

# ネットワークを支えるケーブルファシリティ 2023 光コネクタ編

11/21(火)

センコーアドバンス株式会社 大江直樹



# アジェンダ

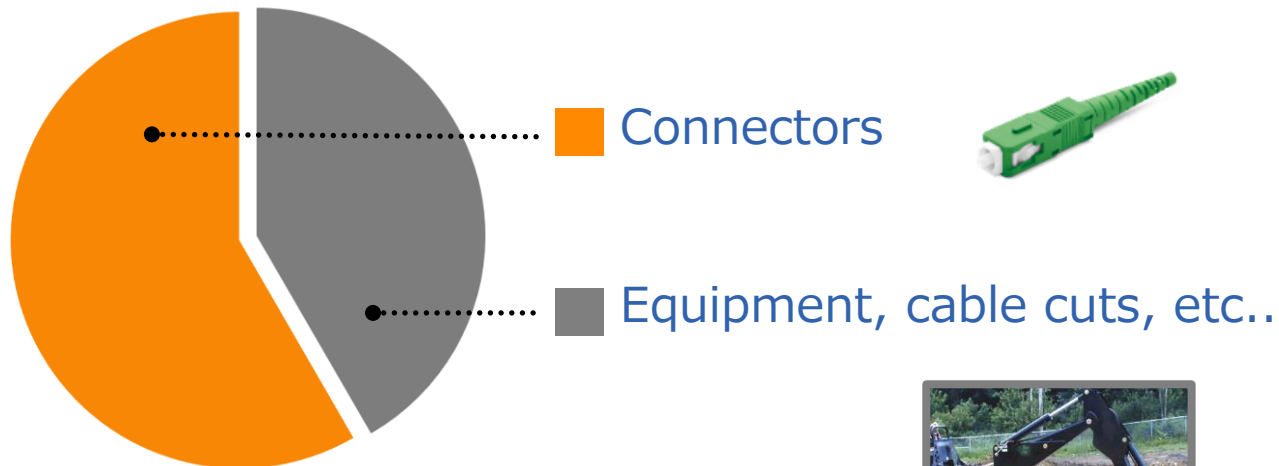
- ・なぜ光コネクタが重要なのか？
- ・光コネクタの種類
- ・ネットワーク敷設で重要なポイント
  - Performance: 光学特性
  - Reliability: 信頼性
  - Scalability: 拡張性
  - Sustainability: 環境への配慮

# なぜ光コネクタが重要なのか？

---

# なぜ光コネクタが重要なのか？

50%以上のネットワークトラブルは、コネクタに関連している!!



\*Source : BICSI & JDSU



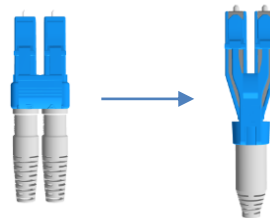
# ネットワークトラブル原因のTop5

1<sup>st</sup> フェルール端面の汚れ

2<sup>nd</sup> フェルール端面の清掃不足



3<sup>rd</sup> ケーブルラベル貼り付け間違い



4<sup>th</sup> コネクタ自体の破損

5<sup>th</sup> フェルール端面の破損

*\*Source : NTT Advanced Technology*

# 光コネクタ 種類

FCコネクタはNTTが開発  
1心光コネクタ  
2.5mmジルコニアフェルールを採用  
コネクタハウジングにメタルを使用  
ねじ込み嵌合

STコネクタ



1st Generation

SCコネクタ

MPOコネクタはNTTが開発  
多心光コネクタ  
樹脂製のMTフェルールを採用  
コネクタハウジングに樹脂を使用  
プッシュプル嵌合



MUコネクタ

LCコネクタはLucent Technologies社が開発  
1心光コネクタ(2心Unibootタイプ有)  
1.25mmジルコニアフェルールを採用  
コネクタハウジングに樹脂を使用  
ラッチ嵌合(RJ-45同様)  
小型コネクタ SFF(Small Form Factor)



