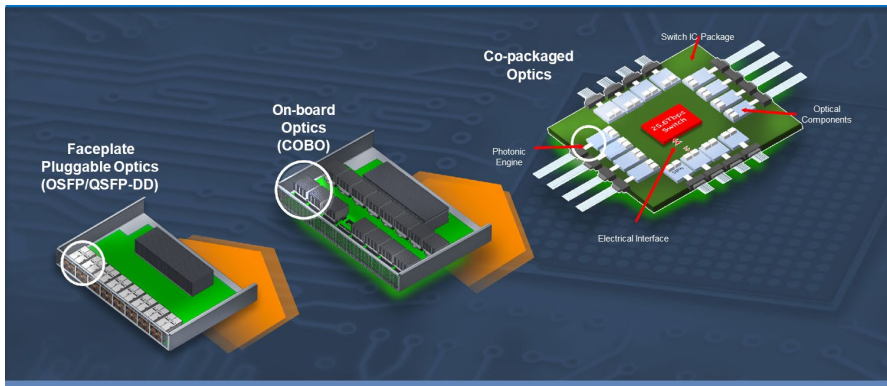
*Physical Medium Dependent Sublayer

OSFP-XD
(1.6T)

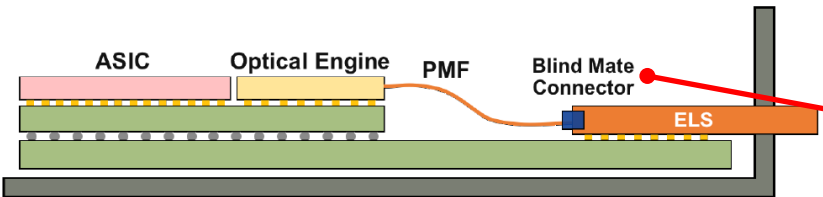
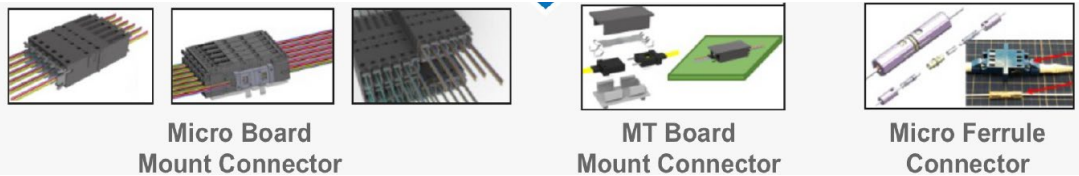
PMD*	Notes	Fiber	Connector	Remarks
1600G DR16 (1λ SMF)	16 x 1λ x 100G	32	(Dual) MPO/MMC/SN-MT	500 m
1600G DR8 (1λ SMF)	8 x 1λ x 200G	16	MPO, MMC, SN-MT, 8xMDC/SN	500 m
1600G 4FR2 (2λ SMF)	4 x 2λ x 200G	8	MPO, MMC, SN-MT, Quad MDC/SN	2 km
1600G ZR2 (2λ SMF)	1 x 2λ x 800G	2	Duplex LC, Mini-LC, CS	80 km
1600G 4FR4 (4λ SMF)	4 x 4λ x 100G	8	MPO, MMC, SN-MT, Quad MDC/SN	2 km
1600G 2FR4 (4λ SMF)	2 x 4λ x 200G	4	Dual CS/MDC/SN/Duplex LC	2 km
1600G 2FR8 (8λ SMF)	2 x 8λ x 100G	4	Dual CS/MDC/SN/Duplex LC	2 km
1600G FR8 (8λ SMF)	1 x 8λ x 200G	2	Duplex LC, Mini-LC, CS	2 km

