

# データセンタの 電力効率のモデル化

ニール・ラスムセン

White Paper #113

**APC**<sup>®</sup>  
Legendary Reliability<sup>®</sup>

## 要約

データセンタの電力効率を評価する従来のモデルは、実際の設備に関しては不正確です。

従来、一般的な電力損失の評価は、電源や空調機器など各種の電気機器の損失を合計することによって行われてきました。

このホワイトペーパーでは、機器の効率を評価するために一般に使用されている値が不正確であることを示します。そして、電源と空調機器の電力消費の無駄を認識し、定量化するための合理的な基準を提供する、より簡単で正確な効率モデルについて説明します。

# はじめに

一般的なデータセンタにおける物理インフラの 10 年間の総所有コスト (TCO) は、ラック 1 台あたり 9,600,000 ~ 18,000,000 円になります。このコストの中で、電力料金は総コストの約 20% という大きな割合を占めています。<sup>1</sup>これは興味深いことです。なぜならば、電力料金の多くは (熱エネルギーの形で) 消費されていますが、その大部分を回避することができるからです。世界中のデータセンタで毎年 40,000,000,000 kWh の電力が消費されていると推定されます。この電力料金に関連する無駄を減らすことは、公共政策問題にとって重要であるだけでなく、データセンタ運用の財政面でも大きな関心事となります。<sup>2</sup>

データセンタの効率に関する一般的な単純化モデルでは、電力の無駄が大幅に過小評価されます。このため、効率の向上によるメリットは、一般に考えられているよりも大きなものになります。このホワイトペーパーでは、データセンタの損失をより正確に提供する改善されたモデルについて説明し、どのような部分でエネルギー消費を改善できるかについて提案します。

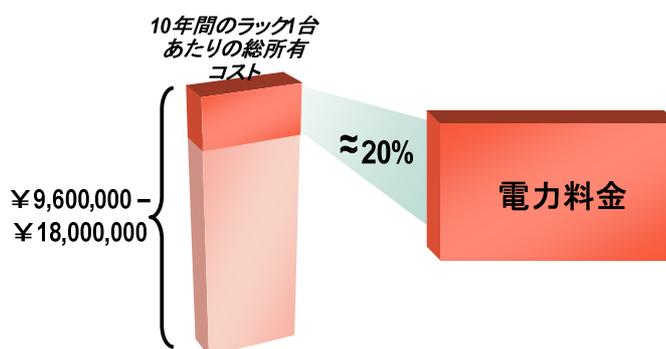


図1-電力料金はTCOの大きな部分を示す

## “データセンタの効率”とは何か

機器やシステムの効率は、入力 (電力や燃料など、機器やシステムを稼働させるもの) の中で望ましい有用な結果に変換される部分の割合です。有用な結果以外のものは、“無用”と見なされます。一般に、この総入力に対する有用な出力の割合はパーセントで表されます。

“有用”とは、特定のシステムについて望ましい結果と考えられるあらゆるものです。これは、システムの性質だけでなく使用状況によっても変化します。たとえば、出力の 5% が光、95% が熱になる電球は、部屋の照明と暖房のどちらに使用するかによって、効率が 5% の電球とも効率が 95% の暖房器具とも考えることができます。“有用な出力”とは、対象となるシステムにとって意味があるすべてのものです。

<sup>1</sup> TCO の要因の詳細については、APC White Paper #6『データセンタと電算室における物理インフラ(NCPI)の総所有コストを求め』を参照してください。

<sup>2</sup> [http://www.eei.org/magazine/editorial\\_content/nonav\\_stories/2004-01-01-NT.htm](http://www.eei.org/magazine/editorial_content/nonav_stories/2004-01-01-NT.htm)

データセンタの物理インフラの場合、入力電力は電力、有用な出力はコンピュータ機器の電源です。このホワイトペーパーでは、データセンタをモデル化して、“総入力”が電力会社から供給されデータセンタで消費される電力、“有用な出力”がそのデータセンタで行う計算のための電力（IT 機器に供給される電力の量で表すことができます）である電気システムと見なします。<sup>3</sup>