1980's

1990's

2nd Generation

FCコネクタ



MPOコネクタ



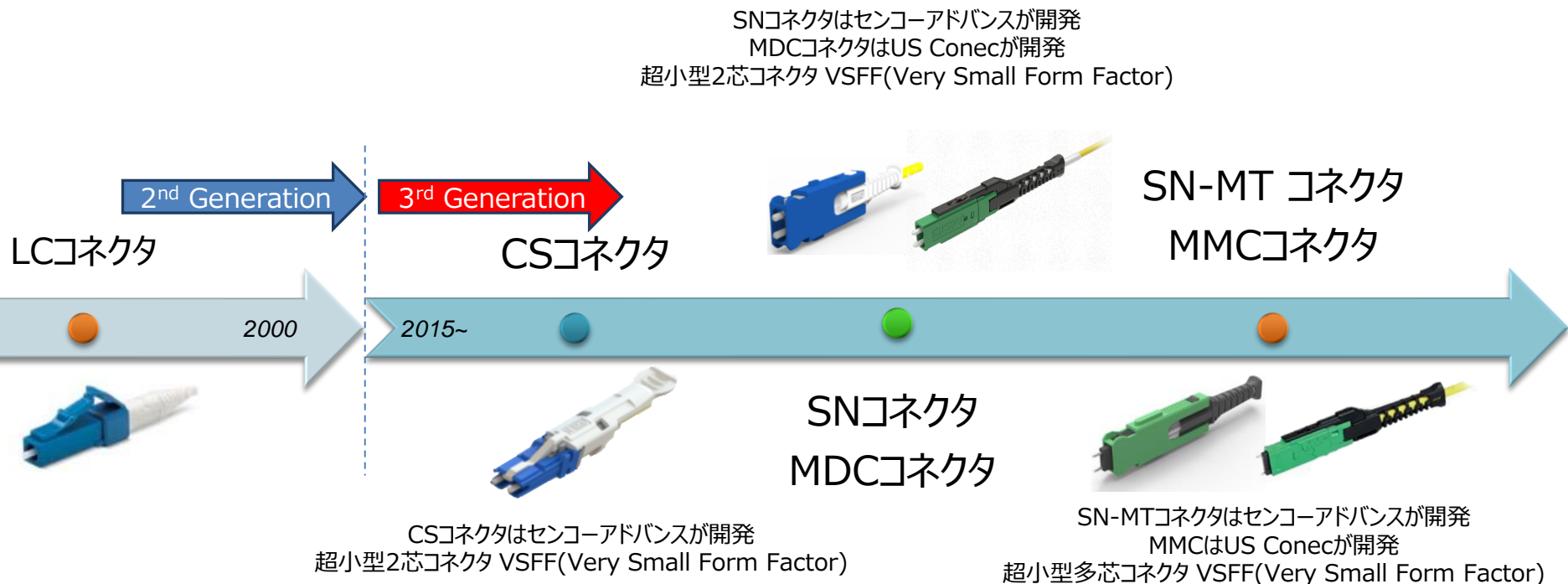
LCコネクタ

STコネクタはAT&T社が開発  
1心光コネクタ  
2.5mmジルコニアフェルールを採用  
コネクタハウジングにメタルを使用  
バヨネット式嵌合

SCコネクタはNTTが開発  
1心光コネクタ  
2.5mmジルコニアフェルールを採用  
コネクタハウジングに樹脂を使用  
プッシュプル嵌合

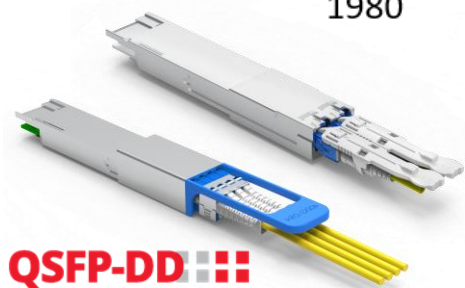
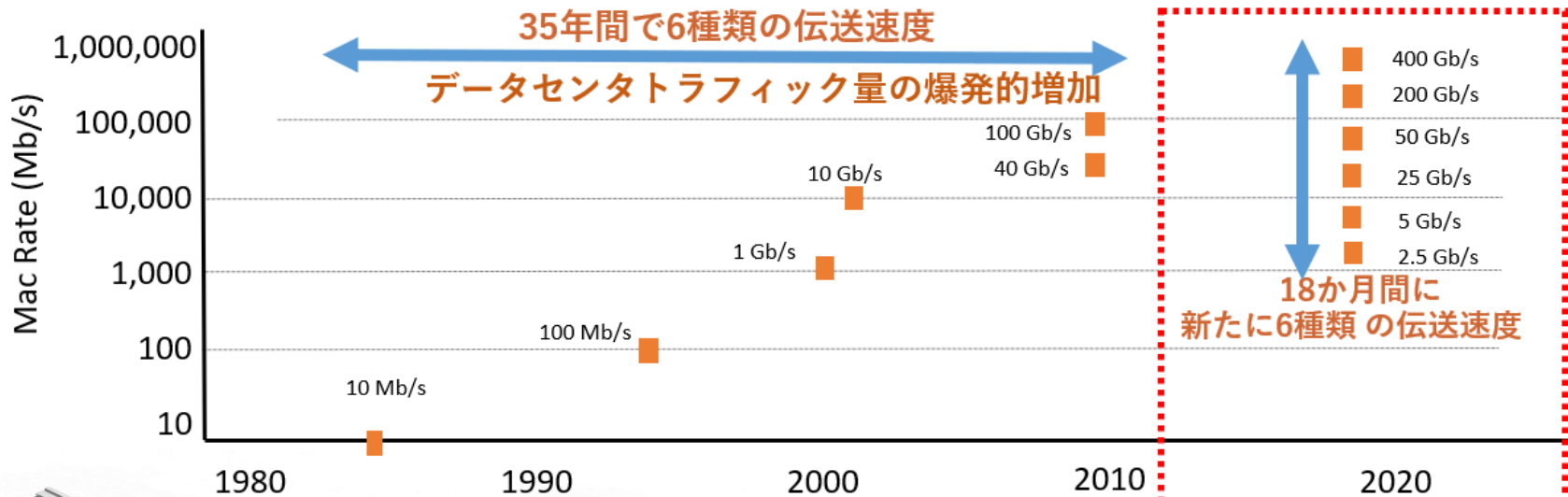
MUコネクタはNTTが開発  
1心光コネクタ  
1.25mmジルコニアフェルールを採用  
コネクタハウジングに樹脂を使用  
プッシュプル嵌合  
小型コネクタ SFF(Small Form Factor)