*Other PMDs: 1600G-SR16, SR8.2, FR16, LR16, ER16

光電融合技術 (Co-packaged Optics) と光コネクタ用途



Pluggable → OBO → CPO

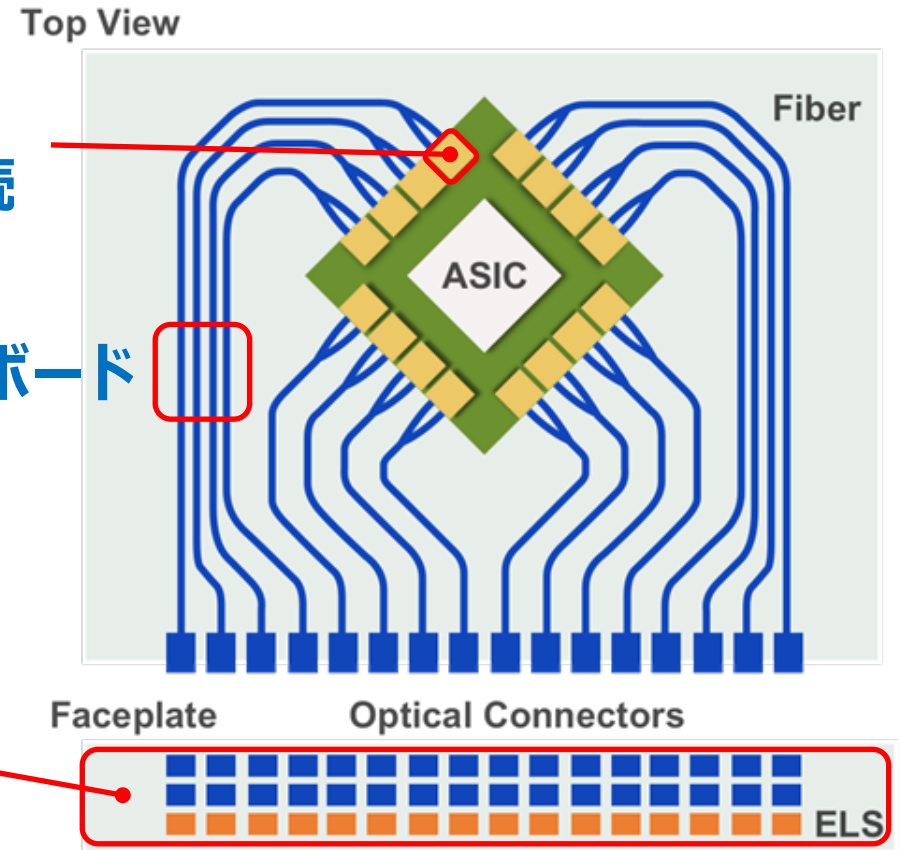


SiPhチップ
光ファイバ接続

ミッドボード

フェイスプレート
外部光源ELSFP*

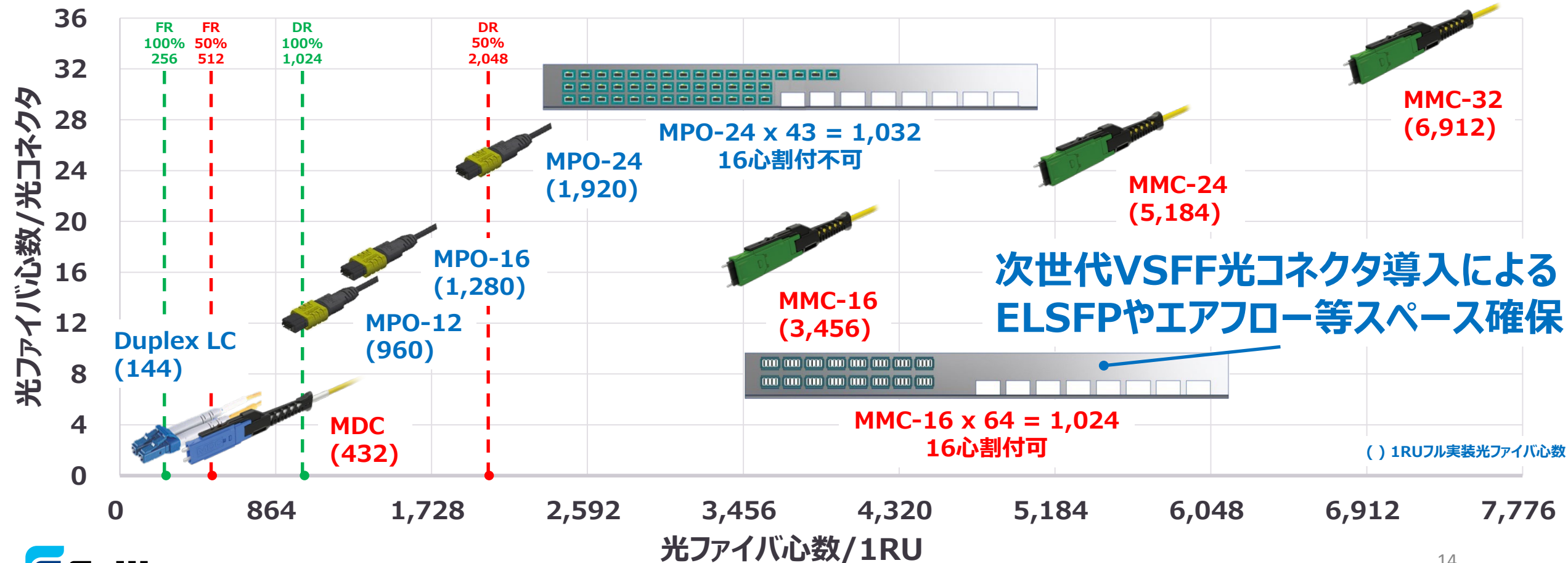
*External Laser Small Form Factor Pluggable



