Next-Generation PoE: IEEE® 802.3bt White Paper

著者：Eli Ohana
Shahar Feldman
Microchip Technology Inc.
和訳：立花エレテック

将来を見据えたPower over Ethernet（PoE）

2003年に最初のPoE規格が承認されて以来、PoEの使用は劇的に増加し、新しいアプリケーションへと前進しました。 PoEは、設置の容易さ、CAPEXおよびOPEXコストの節約、および世界中で使用するための統一された安全な電力標準の提供に関して、大きなメリットを提供します。

新しいアプリケーションでのPoEの使用に影響を与える主な制限要因は、利用可能な電力量です。

電源での15.4Wは、ほとんどのIP電話と802.11a/b/gアクセスポイントには十分ですが、IPビデオ電話、802.11n、およびパンチルトズーム（PTZ）IPカメラには十分ではありません。

そのため、米国電気電子学会（IEEE）は2009年にIEEE 802.3atをリリースし、PoEソースで30Wを指定しました。

今日、イーサネットネットワークに接続された追加のデバイス（PTZセキュリティカメラ、キオスク、POS端末、シンクライアント、802.11acおよび802.11axアクセスポイント、スモールセル、接続されたLED照明など）をサポートするために、さらに高い電力が求められています。これはPoEの恩恵を受けることができます。

新しいIEEE802.3bt規格は、主にLANケーブルの4つのペアすべてを利用することにより、利用可能な最大PoE電力を増やします。

IEEE 802.3btは、初期ネゴシエーション中に給電に必要なパワークラスフィケーション（クラス分け）情報を拡張して、意味のある電力管理機能を可能にし、複数のPoEクラスのサポートを可能にすると同時に、下位互換性も備えています。これらの拡張機能は、より高電力でより効率的なPoE給電システムの課題を解決します。

IEEE 802.3bt Call for Interest（CFI）活動は、2013年の初めに開始され、規格の承認は2018年9月に行われました。新しい規格は、既存の市場ニーズに対応し、拡大を促進するため、PoE市場の成長の主要な触媒と見なされます。 Power Sourcing Equipment（PSE）とPowered Devices（PD）の電力制限をそれぞれ90Wと71.3Wに押し上げることにより、PoEの用途を広げます。

IEEE802.3btまでのPoE規格

IEEE 802.3イーサネットワーキンググループは、1999年からPoEケーブルの配信の標準化に取り組んできました。

この活動の主導的勢力の1つとして、Microsemiは802.3ワーキンググループの1番目と2番目のPoE CFIに積極的に参加し、802.3af-2003、802.3at-2009、および802.3btタスクフォースの標準化で貢献しました。

IEEE 802.3af-2003 PoE規格は、2ペアのカテゴリ5e（Cat5e）ケーブルを介して各デバイスに最大15.4Wの出力電力を提供しました。

PoE +としても知られるIEEE802.3at-2009規格は、30Wの出力電力と25.5Wの負荷電力をサポートできる「タイプ2」PSE / PDを導入しました。 後者は主に最初のPoEスタンダードの拡張です。

HDBaseT Allianceは、HDBaseTプロトコルを標準化しており、Cat5e以上のケーブルでHDMIリンクを最大100mまで延長できます。 2011年、HDBaseT Allianceは、4ペアで最大電力供給量を95Wに拡張するPower over HDBaseT（PoH）標準を作成しました。

2019 Microchip Technology Inc.

次の表は、IEEE802.3btより前の規格をまとめたものです。

表１：IEEE802.3bt以前の規格

Type	Standard	PSE 最小 入力電力	PD 最小 保証電力	ケーブルカテゴリ	ケーブル長	使用ペア
Type 1	IEEE®802.3af	15.4W	12.95W	Cat5e	100m	2ペア
Type 2	IEEE®802.3at	30W	25.5W	Cat5e	100m	2ペア
PoH	PoH	95W	72W-95W ※1	Cat5e/6	100m	4ペア

