

データセンター効率 (PUE) の計算に関するガイダンス

ホワイトペーパー #158

改訂 1 版

ビクター・アヴェレール

> 要約

PUE やその他の測定基準を用いてデータセンターのインフラ効率のベンチマーキングを行う場合には、消費電力のうちどの部分が IT 負荷に含まれ、どの部分が物理インフラに含まれ、どの部分を計算から除外するかについて、あらかじめ厳密に取り決めておく必要があります。残念なことに、一般に公開されている効率データは、標準的な方式を用いて計算されたものではなく、適用される方式が異なれば、同じデータセンターでも得られる結果が異なります。このホワイトペーパーでは、この問題について取り上げ、効率計算を行う際に必要なデータセンターの負荷を分類する標準的な方法を説明します。

目次

セクション名をクリックすると、そのセクションに直接移動します。

はじめに	2
3 段階の方法論	2
第 1 部: データセンターサブシステムの標準的な分類	3
第 2 部: 共有リソースの見積もり	9
第 3 部: 測定が現実的でないデバイスの見積もり	9
結論	11
リソース	12

はじめに

効果的なエネルギー管理計画の一環としてデータセンターのインフラ効率を把握することの利点は、幅広く認識されています。標準的な指標である電力使用効率 (PUE: Power Utilization Effectiveness)、およびその逆数であるデータセンターインフラ効率 (DCiE: Data Center Infrastructure Efficiency¹) は、業界標準としてよく知られるようになりました。

シュナイダーエレクトリックグループ APC では、データセンターのエネルギー監査を実施する中で、特定のデータセンターに関して PUE を決定する際の実用上の問題点をいくつか識別しています。電力を消費するサブシステムを IT 負荷、物理インフラ、またはそれ以外に分類する作業は、次のような理由によって難しくなる場合があります。

- データセンター内で電力を消費する装置が特定されても、効率計算にそれらの電力データをどのように含めるか (または含める必要があるか) が不明確である。
- (屋外照明や NOC など) 特定のデータセンターサブシステムが存在しない場合もある。
- 一部のサブシステムは共用施設をサポートし、データセンター以外の他の機能 (たとえば、冷却塔やチラープラントなど) によって共有されているため、データセンター本来の電力部分を直接測定できない。
- 一部のサブシステムの、消費電力計測は極端に現実的でないかコストが高い (たとえば、出力接続数の多い PDU、または開閉器など)。
- 電力測定点の一部には、データセンターとは無関係でありながら測定時に分離できない負荷が含まれる。

上にあげた実用上の問題のいくつかは、一般的なデータセンターでよく見られるものであり、オフィスビルのような共用施設に存在するほとんどのデータセンターで発生します。データセンターのオペレーターが PUE を決定しようとする際には、多くのオペレーターがいずれかの問題に遭遇するため、それらの問題に対処する標準的な方法を定義する必要があります。それがこのホワイトペーパーの目的です。

このホワイトペーパーでは、データセンターから必要なデータを収集し、それを用いて PUE を計算するための標準的なアプローチを定義し、またわかりにくいデータや不完全なデータの扱い方に焦点を当てます。

ユーザーであれば、独自のアプローチでエネルギーデータを収集して処理するための手法を構築できますが、データセンターの効率のベンチマーキングには標準的な方法が必要となります。Green Grid などさまざまな標準化団体では、上述の問題を認識し、ガイドラインや標準という形で解決策を提供しています。このホワイトペーパーで述べる問題の多くについても、関連した標準が今後提供される可能性があります。そのような標準が提供された場合、このホワイトペーパーは直ちに、それらの標準について記載するとともに、その内容に合わせて適宜更新されます。したがって、ここに述べられた方法を適用する前に、apc.com にアクセスして、この参照しているホワイトペーパーが最新版であるかどうかを確認してください。

3 段階の方法論

前述した問題に対処するため、このホワイトペーパーでは、次の 3 段階からなる方法論について概説します。

1. (a) IT 負荷、(b) 物理インフラ、または (c) 計算から除外、のいずれかとして**データセンターサブシステムを分類**するための標準を確立する。
2. **データセンター以外の負荷と共有**されているためにサブシステムの消費電力を直接測定できない場合は、その種類のサブシステムに対する標準化された方法論を使用して消費電力を試算する。

