

光トランシーバー関連 の技術仕様



2019/01/20

morikawa@wavesplitter.jp

100G/400Gは沢山の伝送モード

Cable spec	SR(100m)	DR(500m)	FR(2Km)	LR(10Km)
MMF 2C LC(OM3)	10G SR  IEEE 100G SRBD			
MMF 8C MPO	100G SR4  IEEE 400G SR4.2			
MMF 16C MPO	400G SR8			
MMF 32C MPO	400G SR16  IEEE			
SMF 2C LC		100G CWDM4-OCP	100G CWDM4 400G CWDM8 400G FR4 400G FR8  IEEE	10G LR  IEEE 100G LR4  IEEE 100G 4WDM-10 400G LR8  IEEE
SMF 8C MPO		100G PSM4 400G DR4  IEEE		

100Gで10種類、400Gで9種類

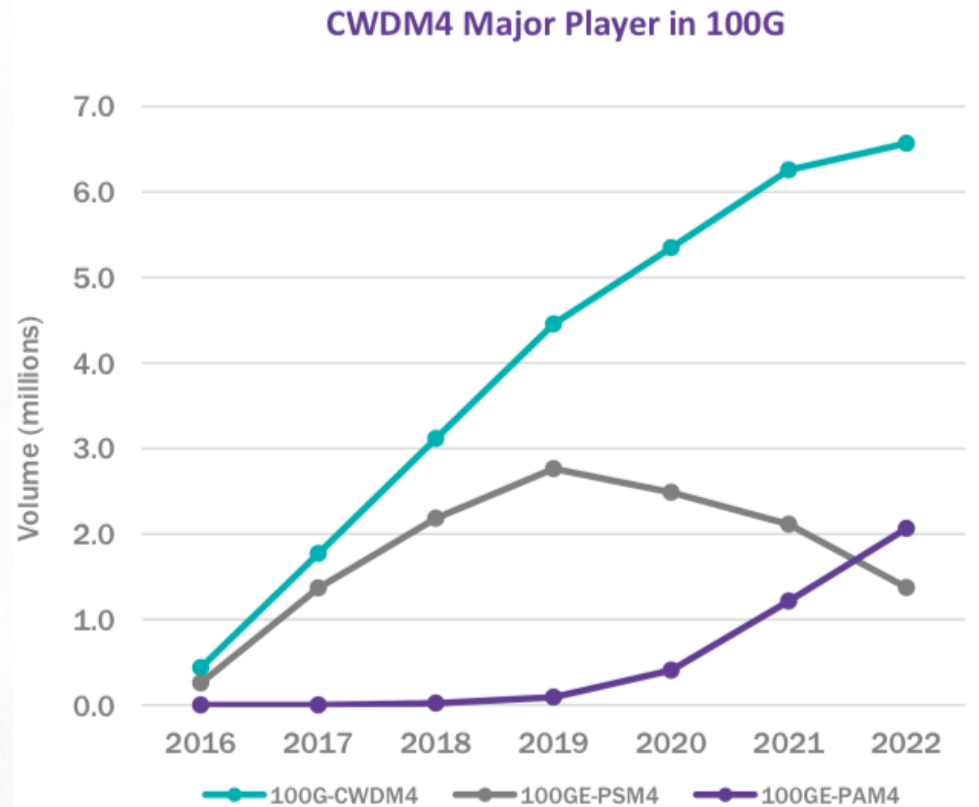
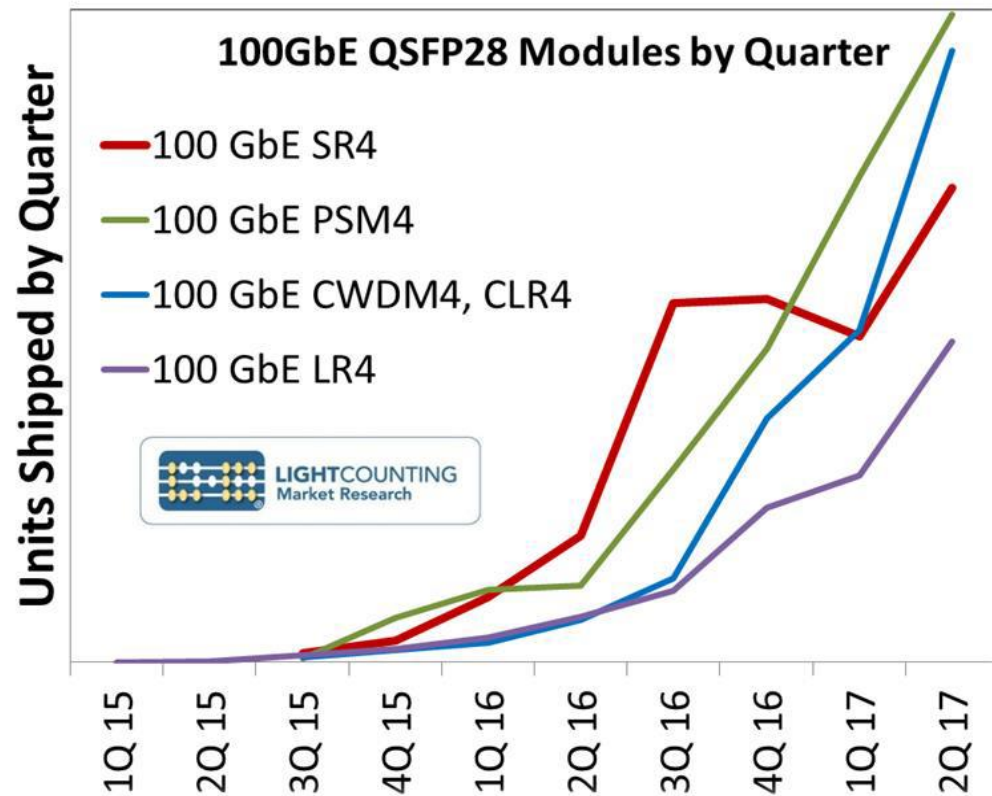
100G 4WDM-10 aka 100G eCWDM4

