

低密度データセンタにおける 高密度ゾーンの配置

ニール・ラスムセン

ビクター・アヴェレール

ホワイトペーパー#134

対話式ツールを
含む

APC
TRADE~~OFF~~TOOLS™

APC®
by Schneider Electric

要約

電源および空調システムに関する画期的な新技術によって、既設または新設の低密度データセンタ内に独立した高密度ゾーンを簡単かつ迅速に配置できるようになりました。この独立した高密度ゾーンは、既設の低密度電源および既設空調の各インフラの性能を低下させることなく、予測可能かつ信頼性の高い方法で高密度機器を運用できます。高密度ゾーンは従来の設計のものと比較して非常に電力効率が高い、という副次的な効果もあります。このホワイトペーパーでは、高密度ゾーンの設計計画、導入計画、および予測可能な運用計画に関する指針を示します。

©2008 American Power Conversion. All rights reserved.

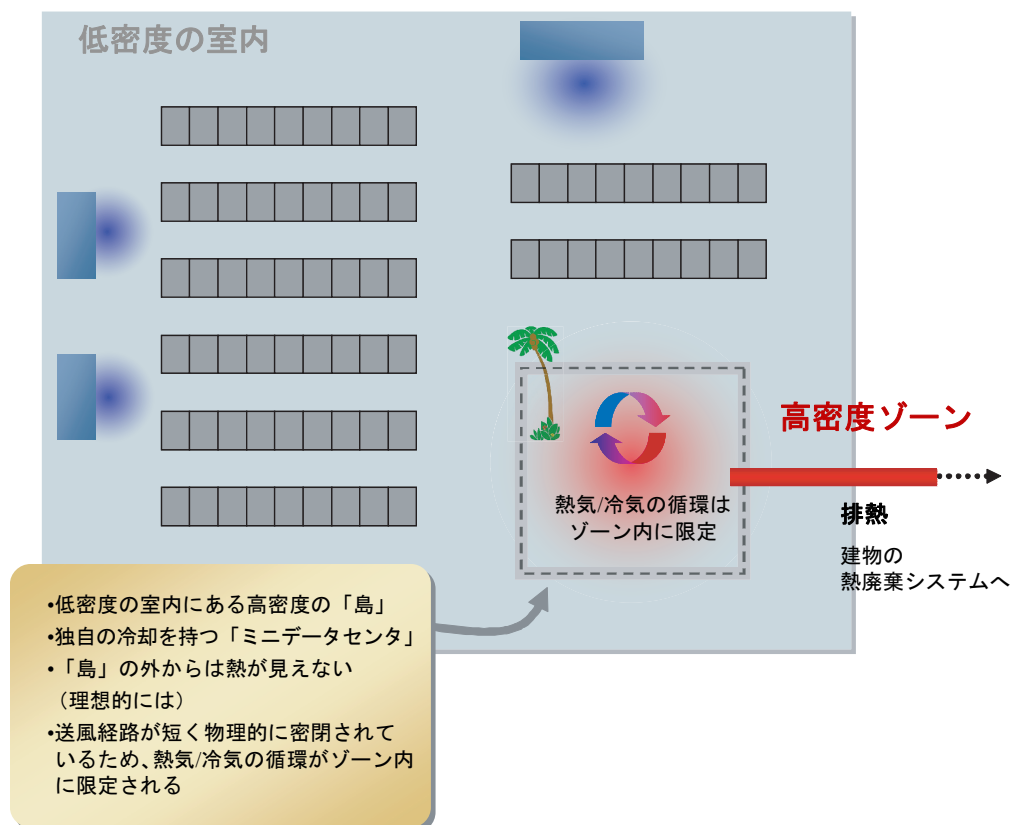
本書に記載の内容は、著者に無断で保存、使用、複製、複写、転用することを禁じます。

www.apc.com WP134 改訂 1

はじめに

ブレードサーバや 1Uサーバ、マルチコアのハイエンドサーバなどの高密度機器は、前世代のサーバに比べて、単位消費電力あたりの計算能力が高いという特徴があります。ただし、新しい世代の高密度機器による統合を実施する場合は、電源および空調リソースを集中させる必要があります。データセンタの運営担当者やIT管理者は、既設データセンタの能力を正確に把握していないことが多く、新設するデータセンタを高密度ラック(高密度機器搭載ラック)に対応させる必要があるのかも判断できていないことがあります。幸いなことに、従来の低密度データセンタに高密度ラックを迅速かつ簡単に配置できるソリューションがあります。図 1 のように高密度ゾーンを設けることによって、データセンタ管理者は、新規データセンタ建設の数分の1の費用で高密度・低密度混在型のデータセンタ環境をサポートできます。

図 1 高密度ゾーンの基本概念



このホワイトペーパーで「高密度ゾーン」という場合は、1つまたは複数のラック列でラック1台あたり平均4kW以上の高密度機器をサポートしているゾーンを指します。高密度ゾーンは、大規模な低密度データセンタの内部に設置されるものであり、高密度データセンタ(高密度ラックのみに対応したデータセンタ)とは**異なります**。このホワイトペーパーでは、高密度データセンタの配置や運用を管理する方法については取り上げません。

高密度ゾーンと「分散」戦略の比較

今日のIT機器は高電力密度で稼働(すなわち、個々のサーバが大量の電力を消費)しますが、このような機器は、必ずしも高密度な方法(1台のラック内にまとめて収容)で配置する必要はありません。実際のところ、高密度サーバを各ラックに数台のみ設置して分散させる、という戦略が一般的です。このように機器を分散させれば、データセンタの平均電力密度をデータセンタ設立当初の設計範囲に収めることができます。こうして、さまざまな技術的問題を回避することができます。

しかし、以下の理由から機器を「分散」できない場合があります。

- フロアスペースがさらに必要になるため、導入が困難または不可能
- ラックに空きスペースがあるのは無駄であるという経営管理層の見解
- 配線費用の増大(ケーブル長が延びるため)
- コスト増大および保守の困難さ – ケーブルや取り付けがほかの機器ともつれ合って部屋中が散乱状態になる
- 冷却システムの気流経路が長くなり、冷却ターゲットを絞り込めなくなるため、データセンタの電力効率が低下する – これにより、熱気と冷気の混合が多くなり、空調装置に戻される空気の温度が低くなる(後述の補足記事「[気流経路を短くするとデータセンタの効率が向上する理由](#)」を参照)

以上のような理由から、データセンタの運営担当者が負荷分散によって部屋全体の電力密度を維持するというのをせず、特定ゾーン内に100%の密度でIT機器を配置し始めることが予想されます。そのような場合には、**新たな電源および空調技術を導入し、高密度機器を高密度ゾーンに集中させることで、効率が大幅に向上します。**

このホワイトペーパーでは、低密度データセンタに高密度ITラックを配置する場合について説明し、既設/新設データセンタにおける高密度な電源および空調システムに関する問題を解決する簡単なソリューションとして、これらの**高密度ゾーン**の実装技法である「列単位の冷却」を取り上げます。IT機器の分散も含め、高密度機器の配置についての代替案については、APCホワイトペーパー#46『[高密度にサーバ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](#)』をご参照ください。

高密度で高効率を実現

部屋単位で電源や空調を使用する従来のデータセンタにおいて、高密度ラックの管理が不十分な場合は、冷却効率の悪さ、冷却冗長性の喪失、ホットスポットの出現、サーマルシャットダウン(過熱による回路停止)、回路の過負荷などの悪影響が生じ、データセンタの環境が不安定になります。

しかし、今日の電源/空調技術を活用して、高密度ラックを効果的に配置し、「スマート」な列単位の電源および空調システムでサポートすることで、効率や予測可能性が大幅に向上します。

