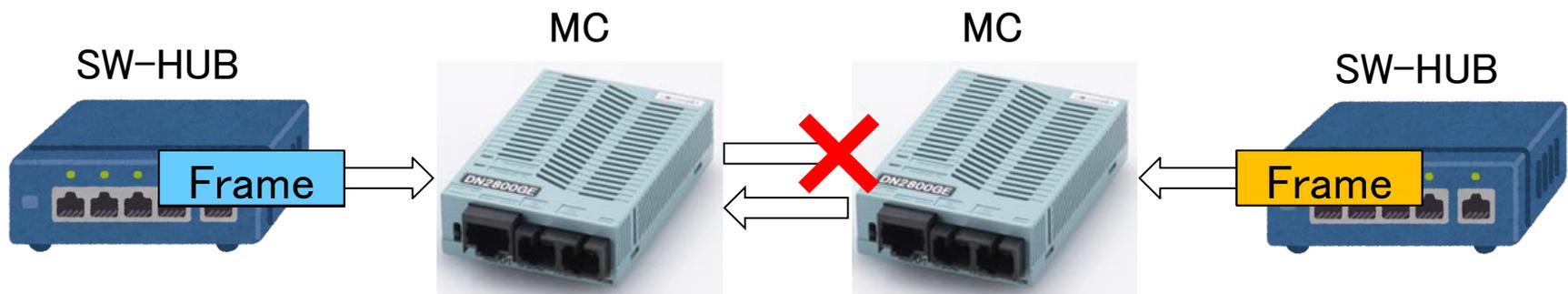


# L1トラブルシューティング！



大電株式会社

坂本充宏

mitsuhiro\_sakamoto@dyden.co.jp

2022/1/28 Janog49@Kagoshima

# Agenda



- Layer1 概要について
- Layer1 への要求について
- トラブル(ケーブル編)
- トラブル(装置(ハードウェア)編)
- トラブル(装置(ソフトウェア)編)

# 自己紹介

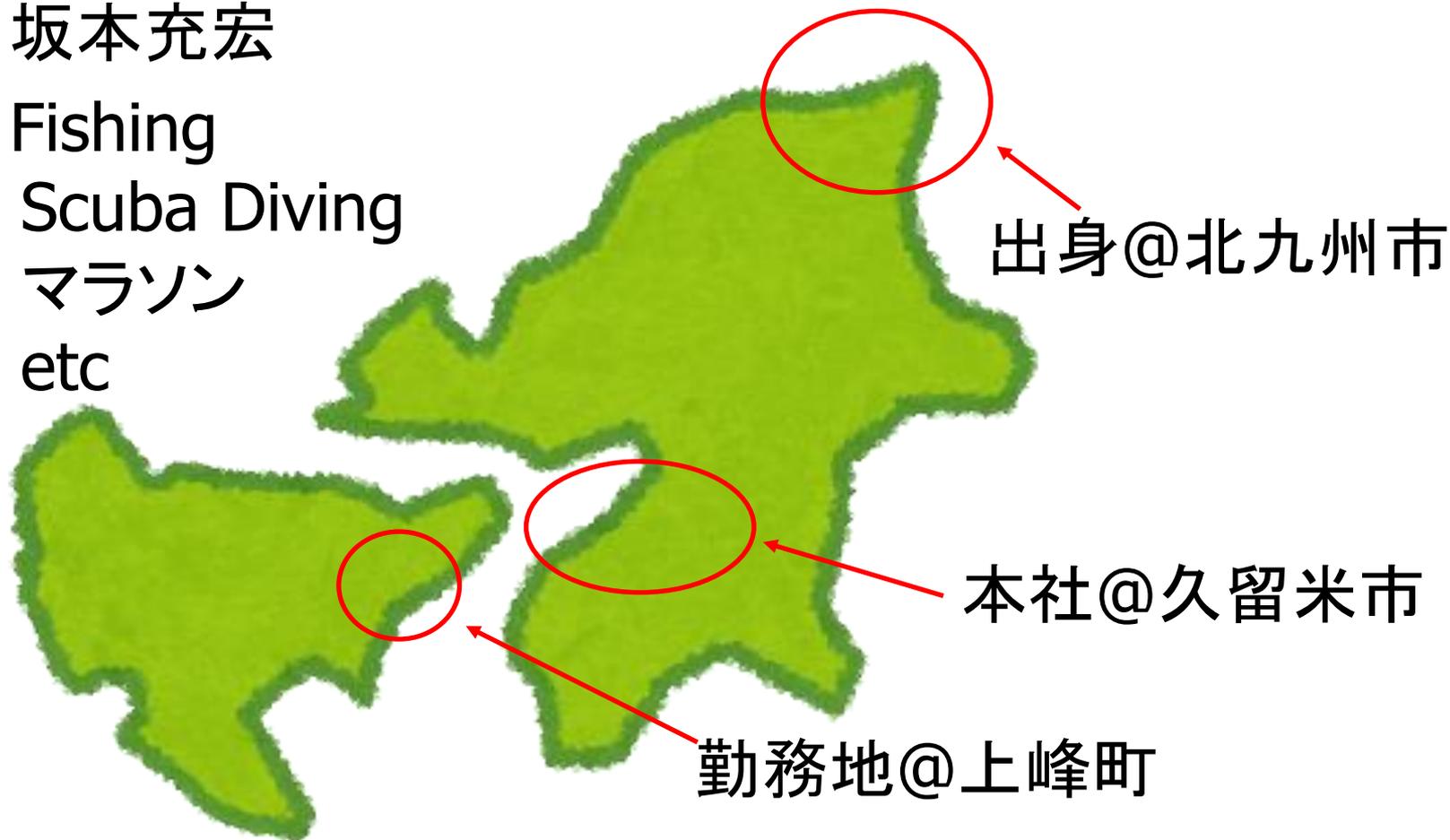
名前: 坂本充宏

趣味: Fishing

Scuba Diving

マラソン

etc



# 自己紹介

## ・経験値

MC/SW-HUB設計・開発(ハードウェア)

⇒Janog47「メディアコンバータって？どうなのよ！」

光トランシーバ選定・評価

⇒Janog48「光トランシーバの発掘！」

開発用測定器選定・構築

⇒未発表(温存中)

今回(Janog49)

「L1トラブルシューティング」

## はじめに

本プログラムでは、光ネットワークシステムの縁の下  
の力持ちであるLayer1にフォーカスしています。  
本プログラムを通して皆さんが光ネットワークシステム  
の構築やトラブル対応での一助になれば幸いです。

また、Result・Consideration事例はあくまでも一例と  
なります。その他の要因の可能性もあります。

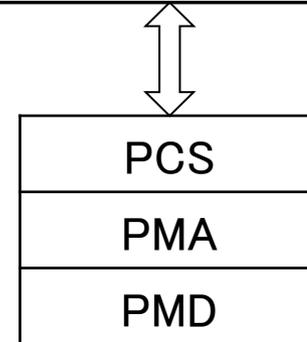
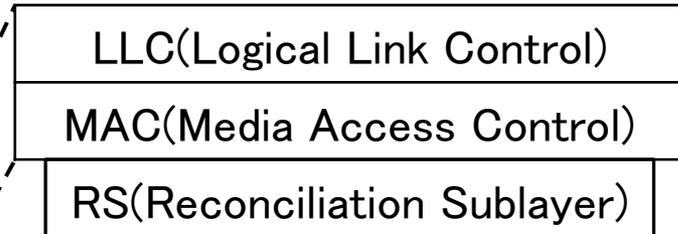
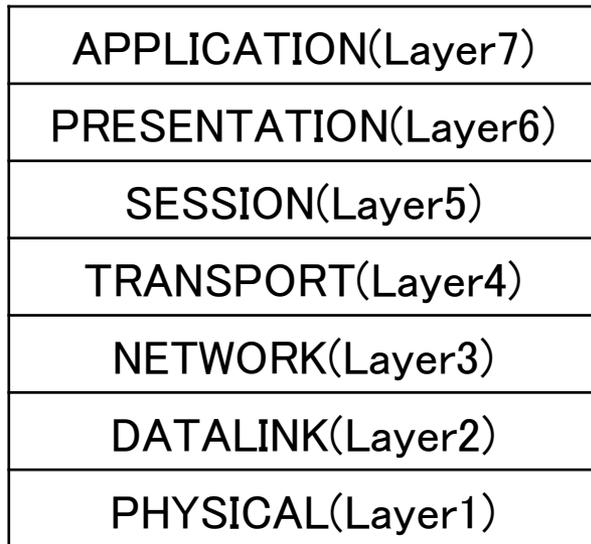
# Agenda



- Layer1 概要
- Layer1 への要求
- トラブル(ケーブル編)
- トラブル(装置(ハードウェア)編)
- トラブル(装置(ソフトウェア)編)

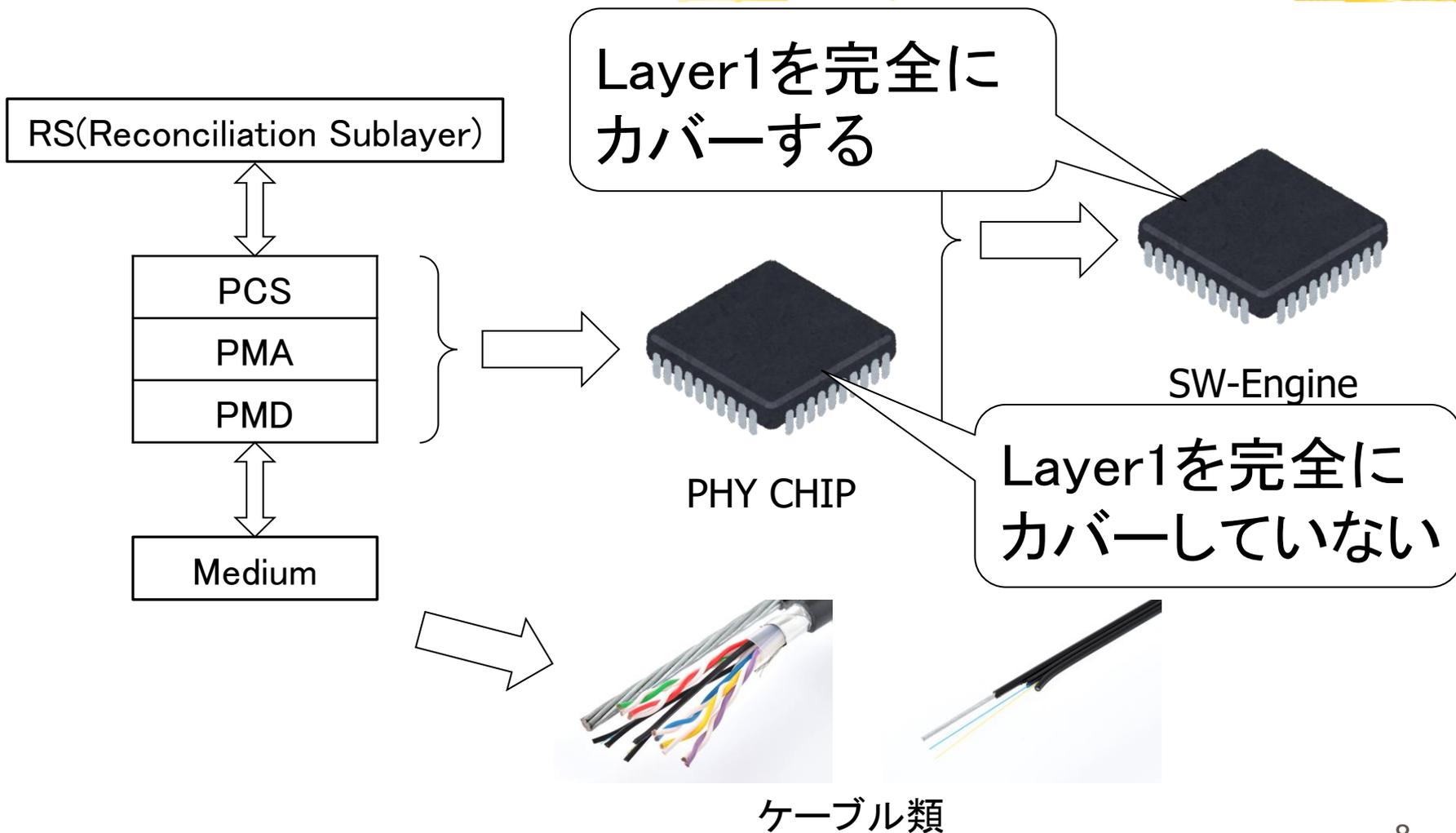
# Layer1概要(IEEE802.3)

## OSI参照モデル



⋮

# Layer1概要(IEEE802.3)



## Layer1概要(IEEE802.3)

Layer1について

OSI参照モデルと一般的に流通しているICは完全にリンクが取れていない。

⇒Layer1機器にとっては設計手法が大きく変わる。

ケーブル類の物理媒体はOSI参照モデルのLayer1に含まれない。

⇒本プログラムではケーブル類も対象とします。

# Agenda



- Layer1 概要
- **Layer1 への要求**
- トラブル(ケーブル編)
- トラブル(装置(ハードウェア)編)
- トラブル(装置(ソフトウェア)編)