51.2 Tbps switch CPO layout example

CPOスイッチフェイスプレート必要光ファイバ心数とそれを実現する次世代VSFF光コネクタ

ELSFP等実装スペース確保の為、51.2T CPO FR/DRスイッチ1RUフェイスプレート約半分のスペースで256心/1,024心を実現可能な次世代VSFF光コネクタ：Ex. MDC/MMC-16

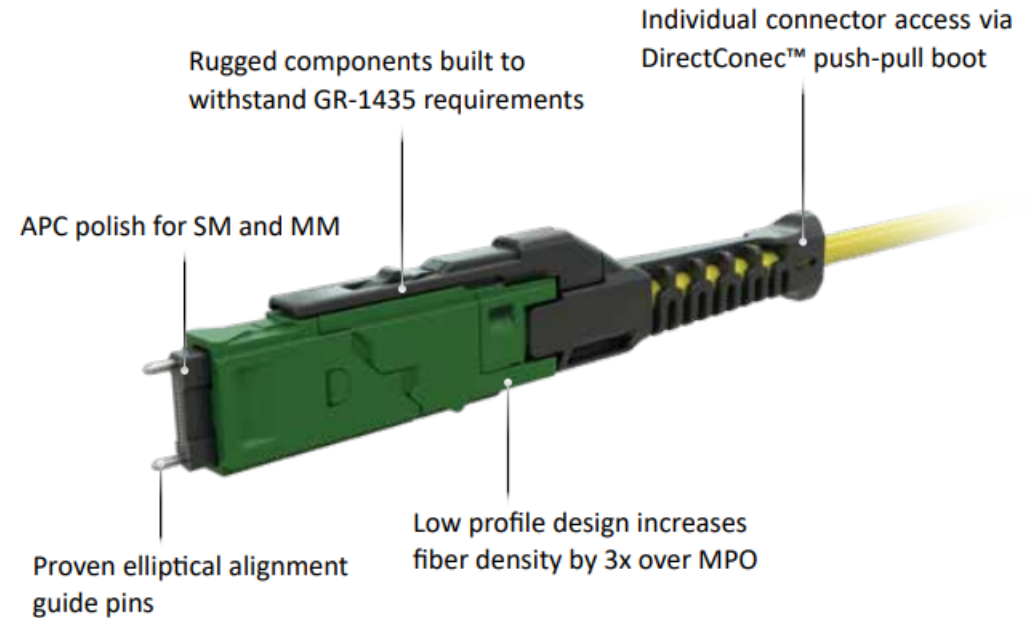
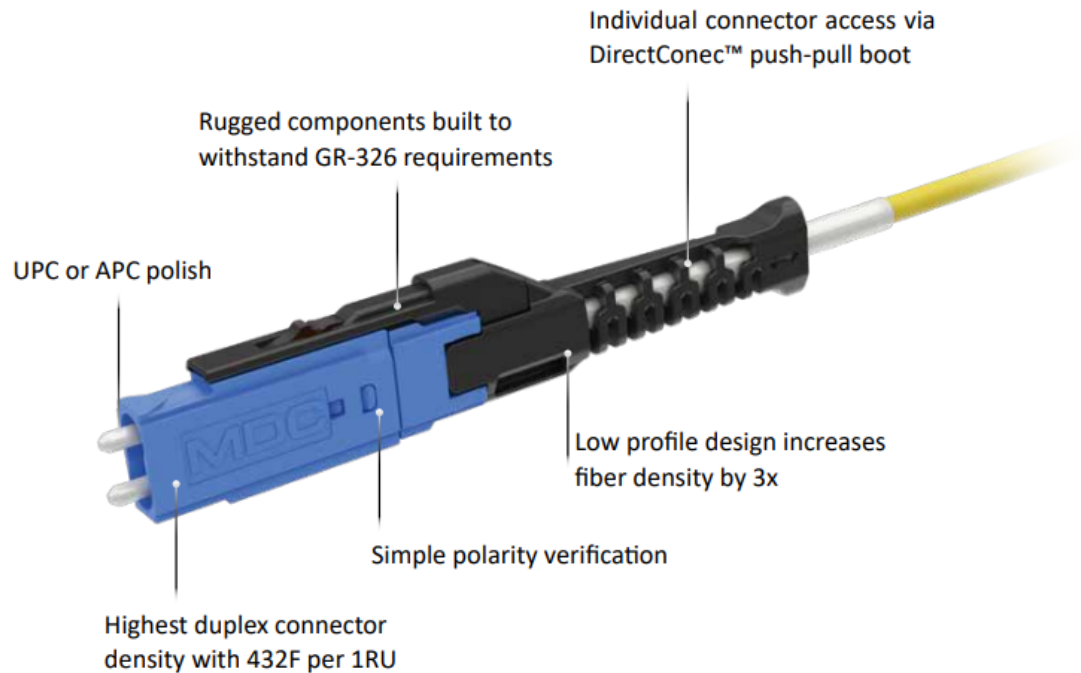


