

# データセンターにおける 潜在的冷却問題を明らか にするための冷却能力 検査

ケビン ダンロップ

White Paper #40

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

Revision 1.1

## 要約

IT機器の高密度化に伴う電力消費の急激な増加により、IT管理者は十分な冷却能力の確保、熱問題の解決といった、冷却機能の効果を最大限に活用するための積極的な対応を迫られています。このホワイトペーパーではデータセンター（サーバールームおよび電算室）内の冷却環境に対して悪影響を及ぼす潜在的な問題点を明らかにするためのチェックリストをご紹介します。

## はじめに

今日、IT機器の高密度化と電力消費量の急激な増加により、重要なITシステムに最適な冷却環境を確実に提供し維持することが難しくなってきました。データセンタに対して電源および冷却能力が総合的に設計されていなければ、必要な場所に対する冷却供給はできません。現在最新のサーバやネットワーク機器はより高密度化し、多くのIT管理者はこれを活用して超高密度に集積されたラックを使用して大規模なシステム展開を企図し始めています。しかし一方で、増加の一途をたどる電力消費量と発熱の問題が懸念されています。図1に示されるシステムは、従来のラックマウント型サーバよりはるかに省スペースにはなりますが、驚くほど熱密度が増加します。そのためデータセンタに高密度集積ラックを投入してもその効果はあがらず、ダウンタイムの発生や機器寿命の短縮という問題を抱えてしまう可能性があります。



図 1 - ラックに高密度IT機器を多数搭載した例

データセンタの冷却システムを設計する際のポイントは、送風口からサーバの吸気口までの明確な空気の流れるルートを作ることです。同様に空気がサーバから排出されて空調設備の通気口に戻るまでの明確なルートを作る必要もあります。しかし、さまざまな要素により最大限の効果を得られない場合があります。

データセンタの冷却環境に対する潜在的な問題を明らかにするためには、確実なチェックと計測が必要です。この検査によってデータセンタの安定性を高め、熱によるIT機器の誤動作を回避することができます。また、将来的に適切な冷却能力の可能性を評価するためにも活用できます。本書で述べる検査の測定値は付録に添付したテンプレートを使用し記録、解析することができます。この検査は、現在の状態を査定し、その後の対応策が改善されるように基準を設けており、総合冷却能力、蓄冷能力、およびデータセンタの効率的稼働に影響を及ぼす潜在的な冷却問題を明らかにするための方法を示します。この問題に対する解決方法はAPCホワイトペーパーNo. 42「高密度サーバの適用に起因する熱の問題を解決するための10の手順」に記載されています。

## ステップ1. 冷却容量の検査

ステップ1では、1Wの冷却を必要とするIT機器の電力消費の各Wを考慮しながら、最適な冷却供給のために現在および計画電力負荷に適合する冷却システム容量を確定していきます。

主冷却システムは室内に冷気を供給するCRAC(精密空調装置)および大気に熱を放出するために室外に設置されたユニットで構成されます。空調装置の作動原理および異なるタイプの空調装置に関する情報は、APCホワイトペーパーNo.57「Fundamental Principles of Air Conditioners for Information Technology」、またはNo.59「The Different Types of Air Conditioning Equipment for IT Environments」を参照してください(URL:<http://www.apc.com/>)。最新のCRACが市場に出回っており、高密度に配置されたサーバラックに近接して(あるいは組み込んで)設置できるようになっています。

将来的な熱負荷に対応するために冷却システムがオーバーサイズになっている場合もあります。過大な冷却システムの投資は無駄なエネルギーとコストの消費につながります。システム規模に起因する問題については、APCホワイトペーパーNo.25「データセンター(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。

まず、CRACに表示されている仕様をもとに、その冷却システムの能力を確認してください。また、能力に関する製造元のテクニカルデータを参照してください。CRACのメーカーはEAT: Entering Air Temperature(吸気温)および湿度コントロールレベルに基づきシステム能力を換算しています。CRACのコントローラはEATおよび相対湿度を表示します。テクニカルデータに基づき、各CRACの実際の冷却能力を記録してください。

同様に、室外ユニットの能力は室内の全CRACの能力と同等もしくはそれ以上でなければなりません。小規模のパッケージエアコンシステムの場合、通常同じメーカーから室内、室外両方のユニットを購入しています。大規模なデータセンターの場合、室外ユニットは異なるメーカーから別に購入することもあります。どちらにしてもほとんどの場合は適正な規模のものになると思われませんが、室外工事業者はこれを正しく確認すべきです。

CRACと室外ユニットの能力に差がある場合は、どちらか能力の低い方の能力で運転されます。(計測時に疑わしい場合は、メーカーか納入元に確認してください。)

これによりデータセンターの理論上の最大冷却能力を知ることができます。本書ではこの最大値を著しく低下させる要因が数多く存在することを後述します。

計算上の最大冷却能力とデータセンターの熱負荷要件を比較しなければなりません。表1は熱負荷が即座に計算できるワークシートです。このワークシートを使用すればデータセンターの全熱放出量を算出できます。ワークシートの使用方法は表1の下の手順に書かれています。詳しくはAPCホワイトペーパーNo.25「データセンター(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。

以下の計算で求められる熱負荷要件は常に最大冷却能力の理論値を下回っていません。APCホワイトペーパーNo. 42「高密度サーバの適用に起因する熱の問題を解決するための10の手順」ではこの事例とは異なる場合の解決法がいくつか示されています。