# Layer1への要求 (From Users)

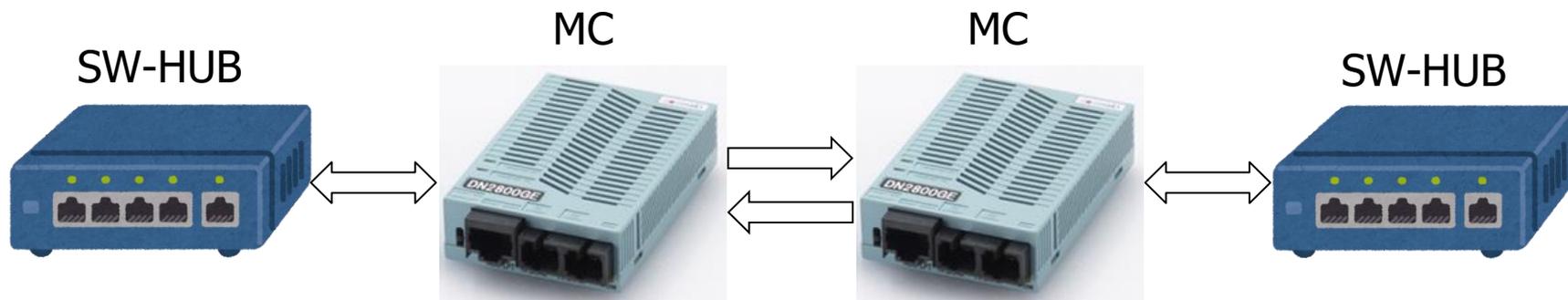


L1はリンクアップして当たり前

L1はリンクダウンすると大変だ



# Layer1への要求 (From Users)

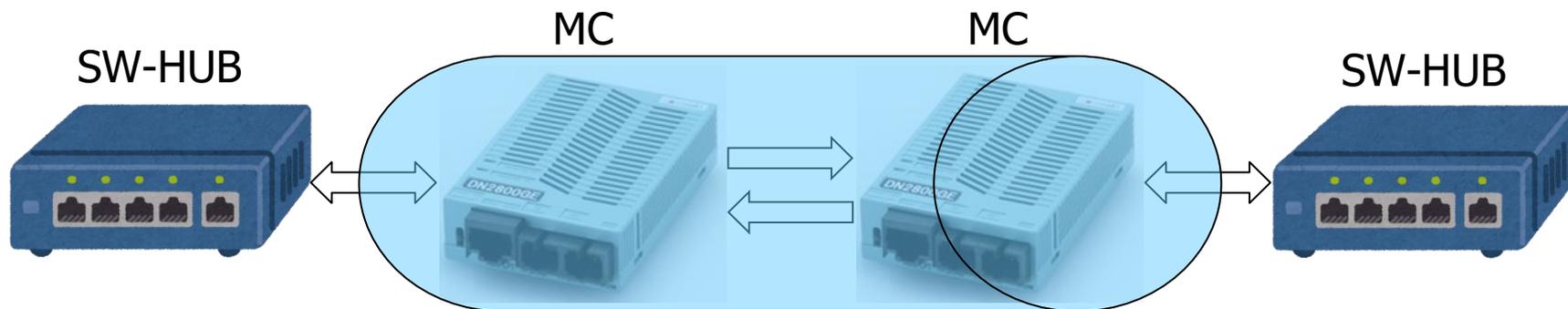


伝送路にMCが入っても同じ

ケーブル接続・電源ONだけで  
動作して欲しい



# Layer1への要求 (From Users)

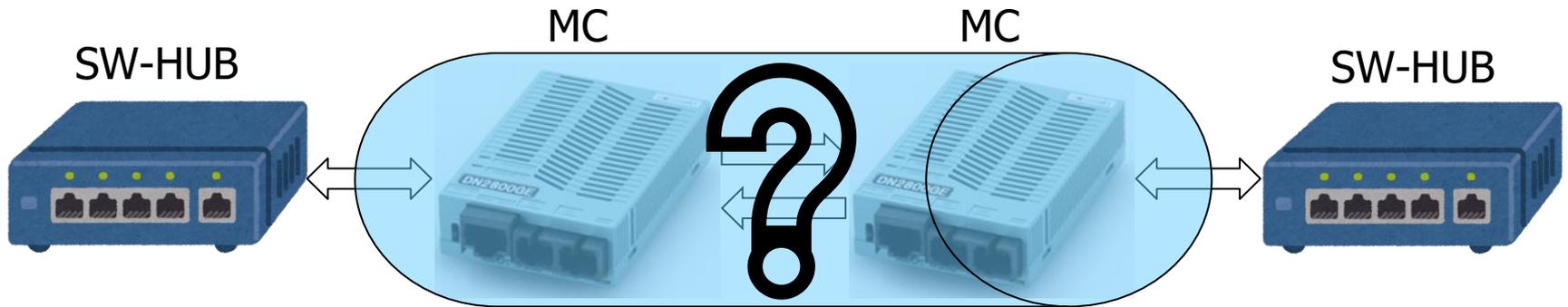


中継機器があっても  
一本のケーブルと見なしたい

リンク情報が連動して欲しい



# Layer1への要求 (From Users)



リンク情報が連動すると  
障害箇所がわからない

障害時切り分けしたい



# Layer1への要求 (From Users)



リンク情報の連動を  
遅らせて欲しい

その他の機能も使いたい



## Layer1への要求 (From Users)

Layer1への要求について

- ・簡単に接続
- ・リンク情報の連動
- ・障害発生時の障害箇所の切り分け
- ・リンク情報連動の制御

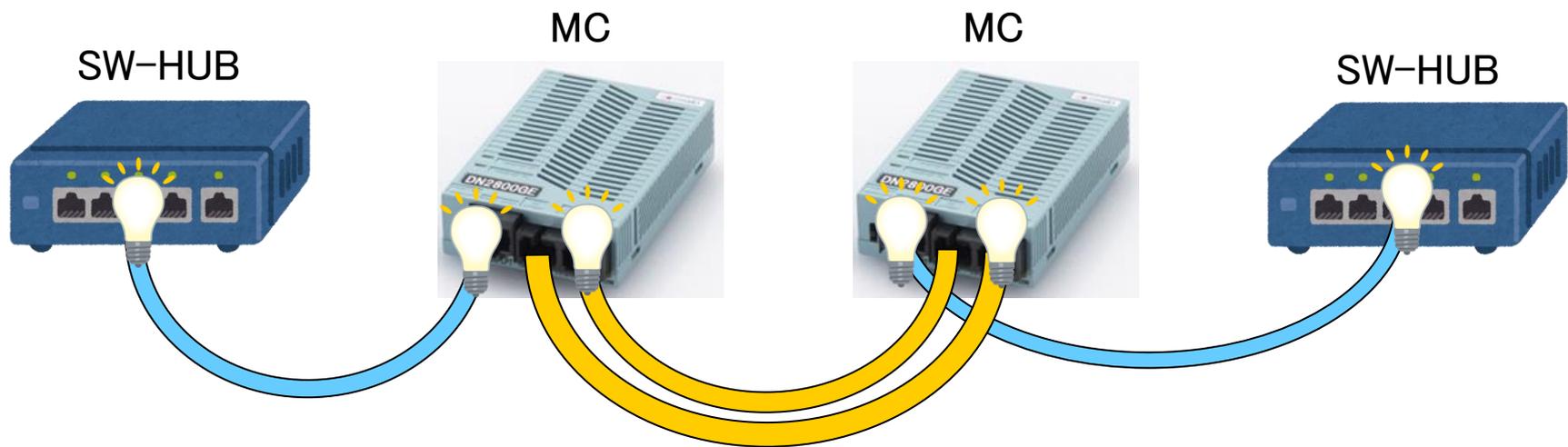


簡単接続・・・リンク制御・・・  
矛盾してない・・・？

機器メーカー

# Layer1への要求 (Solution)

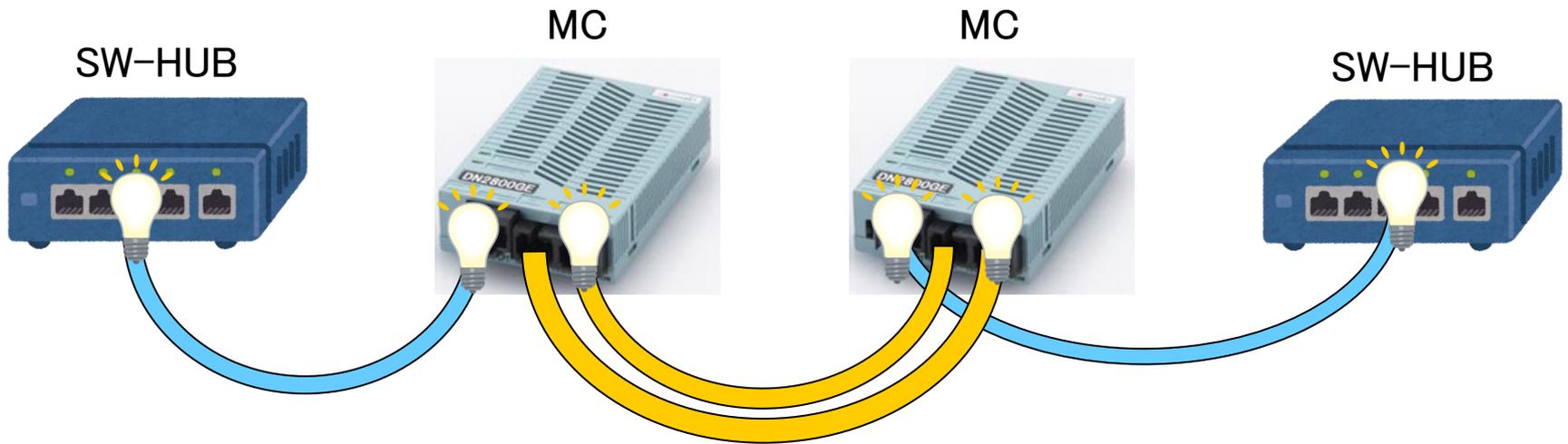
## ケーブル接続・電源ON (第1世代)



接続箇所からリンクアップ

# Layer1への要求 (Solution)

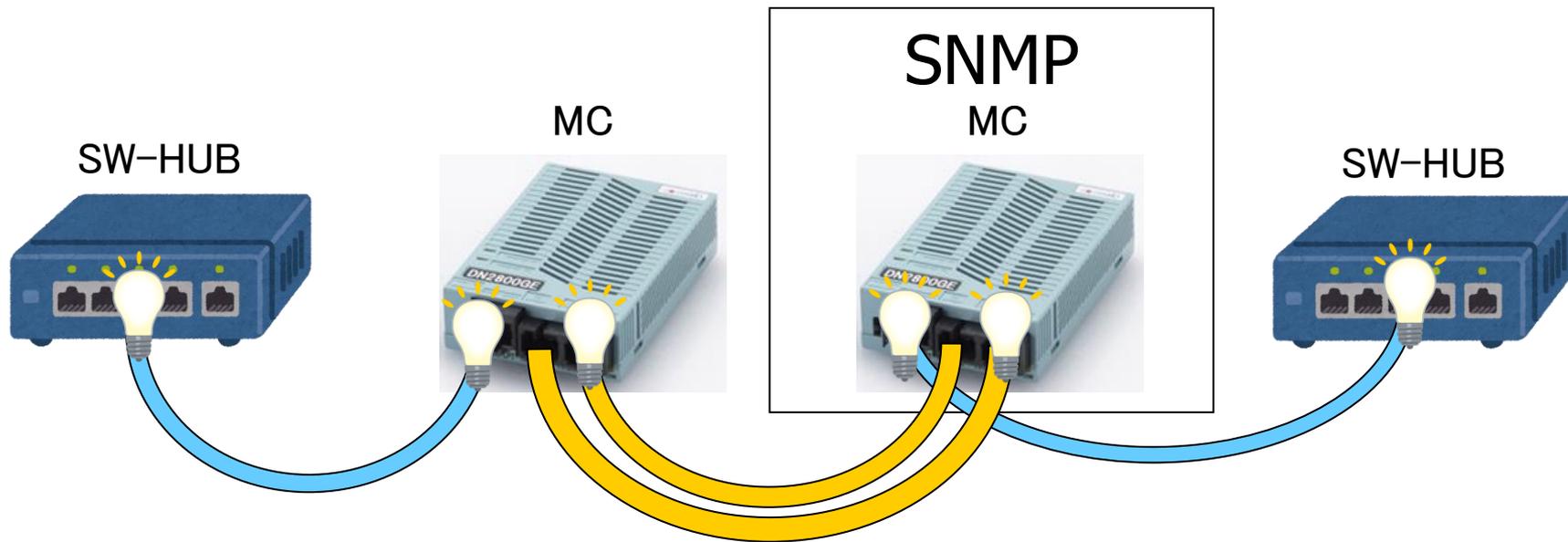
## リンク情報連動 (第2世代)



全て接続出来たらリンクアップ  
一カ所でも切れたら全てリンクダウン (LPT)

# Layer1への要求 (Solution)

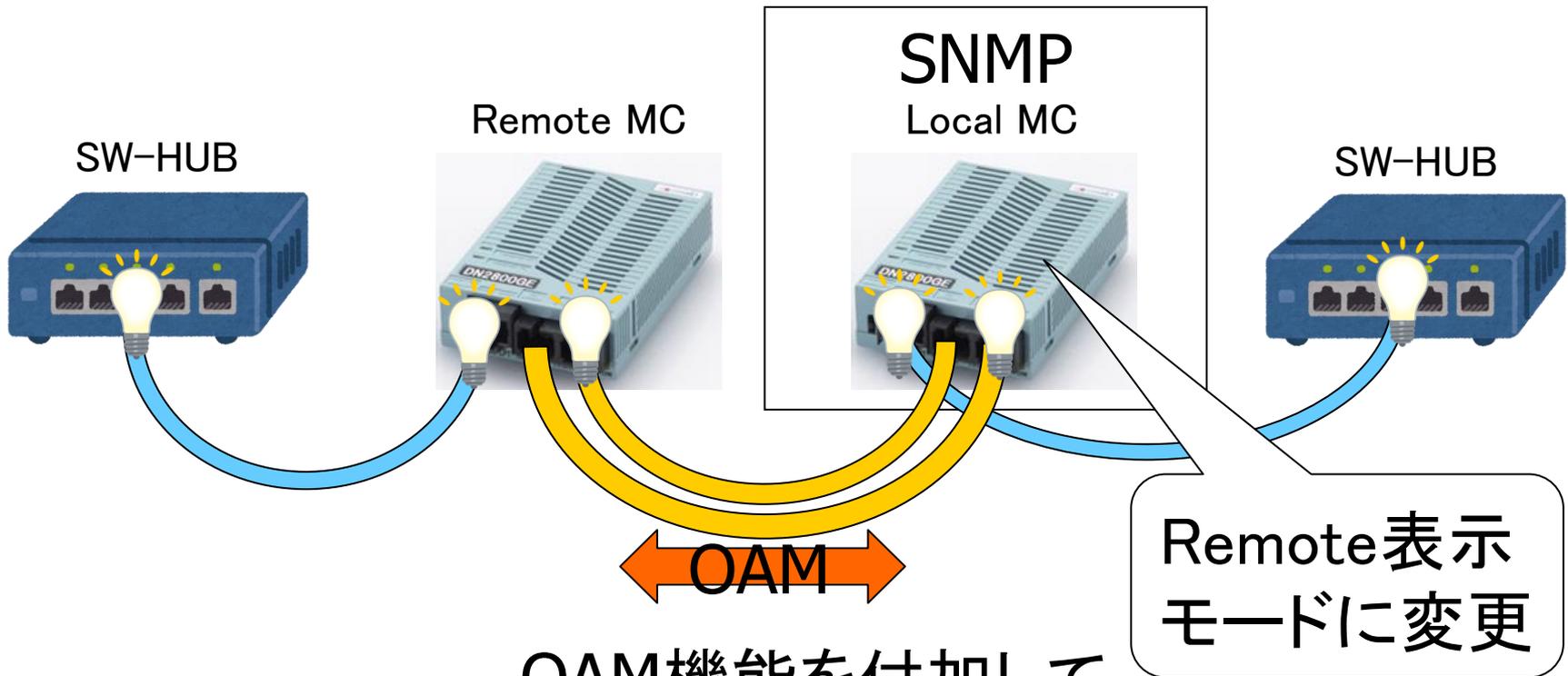
## 障害箇所切り分け(第3世代)



