
Power Over Ethernet と パンドウイットの メタルケーブリング

最高性能インフラでより効果的な
接続を作り出す方法



はじめに

増大している Power over Ethernet (PoE) の使用は、近年の企業ネットワークインフラに対する非常に大きな影響を表しています。PoE は、電力とデータを定電圧設置された一つのツイストペアケーブルで供給し、装置ごとに電気ケーブルを分ける必要をなくしたことで、施工コストと時間を削減します。

Ethernet があらゆる場所に普及するにつれて、ネットワークで相互接続されるデバイスはますます増えています。デジタルサイネージ、次世代の無線アクセスポイント、ナースコールシステム、ビデオ会議システムなど、こうした新しい用途は PoE+ 標準規格の規定を超える電力を必要とします。このニーズを認識した業界は、51 ~ 71 W の電力を供給できる次世代の PoE 機器の開発に乗り出しています。

本書では、現在の PoE+ 標準規格とより大きな電力に対応した新しい PoE 標準規格を利用してバンドワイドのコネクタやケーブルを接続するための情報とガイダンスを提供します。

ケーブルの規格と Power over Ethernet

重要な点は、ケーブルとコネクタ自体が PoE を供給するための電流レベルと電力レベルを処理できるかということです。PoE を利用したケーブルでは、複数のケーブルを束ねたときに発生する熱と温度の上昇への対処が問題になります。また、コネクタでは、動作中の PoE コネクタからプラグを取り外したときに発生するアークが問題になります。このような要因に関して、以下の問題が発生します：

- 温度の上昇によってケーブルの挿入損失が大きくなり、アプリケーションでビットエラーが発生する可能性がある
- 温度がケーブルの推奨使用温度範囲を超えて上昇し、長期にわたってケーブルにダメージを与える可能性がある
- アークによってプラグとジャックの接触面が損傷し、データや電力がその部分を通過できなくなる可能性がある

今日では、Power over Ethernet の供給を統制する数多くの規格が設けられています。これらについてを以下で説明します。

一般的なメタルケーブリング規格: ANSI/TIA-568.2-D

すべての銅線ケーブルの施工は、ANSI/TIA-568.2-D (平衡ツイストペア通信ケーブルおよびコンポーネント規格) のガイドラインに従う必要があります。同規格の 2018 更新版では、28 AWG パッチコードとモジュラープラグ成端リンクがチャンネルの準拠コンポーネントとして追加されました。

Power over Ethernet: IEEE 802.3bt

Power over Ethernet の実現について言及している主要規格は IEEE 802.3 です。2003 年に初めてバージョン 802.3af で導入された本規格は、過去 15 年以上の間に数版を経ており、改定ごとに供給電力量が実質的に倍増しています。最新バージョンの IEEE 802.3bt では、Type 3 (最大 51 W) と Type 4 (最大 71 W) の PoE を取り入れており、4 ペアすべてを送電とデータ送信の両方に使用しています (PoE++ または 4PPoE と呼びます)。bt バージョンは 2018 年 10 月に承認されました。表 1 は、802.3 バージョンとその数年間の変遷、そして供給できる電力と電流を示しています。

タイプ	規格	最大電流	電流が流れるペアの数	受電機器	標準規格が承認された年
PoE	IEEE 802.3af (802.3at タイプ 1)	350 mA	2	13 W	2003
PoE+	IEEE 802.3at タイプ 2	600mA	2	25.5 W	2009
PoE++	IEEE 802.3bt タイプ 3	600mA	4	51 W	2018
	IEEE 802.3bt タイプ 4	960mA		71 W	
PoE 標準規格以外	Cisco UPOE	600mA	4	60 W	現存しているが、正式には未承認
	HDBaseT (www.hdbaset.org)	1000mA		71 W	

表 1: Power over Ethernet の現在および将来の標準規格

TIA TSB-184-A の温度上昇に関するガイダンス

Telecommunications Industry Association (TIA) TSB-184-A は、PoE、PoE+ および PoE++ を利用したケーブルの敷設に関するガイダンスを提供する技術資料です。PoE は最初の Power over Ethernet 規格であり、2 ペアのツイストペアケーブルで最大 350 mA の電流を供給できます。PoE+ では 2 ペアのままで電流が 600 mA に増えています。最近承認された PoE++ 規格ではこのレベルがさらに向上して、4 ペア以上、最大 960 mA になりました (表 1 を参照)。TSB-184-A では、束ねたケーブルの中心部の温度が 15°C を超えないようにすることが推奨されています。こうした温度上昇は、以下の要因に左右されます:

- 束ねるケーブルの数
- より対線を通る電流の大きさと、電流が流れるペアの数
- ケーブルワイヤーゲージと構造

2018 年 9 月、TIA が公開した ANSI/TIA-568.2-D では、28 AWG パッチコードが規格準拠として正式に認められています。それゆえ、TIA-TSB-184-A を補完するため、TIA では 28 AWG パッチコードを電力供給に使用する際の指針を規定する付録、TSB-184-A-1 に取り組んでいます。

この TSB では、束線数を少なくするほど、28 AWG がすべての PoE 規格で使用する場合に安全であることが示されると見込まれます。TSB-184-A-1 が発行されると、本書は更新されて、28 AWG パッチコードを Power over Ethernet で使用する場合の追加の指針が含まれる予定です。

アークテスト方式の標準規格: IEC 60512-9-3 と IEC 60512-99-001

PoE が動作しているジャックからプラグを取り外したときに、電気アーク (スパーク) が自然発生します。このアークはユーザーに危険を及ぼすものではなく、気づかないことが多いものです。しかし、このアークによって、ジャックとプラグの接触面のさまざまな場所が損傷する可能性があります。そこで、プラグとジャックの接触する箇所がアークにより損傷を受けないようにコネクタを設計する必要があります。IEC のテスト方式 IEC 60512-9-3 および IEC 60512-99-001 では、この問題に対処しています。

電気アークとバンドウイットのコネクタ

バンドウイット製品のプラグやジャックはすべて、IEC 60512-9-3 と IEC 60512-99-001 のテストに合格するように設計されており、アークが発生しても重要なプラグとジャックの接触面が損傷しないようになっています。図 1 は、バンドウイット製品のコネクタ上で発生したアークを示したもので、プラグとジャックの接触面 (緑色) に影響しない場所 (赤色) でアークが発生していることがわかります。また、バンドウイット製品と接触する部分への損傷が最小限にとどまっていることもわかります。PoE とバンドウイット製コネクタに関する詳細を記載した Technical Brief: [Effect of Next Generation 100 W Power over Ethernet on RJ45 Connectivity \(次世代の 100 W Power over Ethernet が RJ45 接続に与える影響\)](#)

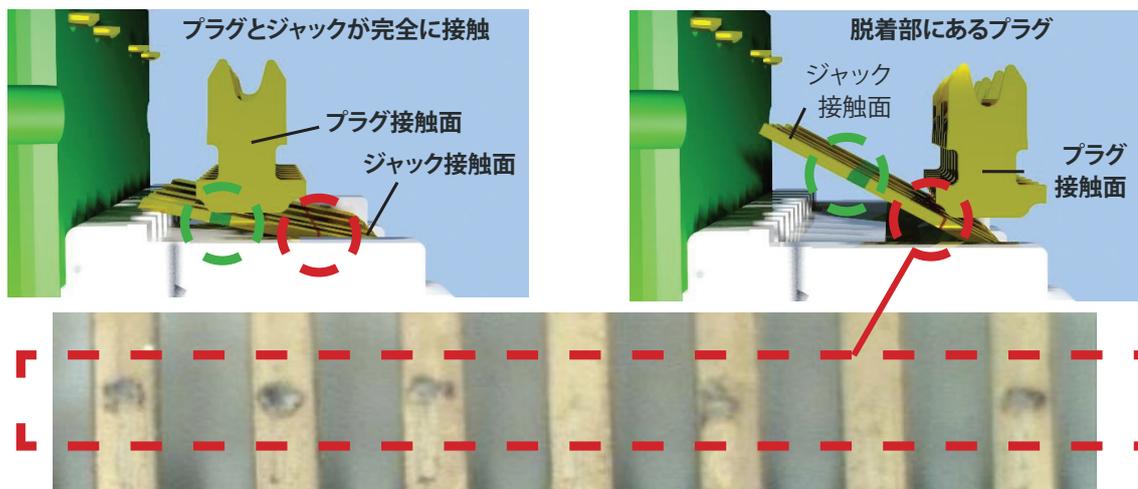


図 1: 小さなアーク (赤色) は、バンドウイット製品のジャック接触部分 (緑色) では発生していません。他社のジャックでは、重要な接触部分でこのような損傷が見られる場合があります。

2017 National Electric Code (米国電気工事規定) と PoE

北米の 2017 年 National Electric Code 改訂版では、最高レベルの PoE が NEC の範囲に組み入れられました。同規定は大部分の PoE 設備に影響を及ぼさないものの、構造化ケーブル業界にとって大きな変化を生み出しました。つまり、Limited Power (LP) ケーブルと、ケーブル束線サイズを規制する電流量表の導入です。同規定で影響があるのは、Type 4 の PoE++ (電力レベルが電源で 60 W を超える場合) だけです。ほとんどの PoE 設備が Type 3 以下であるため、ほとんどの用途が新しい要件の範囲に該当しません。

