



ツイストペア情報配線の 規格と性能

Internet Week ショーケース in 福岡
2024年 7月25日

Agenda

- 1 ITシステムにおける情報配線の投資価値の考え方
- 2 情報配線にも国際的な規格がある事を知っていますか？
- 3 ツイストペアケーブルの種類と性能、選択方法
- 4 ツイストペア配線の新たなニーズ(細径・PoE)のご紹介

ITシステムにおける情報配線の投資価値の考え方

ネットワーク/ITシステムで大事なものは何？



ネットワーク機器



サーバー・ストレージ



アプリケーション



サービス



ケーブル

IT/ネットワークシステムを車に例えると。。。

エンジン

ネットワーク機器
サーバ・ストレージ



インテリア・外観

アプリケーション
サービス

タイヤ

ケーブリング・ファシリティ

伝送速度 vs. 伝送帯域

どっちが大事？

BPS

Bits Per Second

Hz

Hertz

伝送速度/通信速度

- ビットレート(bit rate) 単位bps (kbps/Mbps/Gbps)
- 単位時間にどれだけ多くのビットが通過したかを表す転送効率
 - 1秒間にデータ転送路上の仮想または物理的な地点を通過したビット数



伝送帯域幅

- 帯域幅(bandwidth) 単位Hz
- データ伝送に使われる周波数の幅
 - 回線(ケーブル等)の通信路容量
 - 信号を伝送できる周波数特性



情報配線システムの重要性

- 信頼性の高いシステムは物理層から
 - 上位層の安定稼動を支える土台
 - しっかりした土台作りが長期信頼性を実現

OSI参照モデル



アプリケーション層
情報システム性能

ネットワーク層
通信システム性能

物理層
情報配線システム性能



情報配線にも国際的な規格がある事を 知っていますか？

TIA, ISO, JIS

規約と規格

規約

- **保護/保証**を目的
- **主な分類**
 - 電気/建築/火災、その他の安全規約
 - システムの動作については保証しない
- **序列制度**
 1. 最も限定的な規約(必須では無い)
 2. 国の規約
 3. 州(県)の規約
 4. 地方の規約
- NEC(USA), CEC(Canada), 消防法(日本)

規格

- **最小レベルの性能**を保証
 - 方法・手順・実行・技術的要件
 - 量の設定・比較・測定・制定
 - 収容能力・量・含有量・範囲・値・品質等
- **試験内容・手法・合否判定**
- **メーカー間の互換性保証**
- JIS規格等

米国の情報配線規格 TIA-568シリーズ

TIA-568.0-D

共通文書



ANSI/TIA-568.*-E
2020年~2022年 改定

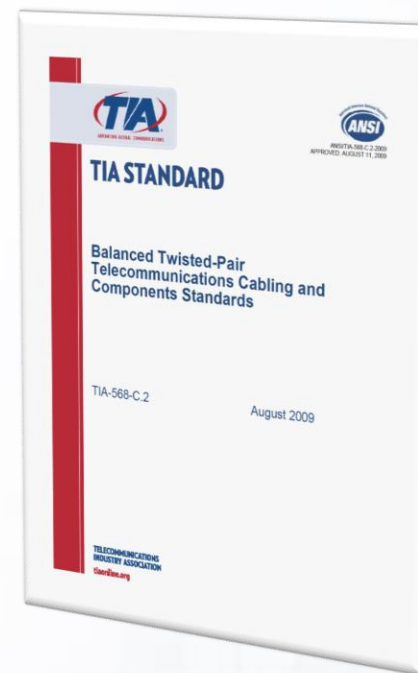
TIA-568.1-D

商業用ビル配線



TIA-568.2-D

Copper



TIA-568.3-D

Fiber



米国の情報配線規格 TIA-568シリーズ

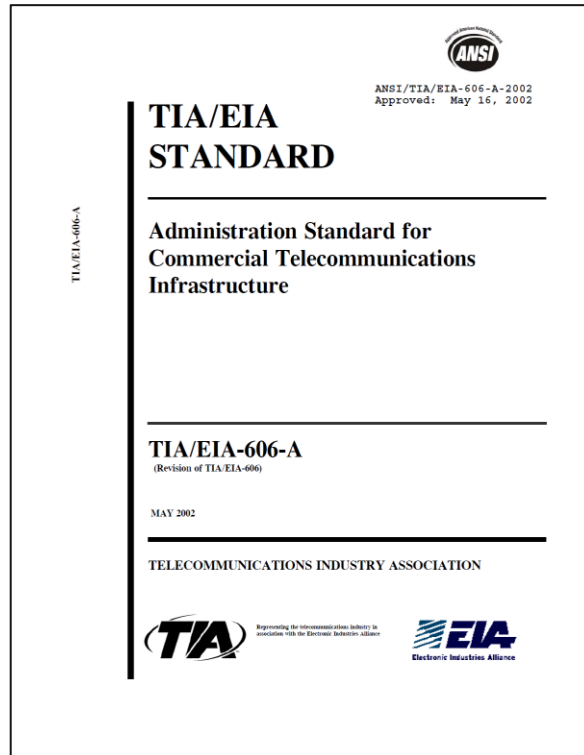
ANSI/TIA-568		概要
.0-E	Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises	顧客構内の全般的なケーブル配線
.1-E	Commercial Building Telecommunications Infrastructure Standard	商用ビルのケーブル配線
.2-D	Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard	ツイストペアケーブル配線とコンポーネント規格
.3-E	Optical Fiber Cabling and Components Standard	光ファイバケーブル配線とコンポーネント規格
.4-E	Broadband Coaxial Cabling and Components Standard	広帯域同軸ケーブル配線とコンポーネント規格
.5	Balanced Single Twisted-pair Telecommunications Cabling and Components Standard	シングルツイストペアケーブル配線とコンポーネント規格
.6	TBD	シングルペアマルチドロップ(SPMD)
.7	TBD	シングルツイストペアケーブル配線とコンポーネント規格（インダストリアル）