LED点滅にて障害箇所を切り分け

# Layer1への要求 (Solution)

## 障害箇所切り分け(第3.5世代)



OAM機能を付加して  
Remote MC情報をLocal MC側LEDに表示

# Layer1への要求 (Solution)

## 障害箇所切り分け: SNMP画面例

```

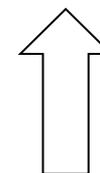
Mount Status : Mounted
--<Type>-----
Type : DN100GE, Revision : A
--<Interface>-----
OPT1   : LinkDown
OPT2   : LinkUp
OPT1 Speed : 100G
OPT2 Speed : 100G
--<Status>-----
OPT1 Module Mount : Mount
OPT2 Module Mount : Mount
OPT1 Mode   : FEC-Off
OPT2 Mode   : OTU4
Remote Management : Disable
Enable Set   : HardSw
*****
--<OPT1 Status>-----
--- Information -----
Vender Name   :
Part Number   :      Serial Number :
Wave Length(nm) : 1310      Distance   : 10km
Temperature(c) : 42.887   : OK
Vcc(V)        : 3.401   : OK
Tx1 Power(dBm) : 1.511   : OK
Tx2 Power(dBm) : 1.662   : OK
Tx3 Power(dBm) : 1.472   : OK
Tx4 Power(dBm) : 1.503   : OK
Rx1 Power(dBm) : -40.000 : Link-down
Rx2 Power(dBm) : -40.000 : Link-down
Rx3 Power(dBm) : -40.000 : Link-down
Rx4 Power(dBm) : -40.000 : Link-down
--- Threshold -----
Temperature   : 0   <= Temp <= 70
Vcc           : 3.14 <= Vcc
Tx Power      : -4.3 <= Power <= 4.5
Rx Power(auto) : -10.6 <= Power <= 4.5
*****

```

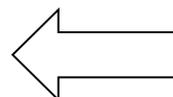
```

*****
--<Remote End MC Status>-----
Type : DN100GE
--<Interface>-----
OPT1   : LinkDown
OPT2   : LinkUp
OPT1 Speed : 100G
OPT2 Speed : 100G
--<Status>-----
OPT1 Module Mount : Unmount
OPT2 Module Mount : Mount
OPT1 Mode   : RS-FEC
OPT2 Mode   : OTU4
--<OPT Module Status>-----
--<OPT2>-----
Tx Power(dBm) : 0.400
Rx Power(dBm) : -3.640

```



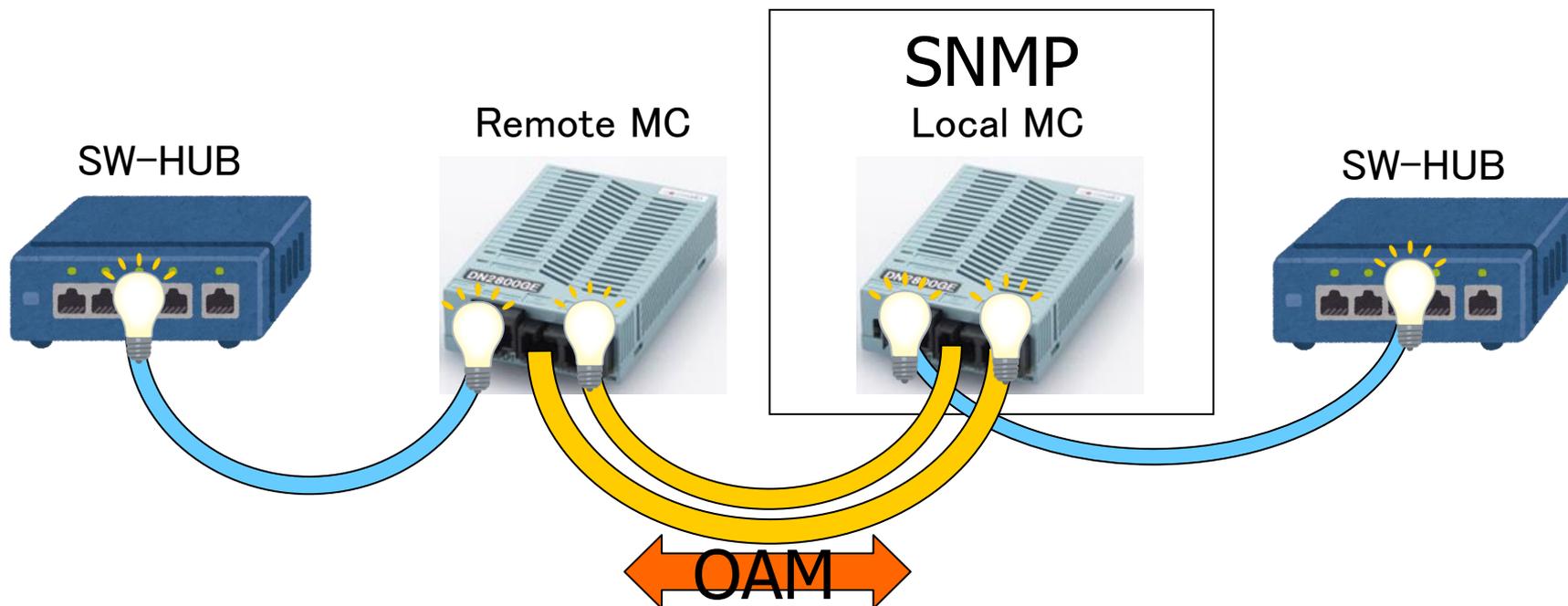
Remote情報例



Local情報例

# Layer1への要求 (Solution)

## リンク情報連動制御 (第4世代)



障害発生しても一定時間LPT  
動作せずリンク状態を保持

# Layer1への要求 (Solution)

## まとめ

要求事項	解決策	トラブル要因
ケーブル接続・電源ON	特になし	ケーブル・ハードウェア
リンク情報連動	LPT / LFS etc	
障害箇所切り分け	OAM / SNMP etc	ソフトウェア
リンク情報連動制御	リンク保護 etc	

ソフトウェア: 動作制御・プロトコル

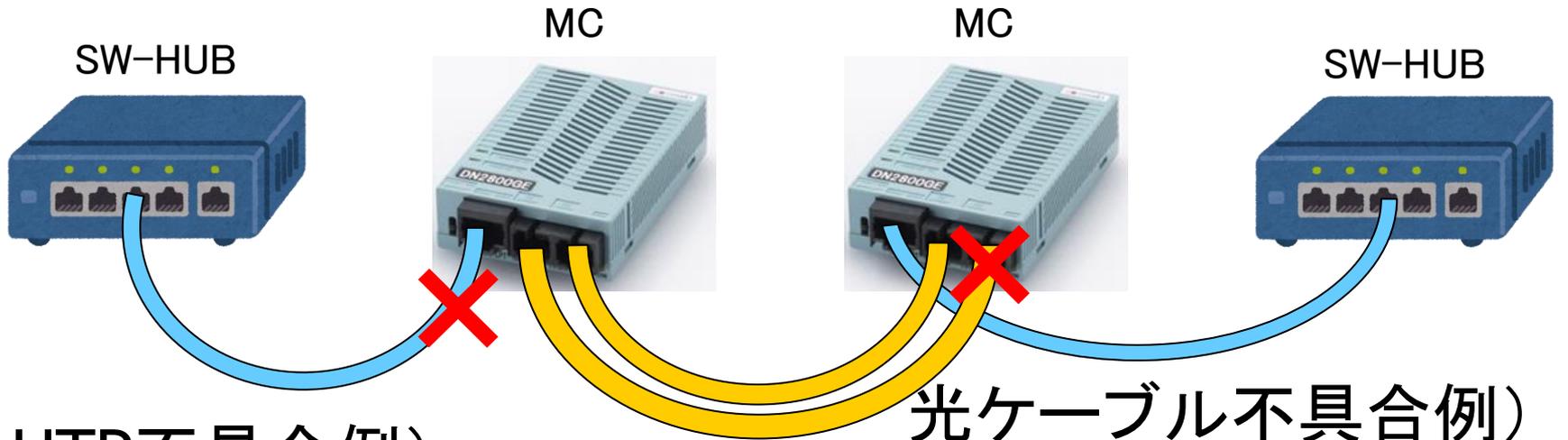
本プログラムでは赤字の要求事項に特化

# Agenda



- ・Layer1概要
- ・Layer1への要求
- ・トラブル(ケーブル編)
- ・トラブル(装置(ハードウェア)編)
- ・トラブル(装置(ソフトウェア)編)

# トラブル(ケーブル編)

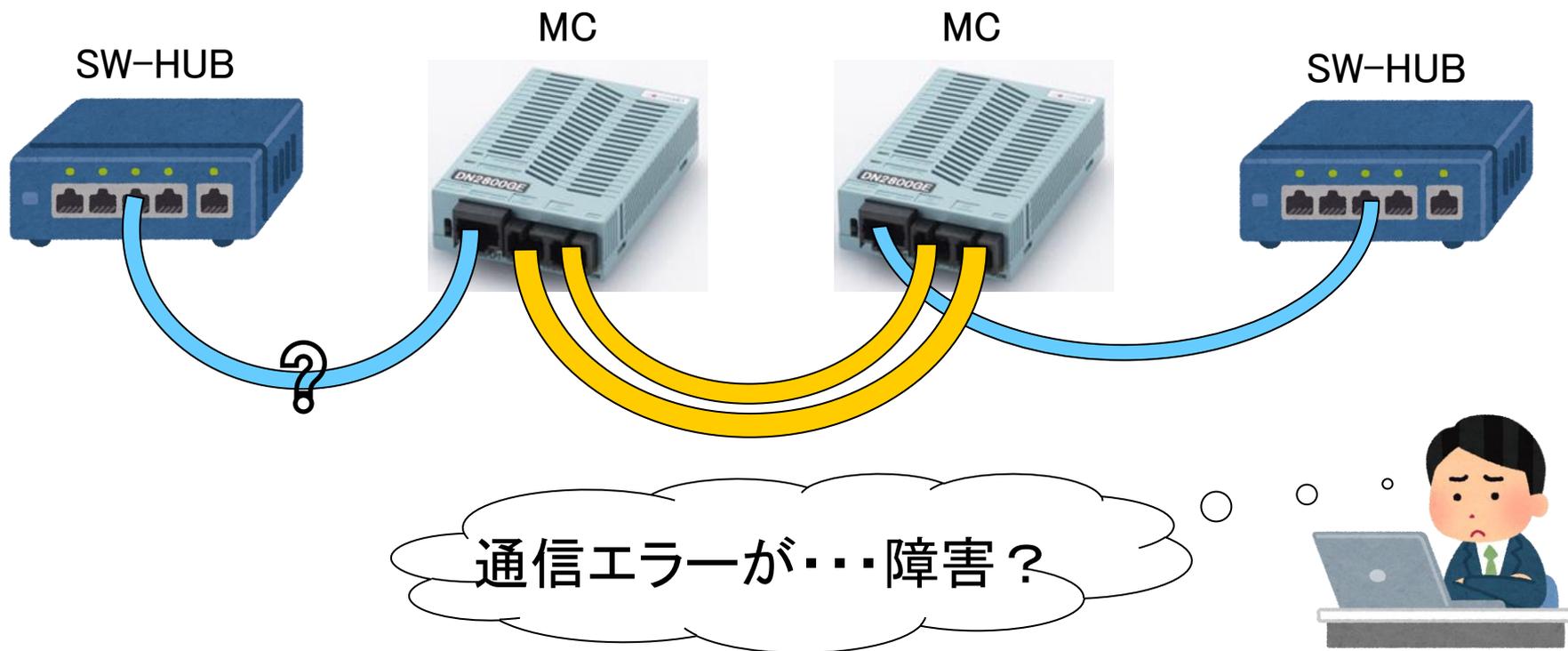


UTP不具合例)  
コネクタ爪折れ  
帯域不足  
長さ  
形状(撚線・単線)  
断線

光ケーブル不具合例)  
コネクタ爪折れ  
送受信差し間違い  
コード間違い(SMF・MMF)  
断線  
端面汚れ  
光学特性

# トラブル(ケーブル編)

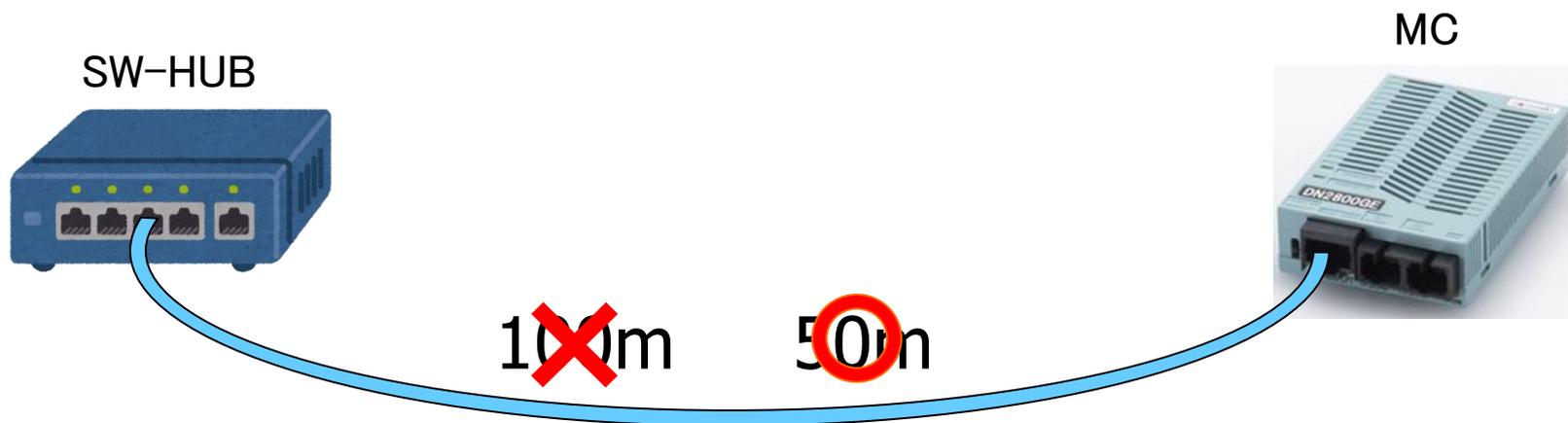
Situation)  
通信品質が悪い



# トラブル(ケーブル編)

Result)