# 光コネクタ 種類

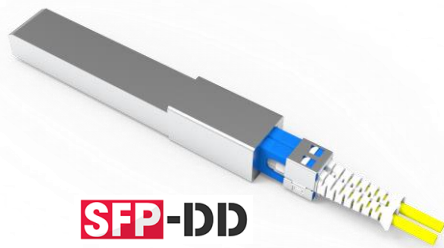




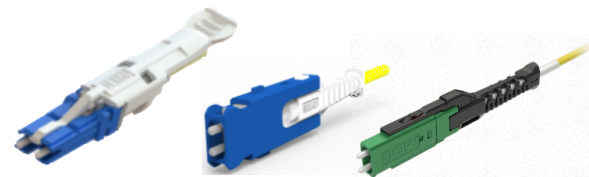
# 伝送速度の規格とコネクタの進化



QSFP-DD



SFP-DD



# ネットワーク敷設で重要なポイント①

## Performance: 光学特性

---

# 本当にロスが低いコネクタを選ぶには？

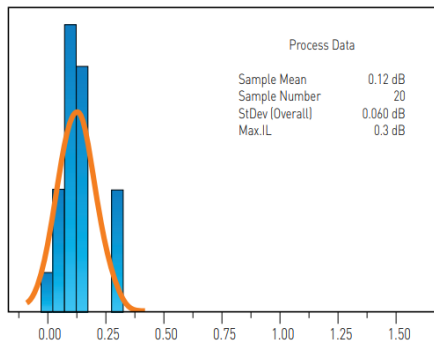
## 光コネクタ選びで重要なIL(Insertion Loss)

光コネクタを選ぶ際には...  
マスタージャンパーと嵌合させたILではなく  
ランダムジャンパーと嵌合させたILをCheck!

## IEC ランダム嵌合時のIL基準

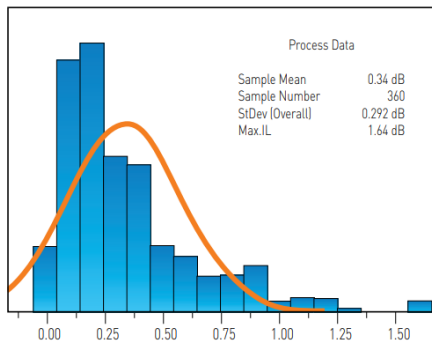
Grade A*	≤ 0.07 dB mean	≤ 0.15 dB max. for >97% of samples
Grade B	≤ 0.12 dB mean	≤ 0.25 dB max. for >97% of samples
Grade C	≤ 0.25 dB mean	≤ 0.50 dB max. for >97% of samples
Grade D	≤ 0.50 dB mean	≤ 1.00 dB max. for >97% of samples

