

データセンタの総所要電力の算出

ホワイトペーパー #3

改定 1

リチャード L ソーヤー

> 要約

データセンタの計画および設計において行う作業の 1 つに、IT 機器に必要な電力および冷却能力とそれらを提供するインフラ設備の容量を一致させるということがあります。このホワイトペーパーでは、電力および冷却能力の所要量を算出する方法について説明し、IT 機器、空調装置、照明、予備電源など、データセンタの運用に必要な総電力容量を見積もる際のガイドラインを示します。

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
ニーズアセスメント	2
データセンタの運用に必要な電力容量の算出	2
最終的な電力容量の算出	4
結論	9
参考資料	10

はじめに

「ビジネスの成長に合わせて必要な機器を導入できる」拡張性を備えた UPS 構成を採用することにより、過不足の少ないシステムの設置が容易になります。何故ならデータセンタのニーズが増大したときには、モジュールを追加するだけで対応できるからです。しかし、大規模なデータセンタやサーバールームの将来的な電力需要の見積もりは困難です。

データセンタやサーバールームの配電盤の容量を正しく見積もるためには、冷却システム、UPS システム、重要な IT 機器の所要電力量を把握する必要があります。これらの所要電力は、それぞれ異なりますが、導入する IT 機器の所要電力が明らかになっていれば、簡単なルールを使用して正確に見積もることができます。これらの機器の所要電力によって、配電盤の容量を見積もることができるだけでなく、データセンタの負荷機器に予備発電システムが必要な場合は、その出力電力容量も見積もることができます。

ニーズ アセスメント

データセンタ環境の機能強化に取り組む場合は、その規模にかかわらず、ニーズアセスメントから始めることが必要です。ニーズアセスメントでは、IT 機器によって実行するビジネスアプリケーションに求められる可用性のレベルを定義します。時間に依存しないビジネスプロセス、つまりバッチプロセス主導のビジネスプロセスでは、電力および空調が“N”構成の負荷機器に対応できればよく、可用性を高める冗長性が組み込まれている必要がない場合もあります。時間への依存性が高いサイトでは、主要なコンポーネントシステムにおいて、ある程度の冗長性が必要となることがあり、その場合は“N+1”構成を採用します。主要なシステム要素には冗長機器を用意し、いずれかの機器で障害が発生しても、システムが重要な IT 機器としての機能を維持できるようにします。完全な可用性(1日24時間・週7日)を必要とする特に重要性の高いデータセンタアプリケーションでは、重要なシステムを完全に冗長化した 2N 構成とします。いずれかの重要なシステムで障害が発生しても、別のシステムが稼働し、負荷を維持します。これによって、ある程度の並行保守も可能になるため、一方のシステムで保守を行っている間、別のシステムで負荷に対応することができます。さまざまなシステム構成の詳細については、APC ホワイトペーパー 75『UPS システム構成の比較』を参照してください。

関連するリソース
APC ホワイトペーパー 75

『UPS システム構成の比較』

実際の UPS システム設計がどのような構成(N、N+1、2N)であっても、重要な負荷機器に十分な電力を供給し、冷却によって過熱を防ぐことが中心的な課題であることは同じであり、これについて慎重に取り組むことが必要です。必要な容量を低く見積もると、容量を拡大するときに電力を停止することになりかねず、高く見積もると、過剰な初期導入コストが必要となり、運用開始後の保守コストも高くなります。

データセンタの 運用に必要な 電力容量の算出

ほとんどのデータセンタは大きな建物の中に設置されています。ここで説明する電力容量の算出方法は、そのような建物のデータセンタまたはサーバールームとして割り当てられた部分に必要な容量を見積もる際に役立ちます。所要電力容量を見積もるときには、定常状態の電力とピーク時の電力の差が重要な意味を持ちます。この点については、このホワイトペーパーの全体を通して説明します。電力の変動が生じる原因の詳細については、APC ホワイトペーパー 43『データセンタとサーバールームの動的な電力変動』を参照してください

