

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

2025 年 1 月 7 日

一般社団法人

情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE

本書は、一般社団法人情報通信技術委員会が著作権を保有しています。
内容の一部又は全部を一般社団法人情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、改変、
転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

目次

〈参考〉	4
1. はじめに	5
1.1 背景.....	5
1.2 本技術レポートの目的.....	6
1.3 IEEE802.3 SPE 関連規格 (bw, bp, bu, cg, ch)	7
1.4 用語の定義と略号.....	9
2. 実装ガイドライン.....	10
2.1 適応範囲.....	10
2.2 実装要件.....	11
2.3 通信・給電仕様.....	12
2.4 ケーブル配線システム及びコネクタ仕様.....	17
2.5 環境対策.....	20
2.6 EMC・サージ対策について.....	24
2.7 適応事例.....	25

〈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
第 4.0 版	2024 年 1 月 9 日	改版：カテゴリ別仕様の追加・更新 環境対策追加
第 5.0 版	2025 年 1 月 7 日	改版：カテゴリ分類変更、仕様追加・更新

3. 参照文献

IEE802.3 2022 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、IEC63171 に基づくツイストされたシングル・ペア・イーサネットを用いた通信方式と直流給電方式を利用するにあたり各装置、ケーブル、コネクタへの技術実装要件を述べたものである。

1.1 背景

ICT の発展が著しいなか、IoT や「スマート家電」と称されるものを代表に、ネットワークとの接続の対象となる装置はこれまで以上に拡大してきている。さまざまな装置がネットワークにつながることによって各種サービスの提供がおこなわれている状況から、各ネットワークの確実性・安定性・信頼性への要望はかつてないほど増大している。加えて、従来の ICT 装置とは異なる、センサー・アクチュエータなどの装置においてもネットワークに接続することが求められ、ネットワーク接続機能の実装を必要としている。

しかし、通信と電力共有を取り巻く環境は、歴史的背景からそれぞれが異なっており、技術的、産業、法制度的にも別々のシステムとして提供されてきた。それが ICT の普及する現在においては大きな課題となっている。

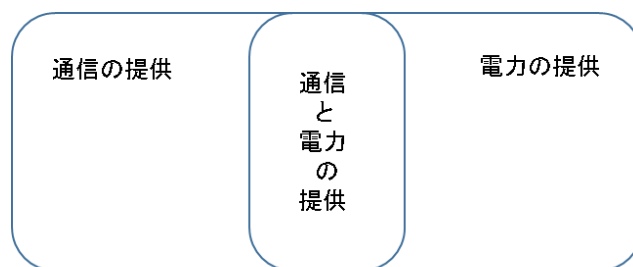
各装置の動作には電力供給は必要不可欠であるためケーブルによる電力供給を前提とし、ネットワークに接続することが求められる状況において、電力供給の機構と、通信ネットワークへの接続機能を 1 つに合わせることでこれらの課題を解決することが可能である。

本ガイドラインは、これらの装置に通信ネットワークへの接続機能と同時に電力供給を提供する為、1 対のツイストされたシングル・ペア・ケーブルを用い両方を同時提供することで本課題を解決する方法の一つと位置付ける。

これまでも通信と給電の同時提供は検討され過去に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・給電方式は様々な方式が業界毎に個々に規格化され、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。

本シングル・ペア・イーサネット通信及び直流給電実装ガイドラインは、これらの状況を踏まえこれからの ICT 社会に向けシングル・ペア・ケーブルを用いたイーサネット通信と低電圧低容量直流給電方式に対応した各種給電装置、端末装置、システムとサービス・アプリケーションを提供するための実装ガイドラインとして規定する。

また本実装ガイドラインは、環境負荷低減の為のケーブル・コネクタを含め配線システムの省資源、廃棄物削減、リペア、リユース、リサイクル要件と省電力化による環境負荷低減についても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、ツイストされたシングル・ペア・ケーブルを用いた通信方式と給電方式についての規格化が進行している。これらは IEEE802.3 規格として幾つかの通信方式、給電方式の規格化が実施されている。

これまで策定された規格は、ユースケースとして主に自動車などの車載ネットワークを想定し規定された規格であり対象とする 1 対 1 接続で通信・給電距離は 15/40m と短距離用途が規格を完了しており、現在 1km までの長距離用途、また 1 対多接続用途の通信、給電に対応した規格について同委員会で策定中である。

ケーブル配線システムを構成するケーブル、コネクタの仕様及び電気安全、EMC に関する規定は IEC 規格団体に規格化を実施しており、これら複数の規格を考慮した実装ガイドラインの策定が必要となっている。

各メーカーにて装置への実装を実施する場合に各規格への対応では、ネットワーク全体としての各メーカー間の相互接続性、通信、給電性能を保証できないことが予想され、ネットワーク全体としての確実性・信頼性・安全性が危ぶまれることになり、結果的に利用する ICT サービスにも影響が生じる恐れがある。

本実装ガイドラインは、キャリア・パブリック・ファクトリー・エンタープライズからコンシューマまでの多様なネットワークは複数のメーカーの ICT 装置、ケーブル、コネクタなどで組み合わせられネットワークが構成される為に、ケーブル配線システム毎に適応する規格を規定する。

これからの ICT 装置、ネットワークを用いた新しいサービスを誰もが安心して構築し、利用できる仕組みの提供を目的として実装ガイドラインとして規定する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ネットワーク構成を 3 つのカテゴリに分けてガイドラインを規定する。カテゴリ A は、ポイント・ツー・ポイント（1 対 1）で 15m と 40m ケーブルシステムで構成される短距離システム、カテゴリ A-1 は、100/1000Mbps 通信と DC 給電を提供し、カテゴリ A-2 は 10Gbps までの超高速通信に対応する。カテゴリ B は、長距離型ポイント・ツー・ポイント（1 対 1）の 10Mbps で 1km までの通信と DC 給電に対応する。カテゴリ C は、ポイント・ツー・マルチポイント（1 対多接続）で 10Mbps（半二重）通信（拡張中）と DC 給電（規格化中）に対応する。

直流（DC）給電については、カテゴリ A、B は供給電力を DC60V/1.5A 以下とし DC48V、DC24V、DC12V の 3 つの給電電圧における給電能力、接続機器の消費電力を規定する。カテゴリ C は DC48V、24V の 2 つを規格化中。