### Batch n°1 低品質SCコネクタ

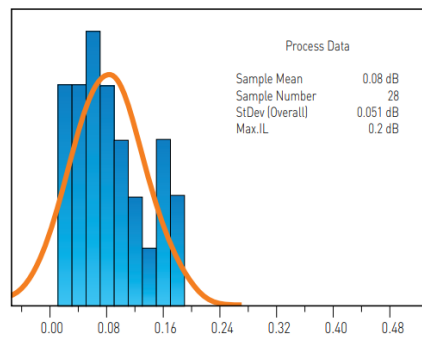


IL measured against Master Patchcord  
Meets GR-326 Max IL 0.4dB

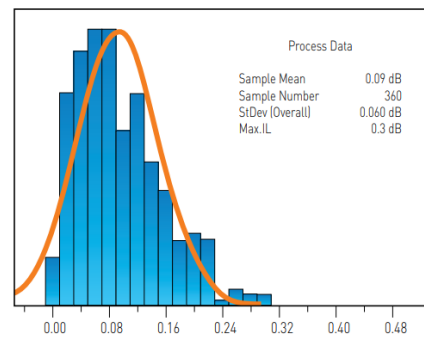
### Batch n°2 高品質SCコネクタ



IL measured by Random Mating  
Exceed IEC Random Mating Grade D



IL measured against Master Patchcord  
Meets GR-326 Max IL 0.4dB

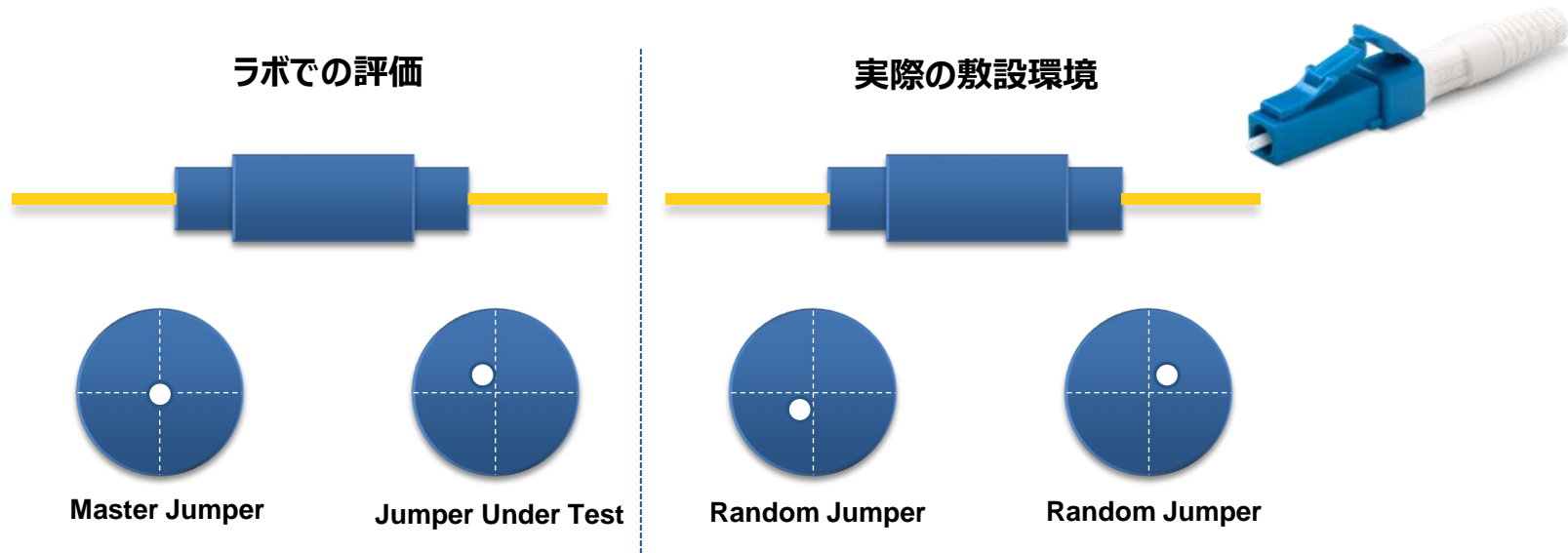


IL measured by Random Mating  
Exceed IEC Random Mating Grade B

[IL-random-mating-master-jumper \(senko.com\)](http://IL-random-mating-master-jumper (senko.com))

# ロス試験環境と、実際の敷設環境の違い

マスタージャンパーとの嵌合でILを測る場合=IECが提唱しているランダム嵌合をしていない



敷設時のILは高くなってしまふ

# ネットワーク敷設で重要なポイント②

## Reliability: 信頼性

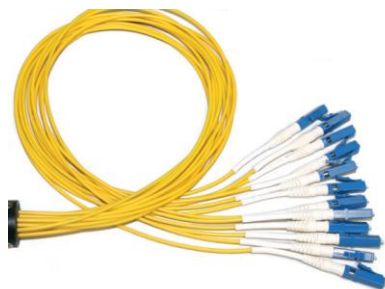
---

# ネットワーク機器、光コネクタ等の耐用年数



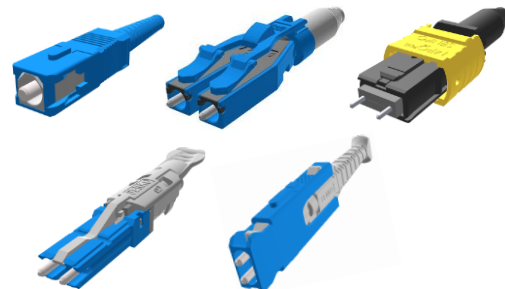
通信機器

5  
Years



光ファイバー

40  
Years



光コネクタ

20  
Years

# 光コネクタのパフォーマンスを20年維持するには？



“

どういった光コネクタを選べば、  
20年後も正常に使えるようになるんだろう？

”

