

ホワイト・ペーパー

# パワー・オーバー・イーサネットの設置ガイド

(2021年1月改訂バージョン)



## 目次

1.	はじめに .....	2
2.	PoE 回線の構成 .....	2
3.	PoE 実装の3つのプロセス .....	3
3.1.	機器の選択 .....	3
3.2.	Ethernet Alliance 認証プログラム .....	4
3.3.	ケーブル認証 .....	5
3.4.	設置とトラブルシューティング .....	5
4.	まとめ .....	6

## 1. はじめに

Power over Ethernet (PoE) は、何年も前に、ツイスト・ペア・ケーブルで電力とデータ通信を組み合わせるといったアイデアから生まれました。その間に、同じケーブルを介してデータ伝送とともに電力の給電と受電を行う膨大な数の PoE 機器が発売され続けています。

ほとんどの場合、PoE を使用すると AC コンセントを使用する必要がなくなり、そのためのコストと労力が削減されます。それはまた機器のための別電源を不要にしてくれます。そして、それは障害要因の一つを減らせることを意味します。また、PoE はより低い、より安全な電圧を使用するため、電力線から給電される機器に必要な電線管や配電盤などの厳しい電氣的な安全要件は不要です。

## 2. PoE 回線の構成

PoE 回線は、次の 3 つの要素から構成されます。

- データ信号と同じケーブルに電源を供給する給電装置 (PSE)。これは最も一般的には、スイッチであるか、または、スイッチが電力を供給することができない場合に使用されるミッドスパン・インジェクターでもあります。
- データとデータ信号の両方を伝送するケーブル。PoE の IEEE 規格では、2 ペアまたは 4 ペアのツイスト・ケーブル配線システムを規定しています。
- PSE から供給される電力を消費する受電機器(PD)

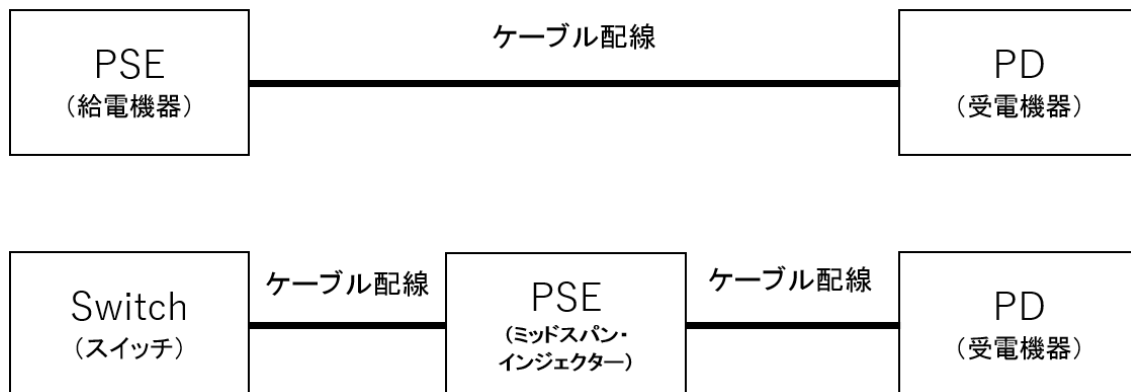


図 1. 基本的な PoE 構成と名称

IEEE 規格に準拠した PoE の実装では、PD によって要求されたときに限り、電力は PSE から供給されます。PD の接続を外すと、PSE は電源を切断します。これにより、常にコンセントが通電状態にある通常の AC 電源よりも PoE は、はるかに安全になります。また、PoE は 43 ~ 57 Vdc という低い電圧を使用しています。

また電力については、最初の PoE 規格である 802.3af が 2003 年に採用され、2 ペアで最大 15.4 W の電力を供給しましたが、2005 年に採用された 802.3at (別名「PoE +」) では、最大 30 W を サポートするようになりました。さらに シスコ社は、4 ペアすべてを使用して「ユニバーサル PoE」UPOE を開発し、最大電力を 60 W に引き上げ、2018 年 9 月には、IEEE が 802.3bt を承認し、供給電力を 90 W にまで押し上げました。

	タイプ 3 (802.3 bt)						タイプ 4 (802.3bt)	
	タイプ 1 (802.3af)			タイプ 2 (802.3at)				
PSE	クラス 1 4 W	クラス 2 7 W	クラス 3 15.4 W	クラス 4 30 W	クラス 5 45 W	クラス 6 60 W	クラス 7 75 W	クラス 8 90 W
	2 ペアのみ (タイプ 1 & 2)				常に 4 ペアを使用			
	2 ペアまたは 4 ペア (タイプ 3 & 4)							
PD	クラス 1 3.84 W	クラス 2 6.49 W	クラス 3 13 W	クラス 4 25.5 W	クラス 5 40 W	クラス 6 51 W	クラス 7 62 W	クラス 8 71.3 W
				PoE+	PoE++, UPOE			

