

データセンター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

White Paper #37

APC[®]
Legendary Reliability™

要約

データセンタの電力や各種のインフラが、必要なレベルよりも2倍以上に大きくなることがしばしばあります。このホワイトペーパーでは、過剰設備に関連する各種の統計数字を紹介します。また、過剰設備に伴うコスト増加の詳細な数字、過剰設備を引き起こす根本的な原因などについても検討します。そして最後に、過剰設備を避けるためのシステム構成や方法について説明します。

はじめに

一般的なデータセンタのインフラのオーバーサイジングにより生じる無駄なコストの中で最大の原因とその回避策について本稿で考察します。データセンタの電力や物理インフラの利用率は50%よりもはるかに小さいのが一般的です。データセンタにおけるこれらの未使用の余剰インフラは回避することができる設備投資コストです。またそれに伴い、無駄なシステム運用コストや保守コストも避けることができます。

このホワイトペーパーは3つのパートから構成されています。まず最初に、過剰設備に関連する実際の数字と統計数字とを示し、次に過剰設備が起こる原因について検討します。最後に、これらの無駄なコストを避けるためのシステム構成と方法について説明します。

過剰設備に関連する現実と統計

情報技術（IT）やファシリティ・ビジネスの関係者なら誰でも、データセンタの中には使用されていない無駄なスペースや未使用の電源容量、あるいはその他の利用率の低いインフラを見た経験があります。このような状況を数量的に明示するために、ここで使用される用語を明確に定義しておくことが大切です。

過剰設備に関連する諸定義

本書で使用する用語を下記の表のように定義します。

用語	定義
設計耐用年数	対象データセンタについての設計耐用年数(ライフサイクル)。6~15年間とその範囲は幅広いですが、一般的には10年間と仮定します。
設計電力容量	電源システム設計時の最大電力負荷。操業開始時点では、この負荷用に必要な電源設備の一部だけが設置される場合も全部が設置される場合もあります。
最大設置電力容量	負荷電力に合わせて最終的に設置される最大電力容量。これは計画電力容量を超えることはなく、等しいかまたはそれ以下です。
銘板電力容量	設置されるUPSシステムの名目的な電力全出力。装置の冗長性やディレーティング(容量低減)などにより計画電力容量より大きい場合が普通です。
最大実負荷電力	データセンタの計画耐用年数中に実際に生じる最大の負荷。計画電力容量を超えることはなく、等しいかまたはそれ以下です。
初期設計電力容量	操業開始時に設置される電力装置の負荷容量。設計電力容量を超えることはなく、等しいかまたはそれ以下です。
推定初期負荷電力	システム設計時点で推定される、操業開始時の設置電力装置の負荷容量。設置最大電力容量を超えることはなく、等しいかまたはそれ以下です。
実効初期負荷電力	システム引渡し時点での実際の初期負荷電力。通常、上記の推定初期負荷電力よりもかなり小さい値です。

モデル化にあたっての仮定

過剰設備に関連したデータを収集し分析するために、APC社は顧客企業を調査した上で簡略化したモデルを開発しました。このモデルは、データセンタのインフラ容量の諸計画について記述したもので、次のように仮定しています。

- データセンタの設計耐用年数は10年間とする
- データセンタの計画には、最大設計電力容量および推定初期負荷電力を含む
- データセンタの典型的な耐用期間において、電力負荷は実効初期負荷電力から始まって直線的に増加し、途中で計画電力容量のレベルに達して、以降は予測されている耐用期間の間一定で維持される