¹ このホワイトペーパーでは、効率の測定基準として PUE を使用します。すべての記述は DCiE にも同様に適用されます。

3. 測定に対して技術的な障害があるためにサブシステムの電力を直接測定できない場合は、その種類のサブシステムに対する標準化された方法論を使用して電力を試算する。

この 3 つの段階それぞれについて、以下で順番に説明します。

第 1 部: データセンター サブシステムの 標準的な分類

データセンターの効率計算を実行するには、電力のどの部分が **IT 負荷** に含まれ、どの部分が **物理インフラ** に含まれるのかを明確に定義することが不可欠です。サーバーやストレージ装置を IT 負荷に分類し、UPS や冷却/空調装置を物理インフラに分類することは明らかですが、データセンター内には、効率計算において明確ではない位置を占める多くの電力消費サブシステムがあります。たとえば、作業員用のスペース、開閉器、ネットワーク運用センターなどです (図 1)。

これらのサブシステムは電力を消費します。これらがすべてのデータセンターに対して統一的に分類されなければ、効率の計算結果を異なるデータセンター間で直接比較することは不可能です。データセンター効率のベンチマーキング作業は、顧客、政府機関、サービス提供事業者などによって継続的に続けられているため、何を **IT 負荷** と見なし、何を **物理インフラ** (サイトインフラとも呼ばれる) と見なし、何をデータセンター効率の計算から **除外** するかに関して、標準化されたガイドラインを確立することが重要です。さらに、データセンター効率の計算に必要な主要なデータの取得に関しても、実用上の問題が見られます。

データセンター効率の計算を行うために前述の 3 つのカテゴリに負荷を割り当てる際には、理論的に考慮すべき事項と現実的に考慮すべき事項の両方を考える必要があります。合理的に考える人々の間でも、さまざまな種類の負荷を PUE 測定基準に含めるかどうかについて、また含める場合にはそれが IT 負荷であるかどうかについて、それぞれ異なる結論を導く可能性があります。このホワイトペーパーで述べる分類システムの構築には、以下の現実的なガイドラインが適用されます。

- データセンターのエネルギー管理における現実的かつ望ましい結論として、そのサブシステムのエネルギー消費の管理が必要である場合は、そのシステムの負荷を PUE 測定基準に含める必要があります。
- 測定プロセス中に特定の負荷の測定を分離することが一般に現実的でない場合には、測定基準の計算のためにその特定の負荷を分離することを規定しません。
- データセンター効率の計算のために、データセンター内のすべての種類の装置を、「IT 負荷」、「物理インフラ」、または「除外」に明確に割り当てることで標準化する必要があります。

以下の表は、一般的なサブシステムの一覧と、データセンター効率の計算のために各サブシステムを「IT 負荷」、「物理インフラ」、または「除外」の 3 つのカテゴリのいずれかへと暫定的に割り当てたものです。表 1 ~ 4 は、PUE に含める必要のあるサブシステムの一覧、および除外するサブシステムの一覧です。これらのサブシステムは、機器の種類によって、IT、電力、冷却、およびその他の 4 つの表に分けられています。

