TTC技術レポート
Technical Report

TR-1082
シングル・ペア・イーサネット通信及び 直流給電方式についての 実装ガイドライン

Single Pair Ethernet communication and

DC power supply system implementation guideline

2023 年 1 月 10 日

一般社団法人

情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE

Telecommunication Technology Committee

目次

〈参考〉

1. 国際勧告等との関連

本技術レポートに関する国際勧告は本文中に記載している。

2. 改版履歴

版数	制定日	改版内容
第 1.0 版	2019 年 12 月 3 日	制定
第 2.0 版	2021 年 5 月 11 日	改定：仕様 4 追加、IEC ケーブル・コネクタ規格対応
第 3.0 版	2022 年 12 月 6 日	改定：カテゴリ別仕様への変更 2.5/5/10Gbps 仕様追加、10Mbps P-MP 仕様追加
第 3.1 版	2023 年 1 月 10 日	改定：フォント修正

3. 参照文献

IEE802.3　2018 年度版

4. 技術レポート作成部門

IoT エリアネットワーク専門委員会（WG3600）　通信インタフェース（SWG3604）

5. 本技術レポートの制作体制

本技術レポートは、Single Pair Ethernet Consortium （以下 SPEC）にて原案を作成し、本 IoT エリアネットワーク専門委員会（WG3600）、通信インタフェース SWG(SWG3604)での審議を経て TTC 技術レポートとしてとして公開するものである。

1.　はじめに

本技術レポートは、IoT エリアネットワークにおいて IEEE802.3 及び IEC61156、63171 に基づくシングル・ペア・イーサネット通信と直流給電方式を利用する為の、各機器、ケーブル、コネクタへの機能要件を述べたものである。

1.1　背景

ICT の発展が著しい環境の中で、さまざま機器がネットワークに繋がり、各種サービスが提供されている。そのため、ICT サービスに対する重要性が高まり、各ネットワークの確実性・安定性・信頼性への要望が増大している。

また、センサー・アクチュエータ等、従来の ICT 機器以外の機器をネットワークへ接続することがこれまで以上に求められ、多くの機器メーカが、新たにネットワーク機能の実装を必要としている。

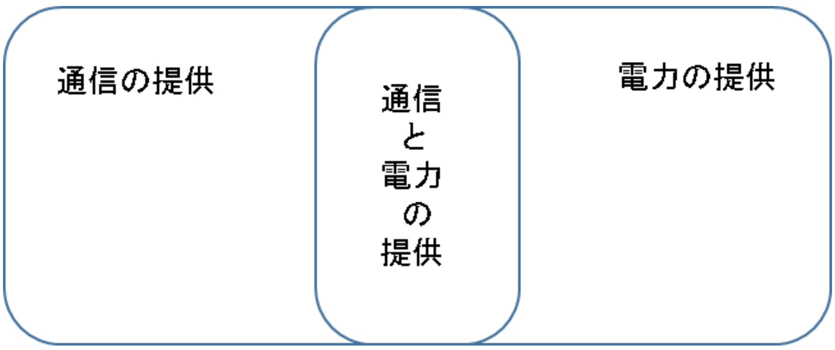
このような状況でさまざまな機器をネットワーク接続するにあたり、通信ネットワークの提供と共に電源供給が大きな課題となっている。

そのため、これら機器をネットワークに接続し確実性、安定性・信頼性を確保する為には、１対のケーブルで通信と電源の両方を一体として同時提供することで本課題を解決できる方法の一つと考えられる。

これまでも通信と給電の同時提供は検討され、過去幾つか実現された技術もあるが、メタリックケーブルを用いた通信・給電方式はこれまで業界毎に多岐に渡り規格化され、また十数年以前に規格化された方式も多く、必ずしも現在のネットワークに適した環境を提供できないため、新たな通信・給電方式が求められている状況である。

この様な状況を踏まえ本実装ガイドラインでは、媒体として最もシンプルなシングル・ペア・ケーブルを用いて通信・給電方式を規定することを目的としている。

また、これまで業界毎に規定されていた方式を一つに統合し、今後の各種サービス・アプリケーションに適応する実装ガイドラインとして規定したものである。



IoTエリアネットワーク

1.2　本技術レポートの目的

現在 IEEE802.3 委員会において、いくつかのシングル・ペア・ケーブルを用いた標準化が完了、または進行中である。これらの規格はイーサネット通信方式・直流給電方式について規定するものである。しかし、これまで策定された規格は、そのユースケースとして主に自動車の車載ネットワークを想定し規定された為、想定する伝送・給電距離も短距離と短く、ネットワーク内の各機器、ケーブルの相互接続性、性能等は自動車全体として確認されている。
その為、キャリア・パブリック・ファクトリー・エンタープライズ・コンシューマ市場等のユースケースへの適応には幾つか課題がある。これらの市場では、複数のメーカの機器、ケーブル、コネクタ等が組み合わされネットワークを構成する為、個々の規格を元にした各メーカの機器への実装、また各メーカ間での組み合わせによっては、相互接続が担保できないことが予想され、サービスの確実性・信頼性・安全性が危ぶまれることになり、結果その利用に影響が生じる恐れがある。

ICT サービスとして誰もが安心して利用できる仕組みの提供が不可欠であり、そのための方策として、シングル・ペア・イーサネットに関連する通信・給電・ケーブル・コネクタ等の各規定を合わせ実装ガイドラインとして示すことが本技術レポートの目的である。

本ガイドラインは、各規格を元に以下の４つのカテゴリに分けてガイドラインを規定する。
ポイント・ツー・ポイント（１対１）で構成される 1 Gbps までの高速通信と DC 給電を提供するとするカテゴリ、超高速 10Gbps までの通信に対応するカテゴリ、10Mbps で 1km までの長距離伝送に対応するカテゴリ、そしてポイント・ツー・マルチポイント（1 対多接続）で 10Mbps（半二重）の通信に対応するカテゴリを規定している。