次世代VSFF光コネクタ技術と ソリューション事例

次世代VSFF光コネクタに求められる条件

- 高密度（3倍密度）
 - 実績のあるアライメント構造
 - 光コネクタの挿抜き易さ
 - IEC挿入損失等級B程度の接続要求特性
 - 反射減衰量特性（APC研磨）
 - 従来の光コネクタ規格、信頼性への対応
 - 既存システム及び次世代システムとの互換性
 - 標準的な光ケーブル敷設産業界の工具・設備を流用可能
- ◆ 最先端技術に依存する供給リスク低減やベンダー間互換性確保が重要

次世代VSFF光コネクタ技術動向： デュプレックス：ELiMENT™ MDC光コネクタ（例） 多心：MMC光コネクタ（例）



ELiMENT™, DirectConec™は米国US Conec Ltd.の商標です。

次世代VSFF光コネクタ技術動向：主な特徴

MMC光コネクタ（例）

高密度（3倍密度）
光コネクタ挿抜き易さ



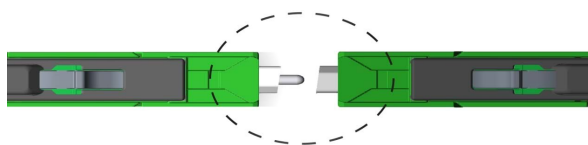
1U Panel Max Density with (66) 4-port MMC Adapters	
16F MMC	4,224 Fibers
24F MMC	6,336 Fibers

MMC-16/MMC-24: 3,456/5,184 Fibers (3-port) → 4,224/6,336 Fibers (4-port)

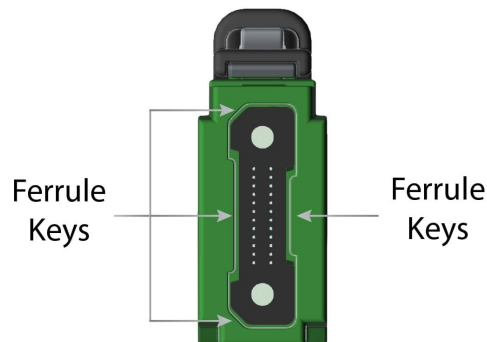
光学特性

IEC挿入損失等級B (0.25 dB, 97%)
反射減衰量特性 (APC研磨)

Angle End-Face
Mating



誤組付防止構造



実績のあるアライメント構造
既存/次世代システム互換性



x16F

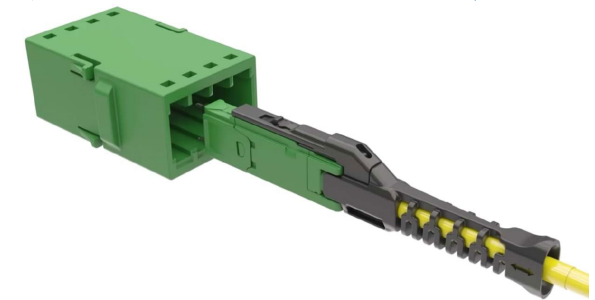
IEC 61755 and 61754 precision alignment structure
for MT and MT-16 Ferrules (250 μm pitch)