# 一つの答え:GRテストをクリアしている製品を選ぶ

## GRテストとは？

旧Telcordiaが規格をした、光部品に対する評価基準  
20年の耐用年数を旨す目的で作られた



GR 326  
(FOC TPR 9409)  
SM光コネクタ・アダプタ



GR 1435  
(TPR 9431)  
多芯光コネクタ・アダプタ



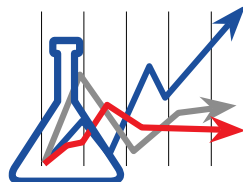
# GRテスト項目



## General Requirements

評価項目の一例

- ・相互換性評価
- ・菌繁殖評価
- ・可燃性評価



## Service Life Testing

評価項目の一例

- ・高温試験
- ・温湿度サイクル
- ・振動
- ・引張



## Extended Service Life & Reliability Tests

評価項目の一例

- ・追加高温試験
- ・追加温湿度サイクル

Service Life Testingは同じサンプルを一気通貫で評価

# General Requirements



## 相互換性評価

異ベンダーとの組み合わせでも、正常に嵌合し、機能するか？



## 可燃性評価

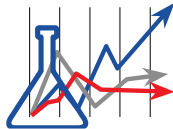
UL 94 V-1、V-0の難燃性規格を遵守できているか？



## 菌繁殖評価

ATSM-G21-96に沿った菌繁殖試験を行い、菌の発生を基準値以下におさえることができるか？

# Service Lifetime Test



## 環境試験



高温  
85°C 168時間



温度サイクル  
-40~75°C 168時間



高温  
75°C 95%RH 168時間



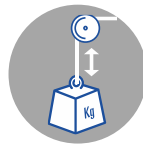
温湿度サイクル  
-10~65°C 90~100%RH  
168時間



乾燥  
75°C 24時間



再度温度サイクル



## 機械試験 \*SCコネクタ前提



振動  
XYZ方向 各2時間



フレックス  
0.9kg 0~90~0~-90~0°  
100サイクル



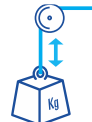
プルーフ  
0°4.5kg  
90°2.3kg 各5秒



インパクト  
1.5m  
8回



ツイスト  
1.35kg 左右2.5回転  
10回



引張  
0°2.0kg、90°2.0kg、  
135°0.25kg



繰り返し挿抜  
200回

全ての試験前後、試験中にIL・RLを測定。基準値以上の増減があれば失格

# Extended Service Life Test



## 追加環境試験

\*細かいルールがあり、下記は条件の一例



高温

85°C 2000時間  
or 5000時間



高湿

75°C 95%RH  
最低2000時間  
or 5000時間



温度サイクル  
-40~75°C  
4000時間



## 露出試験 (一例)



浸水試験



防塵試験



塩水試験

試験前後、試験中にIL・RLを測定。基準値以上の増減があれば失格

# GR試験に落ちるコネクタ = 長期的な信頼性は…?

Figure 6: Sub-standard material causes

- A) discoloration of components
- B) structural defect

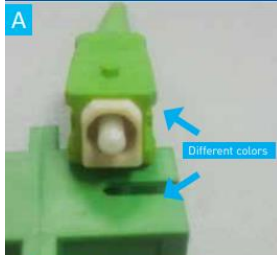


Figure 8: Improper crimp ring placement during crimping

Crimp ring too low



Crimp ring right position



Figure 5: Non-compliant to standard dimension could cause

- A) Fitting mismatch or even
- B) Damage during operations

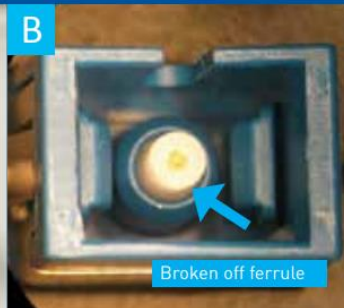
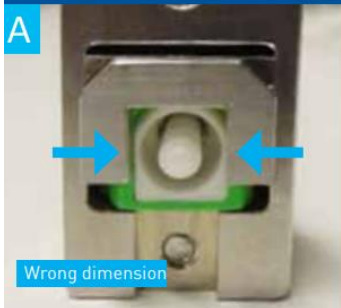
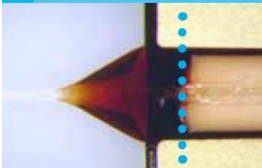
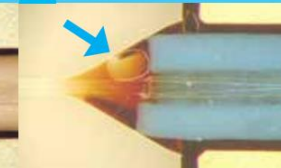


Figure 9: Samples of connector terminations quality

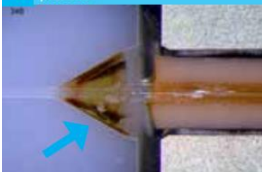
A Buffer not fully inserted to back of ferrule



B Air bubble due to poor production process



C Insufficient Epoxy used in the process



D Acceptable connector that passed the testing

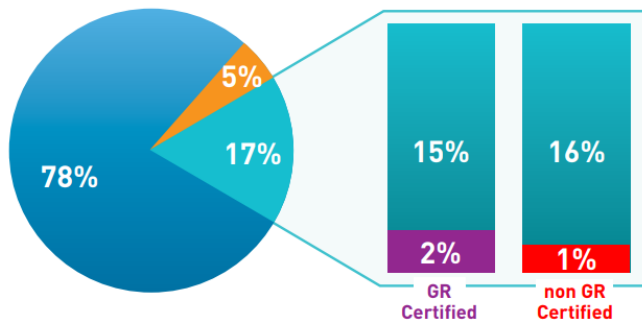


[GR326-New-White-Paper.pdf \(senko.com\)](#)

# コストで見るGRテストの必要性

## ネットワーク敷設コスト分析

### GR326準拠コネクタ VS 非準拠コネクタ

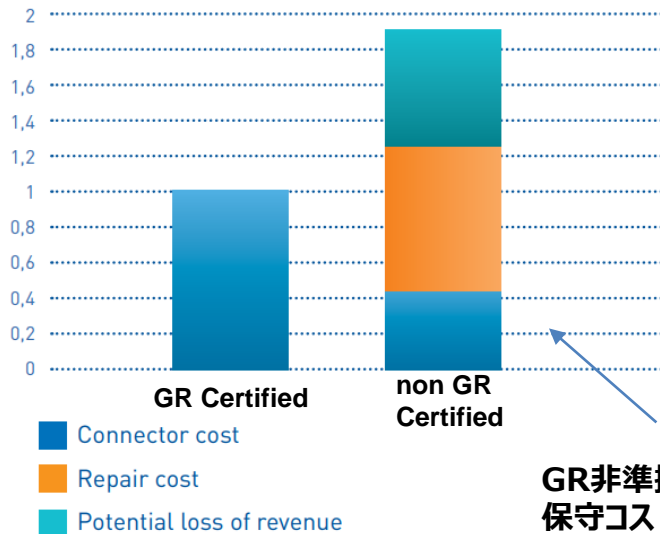


- Civil+Labour
- Active material cost
- Passive material cost (excluding connector)
- Connector cost (GR Certified)
- Connector cost (non-GR Certified)

GR326準拠コネクタと  
そうでないコネクタの  
コスト割合はトータルで見ると  
1%しか変わらない！

## 20年間の保守コスト分析

### GR326準拠コネクタ VS 非準拠コネクタ



GR非準拠コネクタは  
保守コストがかかる！

[GR326-New-White-Paper.pdf \(senko.com\)](https://senko.com/GR326-New-White-Paper.pdf)