DC 給電については、最大 DC60V（50W）から DC24V、DC12V の各給電電圧における給電能力、接続機器の消費電力に制限が設けられていることで、環境負荷への低減を実現するスマートネットワークを目的としている。

今後を担う IoT エリアネットワークに必要な通信と給電に関する国際標準規格として、ネットワーク機器メーカ、端末機器メーカ、ケーブル、コネクタ等のアクセサリーメーカが、均一な性能を実現し、相互接続を可能とするための実装要件を、ガイドラインとして記載したものである。

1.3　IEEE802.3　SPE 関連規格　（bw, bp, bu, cg）

今回の実装ガイドラインの元となる IEEE802.3、IEC61156、IEC63171 規格内のシングル・ペア・ケーブルを用いた通信・給電規格を以下に記載する。

通信方式・給電方式：IEEE802.3（IEEE Standard for Ethernet 2018）

・IEEE802.3bw：

Physical Layer Specifications and Management Parameters for 100 Mb/s Operation
over a Single Balanced Twisted Pair Cable

・IEEE802.3bp：

Physical Layer Specifications and Management Parameters for 1 Gb/s Operation
over a Single Twisted-Pair Copper Cable.

・IEEE802.3bu：

Physical Layer and Management Parameters for Power over Data Lines (PoDL) of Single Balanced Twisted-Pair Ethernet
PoDL（Power over Data Line）

・IEEE802.3cg：

Physical Layer Specifications and Management Parameters for 10 Mb/s Operation and Associated Power Delivery over a Single Balanced Pair of Conductors 10BASE-T1（L) (10Mbps Single Pair Ethernet)

・IEEE P802.3ch :

Physical Layer Specifications and Management Parameters for 2.5 Gb/s, 5 Gb/s, and 10 Gb/s Automotive Electrical Ethernet

規格策定中（今後ガイドラインに追加予定）

・IEEE P802.3 dd : Power over Data Line of Single Pair Ethernet (Maintenance)
・IEEE P802.3 de : Time Synchronization for Point to Point Single Pair Ethernet
・IEEE P802.3da : 10 Mb/s Single Pair Multi-Drop Segments Enhancement
・IEEE P802.3dg : 100Mb/s Long Reach Single pair Ethernet

本ガイドラインに関連する及び参照するその他の IEEE802.3 規格を以下に記載する。

・IEEE802.3af (Power over Ethernet)
・IEEE802.3at (Power over Ethernet+)
・IEEE802.1ab (Local Link Discovery Protocol)
・IEEE802.1ah（Ethernet OAM）

ケーブル・コネクタ規格：

IEC 61156-11,

Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications –Part 11: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz –Horizontal floor wiring – Sectional specification

IEC 61156-12,

Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications –Part 12: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 600 MHz –work area wiring – Sectional specification

IEC 61156-13, （Draft）

Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications –Part 13: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 20 MHz –horizontal floor wiring – Sectional specification

IEC 61156-14, （Draft）

Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications –Part 14: Symmetrical single pair cables with transmission characteristics up to 20 MHz – work area wiring – Sectional specification

IEC 63171-1

Detail specification for two-way, shielded or unshielded, free and fixed connectors –Mechanical mating information, pin assignment and additional requirements for Type 1copper LC style

IEC 63171-6

Detail specification for 2-way and 4-way (data/power), shielded, free and fixed connectors for power and data transmission with frequencies up to 600 MHz

1.4　用語の定義と略号

本ガイドラインで用いる用語と定義を以下に示す。

・イーサネット（Ethernet）

コンピューターネットワーク規格の 1 つ。世界中のオフィスや家庭で一般的に使用されている有線の LAN (Local Area Network) で最も使用されている技術規格で、OSI 参照モデルの下位 2 つの層である物理層とデータリンク層に関して規定している。

・IoT エリアネットワーク：特定した同一エリア内の同じセグメントで定義されたネットワーク

・セグメント：１つの論理的な固まりで電気的に等価であり、データリンク層のフレームを利用した通信が可能。

・SPE（Single Pair Ethernet）：１ペアのバランスド・メタリックケーブルを用いた Ethernet 通信と DC 給電の総称

・LVDC：60V 以下の直流電圧を用いた超低電圧直流給電システム

・P-P：ポイント・ツー・ポイント（1 対１）接続方式

・P-MP：ポイント・ツー・マルチポイント（１対多）接続方式

・NT：(Network Terminal)ネットワーク端末装置

・PS：(Power Source) DC 電源装置

・CO：SPE センタ装置を示し通信と給電を提供する装置で配下にエリアネットワークを構成する。

・CPE：SPE 端末装置を示しエリアネットワーク内で CO に接続される各種装置

・GW：異なる方式のネットワーク間を接続する装置

・IoT 端末：IoT エリアネットワークに接続する端末装置

・IoT サーバ：IoT 端末の情報を収集・蓄積・制御するサーバ装置

・T.B.D：to be determined 将来決定する、未定、未確定の略

2. 実装ガイドライン

2.1 適応範囲

適応範囲は、以下の図 1 に示すように、NT、PS に接続する、または独立する CO と CPE で構成された同一セグメント内の通信と給電ネットワークとする。

同一セグメントは個々の SPE ケーブルで接続され、電気的に等価である。通信においてはデータリンク層を用いてフレームが相手側に直接到達する範囲とし、給電についても直接電位が到達することが前提となる。またイーサネットと同様に OSI 参照モデルの物理層とデータリンク層が対象である。

ただし、CO 装置および CPE 装置の上位側、下位側には、同じまたは他の方式の通信ネットワーク及び電源ネットワークを構成することができ、それらを組み合わせて多段的なネットワークとして構成することも可能である。