$$\text{データセンタの効率} = \frac{\text{IT 負荷電力}}{\text{データセンタの総入力電力}}$$

図 2 に、データセンタの効率の全体的なモデルを示します。

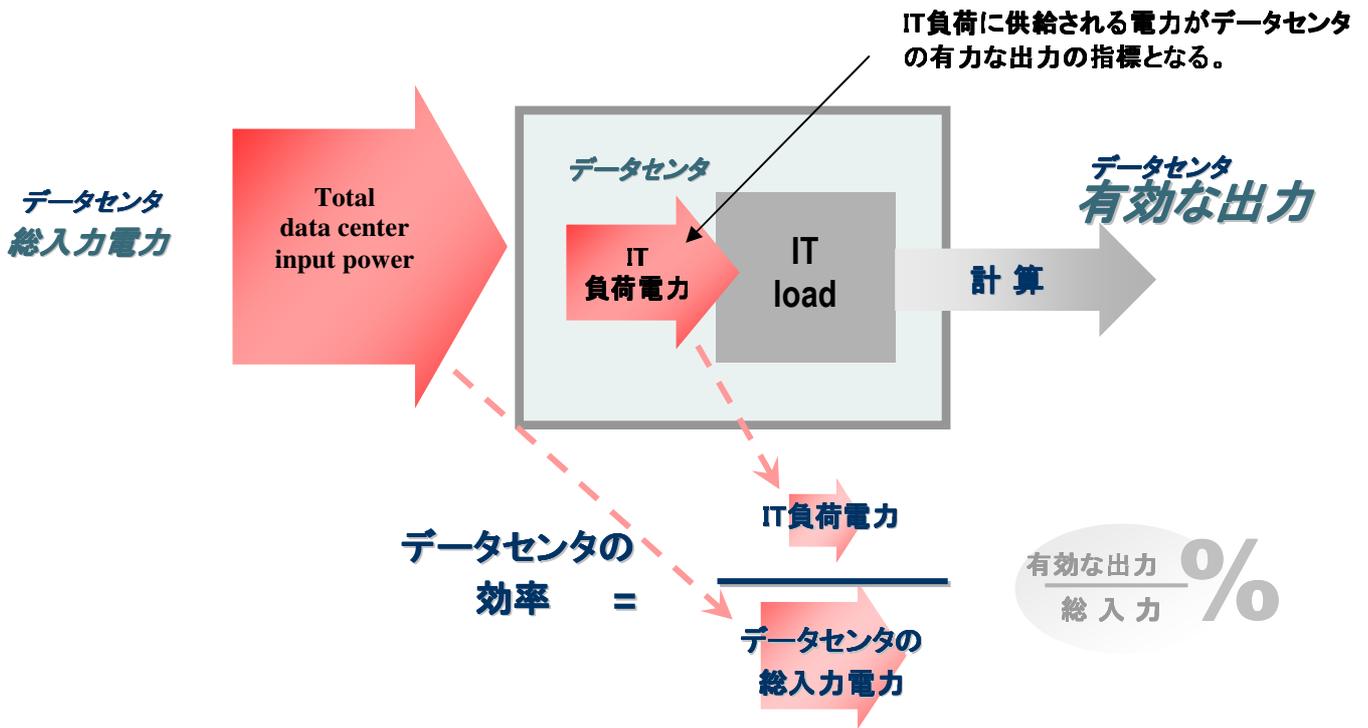


図 2- データセンタの効率は IT 負荷に供給される入力電力の割合によって定義される

データセンタの効率が 100% の場合、データセンタに供給されたすべての電力が IT 負荷に到達します。実際には、IT 環境の設備、電力供給、空調、および保護を適切に行って有用な計算を可能にするための現実的な要件により、IT 負荷以外の機器によってさまざまな形で電気エネルギーが消費されます。（これはデータセンタの物理インフラの役割です。）データセンタの中で電力を消費する非 IT 機器には、変圧器、無停電電源装置（UPS）、電源ケーブル、ファン、空調機器、ポンプ、加湿機、照明などがあります。これらの機器には、IT 負荷に電力を供給する経路を提供するため IT 負荷と直列に接続されるもの（UPS や変圧器など）と、データセンタ内でその他のサポート機能を実行するため IT 負荷と並列に接続されるもの（照明やファンなど）があります。図 3 に、データセンタの効率モデルにおける電力消費の内部的な構成要素を示します。

<sup>3</sup>電力と“移動したビット数”の正確な関係はこのホワイトペーパーの対象範囲ではありませんが、ここでいう分析の目的では、IT 機器が消費する電力は計算量の公正な尺度となります。IT 機器自体の電力消費を削減して効率を向上させることは重要ですが、このホワイトペーパーの主題ではありません。

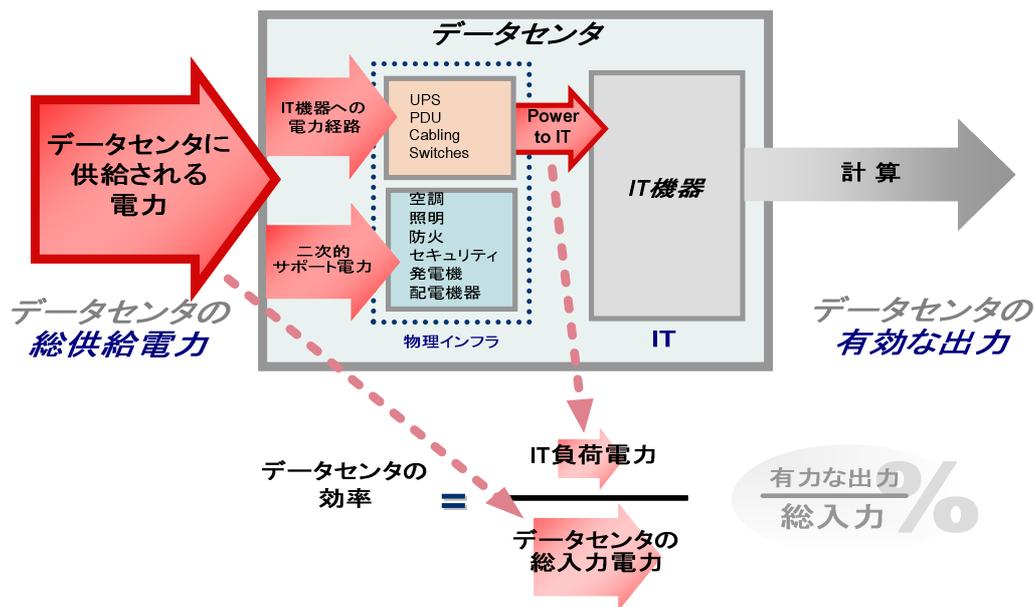


図 3 - データセンタの効率モデルにおける電力消費の詳細

## データセンタの効率モデルにおける“有用”と“無用”の概念

効率モデルにおいて、“無用”とはシステムの有用な出力と定義されているもの以外のすべてをさします。データセンタの物理インフラは IT 負荷に電力を供給するだけでなく、他にも有用なことを行っています。図 3 では、これらを“二次サポート”と呼んでいます。このような物理インフラのサブシステムの有用な出力（空調や照明など）もデータセンタの“有用な出力”の一部と考えるべきであるという主張もありえます。

これは視点の問題です。このホワイトペーパーの分析の主題はデータセンタで有用な出力を生成する際の全体的な効率であり、データセンタの有用な出力とは計算です。データセンタは、空調や防火などの物理インフラで実現される利点を生み出すためのものではありません。このような物理インフラの出力は、データセンタの内部的な作業にとって有用な出力（計算）の生成と保護を助けるという点で極めて有用ですが、それ自体はデータセンタの“有用な出力”ではなく、これらが電力を消費する必要があるとする根拠もありません。電力経路以外の物理インフラの活動は、データセンタの計算をサポートするための必要悪と考えるべきであり、データセンタの効率モデルでは可能な限り最小化する必要がある“無駄”と考えられます。すべてのことを、データセンタ全体の電力消費を削減する設計代案や新技術の対象と考えるべきです。たとえば、回転形熱交換機やプレート形熱交換機などの技術を使用して屋外の冷気を利用するという“フリークーリング”を採用しているデータセンタがあります。このようにすると、空調が消費する電力の量を減らして、データセンタの効率を向上させることができます。

物理インフラコンポーネント自体の“有用な出力”については、このホワイトペーパーで後述します。これは、データセンタ全体の大きなモデルで内部的な非効率（無用）を減らすための、より小さな枠組である各コンポーネントの効率に関する分析で重要な課題となります。

## データセンタの電力はどこへ行くのか

データセンタに供給される電力のほとんどすべては、最終的には熱になります。図4に一般的なデータセンタにおける電力と熱の流れを示します。これは、N+1 台の電算機用空調装置があり電力経路が二重化されている一般的な高可用性のデータセンタが、通常の状態では設計容量の 30% の負荷で稼働している場合についての電力分析です。(このデータセンタでは負荷と効率が偶然 30% という同じ値になっていますが、これらは同じものではありません。ただし、このホワイトペーパーで後述するように、低負荷と低効率には関係があります。)