# ネットワーク敷設で重要なポイント③

## Scalability: 将来の拡張性

---

# ファイバ芯数の増加 = 収容の問題

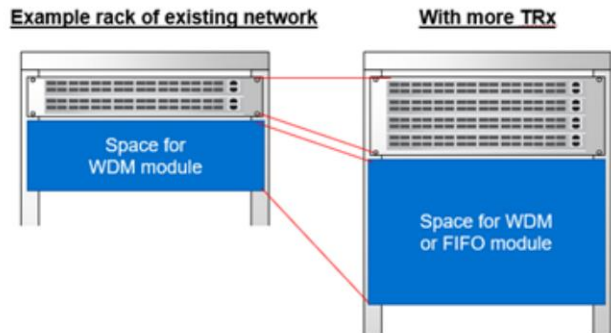


Figure B.3-6: Illustration of Rack Space Required for TRx Ports and WDM/FIFO Module Using Existing Components

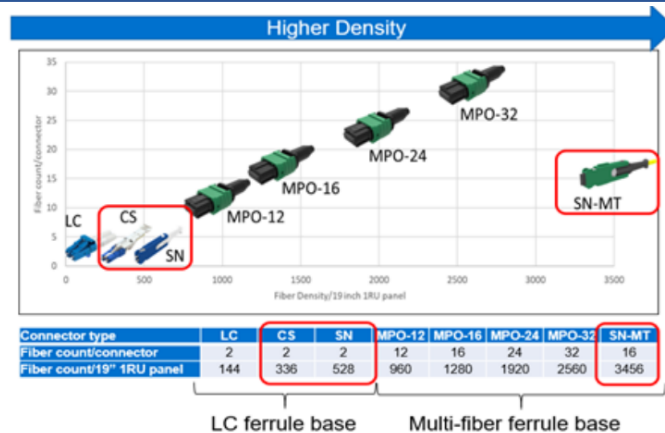


Figure B.3-7: Graph of Fiber Optic Connector Density Comparisons among LC, CS, SN, MPO, and SN-MT Connectors

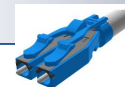
All Photonics Network構想では  
光のEnd-to-Endでの接続が増え、  
より多くのトランシーバーや  
ファイバーの収容が問題に



1つの解決策として  
VSFF(Very Small Form Factor)  
コネクタを使い、省スペースでの収容が  
議論されている

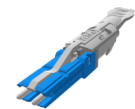
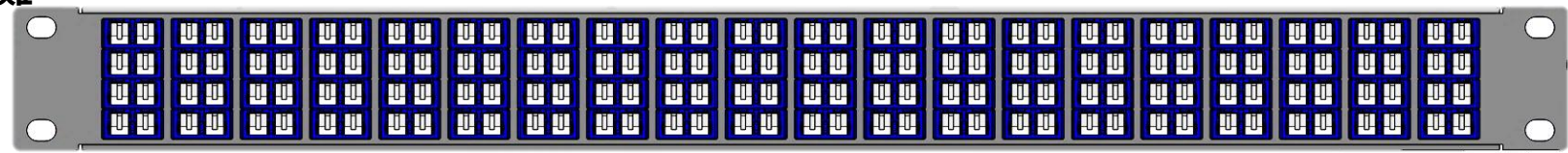
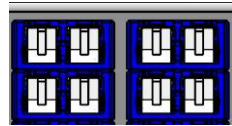


# 144芯/RUパッチパネル



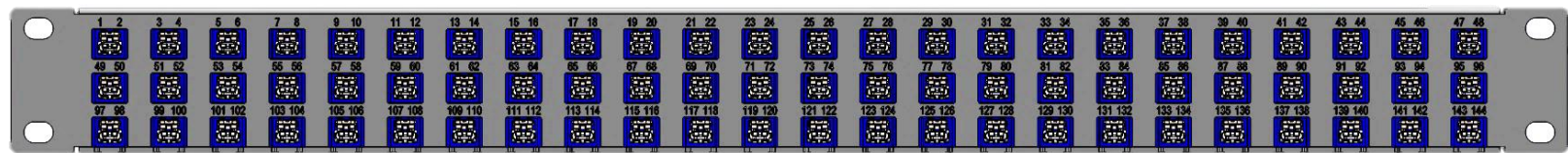
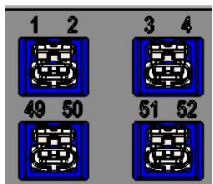
LC 2芯アダプタ\*72 = 144芯

Port #管理が困難



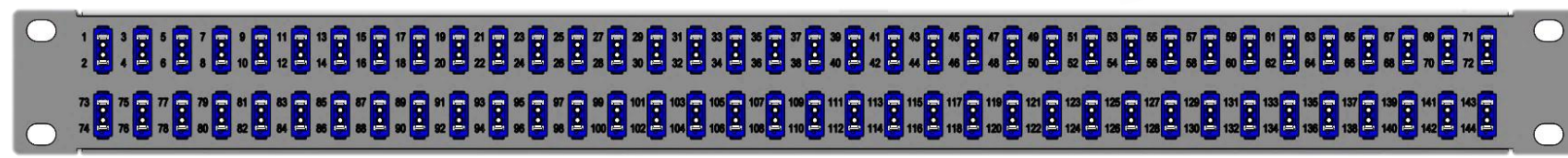
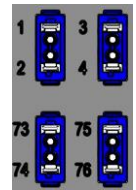
CS 2芯アダプタ\*72 = 144芯

