

ITワイヤリングクローゼット および小スペースにおける 冷却戦略

ホワイトペーパー68

改訂 1

ニール・ラスムセン
ブライアン・スタンドレイ

> 要約

IT ワイヤリングクローゼットの冷却は、十分に計画されることが少なく、たいていの場合、障害や過熱によるトラブルが発生してからようやく導入されます。ワイヤリングクローゼット内で想定どおりの動作を実現するためには十分な冷却が必要ですが、これまで、それを規定する明確な基準がありませんでした。IT ワイヤリングクローゼット内の冷却は、予想される負荷に確実に対応できる必要があります。冷却装置の設計・設置手順が明確に示されなければなりません。また、オーバーサイズ化を防ぎ、最大限の電気効率を達成するとともに、さまざまな形状や種類のクローゼットにも対応できる十分な柔軟性を備えている必要があります。本書では、ワイヤリングクローゼットの冷却仕様の改善された手法について、その技術と応用例を紹介します。

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
ワイヤリングクローゼットの適切な管理温度	2
熱を取り除く原理	3
クローゼットを冷却するための5つの方法	6
UPS がクローゼット空調システムに及ぼす影響	13
効果的な強制換気(ファン換気)の特性	13
結論	15
参考資料	16
付録: 一般的なワイヤリングクローゼットの想定条件について	17



はじめに

データセンターや大規模なコンピュータールームの設計には常に空調システムも含まれていますが、小部屋や支社など、コンピュータールームの外にある多くの IT 機器は、それ専用の空調システムの使用が想定されていない場所に点在しています。経年により IT 機器の電力密度が増大し、その結果として、VoIP ルーター、スイッチ、サーバーなどの分散配備された IT 機器が、空調の不備が原因でオーバーヒートを起こしたり、耐用年数をむかえる前に故障したりすることも少なくありません。

そうした問題が発生した場合、通常の対応としては、当該機器を放棄し、新たに機器を導入します。再び機器がオーバーヒートまたは故障（あるいはその両方）を起こした場合にも、同様の措置がとられます。しかし、このようなやり方に不満を感じているユーザーが増えており、障害発生前に対策を講じることで、分散して設置されている IT 機器の可用性を確保したいという声が高まっています。本書では、小規模の分散 IT 環境の基本原則を概説し、冷却システムをサポートする有効な仕様および設計に関する指針を提供します。

ワイヤリングクローゼットの適切な管理温度

ワイヤリングクローゼットに適切な空調ソリューションを実現するには、まず小部屋の管理温度を明らかにする必要があります。通常、機器の動作温度の上限値は IT 機器ベンダーによって指定されており、ワイヤリングクローゼットに収容されている稼働中の IT 機器の動作温度は、一般に最大 40°C とされています。これは、ベンダーが保証期間中の性能と信頼性を保証できる限界温度です。重要な点は、動作温度の公表値はメーカーごとに定められているものの、一般にこの温度で機器を使用した場合、それより低温で使用した場合と同等の可用性や耐用年数は実現されないということです。そのため一部の IT 機器ベンダーは、取り扱う機器について、許容最高温度のほかに推奨動作温度も公表しています。IT 機器ベンダーが推奨している動作温度は、通常は 21~24°C です。

さらに、IT 機器の信頼性と性能を確保するためのガイダンスとして、米国暖房冷凍空調学会 (ASHRAE: American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers) の TC 9.9 によって、IT 機器の推奨動作温度と許容動作温度が発表されています(具体的な数値は表 1 を参照)。

表 1

ASHRAE TC9.9 に定められている使用温度制限

動作温度	温度範囲
推奨温度	18~27°C
許容温度	15~32°C

目標は、機器の周囲温度を常に 25°C 以下に保つことです。それが不可能な場合、重要度の低いクローゼットについては、最高許容温度である 32°C 未満に保つのが適切です。32°C を超えないようにするのは、機器に障害が発生するリスクを軽減するためです。32°C という温度は、米国連邦労働安全衛生局 (OSHA: Occupational Safety and Health Administration) や国際標準化機構 (ISO: International Organization for Standardization) などの組織が、軽作業時の許容値として認めている最高温度です。健康や安全に関する詳しい要件については、APC ホワイトペーパー123『*Impact of High Density Hot Aisles on IT Personnel Work Conditions*』(英語版)を参照してください。クローゼット環境に UPS を配備している場合は、さらに注意が必要です。他の IT 機器に比べ、温度の上昇が耐用年数に与える影響が大きいからです。一般的な UPS バッテリーの耐用年数は、正常な動作条件下でたいてい 3~5 年ですが、40°C で使用した場合は 1.5 年程度になります。したがって、管理温度は 25°C 未満にすることが必須です。25°C を超える場合は、クローゼット外の適度に空調された場所に集中管理された UPS を設置して、すべてのワイヤリングクローゼットが保護されるよう配慮が必要です。


 関連リソース
ホワイトペーパー123
Impact of High Density Hot Aisles on IT Personnel Work Conditions (英語版)

熱を取り除く 原理

この問題は、冷気の供給ではなく熱の除去という観点でとらえると、より理解が深まります。IT 機器が収容されている空間の熱を取り除かない場合、熱が溜まって温度が上昇します。IT 機器の消費電力(キロワット)と、除去しなければならない熱エネルギー(キロワット)は同じです。

熱は、「低い方」へ流れるものと考えられます。すなわち、熱は高温の物体または媒体から低温の物体または媒体に向かって流れます。熱を除去するには、熱が低温の物体に向かって流れるように経路を設ける必要がありますが、それは多くの場合、実際の環境下では物理的に不可能です。