データセンタに供給される電力の半分以上が、実際には IT 負荷に供給されないということが分かります。この例では、データセンタの効率は 30% になっています。

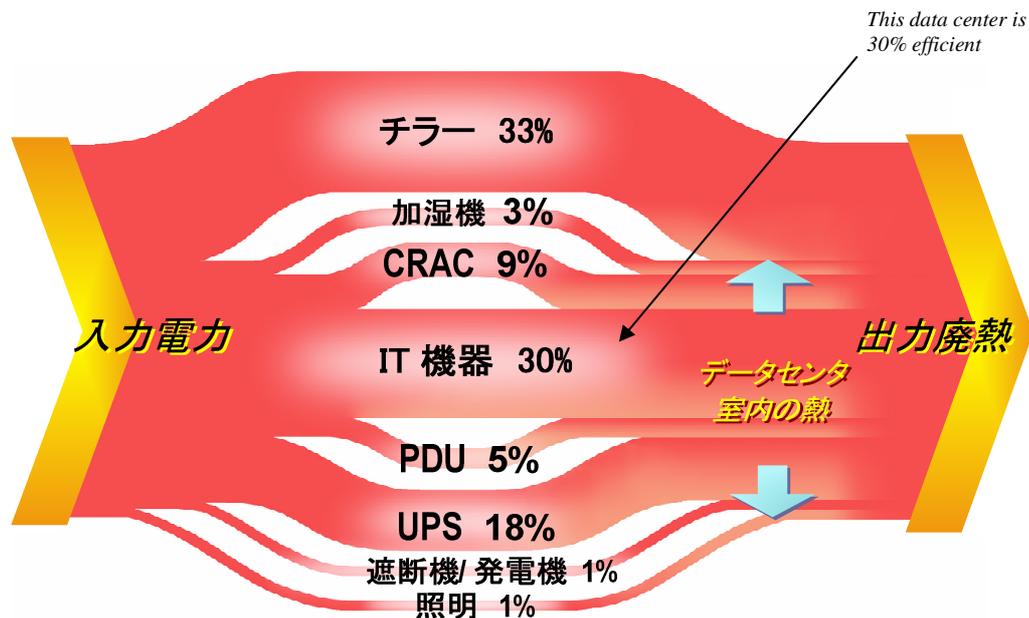


図 4 - 一般的なデータセンタにおける電力の流れ

## データセンタの効率を改善させる方法

データセンタの効率を改善するには、3 つの方法があります。

1. 稼働時の電力がより少なくなるように 物理インフラ機器の設計を改善する
2. より高い効率で物理インフラコンポーネントが稼働するように、コンポーネントの規模を実際の IT 負荷に近づける (規模の適正化)
3. 物理インフラのサポート機能に供給する必要がある電力を減らす新技術を開発する (前述の “フリー クーリング” 技術など)

(後述するように、2 番目の方法を採用すると、最も早くデータセンタの効率を向上させることができます。)

図 5 に、内部的な電力消費の削減により、データセンタの効率が向上する様子を示します。

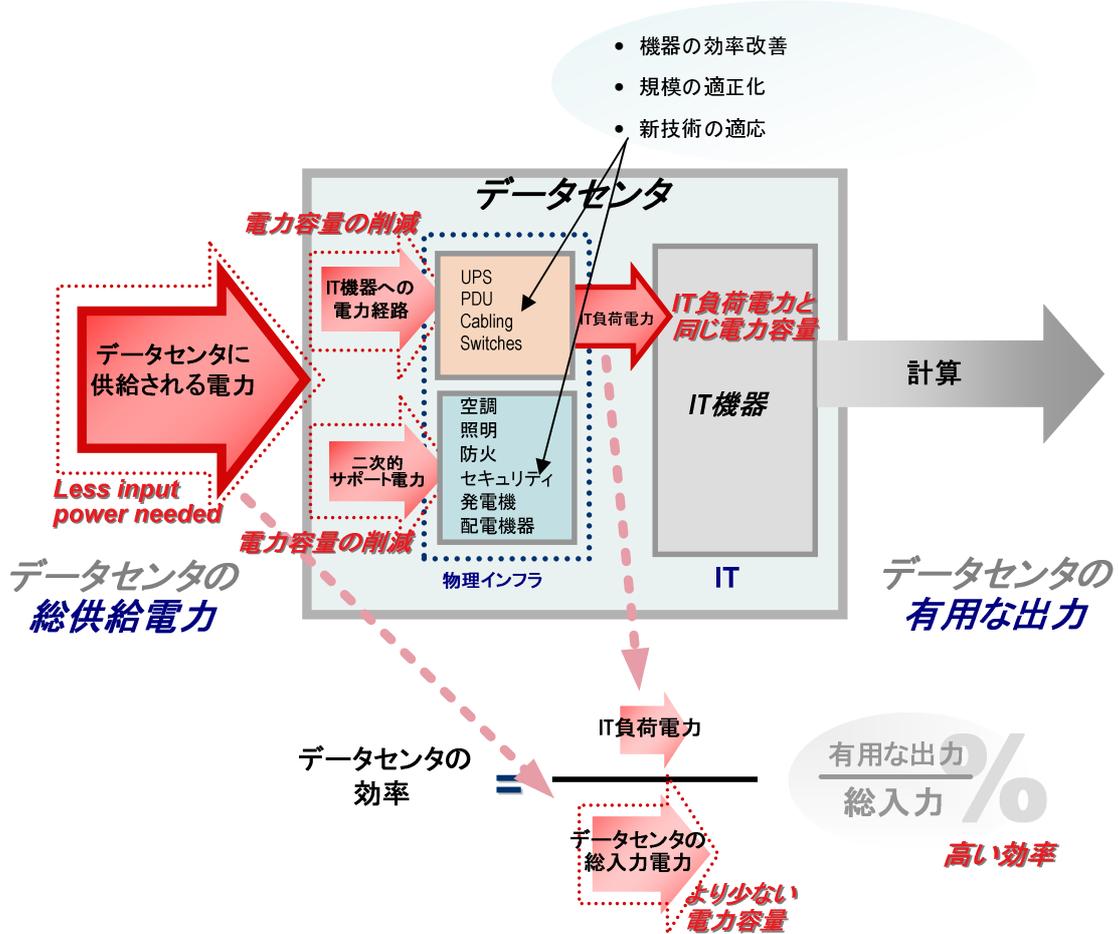


図 5 - データセンタの効率向上

## データセンタの効率に関する誤解の訂正

実際のデータセンタの効率は、すべての IT 機器の電力消費合計をデータセンタに供給される電力の合計で割ることによって計算されますが、通常的手法では UPS や CRAC などの主要コンポーネントの効率に関しては製造元が発表した値を信頼します。このようにすれば計算は簡単にはなりますが、通常は効率が過大評価されるため、電力コストを節約するポイントが不明確になります。