Port #管理可能



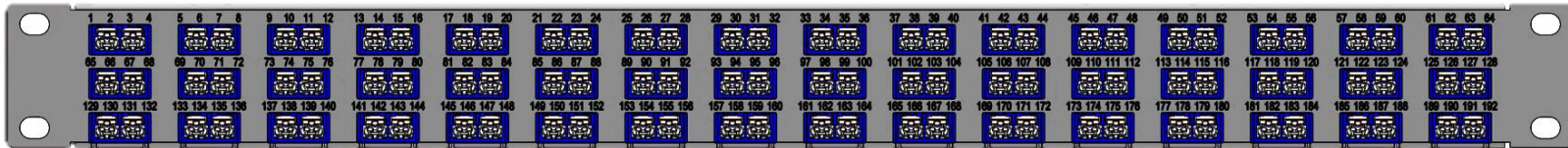
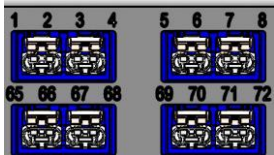
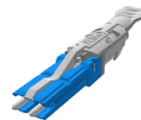
SN 2芯アダプタ\*72 = 144芯

Port #管理可能

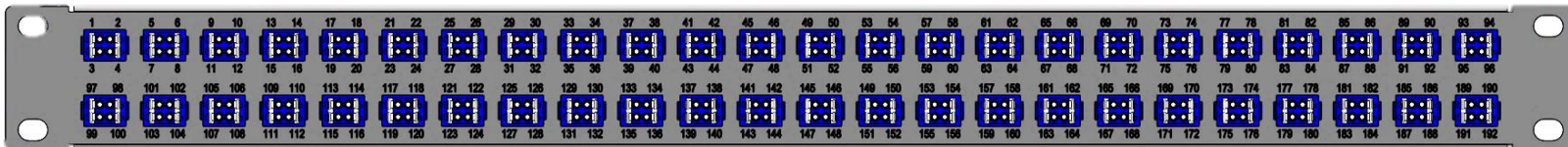
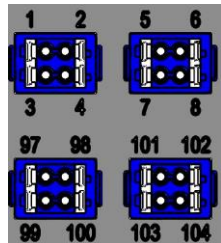


# 192芯/RUパッチパネル

CS 4芯アダプタ\*48 = 192芯

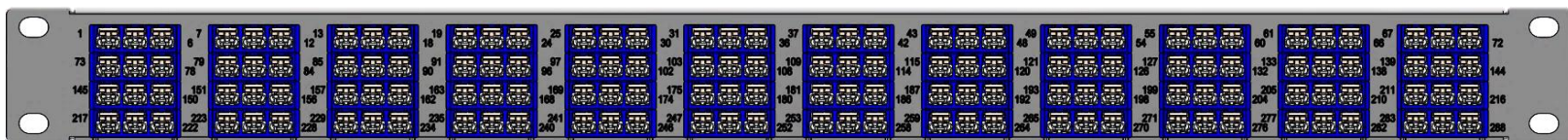


SN 4芯アダプタ\*48 = 192芯

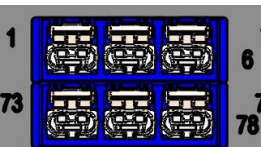
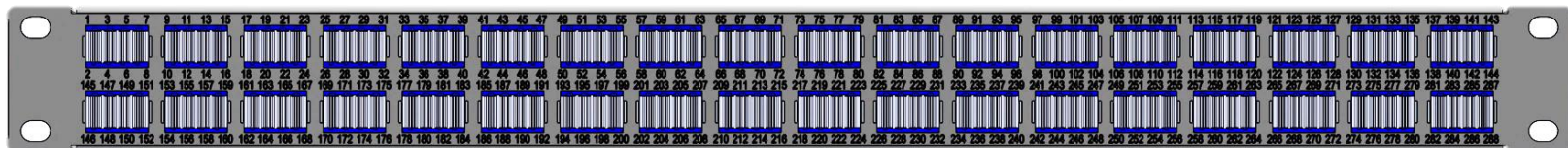


# 288芯/RUパッチパネル

CS 6芯アダプタ\*48 = 288芯



SN 8芯アダプタ\*36 = 288芯



# 敷設のスピード スプライス vs コネクタ

	コネクタ	スプライス
敷設に必要な物	端面検査機 端面クリーナー	融着接続器 融着接続キット 端面検査機 端面クリーナー
作業時間	短い	長い
作業者のスキル	問わない	トレーニングが必要
余長管理	NW構成時に要考慮	不要

	Cable size	Preparation	Splice and Coil	Total
1x Fiber tech per joint	4-fiber	20-min	10-min	30-min
	8-fiber	20-min	20-min	40-min
	12-fiber	25-min	30-min	55-min
	24-fiber	35-min	45-min	1-hr 20-min
	48-fiber	40-min	1-hr 20-min	2-hr

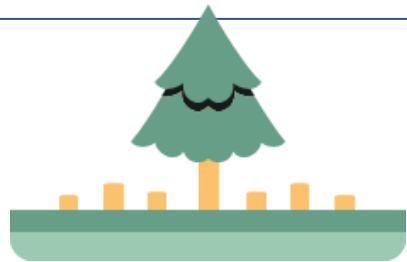
[IP-9-Whitepaper-ongoing02.pdf \(senko.com\)](#)

# ネットワーク敷設で重要なポイント④

## Sustainability: 環境への配慮

---

# ICT業界の環境への影響



## 森林伐採

平均的なデータセンターの面積9,000 m<sup>2</sup>.