オフィスやクローゼットのような狭い密閉空間から熱を逃がすには、次の 5 つの方法があります。

熱伝導: スペースの壁面を介して熱を逃がします。

自然換気(受動換気): 換気装置を使用せず、通気口やグリルを通して、低温空間に熱を逃がします。

強制換気(ファン換気): 換気機能を搭載した通気口やグリルを通して、低温空間に熱を逃がします。

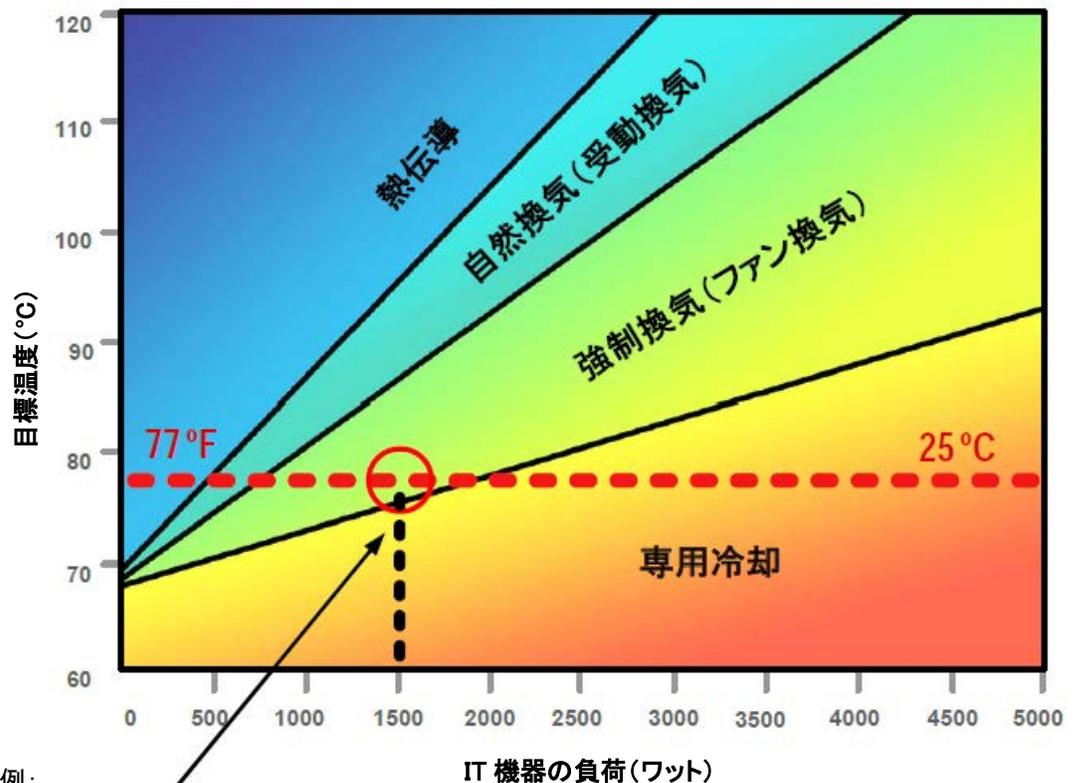
一般空調: 建物に設置されている一般的な空調システムによって熱を取り除きます。

専用空調: IT システム専用の空調装置によって熱を除去します。

この 5 つの方法は性能、制限、コストの 3 つの点で異なります。特定の環境に対して、どの方法が使用または提案されるのか、制限事項や優先事項を考慮した場合にどの方法が最適か、設計仕様をどのように指定するのかについては、ユーザー自身も理解しておく必要があります。

図 1 は、通常的环境下を想定した場合の、部屋単位の電力負荷と目標室温に基づいた空調システム構築に関する一般的なガイドラインです。各方法の許容可能な性能を範囲で示しています。複数の方法を併用することもあり、また最終的な設計には空調に影響するすべての変数を考慮する必要があります。これらの指標は絶対的な値ではありません。「一般空調」はバリエーションが多いため、図には示されていません。一般空調については、後半で詳しく取り上げます。