これは供給電力量を限定することでシステム全体の省電力化、省資源化の促進、安全性の向上につながり環境負荷低減を実現する新しい電力供給と通信ネットワークの基盤となる。

将来を担う新しいネットワークを実現する為に、装置メーカー、ケーブル及びコネクタメーカー、システム構築会社と敷設置工事会社を含めた関係する全ての会社で相互接続性、安全性と均一な性能を実現するための実装要件として記載したものである。

1.3 IEEE802.3 SPE 通信、給電方式規格 (bw, bp, bu, cg, ch)、IEC ケーブル、コネクタ規格

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 2022)

- 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 Balanced Twisted-Pair Copper Cable.
- IEEE802.3bu :
Physical Layer and Management Parameters for Power over Data Lines (PoDL) of Single Balanced Twisted-Pair Ethernet.
- IEEE802.3cg :
Physical Layer Specifications and Management Parameters for 10 Mb/s Operation and Associated Power Delivery over a Single Balanced Pair of Conductors.
- 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 P802.3dd : Power over Data Line of Single Pair Ethernet (Maintenance)
- IEEE P802.3de : 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 1.25 GHz – 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

コネクタ規格 : IEC63171

Connectors for electrical and electronic equipment - Shielded or unshielded free and fixed connectors for balanced single-pair data transmission with current-carrying capacity - General requirements and tests

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 63171-2

Detail specification for 2-way, shielded or unshielded, free and fixed connectors: mechanical mating information, pin assignment and additional requirements for type 2

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。

- 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
- イーサネット (Ethernet)
コンピュータネットワーク規格の 1 つで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 (OSI 参照モデルの物理層とデータリンク層に関して規定)
- セグメント：1 つの論理的な固まりで電氣的に等価であり、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 ペアのツイストされたバランスド・メタリックケーブルを用いた Ethernet 規格
- LVDC：DC60V/1.5A 以下の超低電圧低容量直流給電システムの総称
- 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
- 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。CO 装置、CPE 装置で構成された独立した同一セグメント内を適応範囲と定める。このセグメント内にて各装置を SPE ケーブルで直接接続した通信と給電について対象とする。

同一セグメント内は各装置が SPE ケーブルで直接接続され電氣的に等価であり、通信においては物理層、データリンク層を用いて通信信号とデータフレームが相手側に直接到達する範囲とする。給電についても直接電位が到達する範囲とすることが前提である。また通信方式においては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。

CO 装置および CPE 装置の上位側、下位側には、同じ方式または他の方式を用いた通信ネットワーク(NT)及び電源ネットワーク (PS) 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 IEC61156-11 から 14 で規定した 1 対のツイストしたバランスドケーブルを用いることを規定しており、図1に示す 1 対 1 の P-P 構成と 1 対多の P-MP 構成で接続する形態とする。

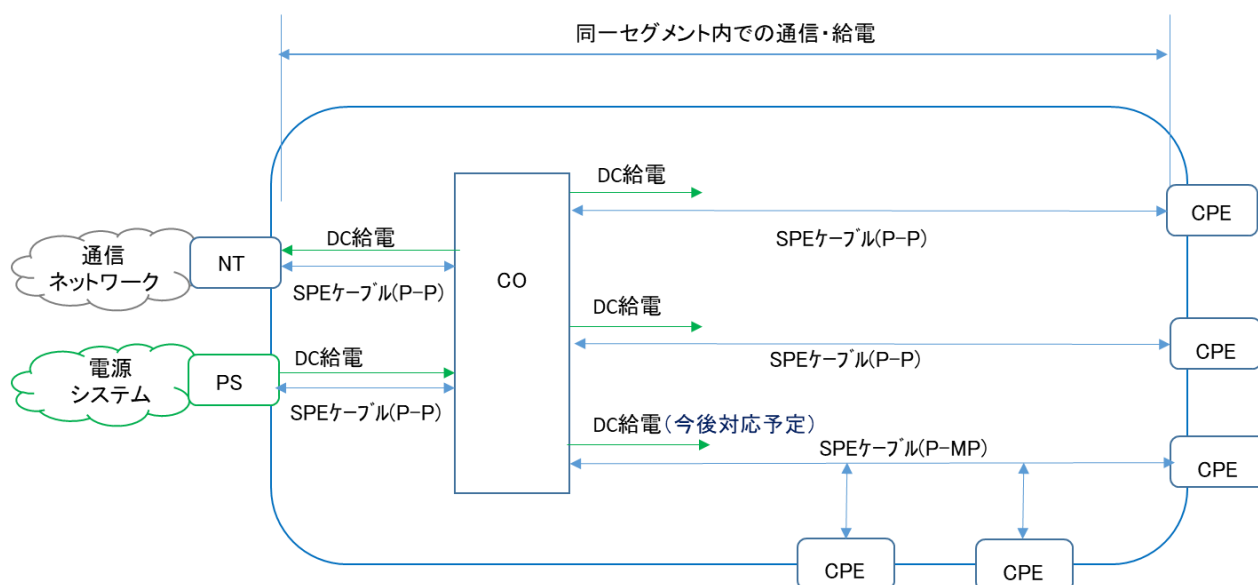


図1. SPE&DC 給電システム適応範囲

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。
通信速度は、10Mbps、100Mbps、1Gbps、2.5Gbps、5Gbps、10Gbps の各速度に対応し、既存のイーサネットと同様に全二重通信を実現する。
また、CO、CPE 装置は、P-MP 構成の通信方式として IEEE802.3cg 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する。
接続端末数は最大 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 に準拠した規格を用いるものとする。
但し、2.5Gbps、5Gbps、10Gbps の速度については、現時点では DC 給電方式の適応対象外とする。
本ガイドラインでは DC 給電電圧は、DC60V 以下の 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 を最大電力とし給電クラス毎に給電電圧と電流について規定する。
- (4) 給電制御については、IEEE802.3bu、cg に規定されている給電仕様に基づき、CO 装置は CPE 装置の給電 Class 検出に基づいた給電制御動作の実装と、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 検出の他に給電電圧値、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 構成における給電への安全性確保と電力モニタ機能を元にした給電制御による消費エネルギー化を最大限に活かすことを実現できる様に規定する。
- (5) ケーブルは、IEC61156 にて規定された各種 AWG16-26 (線径) の STP/UTP ケーブルから、代表的な AWG18、AWG24 ケーブルを用いた場合の推奨ケーブルの距離を規定する。
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 にて規定された性能に準拠し、コネクタ形状により IEC63171-1、IECIEC63171-2～IEC63171-6 の 3 種類コネクタを規定する。但し、今後同 IEC 適応コネクタの追加も想定されている。
- (7) CO、CPE 装置は、これまでイーサネット方式に対応した通信方式に対応可能であり、同一セグメント内に閉じたデータリンク層の制御プロトコル (LLDP、E-OAM、HTIP 等) を利用した機器情報、通信状態、給電状態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、その状態を常に監視することで、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、IEEE802.3 及び IEC 国際標準規格を元に配線構成とケーブル規格・コネクタ規格、通信規格、給電規格から3つのカテゴリを定め、カテゴリ毎に実装に必要な技術要件を規定する。