表 1 - データセンタまたはネットワークルームの発熱量算定用ワークシート

要素	必要なデータ	発熱量の計算	発熱量小計
IT機器	負荷電力（ワット数）の合計	負荷電力（ワット数）の合計と同じ数値	_____W
UPS（バッテリー付き）	電力システムの定格電力（ワット数）	$(0.04 \times \text{定格電力}) + (0.06 \times \text{IT負荷電力合計})$	_____W
配電設備	電力システムの定格電力（ワット数）	$(0.02 \times \text{定格電力}) + (0.02 \times \text{IT負荷電力合計})$	_____W
照明	平方メートル単位の床面積	$21.53 \times \text{床面積（平方メートル）}$	_____W
人員	データセンタの最大人員数	$100 \times \text{最大人員数}$	_____W
合計	上記の小計	発熱量小計の合計	_____W

## 手順

「必要なデータ」欄にある数値を調べます。分からない場合は下記のデータ定義を参照してください。発熱量を計算し、「発熱量小計」欄に書き込みます。小計を合算して発熱量合計を算出します。

## データ定義

**ワット単位の負荷電力合計** - すべてのIT機器の定格入力電力の合計です。

**電力システムの定格電力** - UPSシステムの定格電力です。冗長システムが使用されている場合には、冗長UPS分の電力は通常使用されていないので加算しないでください。

## ステップ2. CRACのチェック

複数のCRACが協調して運転していない場合には、冷却能力の低下を招き、稼働コストの増加させる可能性があります。

CRACは通常は以下の4種類の動作モードがあります。

- 冷房
- 暖房
- 加湿
- 除湿

同時に複数の動作モードを使用することは可能ですが(例えば冷房と除湿)、1区画内(4-5ユニットが隣り合っている場合)ではすべてのシステムは常に同一モードで作動させておいてください。複数の連動しないユニットを相反するモード(例えば除湿と加湿)で作動させることを「混合運転」と呼び、稼働コストの増加および冷却能力の低下を招きます。CRACは計測温度(供給および吸入)と湿度の読み取り値が設定値と正確に一致するようテストしなければなりません。

混合運転はCRACシステムの効率に大きく影響を与えます。効率の20-30%の低下を招き、稼働コストの浪費だけでなく、冷却能力低下によるダウンタイムの発生という最悪の事態を招く可能性もあります。

効率とコスト抑制の面から、相対湿度の設定値の下限内でのシステム稼働が考慮されるべきです。許容範囲内でわずかに下限側に設定を変更するだけで、湿度調整の作動中の放熱能力および温度低下に大きな効果が得られます。表2では、相対湿度の設定値を50%から45%に変更した際の著しい稼働コスト抑制をあらわしています。

表2 - 湿度設定値の違いにみるコスト抑制例

気温22.2°C		
相対湿度設定値	50%	45%
<b>冷却能力 - kW</b>		
総合冷却能力	48.6	49.9
総合稼働能力(温度変化)	45.3	49.9
<b>湿度要件</b>		
総合潜在能力(除湿時)	3.3 (11,000)	0 (0)
調湿要件 kW/0.717(kg)	4.6	0
調湿機作動時間	100.0%	0%
調湿時消費電力	3.2	0
年間調湿コスト (消費電力あたりの価格 x 8760 <sup>※1</sup> x 消費電力)	<b>\$2,242.56</b> (約¥224,256)	<b>\$0.00</b> (¥0)

メモ:上記例における前提条件および仕様詳細は付記に記載。

※1: 8760=24時間 x 365日。

## 設定値のチェック

温度および湿度の設定はデータセンタ内のすべてのCRACが同じになるようにしてください。設定のアンバランスは室内の混合運転や不安定につながります。熱負荷および湿度は一定の範囲で比較的安定しており、CRACはBMS（ビルディングマネージメントシステム）やユニット管通信ケーブルを通じて複数が競合しないように、グループ分けを行って稼働させます。記録中に、グループ分けをして設定値のチェックを一部で実施している間は、他のユニットを相反するモードで作動させてはいけません。グループ分けを行い、特定のグループのユニットすべてを別のゾーンと一緒に作動させます。

設定値は以下の許容吸気温度・湿度の範囲内に設定されていなければなりません。

- 室温 20-25° C
- 湿度 40-55% R.H

システムの性能をテストするために吸入および供給両方の温度を計測しなければなりません。3カ所の計測ポイントは図2で示されるように供給および吸入口の構造的中心で行います。