## データセンタの効率は“定格銘板”に記載されているコンポーネントの効率ではない

電源装置や空調機器の効率に関するデータは、製造元によって提供されます。通常、電源装置の場合は供給される電力と出力する電力の比率によって、空調機器の場合は“性能係数”という関係パラメータ（供給される電力と除去される熱の比率）によって、効率が表されます。

同様の機器について公表されている効率の値は、製造元が異なっても大きな違いはなく、単純に各種コンポーネントの損失を合計すればデータセンタの効率の損失を計算できることになります。**残念なことに、この方法では実際のデータセンタについて正確な結果を得ることができません。**製造元の効率定格を使用すると、ユーザーや設計者は効率を過大評価することになるので、実際のデータセンタにおける損失が過小評価されてしまいます。



効率

$$= \frac{\text{出力電力 (KW)}}{\text{供給電力 (KW)}}$$



性能係数

$$= \frac{\text{除去される熱の比率}}{\text{供給電力 (KW)}}$$

### 誤った仮定

表 1 に、データセンタの効率モデルに大幅な誤差を生じさせる 3つの誤解を示します。

図6 – 製造元が提供する効率の数値は各機器毎に1つずつ

誤った仮定	現実
1 電源コンポーネントと空調コンポーネントの効率は一定であり IT 負荷とは無関係である	コンポーネント（特に CRAC 装置と UPS）の効率は IT 負荷率が小さくなると低下する
2 電源コンポーネントと空調コンポーネントはほぼ最大限の設計負荷で稼働している	通常の IT 負荷は 物理インフラ コンポーネントの設計容量より小さい
3 電源コンポーネントと空調コンポーネントが発する熱は無視できる	電源コンポーネントと空調コンポーネントが発する熱は空調にとって大きな負担となるため、空調システムの効率を分析する際は考慮に入れる必要がある

表 1 – データセンタの効率に関する一般的な誤解

これらの誤差は、特に、通常の IT 負荷が小さいほとんどのデータセンタで、相互に悪影響を及ぼします。**この結果、データセンタの電力損失は、通常 2 倍以上過小評価されることになります。**

幸いなことに、上記の問題を考慮して、より信頼性の高い効率評価を提供するシンプルなモデルを作ることができます。

# コンポーネント効率モデルの改善

データセンタ全体の効率に関する改善モデルでは、UPS などの各コンポーネントをどの程度正確にモデル化できるかによって結果が左右されます。一般的な手法では、単一の効率値を使用して電源および空調コンポーネントの特性を示しますが、これは実際のデータセンタの設備では不適切です。UPS などのコンポーネントの効率は、実際には一定ではなく、IT 負荷率の関数になります。図 7 に、一般的な UPS の効率曲線を示します。

## 誤った仮定 1

電源コンポーネントと空調コンポーネントの効率は一定であり IT 負荷とは無関係である

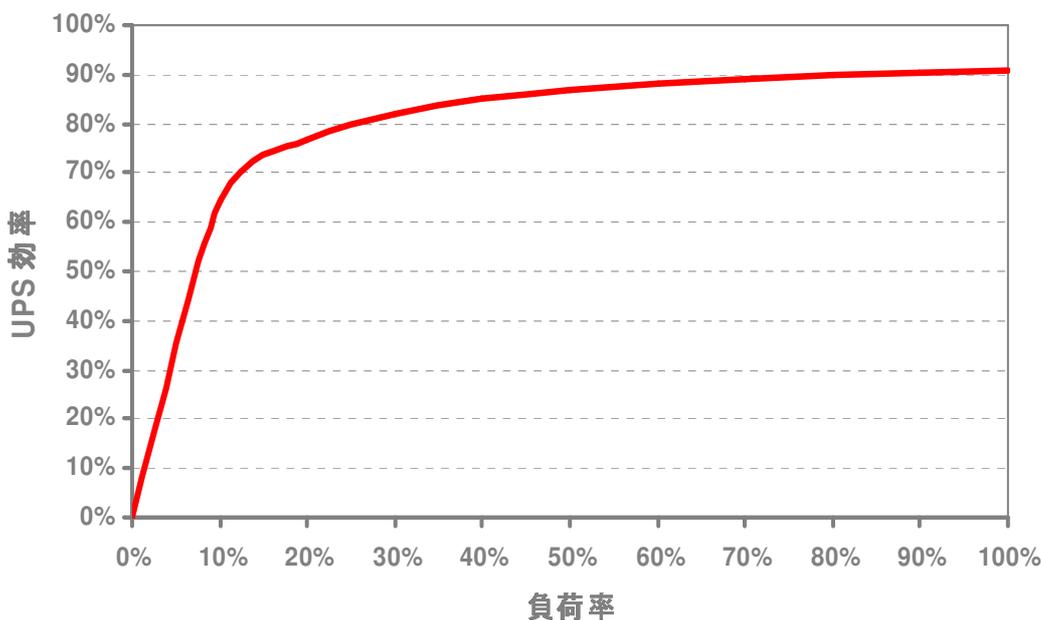


図 7 - 一般的な UPS の効率と負荷率の関係

この機器の効率は、負荷が小さくなるとゼロに近づくことに注意してください。これは、負荷率に依存しない損失（制御回路による損失など）があるためです。この、負荷に依存しない一定の損失は、無負荷損失、固定損失、シャント損失、風袋損失、並列損失など、さまざまな名前と呼ばれます。このホワイトペーパーでは、“無負荷損失” という用語を使用します。

図 8 は、図 7 と同じデータを別の観点で示したものです。注目すべきは負荷率が小さくなると、総電力に対する UPS 内部の電力消費（各バーの赤い部分で示される“損失”）の割合が大きくなるため、効率が小さくなるという点です。これは、負荷率に関係なく一定の値になる無負荷損失が損失に含まれるためです。