図 1

データセンター効率のベンチマーキングには、電力を消費するサブシステムの統一された分類が不可欠

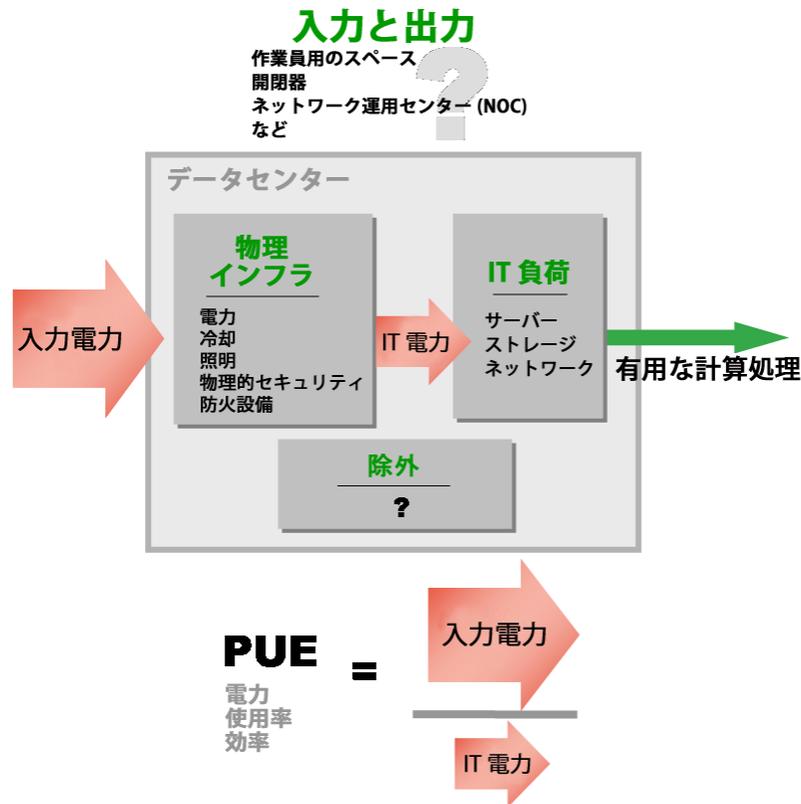


表 1 では、各種の IT 負荷が識別され、IT 負荷カテゴリに分類されています。いくつかの種類 of IT 機器は、明らかに IT 負荷に分類されるものもありますが、必ずしも一貫したカテゴリに分類されない種類の機器もあります。たとえば、障害復旧時の IT 負荷やネットワーク運用センター (NOC) の負荷をデータセンター内の IT 負荷として分類するかどうかには、議論の分かれるところです。

ほとんどすべてのデータセンターには何らかの形のネットワーク運用センターがあり、これは電算室のデスク 1 つといった小さなものから、何十というワークステーションやモニターが稼働する大きな部屋までさまざまです。組織によっては、大きな中央の NOC でいくつかのデータセンターを監視する場合もあり、そのような場合、1 つのデータセンターは大きな NOC によって負荷がかかる一方で、別の同様なデータセンターには小さな NOC しかないという状況も考えられます。PUE の計算に NOC を含めるという意見もあれば、NOC は除外するという意見もあります。しかし、NOC のようなデータセンター関連負荷のエネルギーを管理することが望ましいという原則に従えば、NOC はエネルギーレポートに含める必要があり、したがって PUE にも含める必要があります。さらに、電力や冷却など、NOC に関するエネルギー消費を他のデータセンター関連のエネルギー消費から分離することは、かなり難しい場合があります。その点からも、エネルギーレポートおよび PUE の計算に NOC を含めることは現実的であると言えます。

表 1

データセンターの IT サブシステムの分類案
(カテゴリのコンテキストについては図 1 を参照)

	データセンター サブシステム	電力カテゴリ			問題
		IT 負荷	物理インフラ	除外	
IT	サーバー	✓			
	ストレージ機器	✓			
	ネットワーク機器	✓			これは除外するという意見もありますが、分離するのは非常に困難です。
	KVM および モニター	✓			これは実際には IT 機器ではないので除外するという意見もありますが、分離するのは非常に困難です。
	障害復旧時の IT 負荷	✓			障害復旧 (DR: Disaster Recovery) (データセンターアプリケーションの一種) をリストに含める目的は、いくつかのデータセンターでは同じサイト上で DR が稼働している可能性を考慮するためです。理想的には、DR はメインのデータセンター施設とは完全に別個に扱い、独立したデータセンターとして管理および測定する必要があります。結果として、DR が同じサイト上にあり、物理インフラのリソースを共有している場合には、リストに含める必要があり、単にメイン DC 内でサポートされるビジネスプロセスの 1 つとなります。
	ネットワーク運用 センター (NOC) 内の IT 機器	✓			この負荷は主に、データセンター制御用のコンピューターおよびディスプレイです。これは 3 つのカテゴリのいずれかに含めるという意見がある一方で、状況によっては、データセンターと同じ場所がない場合もあり、割り当てが難しくなります。一般的なアセスメントでは、同じ施設内で共有され、グレースペースのリソースを共有している場合には IT 消費電力に含めます。NOC として独立した施設になっている可能性もあり、その場合は、新しいカテゴリのデータセンターとなるため、IT 負荷として含め、PUE ベースラインに対して独立した数値を割り当てる必要があります。