カテゴリ-A-1：短距離 P-P 型（給電有）

本カテゴリは、家庭、オフィス、商業、産業用途など幅広い標準的な用途

- ・ケーブル構成：ポイント to ポイント構成（1対1）
- ・ケーブル距離：40m 以上 最大ケーブル段数 4 接続 一部条件を除く
- ・通信規格：IEEE802.3bw.bp 通信速度：100/1000Mbps（全二重）オートネゴシエーション
- ・給電規格：DC12/24/48V A1：給電 Class：1,3,5,7,9 A2：給電 Class：0,2,4,8

カテゴリ-A-2：短距離 P-P 型（給電無）

本カテゴリは、上記標準型の用途ベースに、距離を 15m に限定し高速化用途

- ・ケーブル構成：P-P 構成（1対1）
- ・ケーブル距離：15m 以上 最大ケーブル段数 4 接続
- ・通信規格：IEEC802.3ch 通信速度：2.5/5/10Gbps（全二重）オートネゴシエーション
- ・給電規格：給電無

カテゴリ-B：長距離 P-P 型（給電有）

本カテゴリは、屋内外（大型施設、交通、電力インフラ及び大規模プラント/公共施設）用途

- ・ケーブル構成：P-P 構成（1対1）
- ・ケーブル距離：1000m 以上 最大ケーブル段数 10 接続
- ・通信規格：IEEE802.3cg 通信速度 10Mbps（全二重）注）100Mbps 規格化中
- ・給電規格：DC24/48V 給電 Class 10,11,12,13,14,15

カテゴリ-C：短距離 P-MP 型（給電有*注）

本カテゴリは、複数の装置を同一ケーブル上に接続する、低速でのバス型配線用途

- ・ケーブル構成：P-MP 構成
- ・ケーブル距離：25m 以上 最大ケーブル接続段数 7 接続 注）拡張規格化中
- ・通信規格：IEEE802.3cg 通信速度：10Mbps（半二重）
- ・給電規格：DC24/48V 給電 注）規格化中

カテゴリ A-1 仕様：短距離 P-P 型（給電有）

P-P 構成（1対1）、距離 15/40m 速度 100/1000Mbps 全二重 給電有（DC12/24/48V）

カテゴリ A-1

通信規格	IEEE802.3bw (100BASE-T1)	IEEE802.3bp (1000BASE-T1)
変調方式	PAM3	
振幅	2.2Vp-p未満	1.3Vp-p未満
通信周波数帯域	66.7Mbd	750Mbd
通信速度	100Mbps (全二重)	1000Mbps (全二重)
ケーブル規格	IEC61156-11	
線径	AWG18-24	
距離	UTP	4連結 15m以上 *1
	STP	4連結 40m以上 *1
コネクタ規格	IEC63171 Type1、2、6	

*1:本ガイドラインでは AWG23 以上のケーブルを推奨する

カテゴリ A-1（給電クラス：1、3、5、7、9）

給電規格	IEEE802.3bu (PoDL)				
給電class	1	3	5	7	9
給電電圧範囲	DC+5.77V-18V	DC+14.4V-18V	DC+11.7V-36V	DC+26V-36V	DC+48V-60V
受電電圧(min)	DC+4.41V	DC+10.6V	DC+8.86V	DC+21.7V	DC+36.7V
消費電流(max)	227mA	471mA	339mA	461mA	1360mA
供給電力	1W	5W	3W	10W	50W

カテゴリ A-1（給電クラス：0、2、4、6、8）

給電規格	IEEE802.3bu (PoDL)				
給電class	0	2	4	6	8
給電電圧範囲	DC+5.6V-18V	DC+14.4V-18V	DC+11.7V-18V	DC+26V-36V	DC+48V-60V
受電電圧(min)	DC+4.94V	DC+12V	DC+10.3V	DC+23.3V	DC+40.8V
消費電流(max)	101mA	249mA	97mA	215mA	735mA
供給電力	0.5W	3W	1W	5W	30W

表 1. カテゴリ A-1 仕様一覧表

カテゴリ A-2 仕様：短距離 P-P 型（給電無）

P-P 構成（1対1）、距離：15m 速度 2.5/5/10Gbps 全二重 給電無

カテゴリ A-2

通信規格	IEEE802.3ch (2.5GBASE-T1)	IEEE802.3ch (5GBASE-T1)	IEEE802.3ch (10GBASE-T1)
変調方式	PAM4		
振幅	1.3Vp-p未満		
通信周波数帯域	1406.25Mbd	2812.5Mbd	5625Mbd
通信速度	2.5Gbps (全二重)	5Gbps (全二重)	10Gbps (全二重)
給電	無し		
ケーブル規格	IEC61156-11 *1		
線径	AWG18-24 *2		
距離	UTP	-	
	STP	4 連結 15m以上	
コネクタ規格	IEC63171-1、6 (連結数最大4)		

*1: IEC61156-11 は STP ケーブルに限定する

*2: 本ガイドラインでは AWG23 以上を推奨する

表 2. カテゴリ B 仕様一覧表

カテゴリ B : 長距離 P-P 型 (給電有)

P-P 構成 (1 対 1) 距離 1000m 速度 10Mbps 全二重 給電有 (DC24/48V) 注) 100Mbps 規格化中

カテゴリ B

通信規格	IEEE802.3cg (10BASE-T1L)		IEEE802.3dg (100BASE-T1L)
変調方式	PAM3		T. B. D
振幅	1.0Vp-p±20%	2.4Vp-p+5%/-15%	T. B. D
通信周波数帯域	7.5Mbd	7.5Mbd	T. B. D
通信速度	10Mbps (全二重)	10Mbps (全二重)	100Mbps (全二重)
ケーブル規格	IEC61156-13.14		
線径	AWG16-26 *2		
距離	UTP	1000m以上 *3	T. B. D
	STP	1000m以上 *3	T. B. D
コネクタ規格	IEC63171 Type1、2、6 *1		