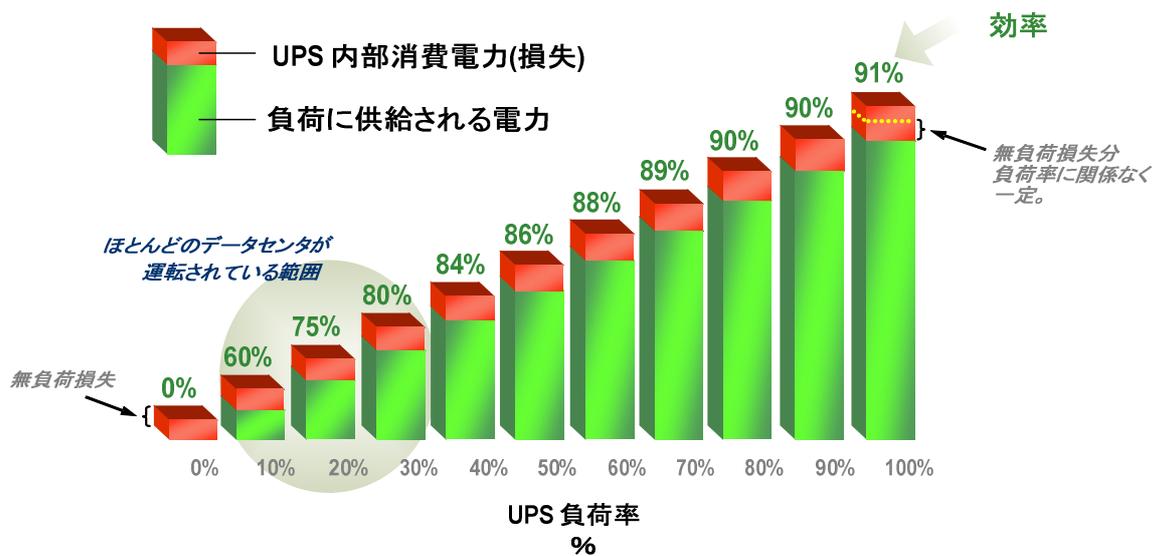


図 8 - 効率に対する UPS 内部の損失の影響

図 7 および 8 のデータを持つ UPS は、効率が 91% であるということが出来ます。しかし、これは最大限の負荷率、つまり、ベストケースのシナリオにおける効率です。ほとんどのデータセンタは低負荷率で稼働していますが、そのような状態では、この機器の効率が 91% であるというのは間違いです。たとえば、負荷率が 10% の場合、この UPS の効率はわずか 60% です。明らかに、このようなケースではパラメータが 1 つしかない効率モデルは不適切です。

### 3 種類の機器内部損失

図 8 を注意深く観察すると、負荷が大きくなるにつれて機器の損失（バーの赤い部分）が大きくなるのがわかります。これは、負荷に比例する負荷損失が無負荷損失に加わるためです。この図では明らかではありませんが、負荷の 2 乗に比例する損失がさらに加わる可能性もあります。この損失は、通常は大きくありませんが、負荷が大きくなると全体的な効率が低下します。

表 2 に、データセンタで使用される各種の機器における、この 3 種類の損失の一般的な値を示します。最後の列には、これらの損失を合計した値をコンポーネントの総損失として示しています。

表 2 - 最大負荷時の定格に対する比率で表した 物理インフラ コンポーネントの 一般的な電力損失

コンポーネント	無負荷損失	+	比例損失	+	2 乗損失	=	総損失 (単一パラメータ)
UPS	4%		5%		-		9%
分電装置	1.5%		-		1.5%		3%
照明	1%		-		-		1%
配線	-		-		1%		1%
遮断機	-		-		0.5%		0.5%
発電機	0.3%		-		-		0.3%
CRAC	9%		0%		-		9%
加湿機	1%		1%		-		2%
冷却装置設備	6%		26%		-		32%

表 2 から、わずかに 2 つのパラメータを使用して各種機器を特性化すれば、データセンタで使用されるコンポーネントについてより適切なモデルを作成できることがわかります。この表の損失は最大負荷時の機器の定格に対するパーセンテージで表されていることに注意してください。最大負荷より小さい実際の負荷では、損失のパーセンテージは次のように変化します。

- 無負荷損失: 負荷が小さくなると損失のパーセンテージが大きくなる
- 比例損失: 損失のパーセンテージは一定 (負荷に無関係)
- 2 乗損失: 負荷が小さくなると損失のパーセンテージが小さくなる

図 7 および 8 に示されている一般的な UPS の効率、単一の効率パラメータでは正確にはモデル化できませんが、表 2 の無負荷損失 (4%) と比例損失 (5%) のパラメータによって適切にモデル化されています。

## コンポーネントの効率に対する負荷低下の影響

前セクションでは、機器の設計定格未満で使用すると電源および空調システムの効率が小さくなることを説明しました。これは、データセンタの効率を分析する際に、設計容量の割合として負荷を適切に表現する必要があるということです。

単一の効率値を使用して機器をモデル化するシンプルな効率モデルでは、負荷

率は考慮されません (このようなモデルでは、負荷率が変化しても効率が変化しません)。しかし、平均的なデータセンタでは通常、電源および空調機器が定格容量をかなり下回る状態で稼働しています。結果として、このようなモデルでは実際のデータセンタの効率が過大評価されます。

### 誤った仮定 2

電源コンポーネントと空調コンポーネントはほぼ最大限の設計負荷で稼働している

各種の電源または空調コンポーネントごとに、定格容量未満でコンポーネントを稼働させる理由が 4 つあります。

- 単純にデータセンタの IT 負荷がシステムの設計容量より小さい。
- 安全マージンを提供するため意図的に過大なコンポーネントを使用している。
- 同じコンポーネントを同時に運転することにより N+1 または 2N 構成を実現する
- 負荷の多様性を考慮して過大なコンポーネントを使用している。

**IT 負荷がデータセンタの設計容量より小さい。**これは、調査結果から明らかです。平均的なデータセンタは、設計値を 65% 下回る状態で稼働しています。この状況については、APC White Paper #37『データセンタインフラの過剰設備により発生する不要なコストを回避するために』で詳しく説明されています。次のセクションでは、コンポーネントを十分に利用しないとデータセンタの効率が大きく低下することを示します。

**安全マージンを提供するためオーバーサイズのコンポーネントを使用している。**“デイレージング”と呼ばれる慣行では、オーバーサイズのコンポーネントを使用するのが普通です。これは、コンポーネントを限界近くまで稼働させることを避けるためのものです。デイレージングを行わずに設備を稼働させることもできますが、可用性を向上させるため 10 ~ 20% のデイレージングを行うことが推奨されます。

**N+1 または 2N 構成でコンポーネントが運転している。**信頼性向上のため、あるいは、システムの電源を落とさずにコンポーネントの保守を行えるようにするため、N+1 または 2N 構成で機器を使用するのが一般的です。このような構成でデータセンタを運用すると、IT 負荷が複数のコンポーネントに分散するので、事実上コンポーネントの負荷率が低下します。2N システムの場合、各コンポーネントの負荷は設計値の半分以下になります。このため、データセンタの効率は、N+1 または 2N 構成の機器の動作に強く影響を受けます。