※１：拡張電力機能により、チャネル長がわかっている場合、PD入力電力は最大95Wに達することができます。

IEEE802.3btの新機能

- タイプ3およびタイプ4のPSE/PD を設定
- 2つのPD機構をサポート：シングルシグニチャPDとデュアルシグニチャPD
- 4ペアのサポーtp
- 追加のクラス（クラス5からクラス8）および改善された相互認識プロセス
- 自動クラス分けのサポート
- チャネル長がわかっている場合の拡張電力機能
- 低待機電力のサポート
- PoE機能を加えた10G-BASE-T

次の表は、IEEE802.3bt規格の承認に関するPoE機能を示しています。

表2：IEEE802.3btを加えた規格

Type	Standard	PSE 最小 入力電力	PD 最小 保証電力	ケーブルカテゴリ	ケーブル長	使用ペア
Type 1	IEEE®802.3af	15.4W	12.95W	Cat5e	100m	2ペア
Type 2	IEEE®802.3at	30W	25.5W	Cat5e	100m	2ペア
Type 3	IEEE®802.3bt	60W	51W-60W ※1	Cat5e	100m	2or4ペア クラス 0-4 4ペア クラス 5-6
Type 4	IEEE®802.3bt	90W	71W-90W ※1	Cat5e	100m	4ペア クラス 7-8

※１：拡張電力機能により、チャネル長がわかっている場合、PD入力電力はタイプ3で最大60W、タイプ4で最大90Wに達することができます。

ポートあたりの最大電力

この規格の目的の1つは、ISO / IEC 60950で定義されている制限された電源および安全超低電圧（SELV）要件に準拠することです。

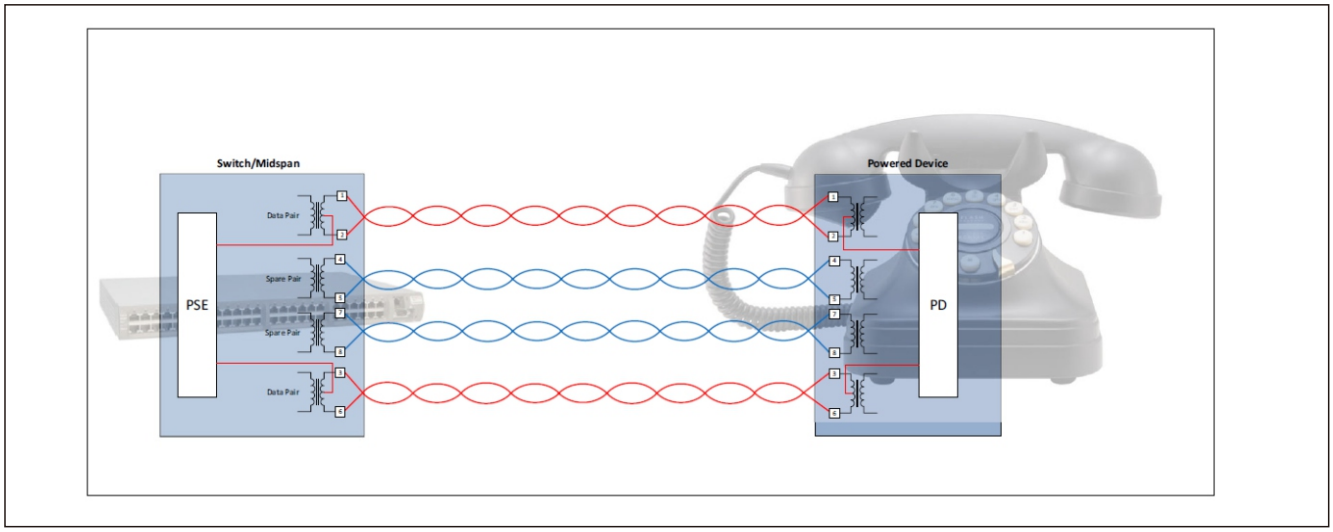
ただし、この準拠は、電力がポートあたり100Wを超えることができないことを意味します。