図 2. PoE 規格ごとの PSE (給電装置)、PD (受電装置) の クラス、タイプ別の電力

### 3. PoE 実装の 3 つのプロセス

PoE 実装が成功するプロセスは次の 3 つのステップからなります。

- (1) 機器の選択
- (2) ケーブル認証
- (3) インストールとトラブルシューティング

それでは、次に各ステップで何が必要かを見てください。

#### 3.1 機器の選択

PoE は大きなチャンスをもたらしますが、標準化に関しては大きな問題があります。「PoE」という用語は登録されておらず、どのベンダーも PoE 機能を使っていると主張できます。規格に関しては、現在、承認済みの IEEE 規格は 2 つあり (802.3af、802.3at)、ドラフト段階のものが 1 つ (802.3bt) あります。これらの規格は、8 つの異なるワット数レベルまたはクラスを定義しており、4 つの構成を通じて実装ができます。つまり、2 つのペアを使用するタイプ 1 と 2、および 4 つのペアを使用するタイプ 3 と 4 です。さらに、ベンダーは、PoE + や PoE ++、さらにシスコ社のユニバーサル PoE (UPOE) を追加・作成しました。

そして、これらのアプローチはすべて 3 つの IEEE 規格に適合しますが、規格外のその他の PoE 実装を行っているベンダーとの間で、さらなる混乱が生じています。たとえば、「パッシブ」PoE 実装は、PSE と PD の間でネゴシエートがなされない「常時オン」状態で電力を提供します。また、他の実装形態では、LLDP プロトコルよりも上位層において電力レベルのネゴシエーションを行います。こういったことから、この分野の技術者や設計者でさえも、何が何に対応するのかについて迷ったときにたちまち混乱に陥る可能性があります。

### 3.2 Ethernet Alliance 認証プログラム

この混乱を乗り越えて相互運用性を高めるために、PSE スイッチ機器の 90 % を提供するプロバイダーの代表者からなる製造業者コンソーシアムである Ethernet Alliance が、PoE 認証プログラムを発表しました。このプログラムは、他の IEEE-802.3 ベースの PoE ソリューションとの相互稼働性があるかどうかについて自社製品を認定するための方法論を提供し、そのような製品の簡単な識別のためのラベル付方法を提供しています。

製品の認証は、承認された機器を使用して正確に定義されたプロセスによって定義されています。これは、製造業者またはニューハンプシャー大学の Interoperability Laboratory (UNH-IOL) などの第三者機関によって行われることがあります。PSE 装置と PD 装置の両方が認定される場合もあります。この厳格なプロセスに合格した機器には、Ethernet Alliance が承認したマークが表示されることがあります。

PoE 機器の設計者または設置者は、PSE と PD のマークを単に比較するだけで互換性を判断することができます。つまり、PSE の評価が PD の要件以上であれば、機能は保証されていることとなります。



図 3. 受電機器 (左) と給電機器 (右) の Ethernet Alliance マーク。

### 3.3 ケーブル認証

PoE は、規格化されたカテゴリーのツイスト・ペア構造化配線で稼働するように設計されています。ただし、高速データを伝送するケーブルにこれら的大電力信号を加えると、配線にいくつかの要件が追加されることとなります。

まず、第 1 にケーブルの全体的な抵抗を低くする必要があります。大きすぎると、PSE と PD の間で電力が消費され、PD に十分な電力が供給されません。

第 2 に、PoE は 2 つまたは 4 つのペアにコモン・モード電圧を印加することによって電力が伝送されます。つまり、電流は 2 つまたは 4 つの導体間で均等に分割されます。これが正しく実施されるためには、ペアの各導体の DC 抵抗はバランスが取れている (等しい) 必要がありますが、仮に DC 抵抗に差があればそれは DC 抵抗アンバランスがあることとなります。このアンバランスが大きすぎると、データ信号が歪んでビットエラー、再送信、さらには データリンク層の機能不全をも、もたらすことさえあります。

第 3 ですが、ここでタイプ 1、3、および 4 の実装での、各ペアの DC 抵抗の不均衡の心配はなくなったとしても、複数のペア間の過度の DC 抵抗のアンバランスがあると、データ伝送に大きな損傷を与えてしまう、あるいは、PoE が機能しなくなる可能性があります。