IEEE vs MSA

- IEEE 802.bmへの不満
 - 40Gを二心のMMFで
 - 中距離の100Gが無い
- 40Gは UNIV,SRBDなどベンダー独自仕様で登場
- 100GはPSM4/CWDM4が登場
- 400G IEEE802.3bsにも同様の不満が
 - SR16ではなく100G SR4と同じケーブルが使いたい、IEEE802.3cmで400G SR4.Xが制定される見通し
 - CWDM8やSR8,FR4がMSAで登場



出荷Unit数ではCWDM4が主役



100GE-PAM4 aka 100G DR

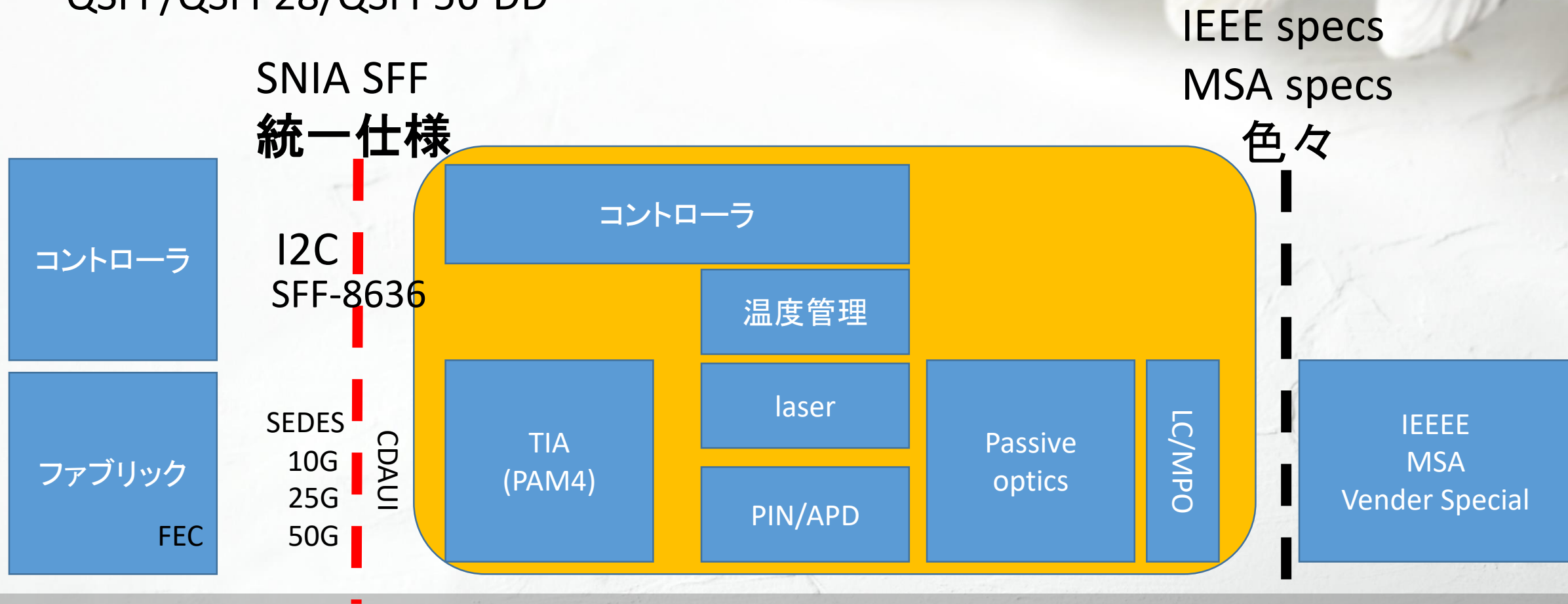
*Source: Datacom Optical Components Forecast Report, 2016 - 2022 – Ovum | 2017