このホワイトペーパーで紹介する高密度ゾーンを活用すれば、高密度環境を導入しながら、対象を絞り込んだ局所的で拡張性のある電源/空調ソリューションによって、**データセンタ全体の効率向上も達成**できます。

課題：高密度環境の管理が不十分な場合

従来のデータセンタ設計では、フリーアクセスフロアを使って低密度 IT 機器を冷却していました(図 2a)。ところが、低密度データセンタ内に高密度機器を無作為に設置すると、安定した冷却が失われ、ホットスポットが現れ始めます(図 2b)。

図 2a 低密度データセンタ

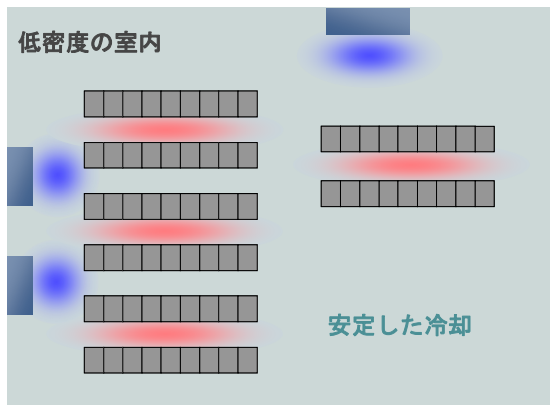
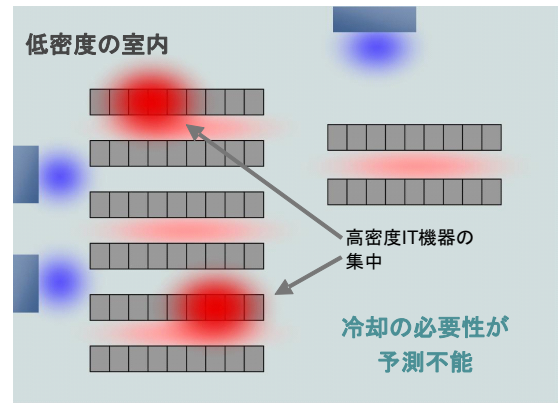


図 2b 高密度ホットスポット



低密度ラック(通常はラック 1 台あたり 1~2 kW)用に設計されているデータセンタの構造はさまざまです。天井の高さやフリーアクセスフロアの深さ、室内配置、配電、フリーアクセスフロア内の障害物など、その構造は大きく異なります。さらに、高密度ラックの定義も IT 管理者によって異なります。このホワイトペーパーで取り上げる「高密度ラック」とは、搭載機器の消費電力の合計が 4kW 以上のラックのことです。高密度ラックに関しては、その容量にかかわらず、導入にあたって以下のような点を検討する必要があります。

- **サーバ導入の遅れ** — 新規導入したサーバの冷却に適したラックを特定できないため、冷却アセスメントを実施する必要が生じ、すでに遅れている導入がさらに遅れる
- **不測のダウンタイム** — 配電回路の過負荷または IT 機器のサーマルシャットダウンが原因
- **データセンタ全体の空調が予測不可能** — 高密度サーバを移動/追加/変更した後、サーバの空調が適切かどうか分からない
- **冷却冗長性の喪失** — 高密度ラックの増設台数が増えると、冗長構成になっていた空調装置によって集中的な気流を供給する必要性が生じる。消費電力の観点から、極端に非実用的または費用がかさむサブシステムがある（たとえば出力接続数の多い PDU や、開閉装置など）

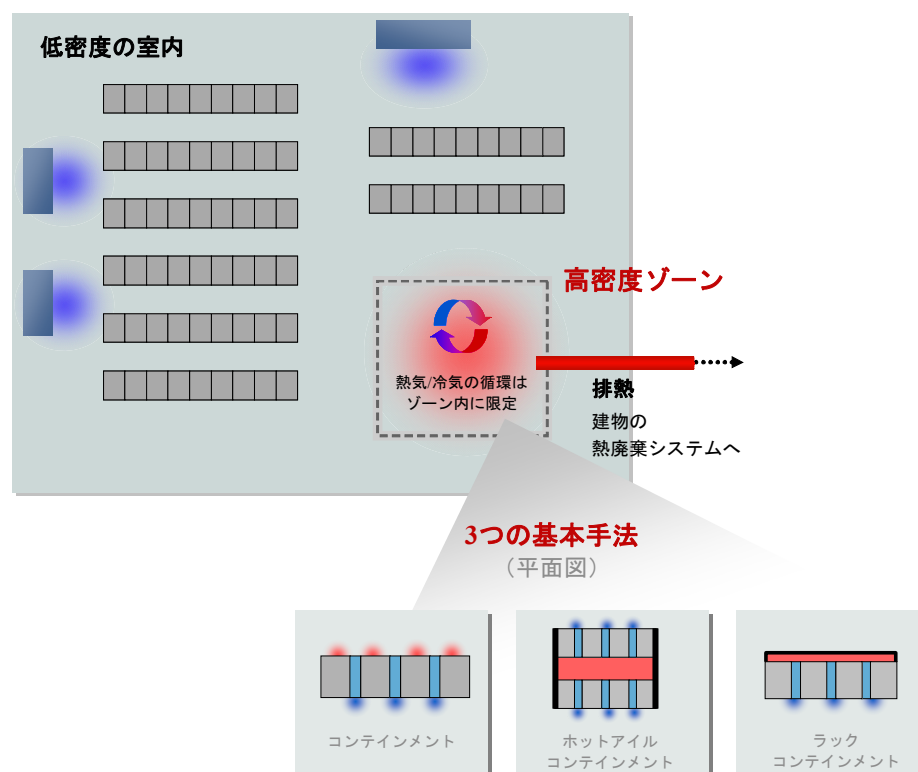
これらの問題を解決できるソリューションについて、以下のセクションで紹介します。

ソリューション：高密度ゾーン

データセンタ内に他のエリアとは分離して標準化した独立のゾーンを設け、そこに高密度ラックを配置することで、前述の問題を低コストで解消できます。この**高密度ゾーン**は、予測不可能なフリーアクセスフロア方式の空調システムに依存せず、設置前の複雑な数値流体力学(CFD)分析も必要ありません。

図3に**高密度ゾーン**の導入方法を3種類示します。このゾーンでは、配電、UPS、空調システムをそれぞれ独立してサポートできます。この「ドロップイン」ソリューションを採用すれば、高密度機器を高密度ゾーンに移動するだけで図2bのホットスポットを解消できます。ゾーン内の高密度IT機器からの排熱は屋外に放出されるため、既設データセンタの空調システムや周囲の低密度ITラックには影響しません。実際に、このゾーンは既設の低密度データセンタ内における独自の高密度データセンタとして稼働するため、室内の当該ゾーン以外の温度には影響がありません。