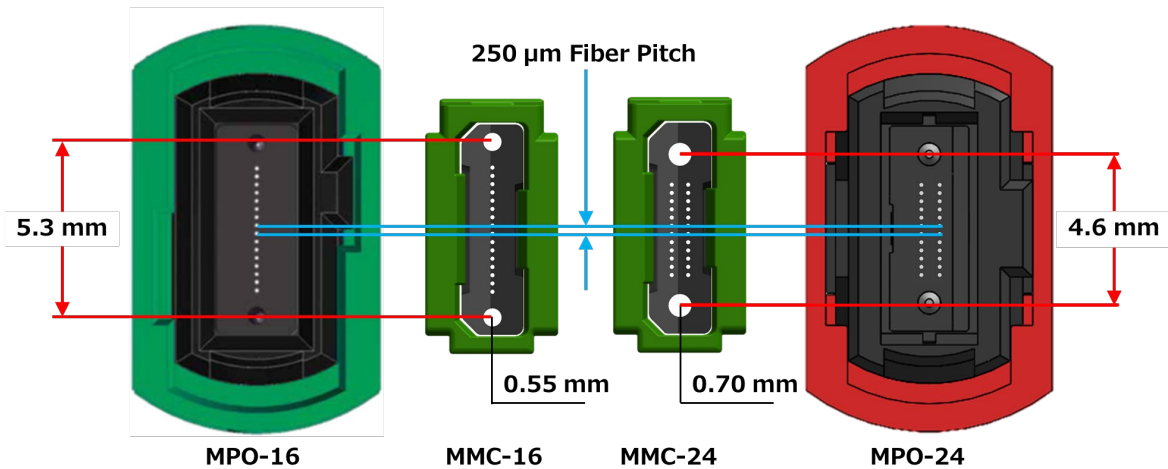
x12F

Compatible with 250, 200 and 165 μm OD fibers

長いかみ合い長による安定性
シングルラッチによるゴミ抑制



次世代VSFF光コネクタ技術動向： 既存/次世代システム互換性：MMC光コネクタ（例）



	Conventional 125 μ m Cladding 250 μ m Pitch	Reduced 80 μ m Cladding 250 μ m Pitch
MMC-16		
MMC-24		
MMC-32		

互換性：

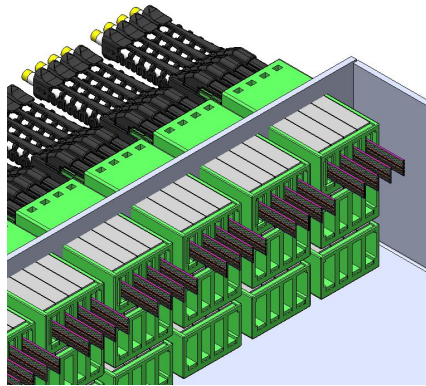
既存システム：250 μ m径光ファイバ/ピッチ光ファイバリボンに対応可

次世代システム：200/165 μ m径光ファイバ/ピッチ光ファイバリボンに対応可

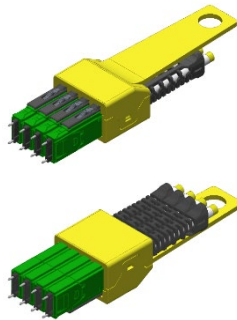
80/165 μ m光ファイバ導入により、1x24Fや2x24F構造も対応可

次世代VSFF光コネクタ技術動向：周辺技術 MMC光コネクタ（例）

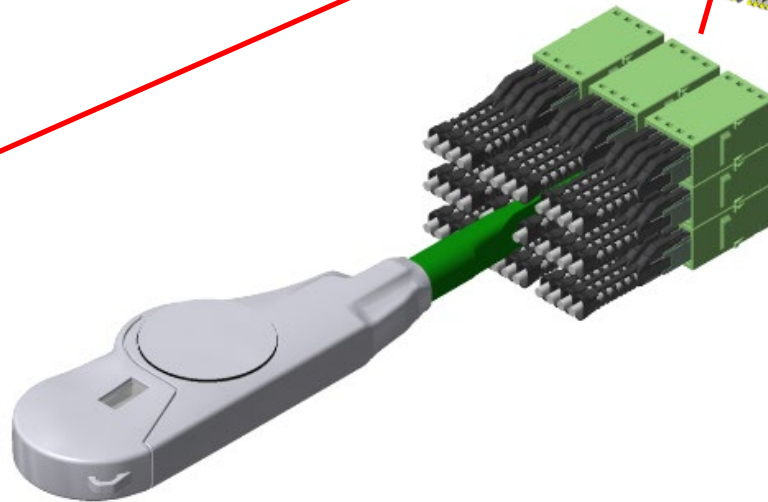
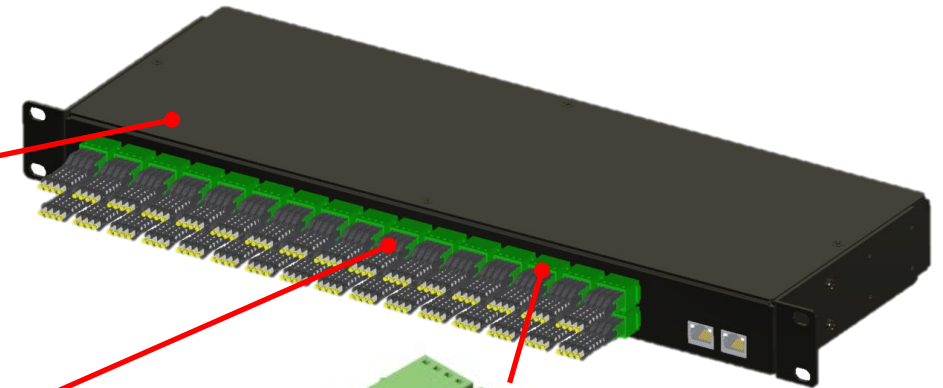
機器内のスペース確保、敷設時間短縮、高密度光配線敷設時のシステム障害防止や保守をサポートする周辺技術