ここで定義したモデルを図示すると図 1 のような計画モデルとなります。これは、システムがどのようにして計画されるかを示した典型的なモデルです。

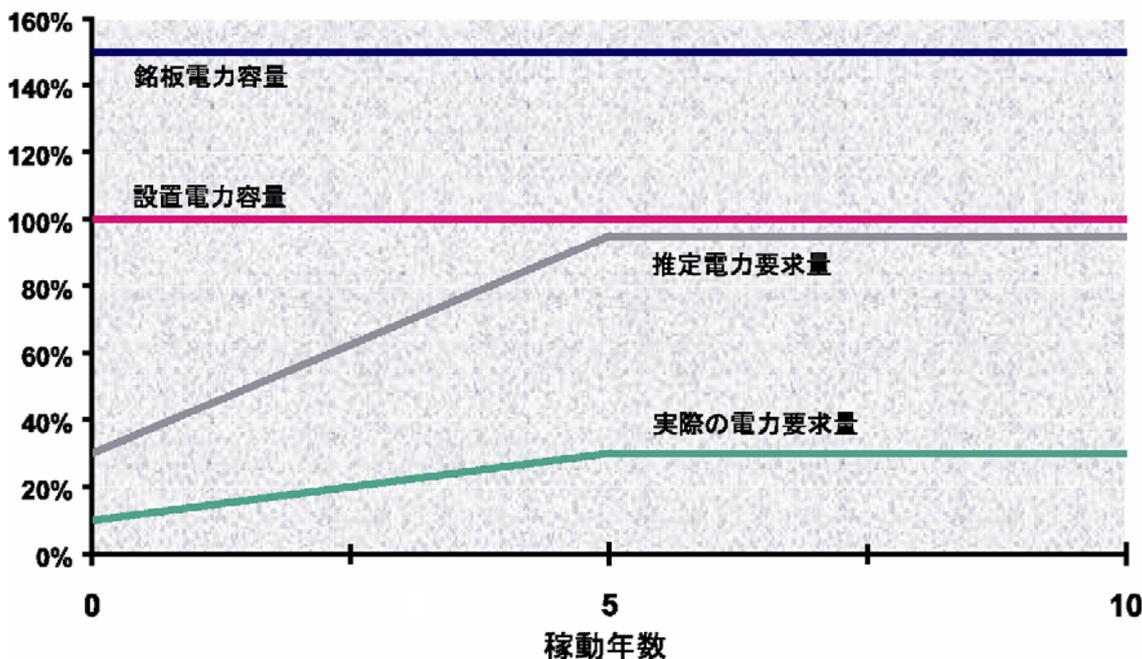


図 1 データセンタの耐用期間における計画電力容量と負荷との関係

この図は典型的な計画サイクルを示しています。このモデルの概要は次のとおりです。初期導入電力容量は導入最大電力容量に最初から等しく 100%です（つまりシステムは操業開始時からすでに完全に構築し尽くしています）。また、実際の負荷は推定初期負荷電力（最大値の 30%）としてスタートし、次第に最大実負荷電力（ここでは計画電力容量に等しい）に近づいていくものとしています。しかし現実には、初期実負荷電力は推定初期負荷電力よりも小さいのが普通で、次第に最大実負荷電力に近づいていきます。この最大実負荷電力は計画電力容量よりもずっと小さいのが普通です。冗長性あるいは顧客自身の希望による負荷軽減のために、銘板電力容量は計画電力容量も大きい場合があります。

実際の導入例のデータ

実際のいくつかの導入事例においてオーバーサイジングが現実にはどの程度であるかを理解するために、APC は多くの顧客企業からデータを集めました。これらのデータは、実際の導入事例の調査および顧客企業とのインタビューを通して得られたものです。この結果次のようなことが判明しました。推定初期負荷電力は計画電力容量の 30%、初期実負荷電力は推定初期負荷電力の 30%、更に最大実負荷電力は計画電力容量の約 30%というのが通常の値です。これらのデータは図 1 にまとめて図示されています。このことから次のことがわかります。平均的なデータセンタでは計画数値の約 3 倍もオーバーサイズとなっており、また名目数値の 4 倍を超えています。また計画初期の時点ではその乖離はもっとはなはだしく、10 倍のオーバーにもなっています。