## 冷却・水

平均的なデータセンターは、  
3万～5万人規模の都市と同程度の水を消費



## エネルギー消費

ICT業界は世界の電力の  
4～6%を消費(2020年)



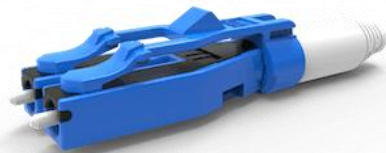
## 温室効果ガス排出

クラウドデータセンターは世界の温室効果ガスの  
3.7%を排出。民間航空産業の排出量よりも多い



# プラスチック使用量の比較

LC コネクタ2芯



プラスチック使用量:

**2.8g**

MPOコネクタ



プラスチック使用量:

**3.2g**

SNコネクタ



プラスチック使用量: **0.8g**

**70%**

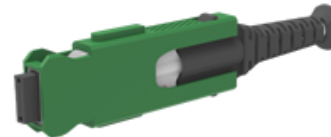
CSコネクタ



プラスチック使用量: **1.5g**

**46%**

SN-MTコネクタ



プラスチック使用量:

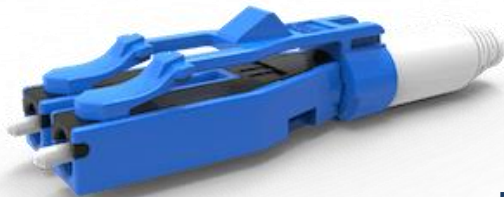
**1.8g**

**43%**

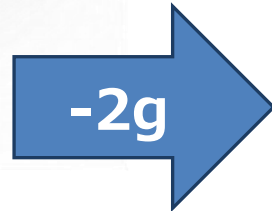
Source: Team Analysis

# プラスチック使用量の削減 = CO<sub>2</sub>の削減

LC コネクタ2芯



プラスチック使用量:  
**2.8g**



SNコネクタ



プラスチック使用量:  
**0.8g**

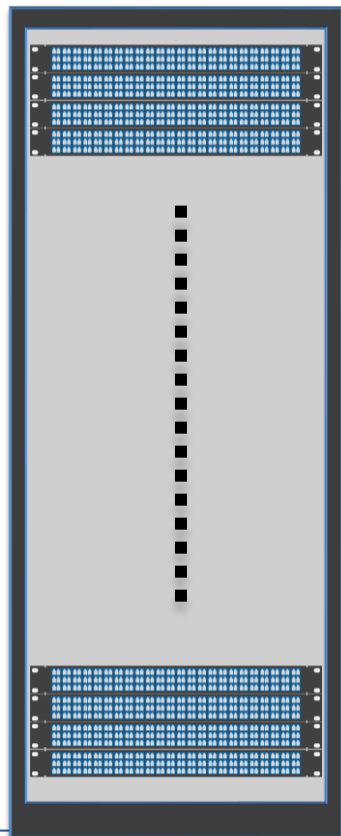
全世界で販売されたコネクタの数  
= **503,000,000** 個 (2021年)

仮に2 g / 個CO<sub>2</sub>を削減したら…

原材料分のみだけで **1,006 トン**のCO<sub>2</sub>を削減



# ラック単位でのCO2削減



通常48RU = 60kgs  
48RU をフル実装した場合 = 300kgs

420kg 

金属成形工程でのCO<sub>2</sub> :

- Laser cutting
- Metal bending
- Powder coating

電力消費 = 224kW

156.8kg 

48RU LCコネクタ

1 RUあたり144芯

- 6,912 芯
- コネクタ100個当たりCO<sub>2</sub>排出量 : 8.4kg

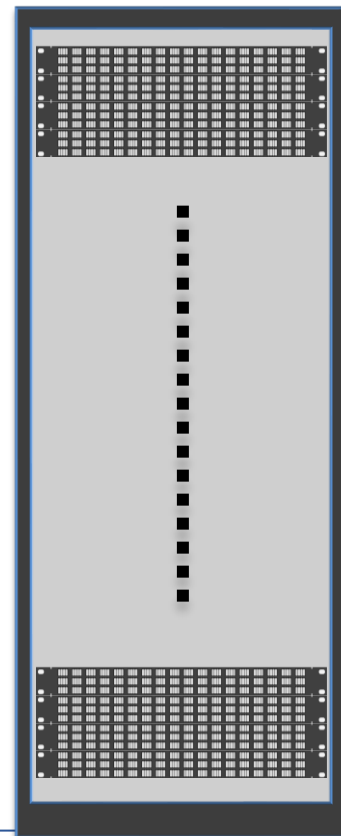
48RU VSFF コネクタ

1 RUあたり432芯

- 20,736 芯
- コネクタ100個当たりCO<sub>2</sub>排出量 : 2.8kg



Source: Team Analysis



# 纏め

- 光コネクタはネットワーク敷設において重要な役割を担っている
- 光コネクタにも様々な種類、その選定におけるポイントがある（PRESS）
  - **Performance**: 光学特性
  - **Reliability**: 信頼性
  - **Scalability**: 拡張性
  - **Sustainability**: 環境への配慮

**Every Connection matters!!**



**SENKO**<sup>®</sup>  
Advanced Components

Growing Together

[www.senko.com](http://www.senko.com)