

仮想化とクラウドコンピューティング： 電力、空調、および管理の最適化に よって最大限のメリットを実現

ホワイトペーパー118

改訂 4

スザンヌ・ナイルズ
パトリック・ドノヴァン

> 要約

クラウドコンピューティングを支えるエンジンとなる IT の仮想化はデータセンターの物理インフラ (DCPI) に大きな影響を及ぼす可能性があります。仮想化の結果として電力密度の上昇が増えると、既存のシステムの冷却能力が阻害されるおそれがあります。データセンターの電力使用効率は、一般に物理サーバーを統合した結果として生じる全体的な電力消費の減少により、悪化するおそれがあります。ラックレベルでの電力と冷却の正常性について理解と配慮が欠如すると、時間と場所によって変化する動的な負荷により、ダウンタイムのリスクが高まるおそれがあります。そのほか、高度に仮想化された環境の故障耐性により、物理インフラで必要とされる冗長性レベルの問題がもたらされます。本書では、こうした仮想化の個々の効果について解説し、それを処理するための解決策や手法を提示します。

目次

セクションをクリックすると、
そのセクションに直接移動します。

はじめに	2
高密度ゾーンの増加	2
IT 負荷の減少が PUE に及ぼす 影響	4
動的な IT 負荷	8
低い冗長性要件	11
結論	12
参考資料	13
付録	14



はじめに

IT の仮想化(すなわち、物理ネットワーク、サーバー、およびストレージリソースの「抽象化」)により、コンピューターの処理能力をいっそう活用したり拡張したりできるようになったことは、言うまでもありません。実際、仮想化の技術はクラウドコンピューティングそのものを支えるエンジンとなりました。この技術提供モデルのメリットは周知と理解を得ており、徐々に活用もされてきていますが、データセンター物理インフラ(DCPI)に与える影響はあまり理解されてはいません。本書では、そうした影響を説明するとともに、それを処理するための解決策や手法を提示することを目的とします。

こうした影響の大半は新たに現れたものではなく、対応策はすでに存在しています。仮想化には 4 つの影響(あるいは特徴)がありますが、本書で順に説明していきます。

- 1. 高密度ゾーンの増加:**仮想化の結果、少なくとも一部のラックで電力密度が高まりやすくなります。高密度の領域が生じることは、対処を怠ればデータセンター全体の信頼性を脅かしかねない難題です。
- 2. IT 負荷の減少が PUE に悪影響を及ぼす:**仮想化を行うと、データセンターの電力使用効率(PUE)が悪化しやすくなります。これは、初期の物理サーバーの統合により全体的な電力消費が減少するにもかかわらず発生する現象です。電力および空調インフラが、全体負荷の新たな減少に見合ったサイズになっていないと、物理インフラの効率(PUE で測定)は悪化します。
- 3. 動的な IT 負荷:**仮想化された IT 負荷(特に高度に仮想化されたクラウドデータセンターの)は、時間だけでなく場所によっても多様に変化します。そうしたシステムでの可用性を確保するためには、変更を行う前にラックレベルでの電力と冷却の正常性を考慮しておくことが重要です。
- 4. 冗長性要件を低くできる:**高レベルな IT 耐障害性を伴ってデザインされ運用される高度に仮想化されたデータセンターでは、物理インフラにおける冗長性の必要性が低くなる場合があります。この効果は、データセンター計画と設備費に対して大きなプラスの影響を及ぼす可能性があります。

本書では、動的な需要の要求のあるクラウドベースのデータセンターに特有の、高度に仮想化された環境という想定において、上記のような影響にアプローチします。(仮想化の有無にかかわらず)データセンター全体の課題やソリューションに関する全般的／詳細な情報については、巻末にあるホワイトペーパーの一覧を参照してください。

高密度ゾーンの増加

仮想化により、室内の全体的な電力消費は減少する場合がありますが、仮想化されたサーバーは、「ホットスポット」の発生につながり得る局所的な高密度領域を生み出すような方法によってインストールおよびグループ化される傾向があります。

空調におけるこの課題は、現実には達成可能な物理サーバー併合率の高さ(10:1、20:1、またはそれ以上)が可能にする電力消費の劇的な減少を考えれば、意外なことかもしれません。物理ホストがさらに多くの仮想マシンで埋まっていくにつれて、その CPU 使用率は増加します。直線的な相関とは言えませんが、その物理ホストの電力消費量が増加するほど使用率も高くなります。非仮想化サーバー CPU 使用率はだいたい 5%~10%です。

しかし、仮想化サーバーではそれが 50%以上になります。CPU 使用率が 5%の場合と 50%の場合の電力消費量の差は、マシンにもよりますが、約 20%です。また、仮想化されたマシンではプロセッサとメモリーリソースの増設が必要となる場合が多く、そうすることで、電力消費を、非仮想化マシンのレベルよりもはるかに高めることができます。こうした巨大化した仮想サーバーをグループ化またはクラスター化することによって、電力密度が非常に高くなり、冷却の問題が発生することがあります。仮想化後は、密度が高くなるだけではなく、ワークロードを動的に移動・開始・停止できるようになるため、時間の経過と場所の両面で、物理的負荷が変化する可能性があります。動的な負荷については後述します。

高密度ラックを冷却して「ホットスポット」の発生を防ぐ方法

ラックの電力密度が高まった場合、データセンターのオペレーターは、既存の空調インフラを点検して、負荷に対応できる冷却能力が維持されているかどうかを確認します。高密度ラックを冷却する方法はいくつかあります。主要な方法のうち 2 つについては、ここで説明します。おそらくもっとも一般的な方法は、高密度な機器を（グループ化するのではなく）データセンターのフロア上に「分散させる」ことです。このように負荷を分散させることで、電力密度の設計値を超えるラックがなくなるため、冷却効率の予測可能性が高まります。この方法の利点は、電力または空調インフラを新たに必要としないことです。ただし、深刻な欠点もいくつかあります。たとえば、占有フロアスペースの拡大、配線コストの増加、コンテインメントなしの気流経路とラック内に空きスペースがあるのは無駄だという考えに関連する電力効率低下の可能性、などです。とはいえ、このアプローチはシンプルながらも以下の場合に適用できます。

- 分散後のデータセンターの平均電力密度（ホワイトスペースでの「kW/ラック」または「ワット／平方フィート」）が、仮想化以前の値と同等かそれを超える値になるとき。（事前に十分な冷却能力があったものと想定。）
- 物理サーバーが配置されている場所が、完全に管理者の管理下にある場合。
- 既存のラック内でスペースが使用でき、分散化が実現可能である場合。

