

データセンタ（サーバ ルームおよび電算室） の総冷却容量の検討

ニール・ラスムセン

White Paper #25

APC[®]
Legendary Reliability™

Revision 1

要約

このホワイトペーパーでは、空調システムの規模を決定するため、IT機器やUPSなど、データセンター（電算室およびサーバールーム）で使用される機器から発生する発熱量の計算方法について説明します。さらに一般的な計算要素を挙げ、設計の指針を示します。

はじめに

IT機器やネットワーク機器はすべて熱を発生します。データセンタ（電算室およびサーバールーム）内の温度が上昇して設置している機器が誤作動を起こしたり破損したりするのを防ぐため、発生した熱を取り除く必要があります。そのためデータセンタ（電算室およびサーバールーム）やネットワークルームのIT機器などの装置は、空調機で冷却されます。冷却システムの規模を決定するには、データセンタ（電算室およびサーバールーム）に設置された機器や他の要因から発生する熱を把握する必要があります。

発生熱量の計測

熱はエネルギーの一種であり、一般的に、ジュール、BTU（British Thermal Unit）、トン、カロリーなどの単位で表されます。機器からの発熱量の単位としては、1時間あたりのカロリー、1日あたりのトン、1秒あたりのジュール（ワットに相当）などが一般的です。同じ事象を表すのにこれらの多様な単位がなぜ使用されているかについての明確な理由は不明ですが、発熱量や冷却能力の表記に使用されています。これらの測定単位の混用は、ユーザや測定者に対して混乱を招く原因となります。幸い、標準化団体の中には、発熱量や冷却能力に関するこれらすべての単位を、SI単位系であるワットに一本化しようという世界的な傾向があります。BTUやトンという古い用語はやがて使用されなくなるでしょう。¹このような理由から、このホワイトペーパーでは冷却能力および発熱量の単位にワットを使用し記述します。共通標準としてのワットの使用は、後ほど説明するデータセンタの設計に関連する作業を簡素化します。

なお、北米では、発熱量と冷却能力に関して、従来から使用されているBTUやトンが依然として仕様書に使用されることがあります。ご参考までに変換表を次に示します。

基になる単位	乗算係数	変換後単位
1時間あたりのカロリー	0.86	ワット
1時間あたりのBTU	0.293	ワット
ワット	3.41	1時間あたりのBTU
トン	3,530	ワット
ワット	0.000283	トン

¹ 「トン」は氷の冷却能力を示し、氷の固まりで冷蔵や空調を行った1870～1930年代の名残です。

通信ケーブルを介してコンピュータなどのIT機器に伝導される熱量はごくわずかです。従って、AC電源から消費される電力は、基本的にすべて熱に変換されます。この事実により、IT機器の発熱量をワットで表記し、同等の消費電力を簡単にワットで表記することが可能です。1時間あたりのカロリーがデータシートに記載されていることもありますが、機器の発熱量算定に必ずしも必要ではありません。発熱量は単純に定格入力電力に相当します。²。

システム全体の熱出力の算定

システムの総発熱量は各コンポーネントの発熱量の合計です。コンポーネントシステムにはIT機器だけでなく、UPS、配電システム、空調ユニット、照明、人員も含まれます。これらのコンポーネントからの発熱量は、簡単かつ標準的なルールで計算できます。

UPSと配電システムから発生する損失は最終的には全て熱になりますので、UPSと配電システムの発熱量はそれらの損失の合計に等しくなります。UPSや配電システムは、メーカーや機種が違って発生する損失の割合には大きな差がありませんので、簡単な式を使って大きな誤差無しに計算することが可能です。照明と人員からの発熱量は、単位面積あたり、もしくは一人当たりの標準発熱量から簡単に算出できます。

空調ユニットはファンやコンプレッサで大量の熱を発生します。この熱は外部に放出され、データセンタ内の熱負荷にはなりません。しかし、空調システムの効率を低下させるので、通常、空調機の規模を決定する際は考慮されます。

