

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

第1版

2019年12月3日 制定

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	5
1.3 IEEE802.3 SPE 関連規格 (bw.bp.bu.cg)	7
1.4 用語の定義と略号	8
2. 実装ガイドライン	9
2.1 適応範囲.....	9
2.2 実装要件.....	10
2.3 通信・給電仕様.....	11
2.4 ケーブル及びコネクタ接続要件	12
2.5 ネットワーク構成について	14

〈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

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、DC アライアンス：丹康雄 [JAIST/NICT] 議長、NTT ネットワーク基盤技術研究所事務局、LVDC_WG1 NEC マグナスコミュニケーションズ(株)にて原案を作成し、その後 IoT エリアネットワーク専門委員会 (委員長：布引純史 [NTT])、通信インタフェース SWG 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

本技術レポートでは、IEEE802.3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にあたり、各機器へ実装する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、さまざまな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機器以外においても、さまざまなIoT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ている。そのため、多くの機器メーカーが、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IoT機器をネットワークに接続し利用するにあたり、通信ネットワークの提供と共に電源供給についても大きな課題となっている。

そのため、これら各種IoT機器をネットワークに接続し、確実性・信頼性・安定性を確保する為には、通信と電源の両方を提供することが必要である。

各種通信媒体の中でメタリックケーブルを用いることで通信と給電の同時提供が可能であるが、メタリックケーブルを用いた通信・給電方式は業界毎に多岐にわたる。また、過去に規定した方式も多く、必ずしも今後のIoTネットワークに適した環境を提供できないため、新たな方式の規定が求められている状況である。

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、その多くは、利用シーンとして自動車の車載ネットワーク、ファクトリーオートメーションを中心とした、同一メーカーでの最終実装を前提とすることを想定するものであり、各メーカーの対応機器への実装方法によっては、相互接続ができないことも予想される。

そのため、相互接続の確実性・信頼性・安定性が危ぶまれることとなり、結果的に安全性にも影響が生じる恐れがある。したがって、ICTサービスとして安心して利用できる環境の構築が目指される必要がある。そのための方策として、シングル・ペア・イーサネットのネットワーク仕様を明確化し、各機器への実装要件を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、ポイント・ツー・ポイント（1対1）で構成される高速通信と小電力を必要とする機器を対象とし、最大1Gbpsの通信速度、最大DC60V（50W）の給電能力と制限を設けることによって、環境負荷を考慮したスマートネットワークの実現することを目的としている。

今後を担うIoTエリアネットワークの1つとして、ネットワーク機器メーカー、端末機器メーカー、ケーブルメーカー、コネクタ等のアクセサリメーカーが、同ガイドライン規格内で確実に相互接続するための規定としての実装要件を、ガイドラインとして記載したものである。



IoTエリアネットワーク

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 委員会内の、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。

- IEEE802.3 規格 (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)

注) 10BASE-T1(S)については、再び仕様拡張検討を開始しており実装ガイドラインの適応外とする。

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)

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:同一セグメント群を1つにしたネットワーク
- 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、通信においては全てのフレームがセグメント内の相手に到達する。
- SPE (Single Pair Ethernet): シングル・ペア・イーサネット
1ペアのバランスド・メタリックケーブルを用いた Ethernet
- LVDC: 60V 以下の直流電圧を用いた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
- CO: センタ装置を示し通信と給電を提供する装置で配下に AN を構成する。
- CPE: 端末装置を示し AN 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
- 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。

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、COとCPEで構成される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、電氣的に等価である。通信においてはこれを、全てのフレームが相手側に到達する範囲とし、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、各ネットワークを組み合わせることで多段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構成で接続する形態を適応範囲とする。P-MP構成での接続については今後のIEEE802.3標準化の動向を踏まえ、将来検討することとする。