図3 他のエリアとは分離した（室温が変化しない）高密度ゾーン



「室温が変化しない（room neutral）」とは

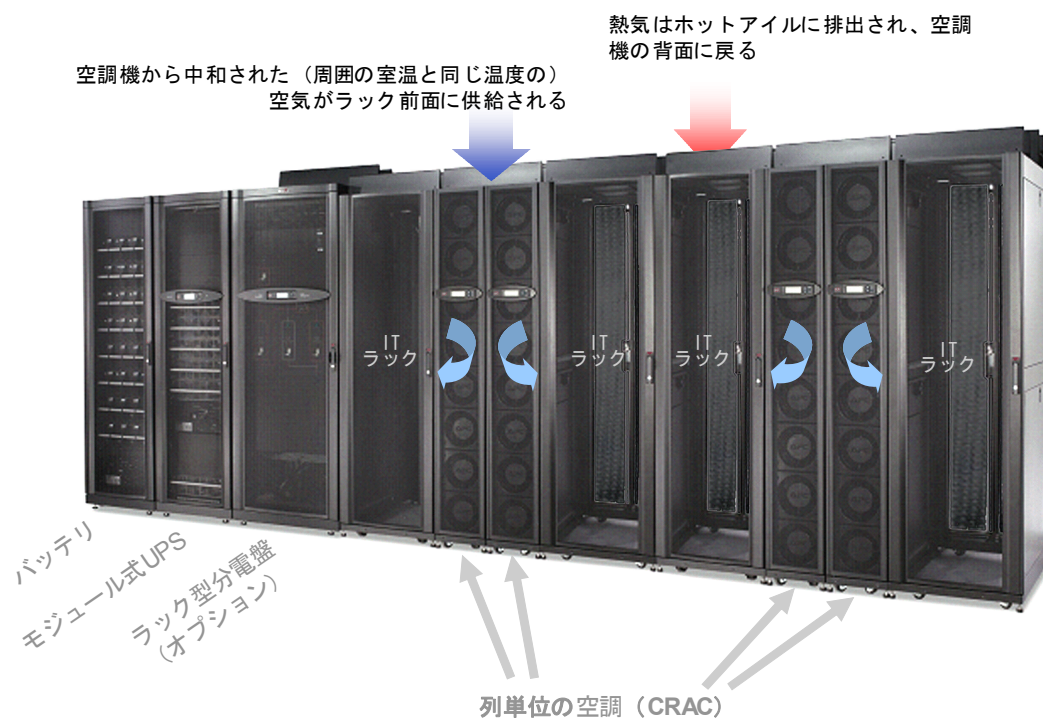
高密度ゾーンが理想的に働けば、サーバからの排熱を隔離し、排熱をすべて空調装置の吸気口に送り込み、冷却済みの空気をサーバ前面に放出します。熱気と冷気を両方とも隔離することで、高密度 IT ラックから生じる温度の影響が高密度ゾーン内で解消されます（この隔離が行われないとすれば、高密度 IT ラックからの影響が従来の低密度データセンタ部分に及ぶことになります）。つまり、高密度ゾーンが既設データセンタの空調システムに与える負荷は、**室温が変化しない**ということであり、実質的に何の影響も与えないということです。

このホワイトペーパーのメインテーマは高密度ゾーンの冷却ですが、このゾーンには専用の UPS と配電を使って電力を供給することもできます。この方法は、既設データセンタの UPS がフル稼働している場合や寿命に達したため撤去

されようとしている場合、または特定ゾーンのみをターゲットとして電力を供給する必要がある場合などに向いています。

図 4 のシステムでは、高密度ITラックの一群を高密度な列単位の空調システム、高密度UPS、配電システムと統合しています。

図 4 標準モジュール式マルチラック高密度ゾーンの前面（この例ではコンテインメントなし）



列単位冷却

列単位の冷却構造にすることで、室温を変化させない高密度ゾーンを実現できます。列単位の冷却の場合、特定のラック列に専用の冷却装置を設置して送風します。このアプローチは、部屋単位の冷却（壁際に配置した空調装置を部屋全体の冷却に使用する）とはまったく異なります。列単位の冷却時に冷却装置を設置する場合は、ITラック上部か、ITラックに隣接させるか、またはその両方を組み合わせて設置します。図 5 は、列単位の冷却システムの例です。

ほとんどのデータセンタや IT 担当者においては高密度ゾーンの背景にある基本的な概念が理解されていますが、データセンタ内で頻繁に移動/追加/変更がある中で、このゾーンが「室温を変化させない」理由はあまり知られていません。フリーアクセスフロアを使った従来の空調は不安定で問題が起ることもあったため、高密度ゾーン導入による長期的な予測可能性に対して懐疑的になるのは仕方ありません。フリーアクセスフロアと高密度ゾーンにはいずれも流体力学と熱力学の法則が適用されていますが、両者は標準化の点で大きく異なっています。

フリーアクセスフロアが標準化されており、深さ、寸法、床下障害物、床下

気流パターン、CRAC の位置、床タイルの切り欠きからの空気漏れなどがすべて同じならば、フリーアクセスフロアはリアルタイムで容易にモデル化し、設計/計画ソフトウェアツールを使用して動作を予測できます。このような標準が存在すれば、IT 管理者は、特定ラックにブレードシャーシを追加した際の冷却への影響を予測し、その予測に基づいて合理的な判断をすることができます。しかし、上記のようなフリーアクセスフロアの属性は、データセンタの構造に応じてカスタマイズされており、標準化にはつながりません。さらに、フリーアクセスフロアにはこのようにさまざまな属性があるため、通常のデータセンタでは、リアルタイムな数値流体力学(CFD)によるモデル化はほぼ不可能です。

一方、高密度ゾーンの場合は、ホットアイルとコールドアイルの幅、ラックの高さ、ラックまでの気流経路の長さが標準化されています。列単位の冷却ソリューションの採用により、フリーアクセスフロアで発生するばらつきもなくなります。このような簡易化によって、標準ツールを使用して予測可能な高密度ゾーンを設計することが可能となり、どのような設計の場合でも、排熱量を予測し、的確に捉え、中和化することができます。列単位冷却、および列単位冷却の部屋単位冷却との比較については、APCホワイトペーパー#130『[データセンタのラック単位冷却構成、列単位冷却構成の長所](#)』を参照してください。

列単位の冷却装置



従来の部屋単位の冷却方式と比較すると、列単位の冷却装置の方が気流経路が短いため、予測可能性が大幅に向上します。加えて、冷却装置の定格容量をフルに活用できるため、さらに高い電力密度にも対応できます。また、IT負荷を高密度ゾーンに移動すれば、室内空調システムの利用可能な容量が増大し、場合によってはその本来の冷却冗長性が回復します。

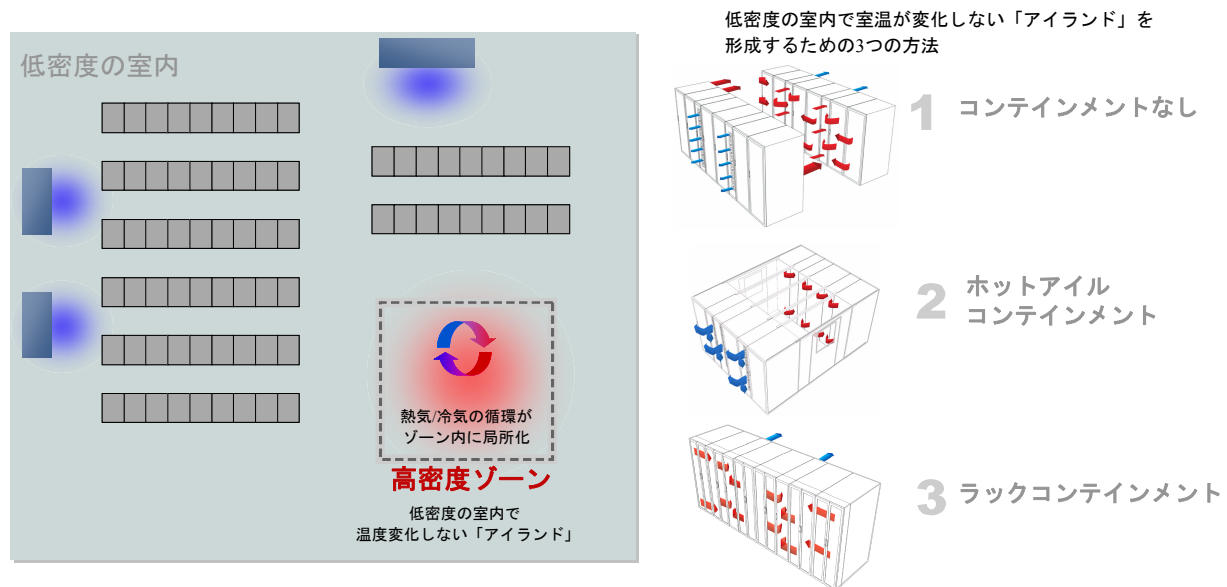
このホワイトペーパーでは説明しませんが、列単位の冷却は、低密度なデータルーム（ラック列の数が1〜3）全体を冷却するのに効果的な方法でもあります。