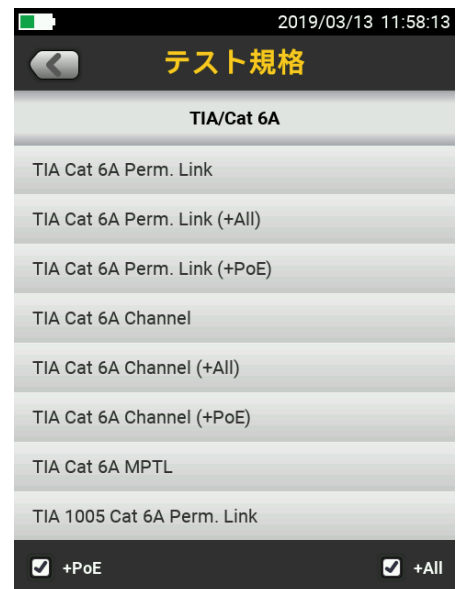


図 4. DSX シリーズで「+ PoE テスト」を選択すると、リンク上で完璧な一連の抵抗測定が行われ、正しい PoE 動作が保証されます。

IEEE はこれらの抵抗測定の重要性を認識しており、802.3 規格ではペア内のループ抵抗と抵抗のアンバランスに関する要件を含めるようにしました。米国電気通信工業会も同様に、ANSI / TIA 568.2-D にそれらを含めています。

ただし、フィールド・テストは別のドキュメント TIA-1152-A で規定されています。このドキュメントでは、抵抗試験の実行方法と、テストの正確さについて説明しています。残念ながら、この文書ではこれらのパラメータを「任意(オプション)」として説明しており、必須試験ではありません。したがって、これらのテストが特に要求されない限り、それらは実行されない場合もあります。その場合の結果は、敷設された配線システム（施工技量を含む）が PoE 抵抗性能要件を満たすかどうかはわからないことになります。

これを避けるためには、これらの抵抗測定を試験項目に含め、かつケーブル認証テスター（フルーク・ネットワークス DSX CableAnalyzer™ シリーズなど）を指定し、それらのテスターを試験仕様書に含めることで、展開する配線システムが 2 対および 4 対の PoE アプリケーションで確実に動作できるようになります。

### 3.4 設置とトラブルシューティング

PSE の容量と PD の要件を知っていると、配線システムの設置とトラブルシューティングがはるかに簡単になります。残念ながら、現実の世界では、PoE 搭載機器をサポートする技術者はその情報にアクセスできない可能性があります。Ethernet Alliance 認定の PD の要件を簡単に確認はできますが、ほとんどの場合、PSE からかなり離れた場所で機能しているため、通信クローゼットやデータセンターに戻って、その機能を確認する必要があります。その時には、担当者はどのケーブルが目的の PD に行っているのかを見つけ出さなければならないという問題に直面します。多くの場合、PSE にアクセスできない可能性があるため、IT チームに連絡して確認する必要があります。そのため、技術者がケーブルを追跡してスイッチに到達するのに半日無駄になる可能性もあります。

フルーク・ネットワークスは、これらの問題を解決し、技術者のフラストレーションを少しでも減らすために、2 つのツールを開発しました。LinkIQ™ ケーブル+ネットワーク・テスター と MicroScanner™ PoE です。どちらかのツールにケーブルを差し込むだけで、PSE に接続されている場合は、リンク上で利用可能な電力のクラス (0~8) が表示されます。技術者はそれを PD の要件と比較し、十分な電力が利用可能かどうかを知ることができます。LinkIQ は、PSE に負荷をかけることで更なるテストを実行し、スイッチとケーブル・リンクがアダプタイズされた電力を実際に供給できるかどうかを判断します。MicroScanner PoE は、Ethernet Alliance Gen2 PoE Certified プログラムのテスト計画を成功裏に完了しており、すべての IEEE 準拠デバイスで適切に動作します。このテスターは IEEE 非準拠のさまざまなテクノロジーでも動作するように設計されていますが、残念ながらそれらの非準拠機器のための認証プログラムはありませんので MicroScanner PoE で試験することが推奨されます。