**“負荷の多様性”に対処するためオーバーサイズのコンポーネントを使用している。**この影響はわかりにくいですが、例を挙げると適切に示すことができます。1 MW の負荷を 1.1 MW の UPS でサポートしているデータセンタを考えてみましょう。UPS と IT 負荷の間には 10 台の分電盤 (PDU) があり、それぞれが IT 負荷の一部に電力を供給しています。ここで問題です。これらの各 PDU の定格はどのくらいであり、どの程度の平均的負荷で稼働しているのでしょうか。**一見したところ、各 PDU の定格が 100 kW であればシステムの設計が満たされそうです。さらに、各 PDU が最大限の負荷で稼働すれば、データセンタはすべての負荷を稼働させることができそうです。**しかし、実際のデータセンタで PDU 負荷の平均化を保証するのはほとんど不可能です。特定の PDU の負荷は、その PDU の設置場所にある IT 機器の性質によって変化します。実際のデータセンタでは、PDU の負荷はしばしば 2 倍程度変化します。ある PDU が電力を供給している部分が最大限の容量で使用されているが、その PDU の電力容量を最大限には使用していない場合、この PDU の残りの容量は、他の 9 台の PDU に最大限の負荷が接続されていると使用できません。**このような場合にデータセンタの容量を最大限にするには、PDU 全体の容量をオーバーサイズするしか方法がありません。**一般的な PDU の容量の合計は入力電源容量よりも約 30 ~ 100% 大きく選定されます。前述の例では、このオーバーサイズによってシステムの効率が低下します。**図 9 に、負荷の多様性をサポートするために PDU をオーバーサイズする必要性を示します。**

PDU のオーバーサイズの原因となる問題により、空調設備のオーバーサイズも必要となることに注意してください。

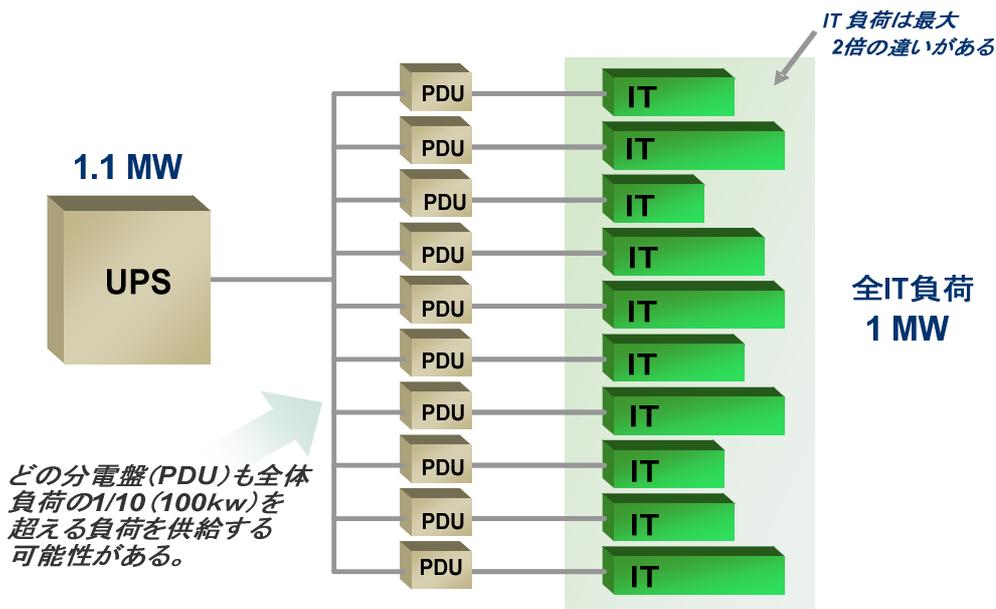


図 9 - PDU の容量に対する負荷の多様性の影響

## 電源および空調装置の発熱の影響

データセンタの効率をモデル化する際の主要な誤りには、電源および空調装置が発する熱（損失）は IT 負荷に対してわずかであるため無視できるという仮定があります。実際には、

データセンタ内で電源および空調装置が発する熱は、IT 機器自体が発する熱と違いはないので、空調システムによって除去する必要があります。このため空調システムの負担が増すので、空調システムを大きくすることが必要となり、空調システムにおける効率の損失が増加します。この損失を正しく評価するには、空調を行っているスペース内にある電源および空調装置による損失と IT 機器による損失の両方を空調の負荷に含める必要があります。

### 誤った仮定 3

電源コンポーネントと空調コンポーネントが発する熱は無視できる

## 全体をまとめる: 改善されたデータセンタ効率モデル

前述の検討に基づいて、データセンタの効率モデルを改善することができます。改善されたモデルには、次のような特徴があります。

- 無負荷損失、負荷に比例する損失、および負荷の 2 乗に比例する損失を考慮してコンポーネントをモデル化する。
- コンポーネントのデレレーティングによるオーバーサイズを組み込む。

- N+1 または 2N 設計による低負荷率を組み込む。
- 空調の負荷に、室内の電源および空調コンポーネントの損失による熱負荷と IT 負荷の両方を含める。
- 特定のデータセンタ設備について、一般的なデータセンタは設計容量よりもかなり低いレベルで稼働していることを考慮し、効率を負荷の関数としてグラフ表示する。

このモデルの設計は単純で、次のような一般的なフローに従っています。

- ディレーティング、多様性、および冗長性の要因を考慮して、電源および空調コンポーネントの種類ごとに平均的なオーバーサイズの割合を決定する。
- 入力負荷、オーバーサイズに基づくコンポーネントの定格負荷の割合、無負荷損失、および比例損失を使用して、各種コンポーネントの稼働時損失を決定する。
- データセンタ内の電源および空調機器を空調システムで冷却することの必要性により追加される比例損失を決定する。
- すべての損失を合計する。
- データセンタ内の IT 負荷の関数として損失を計算し、表にする。

APC のデータセンタ TCO 分析でエネルギー消費を計算するための計算モデルは、これらの原理に基づいて設計されています。これについては、APC White Paper #6『データセンタと電算室における物理インフラの総所有コストを求める』で説明されています。

### 複数の動作モードがある機器

空調機器など一部の物理インフラサブシステムには、複数の動作モードがあり、それぞれの効率が異なる場合があります。たとえば、一部の空調システムには屋外の温度が低い時期のための“節約”モードがあり、このモードではシステムの効率が著しく上昇します。