*1: IEEE802.3cg (10BASE-T1L) に限定し端子台方式追加検討中

*2: 本ガイドラインでは STP/UTP_AWG24 以上のケーブルを推奨する

*3: 給電 Class と AWG ケーブル毎における適応ケーブル長 (参考値)

カテゴリ B (給電クラス: 10、11、12、13、14、15)

給電規格	IEEE802.3cg					
給電Class	10	11	12	13	14	15
給電電圧範囲	DC+20V-30V			DC+50V-58V		
受電電圧(min)	DC+14V			DC+35V		
消費電流(max)	92	240	632	231	600	1579
供給電力(max)	1.23	3.2	8.4	7.7	20	52

表3. カテゴリ B 仕様一覧表

*3 カテゴリ B 給電 Class と AWG ケーブルにおける参考ケーブル長

電圧帯	給電能力		参考ケーブル長/ケーブル径					
	Class10	最小電力(W)	AWG18	AWG20	AWG21	AWG22	AWG23	AWG24
DC24V	10	1.23	1506	948	752	596	473	375
	11	3.2	578	363	288	228	181	143
	12	8.4	219	138	109	86	68	54
DC48V	13	7.7	1500	944	748	594	470	373
	14	20	557	363	288	228	181	143
	15	52	218	138	109	86	68	54

カテゴリ C : 短距離 P-MP 型 (給電有*注)

P-MP 構成 (1対7以上) 距離 25m 速度 10Mbps 半二重 注) 給電有 (DC24/48V) 規格化中

カテゴリ C

通信規格	IEEE802.3cg (10BASE-T1S)	
通信方式	DME	
振幅	1.0Vp-p±20%以下	
通信周波数帯域	12.5Mbd	
通信速度	10Mbps (半二重)	
ケーブル規格	IEC61156-13.14	
線径	AWG16-26 *2	
距離	UTP	25m以上 (50m以上へ拡張中)
	STP	25m以上 (50m以上へ拡張中)
M-P 接続数	8 Node以上 (16Node以上拡張中)	
コネクタ規格	IEC63171 Type1、2、6 *1	

*1 : IEEE802.3cg (10BASE-T1S) に限定し端子台方式追加検討中

*2 : 本ガイドラインでは STP/UTP_AWG24 以上のケーブルを推奨する

カテゴリ C 給電システムクラス : 0:30V 1:50V

給電規格	IEEE802.3da (10BASE-T1S)	
System Type	0	1
給電電圧範囲	DC+26V~30V	DC+45V~50V
受電電圧 (min)	DC+16V	DC+34V
供給電力 (max)	100W	100W
供給電力 (min)	26W	45W
消費電流 (min)	1000mA	1000mA

注) カテゴリ C の給電仕様は、IEEE802.3 規格化中 Draft 引用

表 4. カテゴリ C 仕様一覧表

2.4 ケーブル配線システム及びコネクタ仕様

ケーブル配線システムとコネクタに関する接続要件を以下に示す。

各カテゴリ毎の IEEE802.3 シングル・ペア・イーサネット規格と IEC 規格として規定したツイストされたシングル・ペア・ケーブルとコネクタによる配線システム仕様要件を示す。

本項では、2.3 項に示した3つのカテゴリ毎の通信・給電仕様について IEEE802.3 にて規定を基に、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。

1) カテゴリ A-1 : 短距離 P-P 型 (給電有)

P-P 構成 (1対1)、距離 40m 速度 100/1000Mbps 全二重 給電有 (DC12/24/48V)

[Category-A-1 Short Cable system by IEC61156-11.12 AWG18/24 Shielded cable]

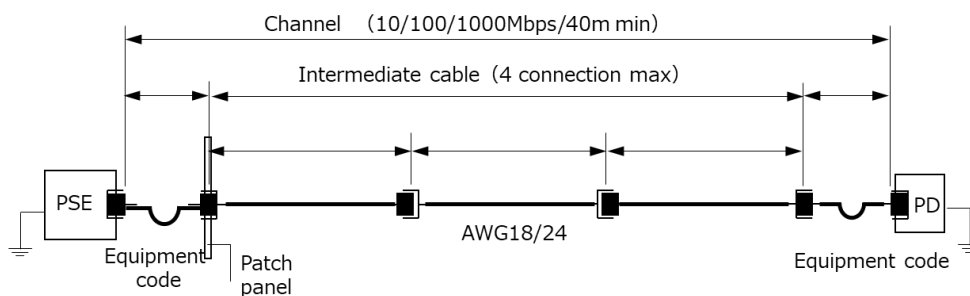


図2. カテゴリ A-1 : STP ケーブル・コネクタ接続構成図

2) カテゴリ A-2 : 短距離 P-P 型 (給電無)

P-P 構成 (1対1)、距離 : 15m 速度 2.5/5/10Gbps 全二重 給電無

[Category-A-2 Short Cable system by IEC61156-11 AWG18/24 Shielded cable]

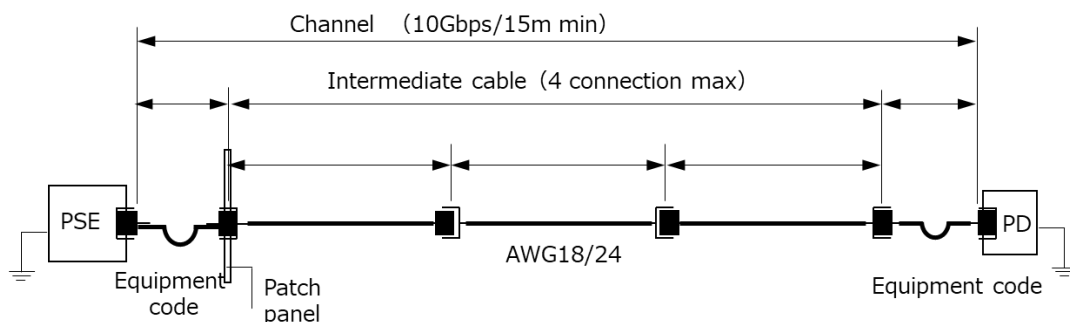


図3. カテゴリ A-2 : STP ケーブル・コネクタ接続構成図

3) カテゴリ B : 長距離 P-P 型 (給電有)