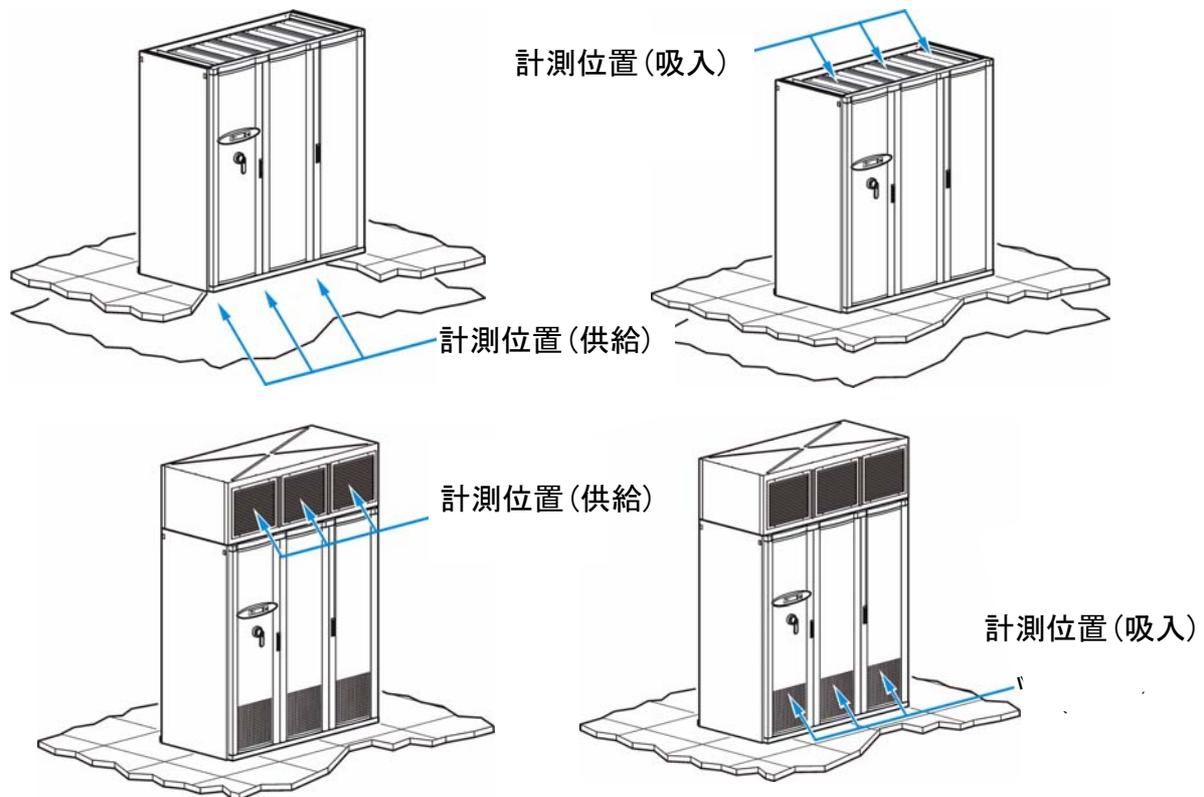


図2 - 供給および吸入温度の計測ポイント

供給空気温度はサーバの吸気口での吸気温度を計測するのが理想的です。実際にサーバ吸気口で温度計測してチェックしてみましょう。計測された吸入空気温度はステップ4で計測した温度数値と等しいか高くなっているはずです。吸入温度がステップ4の温度より低い場合は、循環サイクルが短いため効果があがっていないことを示しています。循環が短くなる原因はCRACから出た供給冷気がIT機器を迂回しCRACの吸入ダクトへ直接戻ってきているからです。APCホワイトペーパーNo. 49「データセンタ（サーバールームおよび電算室）の冷却能力を損なう問題を回避する方法」に循環防止の情報が記載されていますので参照してください。冷気の迂回はオーバーヒートの最大原因であり、さまざまな要因によって引き起こされます。本書のステップ6 - ステップ10でこれらの状況を解説しています。

フィルタが清掃されていることも確認してください。CRACのエアフローに障害があるとエアフローアラームによりシステムがシャットダウンします。予防メンテナンスとして、フィルタは3ヶ月に一度交換してください。

## ステップ3. 主冷却回路のチェックおよびテスト

この章では基本的な冷却装置の紹介をします。APCホワイトペーパーNo. 59「The Different Types of Air Conditioning Equipment for IT Environments」(URL: <http://www.apc.com/>) に詳しい情報が記載されています。メンテナンス会社や独立したHVAC（精密空調装置）コンサルタントにチラーユニット、ポンプシステム、一次冷却システムのチェックを依頼し、全てのバルブが正常に作動していることを確認してください。

### 冷水系統

CRACへ供給される冷水の状態が、適切な状態の空気を室内やフリーアクセスフロアの床下へ供給するCRACの能力を直接左右します。冷水の供給温度をチェックし、メンテナンス会社や独立したHVACコンサルタントに連絡してください。簡単にチェックするにはCRACへの冷水温度を計測します。放射温度計を使用してCRACへの供給パイプの表面温度を計測します。供給水温を表示するための温度計がパイプに組み込まれている場合もあります。

冷水パイプは表面の結露を防ぐために空気と接触しないよう断熱被覆が施されます。正確に計測するために断熱被覆の一部をはがし直接パイプ表面で計測します。この方法が不可能な場合、CRAC内のクーリングコイルの左右どちらかのパイプ露出部で計測します。

### 凝縮器の水系統(水およびグリコールによる冷却)

水およびグリコール冷却システムではCRAC内の凝縮器でCRACから水系統へ熱を伝達します。凝縮器冷却水パイプは供給される水の温度が高いため、断熱被覆は施されていないでしょう。CRACユニット内へ引き込まれる部分で供給パイプの表面温度を計測してください。直接膨張(DX)冷却システムでは規定量の冷媒を完全に充填したことを確認してから計測しなければなりません。

### 空冷冷媒配管

水およびグリコール冷却CRACと同様に適正レベルまで冷媒が充填されていることを確認してください。冷媒配管、室外熱交換器、冷媒充填の状態をチェックするため、メンテナンス会社や独立したHVACコンサルタントに連絡してください。