また、本ガイドラインの目的である高速・小電力を必要とする機器を対象としており、AGW24（線径0.5φ）のケーブルを用いて接続することを適応範囲として示す。

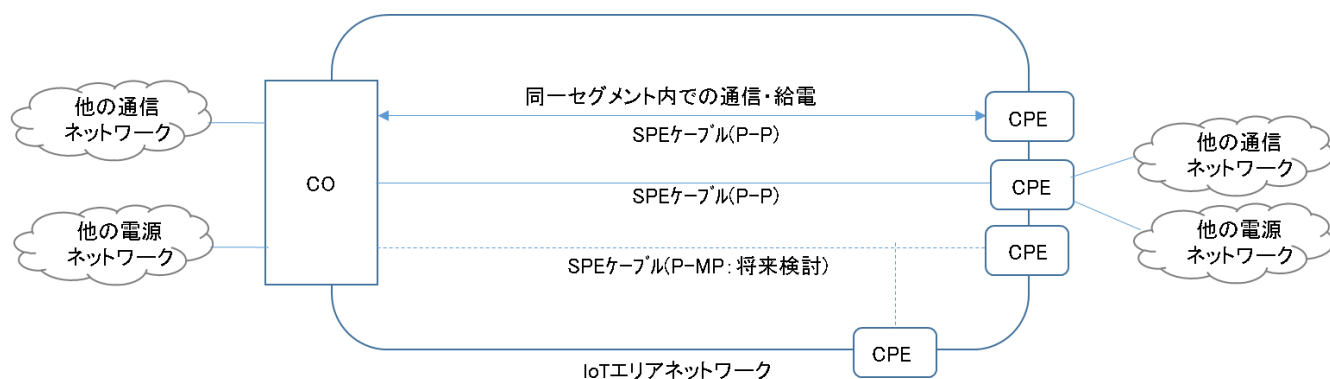


図1.SPE ネットワーク適応範囲

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。

- CO 装置、CPE 装置は通信方式として IEEE802.3bw、bp、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 に対応する事が可能であり、既存のイーサネットと同様に全二重通信を行う事が可能である。

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である。ただし、本ガイドラインの適応範囲としては、P-P 構成を対象としているため、P-MP 構成に対応した IEEE802.3cg (S) については適応範囲外である。

これらの要件は、既存のイーサネットが提供する環境と同一の環境を提供できることを第一の目的としており、同 SPE を利用した装置の開発を行う場合にも、各種装置の物理レイア以上について既存のイーサネット対応の装置資産を共通に利用することが可能であるため、各機器への実装を容易にするものである。

- CO 装置、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、その状態を常に確認することで、通信・給電サービスとして、確実性・信頼性・安定性を提供するものである。

- CO 装置、CPE 装置は給電方式として、IEEE802.3bu、cg に準拠した規格を用いるものとする。

給電電圧としては、48V 系と 12V 系の 2 つのケースを定義しており、同規格にある 24V 系については適応範囲外とする。

給電電力については、SPE ケーブルの仕様を AWG24 に限定しており同ケーブルに合わせた給電仕様としているが、同一のケーブル・コネクタにて 48V 系と 12V に対応をする為両方の要件を満たしたケーブル、コネクタの提供を前提と要件とする。

給電制御については、IEEE802.3 に規定されている P S E、P D の仕様に基づき、CO 装置は CPE 装置の検出に基づいた給電動作への移行機能の実装と、CO 装置からの ON/OFF 制御を実現できるものとする。また、CO 装置にて PD の電力 Class の検出及び供給して電圧値、電流値のモニタ機能を有することが望ましい。

これらの要件は P-P 構成における給電制御による電力量の見える化、省エネルギー制御等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。

2.3 通信・給電仕様

本実装ガイドラインは、IEEE802.3 においてシングル・ペア・ケーブルを用いた規格の中でポイント・ツー・ポイント（以下 P-P）型の配線形態にて提供され、高速・省電力に適した AGW24 ケーブル環境に適応範囲を限定し、仕様を以下、規定したものである。

- ・仕様 1：10/100/1100Mbps DC12V 系 15/40m
- ・仕様 2：10/100/100Mbps DC48V 系 15/40m
- ・仕様 3：10Mbps DC48V 系 300m

表 1：通信・給電仕様一覧表

		仕様1	仕様2	仕様3
通信速度		10/100/1000Mbps		10Mbps
供給電圧(max)		DC+18V	DC+60V	
供給電圧(min)		DC+6V	DC+48V	
供給電力	0～5W	最大471mA	最大1360mA	最大400mA
	5～14.24W	No		No
	14.24～30W			
	30～50W			
受電電圧(min)			DC+4.41V	
Class	PSE	3	9	15
	PD	1、2、3	8、9	15
伝送距離 注1)	unshilded	15m		300m
	shilded	40m		300m
コネクタタイプ 注2)		タイプA、B		
導体太さ 注3)		AWG24		

注 1、2、3については、後段の 2-4、2-5 項参照

2.4 ケーブル及びコネクタ接続要件

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

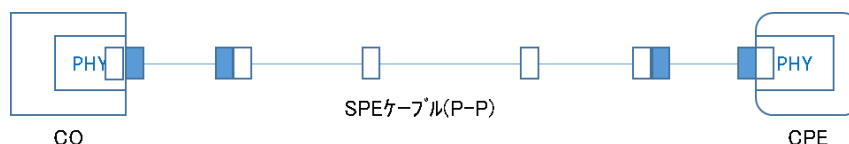
シングル・ペア・イーサネット&DC給電技術は、シングル・ペア・ケーブルにて伝送・給電を実現することができるため、様々な媒体を用いた通信と給電を実現することが可能である。