P-P 構成 (1 対 1) 距離 1000m 速度 10Mbps 全二重 給電有 (DC24/48V) 注) 100Mbps 規格化中

[Category-B Long Cable system by IEC61156-13.14 Unshielded cable]

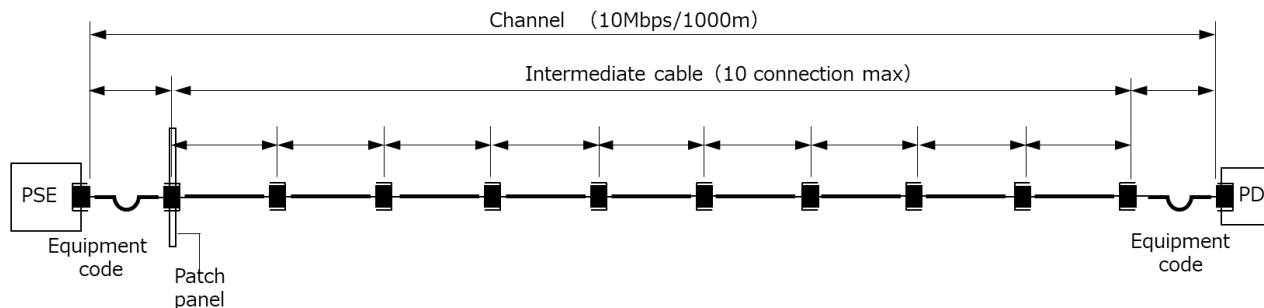


図 4. カテゴリ C : UTP ケーブル・コネクタ接続構成図

4) カテゴリ C : 短距離 P-MP 型 (給電有*注)

P-MP 構成 (1 対 7 以上) 距離 25m 速度 10Mbps 半二重 注) 給電有 (DC24/48V) 規格化中

[Category-C BUS type Cable system by IEC61156-13.14 Unshielded cable]

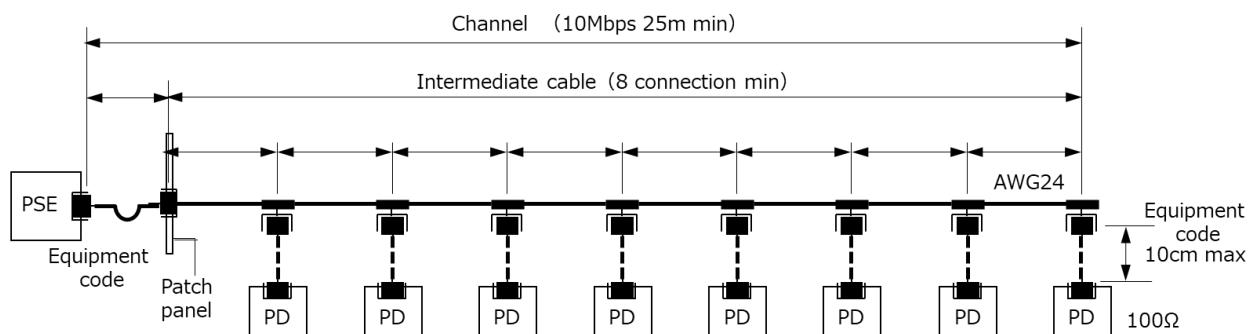


図 5. カテゴリ D UTP ケーブル・コネクタ接続構成図

凡例

	Fixed connector (PCB)	固定形コネクタ (基板)
	Fixed connector	固定形コネクタ (中継)
	Fixed connector (T-split)	固定形コネクタ (分岐)
	Free connector	可動形コネクタ
	Connection	接続部
	Cable	
	Stub	

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。

IEC 63171 規格準拠品 (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する。

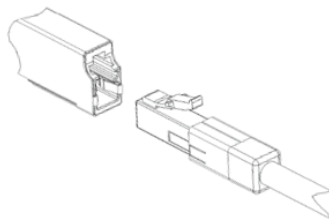
下記 IEC 63171 規格に適合した製品の例を記載する。(IEC 63171-1、63171-2、63171-6)

またカテゴリ C、D にて規定する 10BASE-T1S/L については、IEC で規定されたコネクタ以外に端子台方式の規定についても検討中である。

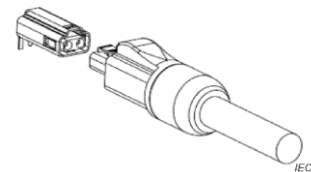
IEC 63171-1 Detail specification for two-way, shielded or unshielded, free and fixed connectors - Mechanical mating information, pin assignment and additional requirements for Type 1 copper LC style

IEC 63171-2 Detail specification for 2-way, shielded or unshielded, free and fixed connectors: mechanical mating information, pin assignment and additional requirements for type 2

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



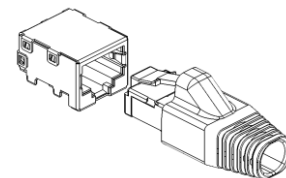
IEC63171-6 コネクタ

6) 既存 LAN ケーブル配線等の利活用について (IEC 60603-7 規格準拠品)

カテゴリ B にて規定する長距離 P-P 型については、既存の LAN ケーブル、RJ45 コネクタ IEC 60603-7

(Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors) の規定を満足する既存製品を利活用しての使用を利用可能とする。

また、ISDN、電話用配線システム (ケーブル・コネクタ) については、仕様が明確でない場合もあり利活用の判断が難しく既存の事業者との現地毎でのスクリーニング調査が必要である。



IEC60603-7 コネクタ

2.5 環境対策

今後多様な ICT 装置が多く普及することから環境対策は非常に重要課題である。本ガイドラインに対応する装置、ケーブル、コネクタなどへの省資源、廃棄物削減、リペア、リユース、リサイクルに向けた環境負荷低減への要件を規定する。さらに低電圧低容量電力供給システムとしてエネルギーの効率的利用の実現を促進する。

1) ICT 装置の電源ケーブルシステムにおけるリソース削減について

図 6-1 に ICT 装置設置距離を 15m とした場合について、現在の電源ケーブルシステムを用いた端末装置（以下 Equipment 1A/B）と、SPE ケーブルシステムを用いた端末装置（以下 Equipment 2A/B）の 2 つのケーブル接続形態を示す。