昔は仕様を機器ベンダーが決めていた

- ケースやピン配置などは決まっていたが、管理情報のテーブルなどは未定義だった
- 機器ベンダーが仕様を決めてそれを部品屋に作らせていた
 - 各ベンダー独自仕様
- 「互換品」は純正品をリバースエンジニアリングして仕様を探っていた
- さらに昔はケーブルだって純正品しか売らないSIも居たし
- 現在はSNIA SFF-XXXX rev xx.xxで仕様が指定される

トランシーバーと機器の間の仕様はSNIAで規定

- SFP/SFP+/SFP28
- QSFP/QSFP28/QSFP56-DD



FECのため実際は28G/56G

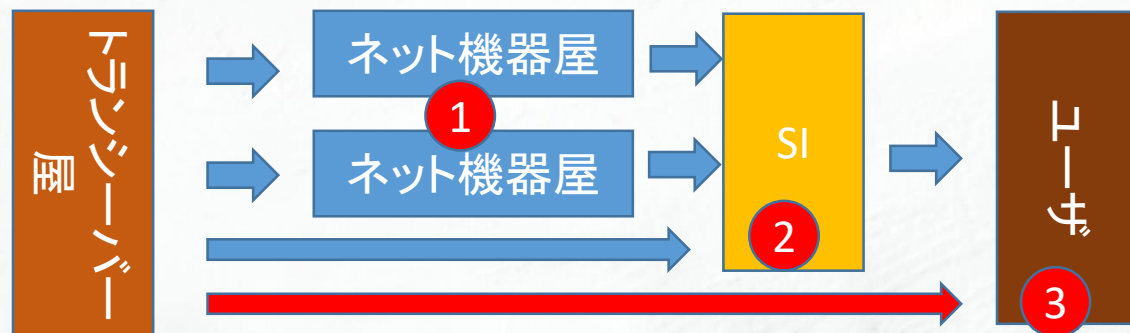
SFF-8024 table 3-1 cross references(抜粋)

Popular name	Integrated solution	Par lane	Low speed and general electronic	Common management	formfactor	connector	cage
SFP		1	INF-8074				
SFP+	SFF-8084	4	SFF-8419	SFF-8472	SFF-8432	SFF-8071	SFF-8432
SFP28	SFF-8402	28	SFF-8419	SFF-8472	SFF-8432	SFF-8071	SFF-832
QSFP		4	INF-8438				
QSFP+	SFF-8436	10	SFF-8679				
QSFP10	SFF-8635	10	SFF-8679	SFF-8636	SFF-8661	SFF-8682	SFF-8683
QSFP28	SFF-8665	28	SFF-8679	SFF-8636	SFF-8661	SFF-8662	