米国の情報配線関連規格

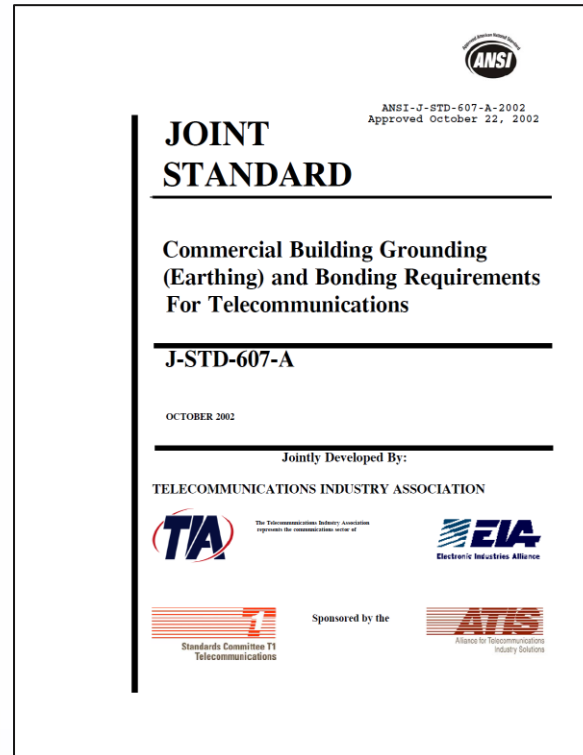
TIA-569 配線経路



TIA-606 管理



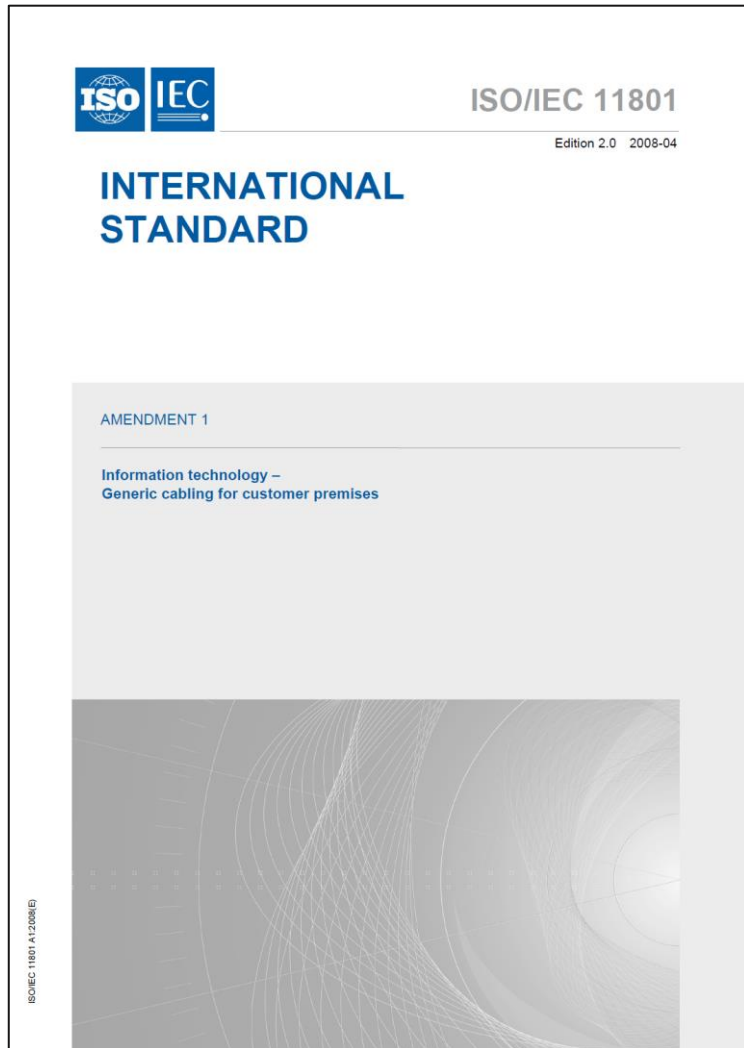
TIA-607 接地



TIA-942 Datacenter



情報配線システムの国際規格



ISO/IEC 11801 series

Generic cabling for customer premises

ISO/IEC 11801-1: General requirements

ISO/IEC 11801-2: Office premises

ISO/IEC 11801-3: Industrial premises

ISO/IEC 11801-4: Single-tenant homes

ISO/IEC 11801-5: Datacenters

ISO/IEC 11801-6: Distributed building services

※ 上記最新版は最終審議中

日本の情報配線規格

ご利用者： 産経（民生）産経興業株式会社 / JSA Product No. 911007424 / Download: 2021-08-25
印刷者： 印刷権を承認します。 本以上のコピーや多量印刷は、JSA への電子ネットワークでの利用。 企業が
使用する場合のコピーへのインストールは禁止されています。 権利規約）に従ってご利用ください。

JIS

汎用情報配線設備-第1部：一般要件

JIS X 5150-1 : 2021
(ISO/IEC 11801-1 : 2017)
(JSA)

令和3年5月20日 制定

認定産業標準作成機関 作成・審議

(日本規格協会 発行)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されています。

JIS X 5150 構内情報配線システム

- ISO/IEC 11801を完全翻訳
- ISO/IEC 11801-1～6も順次翻訳される予定
- 官公庁案件では本規格を引用される場合がある

JIS X 5150-1: 汎用情報配線設備-第1部: 一般要件

JIS X 5150-2: 汎用情報配線設備-第2部: オフィス施設

JIS X 5150-3: 汎用情報配線設備-第3部: 産業用施設

(JIS X 5150-4)

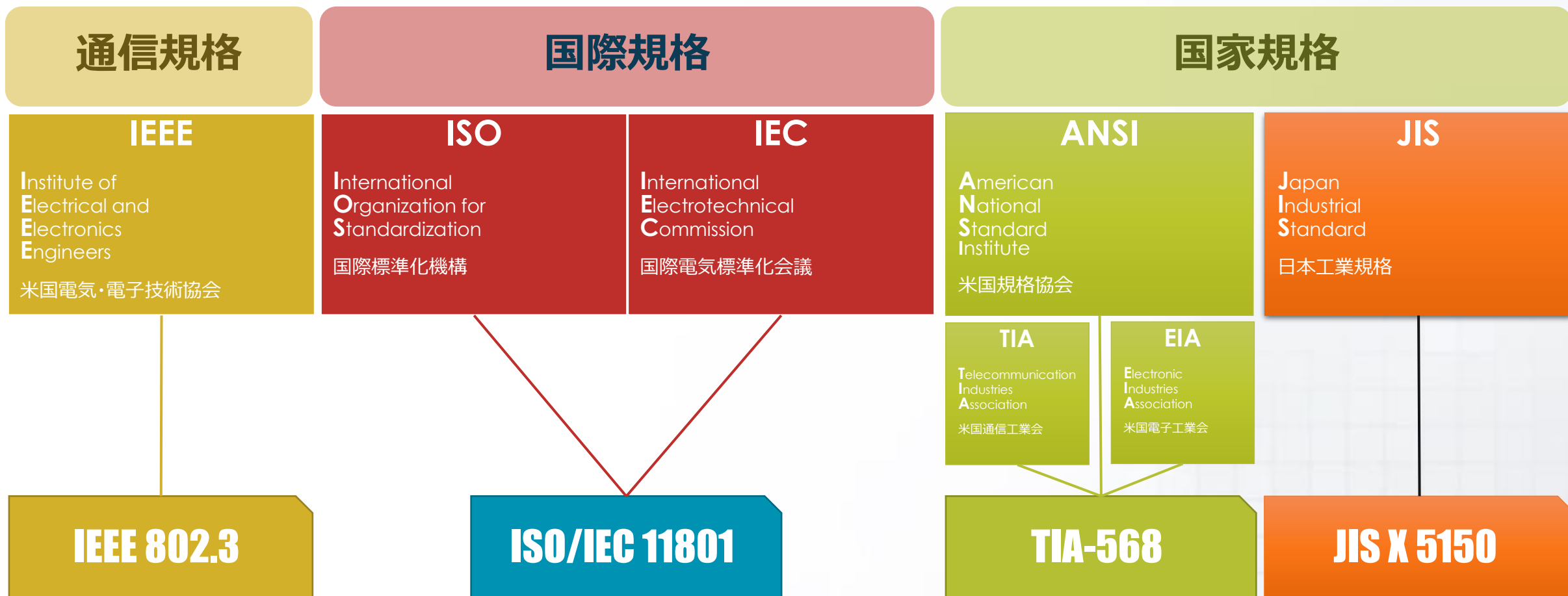
JIS X 5150-5: 汎用情報配線設備-第5部: データセンタ

(JIS X 5150-6)