より効率的な方法としては、別の場所にある密度の高い機器を、密度の低い機器から分離します。この高密度ポッドでは、すべての高密度システムが、単独のラックまたはラック列に統合されています。次いで、専用空調の送風（ラックベースおよび列ベースの空調装置）またはエアコンテインメント（ホット／コールド アイル コンテインメント）、あるいはその両方が、これらの分離された高密度ポッドへと届けられることで、所定の時間に予測可能な冷却能力が得られます。メリットとしては、スペースの有効利用、効率の向上、ラックあたりの密度の最大化などがあります。また、高密度機器のコロケーションを維持する必要がある組織の場合は、間違いなくこの方法が望ましくなります。図 1 に、高密度ポッドの概念を示します。

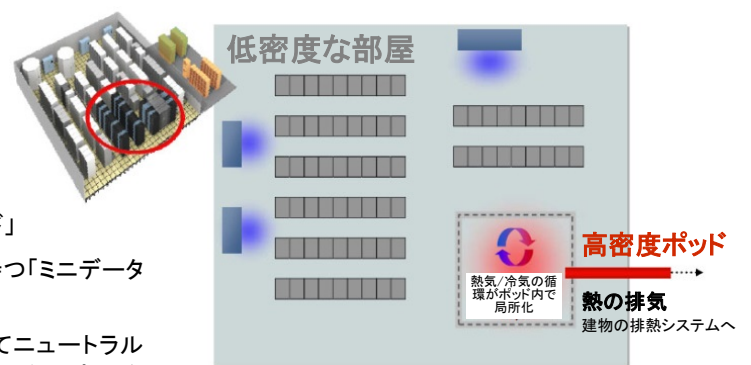


図 1

高密度「ポッド」は、仮想化された既存のデータセンターで高密度機器を扱う際の選択肢のひとつです。

- 室内の高密度「アイランド」
- 独自の空調システムを持つ「ミニデータセンター」
- 室内の他の部分に対してニュートラル（ポッドの容量が過大な場合は室内を保護する）
- 送風経路が短く物理的に密閉されているため、熱気／冷気の循環がゾーン内に局所化される

高密度ポッドの重要かつ基本的な特徴として、次の点があります。

- 気流経路が短い（気流がコンテインメントなしの場合）ため、給気と還気が混ざる可能性と、変速ファンの消費電力が最小限に抑えられる。
- 可変周波数駆動（VFD）ファンの働きによって、動的な負荷が時間と場所によって変化する。

関連リソース
ホワイトペーパー134
Deploying High-Density Pods in a Low-Density Data Center (英語版)

関連リソース
ホワイトペーパー46
高密度にサーバーを搭載するラックおよびブレードサーバの電力供給と冷却の対策

IT 負荷の減少が PUE に及ぼす影響

- ラックまたはラック列あるいはその両方の向きにより、低温の給気と環気との分離が促される。

高密度の機器を、専用空調を備えた別のポッドへと分離すると、管理がシンプルになり、冷却効率の予測可能性が向上し、電力消費がいわゆる効率化します。少なくとも、高密度ポッドと室内の他の部分との温度差は生じなくなります。ただし、気流がうまく囲い込まれている場合は特に、ポッドによってデータセンターの他の部分の冷却能力が高まりやすくなります。

分離された別の高密度ポッドの使用法についての詳細は、ホワイトペーパー134『Deploying High-Density Pods in a Low-Density Data Center』(英語版)を参照してください。高密度機器のさまざまな冷却方法のすべてについて概要を知るには、ホワイトペーパー46『高密度にサーバーを搭載するラックおよびブレードサーバの電力供給と冷却の対策』を参照してください。

仮想化のメリットとしては、物理サーバーの統合により電力コストが低減することが広く知られています。たしかにこうした節減は、些細なこととは言えない場合が多いです。1000 台の物理サーバーを保有する 1MW規模のデータセンターでは、サーバー1 台につき 250Wを、1 キロワット/時あたり約 10.7 円のコストで消費しています。サーバーのみを稼働させるための年間電力コストは、約 23,433,000 円(250W/1000×10.7×24 時間×365 日×サーバー1000 台)です。これらのサーバーを、残りの物理サーバーがCPU使用率 60%(基準値は 5~10%)で稼働している状態で、10:1 という控えめな併合比で仮想化した場合、総電力コストは 5,623,920 円(600W/1000×10.7×24 時間×365 日×サーバー100 台)¹ となります。これは、当該サーバー全体で 76%の節電となります。ですから、仮想化がデータセンターでの「環境に優しい」技術と広く認知されても不思議はありません。電力消費は大幅に低下しても、演算能力は同等以上に維持されます。

そうした「環境に優しい」シナリオでは、もっとも一般的に使用されているデータセンター効率(PUE)の測定基準が、こうしたサーバー統合を行うことで悪化するというのは、意外だと思われるかもしれませんが。これを測定基準の欠点だと受け取る人もいるかもしれません。電力消費の著しい低下が環境にもたらすメリットがはつきりと反映されるものでなければ、その効率測定基準は欠陥があるに違いない、というわけです。ただし、ここで思い出していただきたいのは、PUE は IT の処理能力の効率ではなく、データセンターの物理インフラ(電力や空調など)の効率を測定するための基準にすぎないということです。PUE を、特定のデータセンターにおける「環境への優しさ」の直接的指標として用いたり、そのように受け取ったりするべきではありません。PUE の用途は、当該の IT 負荷に対して電力および空調システムがどれだけ効率的かを示すことにあります。図 2 は、仮想化がデータセンター効率にもたらす効果を示したものです。