オーバーサイジングに伴う超過コスト

オーバーサイジングに伴うライフサイクル期間中のコストは2つの部分に分けられます。設備投資コストと運用コストです。

設備投資に関する超過コストを図2に示します。図中の斜影部分は、通常の導入事例では使用されないシステム容量の余剰部分を示しています。

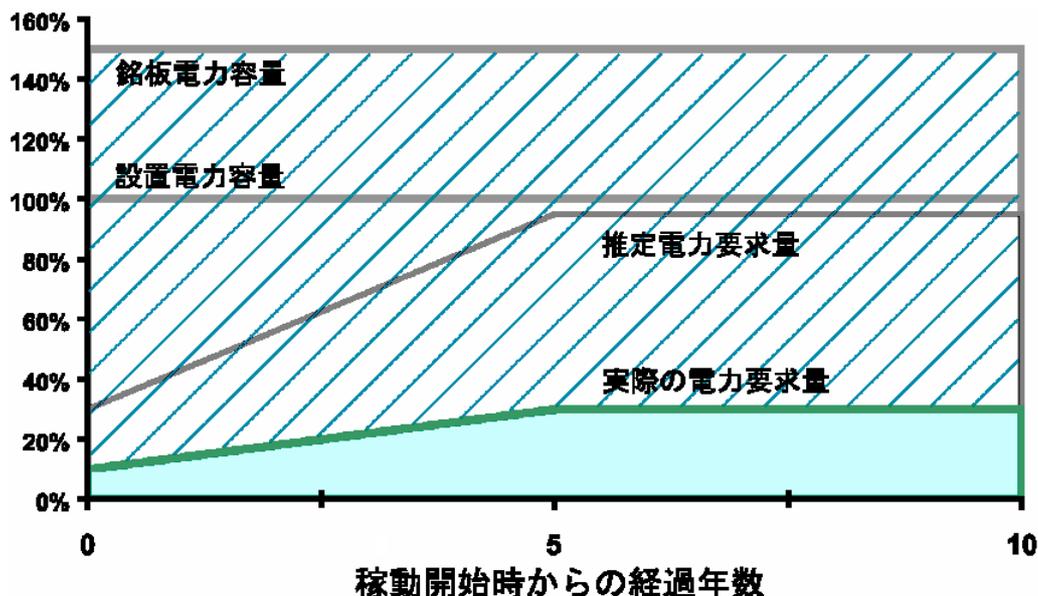


図2 オーバーサイジングに伴う超過コスト
(斜影部分が超過コストを示す)

この余剰のシステム容量は設備投資の超過コストそのものとなります。この超過設備コストは、電力システムの超過コストに加えて、フリーアクセス床や冷却システムなどのインフラの超過コストも含まれています。

電源容量 100kW のデータセンターで、コストを約 50 万ドル (1kW あたり 5,000 ドル) であったとすると、上に述べた典型的な例では、システム投資分の中の約 70%つまり 35 万ドルが無駄遣いということになります。稼働開始の初期段階では、この無駄はさらに大きい値となります。投資資金の時間コストを考慮に入れば、過剰設備による損失は、データセンターの設備投資資金全体の 100%近くにも達します。つまり設備投資資金にかかる利息だけで、実需に見合った設備投資に必要な金額をほぼまかなえるほどになります。

過剰設備に伴うライフサイクル全期間の超過コストには設備の運営コストも含まれます。これらは保守費用、消耗品・電力料金などのコストです。メーカーの指示通りに設備を保守管理する場合、データセンターのライフサイクルの全期間にわたる保守コストは設備コストよりわずかに小さい程度です。過剰設備により生じる不使用の設備にも維持費がかかるため、保守コストの大きな部分が無駄になってしまいます。さきほどの 100kW のデータ

センタの例の場合、システムのライフサイクルの全期間中に生じる無駄な保守コストは約 25 万ドルにもなります。

データセンタがオーバーサイジングの場合、電気の超過コストも大きくなります。電力システムのアイドルによる損失は定格電力の約 4%にもなり、冷却コストも考慮に入れると、この損失は 8%に達します。100kW のデータセンタの前述の数値例において、計画の定格値を超過する名目の定格値に関しては、10 年間のシステムのライフタイム中に無駄に消費される電気は約 60 万 kWhr で、金額的には約 3 万ドルになります。