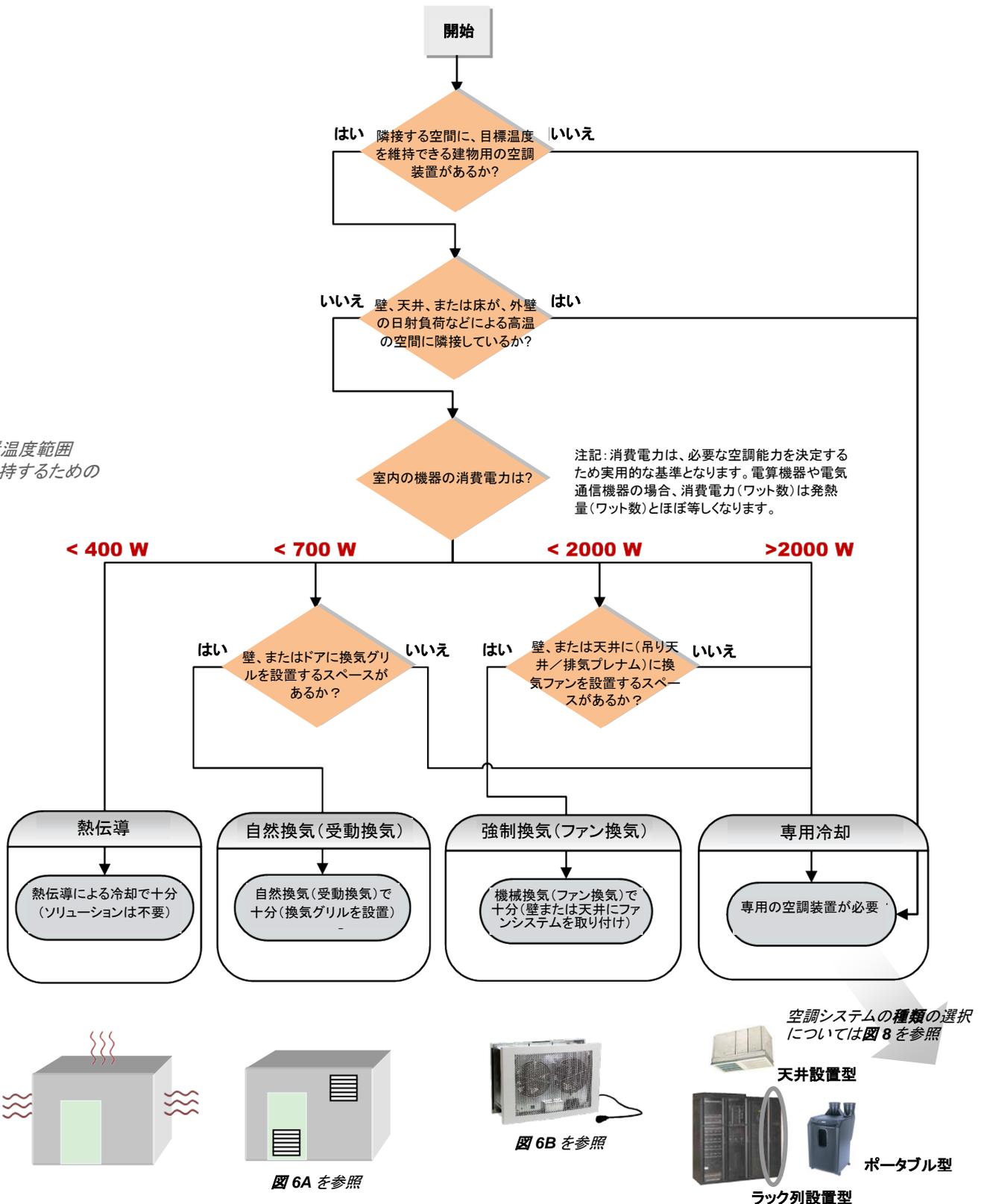
図 1
電力負荷と目標室温に基づいた
冷却方法のガイドライン



例:
1500 W で 25°C(77°F)を維持している
場合における
「強制換気(ファン換気)」の範囲

図 2 は、さまざまなバリエーションがある中で最適な方法を選ぶための意思決定フローチャートです。ここでも、一般空調は推奨ソリューションではありません。

図 2
ASHRAE の推奨温度範囲
(18~27°C)を維持するための
冷却方法



クローゼットを冷却するための 5 つの方法

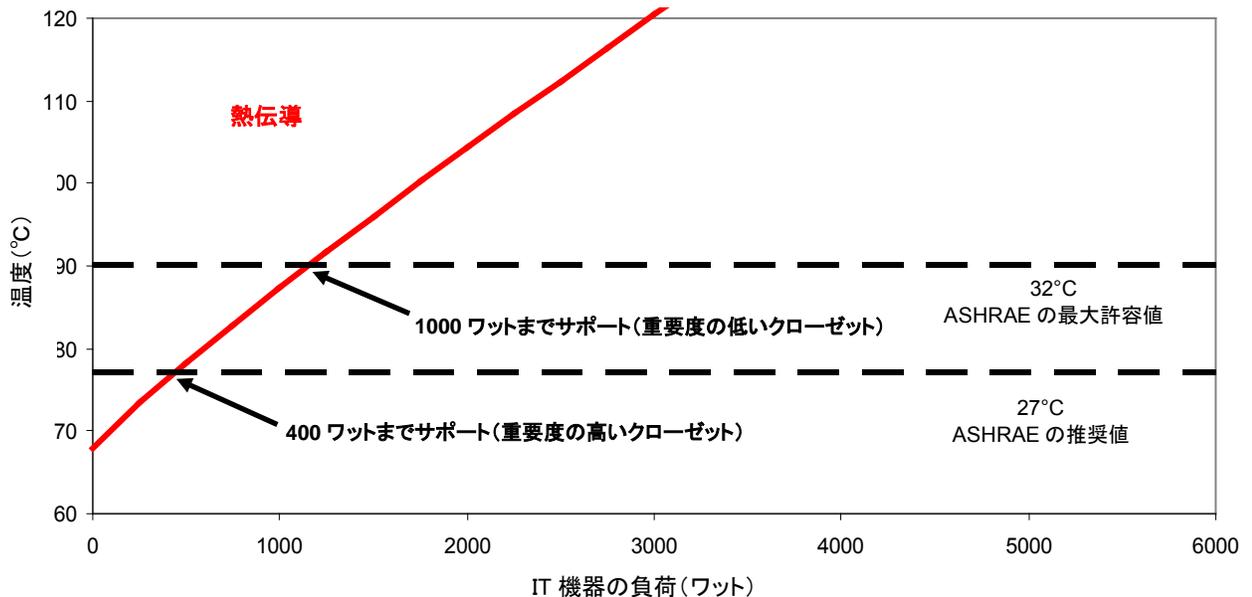
ここでは、クローゼットを冷却するための 5 つの方法の効果と限界について、正しく理解するために詳しく説明します。

熱伝導: スペースの壁面を介して熱を逃がす

多くのユーティリティ用クローゼットと同様に、クローゼットが効果的に密閉されている場合、熱が逃げるためには壁を伝って外へ出ていくほかありません。壁を介して熱を逃がすには、クローゼット内の空気温度が壁の外側の空気よりも高温になっている必要があります。その場合、クローゼット内の温度は建物内の他の場所の温度よりも常に高いこととなります。そして IT 機器の電力レベルが増すと温度も高くなります。図 3 に、クローゼット内の平均温度と IT 負荷の相関関係を示します。

図 3

クローゼット内の温度と IT 機器負荷の関係: 伝導効率



図示されている相関関係は、乾式壁工法の $3 \times 3 \times 3\text{m}$ ($10 \times 10 \times 10\text{ft}$) のクローゼットが、効果的に密閉され、漏洩空気が毎分 1.42m^3 (毎秒 23.6 L) しかなく、向かい合った四方の壁が一般空調により 20°C に保たれている状況を想定した場合のもので、細かい情報や状況設定については、「付録」を参照してください。