SFPは抜けが多い

自由な光トランシーバー選択の利点

- 最新の技術が利用できる
 - IEEEの仕様は3年から5年遅れ
- 一括大量購入が出来る(SW,LD,FW,伝送 関係なく)
- 機器の仕様に束縛されず、敷設されているケーブルを活用できる
- 機器の選択決定を待たずに、配線設計ができる



- 同じモノの調達経路の違いは事前検証を誰がやるのかの違い
- 導入数が多ければユーザーが担うメリットがある。
- SIが担う事がマーケットとしては望ましいのでは？

チェックポイント

- FECのON/OFF
 - IEEE 100G LR4がFEC OFFの仕様のため、QSFP28のインタフェースでの初期値がFEC ONかOFFかがベンダーによってバラツキがある。明示的に指定するのがお勧め。
 - Broadcom TomahawkにはFECがonにできない組み合わせがあるので注意。
- 消費電力
 - 2km以下の短距離では問題にならないが10km以上の製品では消費電力とそれに伴う発熱の懸念がある。配置や製品に消費電力の僅かな差にも留意が必要。
- SFF仕様のRev違い
 - 新しい伝送モードの定義が無いrevで機器側のソフトウェアが実装されている場合がある。

以下參考資料

10G/25G/40G/100G伝送仕様色々

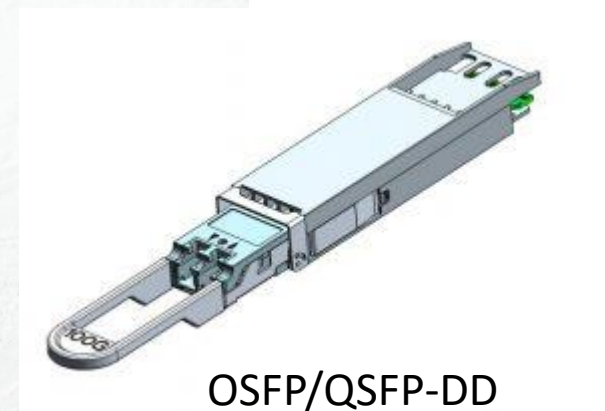
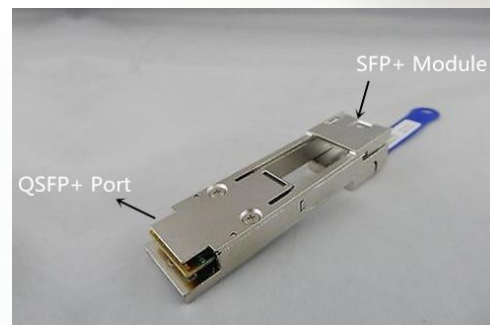
		距離	FEC	芯数	ファイバー
10G BiDi		20K,40Km	無し	1	OS2
25G SR	IEEE			2	OM4
25G LR	IEEE			2	OS2
25G BiDi		20Km	有り	1	OS2
40G SR4	IEEE802.3bm			8	OM3
40G LR4	IEEE			2	OS2
40G eSR4				8	OM3
40G UNIV				2	OM3
40G SRBD		100m	有り	2	OM3
100G SR4	IEEE	100m	有り	8	OM4
100G LR4	IEEE	10km	無し	2	OS2
100G ER4	IEEE	40km	無し	2	OS2
100G ER4Lite, ER4f,4WDM-40	MSA	40km		2	OS2
100G SWDM4	MSA		有り	2	OM5
100G DR1	MSA	500m		2	OS2

400G伝送仕様色々

名称	仕様	距離	FEC	芯数	ファイバー
4000G SR16	IEEE 802.3bs	100m	有り	32	OM4
400G DR4	IEEE 802.3bs	500m	有り	8	OS2
400G FR4	MSA	2Km	有り	2	OS2
400G FR8	IEEE 802.3bs	2Km	有り	2	OS2
400G LR8	IEEE 802.3bs	10Km	有り	2	OS2
400G FR4	MSA(100G Lambda)	2Km	有り	2	OS2
400G CWDM8	MSA	2Km	有り	2	OS2
400G CWDM8-10	MSA	10km	有り	2	OS2
400G SR4.X	IEEE 802.3cm?	100m	有り	8	OM4
400G SR8	IEEE 802.3cm?	100m	有り	16	OM4
400G ZR	MSA OIF	40km	有り	2	OS2