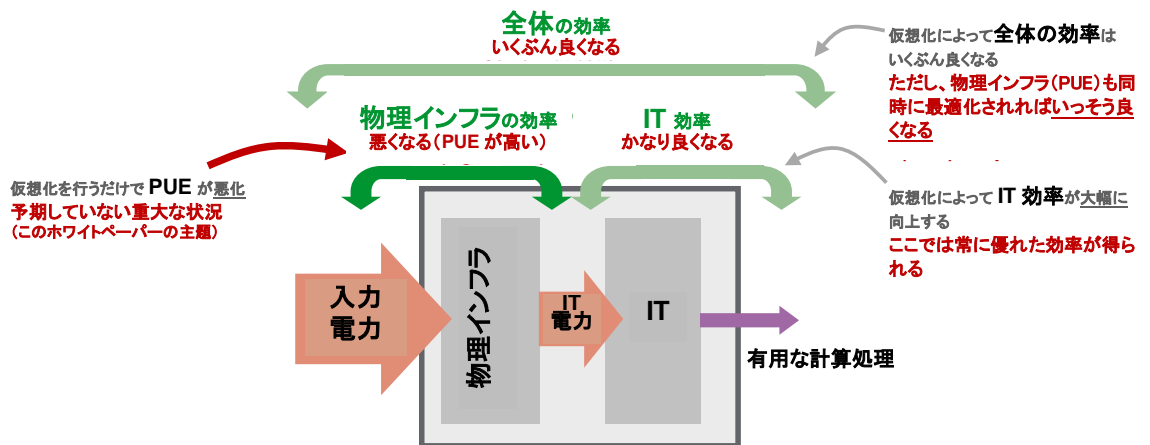


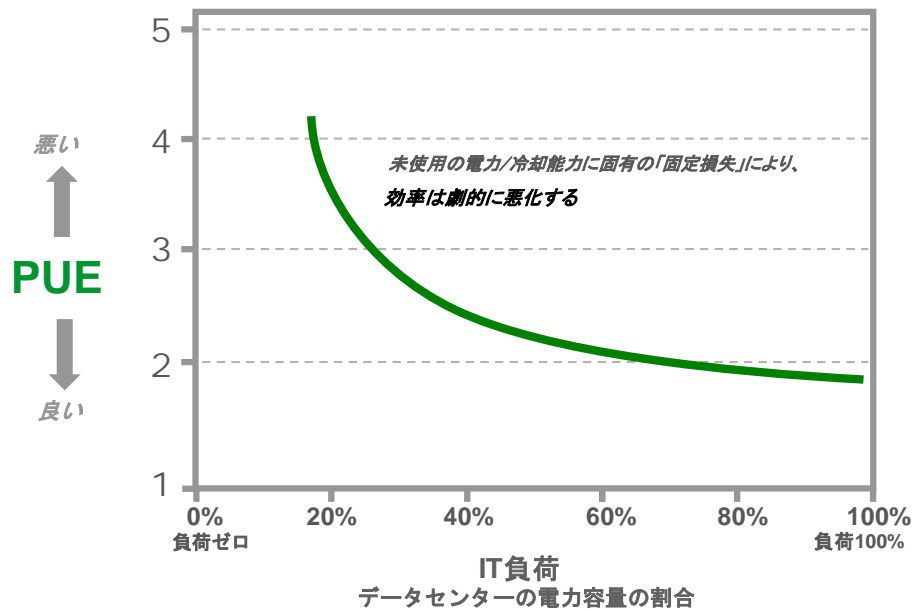
図 2
仮想化がデータセンター効率に及ぼす一般的な影響(データセンター効率全体における PUE という状況設定)

¹ 同一の物理ホストで CPU 使用率が 60%の場合、電力消費は約 300W になります。プロセッサとメモリーリソースの増設(仮想化された負荷を正しく処理するのに必要)すれば、さらに 300W 増えて合計 600W と想定されます。NAS または SAN の貯蔵電力は増加する場合がありますが、それでも全体的な IT の節電は重要です。

インフラ効率曲線に現れる仮想化の影響

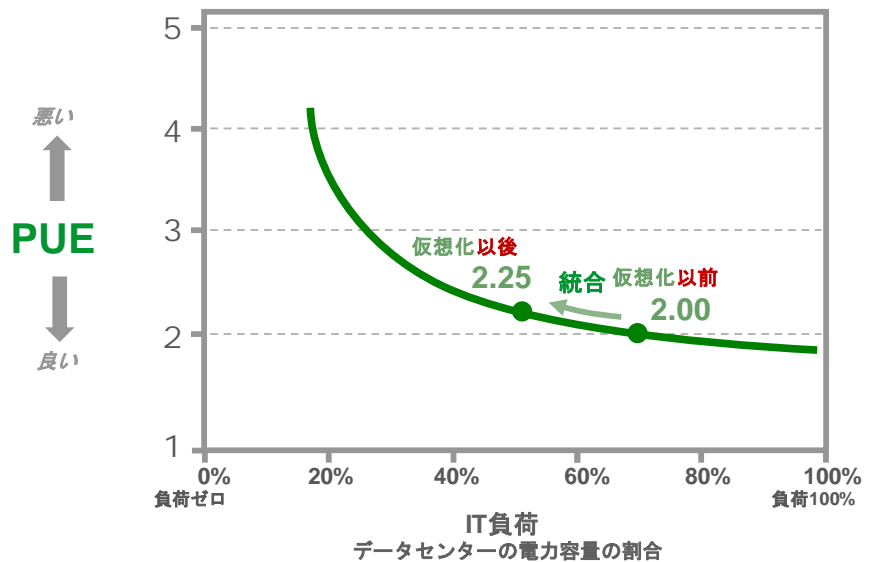
仮想化が実行される前に電力および空調インフラが放置された場合、サーバーやストレージが物理的に統合された後に PUE は悪化します。未使用の電力および冷却能力に固有のものは「固定損失」と呼ばれます。これは基本的には、IT 負荷が何であるかにかかわらず、電力および空調システムによって消費される電力のことで、存在する電力および冷却能力が大きいほど、固定損失も大きくなります。（統合などの理由から）IT 負荷が縮小すると、こうした固定損失がデータセンターの電力消費量に占める割合が大きくなります。つまり、PUE が悪化します。これは言い換えれば、PUE は常に、IT 負荷が大きいと向上し、IT 負荷が小さいと低下するというものです。図 3 は、効率と IT 負荷の関連を示す典型的な PUE 曲線です。

図 3
データセンターのインフラ効率を示す典型的な曲線



データセンターの PUE 曲線は、個々の機器およびシステム構成の効率によって異なりますが、曲線は常にゼロから始まり、上図のような形状になります。図 4 に統合が PUE に及ぼす影響を示します。