このようにして、データセンタのライフサイクルの期間にわたる全超過コストは平均として、システムコストの約 70%にも達することになります。しかしこの超過コストは、もしデータセンタのインフラが、実際の需要を適宜満たすように適応し段階的に変化していくことができれば、理論的には節減できる性格のものであります。

多くの企業にとって、設備投資の無駄や維持経費の無駄は機会損失コストとなります。これは時として、本来の実体コストの何倍にも達することがあります。たとえば、インターネットのホスティング会社は、1つのデータセンタに投資した設備が使用されないことに伴う資金の無駄により、他の投資の機会が妨げられるというような失敗を経験しています。

どうして過剰設備がおこるのか？

上記のデータは、データセンタの実際の設置に際して、インフラの過剰設備の値が非常に大きくなり、しかもその変動幅も広いということを示しています。この過剰設備というのは計画的に意図的に組み込まれたものなのか、設計上に誤りがあるために発生するものなのか、あるいは起こるべくして起こる根本的な理由があるのか、という疑問が自然にわいてきます。

計画的な過剰設備

実際に設置したいいくつかの企業のマネージャとのインタビューによれば、将来の推定最大負荷電力を満たすようにデータセンタは計画されるということを示しています。システムの計画上の銘板電力容量は、通常は 2つの理由により推定負荷電力よりも大きくなります。まず第一に 100kVA あるいはそれ以上の規模の多くの電力システムでは、(N+1)構成の冗長性のあるシステムとして設計されます。つまり、100kW システムは 3つの 50kW の UPS モジュールから構成され、たとえ 1つが故障しても電力負荷需要を満たすことができるようになっています。第二に、多くの顧客企業では電力システムの負荷を低減(ディレーティング)し定格容量以下(たとえば 80%)で運用することが一般的です。これは、最大電力よりも低いレベルでシステムを運用することにより、全体として信頼性を最大化するという考え方によるものです。

データセンタでは設計電力よりも銘板定格電力の方を大きく設計することが実際的で、図 1 の上方のグラフとして図示されています。これは、意図的に計画された過剰設備の形態です。このタイプのもは不使用部分を残すというものですが、超過コスト全体の中では最大の要因というわけではありません。

計画プロセスと短所

データセンタの典型的な計画プロセスには、将来的な負荷電力に関して多くの仮定が組込まれています。次のような条件が仮定されます。

データセンタに十分な容量を供給できない場合のコストは非常に高いものになるため、そのようなリスクは是非取り除く必要があります。データセンタのライフサイクルの途中で電源容量を増強しようとするとは非常に大きなコストがかかってしまいます。また、ライフサイクルの期間中に電源容量を増強する際の作業は、ダウンタイムを発生させてしまうような、とても受け入れ難い大きなリスクを生み出してしまいます。最大電力容量に対応する設計とエンジニアリングとは、すべて最初の段階で実施しておかなければなりません。それは、データセンタの電力負荷は時間の経過とともに増大していきますが、しかしこの増加の推移を正確に予測することができないからです。

未知の需要を満たすことができるようにデータセンタを計画し、エンジニアリングし、事前にすべてを構築しておく、そして成長シナリオのすべての中で最も高い側に余裕をもって電源容量を設計しておく、ということが上記の諸仮定から得られる結論です。

過剰設備の根本的な理由

上記の計画のプロセスは、実際の結果のように（平均的な意味で）非常に利用率が低いということを示しており、経済的な観点からこの低利用率について検討判断する必要があります。とはいえ、計画プロセスの上記の検証結果は根本的な欠陥があるということではありません。いずれにしても、この問題点は計画プロセスの制約条件や得られるデータをもっとよく調査検討することで、もっと整合性のとれたものにすることができます。図 3 は、実際の設備における最大利用率の分布を示しています。最大利用率とは、最大実負荷電力を最大設備電力容量で割った値です（最大設備電力容量の代わりに銘板定格電力容量を使用すると、この最大利用率は更に小さい値になってしまいます）。