この電力上限にもかかわらず、ポートあたり100Wは、以前のIEEE標準ではサポートされていなかったアプリケーションを充分にサポートできる容量はあり、PoE市場の潜在的な需要を拡大します。

4ペア給電を規格化

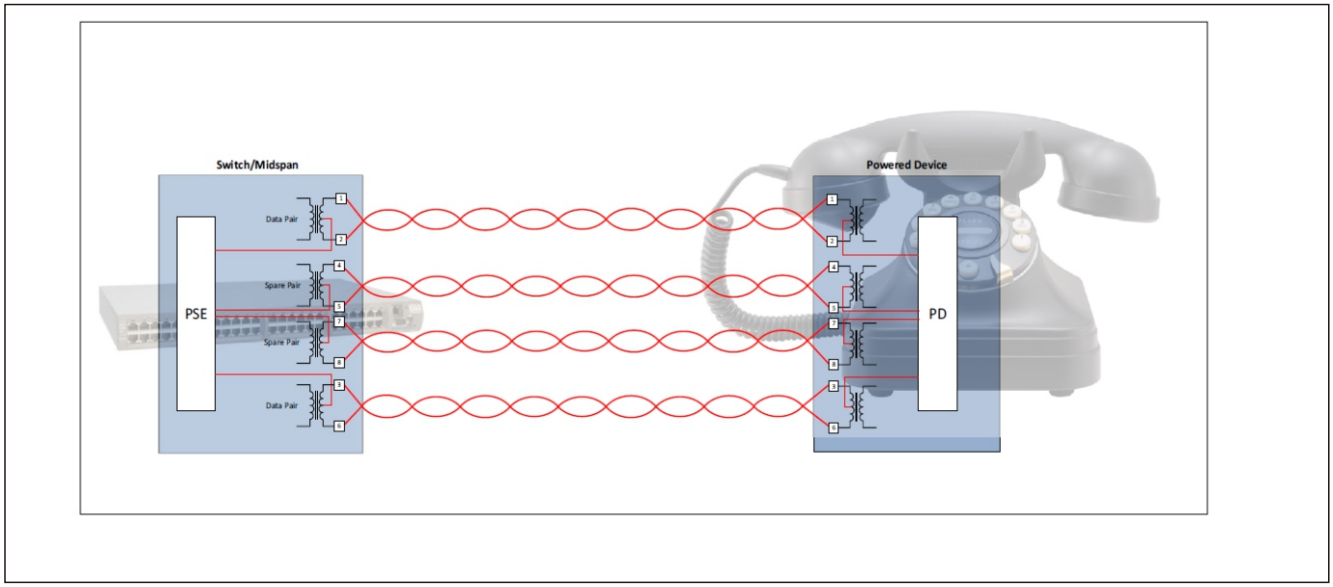
次の図（図1)は、2ペアの電源接続を示しています。電力は赤のペアでのみ供給され、データは4つのペアすべてで供給できます。図はワイヤ1、2、3、および6を介した電力供給(Altanative A:TypeA)を示していますが、IEEE 802.3規格では、ワイヤ4、5、6、および7を介して電力を供給(Altanative B:TypeB)することもできます。

図 1 ：2つのペアでの給電



次の図（図2)は、8本のワイヤすべてに電力が供給される4ペアの電源接続を示しています。

図 2 ：4つのペアでの給電



4ペア給電を規格化

この規格では、シングルシグネチャPDとデュアルシグネチャPDの2種類の4ペアPDを区別しています。各オルタナティブ（Alternative：Type)の一般的な構造を、次の図3および図4に示します。