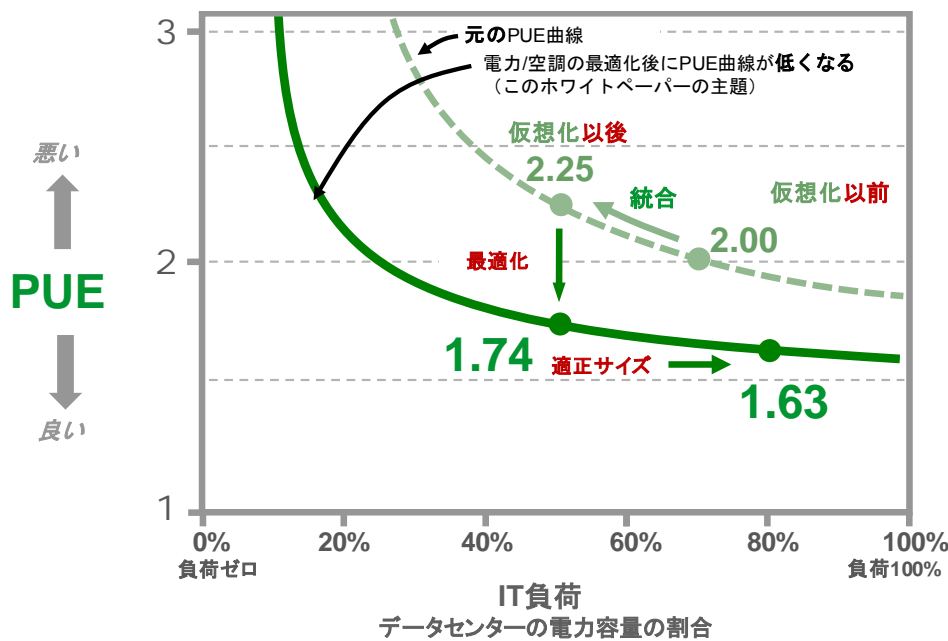
図 4
統合により負荷が減少し、PUE が曲線に沿って上昇する



注記：上記の PUE 値は、フリーアクセスフロア方式の空調システム、壁際ベースの固定速度空調装置、および非モジュール式 UPS で構成される、従来型のデータセンターを基準としたものです。

仮想化後の PUE を向上させるには、電力および空調システムを最適化し、オーバーサイズによる無駄を解消し、仮想化後の低負荷に合わせて容量を調整することによって、データセンターのインフラ効率曲線を改善する(低くする)必要があります(図 5)。電力および空調の最適化によって、効率が向上するだけでなく、未使用の電力および空調容量が消費する電力も低下するため、電気料金も節減できます。これらの PUE の定量化に利用できるケーススタディーが、本書の「付録」にあります。

図 5
最適化された電力および空調が、仮想化後の効率曲線を改善する



関連リソース
ホワイトペーパー113
データセンターの電力効率の
モデル化

負荷の関数としての効率の詳細については、ホワイトペーパー113『データセンターの電力効率のモデル化』を参照してください。

PUE 改善のためには固定損失を低減する

仮想化による省エネ効果を最大限に引き出すには、電力および空調インフラを最適化し、以下のような設計要素を取り入れることによって固定損失を最小限に抑え、仮想化による電力効率を最大限に高める必要があります。

- 負荷に合わせて縮小できる電力および空調容量(例:空調装置をオフにするかUPSモジュールを拡張可能なUPSから取り外す)
- 冷却の必要性に合わせて変速するファン/ポンプ
- 高効率な(稼働時の電力消費が小さい)機器
- コンテインメントがあるか気流経路が短い冷却構造(ホットアイル/コールドアイルを囲い込む、周囲の部屋単位の冷却を列単位の冷却に変更するなど)
- 要求に応じて容量を調節し、無効容量を識別できるキャパシティ管理システム
- ラック内での排気と低温給気の混合を減少させるブランクパネル

電力と空調容量の縮小は、影響度は非常に大きいとはいえ、既存のデータセンターでは実行するのはもっとも難しいかもしれません。こうしたシステム容量の縮小は、状況によっては実行不可能な場合があります。デザインがモジュール式でない場合は、システムを分割できない場合があります。問題のインフラシステムは、新しく、費用が支払われたばかりであるため、交換や大幅な変更ができないかもしれません。ホワイトスペース以外で、インフラ要因に対して他のシステムや運用によって(パッケージチャラープラントなど)、所要時間や容量を減らす能力を阻害されてしまう場合もあります。したがっ

て、電力および空調インフラのライトサイジングのコストが、供給と需要の密な調整による利益を上回ってもおかしくはありません。既存のデータセンターでは、おそらく以下のような対応を取ることがより現実的でしょう。

- ラック内の熱気と冷気の混合を減らすブランクパネルの設置
- ラックをホットアイルおよびコールドアイルのそれぞれに向けの
- エアコンテインメント技術の導入
- ファン速度の調整、または空調装置の電源オフ
- 不要な UPS 電源モジュールを拡張可能な UPS から取り外す

ただし、現在設計中の新しいデータセンターの場合は、電力および空調プラント全体を負荷に対してリサイジングするほうが意味があります。この段階でそうすることは、事前の初期設備費が減少し、データセンターの運用が開始すれば電力効率がいっそう向上することを意味します。上記の項目を実行することで既存の電力および空調システムの運用効率を高めることが主目的だとしても、既存のデータセンターでは、「付録」に示す例にあるような大幅な省エネと PUE 改善が期待できます。

標準化とモジュール化によりライトサイジングが容易に

ただし、既存のデータセンターについて言及した実行可能性の問題にもかかわらず、容量のオーバーサイズは非効率的で無駄が多くなります。左側のコラムにあるとおり、電力および空調システムが低負荷になっていると、別の悪影響が生じます。幸い、今日の電力および空調ソリューションでは、既存のデータセンターにおいても実際の需要に合わせて容量をより細かく調整することが可能になっています。これは主に、そうしたソリューションが容量の拡張性を備えていることが理由です。そしてこの拡張性は、標準化とモジュール化の両方の結果なのです。

従来の非モジュラー式システムでは、容量を追加する際には、現場のエンジニアがデザインをカスタマイズしたり、複数のメーカーのさまざまなコンポーネントを組み合わせていたりする必要がありました。そうした従来のシステムで後から容量を変更したり減らしたりすることは、コストが高くつき、障害が起きやすくなるうえ、時間もかかります。標準化され、組み立て・検査後に出荷されるモジュラー式の電力および空調システムを設計することにより、容量の追加または削除がはるかに容易かつ安全にできるようになります。たとえば UPS の電力容量を減らすには、単に電源モジュールをシャーシから取り外すだけで可能です。これは、負荷への電力を止めずに行うことができ、特別な整備作業も必要ありません。こうした電源モジュールの取り外しにより、固定損失が減少して PUE が向上します。取り外したモジュールは、保管しておいて、後で負荷が増加したときに再び使用できます。