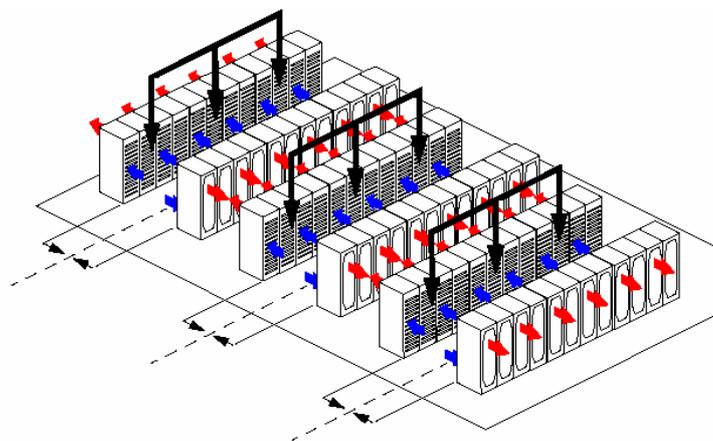
表3は上述の方式での温度比較です。温度がガイドラインの範囲外にはずれている場合は循環供給に問題があることを示しています。

表3 - 循環供給許容温度

冷水入口温度	コンデンサ入口水温 (水冷却式)	コンデンサ入口水温 (グリコール冷却式)
7°C (+/- 1~2°C)	最高32°C	最高43°C

## ステップ4. 通路温度の記録

ラックの棚の間などさまざまな場所の温度を記録し、温度プロフィールを作成することで潜在的な冷却問題の診断を行い、問題箇所へ冷気の供給を確実に行います。ラック間通路が十分に設けられていなければ、さまざまな場所でホットスポットが発生し、複合的な機器の障害をもたらします。本書のステップ9ではラックレイアウトの最適例を示しながら解説します。データセンタの通路内にある重点位置の温度を計測してください<sup>1</sup>。この計測位置は一般的には機器間の中央で測られ、図3で示されるような場合にはラック4台おきに任意の1点で行います。



Reprinted with permission ASHRAE 2004. (c) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org).

図3 - 排気通路・吸気通路計測位置 (ASHRAE TC9.9)

通路温度計測位置は床面から1.5メートルの高さで測ってください。通路温度の計測に精度の高い方法が利用できない場合は、最低限の計測を行ってください。計測温度を記録し、IT機器メーカー推奨吸気温度と比較してください。IT機器の推奨吸気温度が不明な場合は、ASHRAE標準である20–25° C を利用してください。この許容温度を超える場合はシステムパフォーマンスの低下、機器寿命の短縮、予期しないダウンタイムを招く可能性があります。

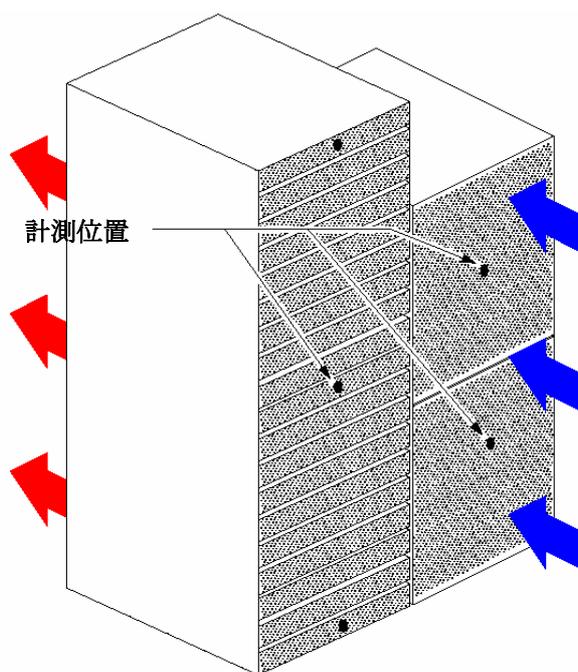
注：以上のチェックやテストを3ヶ月に一度実施してください。最高および最低レベルの記録はすべての温度計測を48時間以内に実施してください。

<sup>1</sup> ASHRAE Standard TC9.9は最適条件でのテストおよび推奨吸気温度に対し、ポジショニングセンサの詳細を提供します。ASHRAEはAmerican Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers ([www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)) の略称です。

## ステップ5. ラック内温度の記録

ラック前面への空気供給が十分でないと、機器からの高温排気が吸気と共に再循環してしまいます。一部の機器、特にラック上部に設置されている機器はオーバーヒートの原因となり、シャットダウンや動作不良を起こします。このステップ5ではラックへの吸気全体の温度が設置機器に対して適切となる方法を紹介しています。温度の計測および記録は図4で示されるように、ラック前面、下部、中間、上部それぞれの中央で実施します。まだ全段が機器で埋まっていないラックでは設置されている機器の中央で吸気温度を計測します。許容吸気温度に関しては本書ステップ2のガイドラインを参照してください。ガイドラインに示された範囲に収まっていない場合はその計測位置で冷却の問題が生じています。

計測はラック機器から50mm離して実施してください。データ収集機器に接続したサーモメータで計測することができます。簡単な方法として、レーザ温度計で計測し温度を確認することもできます。



Reprinted with permission ASHRAE 2004. (c) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org).