APC InfraStruxure InRow™ 冷却装置

高密度ゾーンのコンテインメント

サーバからの排熱を空調装置に戻す 3 つの方法は、コンテインメント(囲い込みなし)、ホットアイルコンテインメント、ラックエアコンテインメント(ラックの密閉)があります(図 5 を参照)。これらの方法はすべて、列単位の冷却という概念に基づいています(すなわち、ITラックから数メートルの近距離に冷却装置が設置されています)。

図 5 高密度ゾーンのコンテインメント



コンテインメントなし

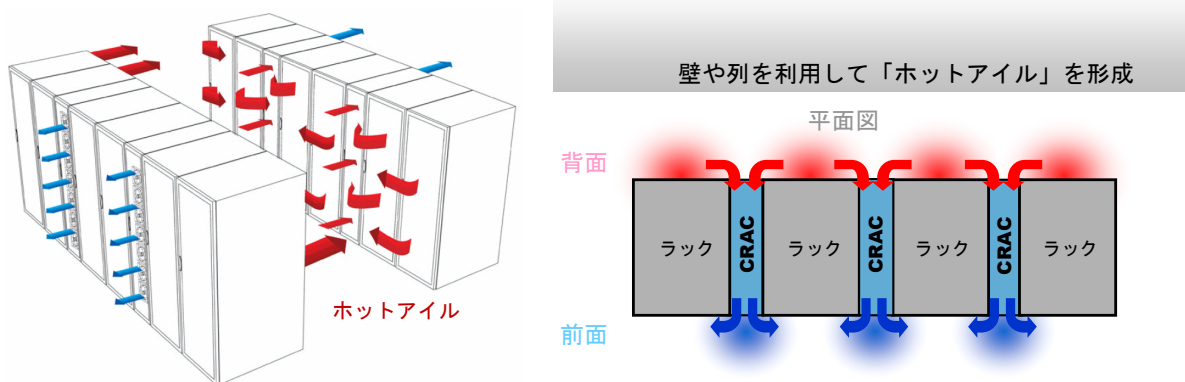
コンテインメント(囲い込み)がないゾーンでの熱気と冷気の混合の回避は、ラック列の共通のホットアイル・コールドアイルの標準的な配置および各アイルの幅に依存します。したがって、コンテインメントがないゾーンは複数台のラックが 1 列に設置されていることが必要であり、スタンドアロン型の IT ラックの冷却には効果がありません。ラック列(場合によっては壁)を利用して形成したホットアイルとコールドアイルによって、熱気と冷気の気流が分離されます(図 6 を参照)。IT 機器のラックが列単位の冷却装置との距離が短いほど、より大量の排気を捕捉して冷却することができます。IT ラックと列単位の冷却装置との距離が長ければ、ゾーンの外の空気と高温の排気が混じり合う量も多くなります。

ブランクパネルの重要性

効果的な列単位の冷却は、熱気の気流と冷気の気流を断絶できるかどうかにかかっています。ラック内に縦方向の未使用スペースがあると、機器のすき間を通して、高温の排気がラック全体からサーバなどの機器前面にまで循環します。熱気と冷気が混じった気流では、列単位の冷却効果が低下します。詳細については、APC ホワイトペーパー#44『[ブランクパネルを使ってラックの冷却効率パフォーマンスを改善する](#)』をご参照ください。

- 「コンテインメントなし」を導入するケース
 - 当該ゾーン用の IT ラックの位置が移動などで頻繁に変更される場合
 - さまざまなベンダーの IT ラックが混在している場合
- トレードオフ：すべての IT ラックから高温の排気を適切に捕捉するには、列単位の冷却装置を低密度ラック近傍にもより多く設置する必要があります。

図 6 高密度ゾーン（コンテインメントなし）



気流経路を短くすると データセンタの効率が向上する理由

壁面設置型のパッケージエアコンで冷却する従来の部屋単位の冷却方式では、空調装置から各ラックまで給気する必要があるため、ファンの電力消費が大きくなります。さらに、フリーアクセスフロアがない場合は、空調装置からの冷気と室内の熱気が大量に混じり合うため、空調装置からの給気温度を実際にITラックで必要な温度よりも下げる必要があります。ホットスポットが生じた場合は、加熱を回避するため、空調装置からの給気温度をさらに下げる必要があります。給気温度が低すぎると冷却コイルに結露が生じることがあり、その場合、本来は不要な除湿や再加湿が必要となり、さらにはシステムの冷却能力も低下します。同様に、還気経路が長い場合も、熱気と冷気が混ざり合い、空調装置への還気温度が低くなります。還気温度が低くなると、コイルへの熱伝導速度が低下し、効果的に冷却できなくなります。

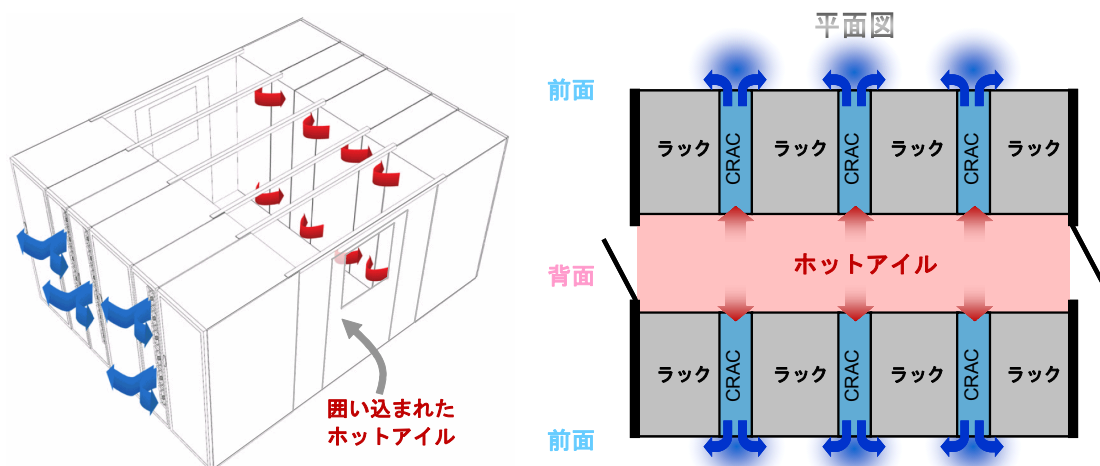
列単位の冷却では気流経路がかなり短くなるため、給気と還気の混合が大幅に減ります（コンテインメントやブランクパネルを使用することで、実質的には空気の混合がなくなります）。これにより、給気側ではコイル温度が高温になるため、保守に必要なチラーの消費電力が低減し、結露の発生も抑えることができます。還気側では還気温度が高くなるため、除熱の迅速化がさらに進みます。以上のメリットを考慮に入れた場合、気流経路を短くすることによって、気流経路が長い空調システムと比べ、（1）冷却効率と（2）排熱システムの冷却能力が向上します。

ホットアイルコンテインメント

ホットアイルコンテインメントのゾーンは、列間のホットアイルをすべて密閉している点を除けば、コンテインメントがないゾーンと同じです。ホットアイルの両端を天井パネルとドアで密閉し、高温排気の経路にします(図 7)。さらに、ラックの背面ドアを取り外すことも可能です。このようにして、高温排気が積極的に囲い込まれ、データセンタ内の室温の空気と混じり合わなくなります。コールドアイルを形成して低温の給気を分断するには、壁やもう一列ラック列が必要です。