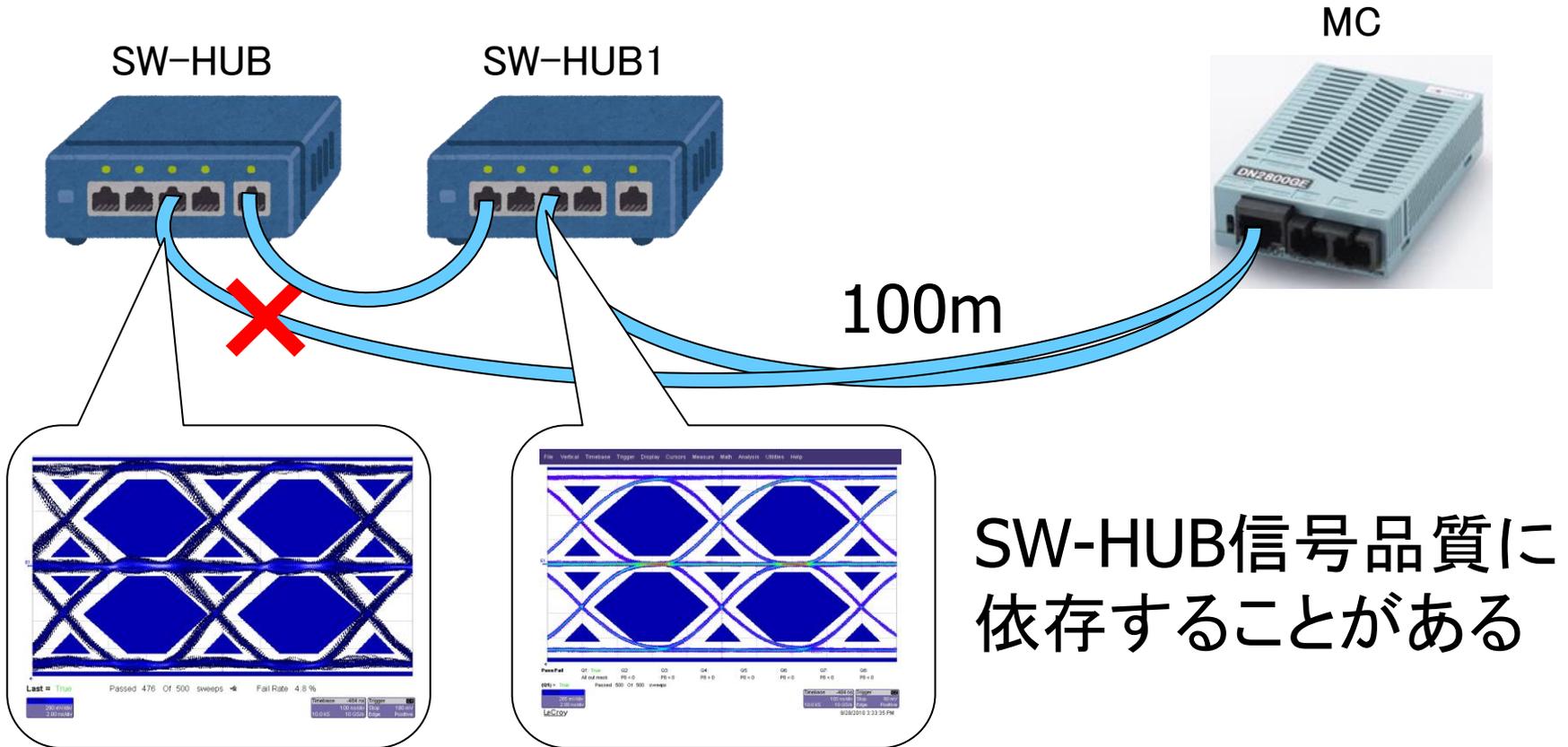
UTP長に依存



ICや基板品質によっては100m通信出来ないことも  
1段SW-HUBを入れるとよくなったりとか・・・

# トラブル(ケーブル編)

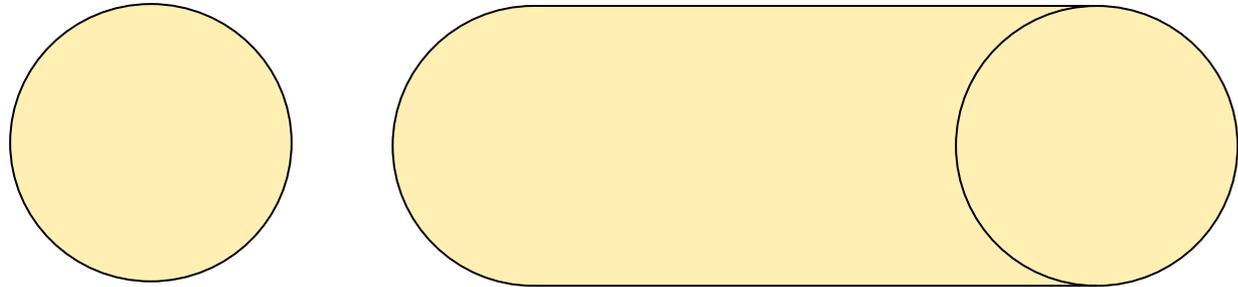
## Consideration) 装置編



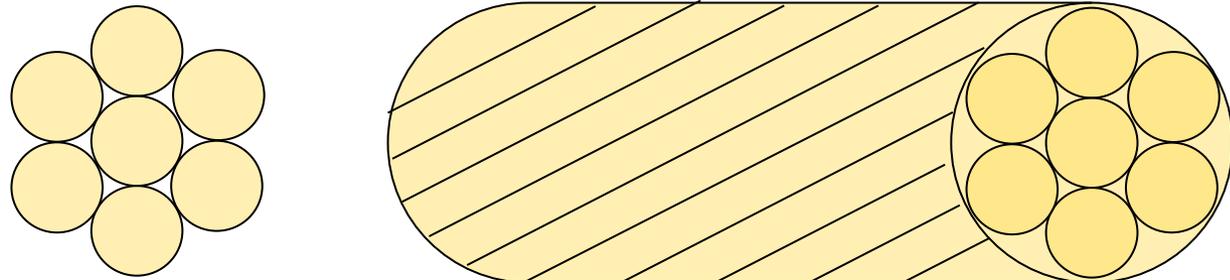
# トラブル(ケーブル編)

## Consideration) 構造編

単線



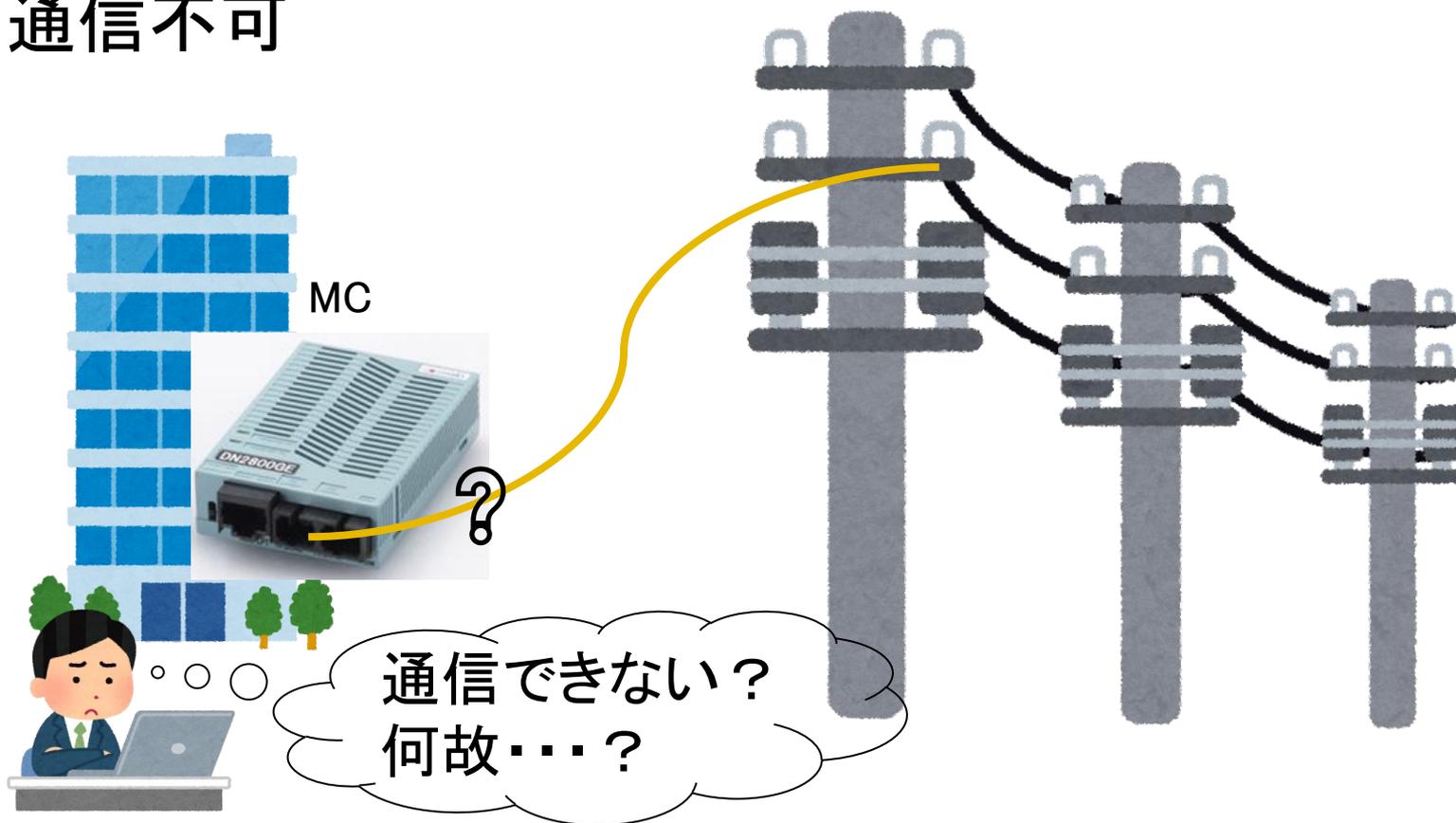
撚線



断面積: 単線 > 撚線 ⇒ 撚線の方がロスが大きい  
均一性: 単線 > 撚線 ⇒ 撚線の方が周波数特性が劣る  
長距離では単線の方が有利

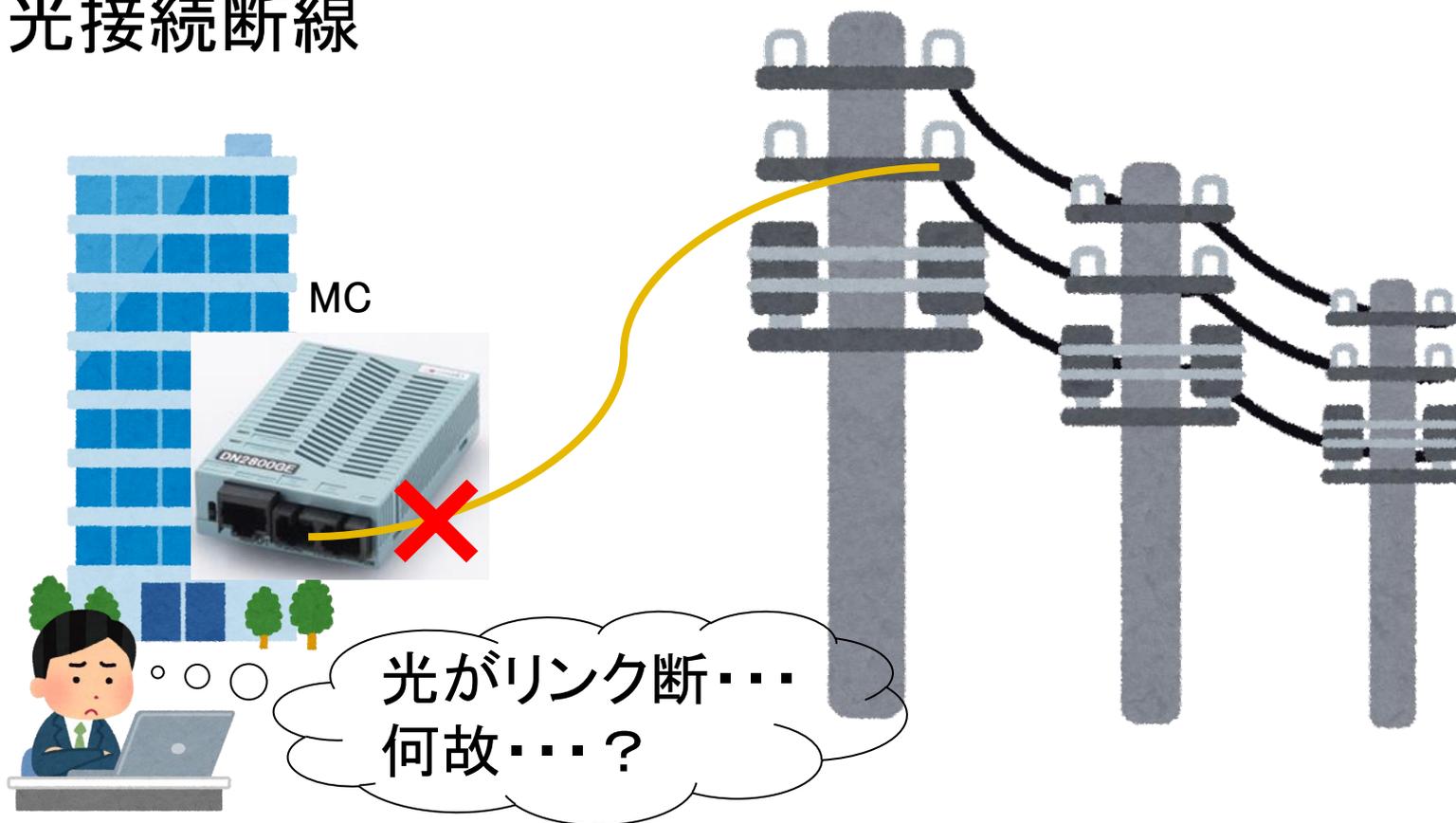
# トラブル(ケーブル編)

Situation)  
通信不可



# トラブル(ケーブル編)

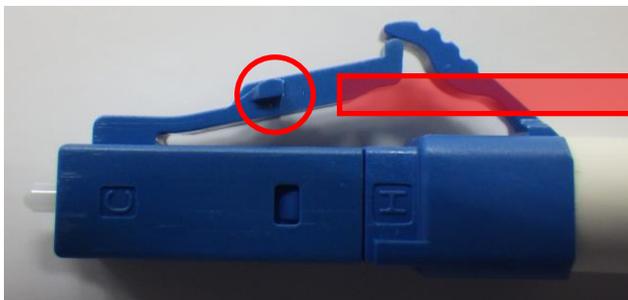
Result)  
光接続断線



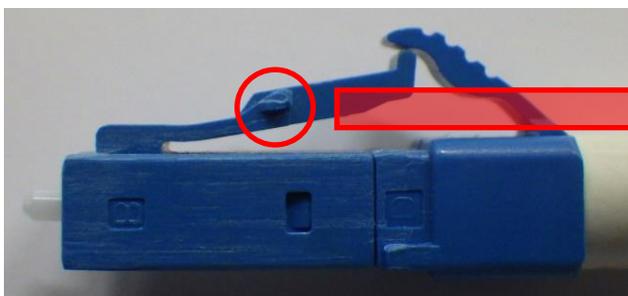
# トラブル(ケーブル編)