URL:<http://www.apc.com> 空調、冷却機器、予備発電機などの重要な装置をデータセンタ以外の施設と共有している場合は、システムの規模を決定するために、エンジニアによる総合的かつ複雑な分析が必要となります。

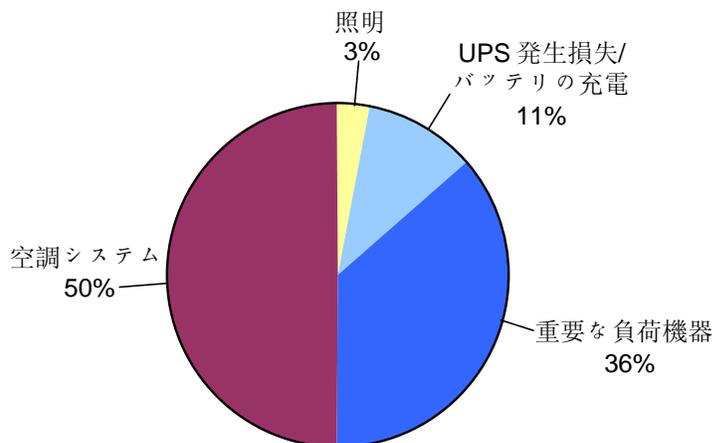
関連するリソース
APC ホワイトペーパー 43

『データセンタとサーバールームの動的な電力変動』

図 1 は、データセンタ内の各種負荷機器による電力容量の典型的な使用比率を示したものです。このグラフでは、データセンタの広さを 465 m²、重要な負荷機器の定常状態の初期電力量を 50kW、定常状態の将来の電力量を 50kW と想定しています。空調システムは直接膨張式 (DX) とし、商用電源は AC480V と仮定しました。

図 1

データセンタの所要電力内訳



重要な負荷機器

データセンタの設置へ向けた計画を作成するときには、ラック 1 本の環境から本格的なデータセンタまで、どのような規模であっても、運用と保護の対象となる重要な負荷機器の規模を明らかにすることから始めます。重要な負荷機器とは、IT システムを構成するすべてのハードウェアコンポーネントをいい、サーバ、ルータ、コンピュータ、ストレージ装置、通信機器などに加え、それらを保護するセキュリティシステム、防火設備、監視システムが含まれます。このプロセスでは、まずこれらの機器のリストを作成し、それぞれの銘板記載の定格電力、所要電圧、単相か三相かを記載します。これらの銘板上の情報は、実際の予想負荷に合わせて調整する必要があります。銘板に記載された所要電力は、UL が定めている最悪の場合の電力消費量であり、ほとんどの場合、予想される動作電力レベルよりかなり大きな値となっています。信頼できる設計コンサルティング会社と電力会社が行った調査の結果から見て、ほとんどの IT 機器の銘板に記載された定格電力は、実際の稼働容量を最低で 33% 上回ります。米国電気工事規程 (NEC : National Electrical Code) およびこれに相当する各国の規制機関もこの事実を認めており、電気システム計画の担当者は、導入する負荷機器の銘板のデータを合算し、すべての機器が常に最大負荷で稼働するわけではないことを考慮して何パーセントか加算することができます。IT 機器と、防火システム、セキュリティシステム、監視システムの所要電力については、以下の手順で算出することができます。

1. 導入する負荷機器の銘板に記載された電力量を合算します。機器にワット数が表示されていない場合は、機器の電流値 (アンペア数) と電圧を掛け合わせることで、VA を算出できます。この VA は、その機器が消費するワット数の概算値を表します。
2. 予想される VA に 0.67 を掛け、重要な負荷機器の実際の所要電力 (ワット数) を見積もります。