適応範囲の中核となる SPE ケーブルは 1 対のバランスドケーブルを用いることを前提としており、1 対 1 の P-P 構成と P-MP 構成で接続する形態を適応範囲とする。尚、P-MP 接続での給電仕様については、今後の IEEE802.3 標準化状況を踏まえ、今後対応予定とする。

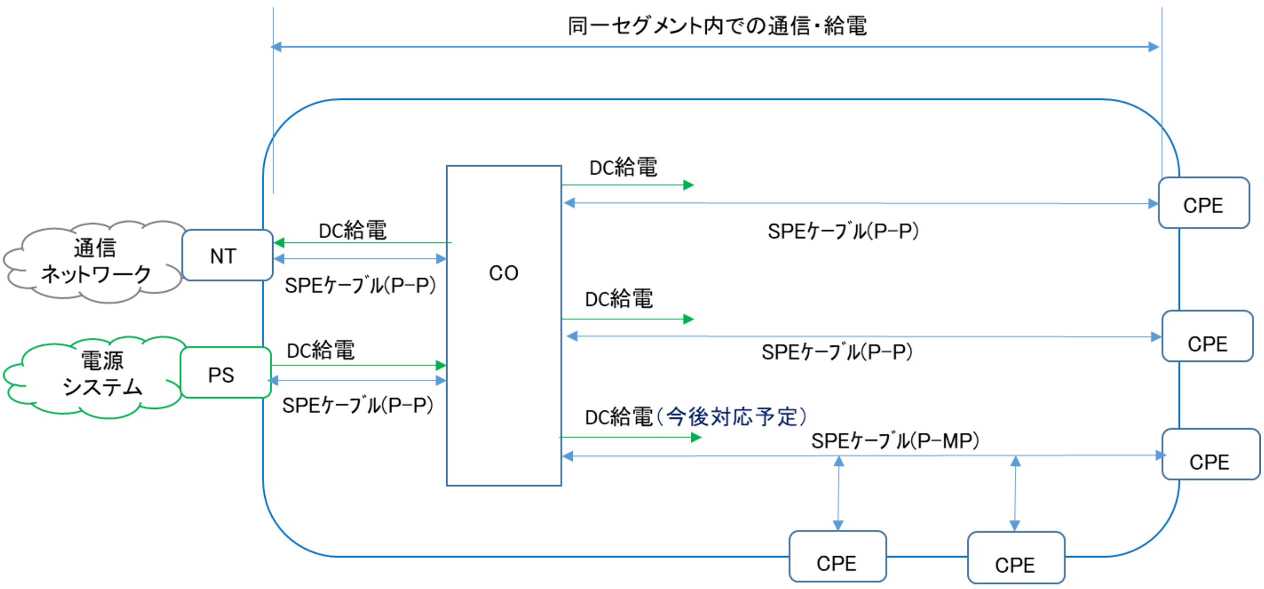


図 1.SPE&DC 給電システム適応範囲

2.2 実装要件

本ガイドラインの実装要件について以下に記載する。

（１）CO、CPE 装置は、P-P 構成の通信方式とし IEEE802.3bw、bp、ch、cg(L)に準じた規格を用いるものとする。通信速度としては、10Mbps、100Mbps、1Gbps、2.5Gbps、5Gbps、10Gbps の各速度に対応する事とし、既存のイーサネットと同様に全二重通信を実現できるものとする。
また、CO、CPE 装置は、M-MP 構成の通信方式とし IEEE802.3cg(S)に準じた規格を用いるものとする。通信速度としては、10Mbps の速度に対応する事とし、既存のイーサネットと同様に半二重通信を実現できるものとし、端末数は最大８端末に対応する。

（２）同通信方式に対応するパラメータに関しては、速度設定、マスター・スレーブ等については自動検出、自動設定及び手動設定等を用いて設定及び変更を実現できるものとする。

（３）CO 装置、CPE 装置は P-P 構成の DC 給電方式として、IEEE802.3bu、cg(L)に準拠した規格を用いるものとする。
（但し、2.5Gbps、5Gbps、10Gbps につては、本 DC 給電方式の適応外とする）
本ガイドラインでは DC 給電電圧は、48V 系、24V 系及び 12V 系の３つの電圧帯を定義しており、給電能力は 50W を最大電力とし仕様毎に各給電電圧、電流について規定する。

（４）給電制御については、IEEE802.3bu、cg(L)に規定されている給電仕様に基づき、CO 装置は CPE 装置の検出に基づいた給電動作の実装と、CO 装置は給電の ON/OFF 制御を実現できることとする。また、CO 装置にて PD の電力 Class の検出を行ない給電可否の制御を実現する。また給電電圧値、電流値のモニタ機能を有することを要件とする。
これらの要件は P-P 構成における給電電力量の見える化、給電制御による省エネルギー化によるメリットを最大限に活かすことが実現できる様に規定したものである。

（５）ケーブルは、IEC61156 にて規定された AWG18-26 の STP/UTP ケーブルから、AWG24 と AWG18 の２つのケーブル（線径）を元に適応ケーブル毎の距離を規定する。
IEEE61156-11、12 ケーブルは、P-P 構成（１対１）の 10/100/1000/2.5G/5G/10GBASE-T1 に対応し、IEC61156-13、14 ケーブルは P-P（１対１）構成、P-MP 構成（１対多）の 10BASE-T1(S)、(L）に対応する。

（６）コネクタは、IEC63171 にて規定され、IEC63171-1、IEC63171-6 の２種類コネクタを規定する。

（７）CO、CPE 装置は、イーサネット方式に対応した通信方式にて同一セグメント内に閉じてデータ通信を行うデータタリンク層のプロトコル（LLDP、E-OAM、HTIP 等）があり、これらを利用した機器情報、通信状態、給電状態を利用した接続状態の確認機能を実装することを推奨する。
これらを実装することにより、単に通信、給電を提供するだけでなく、その状態を常に取得することで、通信・給電サービスとしての信頼性・安定性を確実に提供するものである。