Consideration)コネクタ編

OK品



NG品

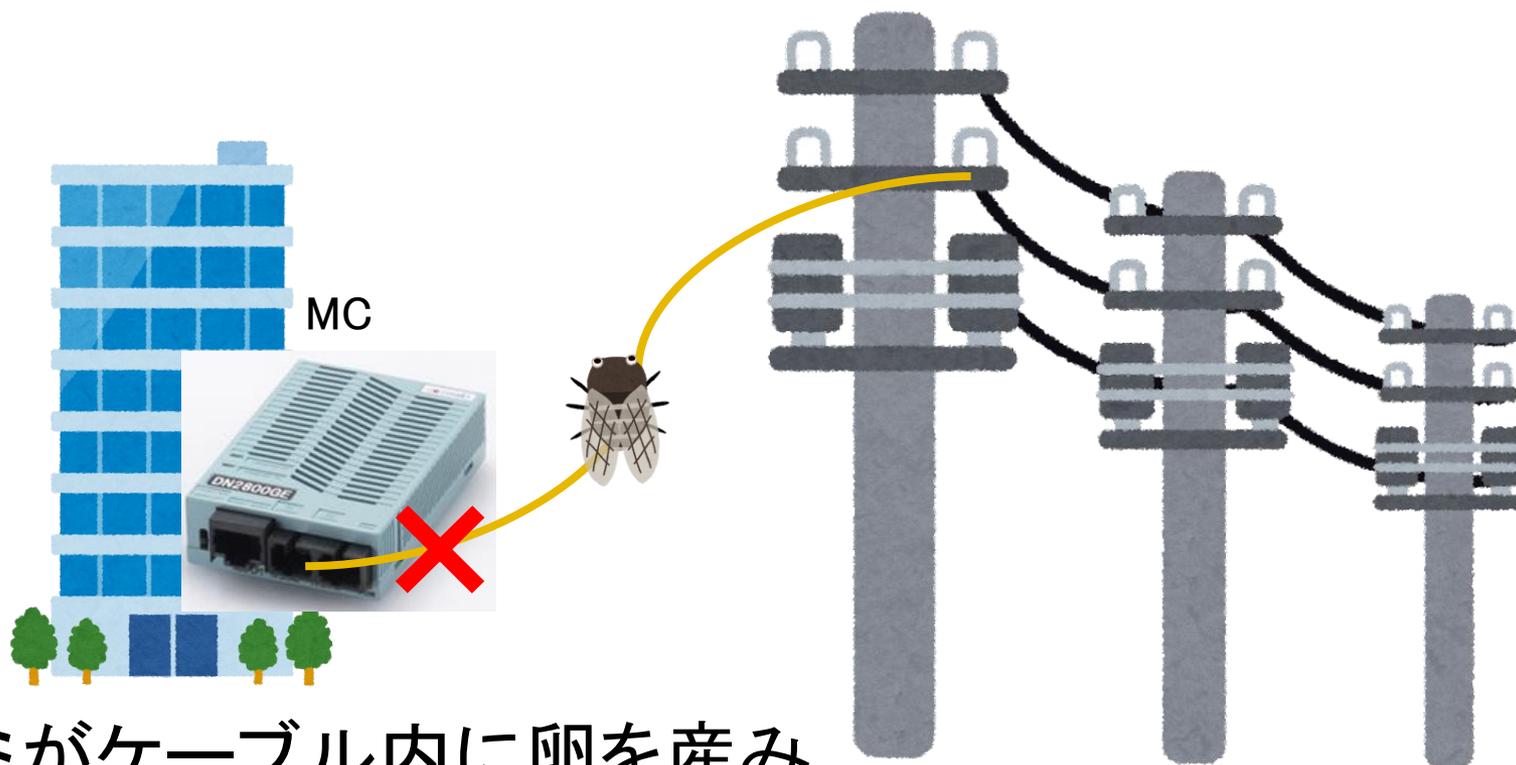


ロック機構の摩耗

⇒光モジュールは金属が主流のため抜き差しを繰り返すことで樹脂であるコネクタは削られる

# トラブル(ケーブル編)

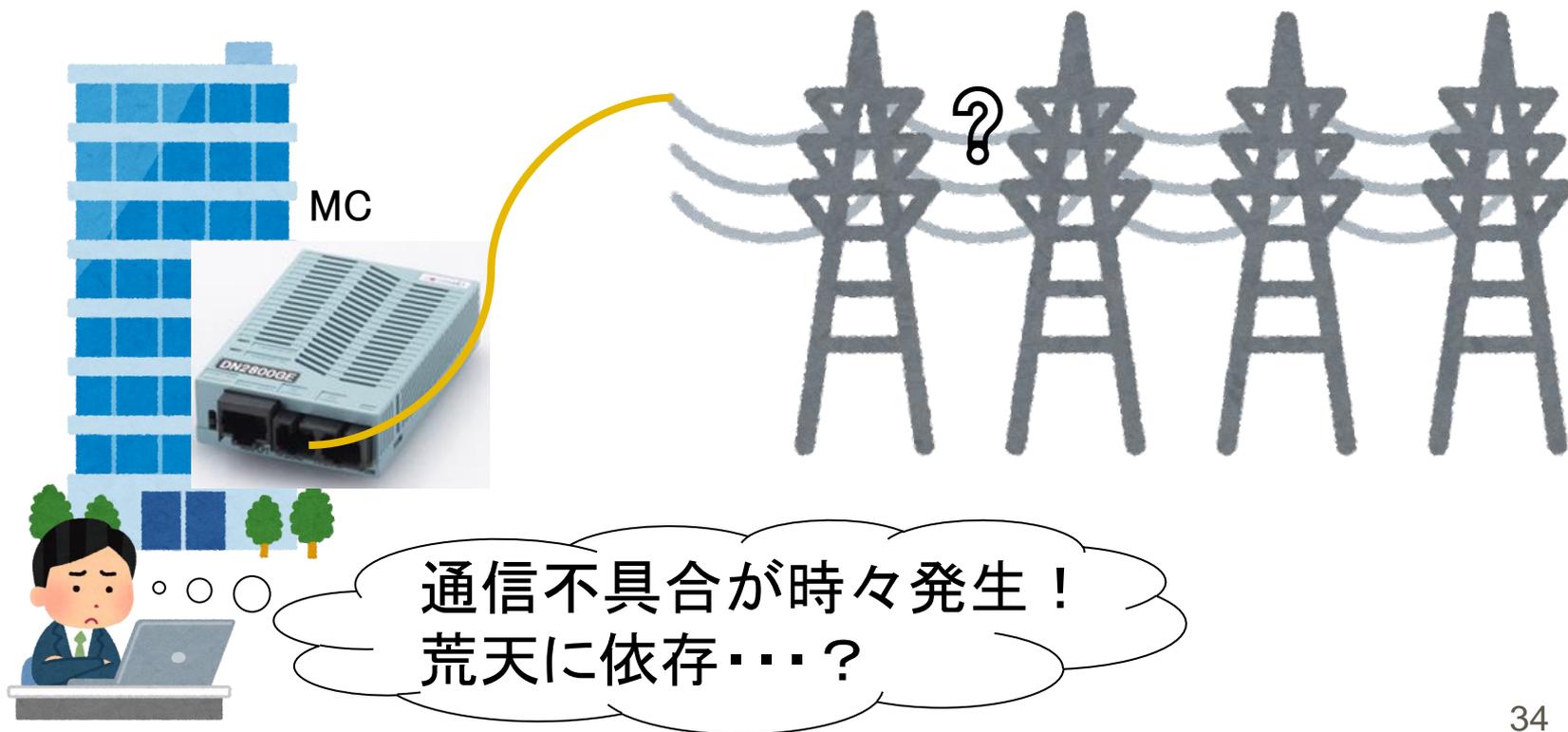
Consideration) ケーブル編



セミがケーブル内に卵を産み  
内部光ファイバを傷つける

# トラブル(ケーブル編)

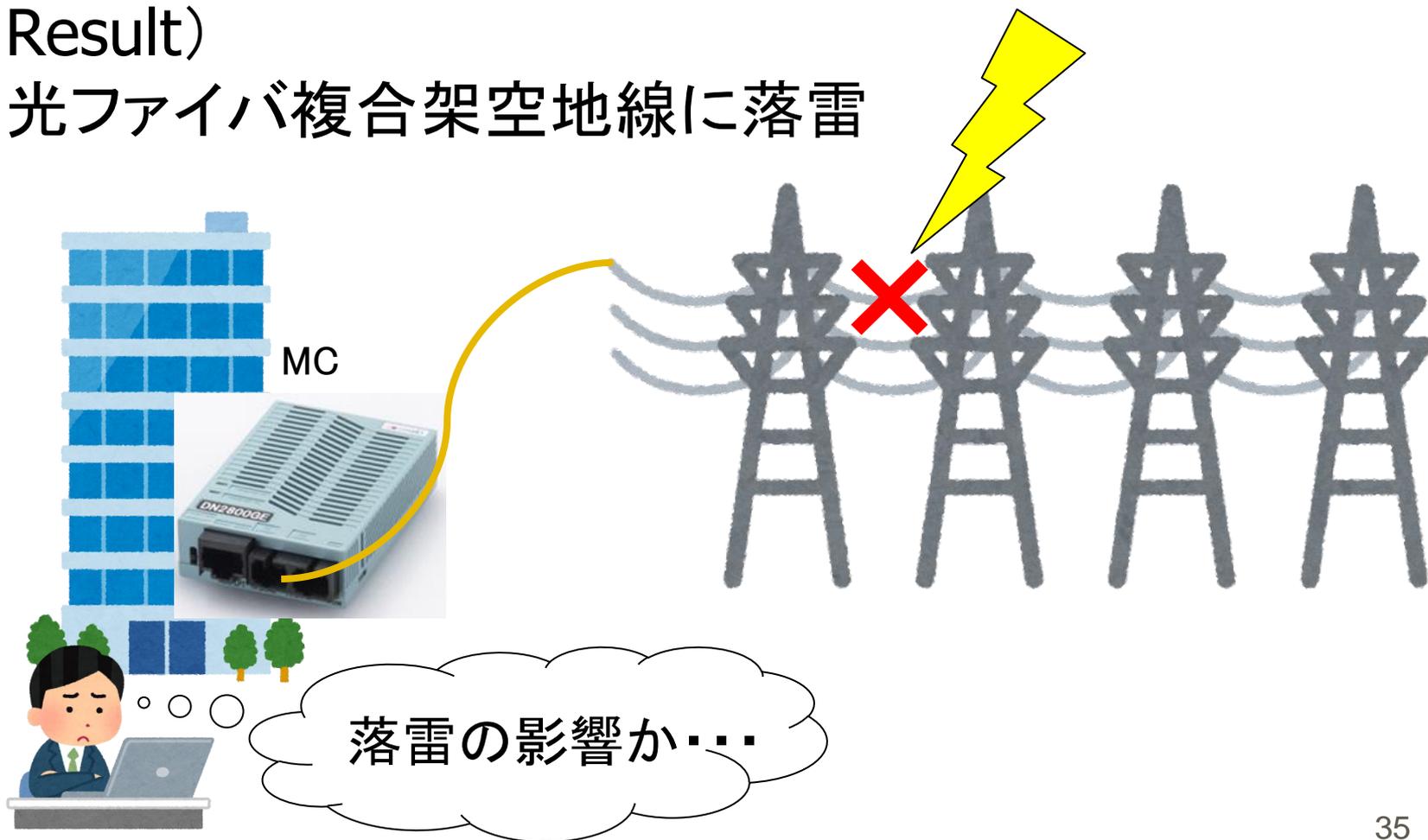
Situation)  
通信不具合発生



# トラブル(ケーブル編)

Result)

光ファイバ複合架空地線に落雷



## トラブル(ケーブル編)

Consideration)

光ファイバ複合架空地線(OPGW)とは

⇒架空地線の内部に光ファイバを収納したもの



架空地線とは

⇒送電線を直撃雷から保護するためのアース線



OPGWに落雷すると

⇒光の偏波状態が急激に変化して通信不具合が発生  
偏波に情報を載せている光デジタルコヒーレント方式  
に影響ある

# Agenda



- ・Layer1概要
- ・Layer1への要求
- ・トラブル(ケーブル編)
- ・**トラブル(装置(ハードウェア)編)**
- ・トラブル(装置(ソフトウェア)編)

# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Situation)

100GBASE-SR4で通信エラー発生

困った...

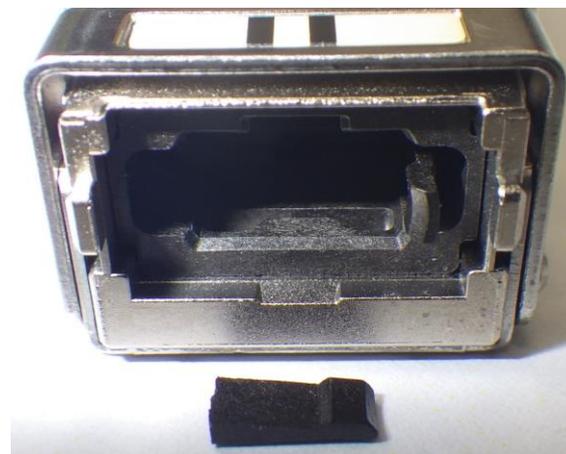
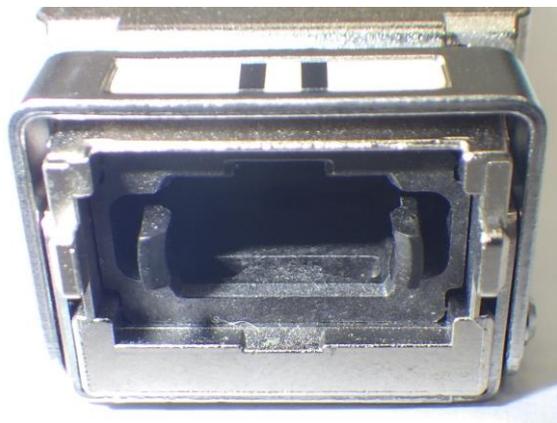
原因は・・・  
ケーブル断線？  
ケーブル長？  
ケーブル帯域？  
端面汚れ？



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Result)

光モジュールの爪折れ



何故折れる・・・?



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Consideration)

MPOの構造を知らない???

構造知っている人⇒何度抜き差ししても折れない  
初めて扱う人⇒何度か抜き差しすると折れる

扱い方の問題・・・?



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Situation)

UTPポートが意図しないモードでリンクアップする

困った...

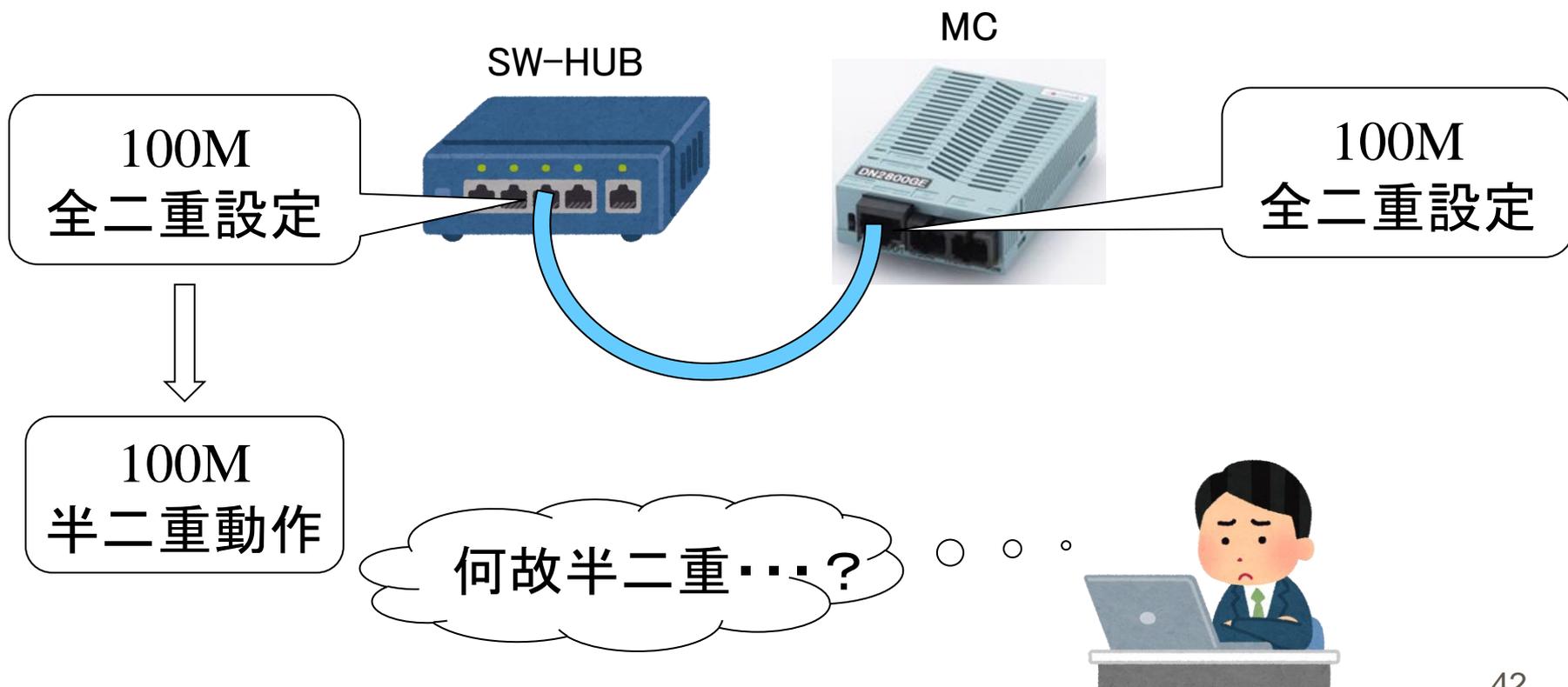
原因は...  
設定ミス?  
接続ミス?