MMC Jr. and Adapter/Receptacle



Ganged MMC Connector



MMC Connector Cleaner

光ファイバ細径化、SiPhチップ光ファイバ狭ピッチ化、特殊光ファイバ実装

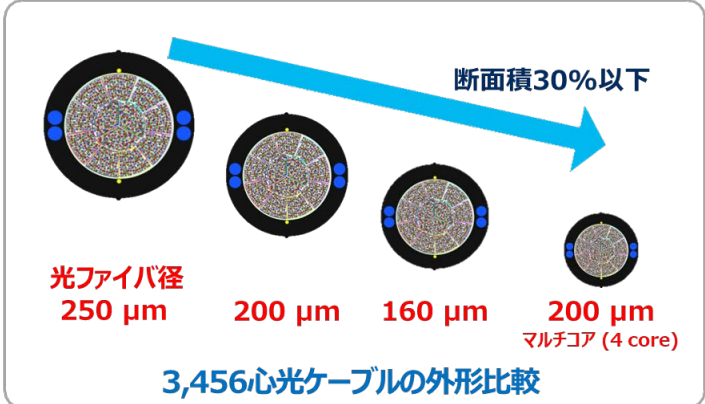
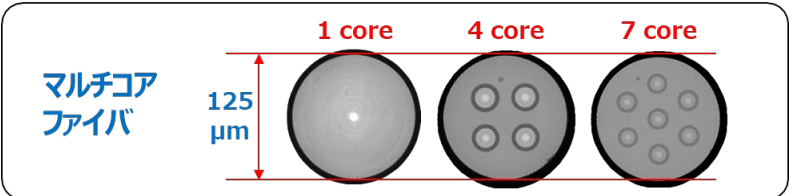
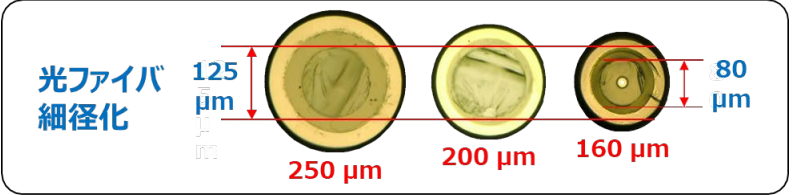
次世代高密度光配線及びシリコンフォトニクスに
最適な光ファイバを実装可能な光コネクタが必要

Ex. MMC光コネクタも対応可能

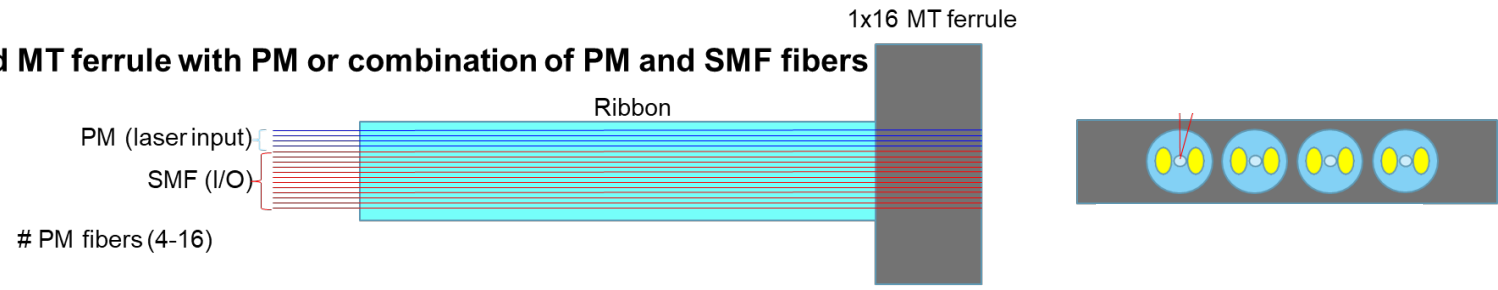
光ファイバ細径化 : [μm]
被覆径 : 250 → 200 → 160
クラッド径 : 125 → 80