2.3 通信・給電仕様

本実装ガイドラインは、IEEE、IEC 各国際標準規格を元に、配線形態、ケーブル・コネクタ、給電可否から共通する４つのカテゴリから１１の仕様を以下に規定する。

カテゴリーＡ：P-P 構成（１対１）、高速 10、100、1000Mbps　給電有

・仕様１：P-P 構成、10/100/1000Mbps、DC12V 給電（AWG23、24 ケーブル時）　表１：仕様一覧表　参照

・仕様２：P-P 構成、10/100/1000Mbps、DC24V 給電（AWG23、24 ケーブル時）　表１：仕様一覧表　参照

・仕様３：P-P 構成、10/100/1000Mbps、DC48V 給電（AWG23、24 ケーブル時）　表１：仕様一覧表　参照

カテゴリーＢ：P-P 構成（１対１）、超高速 2.5、5、10Gbps　給電無

・仕様１：P-P 構成、2.5/5/10Gbps、給電無（AWG24 ケーブル時）　表２：仕様一覧表　参照

カテゴリーＣ：P-P 構成（１対１）10Mbps 長距離　給電有

・仕様１：P-P 構成、10Mbps、DC24V 給電（AWG24 ケーブル時）　表３：仕様一覧表　参照

・仕様２：P-P 構成、10Mbps、DC24V 給電（AWG18 ケーブル時）　表３：仕様一覧表　参照

・仕様３：P-P 構成、10Mbps、DC48V 給電（AWG24 ケーブル時）　表３：仕様一覧表　参照

・仕様４：P-P 構成、10Mbps、DC48V 給電（AWG18 ケーブル時）　表３：仕様一覧表　参照

・仕様５：P-P 構成、10Mbps、DC48V 給電（AWG24 ケーブル時）　表３：仕様一覧表　参照

・仕様６：P-P 構成、10Mbps、DC48V 給電（AWG18 ケーブル時）　表３：仕様一覧表　参照

カテゴリーＤ：ポイント・ツー・マルチポイント（1 対多接続）で 10Mbps（半二重）給電無

・仕様１：P-MP 構成、10Mbps、給電無（AWG24 ケーブル時）　表４：仕様一覧表　参照

・仕様２：P-MP 構成、10Mbps、給電無（AWG18 ケーブル時）　表４：仕様一覧表　参照

表１：仕様一覧表

<table>
<tr><td colspan="2">カテゴリA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>仕様1</td><td>仕様2</td><td>仕様3</td></tr>
<tr><td colspan="2">接続構成</td><td colspan="3">P – P（ポイントツーポイント）</td></tr>
<tr><td colspan="2">通信速度</td><td colspan="3">10/100/1000Mbps（全二重）</td></tr>
<tr><td colspan="2">供給電圧(max)</td><td>DC+18V</td><td>DC+36V</td><td>DC+60V</td></tr>
<tr><td colspan="2">供給電圧(min)</td><td>DC+14.4V</td><td>DC+26V</td><td>DC+48V</td></tr>
<tr><td rowspan="4">供給電力</td><td>0～5W</td><td>最大471mA
（5W）</td><td rowspan="2">最大461mA
（10W）</td><td rowspan="4">最大1360mA
（50W）</td></tr>
<tr><td>5～14.24W</td><td rowspan="3">No</td></tr>
<tr><td>14.24～30W</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>30～50W</td></tr>
<tr><td colspan="2">受電電圧(min)</td><td>DC+10.6V</td><td>DC+21.7V</td><td>DC+36.7V</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Class</td><td>PSE</td><td>3</td><td>5</td><td>9</td></tr>
<tr><td>PD</td><td>2、3</td><td>4、5</td><td>8、9</td></tr>
<tr><td colspan="2">ケーブル仕様　注1）</td><td colspan="3">IEC61156-11
（AWG23、24）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ケーブル
距離</td><td>unshilded</td><td colspan="3">15m</td></tr>
<tr><td>shilded</td><td colspan="3">40m</td></tr>
<tr><td colspan="2">コネクタ仕様　注2）</td><td colspan="3">IEC 63171-1、6</td></tr>
</table>

注１については、後段の 2-4、2-5 項参照

表２：仕様一覧表

カテゴリB		
		仕様1
接続構成		P－P（ポイントツーポイント）
通信速度		2.5/5/10Gbps（全二重）
ケーブル仕様　注1）		IEC61156-11(AWG24)
ケーブル距離	unshilded	No
	shilded	15m
コネクタ仕様　注2）		IEC 63171-6

注１、については、後段の 2-4、2-5 項参照

表３：仕様一覧表

カテゴリC

		仕様1	仕様2	仕様3	仕様4	仕様5	仕様6
接続構成		P – P（ポイントツーポイント）					
通信速度		10Mbps（全二重）					
供給電圧(max)		DC+30V		DC+58V			
供給電圧(min)		DC+20V		DC+50V			
供給電力	0～5W	最大632mA（8.4W）		最大231mA（7.7W）		最大1579mA（52W）	
	5～14.24W						
	14.24～30W	No		No			
	30～50W						
受電電圧(min)		DC+14V		DC+35V			
Class	PSE	12		13		15	
	PD	10、11、12		13		13、14、15	
ケーブル仕様　注1）		IEC61156-13（AWG24）	IEC61156-13（AWG18）	IEC61156-13（AWG24）	IEC61156-13（AWG18）	IEC61156-13（AWG24）	IEC61156-13（AWG18）
ケーブル距離	unshilded	100m	300m	500m	1000m	100m	300m
	shilded	100m	300m	500m	1000m	100m	300m
コネクタ仕様　注2）		IEC 63171-1、6					