表 2 には、一般的なデータセンターに見られる電力サブシステムの一覧と、それらを PUE の計算にどのように割り当てるかを示します。これらの割り当てのほとんどは明確なものです。この表は、すべての適切なデータが特定されて PUE の計算に組み込まれていることを確認するチェックリストとして、重要な価値を持ちます。特に、これまで報告されている PUE 測定の多くでは、PDU および無瞬断切替装置 (STS) を誤って IT 負荷の一部として PUE 計算に割り当てており、これは、特に負荷の少ないデータセンターでは、大きな誤差を生じる原因となります。これらの装置の損失を測定するのは難しいという意見もありますが、それらを高い精度で試算することは十分に可能です。したがって、それらを効率計算から除外するのは決して妥当ではありません。

PUE の計算で見られる他の一般的な誤りには、開閉器および自動切替器 (ATS) 機器の除外があります。多くの場合、これらの装置の損失を測定するのは現実的でなく、コスト効率も悪いのですが、それらは常に現実的に試算することができます。そのような見積もりには多少の誤差がありますが、それらのサブシステムがシステムのエネルギー消費全体のうち小さなパーセンテージ (約 1%) しか占めないことを考えれば、エネルギー消費または PUE の最終的な計算に対しては非常に小さな誤差にしかなりません。

風力タービンや太陽光パネルなどの代替エネルギー生成システムがデータセンターと並行して稼働している場合、それらのエネルギー寄与は PUE の計算には含めません。なぜなら、それらはデータセンターの真のパフォーマンスを隠し、測定基準の目的を歪めてしまうからです。

表 2

データセンターの電力サブシステムの分類案
(カテゴリのコンテキストについては図 1 を参照)

	データセンターサブシステム	電力カテゴリ			問題
		IT 負荷	物理インフラ	除外	
物理インフラ - 電力	開閉器および配電盤 (屋外または屋内)		✓		多くのサイトでは、開閉器の電力を決定する手段がありません。したがって、リストに含める場合には試算が必要となります。この機器を用意して稼働させるにはエネルギー、スペース、およびリソースが消費され、それはすべてのデータセンターで基本的な部分を占めています。
	自動切換器 (ATS)		✓		
	発電機 (ブロックヒーター、ジャケット温水ヒーター、ストリップヒーター、発電機制御、発電機用バッテリー充電器)		✓		
	無停電電源装置 (UPS)		✓		
	無瞬断切替装置 (STS)		✓		これは明確に給電経路の一部ですが、分離が困難なため IT 負荷の一部と考えるべきという意見もあります。一般には、試算が必要となります。
	分電盤 (PDU)		✓		
	障害復旧時の電力システム		✓		前述したのと同じ論理に従い、DR を分離できる場合にはメイン施設の PUE に含めず、分離できない場合には含める必要があります。
	代替エネルギーシステム (PV、風力など)			✓	これらのシステムはほとんど常にデータセンターと並行して稼働しており、単純にデータセンターと同じ場所に設置されています。これらを PUE の計算に含めると、データセンターの真のパフォーマンスを把握できません。

表 3 には、PUE の計算に含める必要のある各種の冷却サブシステムの一覧を示します。これらのシステムの一部 (空調システム、集中加湿器、ユニットヒーターなど) は、多くの場合、データセンター効率の計算から誤って除外されます。その結果、データセンターの効率が過大評価される場合があります。

表 3

データセンターの冷却サブシステムの分類案
(カテゴリのコンテキストについては図 1 を参照)