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Result)

設定と動作が異なる

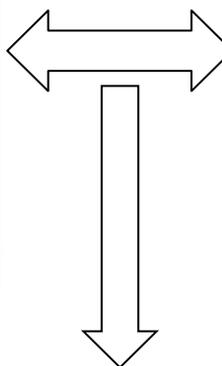


# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Consideration)

SW-HUBは固定設定にしても

Auto-negotiation(100M専用)設定の場合有



接続するとAuto側は100M半二重になる

# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Situation)

UTPポートがリンクアップしない

困った...

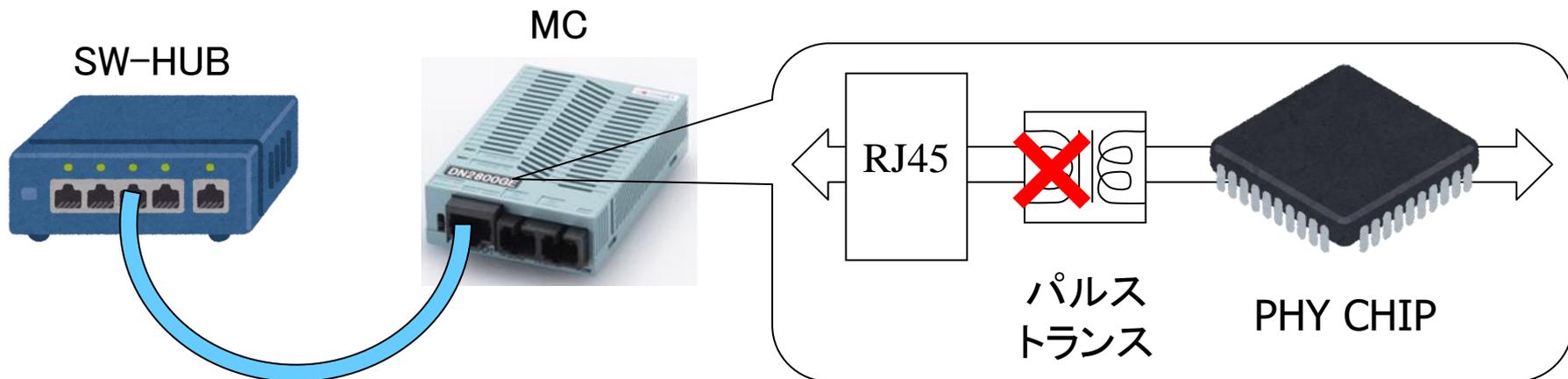
原因は...  
ケーブル断線?  
ケーブル長?  
ケーブルカテゴリーミス?  
接続ミス?



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Result)

パルストランス断線



何故断線・・・？

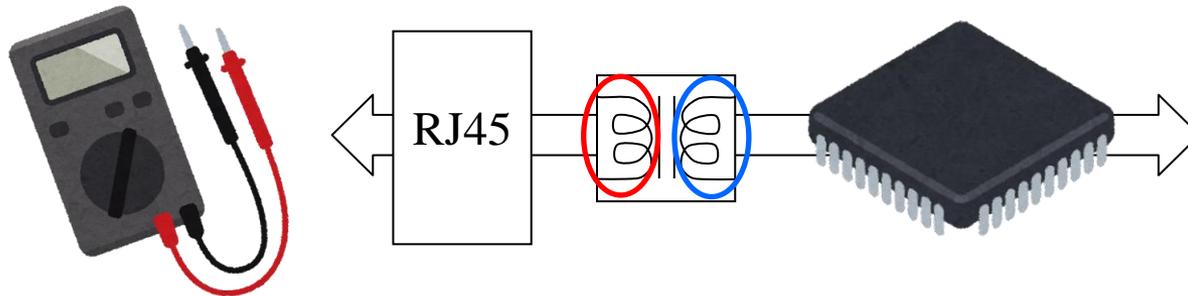


# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Consideration)

パルストランス→外的ノイズから機器を守る部品

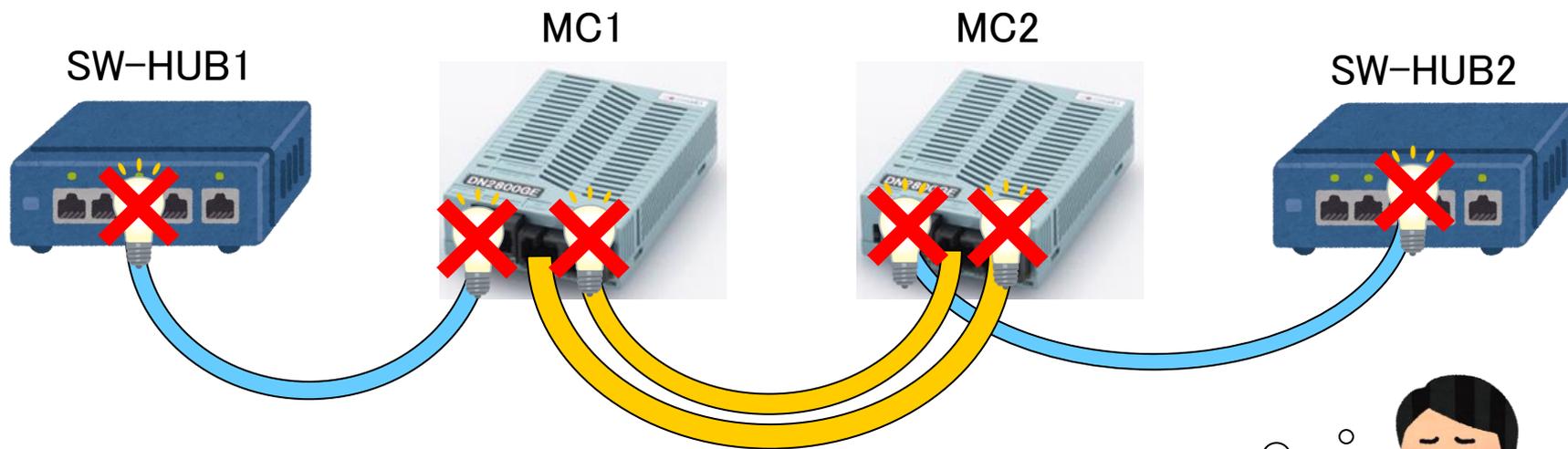
断線はテストで簡単に調べることが可能  
ただし、赤丸側のみ



抵抗値:  $0\Omega$  (正常) /  $\infty$  (断線)

# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Situation)  
リンクアップしない



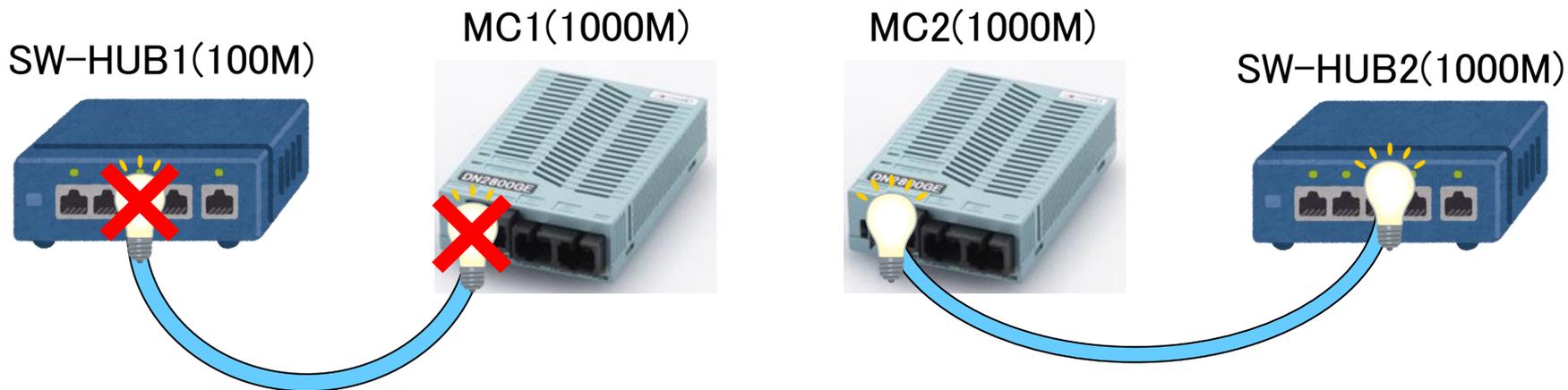
ケーブル繋いでいるのに  
リンクアップしない...



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Result)

MC⇔SW-HUB間速度ミスマッチ



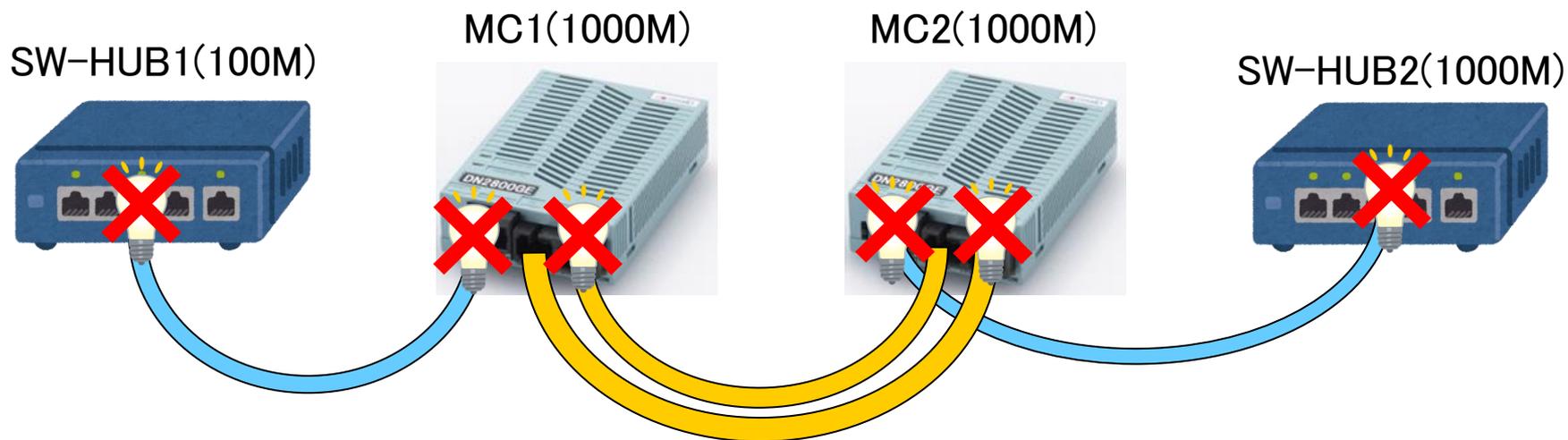
MC⇔SW-HUBの速度が合っていないと...



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Result)

MC⇔SW-HUB間速度ミスマッチ

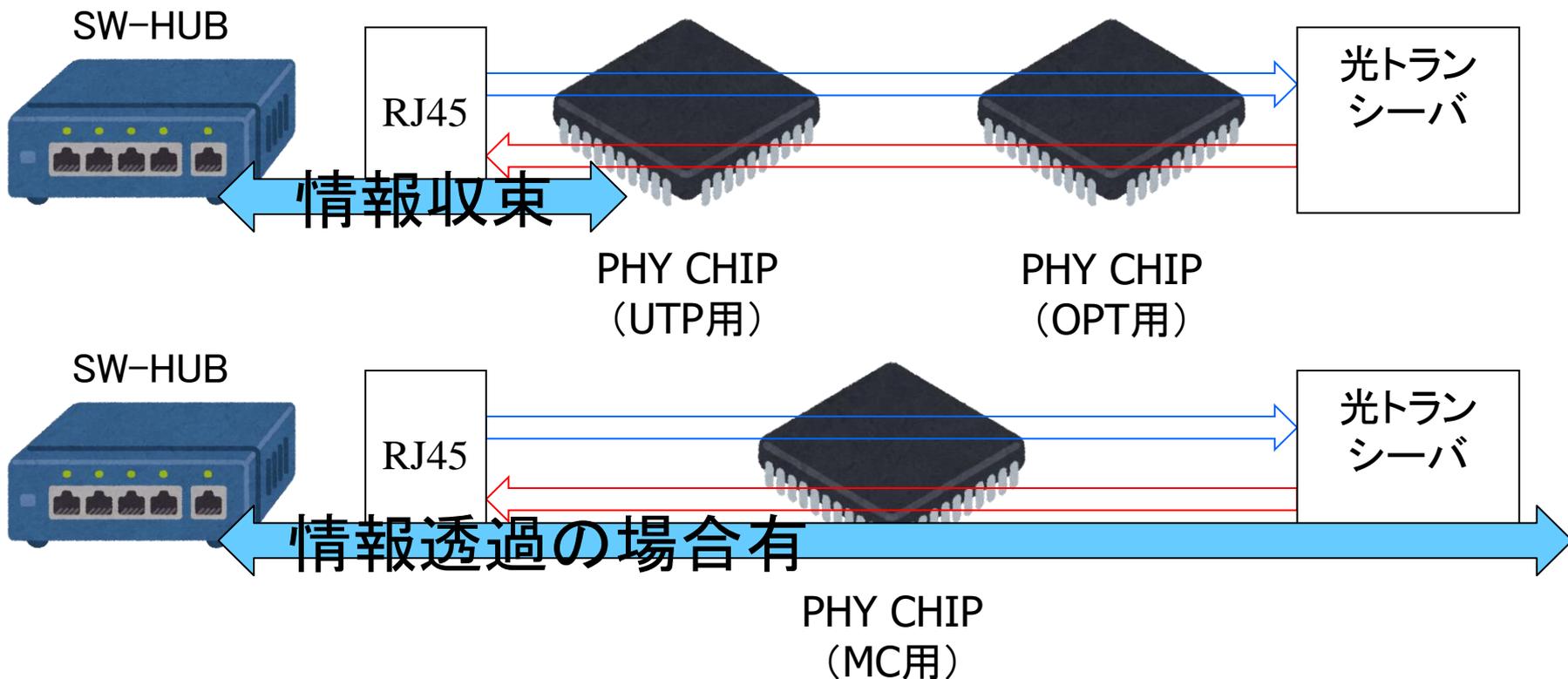


MC2⇔SW-HUB2は  
リンクアップしても  
良さそうだけど...