本項では、2.3 項に示した3つの通信・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、その接続要件を示す。また、ISO/IEC において、同 SPE 向けのケーブルシステムについての標準化の検討が進められており、本ガイドラインは、今後の同 ISO/IEC にて規定される要件に準じた仕様を推奨するものである。

1) 接続構成 (リンクセグメント)

本仕様 1. 2 を用いた接続について IEEE802.3 にて規定されたタイプ 1、2 のコネクタを用いた範囲で最大 4 つのコネクタまでシリアル接続による 15/40m の接続距離を可能とすること推奨する。

仕様 3 については、同様の接続による 300m の接続距離を推奨するものである。



2) ケーブル

本ガイドラインは、仕様 1. 2. 3 の全ての仕様で UL-AWG 規格の 24 (0.5φ) ツイストされたシングル・ペア・ケーブルを前提とするものである。

仕様 1、2 ではケーブル長を 15m(UTP)、40m (STP) と規定しており IEEE802.3 規格では、規格毎に UTP/STP ケーブルに対する電気的特性要件を規定しており、それらのケーブルの準備が必要である。

しかし、仕様 3 は適応距離 300m とある為、設置環境により既存に敷設された通信ケーブル等を用いる場合には、スクリーニング等による利用可否の判断が必要である。尚、IEEE802.3 にて規定されている、AWG18 及び 16 のケーブルについては本ガイドラインの適応外とする。



3) コネクタ&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ジャックについて、IEC にて数種類のタイプの製品が

現在検討中である。その中から IEEE802.3 に引用掲載されているタイプA、タイプBコネクタのイメージ図を参考に以下に記載する。

また従来のイーサネットで使用されている RJ45 コネクタ及び ISDN・電話通信用の 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。

タイプA)

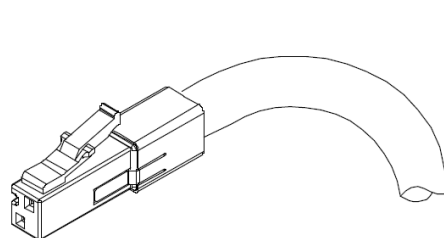


Figure 147-21—IEC 63171-1 Plug

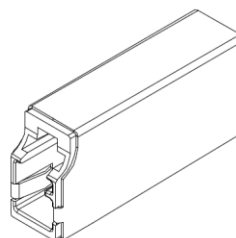


Figure 147-22—IEC 63171-1 Jack

タイプB)

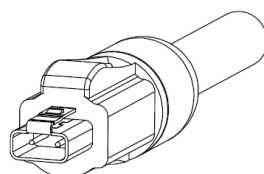


Figure 147-24—IEC 63171-6 Plug

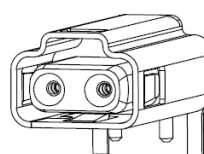
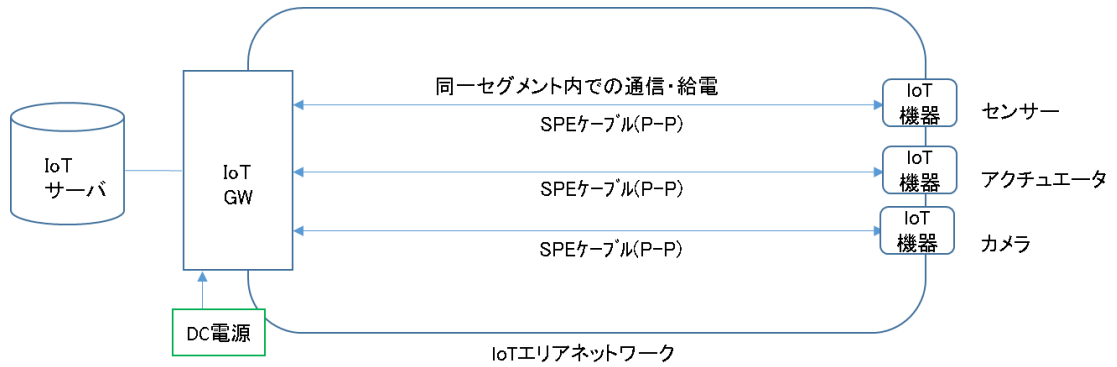