図4 - ASHRAE推奨機器吸気温度計測位置

## ステップ6. フロア吸気グリルからの吸入流量のチェック

ラックの冷却能力は空気流量V(立方メートル/分)

に正比例していることを理解することが重要です。通常IT機器は、冷却風の機器内部での温度上昇を10~20°Cになるよう設計しています。機器の冷却に関する計算式により与えられた温度上昇における総流量は簡単に計算することができます。

V = IT機器から発生する熱を除去するのに必要な空気流量。

Q = 除去熱量のことでキロワット(kW)であらわされます。

$\Delta^{\circ}\text{C}$  = 機器の排気温度から吸気温度を差し引いた値。

$$V = \frac{48.60 \times Q}{\Delta^{\circ}\text{C}}$$

10°Cで温度上昇させる1kWサーバを冷却するために必要な空気流量を求めるには:

$$V = \frac{48.60 \times 1\text{kW}}{10^{\circ}\text{C}} = 4.86\text{m}^3/\text{分}$$

つまり、10°Cの目標 $\Delta T$ (IT機器通過後の温度上昇)での熱除去1kWあたり、機器を冷却するための空気を約4.86立方メートル/分供給しなければなりません。ラックごとに必要なエアフローを計算する場合、この値はおおよその目安として使うことができます。ただし、機器に取り付けられた名板に記載があれば、それに従ってください。

$$V/\text{kW} = 4.86$$

典型的な床タイルを使用した場合の目標値に対する許容エアフローを図5に示しています。ラック1本あたりの最大値は1.25から2.5kWになっています。ラック1本あたり一枚の床タイルを割り当てています。つまり、ラックと床タイルの割合が1対1より大きければ、利用できる冷却能力を同じ列のラック間で分割することができます。

## 穴の空いたフロアタイルのエアフローテスト

与えられたフロアタイルの有効冷却能力の計測は単にタイルの上に小さな紙片を置くだけで実施できます。紙片がフロアタイル内に吸い込まれればフロア下に空気が吸い戻されているため、ラックやCRACの設置場所に問題があることを示しています。紙片になんの変化も見られなければ、供給空気がそのタイルまで到達していないことがわかります。紙片がフロアから持ち上げられれば、そのタイルまで空気が供給されていることを示しています。しかし、冷却される機器の電力密度によっては、タイルからのエアフローが十分であるとはいえないこともあります。そういった場合、ラック前面により多くの空気を送るために格子状の金属でできた特殊なフロアタイルや空調機器が必要になります。（1タイルのサイズは600mm x 600mm）

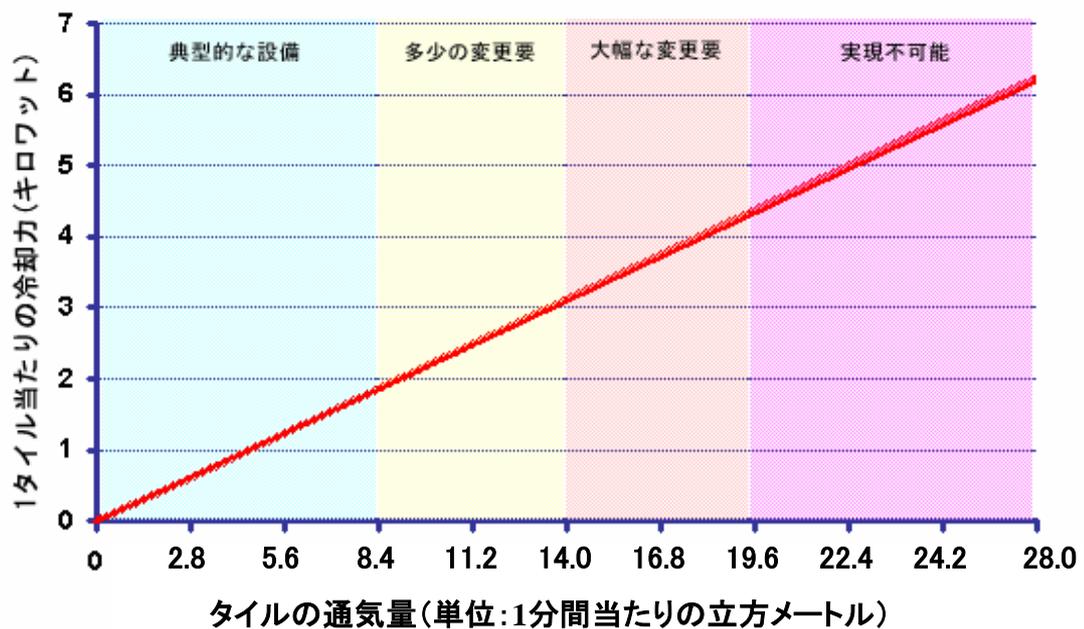


図5 - 1タイル当たりの通気量で示すフロアタイルの冷却力

## ステップ7. ラックの目視点検

ラック内に未使用スペースがあると、そこから機器の高温排気が吸気側へ逆流してしまいます。この高温空気の再循環は機器の温度を不必要に上昇させ、損傷を与えたりダウンタイムを招くことになります。APCホワイトペーパーNo. 44「ブランクパネルを使って冷却率パフォーマンスを改善する」に詳細が記述されています。ラックは目視で点検することができます。

- ラック内に隙間ができていませんか？
- CRTモニタを使用していますか？
- ラック内の未使用スペースにはブランクパネルが装着されていますか？
- ケーブル類がエアフローを妨げていませんか？