ISO/IEC 11801 と JIS X 5150

ISO/IEC 11801		JIS X 5150		概要
-1	General requirements	-1	一般要件	ツイストペアケーブルおよび光ファイバケーブルの一般的なケーブル要件
-2	Office premises	-2	オフィス施設	商業用（企業）建物の配線
-3	Industrial premises	-3	産業用施設	自動化、プロセス制御、監視などのアプリケーションを備えた産業用建物の配線
-4	Single-tenant homes	—	—	CATVアプリケーション用の1200 MHzリンクを含む住宅用ケーブル配線
-5	Data Center	-5	データセンタ	データセンターで使用される高性能ネットワークのケーブル配線
-6	Distributed building services	—	—	同じ敷地内に複数の建物が存在する場合のケーブル配線(屋外配線も考慮)

情報配線規格体系



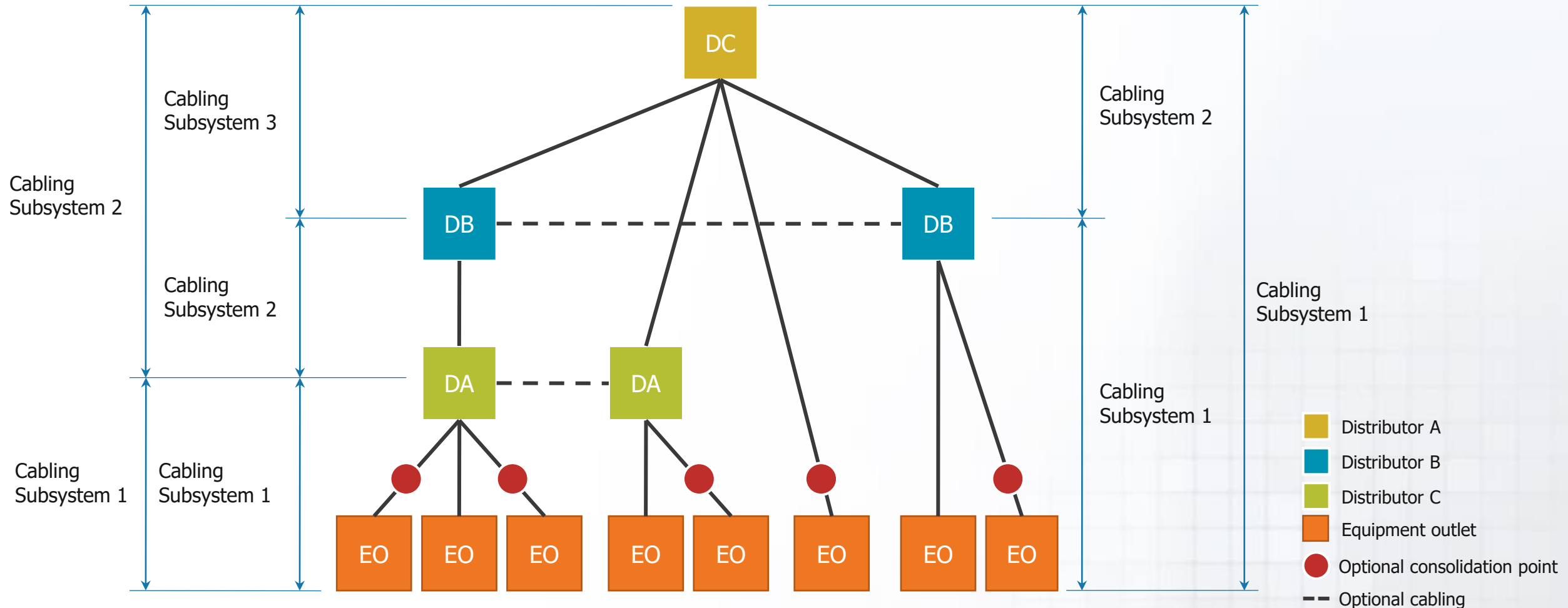
**情報配線規格には
何が書かれているのか？**



情報配線システムの基本概念

= 構造化配線

(ストラクチャードケーブルリングシステム)



JIS X 5150-2:2021の例

● 適用範囲

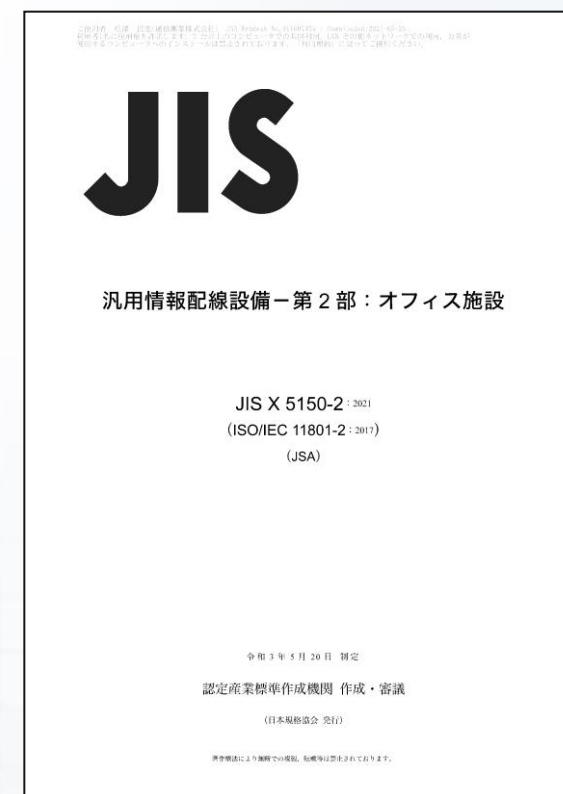
- 単一又は複数のビルで構成された**オフィス施設**で用いる汎用配線設備について規定する。