Equipment 1A は、電源用と通信用にそれぞれのケーブルを接続し、Equipment 1B は電源ケーブルのみを接続。Equipment 2A/2B はどちらも SPE ケーブルのみで接続する。

表 5-1 に示すように現在ケーブルシステムから SPE ケーブルシステムに移行することで使用する導体使用料とケーブルシステムが 1 システムに削減され、敷設工事に必要となる時間、人員、敷設スペース、設置場所の柔軟性が向上し多くの工数が削減出来る。さらにシンプルな構造による作業ミスなどの低減効果がある。

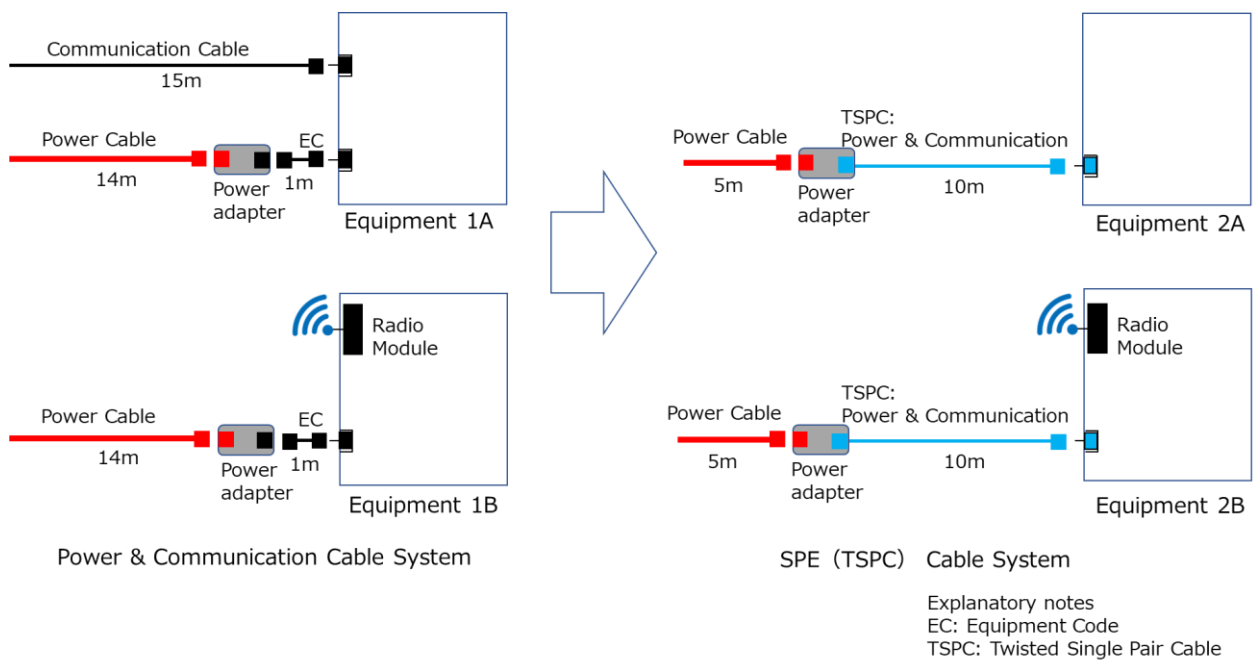


図 6-1. 電源ケーブルと通信ケーブル（または無線モジュール）システムと SPE ケーブルシステムの構成比較

2) 既存の電源ケーブル、通信ケーブルと SPE ケーブルの導体使用量算出方法について

図 6-1 のケーブルシステム構成比較を元に使用する端末 (Equipment 1A、2A、と 1B、2B) における導体資源量の算出を行う。表 5-1 参照

導体使用量については表 5-2, AWG 導体径あたりの導体重量を算出し、使用する距離 (長さ 15m) を積算することで各ケーブルシステム全体における導体使用量の算出が可能である。

以下、15m での距離比較の結果、SPE ケーブルシステムを利用することで、既存のケーブルシステムに比べてケーブルの導体使用量を大きく削減できることが判る。

その結果を表 5-1, に示す。

Equipment 1A: Power Cable(14m) 327.6g + Equipment Code(1m)5.8g + Com cable(15m)216g=549.4g

Equipment 1B: Power Cable(14m) 327.6g + Equipment Code(1m)5.8g=333.4g

Equipment 2A: Power Cable(5m) 117.0g + SPE Cable(10m)56.0g = 173.0g

Equipment 2B: Power Cable(5m) 117.0g + SPE Cable(10m)56.0g = 173.0g

	Power & Communication Cable System				合計導体使用量
	Power Cable(AWG16)	SPE Cable (AWG22)	EquipmentCode (AWG22)	Com Cable (AWG24)	Total
Equipment 1A	14m:327.6g	—	1m:5.8g	15m:216g	549.4g
Equipment 1B	14m:327.6g	—	1m:5.8g	—	333.4g
Equipment 2A	5m : 117.0g	10m : 56.0g	—	—	173.0g
Equipment 2B	5m : 117.0g	10m : 56.0g	—	—	173.0g
ケーブル導体重量	11.7g/m×2Line	2.9g/m×2Line	2.9g/m×2Line	1.8g/m×8Line	

表 5-1. 図 3-1,構成毎導体使用量

3) ケーブル径毎の電力供給量、ケーブル資源の算出方法について

効率的な電力利用と省資源化のバランスを考え利用する各端末の消費電力を踏まえた配線ケーブルの最適な選定は環境負荷低減に向け非常に重要である。

表 5-2 にケーブル導体系毎の導体重量と、導体径あたりの電気抵抗率と最大電流量を示す。

電力供給量（最大電流量）はケーブルの電気抵抗率から算出することが出来る。既存の交流電源システムのケーブル 1 本あたりの電力供給量は約 2000W（AC90-240V/10A）にて AWG16 クラス以上のケーブルが必要である。

SPE の電力供給量は最大 90W（DC60V/1.5A 以下）にて AWG16 から 26 の導体径を選択することが可能である。

結果、本事例で用いる AWG24 は AWG16 より導体使用量を 15%に削減が可能である。また同じ AWG24 を 4 ペア用いる LAN ケーブルより導体使用量は 1/4（25%）に削減可能である。