今日の空調システムも、たいていは同じように拡張が可能です。たとえば、変速ファンは、熱負荷に基づき、必要に応じて速度の増減が可能です。仮想化後に全体的な IT 負荷が減少すると、ファンはさらに低速で回転できるようになるため、比例損失（システムの負荷に比例したシステムの消費電力）が減少します。これにより、PUE が向上します。リアルタイム管理と緊密に連携した拡張性のある物理インフラ（詳細は後述）は、電力と空調の、必要な時と場所に応じた最適な数量を知るのに役立ちます。そのため、データセンターの仮想化後は、ライトサイジングはより現実的な選択肢のひとつとなります。

では、インフラのライトサイジングによって、今以上の省エネがどの程度実現できるでしょうか。

TradeOff Tool™ を用いた、仮想化によるコスト削減効果の計算

図 6 に、Virtualization Energy Cost Calculator TradeOff Tool™ を示します。この対話式のツールでは、データセンターのサーバーを仮想化した後の IT 機器、物理インフラ、および省エネの効果を知ることができます。このツールでは、データセンターの容量、負荷、サーバー台数、電力コスト、およびその他のデータセンター要素が入力できます。

> 極端な低負荷の影響

正常な運用範囲に負荷が収まるよう電力と空調のサイズを縮小していない場合は、極端な低負荷が原因で、省エネを一部打ち消すような支出が生じたり、時には可用性に支障をきたしたりする場合があります。

空調（熱負荷が低すぎる）

- 圧縮機のヘッド圧力が高すぎるため、安全停止装置が作動する
- 圧縮機が頻繁に停止するため、耐久年数が短くなる
- 常に低負荷の下限未満で稼働させていると、製品保証の対象外になる場合がある
- 圧縮機の頻繁な発停を防ぐ「正常な」負荷をかける際、負荷圧縮機の高温ガスバイパスのコストが発生する

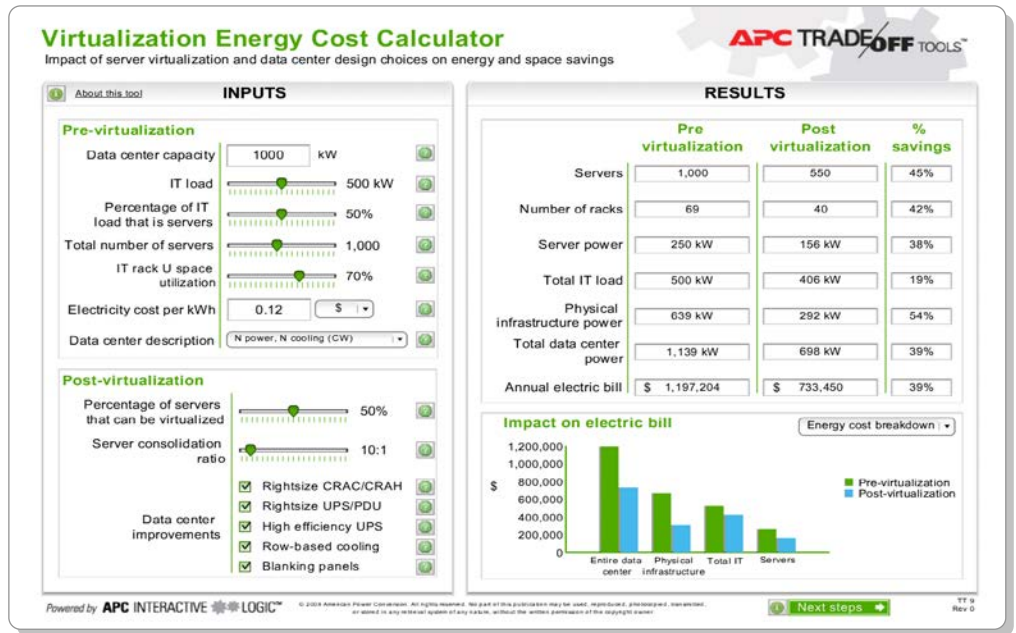
発電機（電力負荷が低すぎるか、発電機の数が多い）

- システム内で燃料が燃焼しない（「ウェットスタッキング」）ため、環境汚染の罰金が科せられる、または火災が発生する恐れがある
- エンジンの保温に、不要なジャケット温水ヒーターのコストがかかる
- 余分な燃料の保管、点検、および保守にコストがかかる

図 6

TradeOff Tool™を用いた、仮想化によるコスト削減効果の計算

画像をクリックすると、この対話式ツールの実例を見ることができます。



> 消費電力の低下によるエネルギーおよびサービス契約への影響

電力消費の急激な低下によって、光熱費やサービス提供に関する契約に想定外の結果がもたらされる場合があります。データセンターでコスト削減を達成したことによって、電力会社や建物所有者、サービス提供事業者に違約金を支払う必要が生じないよう、このような契約を必要に応じて見直し、交渉し直す必要があります。

- **光熱費に関する契約**: 電力会社との契約には、総電力消費量が1か月あたりの所定消費量を下回った場合は違約金が課されるという条項が含まれている場合があります。
- **不動産契約のエネルギーに関する条項**: 不動産契約には、単位面積あたりのコストとして電力料金の固定額が定められている場合があります。仮想化によって達成したコスト削減分が建物所有者に還元されてしまわないよう、このような契約は見直す必要があります。
- **機器のサービス契約**: 未使用の電力および空調機器を撤去し、ダウンサイジングによって不要になった機器の使用料を支払わずに済むよう、サービス契約を見直す必要があります。

動的な IT 負荷

仮想マシンの作成および移動を急速に(自動化を拡大しながら)行うには、物理インフラの状態と容量を個々のラックのレベルに至るまで考慮する、慎重な管理とポリシーが必要です。これを怠ると、仮想化によってクラウドコンピューティングにもたらされるソフトウェアの耐障害性が損なわれてしまいます。幸い、仮想化作業を大幅な単純化により支援するツールが存在します。

仮想負荷が生成されるかある場所から別の場所へと移動されると、物理ホスト上の電力負荷が時間と場所に応じて変化します。プロセッサが処理を行ったり電力状態を変更したりするとき、あるいはハードディスクが回転速度を変化させるとき、仮想化されているかどうかにかかわらず、あらゆるマシンの電気的負荷が変化します。この変化は、処理ニーズの経時的変化に伴って終日マシンのパワーを増減させている電力管理ポリシーが実行されると、増幅する可能性があります。ただし、電力制限のポリシーによってこの変化を減らすことができます。つまり、プロセッサ速度が自動的に低下する前にマシンで消費される電力が、制限されるわけです。いずれにしても、データセンターの物理インフラは、IT 機器の銘板に記されたパーセンテージの高い定格値に基づいて頻繁にサイズ調整されるた