$$W = VA \times 0.67$$

3. その値を 1000 で割り、導入する重要な負荷機器のキロワット (kW) で表された負荷レベルを導き出します。

将来の負荷

データセンタの負荷機器は不変ではありません。データセンタを設置すると、その運用が続く限り、IT 機器は絶えず変更されていると言ってもよいほどです。最低でも、3 年ごとに IT の「更新」が行われます。そのたびに、性能や効率が向上した新型の機器が増設され、あるいは計画時のリストに含まれていた機器と入れ替えられます。IT 組織では、将来の変更およびアップグレードの範囲と時期について現状に即した検討を行う必要があります。それによって、初期の段階において所要電力を適切に見積もることができます。電源および配電システムの「下流」に位置する要素は拡張可能であり、明らかになっている負荷や将来における負荷の変化に合わせて調整することができます (APC ホワイトペーパー #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』を参照してください)。しかし、DCPI コンポーネントに電力を供給する配電盤は、初期および将来の負荷に対応できる十分な容量を備えている必要があります。あるいは、顧客が期待する可用性に影響するほどの過度のダウンタイムを発生させずに容量を追加できるように準備を整えておくことが必要です。



関連するリソース
APC ホワイトペーパー 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』

将来の負荷を見積もったら、その値を前述した方法で導き出した基本負荷に加算し、重要な負荷機器の所要電力量(kW)を算出します。

UPS 負荷

前述したニーズアセスメントにおいて可用性を定義する際に UPS の電力を考慮に入れることが必要であると仮定すると(ほとんどすべての場合において必要です)、UPS システムの損失を表す係数とバッテリーの充電に要する電力も総負荷電力に加える必要があります。

UPS の効率は製品モデルによって異なり、UPS の負荷によっても大きく変わります。UPS が公表されている効率を発揮する動作ポイントで稼働することはまずありません。平均的な動作環境における UPS の効率の現実的で十分に正確な値は 88%です。

バッテリーの充電は重要な要素ではありますが、電力の消費は一時的でしかありません。バッテリーが充電された状態での通常の動作では、バッテリーの充電による負荷は無視できるレベルです。ただし、バッテリーが一部または完全に放電したときには、バッテリーの充電による電力の消費が UPS の定格負荷の 20%台に上る可能性があります。このような負荷が発生することはごくまれですが、発電容量および受電容量は、この負荷を見込んで決定する必要があります。

照明負荷

照明の負荷は、建物のデータセンタ部分のすべての照明を対象とするもので、データセンタの床面積に比例します。このような負荷については、1 平方メートルあたり 21.5 ワットが目安となります。

冷却負荷

データセンタ環境の熱負荷の詳細については、APC ホワイトペーパー 25『データセンタ(サーバールームおよび電算室)の総冷却容量の検討』を参照してください。このホワイトペーパーには、IT 機器が放出する熱に対して必要となる冷却力の計算に役立つ表があります。また、導入を予定している重要な負荷機器に対応するために必要な冷却量を導き出す方法についても説明しています。冷却システムはそれぞれに効率が異なりますが、冷水システムと直接膨張システムの 2 種類に分かれます。冷水システムの方が一般に効率が高く、総電力消費量の目安は冷却の対象となるピーク時の総負荷の 70%です。直接膨張システムは、冷却の対象となるピーク時の総負荷のほぼ 100%を必要とします。冷却負荷には始動時のピーク負荷があり、それはこの計算の対象となる定常状態の負荷を超えます。本書の表 1(11 ページ)は、これらのルールに基づいて見積もった冷却システムの所要電力を示しています。この表をもとに、データセンタ全体の運用に必要な配電システムの容量を見積もることができます。

電源システムの容量の算出

データセンタ環境に電力を供給する電源システムの容量を見積もる際に役立つ 2 つの重要な値を算出できました。重要な負荷機器の総負荷と冷却システムの総負荷です。一般には、これら 2 つの負荷にデータセンタの照明負荷を加えた負荷量に対応できるだけの電力量が必要となります。

電力コストは、データセンタ内の負荷機器の定常状態における電力消費量に基づいて算出できます。しかし、データセンタに電力を供給する配電盤および発電機の電力容量は、定常状態の電力消費量に基づいて決定することはできません。これらの電源の容量を見積もるときには、負荷機器のピーク時の電力消費量に加え、規定または標準的な設計手法において要求される軽減量または増加量を考慮に入れる必要があります。したがって、実際には配電盤および発電機の容量は予想より大幅に大きくなります。この点について次の節で詳しく説明します。