図に示されているとおり、この一般的なクローゼットが処理できる IT 負荷は、温度を 27°C 未満に維持しなければならない重要なクローゼットの場合で最大 400 ワット、重要度が低く温度を 32°C 未満に設定してもかまわない場合で最大 1000 ワットです。

ただし、クローゼットの大きさと建築材料がさまざまであることに加え、その他の要因もこの関係に影響を及ぼすため、この方法を用いることで期待できる冷却効果には限界があります。表 2 は、主要要因と影響についてまとめたものです。

表 2

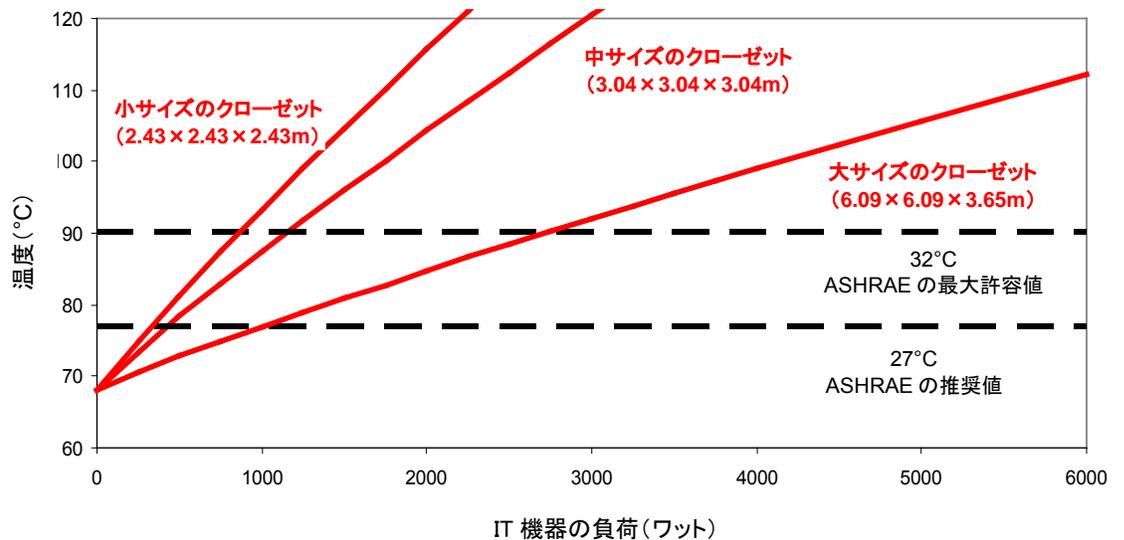
クローゼット内温度と負荷との関連性に影響する要因と、予期される影響

要因	クローゼット温度への影響
クローゼットのサイズ(室容積)	クローゼットのサイズが小さいほど温度が上昇する
壁、天井、床の建築材料	建築材料の熱抵抗値が高いほど温度が上昇する
夜間/週末における建物の空調装置の運転抑制	建物の空調装置の設定温度が上昇した分だけクローゼット内の温度が上昇する
晴天の暑い日に、一部の壁面が日光に暴露したり外気温の影響を受けたりする	外気や日光にさらされる壁面が広いほど温度が上昇する

最も明らかな影響を及ぼす要因は、クローゼットのサイズ(室容積)です。サイズ(容積)が大きいほど、熱を処理できる壁/天井/床の表面積が大きくなるため熱を拡散させる能力が高まり、逆に容積が小さいほど熱伝導による冷却効率は低下します。図 4 に、この冷却効率の違いを示します。

図 4

クローゼットのサイズ(容積)と熱伝導による冷却性能の関係

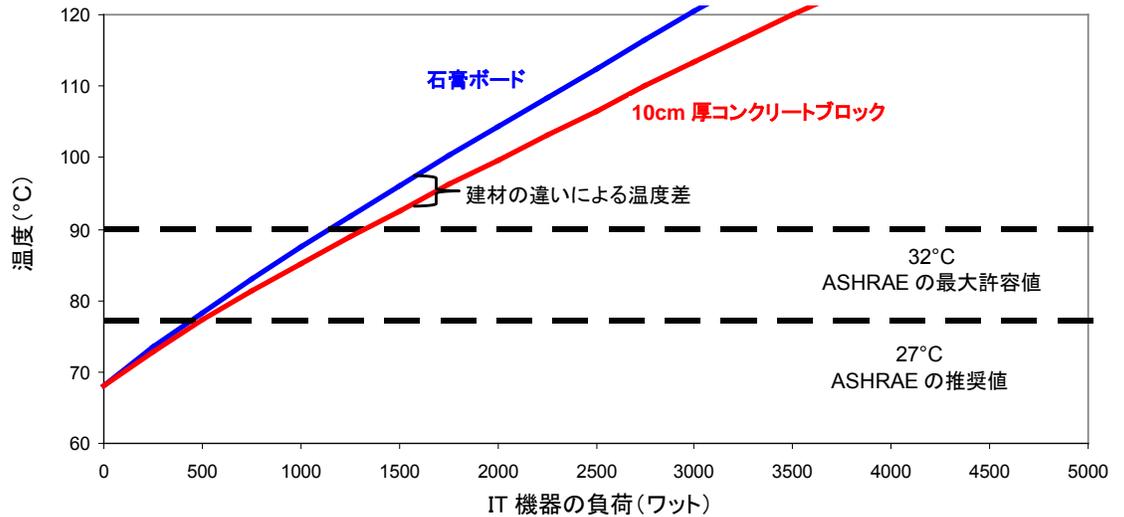


温度と負荷の関係は、壁/天井/床に使用されている素材によっても異なります。これは素材によって熱伝導率が異なるためです。たとえば、石膏ボードの壁面と天井の吸音タイルの代わりに、厚さ 10cm のコンクリートブロックの壁と厚さ 10cm コンクリート製の床を使用することによって、冷却効率を高めることができます。図 5 にそれを示します。