注１、２、３については、後段の 2-4、2-5 項参照

表４：仕様一覧表

カテゴリD		
		仕様1
接続構成		Ｐ－ＭＰ（ポイントツーマルチポイント）
分岐接続数		８端末
通信速度		10Mbps（半二重）
供給電圧(max)		T.B.D
供給電圧(min)		T.B.D
供給電力	0～5W	T.B.D
	5～14.24W	T.B.D
	14.24～30W	T.B.D
	30～50W	T.B.D
受電電圧(min)		T.B.D
Class	PSE	T.B.D
	PD	T.B.D
ケーブル仕様　注1）		IEC61156-11(AWG24)
ケーブル距離	unshilded	25m
	shilded	25m
コネクタ仕様　注2）		IEC 63171-1、6

2.4 ケーブル及びコネクタ仕様

本実装ガイドラインに適応するための、ケーブル・コネクタに関する接続要件を以下に示す。

シングル・ペア・イーサネットは、シングル・ペア・ケーブルを用いて通信・給電を実現することが可能である。

本項では、2.3 項に示した４つのカテゴリ毎の通信・給電仕様について IEEE802.3 にて規定された接続要件をもとに、考慮すべき CO 装置と CPE 装置間を接続する際の接続要件を示す。

また、IEC にて規定された同 SPE 向けのケーブルシステムを構成するケーブル・コネクタ規格に基づき仕様を規定するものである。

１） カテゴリＡ：Ｐ－Ｐ接続構成