● 直接に又はJIS X 5150-1の引用によって、次の事項を規定する。

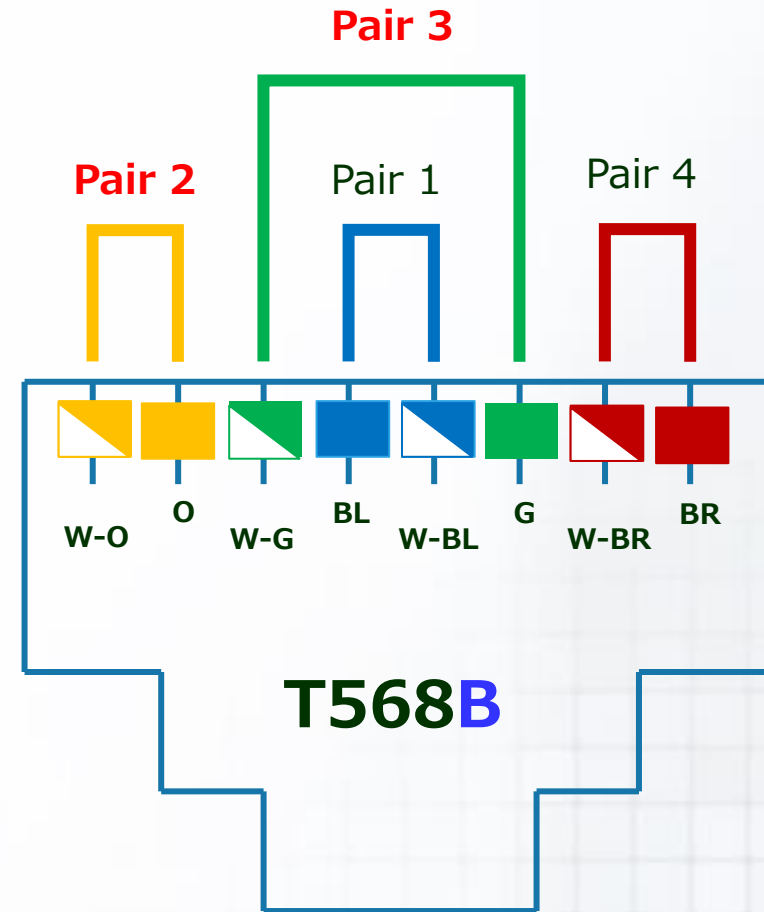
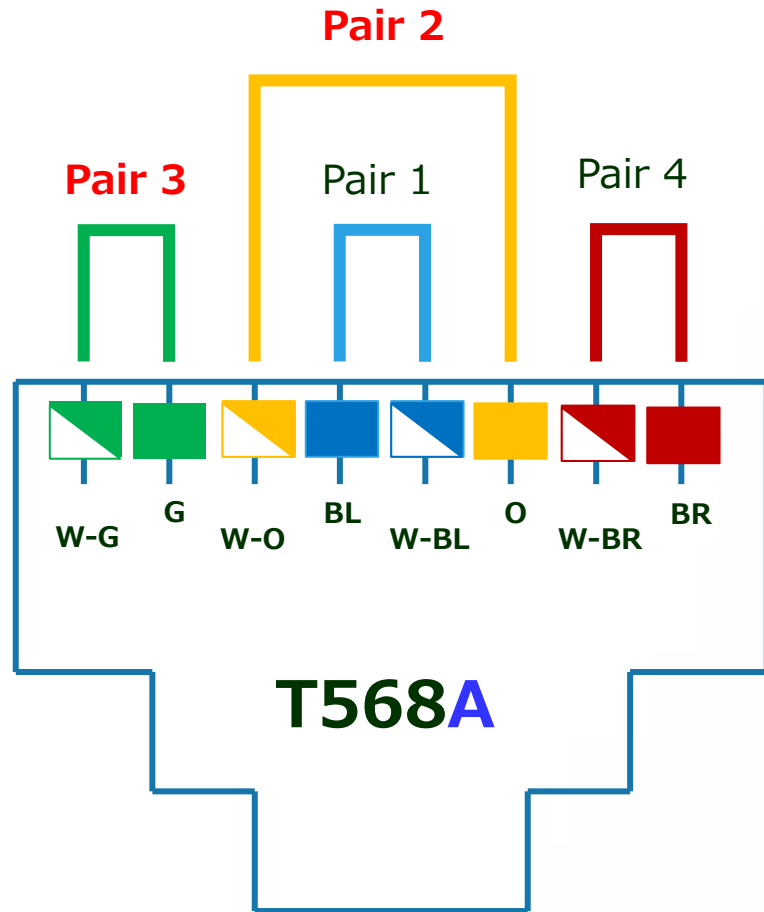
- a) オフィス施設内に対する汎用配線設備の構造及び最小構成
- b) 通信アウトレット(TO)のインタフェース
- c) 配線リンク及びチャネルに対する性能要件
- d) 施工要件及びオプション
- e) 配線部材に対する性能要件
- f) 適合性要件及び検証手順

● 規格の中で定義する汎用配線設備

- クラスE～FAの平衡配線
- 光ファイバ配線



8極ジャックのPin/Pair配列



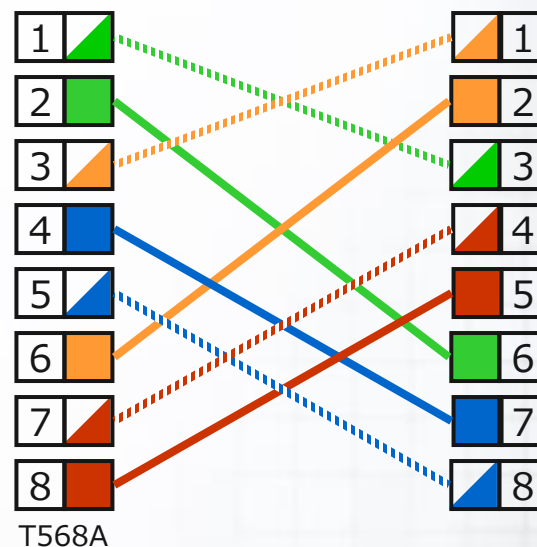
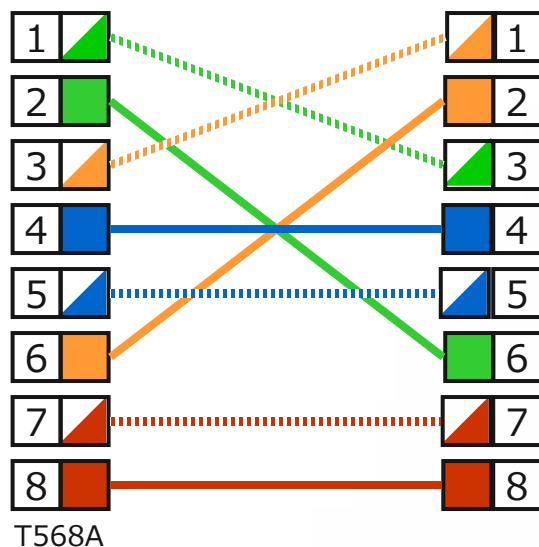
ストレート結線・クロス結線

●ストレート結線

- 通常のPATCHコード
- ネットワーク機器とパソコン等を接続する際に使用

●クロスケーブル

- ネットワーク機器同士または、パソコン同士を接続する際に使用



ツイストペアケーブルの種類と性能、選択方法

ケーブル性能の進化と対応ネットワーク
(10Mbps ~ 10Gbps)

ツイストペアケーブルの種類



U / UTP

スラッシュの前の文字は**ケーブル全体**のシールドタイプを示しています

スラッシュ後の文字は、**導体ペア**の周囲のシールドタイプを示しています



unshielded - **U**

UTP - unshielded twisted pairs

foil shield - **F**

FTP - foil shielded twisted pairs

braided shield - **S**

STP - braided shield twisted pairs

Copper Cable Types



*Unshielded
Twisted Pair*

U/UTP

用途: 屋内

特徴: 安価・容易な加工性



*Foil Screen Around
Unshielded Twisted Pair*

F/UTP

用途: 屋内

特徴: 安価・U / FTPよりも容易な加工性があり、周囲のノイズや近くのケーブルのエイリアン・クロストークからケーブルを保護する



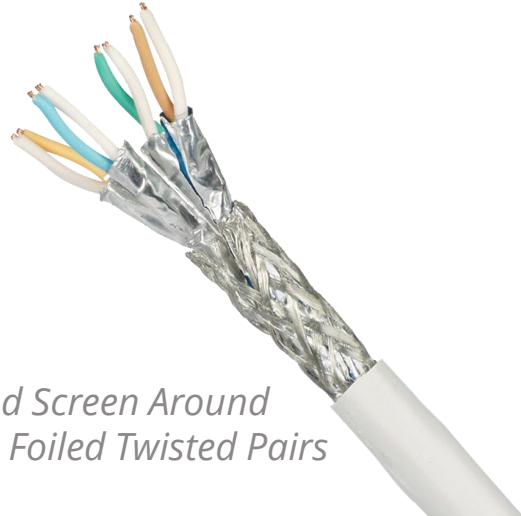
*Unshielded with Individual
Foiled Twisted Pairs*