- 「ホットアイルコンテインメント」を導入するケース
 - ― フロアスペースを節約する必要がある場合。低密度ラック 2 列分が占めるスペースと同じスペースで導入可能
 - ― ホットアイル/コールドアイル配置のデータセンタ
- トレードオフ
 - ― ホットアイルコンテインメントにはパネルが必要なため、設備費がかかる
 - ― ホットアイルコンテインメント内での作業は高温下での作業となる
 - ― 高温対応になっていない配線ケーブルやテーブルタップ、ラベル、その他の材料が適用できない
 - ― ラックが 1 列しかない場合は不可能
 - ― 所轄消防署判断により、ホットアイル内に消火設備などを設置するよう求められる可能性がある

図 7 高密度ゾーン（ホットアイルコンテインメントを使用）



ラックコンテインメント

ラックコンテインメント(またはラックエアコンテインメント)はホットアイルコンテインメントと似ていますが、ラックを囲い込む場合は、機器ラックの背面フレームと一連のパネルを使用して背面に気流経路を形成し、高温排気を密閉します。この経路は、1 台のITラックか1 つのラック列に取り付けることができます(図 8)。パネルを取り付けて高温の排気経路を形成することによって、通常のラックの奥行き寸法が 20cm長くなります。高温/低温の気流を完全に密閉する必要がある場合は、複数の前面パネルを使用してラックを密閉することもできます(図 9 を参照)。前面を密閉した場合は、ラックの奥行き寸法がさらに 20cm長くなります。

• 「ラックコンテインメント」を導入するケース

- 方法としてはホットアイルコンテインメントが望ましいが、ホットアイルコンテインメントを組めないラック列が 1 列残る場合
- 通信ケーブルに対して頻繁なアクセスおよび簡単な管理が必要な場合
- スタンドアロン型の開放的なデータセンタ環境や、配置の仕方が一貫していないデータセンタを完全に隔離する場合 – 前面のコンテインメント(オプション)もあわせて適用した時にのみ有効
- 空調が不十分なワイヤリングクロゼットにおいて高密度機器を高温にさらす場合 – 前面のコンテインメント(オプション)もあわせて適用した時にのみ有効
- 消音が必要な場合 – 前面のコンテインメント(オプション)もあわせて適用した時にのみ有効

• トレードオフ

- 前面/背面の密閉用パネルが必要なため、設備費がかかる
- ラックが 1 台しかない構成で、冗長構成の冷却が必要な場合はコストが大幅に増大する

コンテインメントを使用しない場合

列単位の冷却ソリューションではコンテインメントを使用するのが正しいと考えがちですが、コンテインメントを使用しない場合もあります。

列単位の冷却でコンテインメントの有無が重要になるのは、低密度環境(空調装置に対するITラックの比率が高い)においてです。空調装置に対するITラックの比率が高くなるほど、両者間の距離が長くなり、高温の排気が室内に「逃げる」可能性が高くなります。一方、高密度環境(空調装置に対するITラックの比率が低い)では気流経路が短いため、高温の排気が室内に逃げる可能性が低くなります。この場合は、コンテインメントの有無はそれほど重要ではありません。

さらに、特定ラックの電力密度での高コスト、高温な作業環境に対する会社の制約事項(つまり、囲い込まれたホットアイル)、既設ラックとの非互換性など、実用面の判断からコンテインメントを使用しない場合もあります。