熱伝導冷却の効率に影響を及ぼす一般的な要因として、週末や営業時間外に空調の運転抑制による屋内温度の上昇があります。その場合は、クローゼット内の温度も呼応して上昇します。たとえば、週末に建物の空調装置の設定温度を 20°C から 29°C に上げた場合、クローゼット内温度も同様に 9°C 上昇します。その結果、温度を 27°C 以下に保つ必要がある重要なクローゼットでは過負荷の状態となり、温度が 32°C まで許容される重要度の低いクローゼットでも、250 ワットまでしか耐えられません。

図 5

クローゼットの建材と熱伝導冷却の効率の関係



この空調方法では、クローゼットの壁がそのまま建物の外壁である場合、その壁は外気温と日光の熱の両方の影響を受けてクローゼット内の温度を左右します。晴天の暑い日の場合、このクローゼットはオーバーヒートする場合があります。たとえば、屋外の気温が 38°C で最大 1000 ワット/m² の日射しがある場合、3×3×3m のクローゼット内の温度は 4～7°C 上昇することが予想されます。

密閉されたクローゼットでの熱伝導冷却の効率は、サイズ、工法、隣接環境によって異なります。一般に、熱伝導冷却は、重要度の高いクローゼット(電力負荷は 400 ワット未満)を冷却する場合のみ、前述のような冷却効率に影響するその他の要因を考慮しながら使用することを推奨します。同様に、重要度の低いクローゼットの場合は、クローゼット内の負荷が 1000W 未満の場合にのみ熱伝導冷却を適用すべきです。したがって熱伝導冷却が利用できるのは、小型で積み重ねが可能なネットワークスイッチなど、低電力の IT 機器に限られます。前出の例にあるように、負荷が増加すると温度は急上昇します。電球などの発熱源を追加すると電力レベルが大幅に上昇するため、クローゼット内の照明には、低電力・高効率な電球を、ドアの開閉に合わせて自動的に消灯するようにしたうえで使用するか、あるいは照明を使用しないよう検討する必要があります。

自然換気(受動換気)および強制換気(ファン換気): 通気口やグリルを通して低温空間に熱を逃がす

クローゼットの冷却は、屋内の空气中に熱を逃がす(換気)ことによっても可能です。この方法には、適切に設置されたグリルを用いた自然換気(受動換気)と、ファンを利用した強制換気があります。原則として、クローゼット内の温度が屋内温度よりも大幅に高くないようにします。図 6 に換気システムの例を示します。

図 6
2 種類のクローゼット換気装置

図 6A (左)
自然換気(受動換気)

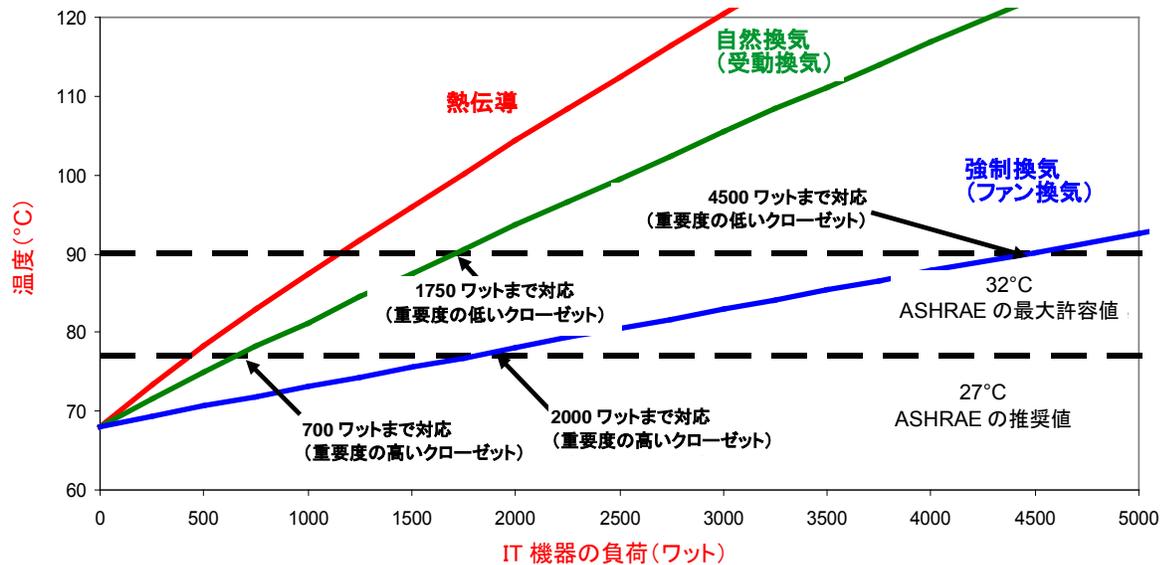
図 6B (右)
強制換気(ファン換気)



換気ファンをクローゼットに取り付ける方法については、図 9 を参照してください。

図 7 は、換気方式によるクローゼットの温度上昇と IT 負荷の関係を示しています。

図 7
クローゼット温度と IT 負荷の関係 — 自然換気(受動換気)と強制換気(ファン換気)



上の図では、換気を示す曲線が 2 本描かれています。自然換気の曲線は、図 6A に示すようなグリルを追加することによって得られます。図 6B の強制換気(ファン換気)の場合、自然換気と比べて温度の上昇が抑制されます。強制換気(ファン換気)の曲線は、毎分 13.6 m³(毎秒 226.5L)の換気量を想定したものです。(より高性能なファンシステムの使用、またはファンシステムの追加によって)換気量が増えるほど、温度上昇率は低くなります。