このような機器は、このホワイトペーパーで説明した 3 つのパラメータ（無負荷損失、比例損失、および 2 乗損失）による単純なモデルに基づく単一の効率曲線を使用してもモデル化できません。複数のモードがある機器について効率モデルを確立するには、別の手法を使用します。幸いなことに、この手法は既に確立されており、工学分野で幅広く使用されています。

複数の動作モードがある機器は、“状態空間平均化”と呼ばれる単純な手法を使用してモデル化できます。これを行うには、各モードで使用される時間の相対量を決定してから、システム出力の加重平均を計算します。この手法は、効率と損失の計算に容易に適用できます。

このホワイトペーパーで説明した効率モデルを複数の動作モードがある物理インフラ機器で使用するには、初めに各動作モードの無負荷損失、比例損失、および 2 乗損失を決定する必要があります。次に、各モードで使用されると考えられる時間

の割合にそのモードの損失を乗じて、全体的な損失を計算します。たとえば、2つのモードがあるシステムを完全に記述するには、次のような3つの効率曲線が必要になります。

- モード1における効率曲線
- モード2における効率曲線
- 各モードで使用されると考えられる時間の長さに基づく全体的な効率曲線

## 実際のデータセンターの効率

データセンターの電力消費モデルを改善したので、より正確にデータセンターの効率を評価することができます。機器の損失、デレージング、負荷の多様性、オーバーサイズ、および冗長性の一般的な値を使用すると、図10の効率曲線が得られます。

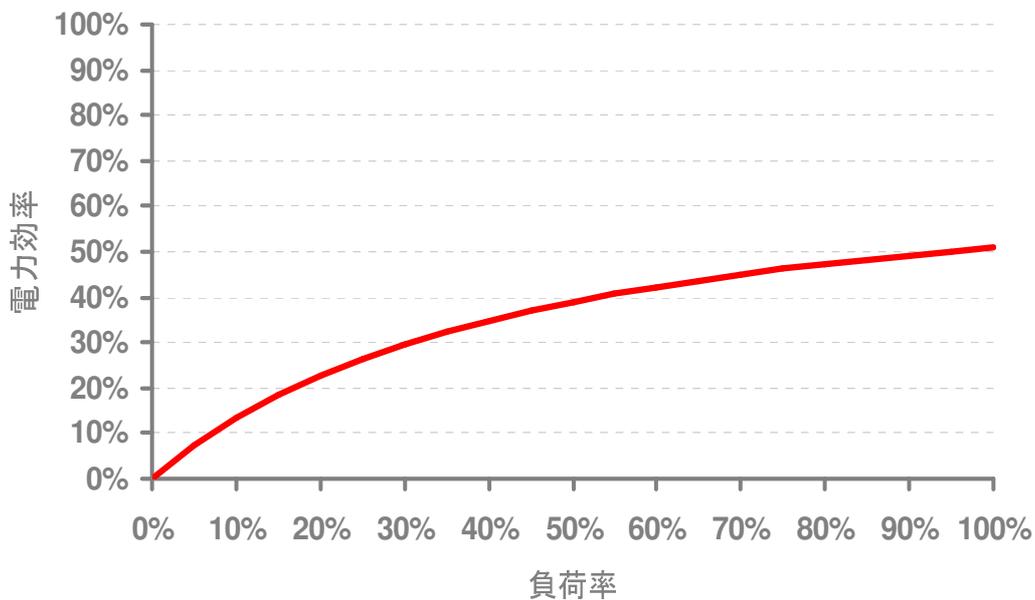


図10 - 改善されたモデルの使用による一般的なデータセンターの効率

この効率と負荷の曲線は、製造元が公表しているコンポーネントの効率を使用した従来の計算に基づく評価とは大幅に異なることに注意してください。図10に示したデータセンターの効率を従来の方法で評価すると、負荷に関係なく60～70%という値になります。多くのデータセンターで、特に実際の稼働状態である低負荷率の状態において、改善されたモデルによって予測されるデータセンターの効率は低くなります。

このモデルでは、負荷が小さいデータセンターでは損失の影響が大きいことが示されます。たとえば、定格容量の 10% しか負荷がないデータセンターの場合、このデータセンターに 10 ワットの電力を供給しても、実際には約 1 ワットしか IT 機器に到達しません。残りの 9 ワットは、物理インフラの損失によって失われます。

これらの損失を調べる方法には、金銭的なコストの観点から考えるというものもあります。図 11 に、1 MW のデータセンターの年間の電力料金と IT 負荷の関係を示します。このデータは、N+1 台の CRAC 装置があり、電力経路が二重化されている、一般的な高可用性設計に基づいています。この分析では、1 kWh の電力料金が 1 セント（約 12 円）であると仮定しています。

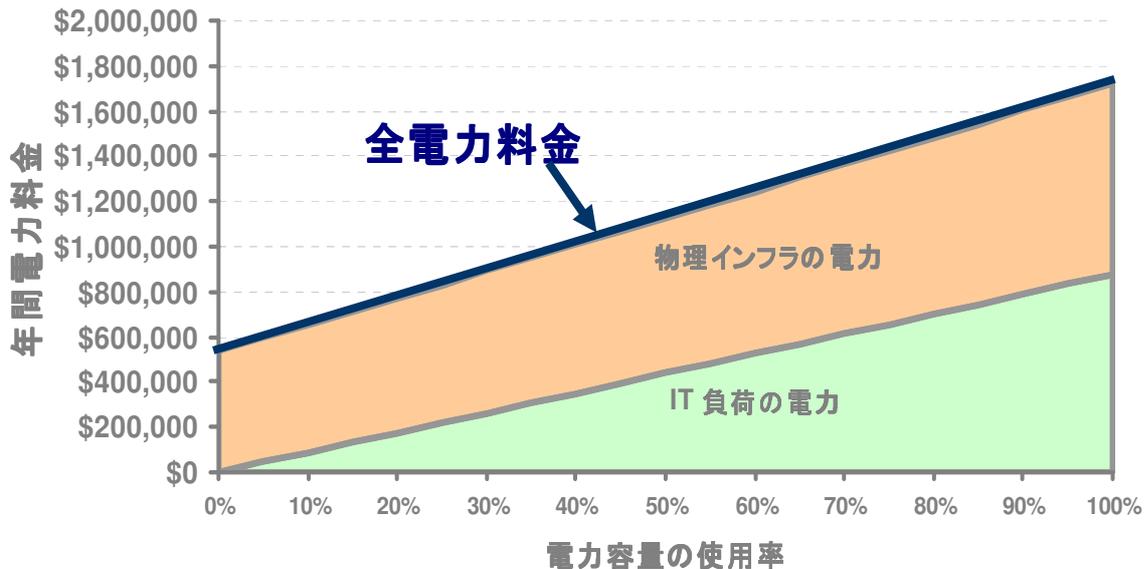


図 11 - 一般的な 1 MW のデータセンターの年間電気代と利用している設計容量の割合の関係

図 11 には、1 MW のデータセンターの年間電力料金が、IT 負荷の規模によって 72,000,000 円 ~ 20,400,000 円の範囲で変化する事が示されています。IT 負荷がない場合でも、電源および空調システムの消費電力によって年間のコストが 60,000,000 円以上になることに注意してください。**一般的なデータセンターで容量利用レベルが 30% の場合、電力料金の 70% 以上は電源および空調機器の損失によるものです。**