U/FTP

用途: 屋内

特徴: UTPおよびF/UTPよりも改善されたNEXT特性。S/FTPよりも低コストで細径

Copper Cable Types



Braided Screen Around Individual Foiled Twisted Pairs

S/FTP

用途: 厳しい環境、屋内、海洋、または石油/ガス

特徴: F/UTPおよびU/FTPケーブルよりケーブル強度(保護)が高く、F/UTPケーブルよりもNEXTパフォーマンスが改善されています

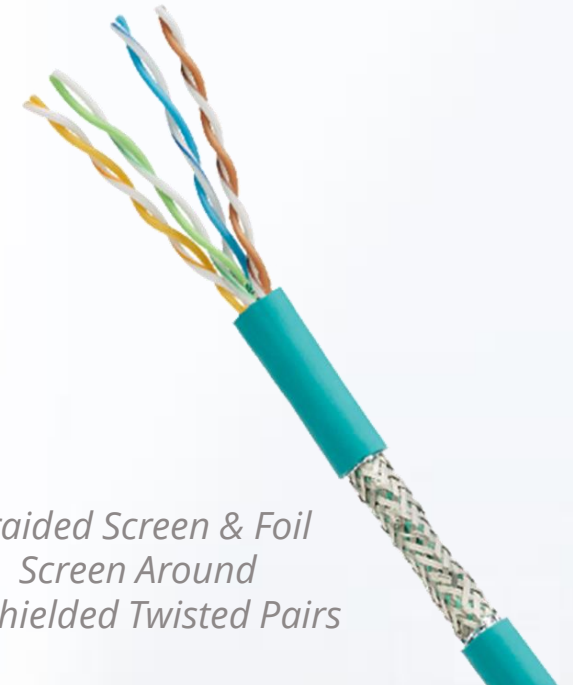


Foil Screen Around Individual Foiled Twisted Pairs

F/FTP

用途: 屋内

特徴: 周囲のノイズやケーブルのエイリアン・クロストークからケーブルを保護する



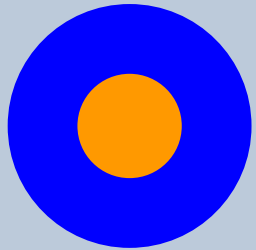
Braided Screen & Foil Screen Around Unshielded Twisted Pairs

SF/UTP

用途: 工場等

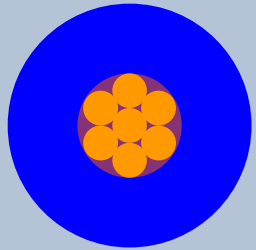
特徴: F/UTPおよびU/FTPよりもエイリアン・クロストーク、環境ノイズから高いレベルの保護

単線導体と撚り線導体



単線導体

- 高周波において伝送性能が良い
- 複雑な成端が不要
- 撚り線導体よりコストが安い



撚り線導体

- 単線導体より曲げ易い
- 単線より曲げ寿命が長い
- クリンプ処理で損傷を受け難い

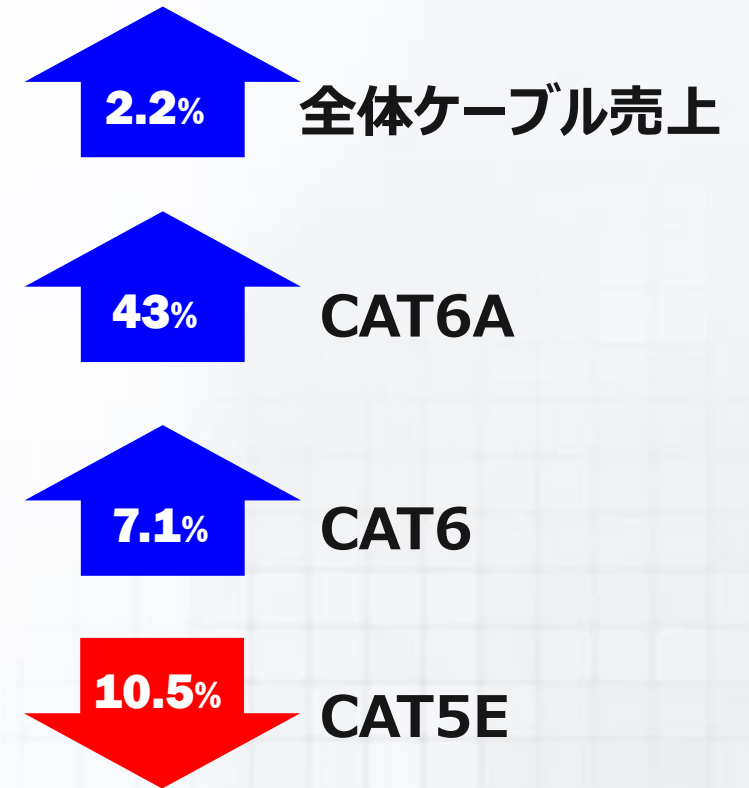
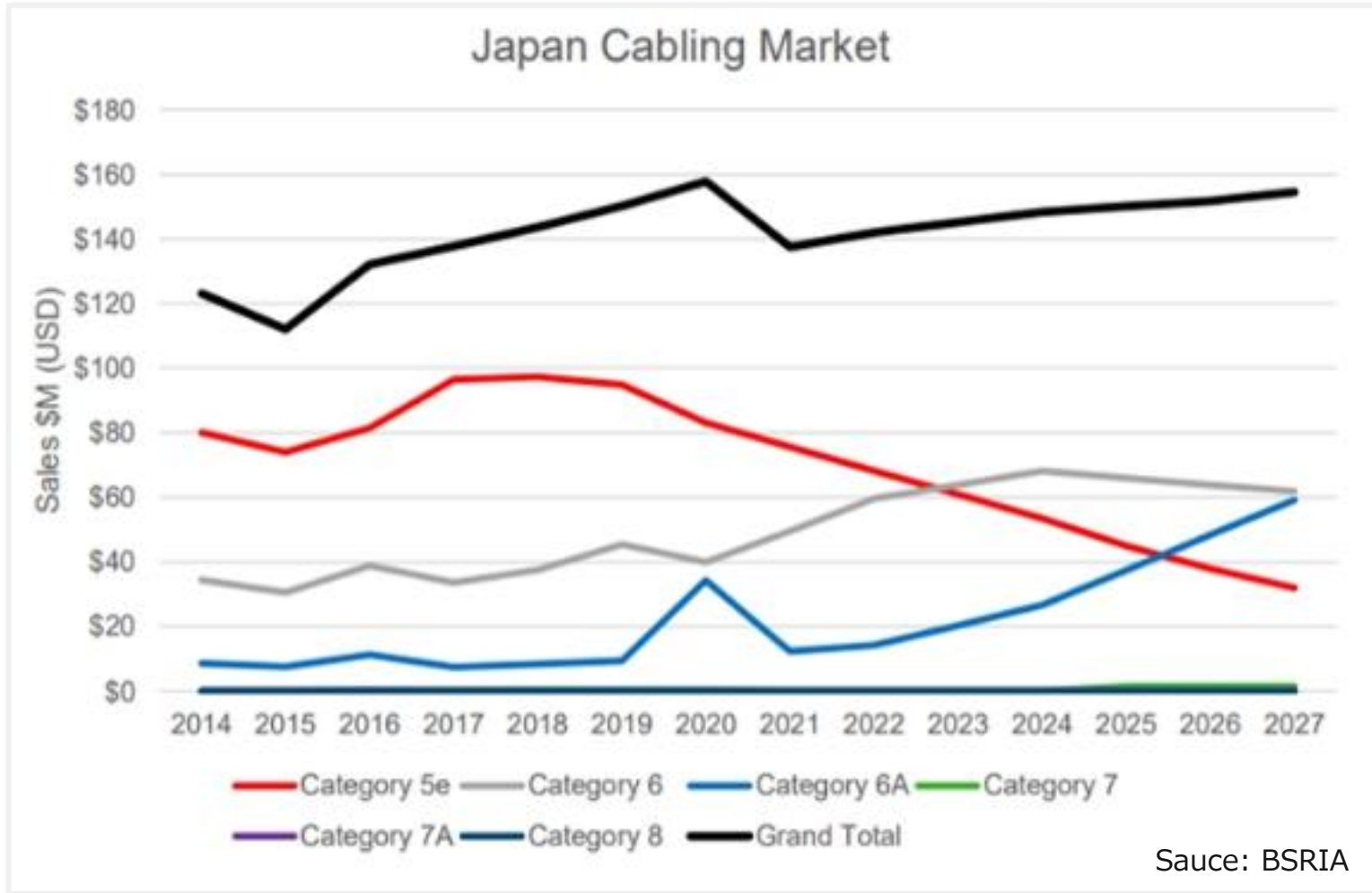