ラックにブランクパネルを取り付けていない場合や、乱雑なケーブル配線はエアフローが妨げられ、ラック内に正しく空気を流すことができません。

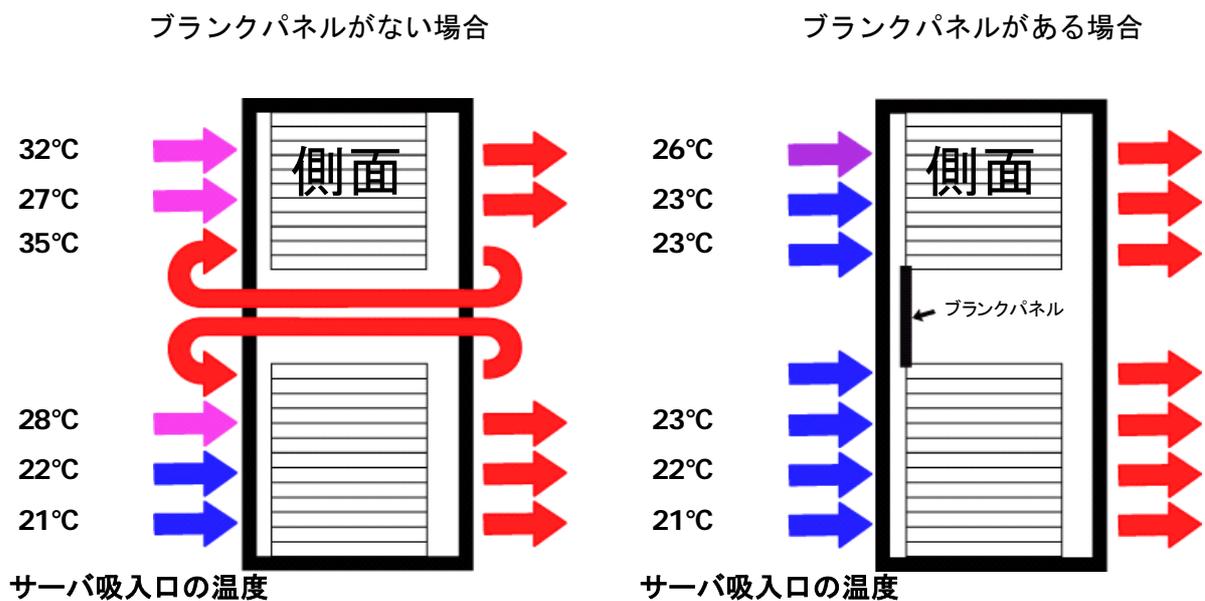


図6 – ブランクパネルの取り付けが、サーバに入る空気の温度に与える影響<sup>2</sup>

<sup>2</sup> APC 研究所での実験 – APC ホワイトペーパー # 44 ([www.apcc.com](http://www.apcc.com))

## ステップ8. フリーアクセスフロア下の空気通路のチェック

フリーアクセスフロア下の清掃および障害物をチェックします。塵や埃があるとグリル通気口から吹き上げられ、機器内に吸い込まれます。ネットワークケーブルや電源ケーブルなどフリーアクセスフロア下の障害物がエアフロー妨げ、ラックへの冷却供給に悪影響を及ぼします。将来的にラックやサーバを追加すると電源ケーブルとネットワークケーブルがさらに増えることとなります。サーバの移動や配置替えにより、余分なケーブルがフリーアクセスフロア下にそのままになっている事がよくあります。

フリーアクセスフロア下が空気供給に使用されている場合は、フリーアクセスフロア下の目視点検を行ってください。タイルの紛失、隙間、損失はフリーアクセスフロアの静圧<sup>3</sup>が低下する可能性があります。エアフローの維持を図るためにフロアタイルで覆われていない部分をなくしてください。

フロアタイルが紛失している場合は、新しいフロアタイルを補充してください。フリーアクセスフロアは通気口のあるタイル又は無いタイルを支持棒に載せた構造とします。ケーブル用の開口部は配線ブラシやふさぎ板を使い、風を塞ぎます。調査によれば有効な冷気の内50～80%がこれらのケーブル開口部から漏れています。

---

<sup>3</sup>静圧（せいあつ）：流動する気体または液体の全圧から動圧を差し引いた圧力。流れの方向に垂直方向に作用する単位面積当たりの力のこと。

## ステップ9. 暖気通路（ホットアイル）と冷気通路（コールドアイル）の配置

ほとんどのラックマウント型のサーバは、空気を前面から吸い込み、背面から排出するように設計されています。すべてのラックが同じ方向を向いていると、1列目のラックから排出された熱い空気は、冷却用の空気や室内の空気と混ざり合い、2列目のラックの前面から取り込まれます。フリーアクセスフロア環境でのこうした配置を示すのが図7です。この場合、空気が列を順次通過していき、IT機器は熱い空気を取り込むこととなります。サーバの空気取り込み口が同じ方向を向くようにラックを配置すると、機器に障害が発生するのは目に見えています。これはフリーアクセスフロアの環境でも、フリーアクセスフロアでない環境でも同様です。