仮想化とクラウドコンピューティング：電力、空調、および管理の最適化によって最大限のメリットを実現

め、この種の電力の変化が、物理インフラに関連する容量の問題を引き起こすことは(特に、仮想化されたサーバーの割合が低い場合は)なさそうです。

大規模なクラウドベースのデータセンターに代表される、高度に仮想化された環境では、仮想化されていない環境と比べて、負荷の変動幅が大きくなる可能性があります。計画と管理が十分に行き届いていないかぎり、その規模の大きさが容量の問題を引き起こすおそれが十分にあり、たとえそうでなくても、容量の「空き高」に関するポリシーに反するおそれがあります。

仮想マシン (VM) の作成と移動を自動化する管理者が増えてきています。自動化は、仮想化データセンターの耐障害性を高めるのに役立つ独特な機能です。特定の VM でソフトウェアの障害が起きるか、物理ホストサーバーがクラッシュしても、他のマシンはすばやくワークロードを回復でき、ユーザーの待ち時間は最小限に抑えられます。自動化された VM 作成と移動は、クラウドコンピューティングにおける処理能力の拡張性の大部分を可能にするものでもあります。しかし**皮肉なことに、こうした VM のすばやい移動により IT ワークロードは存在し得る電力および空調の課題にさらされ、その結果として電力・空調の負荷がリスクにさらされることとなります。**

DCIM と VM 管理の統合による安全性の高い VM 配置の自動化

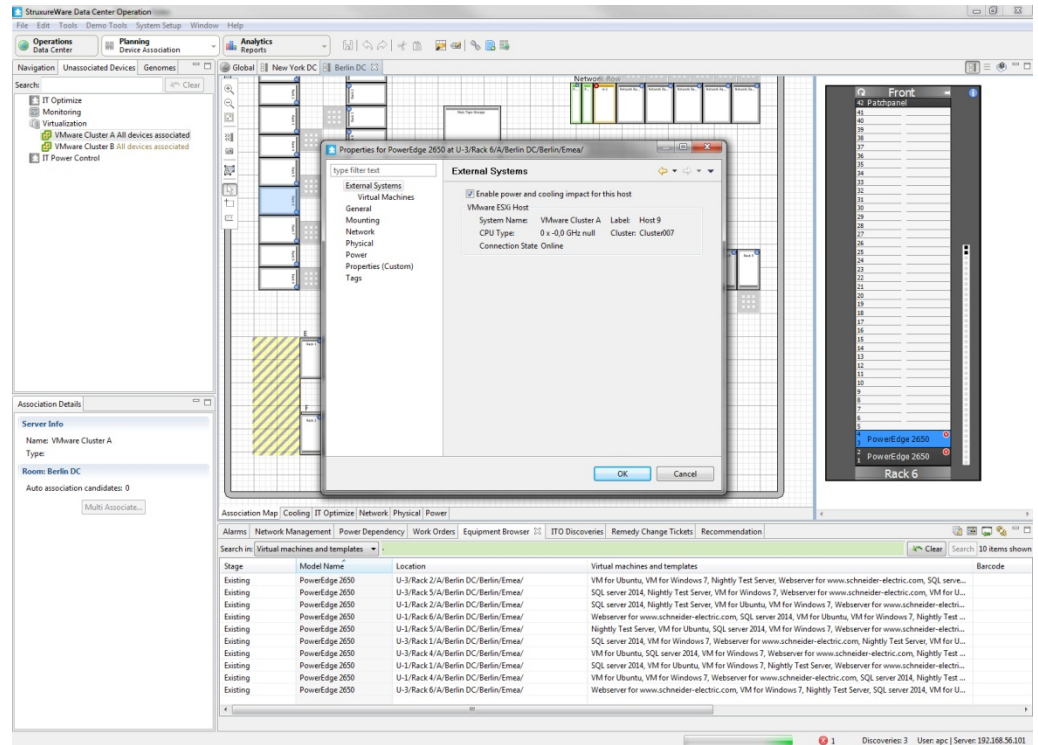
データセンターインフラ管理 (DCIM) ソフトウェアを使うと、電力および空調システムの健全性と容量の状態を監視したりレポートしたりできます。また、このソフトウェアを使って、IT 機器と物理インフラとのさまざまな関係をもれなく追跡できます。物理にしる、仮想にしる、どのサーバーが所定のラックに配置されているか、と、そのサーバーがどの送電経路と空調システムにつながっているか、といったことは、優れた VM 管理を行うには必須の知識です。こうした知識は重要です。なぜなら、それが欠けていると、適切かつ健全な電力および空調リソースを備えたホストを仮想マシンの作成場所または移動先にすることは、実際のところ不可能になるからです。

DCIM ソフトウェアが提供するすべての情報について、手作業の人的介入に頼って解釈したり判断を下したりすることは、データセンター管理者に課される多くの要求を考慮すれば、容量の管理方法としてはすぐに不十分なものになってしまいます。手作業の介入の必要性は、ダウンタイムの主要な原因である人的ミス招きます。この場合、人的ミスは IT 負荷の変化という形をとりやすく、当該場所での電力および空調の状態や可用性を意味するものではありません。DCIM 情報 (使用可能なラックスペース、電力、空調の容量および健全性) の自動化と管理、ならびに提案されたアクションの実行により、リスクは大幅に減少します。

データセンターインフラ管理 (DCIM) ソフトウェアは、このようにリアルタイムの、自動化された管理を実現します。図 7 にその例を示します。VM マネージャーと DCIM ソフトウェアの間の双方向コミュニケーションと、この統合の結果としてのアクションの自動化によって、物理サーバーとストレージレイは、必要に応じて適切な電力および空調を得られるようになります。

図 7

DCIMとVMマネージャーの統合の例：シュナイダーエレクトリックのDCIM用ソフトウェアスイートStruxureWare for Data Centersの一部であるStruxureWare Data Center Operationは、VMware's vSphere™やMicrosoft's Virtual Machine ManagerなどのVMマネージャーと直接統合して、電力および空調容量が十分に存在する場所に仮想リソースを配置できます。