伝送性能クラス及びカテゴリ分類

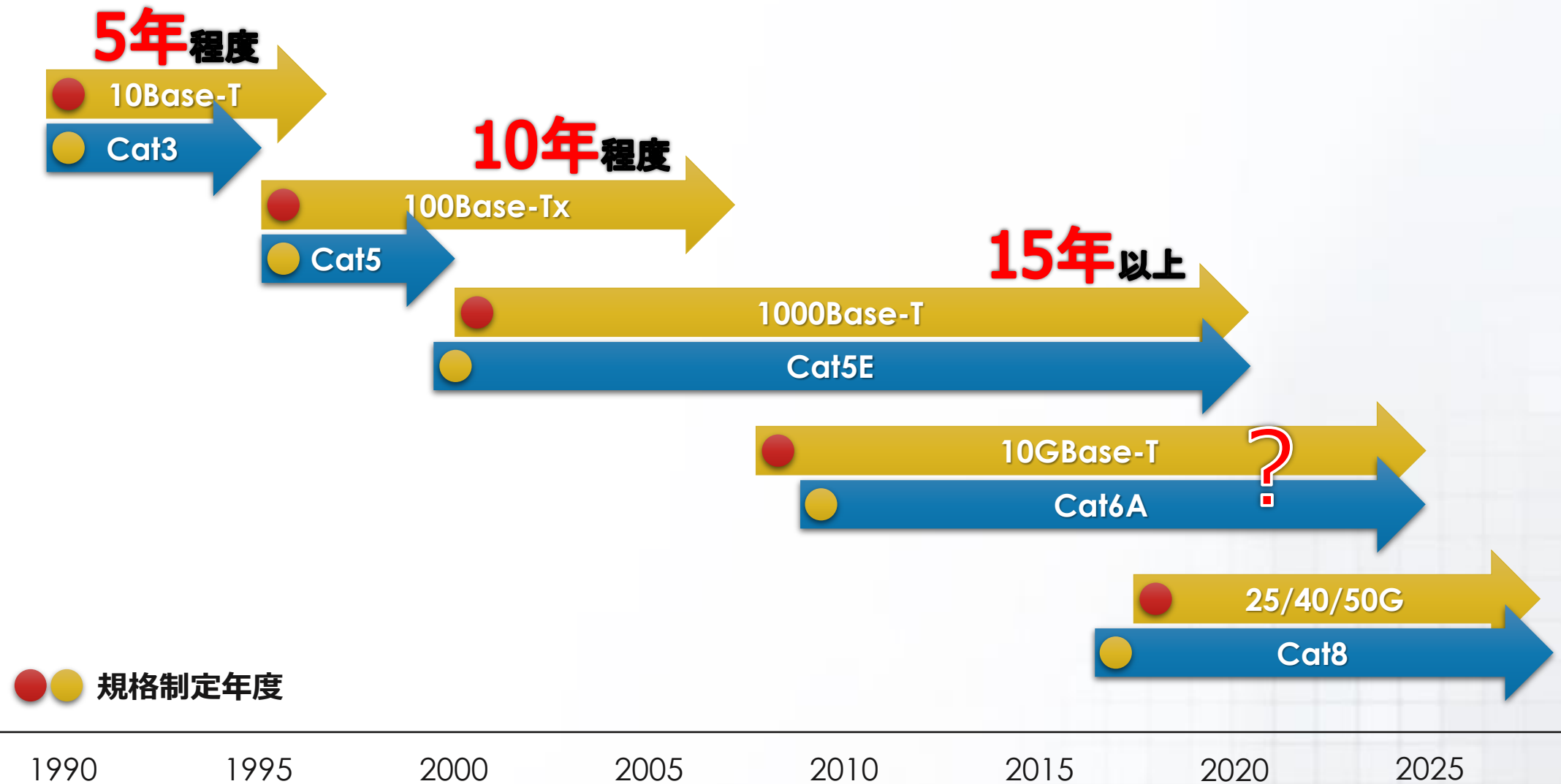
配線システム	コンポーネント	(TIA-568)	規定周波数	サポートされている主なアプリケーション
クラスA	—	—	～100kHz	PBX、X.21、V.11
クラスB	—	—	～1MHz	S0 バス、S0 ポイントツーポイント、S1/S2
クラスC	—	Category 3	～16MHz	イーサネット10BASE-T
クラスD	カテゴリ5	Category 5e	～100MHz	イーサネット100BASE-TX、1000BASE-T、PoE、2.5G/5GBASE-T*
クラスE	カテゴリ6	Category 6	～250MHz	イーサネット2.5GBASE-T、5G/10GBASE-T*
クラスE _A	カテゴリ6 _A	Category 6A	～500MHz	イーサネット2.5GBASE-T、5GBASE-T、10GBASE-T*
クラスF	カテゴリ7	—	～600MHz	イーサネット2.5GBASE-T、5GBASE-T、10GBASE-T*
クラスF _A	カテゴリ7 _A	—	～1,000MHz	イーサネット10GBASE-T、25GBASE-T*
クラス I	カテゴリ 8.1	Category 8	～2,000MHz	イーサネット25GBASE-T、40GBASE-T
クラス II	カテゴリ 8.2	Category 8	～2,000MHz	イーサネット25GBASE-T、40GBASE-T