これまでに説明した方法で総電力容量のキロワット数を見積もると、2 つの重要な値を算出することが可能となります。1 つはデータセンタに電力を供給するために必要な配電盤の容量であり、もう 1 つは要求される可用性を達成するために必要な予備発電機の容量です。

関連するリソース
APC ホワイトペーパー 25

『データセンタ(サーバールームおよび電算室)の総冷却容量の検討』

最終的な電力
容量の算出

配電盤の容量の算出

配電盤の容量は次の手順で計算します。

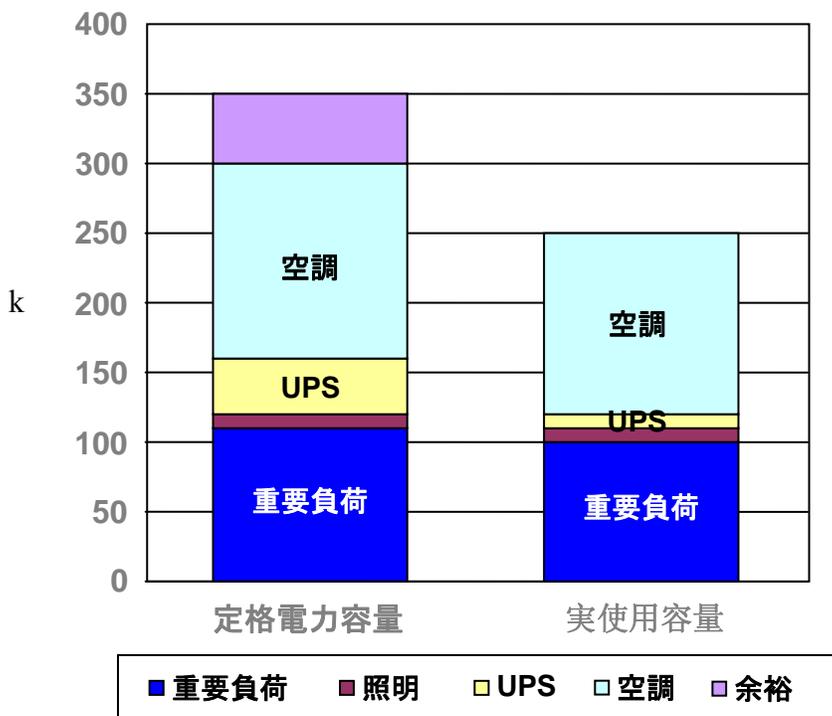
4. 米国電気工事規程(NEC : National Electrical Code)および同種の規制機関が定めた規定に従い、必要な総電力容量(キロワット数)に 1.25 を掛けます。
5. 電力会社が供給する三相 AC 受電電圧を確認します。この値は、米国では AC480V、他の国では AC400V、AC200V 等です。
6. 次の公式を使用して、データセンタに電力を供給する配電盤の容量(アンペア数)を算出します。

$$\text{アンペア数} = (\text{kW} \times 1000) / (\text{Volts} \times 1.73)$$

これで、データセンタの重要な負荷機器、冷却システム、および建物の設備の運用に必要な配電盤の容量を見積もることができました。図 2 は、図 1 に示した前提に基づき、定格(ピーク)電力と定常電力に必要な配電盤の容量を比較したもので、これを見ると、2つの電力の差がはっきりとわかります。ここで注意しなければならないことは、この図に示した値は予想値であり、実際の配電盤の容量は個々のサイトで算出した値によって大きく異なることです。初期の見積もりの確認から最終的な電源設計の作成までを有資格のエンジニアに委託することをお勧めします。このホワイトペーパーの終わりにある表 1 は、これまでに説明した内容の要点を整理するためのワークシートとして利用できます。