また USB-Type C ケーブルは多対ケーブル(12 対)使用する為、1 本のケーブル線径が AWG32 以下と非常に細く電気抵抗率が大きくなる為、最大電流量が小さくケーブル長が 1 m 前後に制限される。

						SPE	LAN	電源	USB-C
導体 (銅)						1pair	4pair	1pair	12pair
UL規格	直径	断面積	重量	電気抵抗率	最大電流量	導体重量			
AWG表示	(mm)	(mm ²)	(g/m)	(Ω/km)	A	(g/m)			
AWG 10	2.588	5.26	47.130	3.277	55			94.259	
AWG 11	2.305	4.17	37.363	4.132	47			74.726	
AWG 12	2.053	3.31	29.658	5.211	41			59.315	
AWG 13	1.828	2.62	23.475	6.571	35			46.950	
AWG 14	1.628	2.08	18.637	8.286	32			37.274	
AWG 15	1.45	1.65	14.784	10.45	28			29.568	
AWG 16	1.291	1.31	11.738	13.17	22	23.475		23.475	
AWG 17	1.15	1.04	9.318	16.61	19	18.637			
AWG 18	1.024	0.823	7.374	20.95	16	14.748			
AWG 19	0.912	0.653	5.851	26.42	14	11.702			
AWG 20	0.812	0.518	4.641	33.31	11	9.283			
AWG 21	0.723	0.41	3.674	42	9	7.347			
AWG 22	0.644	0.326	2.921	52.96	7	5.842	23.368		
AWG 23	0.573	0.258	2.312	66.79	4.7	4.623	18.493		
AWG 24	0.511	0.205	1.837	84.22	3.5	3.674	14.694		
AWG 25	0.455	0.162	1.452	106.2	2.7	2.903	11.612		
AWG 26	0.405	0.129	1.156	133.9	2.2	2.312			
AWG 27	0.361	0.102	0.914	168.9	1.7				
AWG 28	0.321	0.081	0.726	212.9	1.4				
AWG 29	0.286	0.064	0.573	268.5	1.2				
AWG 30	0.255	0.051	0.457	338.6	0.86				
AWG 31	0.226	0.040	0.359	339.6	0.7				
AWG 32	0.203	0.032	0.290	340.6	0.53				3.484
注) 本数値は理論値にて実際のケーブルとは異なる場合がある									
SPE : SPEケーブル									
LAN : LAN(Cat5e) ケーブル									
電源 : AC電源用ケーブル									
USB : USB-TypeC (ver. 3.2) ケーブル									

表 5-2. AWG 導体径あたりの導体重量と電気抵抗率と最大電流量

4) 1 対のツイストペアケーブル・コネクタが実現するリペア、リユースとリサイクル

1 対のツイストペアケーブル・コネクタは、共に構造がシンプルにてケーブルとコネクタ自身のアセンブリ（接続・分離）が可能である。その為、ケーブルの長さの調整、リユースが可能になる。

またコネクタ自体も取換えが可能になり端末装置の変更に伴うコネクタの変更対応が可能となり、ケーブルとコネクタそれぞれの廃棄を無くし、使用上での破損、不具合時に部分的な交換が可能であり長い期間に渡りメンテナンスを実施し継続使用が可能である。

定量的に算出することは困難であるが、同じ 1 対ケーブルである電源ケーブル、電話ケーブルが長期間に渡り利用されてきた実績があるのと比較して、多対の LAN ケーブル、USB ケーブルはケーブルとコネクタのアセンブリが難しく、結果一体化された製品が販売されており適応する仕様変更の場合に廃棄されている。

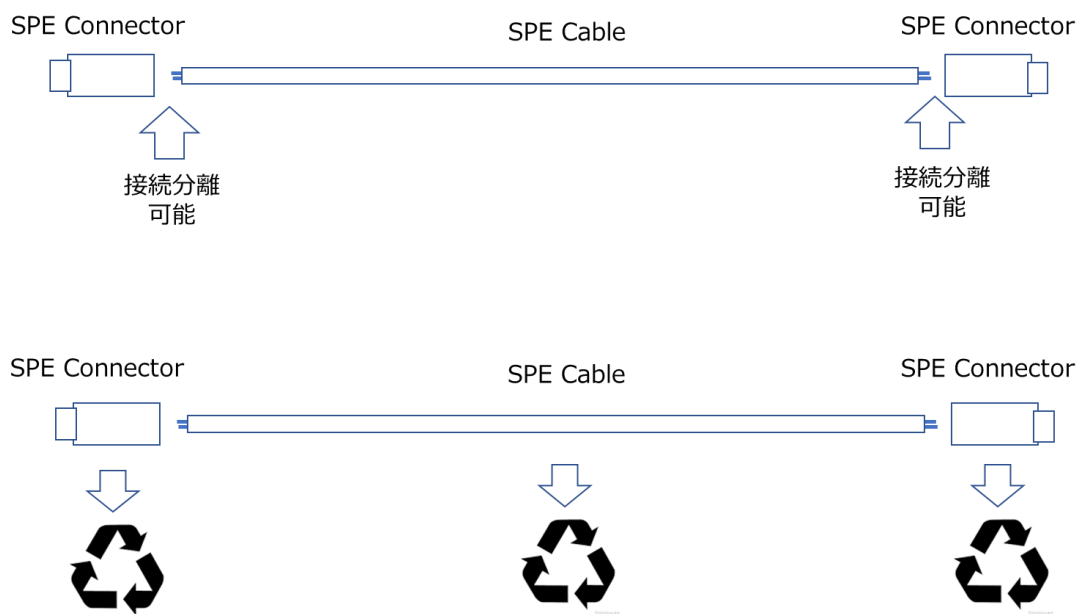


図 6-4. ケーブルとコネクタの分離とリペア、リサイクル、リユース

ケーブルとコネクタが分離する為、パーツ毎のリサイクルが可能で、リサイクルコストの低減も可能である。導体材料に使われる銅のリサイクル率は 100%である。残るケーブル外皮とコネクタについてもリサイクルに向けた使用材料を規定することで 100%リサイクルを目指すことが可能である。

2.6 EMC・サージ対策について

以下に示す EMC、サージ規格及び技術基準に適合する。

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ト
- ・ 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)