*: 条件を満たした場合

ケーブルの日本市場と実績



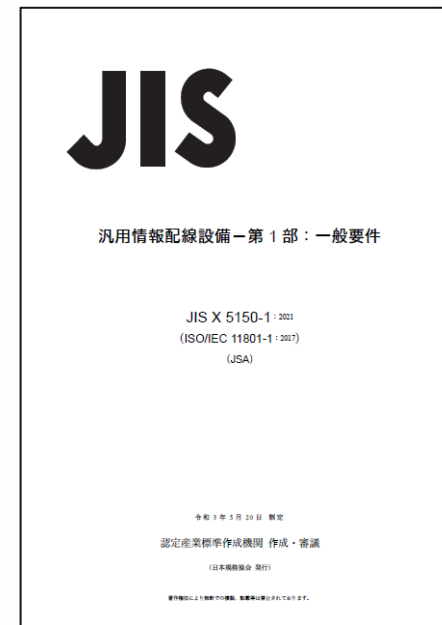
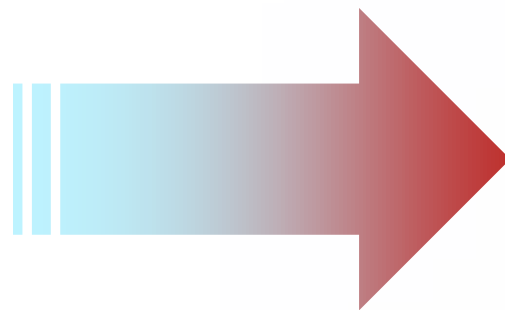
イーサネットとケーブルの利用年数



JIS X 5150 Update



Published in 11/2017



2021年5月制定

- **JIS X 5150-1 : 2021**
 - ✓ 情報配線設備の一般要件
- **JIS X 5150-2 : 2021**
 - ✓ 情報配線設備のオフィス要件

JIS X 5150 はどう変わったか？

6.3 伝送性能

いわゆるパーマネントリンクやチャンネル

Category 6以上

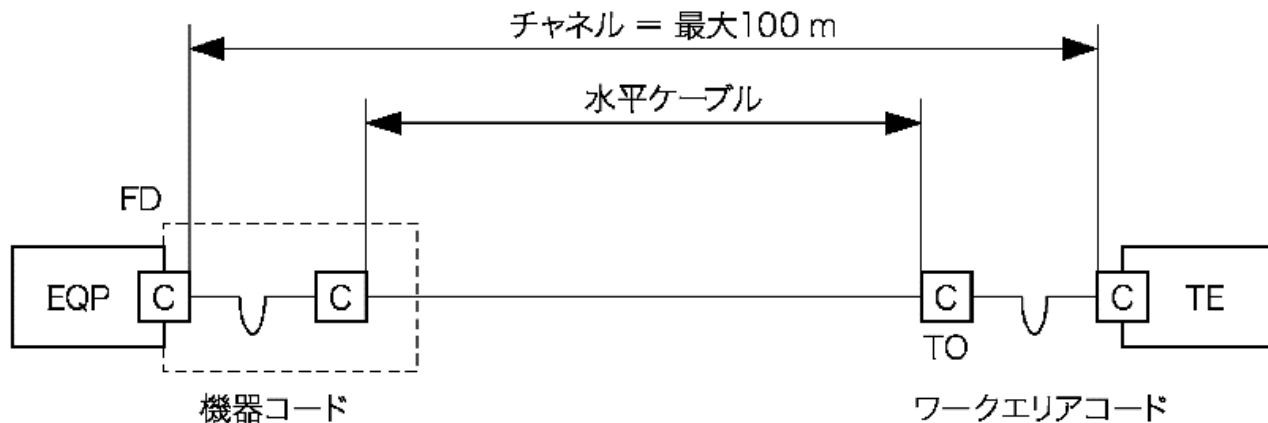
6.3.2.2.2 水平平衡配線設備

水平平衡配線設備は、JIS X 5150-1:2021 の6.3 に規定されているクラスE 又はそれより良いチャンネル性能を提供しなければならない。データ転送速度が1 Gbps を超えるアプリケーションをサポートするためには、クラスE_A 又はそれより良い性能が望ましい。

Category 6A以上

幹線やWi-Fiへの配線

◆ 水平平衡配線の例 ◆



a) インタコネクトーTO モデル

- JIS X 5150-2では、オフィス要件からクラスD、つまりCategory 5eが削除されている。

ツイストペア配線の新たなニーズ(細径・PoE) のご紹介

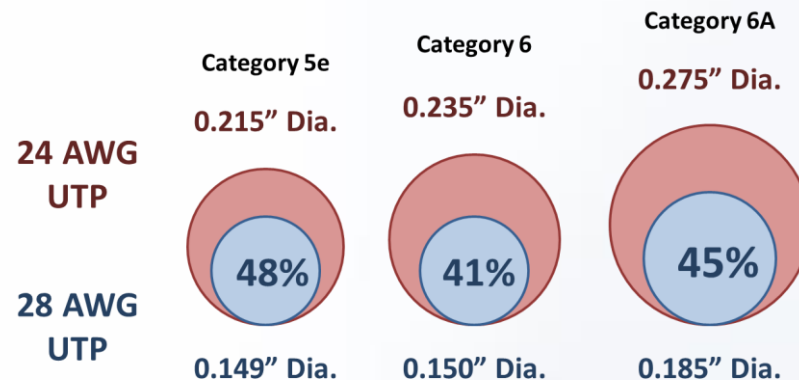
American Wire Gauge (AWG)

- 線材の引抜き処理を行った回数
- AWG数値と導体径は反比例
 - 数値が小さいと、線は太い
 - 数値が大きいと、線は細い

AWG	導体径 (mm)	導体径 (in)
19	0.91	0.036
22	0.64	0.025
23	0.57	0.022
24	0.51	0.020
26	0.41	0.016
28	0.32	0.013
30	0.26	0.010

$$D_n = 5 \times (460 / 5)^{((36 - n) / 39)}$$

D_n = 導体径(mm)
 n = AWG Number



Category 6
24 AWG
patch cord

Category 6
28 AWG
patch cord

細径(28AWG)ケーブル使用上の注意事項

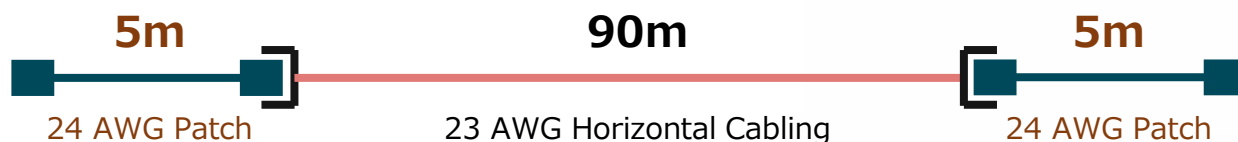
- チャンネル長に注意して使用してください

 - デイレーティング係数1.9

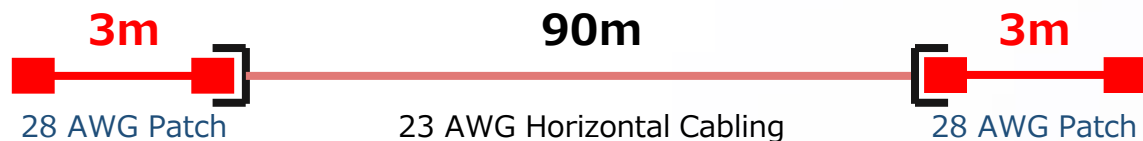
- PoE使用時のケーブルバンドル及び温度上昇に注意

 - 極力バンドル数は少なく

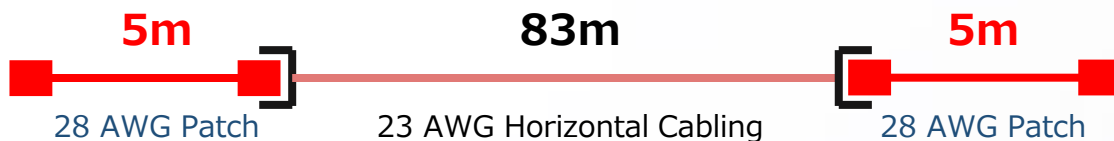
100m Channel (24AWG patch)