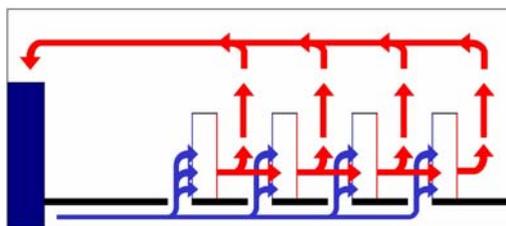


図7 - 暖気通路と冷気通路の区別のないラック配置

暖気通路と冷気通路が交互に来るようにラックを設置することにより、暖気と冷気を分離できます。こうすることで図8に示されるようにフロアタイルから供給される冷気はラックから排気された熱い空気と混ざることなくラック内に供給されます。データセンタ内の冷却方式の詳細は、APCホワイトペーパーNo. 55「重要なIT設備のための冷却方式の検討」を参照してください。

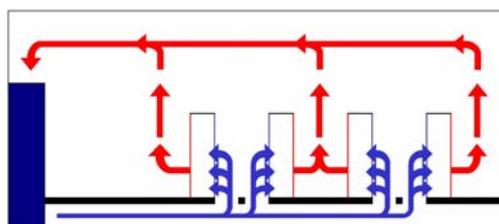


図8 - 暖気通路と冷気通路のラックの配置

適切なラックの配置により、CRACからの供給冷気をラックに搭載している機器へ効率的に流し、ラックから排出された熱い空気と混合することを防ぎます。適切にラックを配置することは、冷却能力を十分に発揮させTCO削減につながります。

## ステップ10. CRACの設置チェック

CRACの設置場所は通路と関係しており、冷気供給にとって重要です。CRACは図9に示されるように暖気通路に対して垂直に設置されなければなりません。CRACへ戻るラックから排出された熱い空気が正しく流れない場合は、冷気と混ざり合ってしまうラックの前面に供給される空気の温度が上がってしまいます。室内でラックから排出された熱い空気と冷気が混ざると、CRACの能力を十分に発揮できなくなります。このことは室内のユニットが少ない場合により注意が必要です。

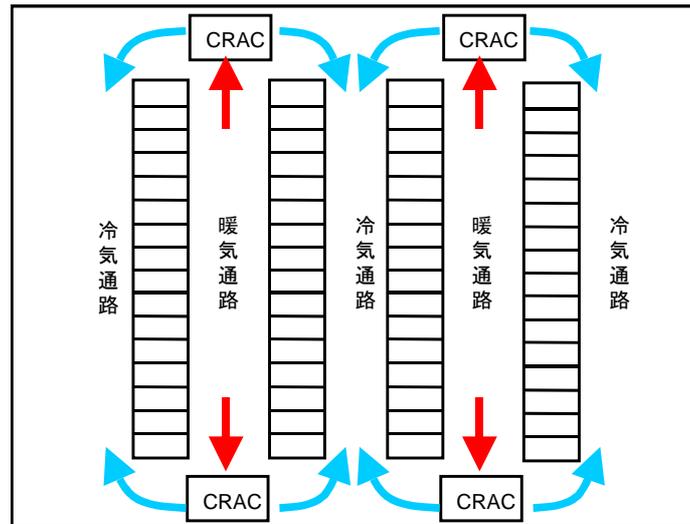


図9 - 望ましい CRAC レイアウト

コンクリートもしくはフリーアクセスフロアではない床の場合、CRACは冷気通路の端に設置したほうが良いでしょう。冷却空気をラックの正面へ供給できます。この配置ではある程度空気の混合が発生するため、ラック当たりの電力密度が低いときに限り採用してください。

## 結論

データセンタの冷却システムを定常的に検査することにより、冷却に関する潜在的な問題を発見し、ダウンタイムを未然に防止することができます。電力消費の変化、IT機器の更新や進歩によりデータセンタの発生熱量は変わって行きます。定期的な検査により、このような変化の影響を大きな問題が発生する前に発見することができます。このホワイトペーパーで紹介した検査によって問題を発見することにより、所定の電力密度において最適な環境を達成することができます。

### 著者に関して:

**ケビン ダンロップ**はAmerican Power Conversion (APC)で冷却ソリューションを担当するプロダクトマーケティングマネージャです。彼は1994年から産業界に従事しており、最初電力管理のハードウェアおよびソフトウェアのプロバイダに勤め、その後APCでプロダクトマネージャとして働いています。

また、彼は複数の産業委員会、産業協会、およびASHRAEの熱管理およびエネルギー効率利用委員会会員などを歴任しています

# 付録

## 表2の前提条件および仕様明細

表2の湿度調整コスト抑制例における両方の仮定は以下の前提条件に基づいています。

- 結果的に約50kWの発熱になる電子IT負荷の50kW
- CRAC吸気口への回収空気温度は22.2° C
- 1年間稼動(7x24)に基づき8,760時間に相当
- CRACユニットの送気量は250立方メートル/分(4,200リットル/秒)
- 換気は必要とされるがデータセンタは完全密閉状態—外気無侵入/無換気とみなした
- kW / hrあたりの価格は0.08USドルとみなした
- CRACユニット仕様はAPC FM50Iに基づく:
  - スタンダードダウンフロー
  - グリコール冷却ユニット(マルチ冷却および省エネルギー機構なし)
  - 電極蒸気発生加湿器(水の伝導率を利用した自動水量調節つきプラスチックキャニスタタイプ)
  - 加湿器能力は4.5kg/hr(101bs/hr)
  - 加湿器消費電力は3.2kW
  - 動作電圧は208ボルト