この図 3 のデータを検討すると次のようなことがわかります。

- 最大利用率の期待値は約 30%
- 不使用の電源容量つまり超過電力容量の期待値は 70%
- 最大利用率は非常に変動しており、計画プロセスの間に将来の状況を予測する能力は平均として非常に乏しい。
- もし代表値を選択する代わりに、機械的に設計電力容量を期待値として設定すると、さまざまなシステムの中の 50%のシステムはそれらのライフサイクル期間中に負荷需要を満たすことができない。

- 設備容量決定に対する現在の手法は論理的な妥協の産物です。それは、システムを（意図的に）過剰に設備して、そのライフサイクル期間中に負荷需要を満たさない可能性を減らすことにより、最大実負荷電力の大きな変動に対処するというものです。

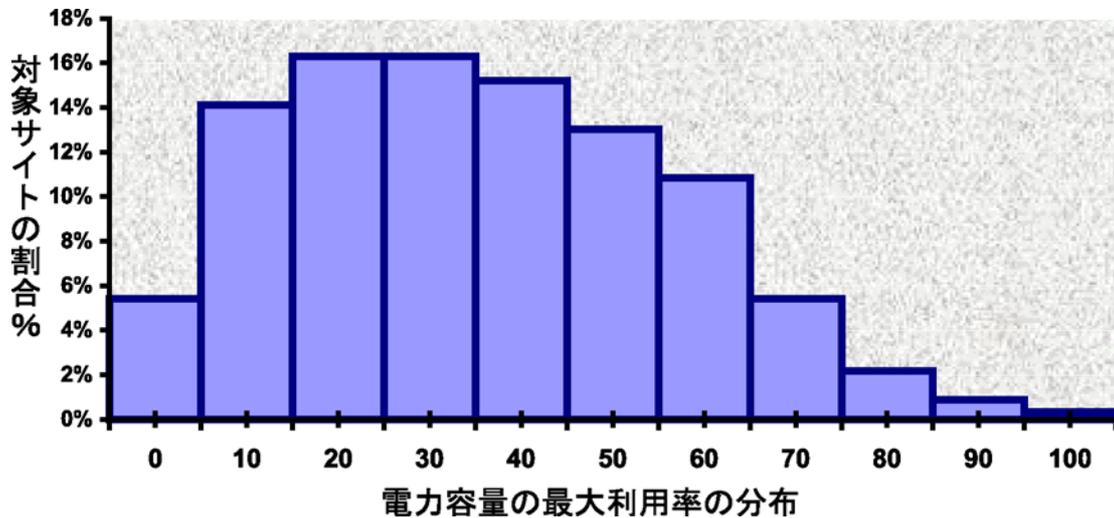


図 3 典型的なデータセンターにおける最大利用率の分布

設計上の諸制約や将来の電力負荷需要の予測不能性という現実にもかかわらず、データセンター設計の現状の方法は論理的である、というのがここで得られる驚くべき結論です。将来の負荷需要を満たすことができなくて、結果としてデータセンター構築のコストが高くなってしまいうようなら、従来のやり方の中からデータセンターの構築方法を選択することにした場合、システムの全体的な推定コストを実質的に最小化するための最良の方法は設備を過剰に準備するということになります。

過剰設備を避けるためのシステム構成と方法

データセンターのインフラの設計プロセス期間中に、将来の負荷需要を確定することは根本的に困難であるということは越えることのできない壁です。これは、将来を正確に予測することなしには解決できないからです。このような状況のもとでは、予測不能な将来の負荷需要に対して、その実際の時点時点で柔軟に対応できるデータセンターのインフラ作りを実現することが最適な解決策です。