データセンタにおけるすべての要素の発熱量データを使用した詳細な熱分析は可能ですが、簡単なルールを使用した概算でも、複雑な分析による計算と通常の見積り範囲内の結果が得られます。概算には特別な知識やトレーニングなしで誰でも実行することができるという長所があります。

² 注意：唯一の例外がVoice Over IP (VoIP) ルータです。この機器で消費される電力の30%近くがリモート端末に伝導されます。したがってVoIPルータの熱負荷は消費電力よりも低くなります。このホワイトペーパーで仮定しているとおり全体の電力が局所的に使用されるとすると、VoIPルータの熱出力についてはやや算定数値が過大になり、多くのケースで重大な誤差が生じます。

表1のワークシートを使用すると、熱負荷をすぐに算出できます。データセンタの発熱量の合計を簡単且つ確実に算定することができます。ワークシートの使用方法については、表1の下で説明しています。

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	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、冗長UPSの電力容量は加算しないでください。

典型的なシステムの例

典型的なシステムの発熱量について説明します。例として、150本のラックと最大20名のスタッフから成る、500 m²、定格電力250kWのデータセンタを仮定します。この例では、データセンタの負荷は、一般的でもある容量の30%と仮定します。一般的な使用に関する議論については、APCホワイトペーパー#37『データセンタ・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』を参照してください。この例では、データセンタのIT機器の負荷合計は、250kWの30%つまり75kWです。この条件下では、データセンタの発熱量合計は108kWまたは、IT機器の負荷の約50%以上です。

図1は、典型的なデータセンタの総発熱量に対し、それぞれの要素が相対的に寄与している割合を示したものです。

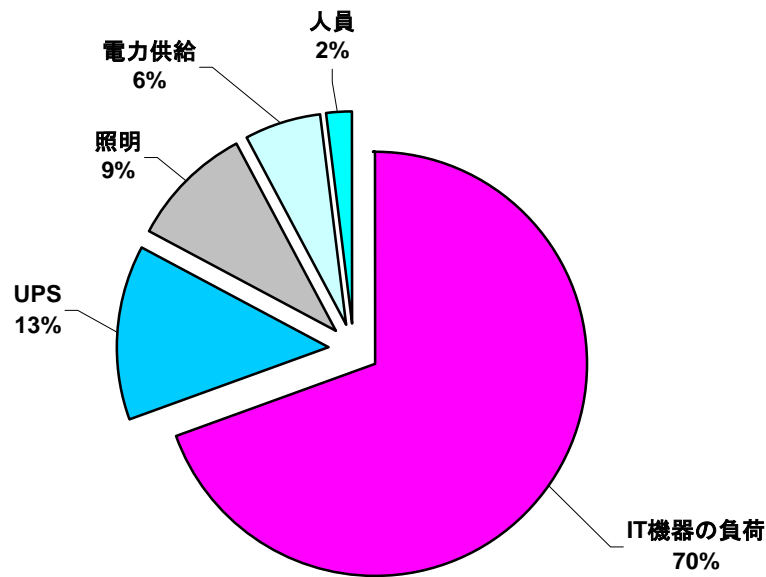


図 1 – 典型的なデータセンタの要因ごとの発熱量の割合

このシステムは電源容量に対して30%の負荷率で運用されているためにUPSと電源供給にかかわる発熱量の割合が大きくなっています。もし、システムが100%の負荷率で運用されれば、供給システムの効率は向上し、これらの項目の相対的な割合は小さくなります。過大なシステムを採用したことによって効率の低下という問題が発生しています。

その他の熱源

上記の分析では、窓からの入射光や外壁からの熱の流入など、環境から生じる熱は考慮していません。小規模なデータセンタやネットワークルームの多くは、外壁や窓がないため、この前提による誤差は生じません。しかし、外部につながる壁や屋根がある大規模なデータセンタの場合、空調システムで冷却が必要な熱がデータセンタ内に流入してきます。