図 2

重要な負荷機器の所要電力を平均的な値である 100kW とした場合の配電盤の定格電力と定常電力。配電盤の定格電力は重要な負荷機器の定常電力の約 4 倍となる。



予備発電システムの容量の算出

配電盤の容量が算出できたら、予備発電機の容量について検討することができます。予備発電機は、商用電源の障害が発生したときに電力を供給し、データセンタの可用性を高める働きをします。典型的な発電機の設置方法を図 3 に示します。

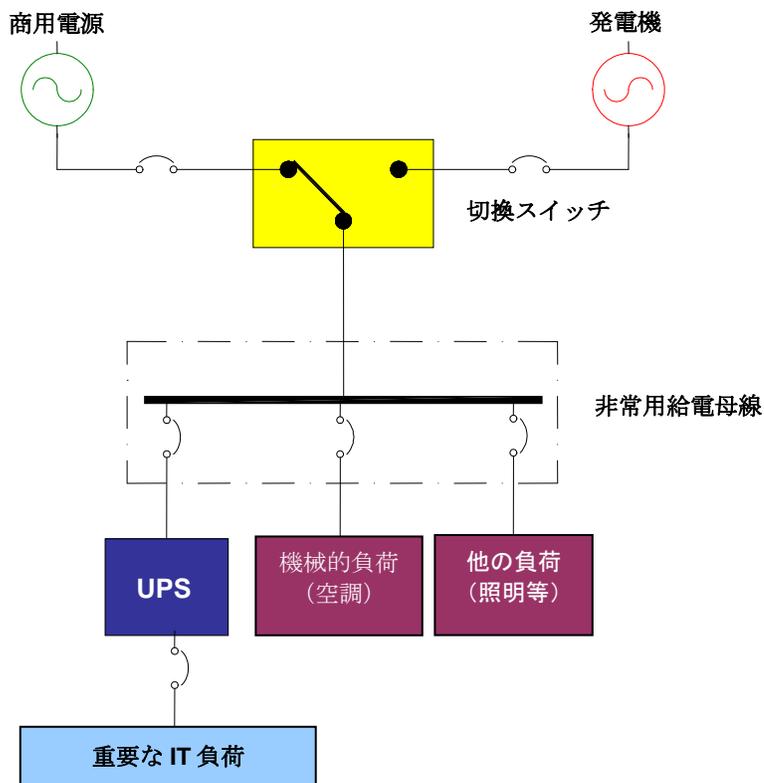


図3
典型的な発電システム

この図において注意すべき点は、データセンタが唯一の負荷であり、予備電源によって完全に保護されていると仮定していることです。「商用電源」は標準の商用配電システムの一部に過ぎないことがあり、その場合、この図はより規模の大きい電源システムの一部を表すことになります。この一部分は、重要なIT機器に電力を供給するデータセンタ部分です。

重要な負荷機器に必要な発電機の容量を見積もるには、表1の一番下に示す計算式を使用します。ただし、切り替えスイッチによって発電機から電力の供給を受ける負荷機器の電気的な特性を考慮に入れる必要があります。たとえば、機械的な負荷は大きな始動電流を必要とし、高調波電流を発生します。この高調波電流が発電機の給電能力に影響を及ぼします。UPSが高い入力力率で動作しない場合、この問題を助長することがあり、UPSが発電機から進み電力を取った場合には、発電機の故障につながることもあります。

発電機の信頼性を高める動作特性を持ったUPSシステムの選択については、長い説明が必要となるため、このホワイトペーパーでは扱いません。ここでは、完全な信頼性を達成するためにはUPSを慎重に選択する必要があることに留意しておくだけで十分です。低い負荷状態で高い容量特性を示すUPSシステムは、選択すべきではありません。デルタコンバージョンなどは発電機を使用したシステムに最適なUPSの構成であり、入力フィルタコンデンサを内蔵した従来型のダブルコンバージョンシステムが示すような望ましくない動作特性がありません。変換方式の選択がUPSの選定において発電機の容量に大きな影響を与える唯一の要因であり、通常は3倍もの差が生じます（ダブルコンバージョンUPSの場合、デルタコンバージョンUPSに比べて1.75~3倍の発電機容量が必要となります）。図4は、配電盤の電力容量の場合と同じように、定格（ピーク）電力と定常電力に必要な発電機の容量を比較したもので、これを見ると、2つの電力の差がはっきりとわかります。