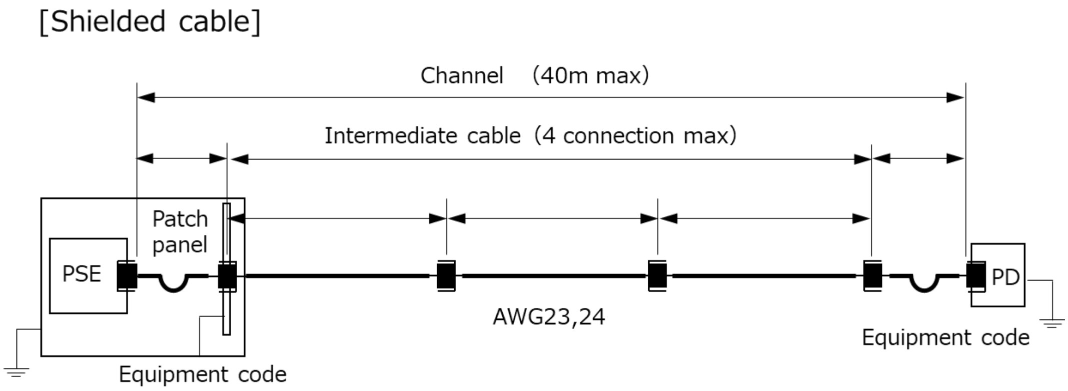


図２．カテゴリＡ：STP ケーブル・コネクタ接続構成図

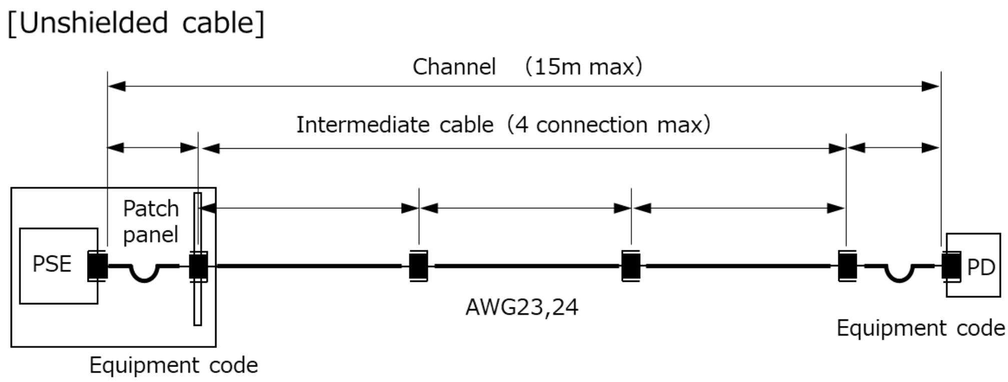


図３．カテゴリＡ：UTP ケーブル・コネクタ接続構成図

２）　カテゴリＢ：Ｐ－Ｐ接続構成

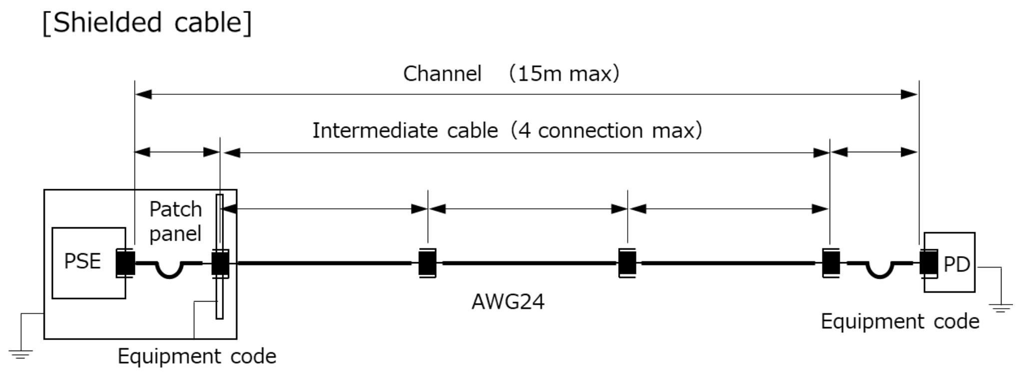


図４．カテゴリ B：STP ケーブル・コネクタ接続構成図

３）カテゴリＣ：Ｐ－Ｐ接続構成

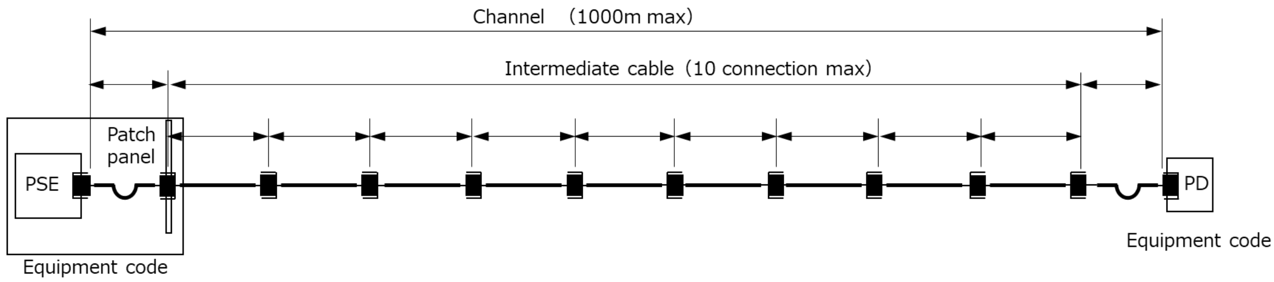
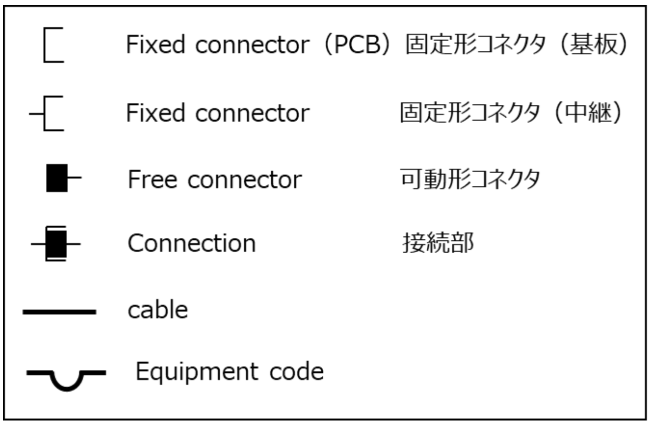


図５．カテゴリＣ：UTP ケーブル・コネクタ接続構成図



４）カテゴリＤ：Ｐ－ＭＰ（1 対多）接続構成

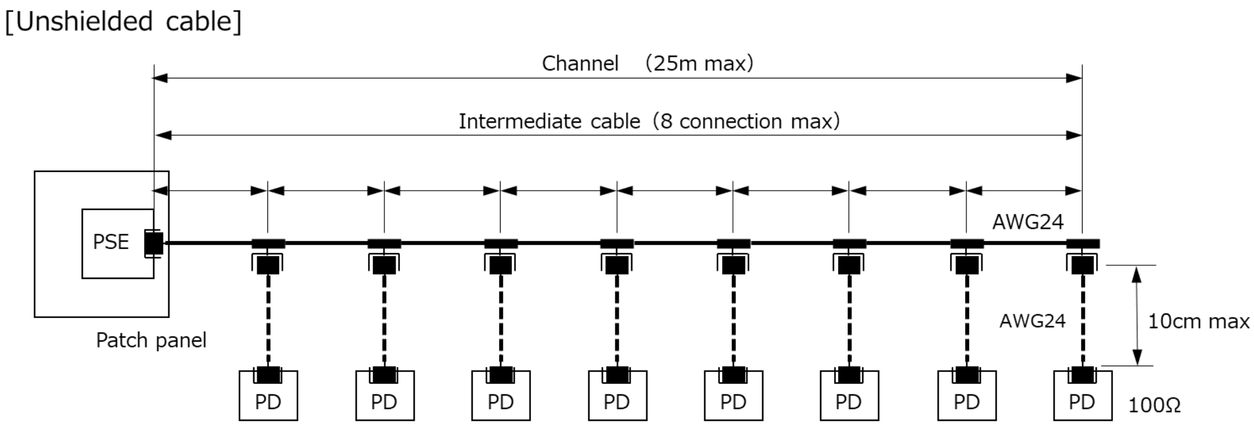
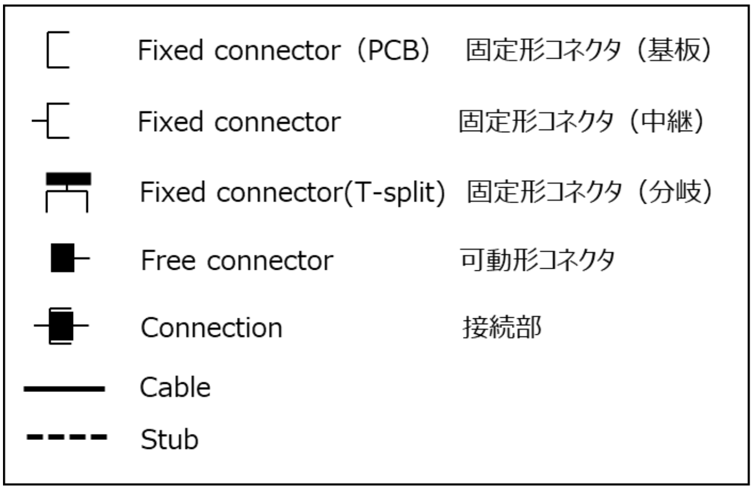


図６：カテゴリ D　UTP ケーブル・コネクタ接続構成図



５）コネクタ仕様：プラグ＆ジャック

装置に接続されるコネクタ及び装置に搭載されるプラグ・ジャックは以下に規定する。

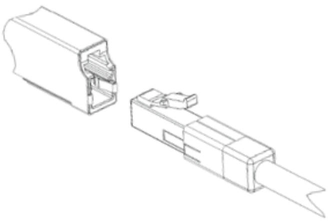
3-1.　IEC 63171 規格準拠品（1000BASE-T1、100BASE-T1、10BASE-T1 利用時）