Limited Power は新しい UL 認定で、米国で常設されている PoE アプリケーションで使用される通信ケーブルに適用されます。UL の LP 指定を受けるケーブルは、ケーブルの温度定格を超えることなく、設置シナリオで顕著な電流を流すと評価されてきました。LP ケーブルを使用しているとき、束線サイズに制限はありません。Type 4 の PoE アプリケーションでは、LP 定格ケーブルを使用しない場合、ケーブルを電流量表に従って束ねなければなりません。

NEC の詳細と束線数を決める電流量表について記載の Technical Brief: [Impact of 2017 National Electric Code on Power over Ethernet Cabling \(2017 米国電気工事規定が Power over Ethernet 配線に与える影響\)](#)

PoE++ の国際的配線ガイドライン: ISO/IEC TS 29125 および CENELEC TR 50174-99-1

ISO/IEC TS 29125 と CENELEC TR 50174-99-1 はどちらもヨーロッパの規格で、通信ケーブルを介した遠隔電力供給に関する要件を定めています。これらの規格では、電力負荷下での銅コネクタの熱上昇や接合および非接合を制限するためのケーブル束線といったことを扱っています。

最大 PoE 電力は 100 W を超える可能性が少ない

新しい PoE++ 標準規格では 71 W が認められていますが、今後何年もの間、71 W を超える標準規格が策定される可能性は低いと考えられます。これまでは、次世代 PoE 標準規格は 6 ~ 8 年ごとに、以前の標準規格の 2 倍の電力で市場に投入されてきました (表 1 を参照)。これらの標準規格は、市場ニーズに対応するために策定されます。新しい標準規格を策定するには、200 W ほどの電力に対する市場ニーズの高まりに加えて、大規模な敷設済み配線が必要となります。100 W 以上の PoE に対応できる敷設済み配線は存在しません。今日のほとんどの配線は 200 W に対応していないからです。200 W に対応するには、標準的なカテゴリ 5e やカテゴリ 6 以上のより高い動作温度および改善された熱性能を備えた次世代ケーブルが必要となります。この点を踏まえると、100 W 以上の PoE が出現するのは、少なくとも 10 ~ 15 年先になるでしょう。

バンドウイットのケーブルの概要

バンドウイットは、従来の標準的なゲージケーブル、および長さが 100 m 未満に制限されている細径ソリューションの分野で、業界をリードしています。これらの細径ソリューションでは 26AWG や 28AWG といったワイヤーゲージを適用しているため、お客様は細径ケーブルを使用して、ケーブルを効率的に管理したり、冷却性を高めたり、既存のワイヤートレイの容量を増やしたりすることができます。最近の規格の変更に伴い、28 AWG パッチコードが規格適合ソリューションの一つになりました。概要は図 2 をご覧ください。

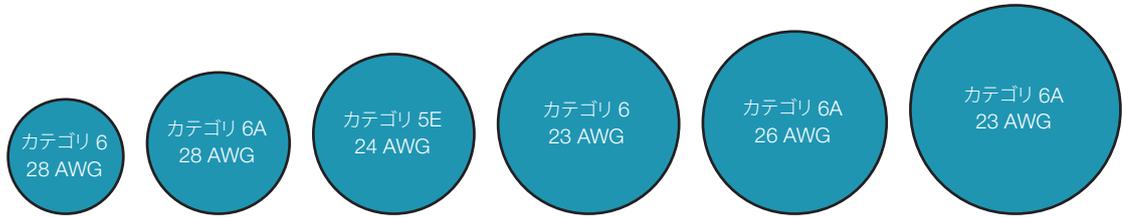


図 2: バンドウイット製パッチコードの概要

PoE の温度上昇テストの結果

バンドウイットでは、TSB-184-A に沿ったガイダンスを提供するため、当社の全ケーブル製品を対象に広範なテストを実施しました。テストは、様々なケーブルを選定して行い、束ねるケーブルの数や電流を変えたときの温度上昇を測定しました。図 3 は、束ねるケーブルの数を 48 本および 100 本にして行ったテストの例です。また、束ねるケーブルの数を 61 本および 24 本にして、同じようなテストを行いました。100 本のケーブルでテストを行ったのは、この本数が TSB-184-A で推奨されている束線内の最大ケーブル数であるためです。