	データセンター サブシステム	電力カテゴリ			問題
		IT 負荷	物理インフラ	除外	
物理インフラ - 冷却	チラー		✓		
	冷水ポンプ (1 次、2 次、3 次)		✓		
	復水器ポンプ		✓		
	冷却塔 (ファン、凍結防止ヒーター)		✓		共用施設ではこれを分離することは困難という意見があります。そのような場合は、データセンターへの割り当て電力を試算する方法が必要となります。
	水処理 (砂濾過器ポンプ、 インジェクタ)		✓		水処理には、水の濾過および化学処理システムが含まれます。
	パイプ凍結防止 (ヒートテープ、ヒートトレース、 ストリップヒーター)		✓		
	空気圧縮機		✓		空気圧縮機は多くの場合、冷水プラントの空気弁をサポートします。
	集中加湿器		✓		
	CRAH / CRAC (ファン、再加熱コイル、 加湿)		✓		CRAH: Computer Room Air Handler (電算室エアハンドラ) CRAC: Computer Room Air Cconditioner (電算室エアコン) データセンターの IT スペースに加えて、これらの機器は機械室や電気室の空調にも使用される場合があります、それも計算に含める必要があります。
	復水ポンプ		✓		
	補給空気/外気システム 電力		✓		これは測定が難しいため計算に含めないという意見があります。
	ユニットヒーター		✓		冬季には、機械室および電気室で (通常は天井に取り付けられる) 小型のヒーターが使用される場合があります。
	復水器		✓		(復水器は、空冷 CRAC 機器に対してのみ使用されます。)
	ドライクーラー		✓		
	NOC の冷却		✓		
	障害復旧時の冷却システム		✓		
汲み上げポンプ		✓		冷却システムでは多くの水が消費される場合があります。一部のデータセンターでは水を独自に汲み上げていますが、離れた場所にある水道ポンプから汲み上げられた水道水を購入している場合もあります。リソースとしての水は、冷却、貯蔵、および移動にエネルギーを必要とします。	

表 4

データセンターのその他サブシステムの分類案
(カテゴリのコンテキストについては図 1 を参照)

	データセンター サブシステム	電力カテゴリ			問題
		IT 負荷	物理インフラ	除外	
物理インフラ - その他	データセンターの「ホワイトスペース」の照明		✓		効率の計算には給電経路と冷却だけを含めるという意見もあります。
	機械室と電気室の照明		✓		これは専用のデータセンターでは容易に定量化できますが、多用途の建物では、機械用スペースと電気用スペースの照明の共有比率を考慮する必要があります。
	その他のプラント制御 (防火、ダンパー、 HVAC、PLC)		✓		HVAC: Heating, Ventilation, and Air Conditioning (暖房、換気、および空調) PLC: Programmable Logic Controller (プログラマブル ロジックコントローラ)
	屋外照明			✓	これらはサイトによって大きく異なり、多くのデータセンターは多目的施設内にあるため、負荷をデータセンターに割り当てるのは非常に困難です。
	作業員用オフィスの負荷			✓	どの程度の作業員用スペースをデータセンターのインフラとして割り当てるかについては明確な基準がないため、含めるべきではないという意見もあります。また、分離するのが難しいという意見もあります。このスペースは、さまざまに異なり、USGBC (US Green Building Council) の効率消費モデルに従うのが最適です。
	データセンターの作業員用スペースの照明			✓	これは計算に含まれません。共用施設の場合、このスペースはそれぞれ大きく異なります。USGBC などの団体が提供しているベストプラクティスに従って最適化するのが最善です。

表 4 には、データセンター内に一般的に見られ、これまでの表には含まれていない、照明やその他の装置の一覧を示しています。一般に、照明はデータセンターのエネルギー計算に含まれますが、屋外照明は、サイト間での変動が大きいため除外されます。屋外照明が存在し、測定時にそのエネルギー消費をデータセンターの負荷から簡単に除外できない場合は、その見積もり値を減算することで除外できます。

作業員やオフィスの負荷は、データセンター効率の計算から明確に除外されることに注意してください。これは、多くの状況では作業員関連の負荷をデータセンターに割り当てるのがきわめて難しいためです。大多数のデータセンター施設では、同じビル内にデータセンター以外の作業員関連機能が存在し、それらに関連付けられる負荷の量はサイトごとに非常に幅広い範囲で変化します。多くの共用施設では、作業員やオフィスの負荷からデータセンター負荷を分離するのが難しいかもしれませんが、必ずしもコストが高く複雑というわけではありません。以降の節では、このような問題について取り上げます。