アダプタ関係

- QSFP/SFPアダプタ
- CFP2/QSFPアダプタ
- Infiniband / Ominipathとの互換性
- QSFP28とQSFP56-DDの互換性
- OSFPとQSFP56-DDのアダプタ
- ブレイクアウト接続
- CFP8/QSFP-DDアダプタは見たことない



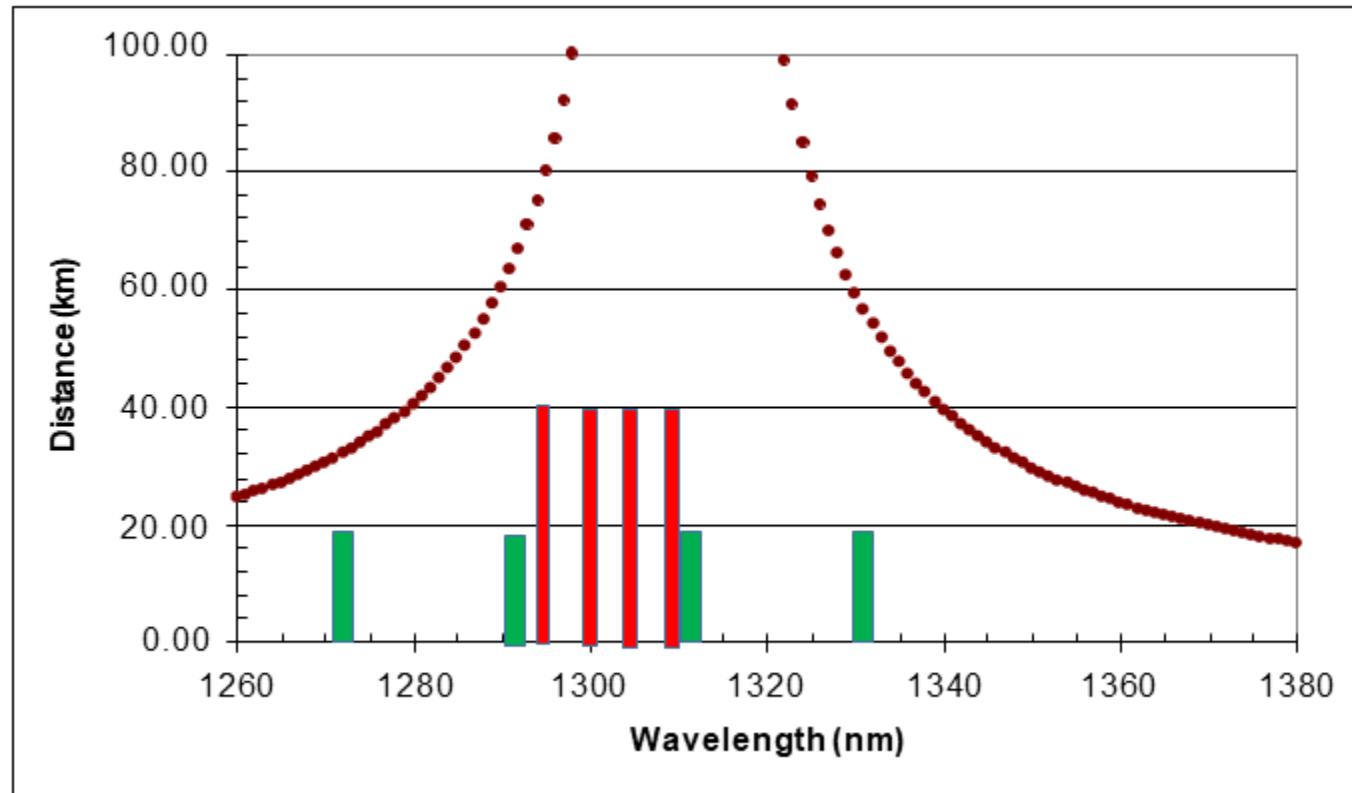
各伝送モードのLR4との違い

仕様	距離	TX	WDM	RX	FEC	
100G ER4	40Km	Cooled EML	LAN WDM	SOA	OFF	LR4にSOAを追加
100G ER4Lite/ER4f	40Km	Cooled EML	LAN WDM	APD	ON	LR4にAPDを追加
100G LR4	10Km	Cooled EML	LAN WDM	PIN	OFF	
100G 4WDM-10/eCWDM4	10Km	DML	CWDM	PIN	ON	LR4から波長保証を省く
100G CWDM4	2Km	DML	CWDM	PIN	ON	
100G CWDM4-OCP	500m	DML	CWDM	PIN	ON	動作保証範囲を狭く