発電機を選択するときには、定格電力(kW)が明かな基準となりますが、発電機は1.0より小さい力率(通常は0.8)の負荷に対応するように設計されていることに注意してください。つまり、電流と電圧の間にわずかな位相の差があり、発電機にはそうした位相の差に対する耐性が必要となります。1000kWの発電機は、力率が0.8である負荷機器用に設計されているため、定格容量は1200kVAとなります。ただし、このkVAで表された定格容量と発電機の実際の電力容量とを混同しないでください。発電機の電力容量は必ずkWで表されます。力率の詳細については、APCホワイトペーパー15『Watts and Volt-Amps: Powerful Confusion』を参照してください。

関連するリソース
APC ホワイトペーパー 15

『有効温度(W)と皮相電力(VA)の混同について』

図 4

重要な負荷機器の所要電力を平均的な値である100kWとした場合の発電機の定格電力と定常電力。発電機の定格電力は重要な負荷機器の定常電力の4倍を超える。

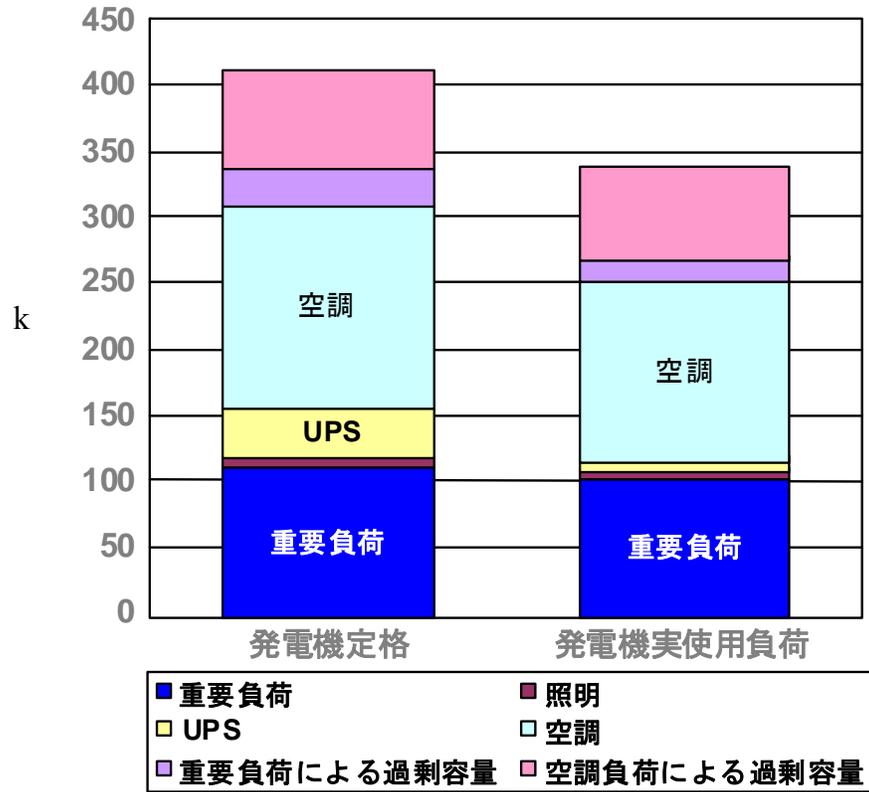


表 1

データセンタにおける所要電力計算表

項目	必要なデータ	計算式	小計(kW)
所要電力 - 電源			
機器の銘板上の定格電力	VA の小計(防火/セキュリティ/監視システムを含む)	$(VA \text{ の小計} \times 0.67) / 1000$	# 1 _____ kW
将来の負荷	導入が予想される各 IT 機器の銘板上の VA	$[(\text{将来導入する機器の定格 VA の合計}) \times 0.67] / 1000$	# 2 _____ kW
重要な負荷機器の多様性に起因するピーク電力	重要な負荷機器の定常電力の合計	$(\# 1 + \# 2) \times 1.05$	# 3 _____ kW
UPS の非効率性およびバッテリーの充電	実際の負荷+将来の負荷(kW)	$(\# 1 + \# 2) \times 0.32$	# 4 _____ kW
照明	データセンタが占める総床面積 (平方メートル)	$0.0215 \times \text{床面積}$	# 5 _____ kW
電力需要に応えるために必要な総電力量	上記# 3、# 4、#5 の合計	$\# 3 + \# 4 + \# 5$	# 6 _____ kW
所要電力 - 空調			
空調需要に応えるために必要な総電力量	上記# 6 の合計	冷水システムの場合:#6 x 0.7 DX システムの場合:#6 x 1.0	# 7 _____ kW
総所要電力			
電力需要および冷却需要に応えるために必要な総電力量	上記# 6 と# 7 の合計	$\# 6 + \# 7$	# 8 _____ kW
配電盤の容量の見積もり			
NEC (National Electrical Code) などの規制機関が定める規定に基づく要件	上記# 8 の合計	$\# 8 \times 1.25$	# 9 _____ kW
受電点で提供される三相 AC 電圧	AC 電圧		# 10 _____ VAC