換気は、非常に実用的なクローゼット冷却方法です。電力レベルが 700 ワット未満の場合、重要なクローゼットは自然換気によって効果的に冷却できます。電力レベルが 700~2000 ワットの場合、重要なクローゼットには強制換気(ファン換気)が適しています。高性能なファンユニットや複数のファンユニットを使用することによって、さらに高い電力レベルにも対応できます。同様に、重要度の低いクローゼットでは、自然換気は電力レベルが 1750 ワット以下の場合に効果的な冷却方法であり、1750~4500 ワットの場合は強制換気(ファン換気)が効果的です。実際に導入する場合は、IT 機器に対する換気口やファンユニットの取り付け位置などを考慮することで、さらに冷却性能を高めることができます。この方法をとる場合は、図 4 および図 5 に示されている外部要因も考慮する必要があります。

一般空調:一般的な空調システムによって熱を取り除く

多くの建物には、従業員に快適な職場環境を提供するため、空調システムや冷暖房システムが設置されています。このような一般的な空調システムは、通常は空調ダクトを備えています。建物内にオフィスや部屋を増築するときに空調ダクトも追加するのと同様に、クローゼットにもダクトを敷設してこのシステムを活用することは、興味深い方法に思われます。ただし、**ダクトを追加するだけではクローゼットの冷却に関する問題は解決せず、むしろ逆効果になることも少なくありません。**

一般的な空調システムは自動的に運転/停止を繰り返しますが、通常はクローゼット外の建物内のどこかにある温度センサーがそれを制御しています。IT 機器が収容されたクローゼットのような小さな空間の場合、空調システムが動作していると温度が下がり、停止していると温度が上がります。その結果、温度の変動幅が大きくなり、より高温の環境で使用し続ける場合に比べ、さらに大きな負担を IT 機器にかけることとなります。

さらに、一般的な空調システムの場合、省エネのために平日夜間や週末に設定温度を上げることが推奨されています。また、空調システムを完全に停止することもあります。大規模な空調システムの一部にワイヤリングクローゼットが組み込まれている場合、空調システムの設定温度が高くなるほど、ワイヤリングクローゼット内の平均温度も上昇します。したがって、空調ダクトを追加するだけでは、夜間や週末の省エネ効果を犠牲にするか、ワイヤリングクローゼット内の温度変化をいっそう激しくさせるか、いずれかを選択することになります。

建物の空調システムを利用してワイヤリングクローゼットを冷却するには、対象となるワイヤリングクローゼットを専用の場所に設置し、適切なサイズの給気/排気ダクト、端末装置(ファンコイルユニット、VAV(可変風量空調)ボックスなど)、および制御装置(サーモスタットなど)を取り付ける必要がありますが、これは非現実的です。

ワイヤリングクローゼット専用の場所を増設するには、以下の課題を検討する必要があります。

- VAV(可変風量空調)ボックスシステムにつながる給気ダクトの内部の静圧が十分でありかつ安定していなければならない(特に建物の空調システムがフル稼働となる真夏日)
- 電力密度能力が極端に低い — 一般的な空調システムの多くは、冷却能力が 43~54 ワット/m² となるように設計されています。これは、1 ラックあたり 150 ワットに相当します(1 ラックが 2.79m² と想定した場合)
- 拡張性の不足
- 導入費が高い

さらに、中央制御方式の空調システムは暖房システムとして使用されることもあります。この場合、クローゼットを涼しく保つために取り付けられたダクトから、冬の間は温風が供給されることとなります。このような事態があってはなりません。

一般に、建物の空調システムを利用した IT クローゼットの冷却は不適切です。すでに空調ダクトが取り付けられている場合は、ダクトを撤去するか塞いだうえで、本書で紹介する他の方法に切り替える必要があります。

専用空調:専用の空調装置によって熱を除去する

クローゼットの温度を最も効果的に管理する方法は、クローゼット専用の空調装置を設置することですが、自然換気(受動換気)や強制換気(ファン換気)と比べて、専用空調はかなり高価で複雑であるため、必要な場合にのみ使用することをお勧めします。

一般に、重要なクローゼットの電力レベルが約 2000W を、重要度の低いクローゼットの電力レベルが 4500W を上回る場合は、専用の空調装置を設置することが推奨されます。電力レベルを判断する際は、IT ベンダーが提供する電力消費明細を確認し、IT 機器の具体的な構成に基づき電力レベルを判断する必要があります。通常は、機器の実消費電力は背面の「銘板」に記されている定格値を大幅に下回るため、クローゼットの電力レベルを正確に把握することにより、空調ソリューションのコストと複雑さを大幅に低減できる可能性があります。たとえば、構成の変更が可能なルーターの背面パネルの銘板に定格消費電力が 5~6kW と記されていても、通常ユーザー向けの構成なら実際の消費電力は 1~2kW にすぎません。このように正確に消費電力を把握することによって、空調装置の稼働を抑えることができます。

換気を行えば技術的には十分に対応できるように思えても、専用の空調装置を使用するほうが適切という場合があります。たとえば、次のようなケースです。

- クローゼットの外部の空気に大量のほこりや汚染物が含まれている場合
- クローゼットの外部の温度変化が激しい場合
- リース品である、または外観を損なうなどの制約により、換気ダクトの取り付けが不可能な場合

上記の場合、建物内の空気を利用した換気は選択肢として不適切なため、専用の空調機器を取り付ける以外に実用的な方法はありません。

クローゼットや狭い部屋に専用空調装置を使用する場合、その種類はさまざまなものがあります。詳細については、APC ホワイトペーパー55『*The Different Types of Air Distribution for IT Environments*』(英語版)を参照してください。

特定のクローゼットに設置する専用空調装置の種類は、主に建物の制約によって決まりますが、**図 8**のような簡単なフローチャートでも判断できます。



関連リソース
ホワイトペーパー55

The Different Types of Air Distribution for IT Environments (英語版)