図３：シングルシグネチャ PD

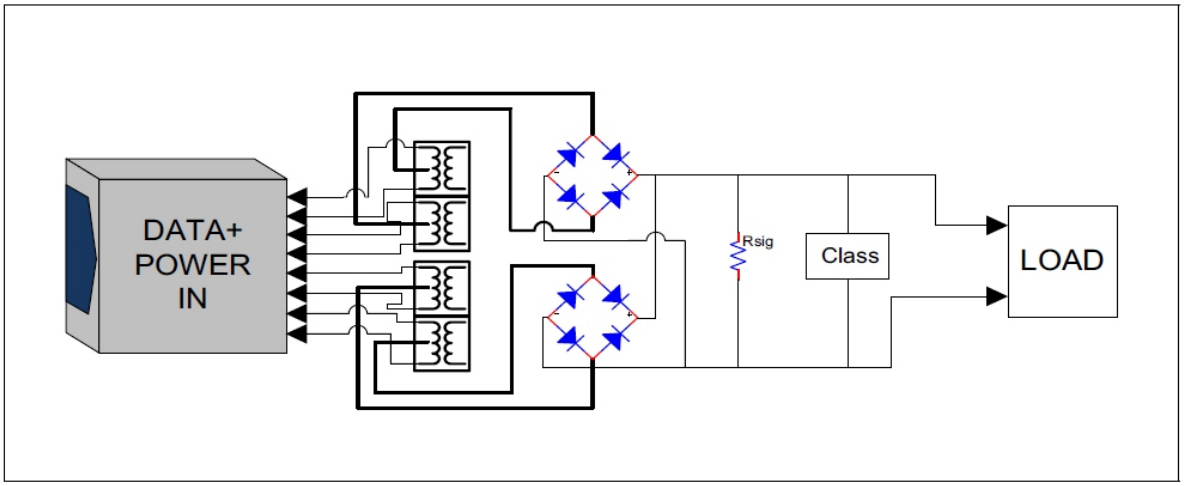
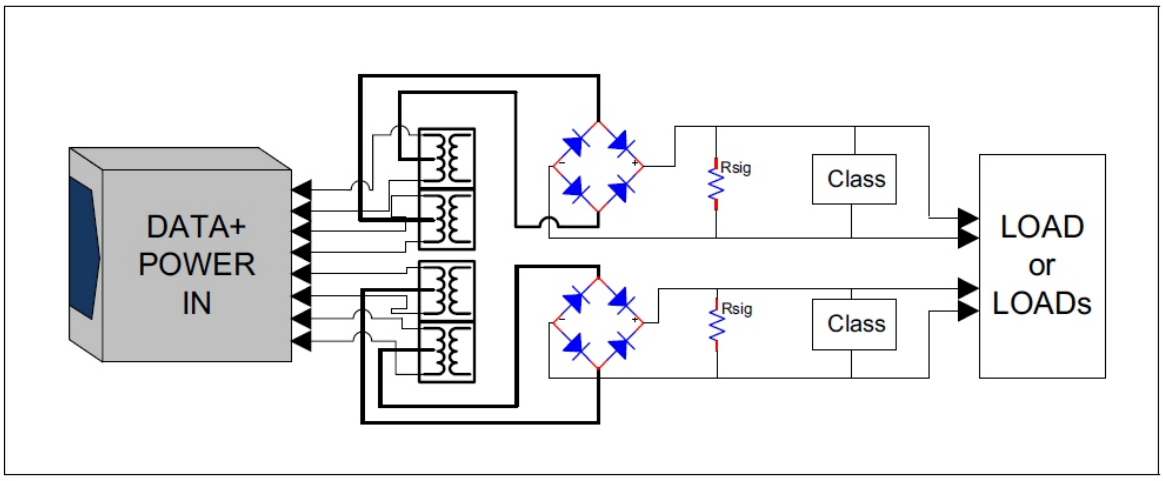


図４：デュアルシグネチャ PD



IEEE 802.3bt PSEはPDタイプを識別し、それに応じて電力を設定します。
アプリケーションの性質に応じて、シングルシグニチャPDまたはデュアルシグニチャPDを実装できます。
両方のアーキテクチャをサポートすることは理想的です。これにより、より多くのアプリケーションにPoEを利用できるようになります。
デュアルシグニチャPDを使用すると、それぞれが異なる電力クラスを持つ2つの独立した負荷をサポートできます。例えばデュアルシグニチャPDで構築された監視カメラでは、一方のペアをカメラに接続し、もう一方のペアをヒーターに接続するといったことができます。