Figure 147-25—IEC 63171-6 Jack

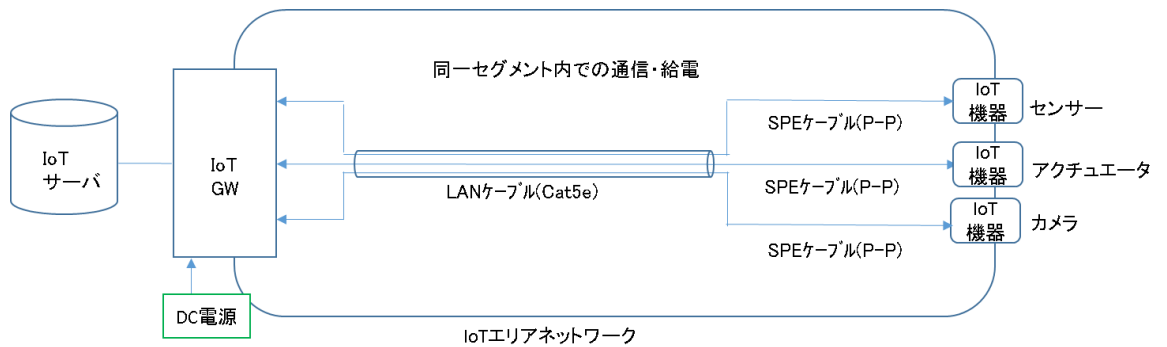
2.5 ネットワーク構成について

本実装ガイドラインで想定するネットワーク構成について以下に示す。

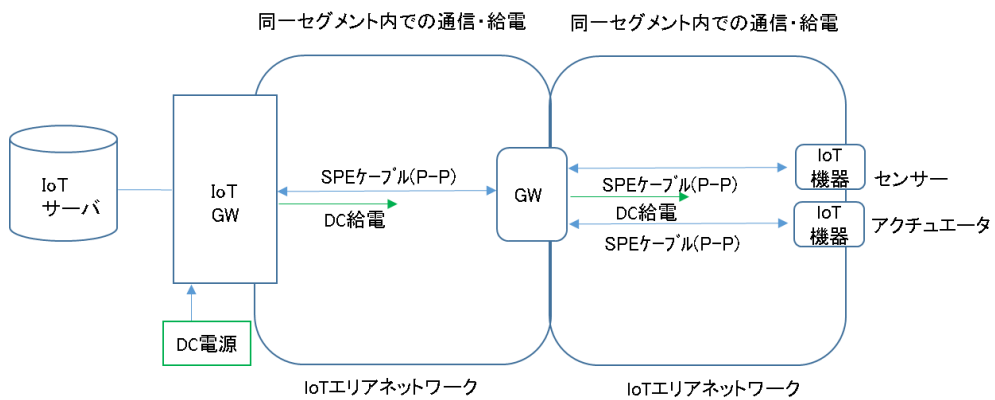
1) 1対1シングル・ペア・ケーブルを用いたIoTエアネットワーク接続構成



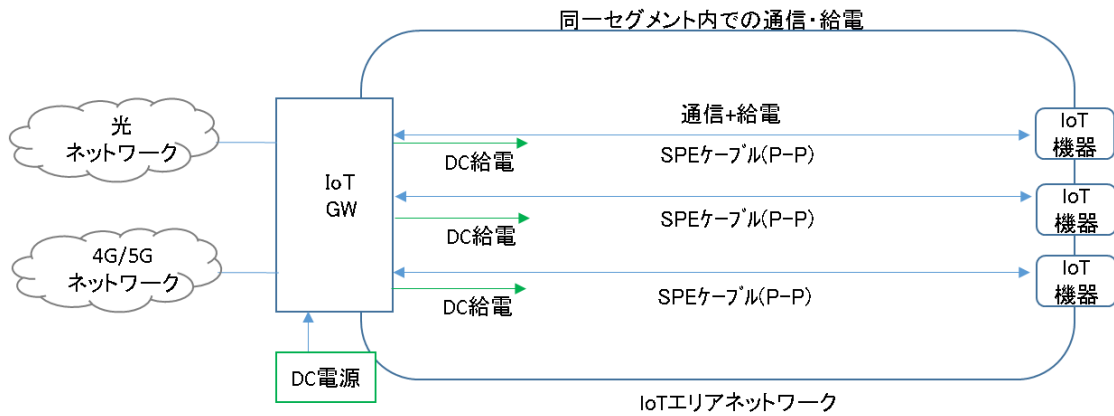
2) 既存LANケーブルを活用したIoTエアネットワーク接続構成



3) 1対1のネットワークを多段に接続した接続構成



4) 上位にネットワークとして他方式を用いたネットワーク接続構成



5) 下位にネットワークとして他方式を用いたネットワーク接続構成