IEC 63171（Shielded or unshielded free and fixed connectors for balanced single-pair data 80 transmission with current carrying capacity　－ General requirements and tests）の規定を満足する製品を適用し、下記 IEC 63171 の個別規格に準じた製品の使用を推奨する。

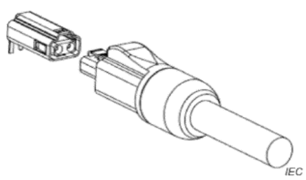
また 2.5G/5G/10GBASE-T1 についても同 IEC63171 にて現在標準化中である。

IEC 63171-1　　Detail specification for two-way, shielded or unshielded, free and　fixed connectors　－ Mechanical mating information, pin assignment and　additional requirements for　Type 1copper LC style

IEC 63171-6　　Detail specification for 2-way and 4-way (data/power),　shielded, free and fixed connectors for power and data　transmission with frequencies up to 600 MHz



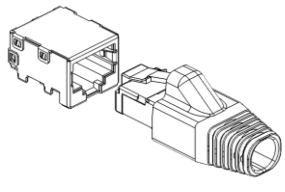
IEC63171-1 コネクタ



IEC63171-6 コネクタ

3-2.　IEC 60603-7 規格準拠品(100BASE-T1、10BASE-T1-L 利用時)

既存の RJ45 コネクタ IEC 60603-7　（Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors）の規定を満足する製品を活用し、個別規格 IEC 63171-7-※ に準じた製品としての使用を可能とする。