SiPhチップ光ファイバ狭ピッチ化 : [μm]
125/250 → 80/127 (CPO)

特殊光ファイバ実装 :
MCF: 1コア → 4コア → 7コア
PMF等 (レーザー光入力等用途)



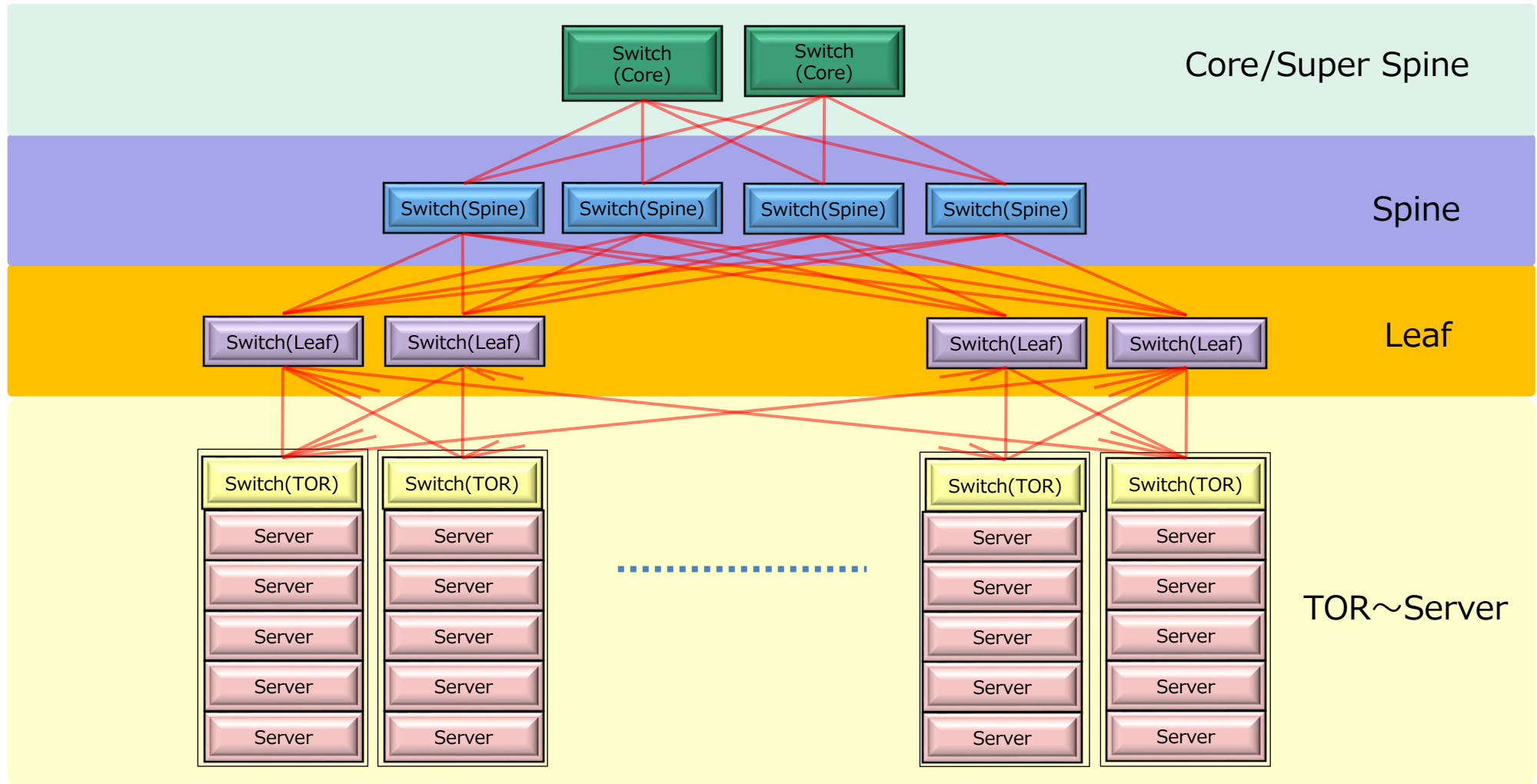
Need MT ferrule with PM or combination of PM and SMF fibers