使用するファイバーはすべて同じ二心シングルモード

部品点数はER4>ER4lite>LR4>CWDM4>CWDM4-OCPなのでMTBFの見積もりもこれに準じる

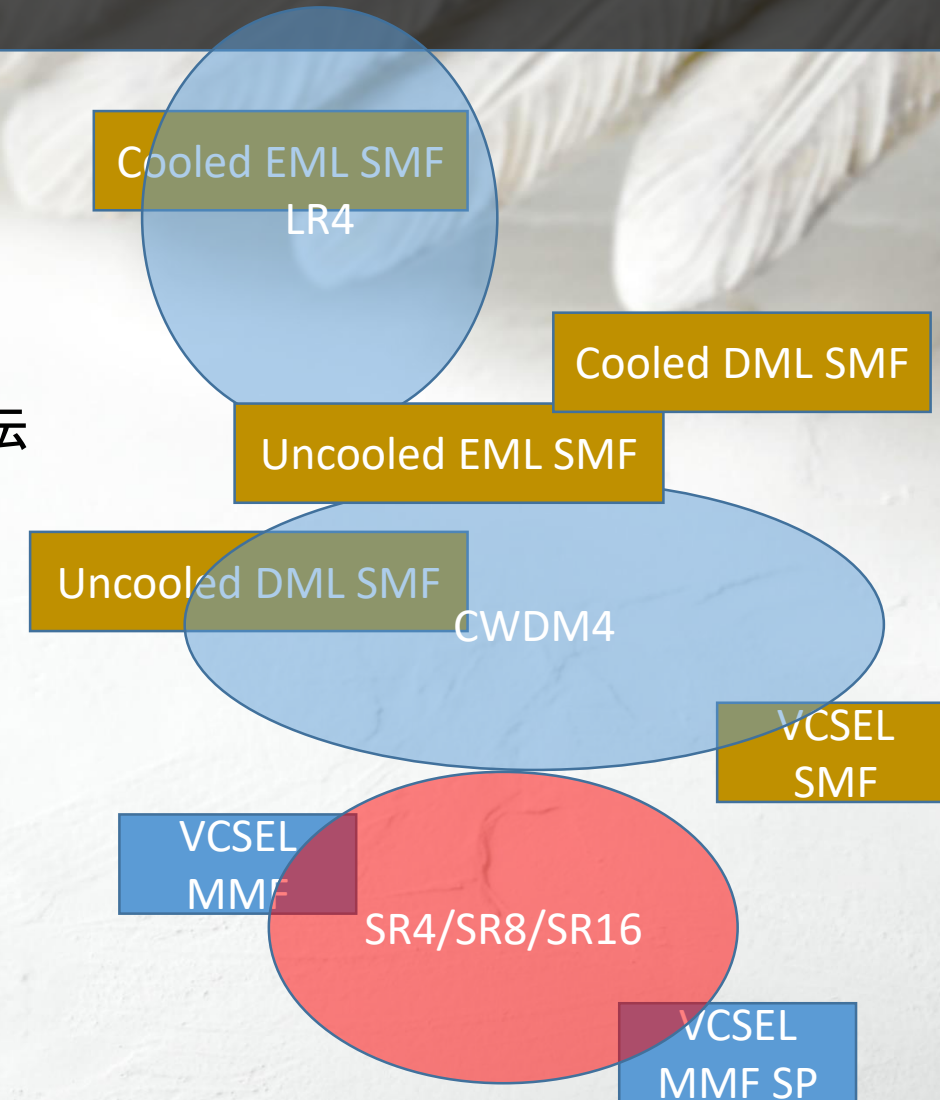
LAN WDM vs CWDM 分散ゼロの窓



- 10G baudを超える変調速度では光ファイバーの分散が問題になる。
- O band 1310nmが分散最小点でこれから離れると分散が大きくなり高速な変調が使えなくなる。
- C bandの方が減衰は少ない
- 赤がLR4の波長
- 緑がCWDM4の波長