クラス分け分類のアップデート

表３：クラス分け表

PD要求クラス	クラス分けイベント	割り当てクラス	PSE出力1	PSE出力2	PD入力電力（ペアセット）	PD入力電力（最小）
シングルシグニチャPDに接続されたPSE						
1	1	1	4W	-	-	3.84W
2	1	2	6.7W	-	-	6.49W
0,3～8	1	3	14W	-	-	13W
4～8	2 or 3	4	30W	-	-	25.5W
5	4	5	45W	-	-	40W
6～8	4	6	60W	-	-	51W
7	5	7	75W	-	-	62W
8	5	8	90W	-	-	-
デュアルシグニチャPDに接続されたPSE（ペアセットごとの分類）						
1	1,2 or 3	1	-	4W	3.84W	7.68W
2	1,2 or 3	2	-	6.7W	6.49W	12.98W
3	1,2 or 3	3	-	14W	13W	26W
4 or 5	1	3	-	14W	14W	26W
4 or 5	2 or 3	4	-	30W	25.5W	51W
5	4	5	-	45W	35.6W	71.2W

Type 3 と Type 4

前述のように、2つの追加のPSEとPD、タイプ3とタイプ4が定義されました。新しいタイプには、タイプ1とタイプ2には存在しない固有のプロパティがあります。
さらに、タイプ3とタイプ4の間にはいくつかの違いがあります。
次の表は、4つのタイプの主な機能と違いをまとめたものです。

表4：Type 1～4の概要

項目	Type 1/Type 2	Type 3	Type 4
V_{PSE}(MIN)	44V/50V	50V	52V
PSE極性	フレキシブル	フレキシブル	固定（Fixed）
4ペア対応	NO	Class 0-4 :オプション Class 5-6:必須	必須
拡張パワー	NO	YES	YES
Auto Class	NO	YES	YES
Low MPS	NO	YES	YES
V_{PSE}(MAX)	15W/30W	60W	90W-99W
PD 最小入力電力	12.95W/25.5W	51W※1	71W ※1
PSEクラス サポート	Class 0-4	Class 1-6	Class 8
PDクラス サポート	Class 0-4	Class 1-6	Class 7-8

※１：拡張電力機能により、チャネル長がわかっている場合、PD入力電力はタイプ3で最大60W、タイプ4で最大90Wに達することができます。

新しい規格では、PSEとPDの間の自動ネゴシエーションに基づいて、PSEシステムに「割り当てられたクラス」が導入されています。PSEシステムに割り当てられたクラスは、PSEの使用可能な電力とPDが要求した電力の間の低い電力として決定されます。たとえば、PDがクラス8を要求したが、PSEがクラス6のみをサポートできる場合、PSEシステム全体に割り当てられたクラスはクラス6になります。

Maintain Power Signature (MPS):電力シグネチャの維持

多数のPDを展開すると、かなりの待機電力が発生します。IEEE 802.3af / at規格では、ポートを存続させるために10mAの最小電力シグネチャが必要でした。IEEE 802.3af/atを使用すると、PDは最小オン時間75ミリ秒、最大オフ時間250ミリ秒のデューティサイクルで動作できますが、AC電源のMPS要件も満たす必要があります。
このため、このようなPDは26.3KΩ未満のDC抵抗を示す必要があり、54V電源で動作する場合の全体的な消費電力は210mWになりました。この電力にシステムのポート数を掛けると、電力が大幅に浪費されます。たとえば、PoEを使用するLED照明アプリケーションでは、一般的なアプリケーションではポート数が多いため、待機電力を減らすことが重要です。また、ライトがオフになっている間、ポートはオンのままにして、消費をできるだけ少なくする必要があります。このパラメータを改善するために、IEEE802.3btはAC電源のMPS要件を削除し、クラス5～8のPDが最小オン時間7ミリ秒、最大オフ時間310ミリ秒のデューティサイクルで16mAを消費できるようにします。
その結果、ポートを存続させるために消費される消費電力は20mW未満になります。これは、既存のソリューションよりも10倍優れています。