図8 ラックエアコンテインメントによる高密度ゾーン（またはラックエアコンテインメント）

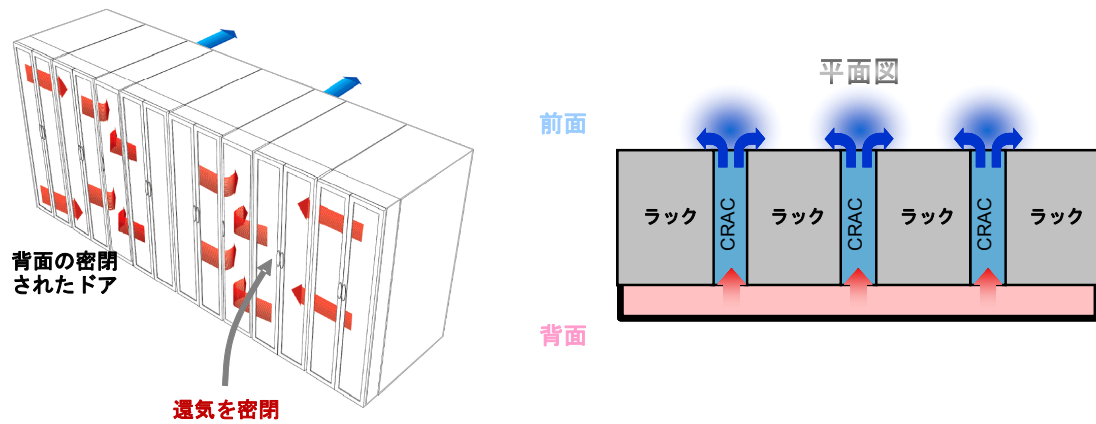


図9 ラックコンテインメントによる高密度ゾーン 前面の密閉（オプション）を追加した場合

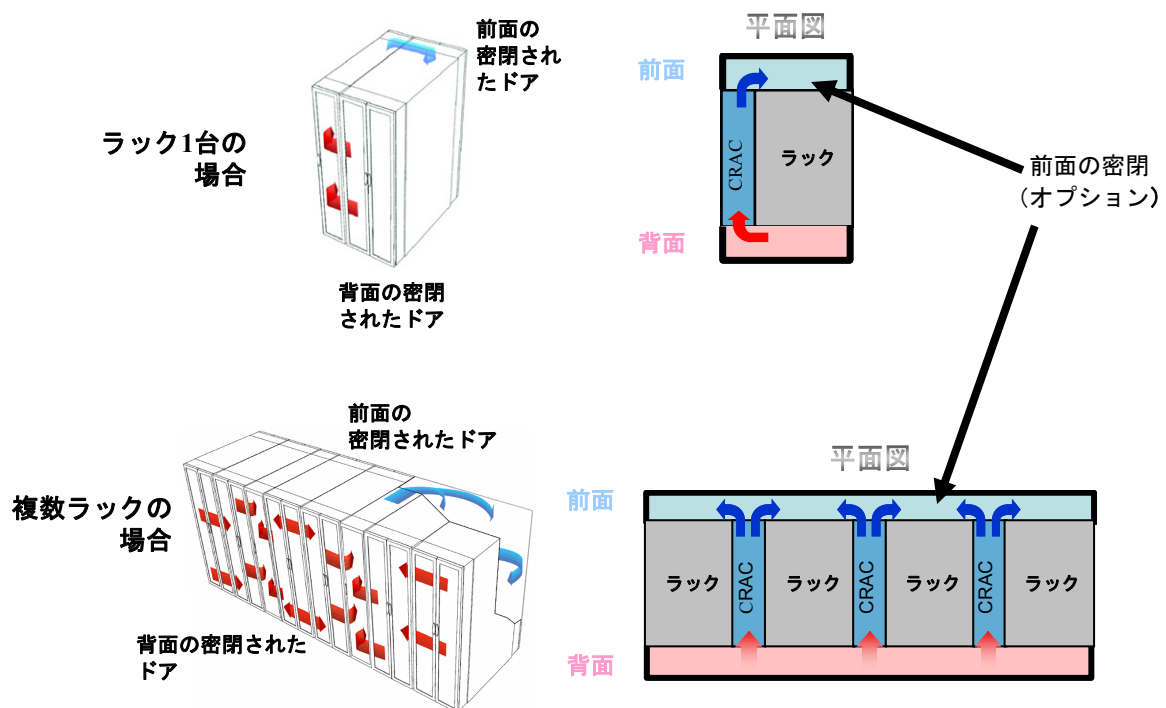


表 1 は、高密度ゾーンの密閉方法を比較したものです。

表 1 ゾーンコンテインメントの比較

選択基準	コンテインメントを使用しない	ホットアイルコンテインメント	ラックエアコンテインメント	コメント
最小限の設置面積	良い	良い	普通 ～悪い	- コンテインメントを使用しない場合やホットアイルコンテインメントの場合、最小限の列スペースを実現 - ラックエアコンテインメントの場合、ラックの奥行きが約 20cm 増えるが、コンソリデーション目的では許容可能 - 前面と背面を両方とも密閉する場合、ラックの奥行きが約 40cm 増えるため、利用可能なフロアスペースを確認する必要がある
変更管理が容易	良い	普通 ～悪い	普通 ～悪い	コンテインメントシステム（特に前面の密閉）を使用した場合、ラックがハードウェアに拘束されるため、既設の列へのラックの追加や、列からのラックの撤去が困難
最小限のエネルギー消費	普通	良い	良い	コンテインメントを使用しない配置は、既設データセンタの配置に密接に関連するため、列単位のユニット台数が増える可能性がある
冗長構成が容易	普通	良い	普通 ～悪い	- ホットアイルコンテインメントでの列単位 CRAC の位置は冗長性に無関係 - ラックエアコンテインメントで冗長性を維持するには、列単位 CRAC の台数を増やす必要がある
列単位 CRAC 台数の最小化 (特に低密度環境の場合)	悪い ～普通	良い	普通 ～良い	- ラックエアコンテインメントおよび前面の密閉を使用したラックエアコンテインメントの場合、ホットアイルコンテインメントの場合と同様に、すべての列単位空調装置がすべてのラック気流を共有できるとは限らないために制限がある - コンテインメントを使用しない場合、ラック電力密度への依存度が高い（高密度化によって列単位の空調装置台数が少なくて済む） - ラックエアコンテインメントおよび前面の密閉を使用するラックエアコンテインメントの場合、冗長性の影響が強い（空調装置の増設が必要）
消音	悪い	普通 ～悪い	良い	（ラックエアコンテインメントのみの場合）悪い～普通 （前面の密閉を使用したラックエアコンテインメントの場合）良い - 空調装置の騒音は小さくなるが完全には消音されない
温度が不安定な場所やデータセンタ以外の場所への設置	悪い	悪い	良い	（ラックエアコンテインメントのみの場合）悪い～普通 （前面の密閉を使用したラックエアコンテインメントの場合）良い - ワイヤリングクロゼット、オフィス、商用スペースなどへの設置
コスト	ラックの電力密度や台数などによって異なる			ホットアイルコンテインメントの場合、パネル追加によってコストが増大するが、コンテインメントを使用しない場合よりも列単位空調装置は少ない台数で済む（特にラックの電力密度が低い場合）

高密度ゾーンによる追加メリット

高密度ゾーンの採用/不採用を判断する際は、以下のメリットも考慮してください。

- 設計要素の標準化
- 既設/新設のあらゆるデータセンタとの互換性
- 専用 UPS および配電で設定可能
- あらゆるレベルの冗長構成で設定可能
- 任意の台数の IT ラックで設定可能

設計要素の標準化

高密度ゾーンの予測可能性を実現するには、標準化された設計要素(空調装置、配電、UPS、ラックなど)を使用する必要があります。さらに、高温/低温の気流の分断を予測可能にするには、ホットアイルの幅、コールドアイルの幅、ラックの高さ、標準長の(短い)気流経路などを標準寸法にすることが重要です。

また、モジュール式であることも標準化のメリットであり、高密度ゾーンをすばやく導入でき、必要に応じた変更や、別のデータセンタへの移動も可能です。コンポーネントと寸法が標準化されているため、設計プロセスも大幅に簡素化できます。事前に設計された標準ソリューションは、別のデータセンタのために再注文することもできます。さらに、標準化というメリットを活用して、予測可能なキャパシティ管理や変更管理のソフトウェアを導入すれば、高密度ゾーンの性能を最高レベルで維持できます(詳しくは後述)。標準化の詳細については、APCホワイトペーパー#116『[NCPI \(ネットワークに必須の物理インフラ\) における標準化とモジュール化](#)』を参照してください。

既設/新設のあらゆるデータセンタとの互換性

モジュール式の高密度ゾーンは、部屋単位の冷却設計や既設の UPS 設計に依存しないため、ほぼ支障なく、新設/既設のあらゆるデータセンタに導入できます。十分なフロアスペースと床荷重対策が施されたフロアさえあれば、上記以外のあらゆる標準化高密度ゾーンの場合でも、さまざまなタイプのデータセンタに適用できます。

専用UPSおよび配電で設定可能

高密度ゾーンは、既設データセンタの UPS がフル稼働している場合や寿命に達した UPS を撤去した場合でも、ゾーン専用の UPS や分電盤構成を導入できる構造になっています。これらのシステムは、ラック単位で、拡張性のあるモジュール設計になっています。

あらゆるレベルの冗長構成で設定可能

冗長性のレベルは、IT 資産の重要度によって異なります。従来のデータセンタ設計では、最重要資産の冗長性要件に合わせて物理インフラ全体が構成されています。こうした設計では設備費や運用費がかさみます。よりコスト効率に優れた設計の場合、電源や空調は、必要な場所や時期に限定した冗長構成になっています。高密度ゾーンを採用することにより、必要に応じて冗長構成の電源/空調モジュールを組み込むことができるため、対象を絞り込んだ冗長構成/可用性によるアプローチが実現します。ただし、冷水配管や電源引込口などの主要インフラは、必要とされる冗長性の最大レベルに合わせて最初から設計、構築しておく必要があります。

任意の台数のITラックで設定可能

高密度ゾーンは拡張性があり、特定の電力密度で必要な数の IT ラックを収容できます。ゾーンのサイズは、地域の条例にもよりますが、IT ラック 1 台～20 台以上とさまざまです。

これらの特徴を組み合わせれば、柔軟性に優れた高密度ソリューションが実現します。これにより、長年運用されてきたデータセンタの寿命も延び、データセンタの新設に必要な設備投資も先送りできます。

表 2 高密度機器の採用:従来の方式とゾーン方式の比較

属性	従来の方式	ゾーン方式	コメント
データセンタを企業の競争優位性の源として位置付ける	困難	比較的容易	単純な経済学 – 事業運営費（コンピュータ出力のパーユニット(Pu)）の低減
ジャストインタイムの IT 導入	非常に困難	容易	モジュール式の予測可能な電源/空調システムであることが導入の容易さを大きく決定。管理および迅速な導入にも影響
IT 機器での計算 1 回あたりのエネルギーコスト	高い	低い	データセンタのインフラ効率に密接に関連
性能の予測可能性	低い ～予測不可能	標準化によって 十分に予測可能	従来のアプローチはカスタマイズの度合いが高いため、絶えず変化するデータセンタ環境で性能を予測するのは困難
ホットスポットが出現する可能性	高い	極めて低い	管理アプリケーションを使用して確実にゾーン内の機器を最適に配置し、ホットスポットを回避
冷却効率	悪い	優秀	部屋単位の冷却装置が大き過ぎて、床下の障害物、距離、熱気と冷気の混合、要求競合などの問題を解消できない
計画能力	低い	優秀	標準化/優れた予測可能性によって、移動/追加/変更の前に「what-if」シナリオを検討可能