第 2 部: 共有リソースの 見積もり

前の節で述べたように、データセンターの負荷を正しく一貫して分類することが、データセンターの PUE を決定するうえで重要な作業となります。ただし、「はじめに」で述べたように、電力を消費し、データセンターに関連付けられている装置のいくつかは、他の用途にも共有されています。たとえば、データセンターが隣接するオフィスビルとチラープラントを共有していたり、データセンターの UPS がコールセンターにも電力を供給していたりします。そのような共有装置のエネルギー消費を厳密に測定しても、データセンター効率の計算には役立ちません。なぜなら、データセンター以外の負荷に関連付けられたその装置の損失は、PUE に含めるべきでないからです。

装置が共有されているときに採用される一般的なアプローチは、単にその装置を PUE の計算から除外することです。これは、チラーのように大きなエネルギーを消費する装置の場合は特に、大きな誤差につながります。そのようなアプローチでは、PUE の計算がベンチマーキングの目的に意味をなさなくなります。より良い戦略としては、共有装置の損失のうちでデータセンターに関連付けられた部分を試算して (または間接的に測定して) から、それらの損失を PUE 計算に使用することです。このアプローチでは、驚くほど正確な結果を得ることができます。

データセンター以外の他の負荷と共有されているチラープラントの場合を考えてみます。目標は、チラープラントが消費する電力の中でデータセンターに関連した部分を測定または試算することです。共有チラープラントのエネルギー消費を決定するには、3 つの異なるアプローチがあります。

1. チラー以外の電氣的損失を使用してチラーの熱負荷の測定/試算を行い、チラーの効率性能の測定/試算を行い、この情報を使用して、チラーがデータセンター負荷に対して使用している電力を計算します。
2. データセンター負荷と他の負荷との間での熱負荷の配分を測定するか試算し (水温、圧力、ポンプ設定などを使用して)、チラーの入力電力を測定してから、その配分に従ってチラー電力の一部をデータセンターに割り当てます。
3. チラー上のデータセンター以外の負荷をオフにしてから、チラーの測定を行い、データセンターに関連付けられたチラー電力を決定します。²

これらの間接的な測定および試算は、一般に、専門家によるデータセンターのエネルギー監査の際に行われますが、高度な知識を持つデータセンター運用者によって実施することもできます。特定のデータセンターに対して手法が確立されれば、それを長期間にわたって再利用し、効率の傾向を把握することは簡単です。

他の種類の共有リソースにも同様の手法を利用できます。これらの試算およびモデル化手法は、データセンターのソフトウェア管理ツール内で定式化することで、継続的な効率レポートを提供できます。たとえば、APC から提供される InfraStruXure Central データセンター管理スイートでは、エネルギー管理ツールで共有リソースを取り扱うための多くのオプションが随時追加されています。

第 3 部: 測定が現実的で ないデバイスの 見積もり

データセンター内のすべての電力消費装置について、それぞれのエネルギー消費を測定可能です。ただし、いくつかの装置のエネルギー消費の測定は、複雑で高コストとなり、現実的でない場合があります。多くの場合、装置の間接測定および試算を行えば、現実的でコスト効果の高い方法で PUE を決定できます。

明らかに電力装置である分電盤 (PDU) の場合を考えます。特に負荷が少ないデータセンターでは、PDU 内の損失が IT 負荷のうち 10% を超え、PUE の計算に大きな影響を与える場合があります。しかし、それらは判断が非常に困難と考えられているため、データセンター運用者のほとんどは、PDU の損失を PUE の計算から除外します。その事により、PUE の計算に重大な誤差が生じます。

² この割り当ては厳密なものではなく、一般に、データセンターに割り当てられる損失がいくぶん多めに見積もられます。これは、チラープラント内の一部の損失は固定されたものであり、データセンター以外の負荷がオフになっても停止されないためです。

PDU の損失を直接測定するのが非常に困難である理由はいくつかあります。

- PDU 内の計器は損失情報を直接計測しない。
- PDU 内の入力計器および出力計器は一般に、ワット値ではなく、VA またはアンペア値のみを示す。
- PDU 内の入力計器および出力計器は、入力から出力を減算して損失を決定できるほど十分に正確ではない。
- PDU 上には多数の出力があり、出力電力を求めるにはそれらを合計する必要がある。

幸い、PDU 内の損失は非常に決定論的であり、PDU の特性がわかっているならば、IT 負荷から直接計算できます。したがって、PDU の損失は、負荷がワット、アンペア、または VA のいずれかの値で既知であれば、高い精度で試算することができます。実際、この方法による損失の試算は、一般に PDU の内蔵計器を使用するよりも正確です。³