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

## Consideration)



情報透過する場合経路全体に影響が及ぶ

# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Situation)

光ポートが突然リンクダウンする

困った...

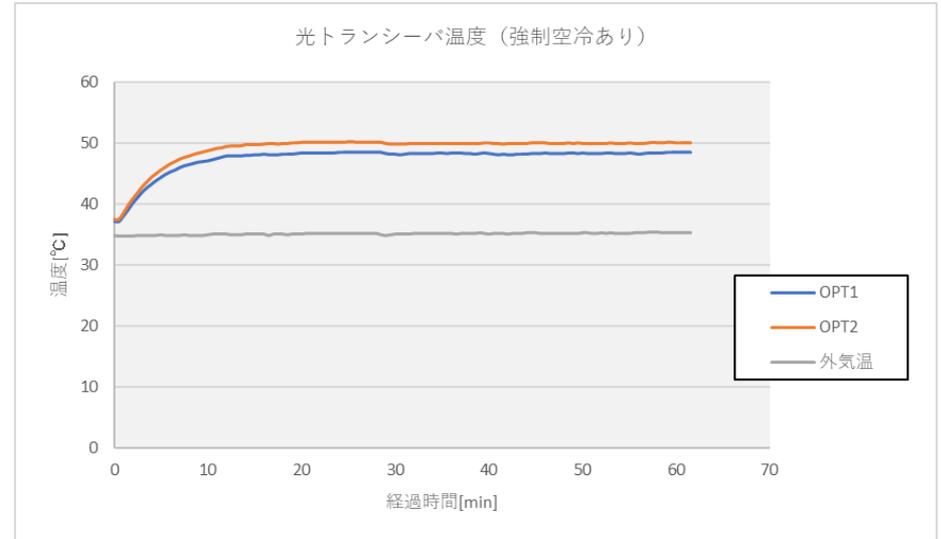
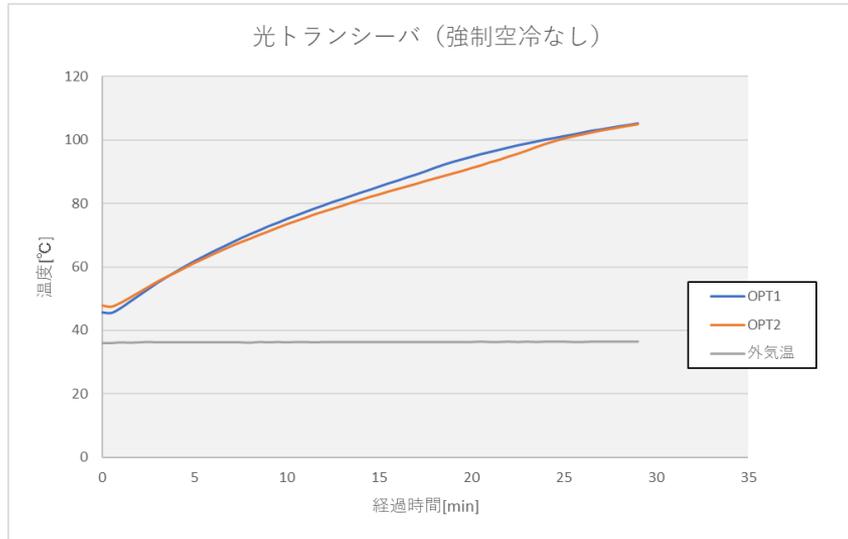
原因は...  
ケーブル断線?  
どっかで工事中?



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Result)

## 光トランシーバ熱暴走による故障



強制空冷がないと  
熱暴走する...?



## トラブル(装置(ハードウェア)編)

Consideration)

光トランシーバにTEC内蔵品は注意



TEC(Thermo Electric Cooler)とはペルチェ素子  
⇒電流を流すことで温度制御する素子

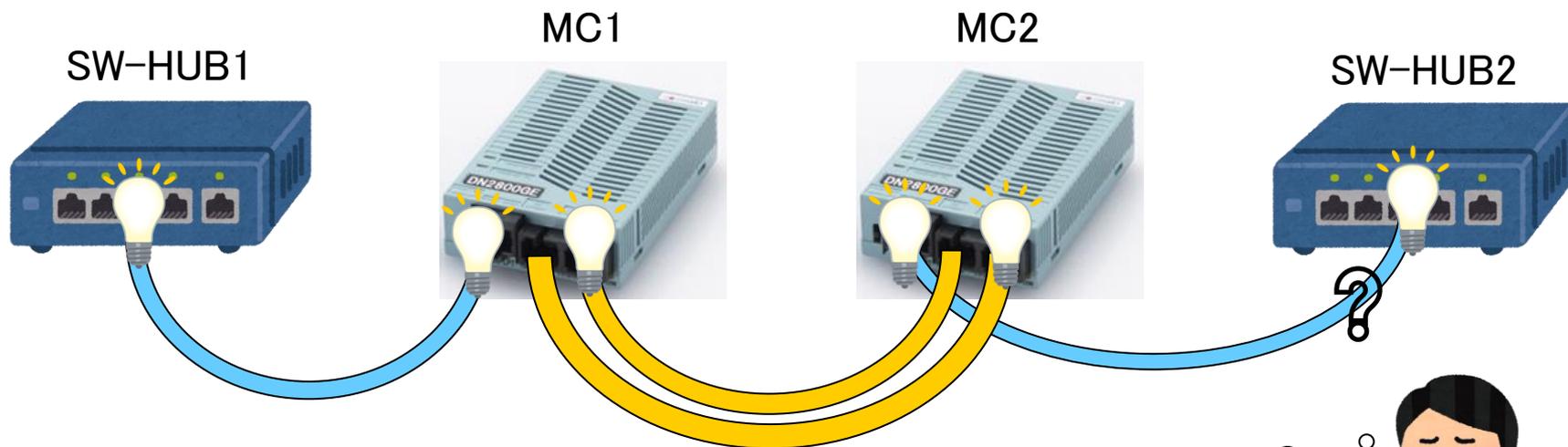


外気の空冷が十分でないとTECで制御できない  
状況になることも発生する

3rd Party品を使用する時は注意した方が良い

# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Situation)  
突然通信不可になる

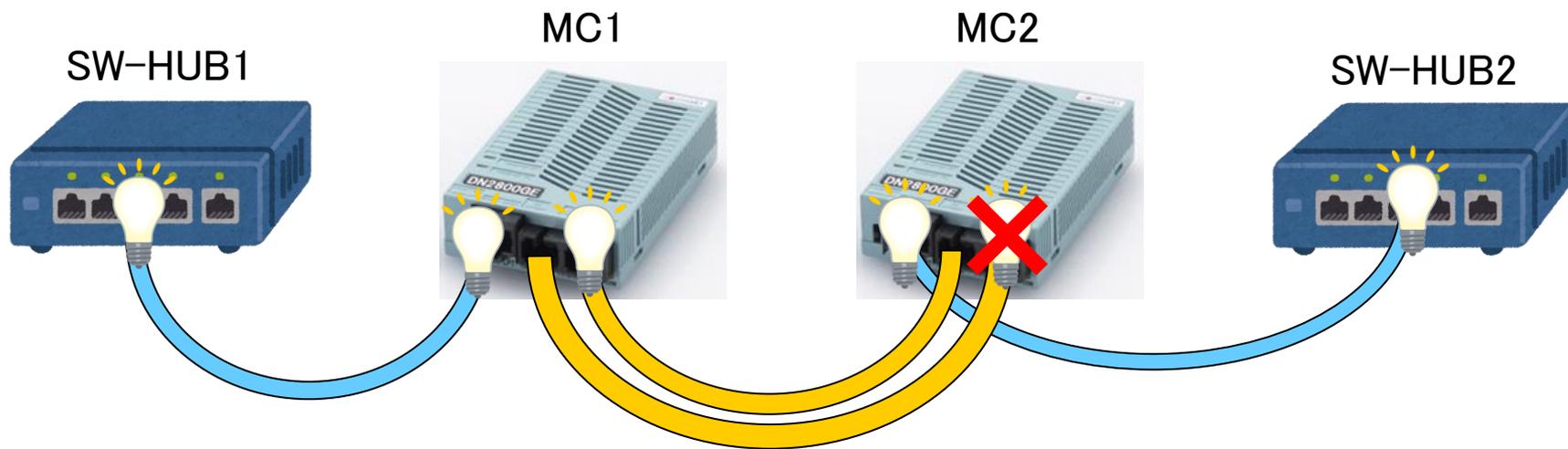


データ受信してない???  
SW-HUB2はリンク  
アップのままだけど...



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Result)  
MC間光経路で障害



MC2の光側が  
リンクダウンか...



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Consideration)

考えられる事象

MC2本~~機~~の故障 ⇨ MC1やSW-HUB2もリンクダウンする

MC1本~~機~~の故障 ⇨ MC2やSW-HUB1もリンクダウンする

MC2光トランシーバ受信回路の故障

MC1光トランシーバ送信回路の故障

MC1⇒MC2光ケーブル障害

切り分けは  
光パワーメータ  
など必要

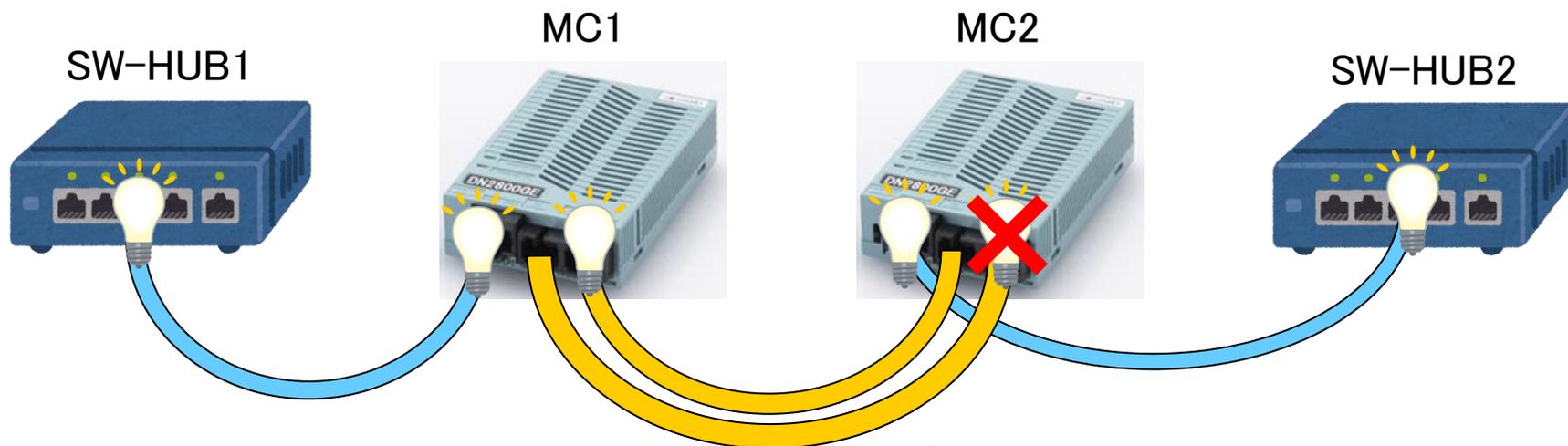
それよりも大きな問題が...



# トラブル(装置(ハードウェア)編)

Consideration)

大きな問題とは



SW-HUBで障害認識できないと  
冗長化設計などに支障が...

MCが単なる延長から制御へ踏み込む



# Agenda

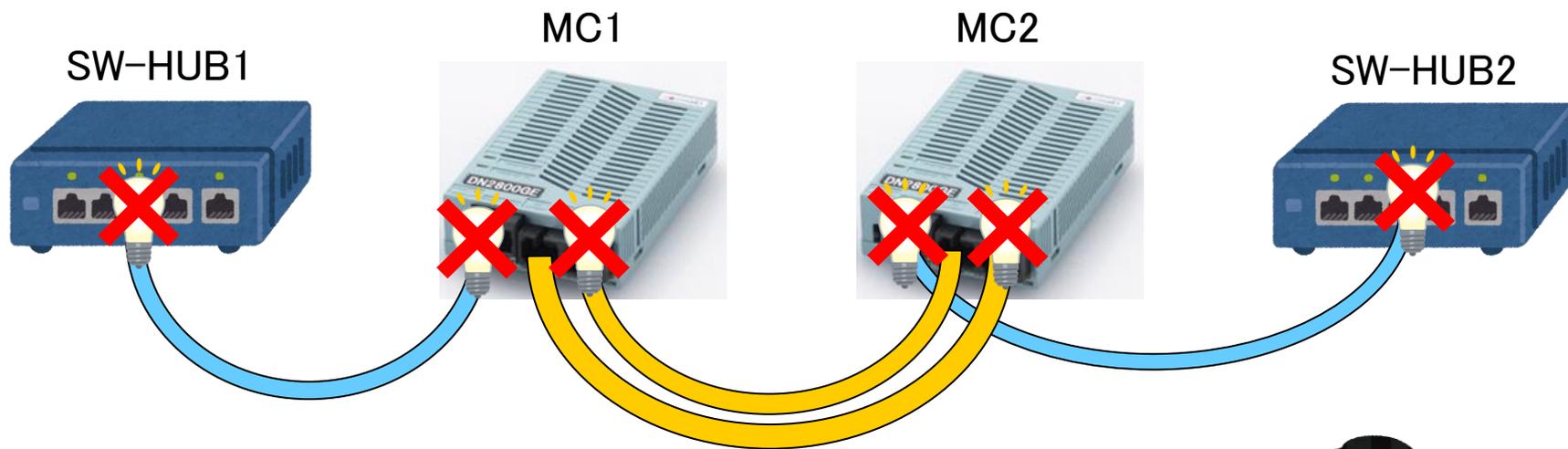


- ・Layer1概要
- ・Layer1への要求
- ・トラブル(ケーブル編)
- ・トラブル(装置(ハードウェア)編)
- ・トラブル(装置(ソフトウェア)編)

# トラブル(装置(ソフトウェア)編)

Situation)

LPT有効時リンクアップしない



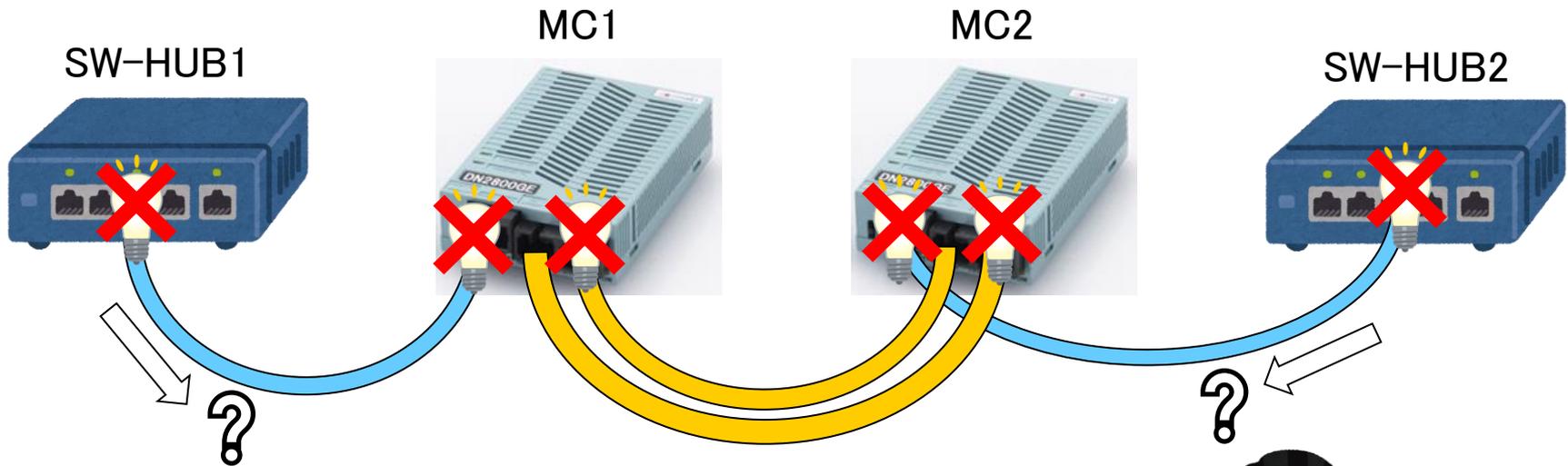
ケーブル繋いでいるのに  
リンクアップしない...