自社による配置とベンダー支援による配置比較

データセンタに高密度ゾーンを配置する場合は、**自社のリソースで配置**するか、または**ベンダー支援により配置**します。いずれの場合も、確かなプロジェクト計画が必要です。データセンタプロジェクトやシステム計画の詳細については、APC ホワイトペーパー#140『**Data Center Projects:Standardized Process**』(英語版)および#142『**Data Center Projects: System Planning**』(英語版)を参照してください。

自社による配置

小規模なゾーンまたはデータセンタ(ラック数が 20 台未満)の場合は、比較的経験に乏しい IT 管理者でも簡単に配置できます。**付録 A** のワークシート/チェックリストを指針として活用することで、高密度ゾーンの仕様と配置に必要な情報を収集できます。プロジェクト責任者がワークシートを利用する際は、計画済みの高密度ゾーンに使用する IT 機器についての十分な知識(必要な総電力量、プラグ要件(機器の電源コードのプラグの仕様)、ラックの高さの要件(何 U か)、通信ケーブル配線時の要件など)を有していることが想定されています。

ワークシートに正確な情報を記載することにより、十分な情報に基づいて最適なゾーンコンテインメント方式を決定できます。APC TradeOff Tool™ #10『**Data Center InRow™ Containment Selector**』(英語版) (図 10) を使用して最適なゾーンコンテインメント方式を決定することもできます。このツールから得られるのは、代表的なシナリオに基づいた結果です。場合によっては、実際の最終的な設計内容が、ツールで推奨されたコンテインメント方式と異なるものになることもあります。

コンテインメント方式が決定したら、次は、ゾーンに収容するコンポーネントを選別します。このワークシートは、データセンタのスタッフが専用の UPS、分電盤、チラーの必要性を判断する際に役立ちます。何らかの優先事項や制限事項がある場合は、それによってコンポーネントをゾーンに収容するかどうかが決まることもあります。**表 3** に挙げた制限事項は、高密度ゾーンの最終的な構成に影響を及ぼす可能性があります。

表 3 高密度ゾーン収容コンポーネントに影響するさまざまな制限事項

制限事項	高密度ゾーンの要件
なし	ラックおよび列単位の空調装置
予備の配電回路がない	ラック、列単位の空調装置、および列単位の分電盤 (PDU)
既設の UPS システムに予備電力がない	ラック、列単位の空調装置、列単位の UPS システム、および列単位の PDU
既設のチラーに予備の冷却能力がない	ラック、列単位の空調装置、およびパッケージチラー
既設の UPS およびチラーに予備の電力または冷却能力がない	ラック、列単位の空調装置、列単位の UPS システム、およびパッケージチラー
既設の UPS およびチラーに予備の電力または冷却能力がない、または予備の配電回路がない	ラック、列単位の空調装置、列単位の UPS システム、パッケージチラー、および列単位の PDU

図 10 対話型ツールによる密閉方法の選択

* このツールは、英語環境のみでのご提供となります。

Data Center InRow™ Containment Selector

Impact of preferences and constraints on the recommended containment approach



INPUTS

Constraints

Select the floor layout for the new zone (required)

Go to floor layout choices

(Current selection displayed)

Length of X dimension in layout chosen: meters

Preferences

Average rack power density: Low (1-3 kW)

Number of rows in zone: ☐ 1 ☒ 2

Number of racks per row: ☐ Less than 5 ☒ 5 or more

Priority 1: Capital Cost Priority 2: Efficiency Priority 3: Flexibility

* Note - These priorities affect the recommended solution only when prior inputs allow for more than one possible solution

RECOMMENDED SOLUTION

Uncontained

Rack Air Containment

Rack Air Containment w/ Front Containment

Hot Aisle Containment

Based on your input and layout choice, a "hot aisle containment" cooling zone is recommended. This is a good solution for conserving floor space while increasing the efficiency of the cooling units. This type of containment solution must be positioned in between rows of forward-facing racks.

Next steps

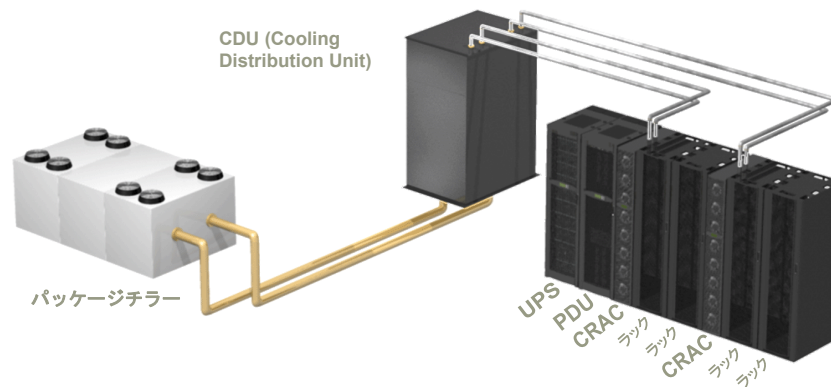
Powered by APC INTERACTIVE LOGIC

© 2008 American Power Conversion. All rights reserved. No part of this publication may be used, reproduced, photocopied, transmitted, or stored in a retrieval system of any nature, without the written permission of the copyright owner.

TT 10
Rev 0

予備のUPSやチラー、配電容量がない場合でも、高密度ゾーンに専用の電源および空調リソースを配置することで、既設データセンタの寿命を延長できます。たとえば、図 11 の高密度ゾーンには、専用の冷却設備、UPS、配電が装備されています。データセンタの電源引込口に、パッケージソリューションに電力を供給できるだけの十分な予備容量があることを想定しています。データセンタの予備電源容量がなくなってしまった場合は、電源を追加する、またはデータセンタを新設する必要があります。購入/構築のどちらにするかを決定する場合は、利用可能なフロアスペース、仮想化の可能性、事業目標、リース契約、将来的な増設計画など、このホワイトペーパーで取り上げていない要因も考慮してください。

図 11 パッケージ式のスタンドアロン型高密度ゾーン



必要な予算を確保できる場合、IT および施設担当者としては、高密度ゾーンの必要性を判断してから 1～3 ヶ月以内に特定ゾーンにラックを配置することになりますが、社内手続きなどの理由で、導入が予定の時期より遅れる場合もあるかもしれません。

ベンダー支援による配置

データセンタの担当者は、社外からの支援がなくても高密度ゾーンを配置できますが、20 台以上のラックを備えたデータセンタになると、プロジェクトはかなり複雑になります。このような場合は、設計の専門家やプロジェクトマネージャの助言を仰ぐことを推奨します。

通常、ベンダー支援による配置では、最初に既設データセンタのアセスメントまたは新設データセンタの設計計画が行われます。いずれの場合も、アセスメントを通じて、優先事項や制限事項などの重要な情報が設計専門家に提供され、設計に関して最適な決断を下すことが可能になります。アセスメントによって、以下のような疑問が解消されます。

- ダウンタイムを回避するため、既設の列を列単位の空調システムにレトロフィットできるか
- 予備の冷水容量がない場合、パッケージチラーではなく、自己完結型の空調装置を使用できるか
- どのような手順によって将来的に高密度ゾーンをすばやく配備できるか

効果的なアセスメント(APC のブレードサーバレディネスアセスメント[Blade Server Readiness Assessment]など)を利用することで、大容量の電力や空調能力はもちろん、配電についても予備の容量を測定できます。大量冷却能力はチラーで測定され、配電容量はデータセンタフロアの CRAH 装置で測定されます。こうしたデータに基づき、冷却能力を見積もり、制限事項を現在および将来的な要件と比較することによって、「いつ冷却能力不足になり、高密度ゾーンが必要になるのか」という疑問を解消することができます。