2.7 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。

2.7.1 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

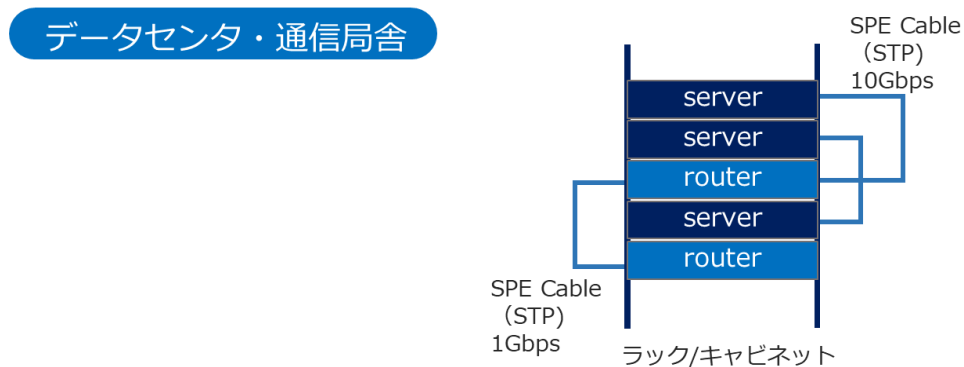


図7. サーバ・通信装置間接続構成例

2.7.2 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

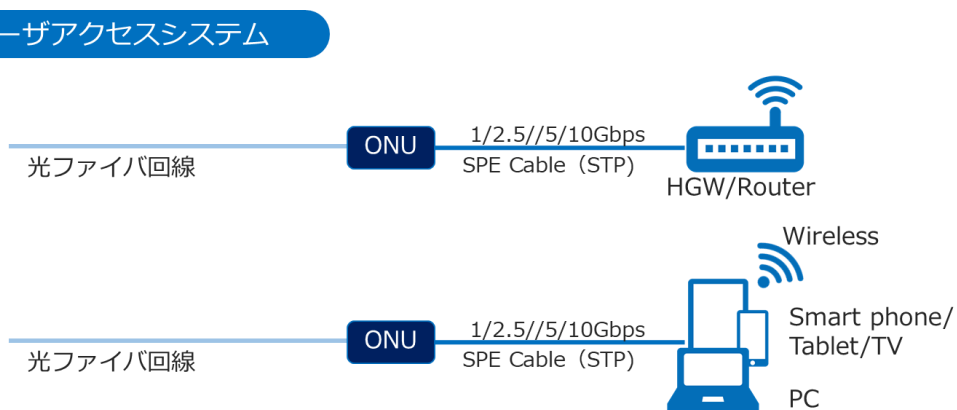


図8. 通信装置・HGW（端末）間接続構成例

2.7.3 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

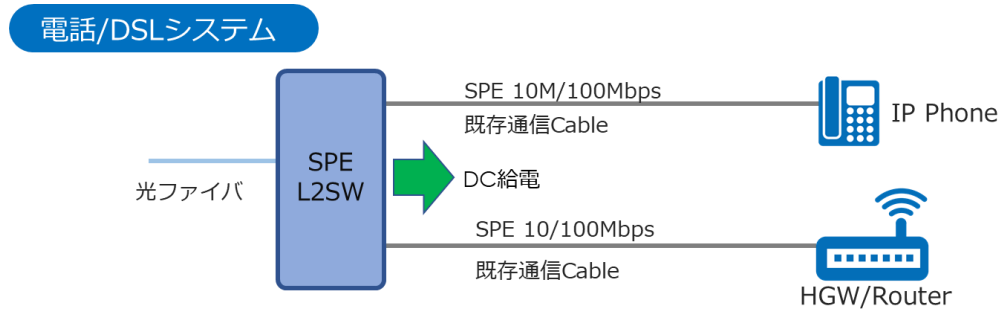


図9. 既存ケーブル活用（電話/DSL 移行）接続構成例

2.7.4 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

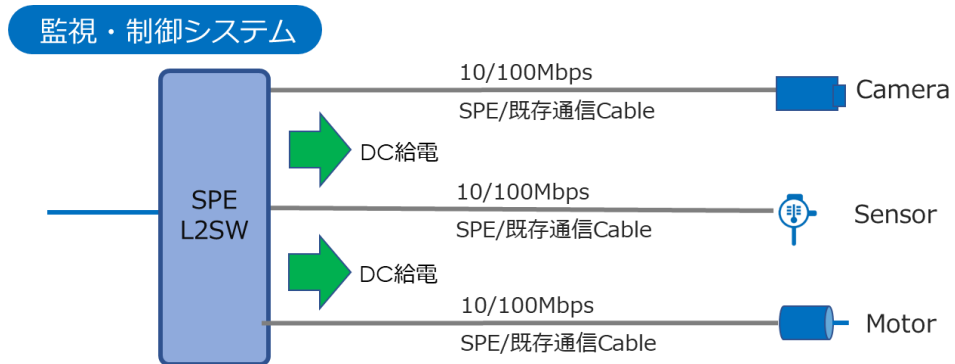


図10. 監視・制御システム接続構成例

2.7.5 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

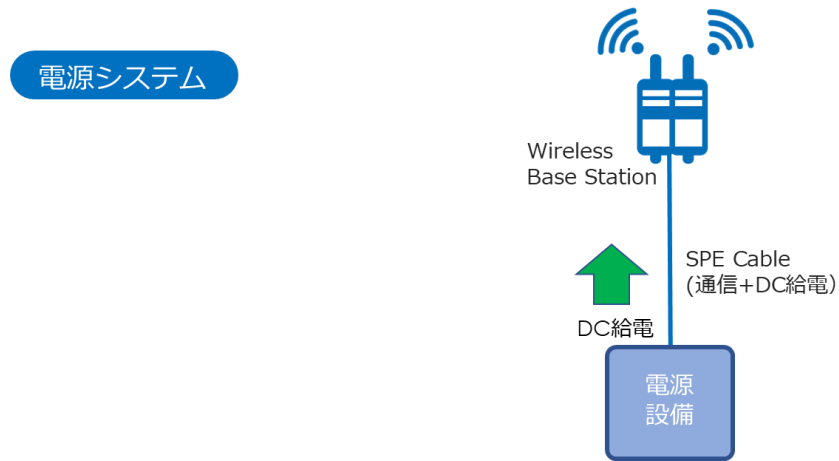


図 11 : DC 電源線と通信線を統合した接続構成例