その他の多くの点においても、これらのテスターは技術者にとって極めて有用なものです。ポートが遅いと、アクセス・ポイントまたはカメラのパフォーマンスが制約されてしまいますが、これらのツールは 10 Gbps までのポート速度の識別を行います。また、ケーブルが破損している場合には、各ペアの長さ、目に見えない潜在的な破損箇所やその他の障害を表示してくれます。さらにケーブルはプラグが抜かれたり、配線が間違っていたりすることもありますので、その場合には、これらのテスターはケーブルの行方をトレースするためのトーン信号源としての働きもします。そして識別子をケーブルの遠端側に接続して、ケーブルの行き先を特定することもできます。これらの機能に加えて、LinkIQ™ は最大 10Gb/s までのケーブルのパフォーマンス評価、接続されたスイッチの名前、ポートおよび VLAN 番号の表示などの機能を提供します。また、LinkIQ はケーブルまたはスイッチのレポートを作成し、広く業界で使用されている LinkWare™ PC ケーブル・テスト管理ソフトウェアを使用して試験結果の保存または印刷をすることができます。



図 5. MicroScanner™ PoE は、スイッチによって報告されたクラスと電力レベルを表示します。

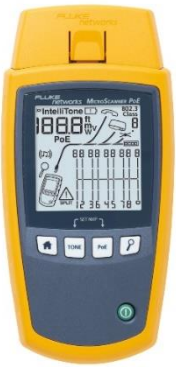


図 6. LinkIQ™ ケーブル+ネットワーク・テスター最大 10 Gb/s のケーブル性能を検証し、ネットワークの接続問題を解決するテスト・ソリューションです。

#### 4. まとめ

MicroScanner PoE、LinkIQ あるいは DSX-8000 のような適切な機器を選択し、ケーブル性能を確認した後、PoE 敷設性能のチェックとトラブルシューティングができるようになれば、PoE プロジェクトのスムーズな進行は約束されたと言えます。

**Microscanner™ PoE - お客様の PoE 設置時の相互可動性の混乱を解消します。**



Microscanner PoE は、迅速・簡単な PoE 検証機能を提供することで、お客様の PoE システム展開時の混乱を解消します。テスターは、最新の PoE 規格に従って、利用可能な PoE クラス (0 ~ 8) を検出し、パッシブ PoE ソースからの電圧を表示します。利用可能なサービス (最大 10G イーサネット)、ケーブル長、ワイヤマップ、ケーブル ID、および障害までの距離など、ネットワーク配線技術者が知っておく必要があるすべてが LCD 画面に表示されます。内蔵のデジタルおよびアナログ・トーン機能は、付属のプロブと組み合わせることで、ほとんどすべてのケーブルまたはワイヤのペアを正確に見つけます。人間工学に基づいたデザインは、操作時のしっかりとしたグリップと堅牢性を向上させるために外筐の周りになめらかなゴム製のカバーが装備されています。

**LinkIQ™ ケーブル+ネットワーク・テスター**



LinkIQ ケーブル+ネットワーク・テスターは、最大 10G のケーブル性能を検証し、ネットワークの接続問題を解決するソリューションです。LinkIQ は、周波数ベースの測定により、最大帯域幅 (10BASE-T ~ 10GBASE-T) を計算してケーブル性能を検証します。これにより、テスト済みリンクの性能要件を確認します。LinkIQ はアダプタイズされたポート・スピード、スイッチ名、ポート番号、VLAN 情報を含む、最も近いスイッチの診断に加えて、PoE テスト、最大でクラス 8 (90 W) の実負荷試験を実行します。その他の機能には、 トーン信号の発生、ポート点滅、802.1x 認証、リモート ID、LinkWare™ PC ケーブル・テスト管理ソフトウェアによるテスト結果管理機能が含まれます。

**DSX-8000 CableAnalyzer™ - メタル配線認証手順のステップの時間短縮を加速化します。**



DSX-8000 CableAnalyzer は、最も厳しい測定精度要件である TIA の精度レベル 2G に適合する一方、比類のないスピードで Cat 8 および Class I/II のメタル認証試験を効率化します。ProjX 管理システムは、作業の確実な実施を実現し、試験のセットアップからシステムの検収までの作業進捗状況の把握を容易にしてくれます。Versiv プラットフォームは、光ファイバー試験 (OLTS と OTDR の両方) もサポートします。このプラットフォームは、将来の規格改定へのサポートに備え、容易にアップグレードが可能です。近端漏話、反射およびシールド不良を含む不良原因のグラフィカルな表示を行う Taptive (タップティブ) インターフェースにより不良原因のより素早いトラブルシューティングができます。また LinkWare PC ケーブル・テスト管理ソフトウェアを使用し、試験結果の解析と専門的なテスト・レポートの作成が可能です。

フルーク・ネットワークス  
株式会社 テクトロニクス&フルーク

〒105-0012  
東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティB 棟 6F  
TEL 03-4577-3972 FAX 03-6714-3118  
Web サイト: <https://jp.flukenetworks.com>  
©2021 Fluke Networks Inc. All rights reserved.  
Printed in Japan 5/2021 7003100B