電力会社から要求される配電盤の容量(アンペア数)	#9 と#10 の AC 電圧の合計	$(\# 9 \times 1000) / (\# 10 \times 1.73)$	_____ A
予備発電機の容量の見積もり(発電機を使用する場合)			
発電機による予備電源を必要とする重要な負荷機器	上記# 6 の合計	$\# 6 \times 1.3^*$	# 11 _____ kW
発電機による予備電源を必要とする冷却負荷	上記# 7 の合計	$\# 7 \times 1.5$	# 12 _____ kW
必要な発電機容量	上記#11 と#12 の合計	$\# 11 + \# 12$	_____ kW

注意:この変数 1.3 は、高力率入力方式 UPS で使用します。入力高調波フィルタを内蔵した従来型のダブルコンバージョン UPS を使用する場合は、乗数として 3.0 を使用する必要があります。

結論

データセンタ内の重要な負荷機器の運用および冷却に必要な電力を見積もることは、エンドユーザの可用性に対する期待に応える施設の設置計画において欠かすことのできない作業です。これまでに説明した方法を使用することによって、所要電力の適正な見積もりを行うことができます。これにより、ニーズアセスメントで定義した可用性の達成に必要な DCPI(ネットワークに必須の物理インフラ)コンポーネントの容量を算出できます。容量の算出が完了すると、有能な DCPI システムのサプライヤ、あるいは大規模なデータセンタの場合はエンジニアの協力を得て、概念計画および詳細計画へと進むことができます。その後、ここで説明した電力ニーズアセスメントプロセスで決定した容量および信頼性の構成に基づき、コストの見積もりを行います。



著者について

本書の執筆はリチャード・L・ソーヤーが担当しました



参考資料

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見る

whitepapers.apc.com



すべての TradeOff Tools™を見る

tools.apc.com



『UPS システム構成の比較』

APC ホワイトペーパー #75



『データセンタとサーバールームの動的な電力変動』

APC ホワイトペーパー #43



『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』
APC ホワイトペーパー #37



『データセンタ(サーバールームおよび電算室)の総冷却容量の検討』

APC ホワイトペーパー #25



『有効温度(W)と皮相電力(VA)の混同について』
APC ホワイトペーパー #15



お問い合わせ先

このホワイトペーパーの内容についてのご意見やご感想、お問い合わせは以下にお寄せください。

データセンターサイエンスセンター
DCSC@Schneider-Electric.com

データセンター構築に関するお問い合わせがあるお客様は、弊社 **Schneider Electric** 下記までご連絡ください。