データルームが空調されている施設で区切られている場所に位置する場合、他の熱源は無視することができます。外部にさらされる大きな壁や天井がある場合は最大の熱源になるため、HVAC(精密空調装置)を使用する前に熱量を算定し、上記のセクションのシステム全体の熱量に加算する必要があります。

加湿

データセンタの空調システムは、熱の除去に加え、湿度を制御するように設計されています。計画通りの湿度になっている場合、空調システムは空気中の水分量が一定になるよう稼働するので継続的な加湿は不要です。残念なことに、多くの空調システムの冷却機能は水蒸気の凝縮を引き起こし、湿度を低下させます。従って、設定された湿度レベルを維持するためには加湿が必要になります。

しかし、加湿はCRAC(精密空調装置)の熱負荷を増大させ、冷却能力を事実上低下させるので、設備の過大化につながります。

小規模なデータルームや大きなワイヤリングクロゼットの場合、空調システムはダクトを使用して大量の給気と環気を分離するので凝縮は発生せず、継続的な加湿も必要ありません。これにより、冷却能力の100%が活用され、効率も最大化されます。

大量の空気混合が発生する大規模データセンタでは、CRAC(精密空調装置)による給気を低い温度にして機器からの高温の排気を補助する必要があります。これは結果的に大量の除湿と加湿の状況を作り出すこととなります。これにより空調システムの能力と容量は著しく低下します。最終的に、CRAC(精密空調装置)は30%過大になります。

従って、CRAC(精密空調装置)が過大になる割合は、小規模なダクトによる排気返還システムでは0%ですが、室内で空気が大量に混合するシステムでは30%にもたっします。加湿に関する詳細については、APCのホワイトペーパー#58『Humidification Strategies for Data Centers and Network Rooms』(英語のみ)を参照してください。参照URL : <http://www.apc.com>

空調の規模

冷却の仕様が確定したら、空調システムの規模を決定することができます。このホワイトペーパーの冒頭に述べたとおり、次の要因について検討する必要があります。

- 電源設備を含む機器の冷却負荷の規模
- 建物の冷却負荷の規模
- 加湿による過大化
- 冗長性確保のための過大化
- 将来の要求による過大化

これらの要因のワット負荷を合算して熱負荷の合計を算出します。

結論

ITシステムの冷却要求の確定は、特にトレーニングを積んでいなくても誰でも行うことができる簡単な手順にすることができます。また、電力および冷却のすべての手段をワットに換算することで、手順が簡単になります。一般的な算定基準では、CRAC(精密空調装置)は、予期されるIT負荷の1.3倍と冗長性のために追加される容量を加算したものになります。400 m²以下の小規模ネットワークルームに対しては、この考え方を適用することができます。

大規模データセンタについては、空調を選定する際には、一般的な冷却の仕様を考慮するだけでは十分ではありません。屋根や壁などの他の要因から発生する熱量や空気の循環の影響がおおきいため、個々の条件に見合った空調の設計を検討する必要があります。

ダクトによる空調やシステムの冷却パフォーマンスを向上させ、データセンタ内の温度を一定に保つにも効果があります。簡単で標準的な、モジュール式の空気分配システムを採用し、上述した簡単な熱負荷算出方式と併用することでデータセンタ設計のエンジニアリングを軽減することができます。

著者について

ニール・ラスムセンはAmerican Power Conversion社の創設者であり、CTO（最高技術責任者）です。重要なネットワークのための電力、冷却、ラックインフラに世界最大のR&D予算を注ぎ込こんでおり、彼はマサチューセッツ、ミズーリ、ロードアイランド、デンマーク、台湾、アイルランドに主要製品開発センタの運営を担当しています。現在、モジュール化された拡張性のあるデータセンタソリューションの開発を指揮しています。

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）で電子電気工学を専攻し、学士号と修士号を取得しました。卒業論文は、トカマク核融合炉に対する200メガワットの電力供給に関する分析をテーマにしました。1979～1981年までは、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発電システムの研究に携わりました。