VMは、通常はプロセッサ、メモリ、またはストレージリソースが所定の時間や場所で十分に使用できないという理由から、作成されたり別の物理サーバーへ移動されたりします。しかし、効果的な管理システムは、ラックレベルでのリアルタイムの物理インフラの容量と健全性に基づいて、VMを直接移動できます。DCIMソフトウェアとVMマネージャーが統合されると、VMは、追加の負荷を処理できるだけの電力および空調を備えている場所へ、安全かつ自動的に移動されます。対照的に、VMは、電力または空調の問題が悪化するラックから遠ざけることができます。たとえば、ラックで停電が発生して、冷却ファンが停止するか電力の冗長性が急激に失われた場合、VMマネージャーはそのイベントについて通知を受けることができ、「リスクのある」VMをデータセンター内の別の場所にある安全かつ「健全な」ラックへ移動させることができます。こうしたアクションはすべて、リアルタイムで自動的に行われ、人員の介入を必要としません。DCIMソフトウェアとVMマネージャーの統合は、仮想負荷とその物理ホストを保護するための重要な機能です。サービスレベルの維持が容易になり、スタッフは時間を割いて電力および空調インフラを実際に監視するわずらわしさから開放されます。

こうした統合は、新規に仮想化または統合されたデータセンターに合わせて電力および空調容量が縮小またはライトサイジングされる場合は、いっそう重要性を帯びます。「空き高」すなわち余剰容量が少なくなると、仮想マシンの配置におけるエラーの許容範囲は狭くなります。頻繁かつ急激な負荷の変化を特徴とする環境で、高効率で備えの乏しいデータセンターを維持するには、VMマネージャーを用いてリアルタイムで自動的に稼働する管理システムが必要です。

また、忘れてはならないのは、VM管理に関連するITポリシーは電力および空調システムの統合を前提に構築する必要があるということです。つまり、DCIMソフトウェアとVMマネージャーの統合を、前述のとおり機能させなければなりません。ポリシーでは、しきい値と制限を設ける必要があります。つまり、電力および空調容量、健全性、および冗長性の観点から、当該アプリケーションまたはVMでは何が許容されるのか、ということです。

低い冗長性 要件


IT の仮想化のメリットとして、電力および空調容量のニーズが減少することが広く知られています。これは、前項「IT 負荷の減少が PUE に及ぼす影響」で説明したとおりです。しかし、IT の仮想化が物理インフラにおける冗長性のニーズの減少にもつながるといえるというメリットは、あまり知られていません。インフラの冗長性レベルの高さよりも、管理の行き届いた仮想マシン（およびそのマシンで稼動するアプリケーション）の耐障害性を重視することは、設計の単純化、設備費の低減、他の必要システムや将来的な IT 環境拡大のためのスペースの節約を可能にします。

高度に仮想化された環境は、耐障害性と高い復旧性という意味では RAID アレイに近いものです。ワークロード、仮想マシン全体、および仮想化されたストレージリソースは、問題が発生したときでもネットワーク内の安全な場所へ、自動的にすばやく移動できます。サービスの連続利用を保つためのこうしたリソースの変更は、基本的にはエンドユーザーからは見えないレベルで行われます。ただし、IT の導入品質と仮想マシン (VM) マネージャーソフトウェアの統合レベルによっては、こうした移行の際にエンドユーザー側に一時的な遅延の問題が生じます。しかし一般的には、一部のサーバーやラックが使用不能になったときでも、高度に仮想化された環境でのサービスレベルは維持できます。

こうした耐障害性を考慮すると、高度に仮想化されたデータセンターでは、冗長性の高い 2N または 2(N+1) 電力および空調システムのニーズは減少するかもしれません。たとえば、特定の UPS が故障しても業務が混乱をきたさない場合は、故障した UPS にバックアップ用の冗長 UPS システムを用意する必要はないかもしれません。冗長性が「2N」の電力および空調システムを備えたデータセンターを新設する場合は、「N+1」のデータセンターの設置を検討してもよいでしょう。そうすることで、設備費が大幅に減少し、インフラの設計が単純化します。高度に仮想化されたネットワークの耐障害性は、組織に対して、現状での現実的な選択肢としてこうしたインフラの冗長性の低減の検討を促す要素です。もちろん、この種の判断を下す前に、設備および IT を担当する経営層は、物理インフラシステムや検討対象のコンポーネントが故障や使用不能に陥った際にビジネスの継続性に及ぼし得る影響を、常によく検討する必要があります。言い換えれば、物理インフラの冗長性を低減できるようなレベルのサービスと耐障害性を実現できるように、IT 管理システムとポリシーの見直しと監視が必要になるということです。物理インフラの冗長性と仮想化された IT 環境の耐障害性との整合は、前述のリサイジングのもうひとつの形と言えます。このようにリサイジングを行うことで、電力消費、設備費、および固定損失を減らしながら、データセンターの PUE を向上させることができるのです。

UPS の冗長性の詳細については、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。

物理インフラの設計がデータセンターの設備費に与える影響について詳しくは、「Data Center Capital Cost Calculator APC TradeOff Tool™ 4」を参照してください。本書末尾の「資料」の項に、そのリンクがあります。

 関連リソース
ホワイトペーパー75
UPS システム構成の比較

結論

データセンターの IT リソースを仮想化すると、物理インフラに影響が生じる可能性があります。その影響を無視すると、仮想化とクラウドコンピューティングの広範なメリットが制限されたり損なわれたりし、場合によってはその程度が深刻になります。サーバーの統合後は、高密度の領域が増大する可能性があります。それがハードウェアの故障につながるホットスポットを生み出します。信頼性を損なわずに高密度の機器を冷却するための手段と能力を備えた空調システムを実現するためには、さまざまな方法があります。PUE は、統合後に著しく悪化することがあります。減少した IT 負荷に見合うように電力および空調システムを最適化することで、PUE は大幅に改善します。こうした最適化は、拡張性のあるモジュール式システムを使用すれば、さらに容易に実行できます。電力および空調の状態を個々のラックレベルで最初に考慮しておかないと、時間と場所によって自動的に変化する動的な IT 負荷が、知らず知らずにリスクにさらされるおそれがあります。電力および空調の健全性が保たれた場所のみ VM が配置されるようにするには、慎重な計画と継続的な管理が要求されます。健全な VM ポリシーを構築し、DCIM ソフトウェアと VM マネージャーを統合することにより、そうした継続的な管理を自動化できます。最後に、今日の VM マネージャーソフトウェアは高度な耐障害性をもたすため、電力および空調インフラの冗長性を比較的強く抑えることができます。そうした戦略の下では、時間と場所と電力を節約できるとともに、設備費を大幅に低減できます。本書で説明したソリューションを実行すれば、高度に仮想化されたデータセンターが高い信頼性と効率、十分な柔軟性をもって稼動するように維持し、絶え間なく変化する処理能力への要求にも応えることができるようになります。