PDU の損失を見積もったら、それを UPS 出力の測定値から減算し、PUE を決定する際にインフラ負荷の一部として計算に使用します。この単純な方法により、PDU 損失を無視する場合と比べて、PUE の計算が大きく改善されます。この機能は、エネルギー監査時に使用するソフトウェアツールに組み込むか、または、APC の InfraStruXure Central エネルギー管理ソフトウェアシステムで行われているように、リアルタイムのエネルギー管理ソフトウェアに直接組み込むことができます。

これらの試算手法は、このホワイトペーパーの巻末にリストされている他の APC ホワイトペーパーで詳細に説明されています。

³ PDU の損失測定の誤差は、2 つの大きな数値の差であるため、増幅されます。誤差が大きいため、直接測定によって決定された PDU 効率が 100% を超えることもよくあり、これは明らかにあり得ない値です。

結論

PUE は、IT 負荷電力とデータセンター入力電力という 2 つの数値の比として定義されます。それは一見、単純に 2 つの測定値を求めてそれらの比を取るだけの問題に見えますが、実際のデータセンターでは、そのように単純であることはまれです。

データセンターは多くの場合、複数の目的を持った建物の一部となっているため、データセンターの総入力電力の測定または IT 負荷の測定を 1 か所で行えるような場所を見つけることは不可能です。これは、データセンターのすべてのエネルギー消費を把握するために適切ないくつかの測定点を特定する必要があることを意味し、一般には、異なるサブシステムからの電力使用データを統合してデータセンターの総入力電力を求める必要があることを意味します。さらに事態を複雑化させる要因として、これらの電力の一部は測定が現実的でなかったり、装置がデータセンター以外のアプリケーションと共有されていたりする場合があります。

このホワイトペーパーでは、エネルギー消費の分析に含める必要のある各種のデータセンターサブシステムの一覧を示し、それらのサブシステムのエネルギー消費をどのようにして PUE の計算に含めるかを説明しました。また、PUE の計算を可能にするために、共有されている装置や、測定が現実的でない装置のエネルギー消費を決定するためのアプローチを説明しました。

データセンター運用者は、PUE の決定には多機能で高価な計測機器を必要としないことを理解する必要があります。なぜなら、データセンターでの損失の多くは、間接的な測定と見積もりによって非常に効果的に試算することができるからです。

これらの方法は一般的なユーザーが実施するには難しいように見えますが、問題を単純化するための低コストで使いやすいソフトウェアツールが提供されており、大小、新旧を問わずどのようなデータセンターでも、効果的なリアルタイムのエネルギー管理システムを備えることができます。

著者について

ビクター・アヴェレルは、シュナイダーエレクトリックグループ APC の上級研究アナリストです。データセンターの設計と運用に関する調査を担当し、リスク評価と設計方法を顧客と話し合い、データセンター環境の可用性と効率を最適化しています。ビクターは Rensselaer Polytechnic Institute で機械工学の学士号を取得し、Babson College で MBA を取得しました。また、AFCOM とアメリカ品質協会の会員です。



リソース

アイコンをクリックすると、直接リソースに移動します。



すべての APC
ホワイトペーパー
を表示

whitepapers.apc.com



『データセンターにおける電力効率の測定』

APC ホワイトペーパー #154



『データセンター効率の標準測定基準の選択』

APC ホワイトペーパー #157



『データセンターの電力効率のモデル化』

APC ホワイトペーパー #113



『エネルギー効率の高いデータセンターの構成』

APC ホワイトペーパー #114



『データセンターのエネルギーコストおよび二酸化炭素
排出量の IT ユーザーへの割り当て』

APC ホワイトペーパー #161



すべての APC
TradeOff Tool™ を
表示

tools.apc.com



お問い合わせ先

このホワイトペーパーの内容に関するご意見やご感想、お問い合わせは以下にお寄せ下さい。

シュナイダーエレクトリックグループ APC

Japan.Marketing@apcc.com

製品やサービスに関するお問い合わせは、お近くの APC 販売代理店、または下記
にお問い合わせください。

jinfo@apcc.com

TEL: 03-5931-7500 FAX: 03-3455-2030