IEC60603-7 コネクタ

3-3.　その他の製品（100BASE-T1、10BASE-T1-L 利用時）

上記以外のコネクタ（ISDN・電話通信用 RJ11 コネクタ等）を用いる場合には、スクリーニング等による利用判断が必要である。

2.5　適応事例

本実装ガイドラインを適応する適応事例について以下に示す。

2.5.1　適応事例１：サーバ・通信装置間接続事例

データセンタ及び通信局舎の装置ラックに設置されるサーバ・通信機器間の高速通信（～10Gbps）へ適応

従来の LAN ケーブルに比べ高品質で小型化が可能

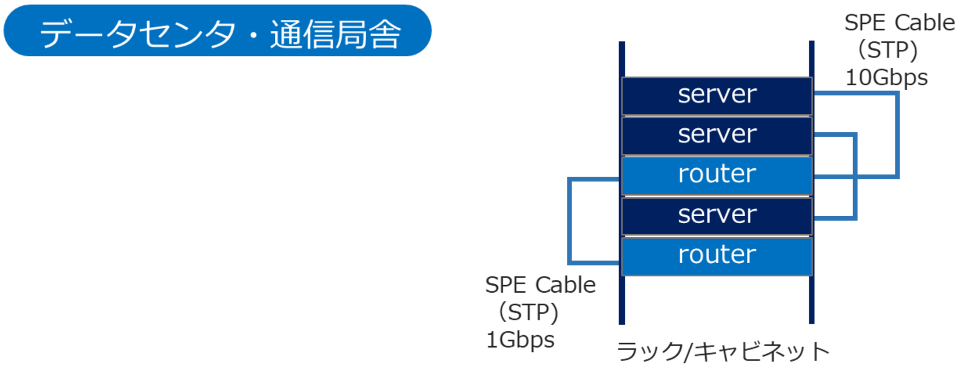


図 7. サーバ・通信装置間接続構成例

2.5.2　適応事例２：ONU～HGW/スマートデバイス間接続事例

アクセス回線用 ONU（又は無線機）からユーザ設置の HGW 又はスマートデバイス間の高速通信（～10Gbps）への適応

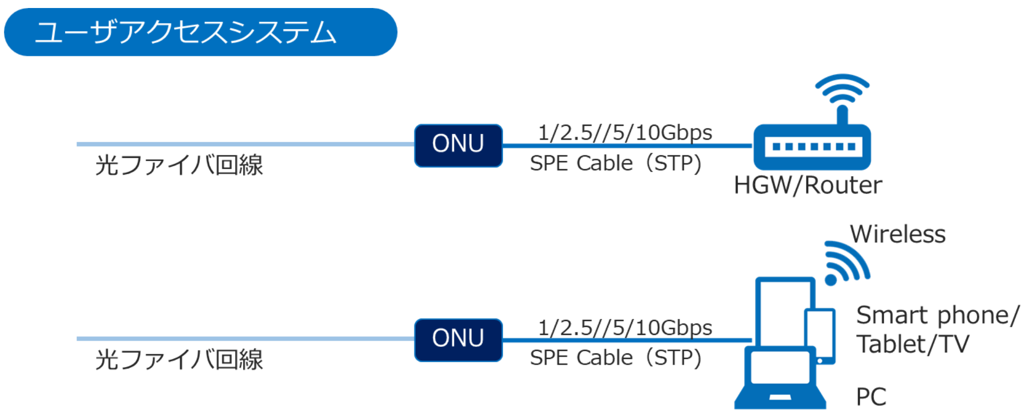


図８．通信装置・HGW（端末）間接続構成例

2.5.3　適応事例３：既存の通信ケーブルを活用した事例

既存の通信ケーブルを活用し電話、DSL サービスからの移行が可能、またこれまでの通信に加え端末へのリモート給電が可能にてアダプタが不要

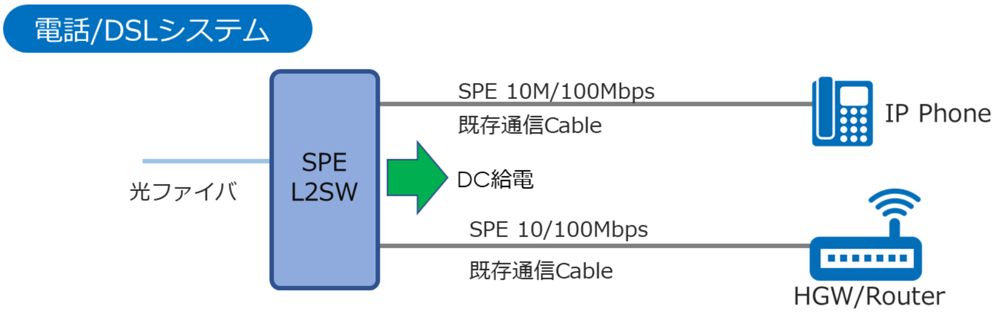


図９．既存ケーブル活用（電話/DSL 移行）接続構成例

2.5.4　適応事例４：監視・制御システム事例

SPE ケーブルまたは既存通信ケーブルを活用し、カメラ・センサー・モータ・表示等の各種監視・制御端末の接続する事例。また、同一ケーブル用いたリモート給電にも適応

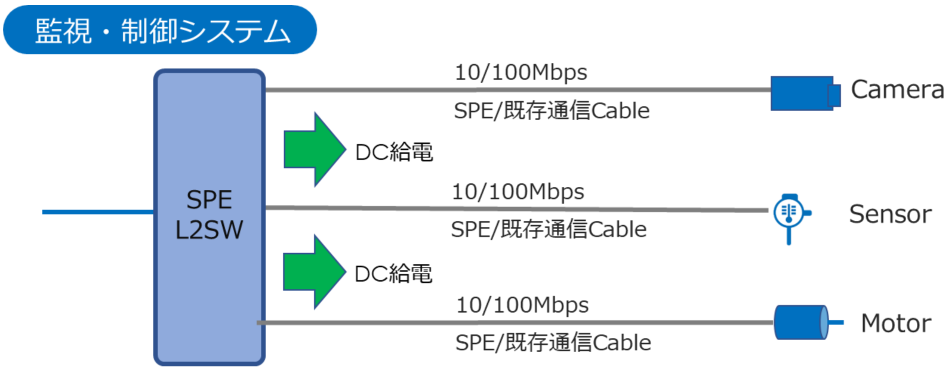


図 10．監視・制御システム接続構成例

2.5.5　適応事例５：DC 電源線と通信線を統合した接続事例

DC 電源（蓄電池）使用する通信装置と電源装置間の電源ケーブルと電源制御用通信ケーブルをSPE ケーブルで統合する適応事例

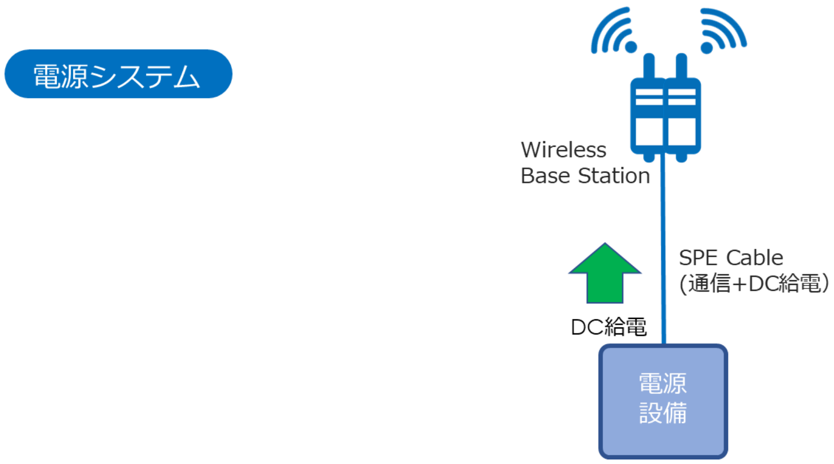


図 11：DC 電源線と通信線を統合した接続構成例

2.6 環境対策について

本ガイドラインでは以下に示すEMC規格・技術基準に適合する事とする。

EMC規格、技術基準（遵守）

・VCCI技術基準　VCCI CISPR 32：2016

・TTC　JT-K48（08/2015）　電気通信装置毎のEMC要求（第3版）

・TTC　JT-K43（11/2004）　通信装置のイミュニティ要求（第2版）

・TTC　JS-CISPR-35（05/2020）　マルチメディア機器の電磁両立性 －イミュニティ要求事項－

・NTT-TR TR189001号3.1版　通信装置の過電圧耐力に関するテクニカルリクワイヤメント

EMC規格、技術基準（参照）

・NTT-TR TR550004号5.1版　通信装置から発生する妨害波に関するテクニカルリクワイヤメント

・NTT-TR TR549001号3.2版　通信装置の電磁妨害波耐力(イミュニティ)に関するテクニカルリクワイヤメン

・NTT-TR TR177001号3版　宅内情報通信装置用外部電源の電気安全に関するテクニカルリクワイヤメント

・IEC CISPR 32 Edition 2.1 2019-10 Electromagnetic compatibility of multimedia equipment -Emission requirements

・IEC CISPR 35 Edition 1.0 2016-08 Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Immunity requirements

・ITU-T K.48 (09/06) EMC requirements for telecommunication equipment - Product family Recommendation

・ITU-T K.43 (07/09) Immunity requirements for telecommunication network equipment

・ITU-T K.21 (06/20) Resistibility of telecommunication equipment installed in customer premises to over voltages and over currents

・ITU-T K.44 (10/19) Resistibility tests for telecommunication equipment exposed to over voltages and over currents - Basic Recommendation

・TTC　JT-K66（6/2006）　顧客建物設備の過電圧防護（第1版）