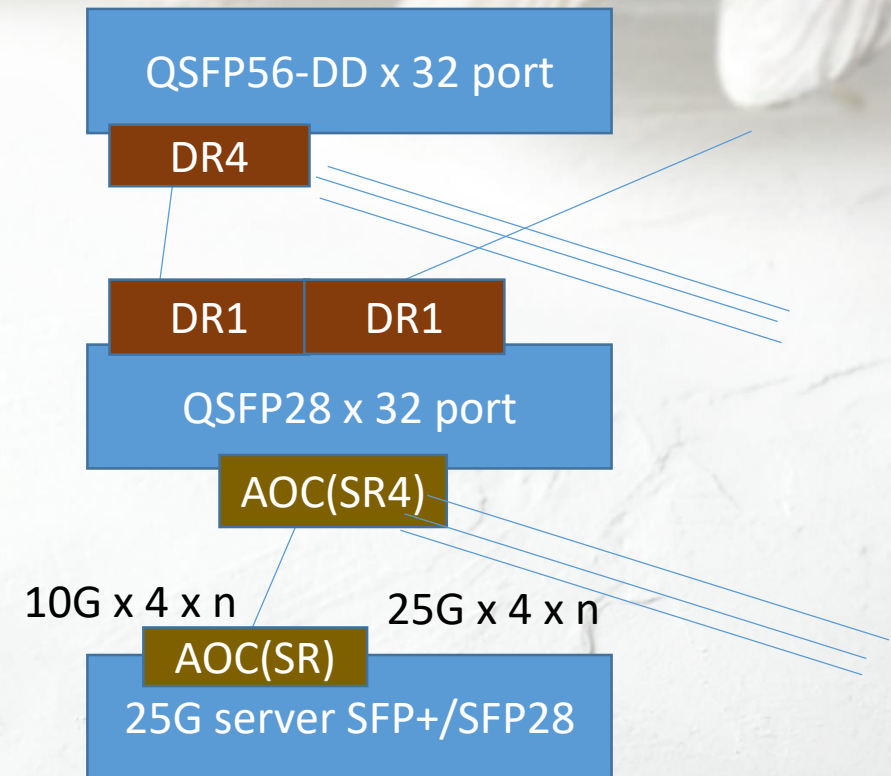
コスト要素

- レーザーの種類
 - EML SMF Temp Control(cooled)
 - 長距離伝送装置でも使われるタイプ。高いし消費電力も大きい
 - VCSEL MMF
 - メモリー等と同等の半導体プロセスで製造できるため低価格光伝送の主役
 - Uncooled DML SMF
 - Uncooled EML SMF
 - VCSEL MMF silicon photonics integration
 - VCSEL SMF(O-band VCSEL)
- 受信素子
 - PIN:標準
 - APD:受信感度強化
 - SOA:受信アンプ



ブレイクアウトケーブルの多用

- 同じファブリックチップを採用している箱であれば、高速ポートにまとめた方がコストが安い。
- 低速な接続に対応するにはブレイクアウト接続をすればよい。
- 400G DR4/AOC
- 100G PSM4/AOC



シャーシ側のインターフェース

	SerDes	Lane数	容量	対応ファブリックチップ
SFP+	10G	1	10G	Trident2
SFP28	28G(FEC込み)	1	25G	Tomahawk1,2
SFP56	56G(FEC込み)	1	50G	tomahawk3
DSFP56	56G(FEC込み)	2	100G	tomahawk3
QSFP10	10G	4	40G	Trident2
QSFP28	28G(FEC込み)	4	100G	Tomahawk1,2
QSFP28-DD	28G(FEC込み)	8	200G	Tomahawk1,2
QSFP56-DD	56G(FEC込み)	8	400G	tomahawk3

100G DR1はQSFP28とDSFP56両方の実装があり得る