自動クラス分け

タイプ3およびタイプ4のPSEは、自動クラスと呼ばれる物理層分類の拡張を実装することを選択できます。自動クラスの目的は、PSEが、接続されたPDによって引き出される実際の最大電力と、使用される実際のケーブル長を決定できるようにすることです。 自動クラスを実装するPSEは、定義された時間を通して接続されたPDの消費電力を測定します。
この間、PDは必要な最大電力を消費します。 PSEは、自動クラス中に引き出された電力とマージンに基づいて最大電力出力を設定できます。

拡張電力

afおよびat標準は、PSEが供給する必要のある最小電力と、PDが受け取ることを期待する必要のある最大電力を定義します。
100mケーブルの最悪の場合では、ケーブルの消費に見合った電力がいくらかあります。その規定に従うということは、90Wを出力するPSEの場合、PDは71Wしか期待できないのに対し、19Wは100mのケーブル電力損失に割り当てられることを意味します。しかし、それは常に当てはまりません。 PSEとPDが近接している場合もあります。実際のケーブルの電力損失がはるかに少ない場合、システムで使用するためにこの電力を利用できることが望まれます。拡張電力機能のアイデアは、PD（またはPSE）が利用可能な最大値を使用できるようにすることです。
ケーブルの真の総抵抗に基づく電力を利用できるということです。
PDがケーブル抵抗を測定すると、ケーブルで失われる電力を計算し、より高い消費電力の恩恵を受けることができます。この機能は、PoH標準の一部として最初に導入および実装され、現在はタイプ3およびタイプ4のPSEおよびPDのオプション機能としてサポートされています。

下位互換性

より高い電力がサポートされ、新しい機能が追加されましたが、相互運用性を確保するために、一部のアルゴリズムが変更されました。
それは、システムがレガシーType 1およびType 2 デバイスでも動作するということです。
PSEが（電力に関して）PDをサポートでき、両方が標準に準拠している限り、自動的に機能し、PDがより高い電力を必要とし（IEEE 802.3bt PD）、PSEがそれをサポートできない場合（IEEE 802.3af / at PSE）、PDはオフのままになるか、オンのままになり、PSEから利用可能な電力のみを消費します。

IEEE802.3btによる新しいアプリケーション

PoEによる高電力のサポートは、新しい市場への利用が可能になり、より高い電力を必要とする次のようなアプリケーションの採用などPoEの範囲が広がります。

- エンタープライズIoTを備えたスマートビル（接続されたLED照明）
- 高電力PTZカメラ(ヒーター、ワイパー、LED照明）
- キオスク
- POS（Point of Sale）端末
- シンクライアント
- アクセスポイント
- スモールセル（基地局）

終わりに

新しいIEEE802.3bt規格では、4ペア以上のCat5eケーブルで90Wを供給できます。
このPoEレベルは、定義された最大レベルであると予想されます。
これは、今日のインフラストラクチャに展開されている既存のケーブルおよびコネクタにとって、より高いレベルは安全ではない可能性があるためです。
この規格化は、UPoEや4P PoEなど、現在60W / 75W / 95Wを提供する既存のすべての先行標準ソリューションに取って代わります。
Microchipは、PoEテクノロジーの革新者であり、ソートリーダー（thought leader）であり、802.3af、802.3at、802.3bt IEEE標準化に大きく貢献しています。
Microchipは、新しいIEEE802.3bt規格に準拠するPoEICおよびPoEシステムの提供に取り組んでいます。

For more information about PoE Systems, or to find the solution to power your application, see
https://www.microchip.com/en-us/products/power-over-ethernet/poe-systems
For more information about PoE PSE ICs, or to find the solution to power your application, see
https://www.microchip.com/en-us/products/power-over-ethernet/poe-pse-ics
For more information about PoE PD ICs, or to find the solution to power your application, see
https://www.microchip.com/en-us/products/power-over-ethernet/poe-pd-ics

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO/TS 16949

MICROCHIP