## データセンターの効率向上によるメリット

改善されたモデルから、データセンターの電力料金の主要な要因はインフラ コンポーネントの無負荷損失であり、通常の状況では IT 負荷の電力消費を超えることがわかります。従来の分析では無負荷損失が無視されていたことは注目に値します。実際、製品仕様を調べると、重要なデータである電源および空調機器の無負荷損失の仕様が必ずしも機器製造元からは提供されていないことがわかります。

データを分析すると、損失を削減してデータセンタの運用効率を向上させる機会を識別し優先順位を直ちに決定することができます。

- 最大の節約機会は、負荷に応じて電源および空調インフラを拡張できる柔軟なモジュール方式のアーキテクチャを使用して、データセンタのオーバーサイズを減らすことです。損失を 50% 削減できる可能性があります。
- 空調システムの効率を改善します。損失を 30% 削減できる可能性があります。
- データセンタの電源および空調コンポーネントの無負荷損失を削減します。損失を 10% 削減できる可能性があります。

図 12 に、コンポーネント効率の向上とオーバーサイズの削減による相対的な効率の向上を示します。効率改善によるメリットと効率改善の機会の詳細については、APC White Paper #114『エネルギー効率の高いデータセンタの構成』を参照してください。

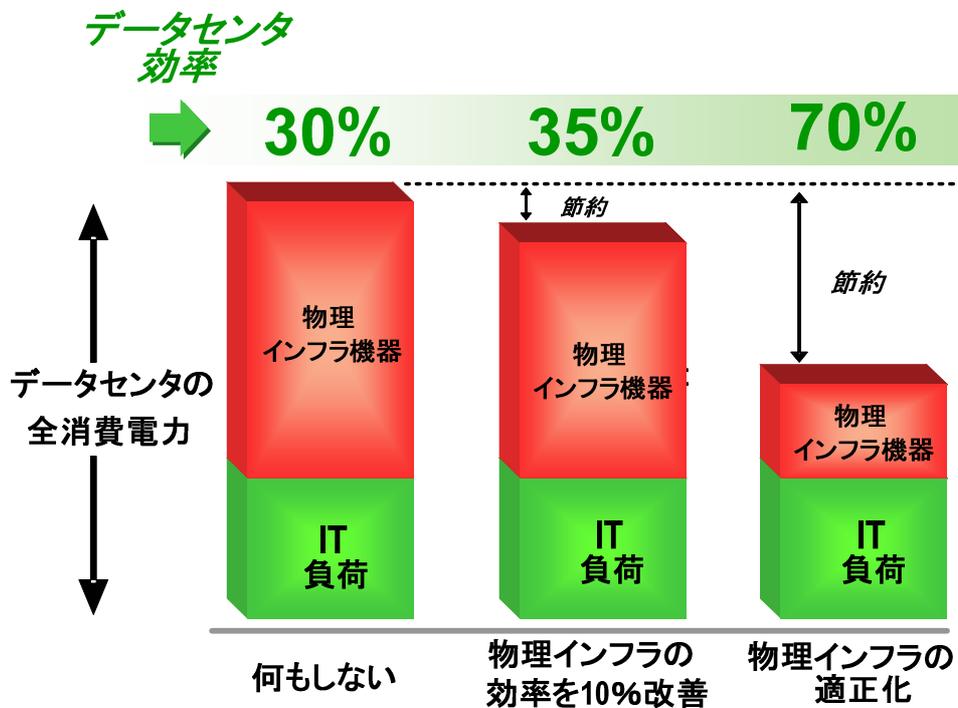


図 12 - データセンタの効率向上によるメリット

## 結論

従来のデータセンタ効率モデルでは、効率が過大評価されています。これは、機器のオーバーサイズの度合いが適切に把握されておらず、ほとんどのデータセンタの稼働状態である低負荷状態における効率の低下も考慮されていないためです。改善されたモデルでは、データセンタの効率についてより正確な数値が得られ、損失の原因と削減方法を知ることができます。

一般的なデータセンタでは、IT 負荷で必要な値の 2 倍以上の電力が使用されています。この電力消費に関連するコストは、システムの総所有コストの中で相当な割合を占めます。IT 機器の稼働に必要なもの以外の電力はすべて不要であり、その多くを回避することができます。

データセンタのオーバーサイズは、データセンタの損失に対する最も大きな要因です。IT 負荷に応じて拡張性のあるソリューションを採用することにより、電力の無駄とコストを削減できると考えられます。一般的な 1 MW のデータセンタの場合、10 年という設備の一般的な耐用期間において、約 240,000,000 ～ 480,000,000 円の電力料金を節約できる可能性があります。

データセンタの損失によって、大量の電力とコストが消費されます。このような損失の削減は、重大な公共政策課題であるだけでなく、すべてのデータセンタ所有者にとっての最重要課題でもあります。

## 著者について

ニール ラスムセンは American Power Conversion 社の創設者の一人であり、CTO（最高技術責任者）です。重要なネットワークのための電力、冷却、ラックインフラに世界最大の R&D 予算を注ぎ込こんでおり、彼はマサチューセッツ、ミズーリ、ロードアイランド、デンマーク、台湾、アイルランドにある主要製品開発センタの運営を担当しています。現在は APC 社においてモジュール式拡張性データセンタ インフラストラクチャ ソリューションの開発を指揮しており、APC 社の InfraStruXure システムの重要な事業計画立案者です。

1981 年に APC を設立する以前は、MIT（マサチューセッツ工科大学）で電子電気工学を専攻し、学士号と修士号を取得しました。卒業論文は、トカマク核融合炉に対する 200 メガワットの電力供給に関する分析をテーマにしました。1971 年から 1981 年までの間は、MIT リンカーン研究所に勤務し、フライホイール エネルギー貯蔵システムと太陽光電源システムを担当していました。