著者について

スザンヌ・ナイルズは、シュナイダー エレクトリック グループ Data Center Science Center の上級リサーチアナリストです。ウェルズリー大学で数学を学んだ後、MIT で手書き文字の認識を研究し、コンピューターサイエンスの学士号を取得しました。30 年以上にわたり、ソフトウェアマニュアルから写真や童謡まで、幅広いメディアを通して、さまざまな人々を対象とした教育活動を行っています。

パトリック・ドノヴァンは、シュナイダー エレクトリック グループ Data Center Science Center の上級リサーチアナリストです。16 年以上にわたって、シュナイダーエレクトリックの IT 事業部門で、重要な電力および空調システムの開発とサポートの経験を積んできました。受賞歴のある電源保護、効率、および可用性ソリューションにも携わっています。



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。



Deploying High-Density Pods in a Low-Density Data Center (英語版)

ホワイトペーパー134



高密度にサーバーを搭載するラックおよびブレードサーバの電力供給と冷却の対策

ホワイトペーパー46



データセンタの電力効率のモデル化

ホワイトペーパー113



UPS システム構成の比較

ホワイトペーパー75



ホワイトペーパー一覧

whitepapers.apc.com



Virtualization Energy Cost Calculator

TradeOff Tool 9



Data Center Capital Cost Calculator

TradeOff Tool 4



APC TradeOff Tools™ 一覧

tools.apc.com



お問い合わせ

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、お問い合わせ先:

Data Center Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

製品やサービスに関する具体的なお問い合わせ先:

シュナイダーエレクトリック株式会社までお問い合わせください
TEL:03-5931-7500 FAX: 03-3455-2030 Email:jinfo@schneider-electric.com

付録

以下の事例研究では、APC TradeOff Tool™ Virtualization Energy Cost Calculatorを使用しました。この例では、1MW のデータセンターが負荷 70%で稼働しており、電源および空調は冗長構成されておらず、電力料金は 1,400,000ドル(約 1 億 3,000 万円)以上、と想定しています(図 8)。

データセンターは、仮想化により、サーバー電力が 10 分の 1 まで低下しています。仮想化に起因する負荷の減少が原因で、電源および空調インフラが軽負荷になり、前述のとおり固定損失があるためにインフラ効率が低下(PUE 2.25)しています。この段階では、電力料金は 17%しか減少しません。しかし、UPS、PDU、および空調装置もライトサイジングして、空気を囲い込む手段(ブランクパネルの設置など)を講じた場合、PUE はさらに 1.63 まで減少し、電気の節約は 40%にまで達します。インフラの最適化前、仮想化後の負荷と比べて、物理インフラ上のデータセンター全体の負荷は、データセンターの容量がライトサイジングされた結果、増加します。このことは、物理インフラが IT 負荷の減少に合わせてライトサイジングされたとすれば、データセンター全体の定格容量は増加する、ということの意味します。

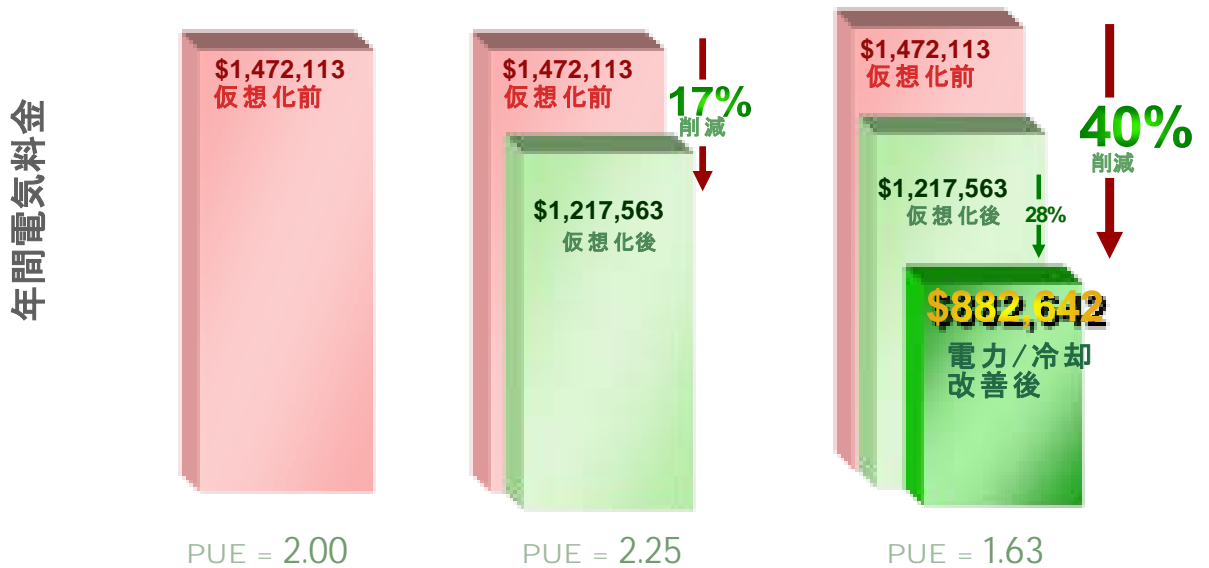


図 8
事例研究：電源/空調を改善した場合と改善しない場合の仮想化による効果の違い

a. 仮想化前

データセンターの容量: 1,000 kW
IT 負荷の合計: 700kW
データセンターの負荷: 70%
サーバーの負荷: 490 kW (IT 負荷の 70%)

部屋単位の冷却
ホットアイル/コールドアイル構成
CRAC は未調整
UPS: 従来の UPS (負荷 100%で 89%の効率)

約 45cm のフリーアクセスフロアと約 15cm の配線などの障害物
通気用フロアタイルを無計画に配置
ブランクパネルなし

b. 仮想化後

サーバーの統合のみ

データセンターの容量: 1,000kW
IT 負荷の合計: 515 kW
データセンターの負荷: 52%
サーバー台数を 10 分の 1 に削減
100%のサーバーが仮想化済み
サーバーの負荷: 305 kW (IT 負荷の 59%)

DCPI 要素に変化なし

c. 仮想化後

PLUS 電源/空調の改善とライトサイジングの実行

データセンターの容量: 515 kW
IT 負荷の合計: 515 kW
データセンターの負荷: 100%

UPS: 高効率(100%の負荷で 96%の効率)
列単位の冷却方式(コンテインメントなし)
ブランクパネルを追加
CRAC、CRAH、UPS および PDU は負荷に応じてライトサイジング

注記: 上記の省エネ総量の 90%は、既存システムの最適化(高効率 UPS、列単位の冷却とブランクパネルの設置)によるものです。残りの 10%は、CRAC、CRAH、UPS、および PDU のライトサイジングによるものです。