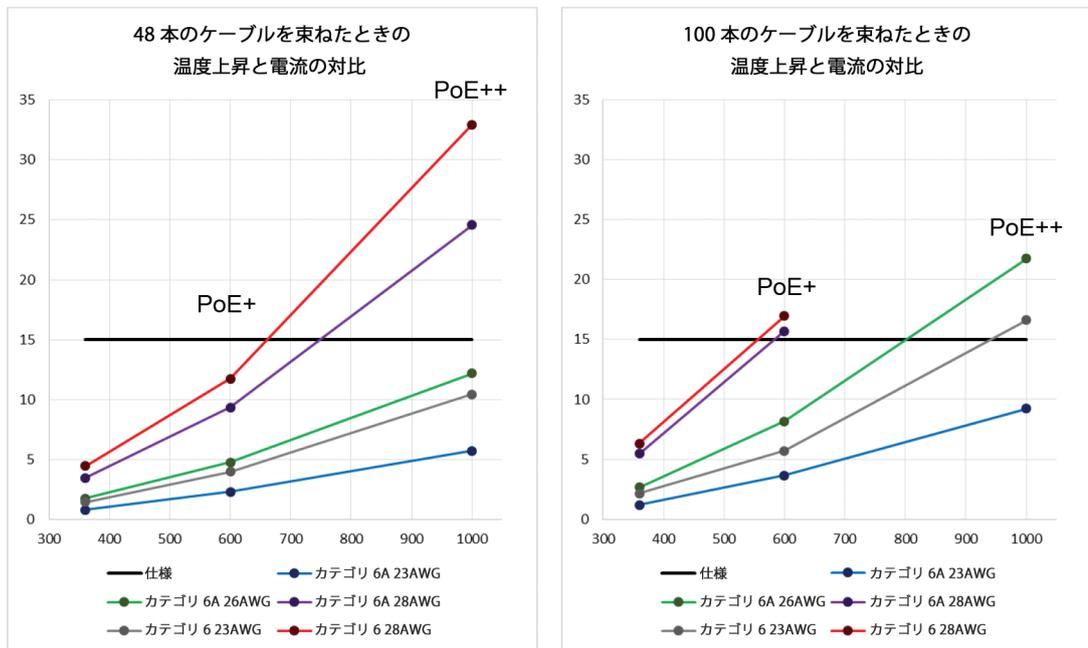


図 3: 48 本および 100 本のケーブルを束ねたときの温度上昇の時系列変化

定電流と定電力の対比

2018年、バンドウイット、Cisco社、Philips Lighting社から集結した研究者のチームがPoE試験を行い、PoEで使用されていた銅ケーブルにおける熱上昇を、現実のシナリオと最悪のシナリオで測定しました。この試験では、長さの異なる192本以上のケーブルで電力とデータが伝送され、温度上昇が192本のケーブルを束ねた束線の中心で測定されました。同研究所の設定では29,000フィートのケーブルをケーブル長を変えて使用し、典型的なエンタープライズケーブル長の配線を表示しました。供給源の電力は修正されて末端装置の電力が一定に保たれました。試験中の伝送の品質を確保するため、ビット誤り率ジェネレータがデータを配線全体に運びました。

この改良された試験方法は、PoEの「定電力」性が考慮されたため、より正確な結果を導きました。試験では、定電流と定電力の対比に焦点が置かれました。今日の規格のいくつかを開発する際の基準となった定電流モデルでは、同じ最悪ケースレベルの電流をチャンネルを通じて提供し、チャンネルの長さは問いませんでした。定電力モデルは、IEEE 802.3bt規格を反映しており、ケーブルの長さに関わらず、電源装置が最大ワット数に制限されます。定電力が意味するところは、より短いチャンネルでは、定電流モデルよりも供給源からの電力と電流の供給が少なくなる(チャンネル上の電力損失が低い)ということです。結果は、重要な2つにまとめられました。

- 現実の最悪ケースのPoE配備シナリオでは、温度上昇が前回の最悪ケースモデルより低い
- PoEケーブル束線を現在の推奨規格より大きくできる

本試験では、今後のPoE施工のベストプラクティスの指針となる、有効な証明が提供されました。試験機関が相互に合意しているのは、定電力手法をベストプラクティスの創出において標準化団体が参照する手法にするべきだということです。しかし、同規格が手法における変更を正式に採用するかどうかは不明です。