適応性に対する障壁

過剰設備の問題を検討してみると、自然に疑問が湧いてきます。データセンターのインフラは、現実の負荷需要に沿って順次構築していかずに、前もって最初の段階ですべてを構築してしまうという方法がとられるのはなぜでしょうか？

多くのデータセンターでは、段階的な設備拡張を設計に組み込んでいます。たとえば、時間の経過と共にラックを段階的に設置するということがありますし、データセンターの各スペースへの電力配分を一区切りずつ順次実施するということがあります。また時には、冗長UPSモジュールを順次増設していくという場合もあります。これらのアプローチにより、データセンターのライフサイクル期間中のコストをある程度削減することができます。しかしながら多くの場合、後からこれらの装置を設置することによる超過コストは事前に設置する場合よりもはるかに大きくなってしまいうため、多くの設計者は事前にすべてを設置する方法を選択しています。このようにして、設備投資実施時期によるコスト削減および運営コストの削減の両面からみると、実際に得られるコスト削減は小さなものにすぎないことがわかります。

適応性のあるインフラ作りの方法とアプローチ

たえず変化していく負荷需要にうまく適応し続けていけるような方法やシステム構成を提供できれば理想的といえます。そのような方法とシステム構成には次のようないくつかの特徴が備わっているものと思われます。

- データセンター設計によって実際の設備およびそれに伴う一切の作業を、最初の1回で完了することにより、余計なコストを大幅に削減することができる、あるいは全くなくすることができる
- データセンターの電力インフラ設備は、ブロック構成の形にあらかじめモジュール化して製作されている
- 一般の出入り口や運搬用エレベータで搬送できるように各コンポーネントには車輪が取り付けられており、また結線作業をすることなく稼働中の配電系統にプラグインするだけで済むようになっている
- フリーアクセス床などの特殊作業をサイトに施す必要がない
- そのシステムは、N、N+1、2Nのいずれの構成であっても変更することなく稼働することができる
- 結線、穴あけ、切断などの設置に伴う作業をなくすることができる
- 電源容量を増強する際に、特別な承認手続きや遵守手順を必要としない
- モジュール化された電力システムの装置コストは、従来の集中型システムのコストと同等かそれ以下である
- モジュール化された電力システムの保守コストは、従来の集中型システムのコストと同等かそれ以下である

適応性レベルの実際と到達可能性

上記に述べたような諸要件を満たす電源システムの例として、APC 社の InfraStruXure があります。ここでは、このシステムの詳細は述べませんが簡単に紹介します。InfraStruXure では、電力システムの中の 70%以上がデータセンタの負荷需要の増加に合わせた形で、逐次配備することが可能です。実際、その電力システムの中で最初に設置を完了していなければならないものは、電源入力用の主開閉器、および主配電盤だけです。これは、最大設計電力負荷を満たすように最初からサイジングされています。一方、UPS、バッテリーシステム、分電盤、バイパス電力開閉器、配電用のラック配線などは、負荷需要の変動に対応できるようにすべてモジュール形式になっています。

電源システムはデータセンタのインフラ・コストの中で最大の要因であり、このホワイトペーパーでは電源システムに伴うさまざまな特徴に焦点を当てて議論してきました。同様の分析を他の諸要因にも展開できますし、また（精度を上げるために）実際に行っていく必要があります。電源システム以外の要因としては、物理的スペース、冷却装置、消防設備、セキュリティ装置などがあり、これらを含めればコスト分析はより完全なものになります。

結 論

従来やり方では、データセンタのサイズは必要な負荷電力容量の 3 倍ほどに機械的に過剰設備するのが一般的です。過剰設備により設備投資や保守などのコストが発生することになり、ライフサイクル全般のコストの中で主要な部分を占めます。適切な方法とアーキテクチャを実際に活用することにより、これらの超過コストの多くを節減することが可能となります。このような方法およびアーキテクチャはコスト効率の良いやり方で、変化する負荷需要に適応することができ、同時に非常に高い可用性を提供します。