データの測定/分析後、将来的な高密度の必要性に応じて計画を立てます。最終的に、密度が混在したデータセンタを効果的に設計するには、電力、空調、およびフロアスペースの利用効率も考慮に含めてください。設計が効果的であれば、将来、データセンタは電力/冷却/スペースのリソースをすべて同時にフル活用できるようになり、無駄なリソースがなくなります。

高密度ゾーンのリアルタイム管理

列単位の冷却構造の場合、リアルタイムで冷却能力をモデル化することができます。設計ツールには、高密度ゾーンの仕様(ラックあたりの平均/最大電力密度、コンテインメント、冗長性電源、プラグの種類など)に基づいてラック、列単位の空調システム、UPS、配電を設定できます。高密度ゾーンの配置後は、リアルタイムの計画/管理ツールを使用すると、移動/追加/変更を実施した後でも予測可能性を維持できます。適切な設計/計画ツールには、APCのInfraStruxure DesignerやCapacity ManagerおよびChange Managerなどがあります。高密度ゾーンの管理についての詳細と、予測可能な性能を維持するための管理の重要性については、APCホワイトペーパー#150『[データセンタの電源および空調のキャパシティ管理](#)』を参照してください。

結論

かつて同じデータセンタ内に高密度機器と低密度機器を混在させることは、IT 担当者にとって至難の業でした。従来のデータセンタは、均一のラック電力密度を冷却する仕様になっており、多数の高密度ラックを予測可能な方法で冷却することは不可能でした。今では、列単位の冷却などの構造によって、既設または新設の低密度データセンタ内に高密度ゾーンをすばやく配置できるようになり、高密度ラックが必要な場所や場合に応じて、モジュール式の列単位の電源および空調システムを、既設の部屋単位のインフラに影響を及ぼすことなく追加できるようになりました。ゾーンを配置し、キャパシティ/変更管理システムを組み合わせることにより、室温を変化させずに、移動/追加/変更後も予測可能な高密度配置ソリューションが実現します。

著者について

ニール・ラスムセンは、APC のイノベーション担当上級副社長です。世界最大の R&D 予算を注ぎ込んだ電力、冷却、ラックインフラ向けのプロジェクトにおける技術面での指揮を執っています。現在は、高効率、高密度、拡張性を備えたデータセンタインフラソリューションをさらに推し進める開発を指揮し、APC InfraStruxure システムの主任設計者でもあります。

APC を設立した 1981 年以前は、MIT (マサチューセッツ工科大学) で電気工学を専攻し、学士号と修士号を取得しました。卒業論文のテーマは、トカマク核融合炉用の 200 メガワットの電力供給に関する分析です。1979～1981 年には、MIT のリンカーン研究所で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。

ビクター・アヴェレールは、APC の戦略研究アナリストです。データセンタ設計と運用に関する調査を担当し、データセンタ環境の可用性を最適化するため、リスク評価や設計慣行に関する助言をクライアントに提供しています。レンセラー・ポリテクニク・インスティテュートで機械工学の学士号を取得し、バブソン・カレッジで MBA を取得しています。AFCOM とアメリカ品質協会 (ASQ) の会員です。

付録 A

ワークシート/チェックリスト (高密度ゾーンの配置にあたって)

高密度ゾーン – ワークシート/チェックリスト			
	データ/入力	値	コメント
1	重要度レベル 1、2、3、4		事業目標に一貫した、ゾーンの可用性および信頼性に関する目標。適切な重要度レベルの選択方法については、APCホワイトペーパー#122を参照
2	平均ラック電力密度 (kW)		ラック当たりの平均IT負荷 (ゾーンの空調はこの負荷を考慮して設計)
3	最大ラック電力密度 (kW)		ゾーン内の任意のラックで予想される最大IT負荷 (ゾーンの空調はこの負荷を考慮して設計)
4	高密度ゾーンをサポートするのに十分な電源引込があるか (ある/ない)		電源引込の容量が、ゾーン設置によって追加される累積的な電力負荷 (IT負荷+電源/空調インフラ) に対応できなければならない
5	データセンタのフロアの種類 フリーアクセスフロア フリーアクセスフロアではない		
6	保守スペースを考慮に入れた場合、フロアから天井までの高さはゾーンの機器に十分か (高さをm単位で記入)		地域の監督機関によって義務付けられている保守スペースを考慮に入れた場合、導入を計画している機器に使用できる高さ (たとえば、スプリンクラーの設置などによって高さが変わる)
7	ゾーンに専用のUPSを装備するか		該当しない場合は12に進む
8	UPSまたはPDUに使用できる電源の入力電圧		
9	UPSまたはPDUに給電する配電盤で利用可能な電流 (A)		部屋に給電している配電盤の利用可能な総電流 (項目21の空調装置と共有する必要がある) 電気技師に問い合わせるのが最善策
10	配電盤で利用可能な予備ブレーカ数		UPSおよびPDUが使用できる予備ブレーカの合計数 電気技師に問い合わせるのが最善策
11	UPSの停電補償時間 (分)		指針についてはAPCホワイトペーパー#52を参照
12	データセンタ専用のすべての既設UPSシステムの合計予備容量		これにより、必要な冗長性および配電を考慮した上で、既設のUPS容量が新たな高密度ゾーンをサポートするのに十分かどうかを判断
13	PDUからラックへの配電ケーブルの経路 天井 床下		

高密度ゾーン – ワークシート/チェックリスト			
	データ/入力	値	コメント
14	高密度ゾーンで使用する 方法 コンテインメントなし ホットアイルコンテインメント ラックコンテインメント		
15	このサイトで利用可能な既設の排熱 方法 冷水 グリコール 冷媒 水冷式		サイトで利用可能な排熱システムを識別する。 互換性のある空調システムを装備した高密度 ゾーンの設計に役立つ
16	既設の空調システムの合計 「顕熱冷却能力」 (kW)		既設の空調システムの利用可能な合計冷却能 力 (kW)。冷水システムの場合は冷却設備の 容量。冷媒直膨方式システムの場合はCRAC装 置の合計台数
17	既設の冷水システムの予備 「顕熱冷却能力」 (kW)		高密度ゾーンで冷水予備容量を使用する場合 に記入
18	空調システムの配管経路 天井 床下		以下の経路を識別 冷媒直膨方式- グリコール、復水器の水流、 加湿、凝縮水の経路 冷水 – 供水/排水パイプ
19	新たな空調装置への冷水配管の経路 天井 床下		冷媒、加湿、凝縮水の経路
20	新たなCRAC/CRAH装置への電源の 入力電圧 (V)		
21	新たなCRAC/CRAH装置への給電に 利用可能な電流 (A)		部屋に給電している配電盤の利用可能な総電 流 (項目9の電気機器と共有する必要がある) 電気技師に問い合わせるのが最善策
22	冷却ソリューションに重要な電力供給 と非重要な電力供給の両方が必要か		必要がない場合は、次の2つの項目をスキップ
23	冷却装置への重要な電力供給に使用す る電圧 (V)		ファンやコントロールに給電するための電圧
24	冷却装置への非重要な電力供給に使用 する電圧 (V)		圧縮機 (冷媒直膨方式のみ)、加湿機、ポンプ に給電するための電圧

高密度ゾーン – ワークシート/チェックリスト			
	データ/入力	値	コメント
25	高密度ゾーンに必要な物理セキュリティシステム ドアカード カメラ 行動探知機		
26	既設のデータセンタで使用しているビル管理システム (BMS) システム名 使用していない		
27	既設のデータセンタで使用しているネットワーク管理システム システム名 使用していない		
28	計器類の設置レベル 標準 完備		高密度ゾーンの計器類の設置レベル (温度、湿度、水、動きなどを探知する各種センサーを使用)
29	データセンタ内の構内配線の経路 天井 床下		「構内配線」とは、インフラ機器を接続するネットワークケーブルを指す