* Ideally Integrated connector to be solder reflow compatible

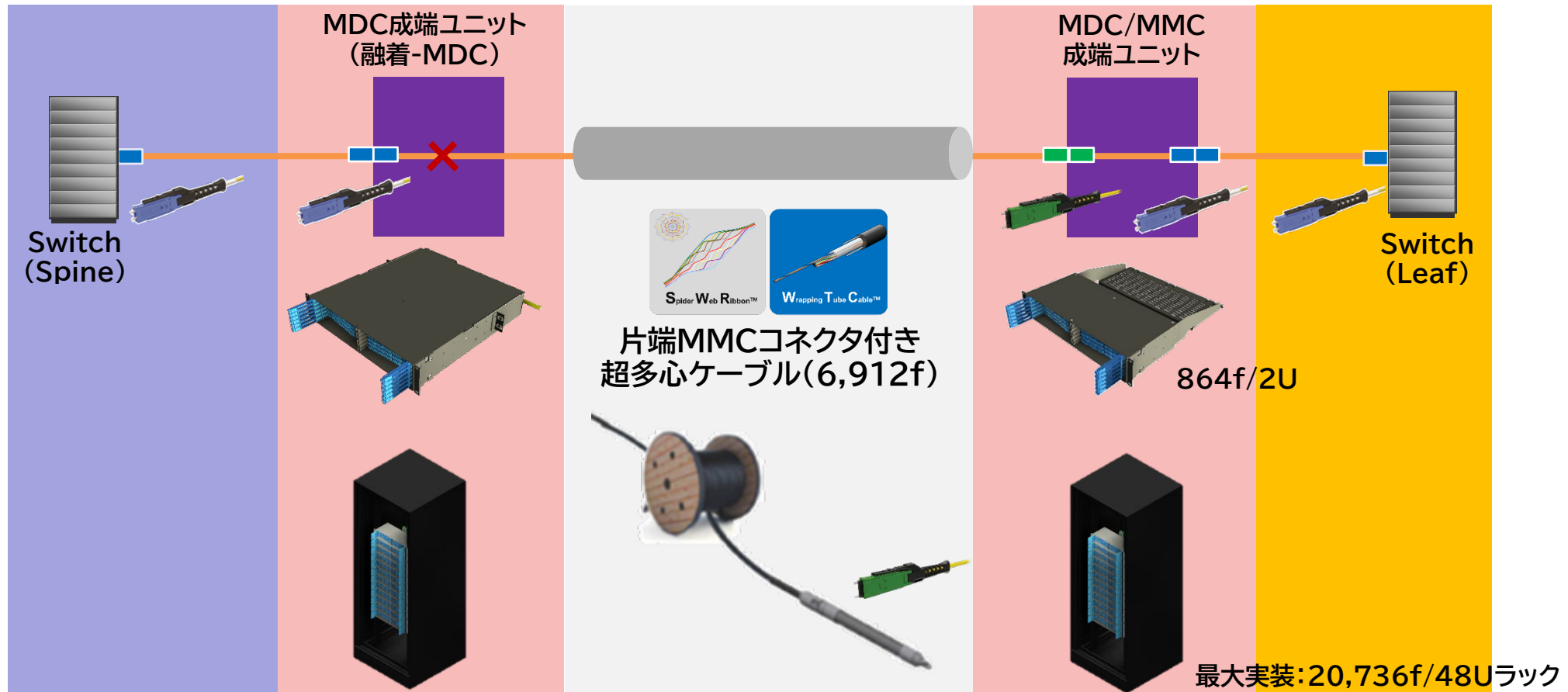
- What is needed from fiber component suppliers
- Disruptive innovation to reduce connector size (integrated version)
 - Solder reflow compatible ferrules
 - Low loss SM 1x16 .. 2x16 ? 1x24?
 - SM with 80μm fiber on reduced pitch
 - PM arrays and Combination of PM / SMF fibers
 - Efficient shipping and expedition of fiber component and photonic module

クラウド配線の構成



クラウド配線の構成 (MMC/MDCを用いた光配線の構成の例)

Spine-Leaf間へのMMC/MDC配線ソリューションの適用



従来配線と比較して、超多心・超高密度配線を実現可能

まとめ

- ・クラウドコンピューティング市場は継続成長、それに伴いHyperscaleデータセンタは拡大
- ・Hyperscaleデータセンタは更に高速化が加速、光トランシーバも400G/800G/1.6Tの採用が進む
- ・AI/MLの導入によりバックエンドネットワークの拡大と高密度化が進展
- ・高密度配線の需要にたいするVSFFの親和性は良好であり、将来的にクラウドコンピューティングにVSFFが適用されると期待される