96m Channel (28 AWG Patch)



93m Channel (28 AWG Patch)



長さ算出アプリもあります。

De-Rate It

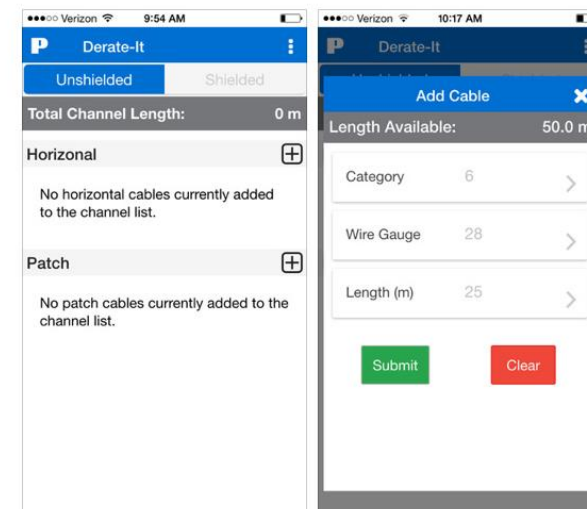
✓ Apple Store

✓ Android Store



Panduit Derate-It
Panduit Corp.

+ OPEN



PoE : Power over Ethernet

- ツイストペアケーブルを使用し、データ伝送と同時に**電力供給**を行う技術
- 主な用途
 - 無線アクセスポイント (WAP)
 - ネットワークカメラ (監視カメラ)
 - IP電話機
- 主なメリット
 - 電源コンセント及び電気配線不要
 - 電源確保が困難な場所への機器の設置が容易となる
 - 電源配線敷設コストおよび時間を削減
 - 機器の電源供給の集中管理

PoE規格

規格	IEEE802.3af	IEEE802.3at	IEEE802.3bt	
制定年	2003年	2009年	2018年	
通称	PoE	PoE+	PoE++	4P PoE
Type	1	2	3	4
電力共有ペア数	2	2	4	4
最大供給電流	350mA	600mA	600mA	960mA
給電電力(PSE)	15.4W	30.0W	60.0W	90.0W
受電電力(PD)	12.95W	25.5W	51.0W	71.0W

PoEの注意点

- **ケーブルを複数本バンドルした場合のケーブル温度上昇**
 - バンドルの本数が増えるほど温度上昇は大きい
 - ケーブルの発熱による外被や絶縁体の劣化
- **ケーブルの温度上昇に関するガイドライン**
 - TIA TSB-184A(2017年制定)
 - リンク温度上昇: Max 15℃
 - 既設ではCAT5e以上に適用可(より高いカテゴリを推奨)
 - 新規配線にはCAT6A以上を推奨。
 - ISO/IEC TS 29125(2017年制定)
 - リンク温度上昇: Max10℃
 - 既設ではClassD以上に適用可(より高いカテゴリを推奨)
- **給電されている状態でのコネクタの抜き差し**
 - 通電している状態で抜き差しを行った場合、アーク放電等の現象が発生する可能性がある。

SPE: Single Pair Ethernet

- **イーサネット通信を1Pair(2心)で実現**
 - ケーブルが細径・軽量化
- **IEEE802.3cg**
 - 自動車用に開発された通信技術
 - 工場内配線やビルディングオートメーションでの利用に期待
- **ISO/IECやTIAでもSPE配線規格策定中**

規格名	用途	速度	最大距離	アプリケーション名	制定年
IEEE802.3bw	自動車	100Mbps	15m	100BASE-T1	2015年
IEEE802.3bp	自動車	1Gbps	15m	1000BASE-T1 type A	2016年
	自動車以外		40m	1000BASE-T1 type B	
IEEE802.3cg	自動車以外	10Mbps	25m	10BASE-T1S	2019年
			1,000m	10BASE-T1L	
IEEE802.3ch	自動車	2.5/5/10Gbps	15m	2.5/5/10GBASE-T1	2020年

シングルペアーイーサネットの主な用途



自動車

- 自動運転
- 安全装備
- 遠隔操作



スマートビル

- IoT
- LED照明
- エレベーター
- 入退室管理等



工場(インダストリアル)

- インダストリアルIoT
- フィールドネットワーク



その他

- 住宅
- 農業
- 交通システム
- 他

シングルペアイーサネットの関連規格

• TIA規格

- ANSI/TIA-568.5 (ビルディング向け配線) 発行済み(2022/2, 追補版作成中)
- ANSI/TIA-568.6 (マルチドロップ配線[SPMD]) 発行予定
- ANSI/TIA-568.7 (インダストリアル向け配線) 発行予定

• IEC規格

- IEC 61156-11 (1000BASE-T1向け水平配線用ケーブルの電気特性) 発行済み
- IEC 61156-12 (1000BASE-T1向けワークエリア用ケーブルの電気特性) 発行済み
 - IEC 61156-11,12は、周波数を1250MHzまで延長する改版予定
- IEC 61156-13 (10BASE-T1向け水平配線用ケーブルの電気特性) 発行予定
- IEC 61156-14 (10BASE-T1向けワークエリア用ケーブルの電気特性) 発行予定

• ISO/IEC規格

- ISO/IEC 11801-1 (General requirements)追補 発行予定
- ISO/IEC 11801-3 (Industrial premises) Edition 1.1 発行済み(JIS化済み)
- ISO/IEC 11801-6 (Distributed building services)追補 発行予定

シングルペアイーサネット用コンポーネント



IEC63171-1

- ビル内配線向け



IEC63171-6

- 工場内配線向け



IEC63171-2

- ビル内配線向け



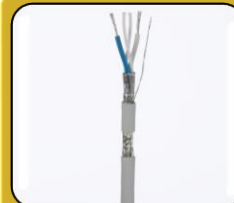
IEC63171-7

- 工場内配線向け



IEC63171-4

- ビル内配線向け



SPE用ケーブル (UTP/シールドケーブル)

- 短距離(100m) AWG26 ~ 22
- 長距離(1,000m) AWG18



IEC63171-5

- 工場内配線向け

シングルペアーイーサネット推進団体



**Single Pair Ethernet
System Alliance**

Single Pair Ethernet System Alliance

• <https://singlepairethernet.com/en/>



INDUSTRIAL
PARTNER
NETWORK

SPE Industrial Partner Network

• <https://www.single-pair-ethernet.com/en>



TIA SPEC(Single Pair Ethernet Consortium)

• <https://spec.tiaonline.org/>



SPEC(Single Pair Ethernet Consortium)

• <https://e-spec.org>

Thank You!

We want your feedback!