結論

推奨される束線内の最大ケーブル数を表2に示します。

ケーブルタイプ	PoE / PoE+ での束線内の最大ケーブル数 (2ペア、最大 600mA)	PoE++/HDBaseT での束線内の最大ケーブル数 (4ペア、最大 960 mA)
カテゴリ 6 28AWG	48	24
カテゴリ 6A 28AWG	48	24
カテゴリ 5E 24AWG	最大 100 ケーブルまでテスト済み	61
カテゴリ 6 23AWG	最大 100 ケーブルまでテスト済み	72
カテゴリ 6A 26AWG	最大 100 ケーブルまでテスト済み	48
カテゴリ 6A 23AWG	最大 100 ケーブルまでテスト済み	最大 100 ケーブルまでテスト済み

表 2: バンドウイットの各ケーブルタイプで、温度上昇を 15 °C 以下に制限する場合に推奨される束線内の最大ケーブル数。これは温度上昇を制限することだけに重点を置いており、2017 National Electric Code (米国電気工事規定) の要素には入りません。

重要なケーブル使用温度定格

束線数とケーブルタイプの決定には、次の簡単な方程式が利用できます：

$$\text{ケーブルの温度定格} \geq \text{周囲の温度} + \text{束線ケーブルの上昇温度}$$

したがって、ケーブル敷設場所の周囲温度、使用するケーブルタイプまたは束ねるケーブル数から予想されるケーブルの上昇温度、およびケーブルの最大使用温度を知る必要があります。バンドウイットのケーブルの多くは 75°C の温度で動作させることが可能で、業界平均の 60°C を上回っています (バンドウイットのカテゴリ 6A Vari-MaTriX ケーブルは最大使用温度がすべて 75°C または 90°C)。このため、ケーブル敷設場所の周囲温度に関して、より柔軟な選択が可能になります。

PoE の配備

バンドウイットでは、冗長電源を二重に用意して電力供給元を多様化し、必要となるデータや電力の量が将来増えても対応できるようにすることを推奨しています。具体的には、以下のとおりです：

- 電源が必要な機器ごとに 2 つ以上のカテゴリ 6A ケーブルを接続する
- 接続元の配線エリアが互いに異なるカテゴリ 6A ケーブルを使用する

バンドウイットでは少なくとも 2 つのカテゴリ 6A ケーブルを 2 つの異なる目的で接続することを推奨しています。1 番目の目的は、冗長性と可能な限りのリンクアグリゲーション (装置が可能とする場合) を設けることです。リンクアグリゲーションのケースでは、一部のアクセスポイントには 2 つのデータポートがあります。したがって、1 ギガビットのデータポートが 2 つあれば、ポートアグリゲーションにより最大で 2 ギガビットになります。

2 番目 (そしてより一般的な) 目的は、将来の拡張のためです。一般にワイヤレス速度が高くなるほど、アクセスポイント数とアクセスポイントの密度を上げる必要があります。ケーブルを天井に設置しておくことで、アクセスポイントをあちこち移動したり増やしたりすることが非常に簡単になります。ケーブルを所定の場所に配線する最も簡単でコスト効果の高い時間は、壁がまだ設置されていないときです。

推奨事項

すべての PoE 配線およびインフラが同じというわけにはいきません。そして品質がネットワークの性能とその寿命に重要な違いを作り出します。

新規の敷設ではカテゴリ 6A を使用することを推奨します。その理由は、カテゴリ 6A では 10GBASE-T という最高速のデータレートをサポートできると同時に、現在または将来の Power over Ethernet の利用において、束ねるケーブルの数が制限されないためです。

カテゴリ 6A 以外の異なるケーブルタイプを PoE のために使用する場合は、本書のガイドラインに従って束ねるケーブルの数を削減し、より細いゲージケーブルを利用してください。これらの束線を組み合わせることで、同じ数のケーブルを配線することができます。

また、配備する PoE デバイスごとに、2 本のケーブルを接続することを推奨します。

PANDUIT™

詳しくは、

www.panduit.co.jp/ をご覧ください。

カスタマーサービスのメールアドレス: jpn-toiawase@panduit.com

または電話: 03-6863-6060

PANDUIT US/CANADA
電話: 800.777.3300

PANDUIT EUROPE LTD.
英国、ロンドン
cs-emea@panduit.com
電話: 44.20.8601.7200

PANDUIT SINGAPORE PTE.LTD.
シンガポール共和国
cs-ap@panduit.com
電話: 65.6305.7575

PANDUIT JAPAN
日本、東京
cs-japan@panduit.com
電話: 03-6863-6060

PANDUIT LATIN AMERICA
メキシコ、グアタラハラ
cs-la@panduit.com
電話: 52.33.3777.6000

PANDUIT AUSTRALIA PTY.LTD.
オーストラリア、ビクトリア
cs-aus@panduit.com
電話: 61.3.9794.9020