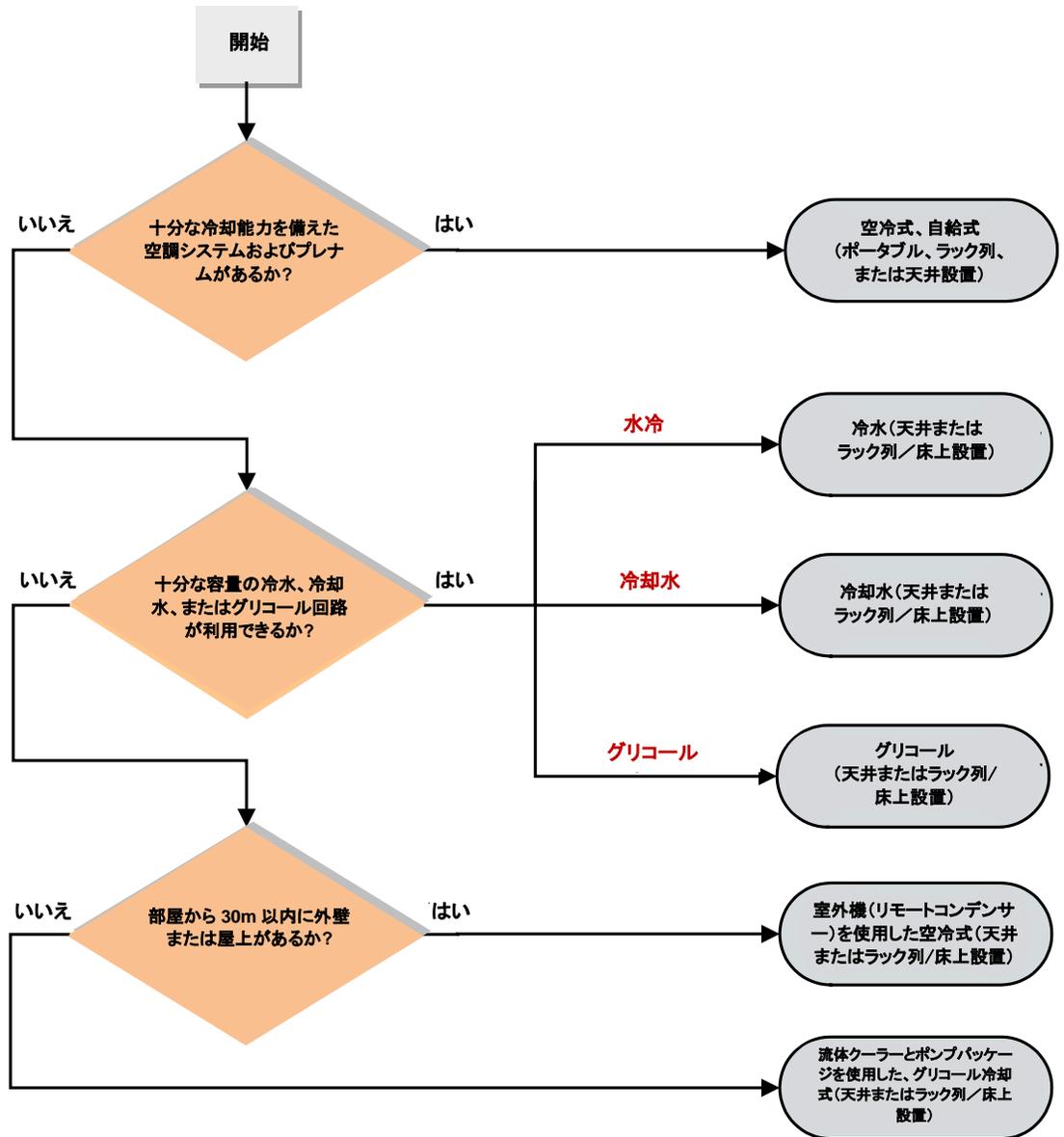


図 8
専用空調装置の選定



天井設置型の空調装置



ラック列設置型の空調装置



ポータブル型の空調装置

UPS がクローゼット空調システムに及ぼす影響

クローゼット内には分散型の小規模 UPS システムを設置し、業務の継続性を確保することが、一般的でかつ推奨される方法です。UPS システムでは、クローゼット内の IT 負荷に応じてバックアップ容量を調整したり、長時間のバックアップ(1 時間を超える)を選択したりできます。いずれの場合でも、UPS の熱負荷は IT 負荷よりもはるかに小さくなるのが普通なので、無視しても問題はありません。

UPS を設置した場合は停電中でも IT 機器が熱を出し続けるため、空調システムも継続して稼働させる必要があります。UPS のバックアップ時間が 10 分未満の場合は、クローゼット内の空気と壁表面の蓄熱によって温度が許容範囲に保たれるため、予防措置は不要です。しかし、バックアップが 10 分を超えて実行される設計の UPS では、停電中も継続して空調システムを稼働させる必要があります。つまり、強制換気(ファン換気)または空調を使用する場合は、そのファンや空調装置自体も UPS から給電する必要があり、UPS のサイズを決める際はファンや空調装置の電源についても考慮する必要があります。これはファン換気を使用する場合は大きな問題になりませんが、空調装置を使用する場合は、より大型の UPS とバッテリーが必要になる場合があります(コンプレッサーの突入電流に対応するために空調装置の定格電流の 4~6 倍が必要になることが多い)。このような理由からも、クローゼット内に空調装置を設置するよりも、できるかぎり強制換気(ファン換気)を導入することを推奨します。

専用の空調装置に UPS から給電するための代替策として実用的かつコスト効率に優れた方法は、強制換気システムをバックアップ用として、専用の空調装置に追加することです。停電が発生し、専用の空調装置が停止した場合でも、室内の換気ができるようにファンシステムの電源が入るように設定するのが理想的です。そして、電力(および運転の自動再開機能がある空調装置)の復旧に伴って、強制換気(ファン換気)システムの電源が自動的に切れるようにします。