# トラブル(装置(ソフトウェア)編)

Result)

MC⇔SW-HUB間相性問題



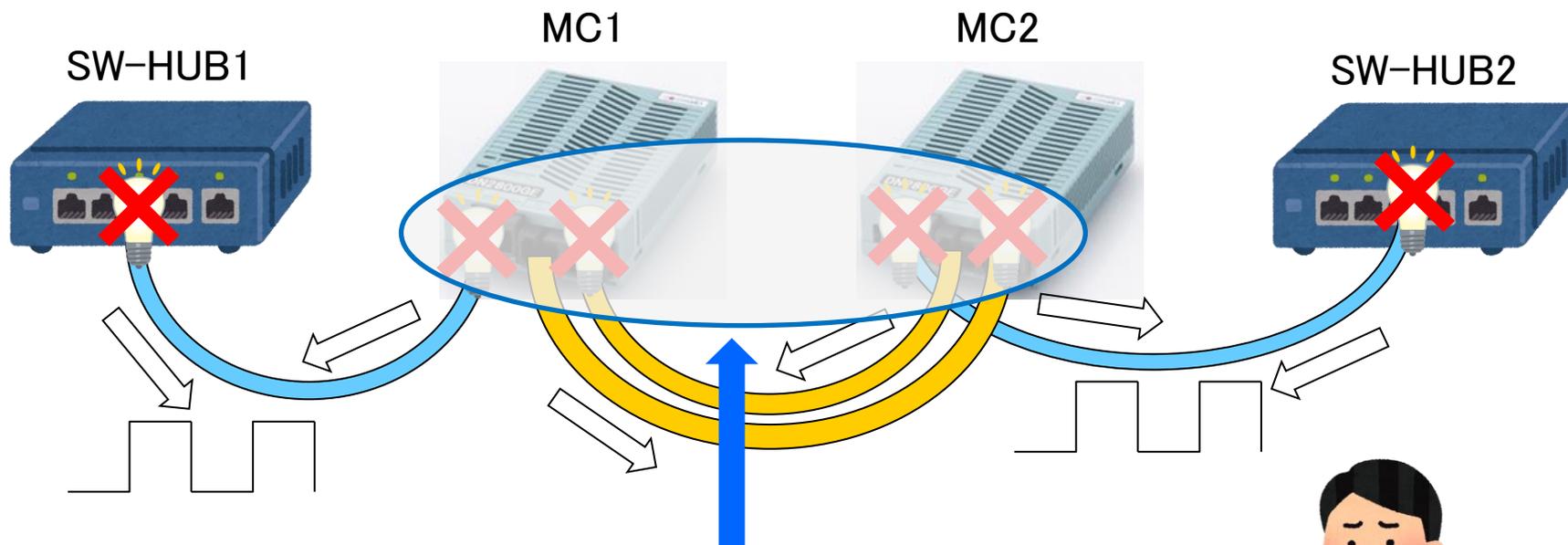
MCがSW-HUBの信号を認識できていないか...



# トラブル(装置(ソフトウェア)編)

Consideration)

LPTの仕組み(代表例)



全ポートで正常な信号認識後  
リンクアップ動作に遷移する



## トラブル(装置(ソフトウェア)編)

Consideration)

重要なポイント1⇒**正常な信号**

**正常な信号** = IEEEで定義されている信号 +  
MCで要求する信号

主な信号

Auto-negotiation⇒サポート速度が様々

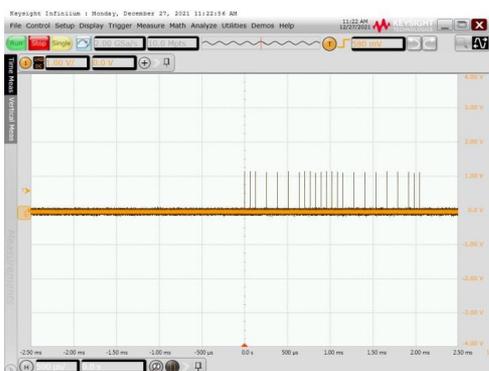
100Mbps Fixed

10Mbps Fixed

MCの要求100Mbps Fixed } **正常な信号ではない**  
受信信号Auto-negotiation } ⇒**LPT動作しない**

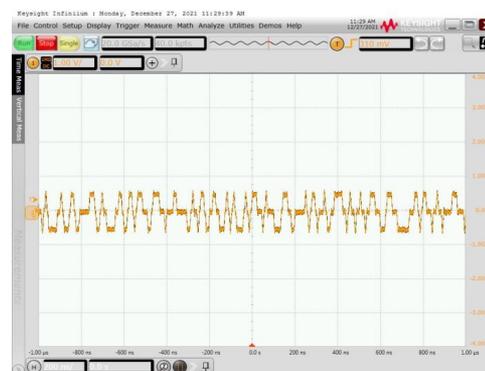
# トラブル(装置(ソフトウェア)編)

## Consideration)

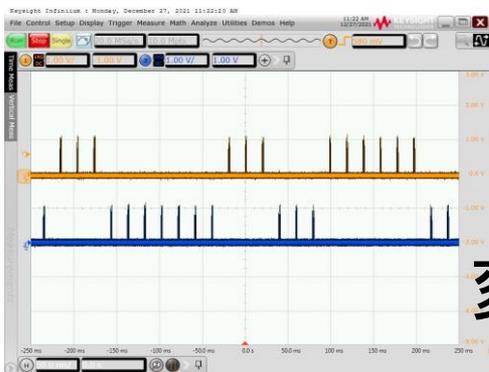


Auto-negotiation

SW-HUB

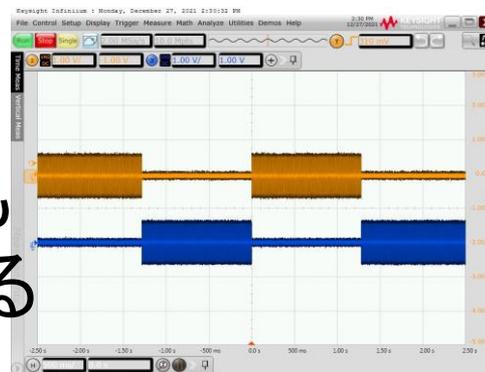


100M Fixed



Auto-negotiation + Auto-MDIX

装置出力信号は  
FWバージョンでも  
変化することがある

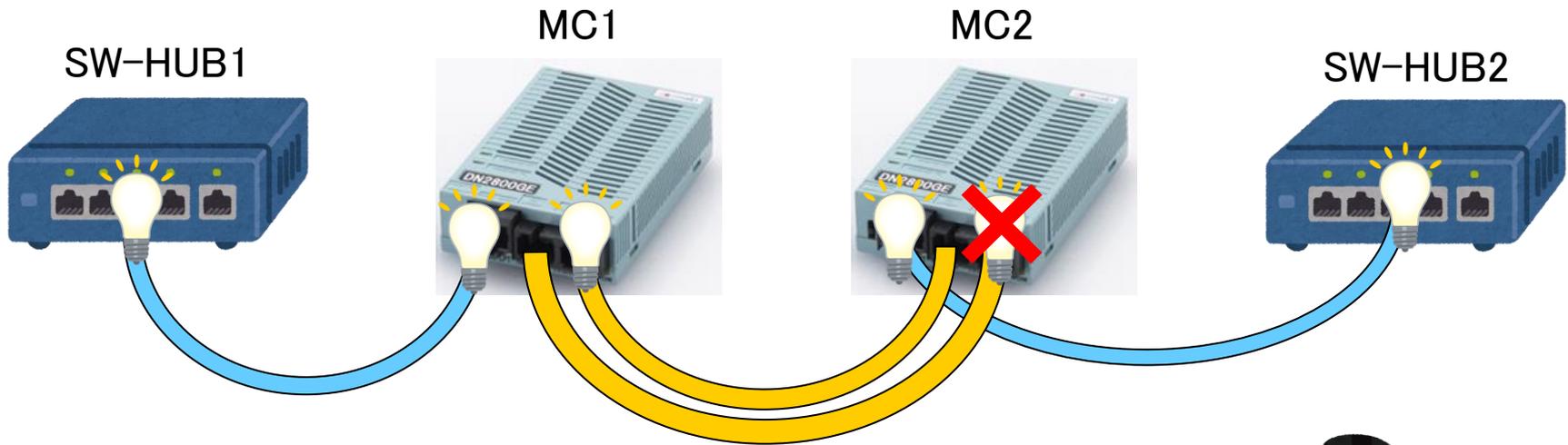


100M Fixed + Auto-MDIX 63

# トラブル(装置(ソフトウェア)編)

Situation)

LPT有効時全ポートリンクダウンしない



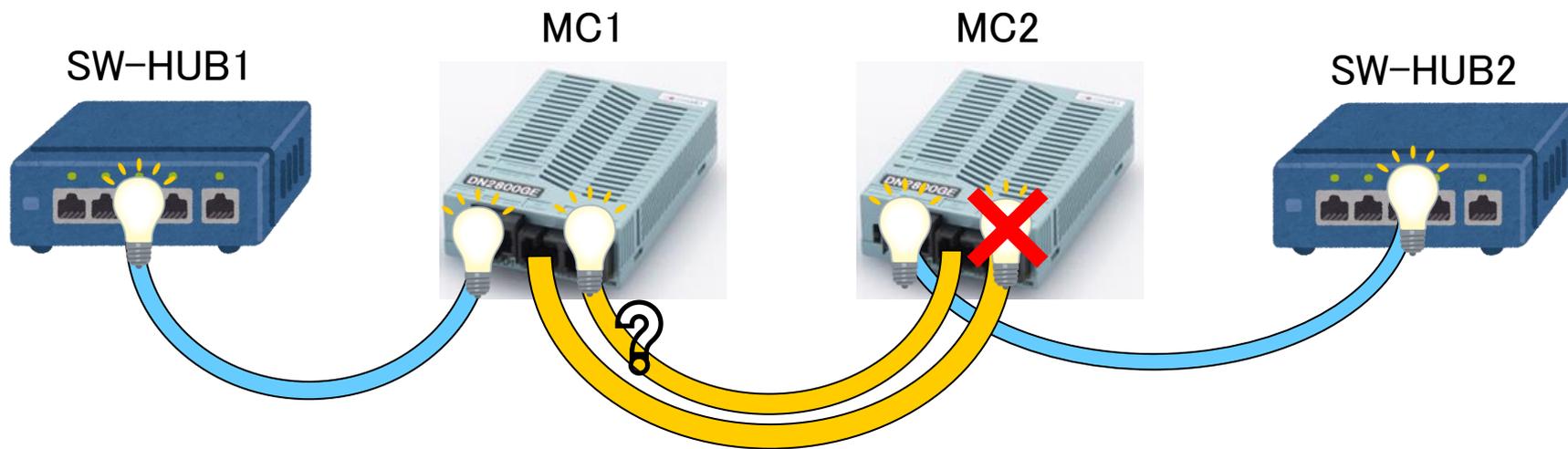
障害発生時に全ポート  
リンクダウンしない...



# トラブル(装置(ソフトウェア)編)

Result)

MC⇔MC間の1心断検出問題



MCが光1心断  
検出できないと...

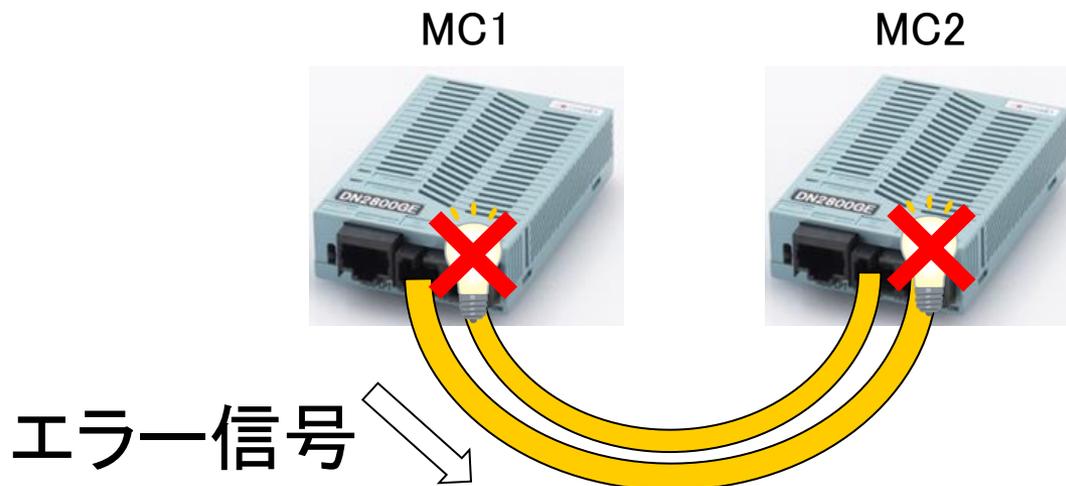


# トラブル(装置(ソフトウェア)編)

Consideration)

重要なポイント2⇒**光1心断検出**

**光1心断検出** = 光受信断を検出⇒エラー信号送信  
⇒対向側リンクダウン



# トラブル(装置(ソフトウェア)編)

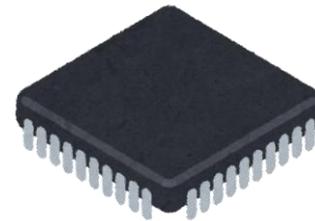
Consideration)

光1心断検出レイヤ

Over10G (LFS) ⇒ RS(Reconciliation Sublayer)

1G (Auto-negotiation) ⇒ PCS  
PMA  
PMD

100M(FEF) ⇒ Medium



10Gを超えるとMCだけでLPTを実現するのは難しい

## さいごに



最近思うこと)

トラブル時の切り分けはどうやってますか？  
また、どこまで実施してますか？

MCに実装されていたら良いと思う機能はありますか？

ご清聴ありがとうございました。