## 冷却監査チェックリスト

容量チェック				
CRAC	型式	総合容量	顕熱能力	台数
ユニット1				
ユニット2				
ユニット3				
ユニット4				
ユニット5				
ユニット6				
ユニット7				
ユニット8				
ユニット9				
ユニット10				
		利用可能容量＝合計(顕熱能力 × 台数)		

熱負荷条件			
IT機器	総合IT負荷電力(kW)	総合IT負荷電力と同じ(kW)	
UPS(バッテリー付き)	電力システム定格容量(kW)	(0.04 × 電力システム定格容量) + (0.06 × 総合IT負荷電力)	
配電設備	電力システム定格容量(kW)	(0.02 × 電力システム定格容量) + (0.02 × 総合IT負荷電力)	
照明	床面積(m <sup>2</sup> )	20 × 床面積(m <sup>2</sup> )	
要員	データセンタ内の最大要員数	100 × 最大要員数	
総合計	小計	熱出力小計の合計	

容量は熱出力と同等以上ですか？

はい いいえ

## CRAC監視ポイント

供給(各監視ポイント3点の平均)

CRAC1 _____	CRAC6 _____	判定規準 温度20～25℃ 湿度40～55%R.H.	判定(1つチェックを入れてください)	
CRAC2 _____	CRAC7 _____		すべて範囲内	<input type="checkbox"/>
CRAC3 _____	CRAC8 _____		範囲外が1-2点	<input type="checkbox"/>
CRAC4 _____	CRAC9 _____		範囲外が3点以上	<input type="checkbox"/>
CRAC5 _____	CRAC10 _____			

戻り(各監視ポイント3点の平均)

CRAC1 _____	CRAC6 _____	判定規準 温度14～18℃	判定(1つチェックを入れてください)	
CRAC2 _____	CRAC7 _____		すべて範囲内	<input type="checkbox"/>
CRAC3 _____	CRAC8 _____		範囲外が1-2点	<input type="checkbox"/>
CRAC4 _____	CRAC9 _____		範囲外が3点以上	<input type="checkbox"/>
CRAC5 _____	CRAC10 _____			

## 冷却回路

チルド水	7°C(+/-1.1～1.7°C)	判定 (1つチェックを入れてください)	<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
凝縮水ー冷水	最高32°C		<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
凝縮水ーグリコロール冷却	最高43°C		<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
空気冷却	空調技術者の検査が必要です。		

## 通路温度

通路1 _____	通路6 _____	判定規準 温度20～25℃	判定(1つチェックを入れてください)	
通路2 _____	通路7 _____		すべて範囲内	<input type="checkbox"/>
通路3 _____	通路8 _____		範囲外が1-2点	<input type="checkbox"/>
通路4 _____	通路9 _____		範囲外が3点以上	<input type="checkbox"/>
通路5 _____	通路10 _____			

**ラックの温度**

(通路に均等な)ラック4本ごとに床上1.5mでの測定点

R1	R2	R3	R46	R47	R48	判定規準 温度20~25℃ ラック最上部と 最下部の温度差 3℃以内	判定(1つチェックを入れてください)	
R4	R5	R6	R49	R50	R51		すべて範囲内	<input type="checkbox"/>
R7	R8	R9	R52	R53	R54		範囲外が1-2点	<input type="checkbox"/>
R10	R11	R12	R55	R56	R57			
R13	R14	R15	R58	R59	R60		範囲外が3点以上	<input type="checkbox"/>
R16	R17	R18	R61	R62	R63			
R19	R20	R21	R64	R65	R66			
R22	R23	R24	R67	R68	R69		範囲外が1-2点	<input type="checkbox"/>
R25	R26	R27	R70	R71	R72			
R28	R29	R30	R73	R74	R75		範囲外が3点以上	<input type="checkbox"/>
R31	R32	R33	R76	R77	R78			
R34	R35	R36	R79	R80	R81			
R37	R38	R39	R82	R83	R84		範囲外が1-2点	<input type="checkbox"/>
R40	R41	R42	R85	R86	R87			
R43	R44	R45	R88	R89	R90		範囲外が3点以上	<input type="checkbox"/>

**空気速度**

(当てはまる場合)許容差と比較したフロアタイルをすべて検査してください。

フロアタイル	空気流測定(流量試験は空調技術者が行うこと)	判定規準 4.86m <sup>3</sup> /分・kw	判定(1つチェックを入れてください)	
			すべて範囲内	<input type="checkbox"/>
			範囲外が1-2点	<input type="checkbox"/>
			範囲外が3点以上	<input type="checkbox"/>

**ラック検査**

ブランキングパネル	ブランキングパネルはIT機器が設置されていないラックスペースのすべてに取り付けてありますか？	判定 (1つチェックを入れてください)	<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
-----------	--	------------------------	--

(当てはまる場合)床下の空気経路

目に見える障害物	床下に通気の障害物がありますか？	判定 (1つチェックを入れてください)	<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
タイルの欠落、隙間	フロアタイルはすべて定位置にありますか？ ケーブル接続口はシールされていますか？		<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ

**通路およびフロアタイルの配置**

通気口のあるフロアタイルの位置	フロアタイルの通気孔とラックとの位置関係は適切ですか？	判定 (1つチェックを入れてください)	<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
CRAC位置合わせ	CRACは高温通路と完全に合っていますか？		<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ
暖気通路、冷気通路の配置	(互い違いに向いているラックの)暖気通路と冷気通路の間に仕切りはありますか？		<input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> いいえ