効果的な強制換気(ファン換気)の特性

これまでに説明したように、ワイヤリングクローゼットのオーバーヒートはごく当然の懸念事項です。可能なかぎり、自然換気や強制換気(ファン換気)による簡単なソリューションを優先的に採用すべきです。換気システムは、市販のパーツを利用すればさまざまな設計が可能ですが、クローゼットの空調に特化して設計された特徴的なパッケージソリューションもあります。表 3 は、クローゼット換気システムに関して確認しておくべき点をまとめたものです。

表 3
換気システムの特徴と利点

特徴	利点
壁または天井設置方式	1つのソリューションでさまざまな種類のクローゼットに対応できる優れた柔軟性
設計(想定)されたIT負荷に適合	期待どおりの効果が得られる可能性が高い
リモート制御が可能	平均修復時間(MTTR)が短縮
ファン速度が調整可能	最大のエアフローが必要なければ、騒音の軽減が可能
複数のファンを設置可能	ファンの冗長構成によるフォルトトレランス
いたずら防止対応の設置方式	セキュリティが向上
導入が容易	クローゼット環境の変更を最小限に抑える、外部の施工業者への依頼が減る
組み立て作業が少ない	すばやく容易に設置できる
プラグまたは配線による電源接続	現地の電気関連法規への準拠
適応範囲が広い	1つの機器でさまざまな設置環境に対応可能
UPSシステムとの併用に最適	全体的なシステム可用性が高まる

上記の要件を満たす強制換気(ファン換気)ユニットの例を、**図 9**に示します。

図 9
クローゼット用の強制換気
(ファン換気)



結論

ほとんどの IT クローゼットでは、換気システムが最も効果的かつ実用的な空調（冷却）手段です。綿密な設計に基づいて適切に導入された自然換気（受動換気）システムは、電力レベルが低い IT クローゼットに効果的です。VoIP ルーターやサーバーを収容する高電力レベルのクローゼットには、強制換気（ファン換気）をお勧めします。

電力レベルが 2000 ワットを超える高重要度のクローゼットの場合、または 4500 ワットを超える低重要度のクローゼットの場合、あるいはクローゼットの外部の空気が高温であるか制御不能であるか汚れている場合には、専用の空調ソリューションが適しています。既設の一般的な空調システムをクローゼットの冷却用に使用すると、必ずと言っていいほどクローゼット内の温度変化が激しくなるのでお勧めできません。

本書で紹介したガイドラインは、最適なクローゼット用空調ソリューションを選ぶのに役立ちます。IT クローゼット向けに設計された換気システムの登場により、選択のプロセスがシンプルになり、標準化されたクローゼット用空調ソリューションの導入が可能になります。



著者について

ニール・ラスムセンは、Schneider Electric のイノベーション担当上級副社長です。世界最大の R&D 開発予算を投入し、電力、空調、およびラックインフラ向けのプロジェクトにおいて技術面の指揮を執っています。

高効率・高密度のデータセンターの電力および空調インフラに関する特許を 19 件取得しており、これまで電力および空調システムに関して 50 本を超えるホワイトペーパーを執筆してきました。その多くが 10 か国語以上の言語で発行されています。最新のホワイトペーパーでは、エネルギー効率の改善に焦点を当てています。ニール・ラスムセンは、高効率のデータセンターというテーマにおける講演で世界的に知られています。現在は、高効率・高密度で拡張性のあるデータセンター インフラストラクチャー ソリューション技術を推進する役割を担っています。また、APC InfraStruXure システムの主任設計者でもあります。

1981 年に APC を設立するまでは、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。研究テーマは、トカマク核融合炉用の 200MW の電力供給に関する分析でした。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発電システムを担当していました。

ブライアン・スタンドレイは、APC で小型空調システムを担当している製品ラインマネージャーです。製品管理に 9 年間の経験があり、空調ソリューション、InfraStruXure、ラック/エンクロージャをはじめ複数の製品カテゴリーで、設計、開発、販売、およびサポートに深く携わっています。また、営業およびサポート部門にも所属しています。

1994 年に APC に入社する前は、レンセラー ポリテクニク インスティテュート (RPI) で物理学の学士号を取得し、2001 年にはロードアイランド大学 (URI) で MBA を取得しました。



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。



Impact of High Density Hot Aisles on IT Personnel Work Conditions (英語版)

ホワイトペーパー123



The Different Types of Air Distribution for IT Environments (英語版)

ホワイトペーパー55



ホワイトペーパー一覧

whitepapers.apc.com



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： 一般的なワイヤリングクローゼットの想定条件について

本書で取り上げた「一般的な」ワイヤリングクローゼットは、壁の熱伝導、対流、および放射を考慮した広範なモデルに基づいています。「対流」には、室内壁による自然対流と、所定の気流（漏洩空気に関連する）が含まれます。下表は「一般的な」ワイヤリングクローゼットのモデル化条件をまとめたものです。

表 A1

「一般的な」ワイヤリングクローゼットの条件

項目	条件
クローゼットのサイズ	3×3×3m
建物の屋内温度	20℃
クローゼットの建材： 内壁は平坦な空気断熱鉄骨フレーム壁、表面は石膏ボード仕上げ 厚さ約 10cm のコンクリート床 厚さ約 1.27cm の吸音タイルの天井 外壁は断熱性の硬質フォームを用いた絶縁コンクリートブロック、表面は石膏ボード仕上げ	内壁：R 値=0.29 床：R 値=0.1 天井：R 値=0.22 外壁：R 値=1.32
風速が 3.4m/s (12km/h) のときの外壁表面熱伝達率(h)	$h=22.7 (m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W})$
相対湿度	50%
漏洩空気量(ドアの隙間や吊り天井から漏れる空気の予測量)	50cfm (23.6L/s)