

# 冷却効率を高めて、ホットスポットを低減

## 流体解析で、データセンターのサーバーラック冷却を低消費電力で実現

Marco Lanfrit (ANSYS, Inc., 欧州大陸担当コンサルティングマネージャー)

熱は電子機器の敵です。このため、ドイツのオッターフィングに位置する ANSYS 社のデータセンターでは、サーバー付近の最高温度が許容範囲を超えた時点で空調をフル稼働させていました。しかし、この方法ではホットスポットを解消できなかったため、流体解析を行って気流の問題を突き止め、室温を迅速かつ経済的に安定させて冷却効率を大幅に向上させる方法を見つけ出しました。

ホットスポットは、データセンターのサーバーのほか、バックアップ電源やデータストレージユニットなどのハードウェアが格納されている6つのラックのうち3つのラックの近くに集中していました。最高温度の平均は、サーバーが正常に稼働する温度(34℃)を大きく上回る41℃で、熱に弱い電子部品に異常が発生しはじめる温度(45℃)に近くなっていました。

付近の温度が高くなっていった上記の3つのラックには、データセンターで大規模な問題の解析(顧客が所有しているコンピュータの計算能力では対応できない極めて詳細な解析のほか、ANSYS社のエンジニアリングチームが請け負っている複雑なシミュレーション、当社が調査のために行って

る社内のテストケースなど)を実施するときに使用するサーバーが格納されています。なお、こうした複雑なシミュレーションを行う場合、一般的なシリアル計算ではなく、パラレル計算によって、大規模な問題をいくつかの領域に分けて解析するためのハイパフォーマンスコンピューティング(HPC: High Performance Computing)サーバーを使用しています。

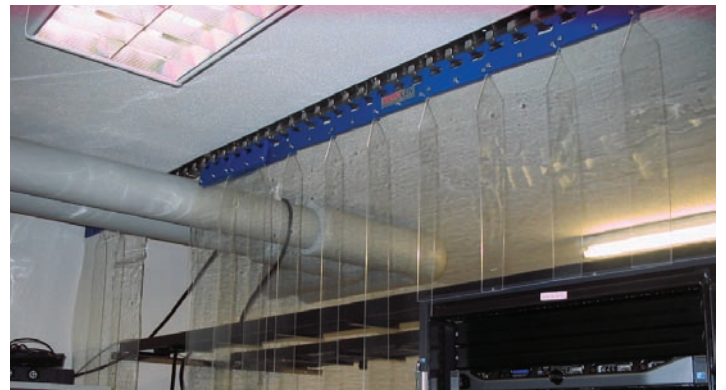
この並列処理では、それぞれ2基以上のマイクロプロセッサが搭載されている複数のマルチコアCPUを利用して、大規模な問題を解析することができます。ドイツのオッターフィングなどに設立されているデータセンターでは、こうしたマルチコアCPUを搭載したHPCサーバーが格納されているラックの中に、複雑なシミュレーションを数時間で実行できる数百または数千個のマイクロプロセッサを収容しています。

このため、放熱は大きな問題でした。多くの場合、こうした問題は、二重床に設置された穴あきタイルを通じて直接冷却するという標準的な方法で解決できますが、オッターフィングのデータセンターに関しては、天井までのスペースが狭いため、この方法を適用できませんでした。

ANSYS社のエンジニアリングチームは、これに代わる方法を探るため、データセンターの温度分布に影響を与える主な要因を確認するためのシミュレーションモデルを作成しました。床面積が32m<sup>2</sup>、高さが2.5mと比較的狭いこのデータセンターには、高さが約2mのサーバーラックが置かれています。このラックの上部から天井までのスペースは約0.5m、ラック列の両側から、隣接する側壁までの距離は約2mです。約450個のマイクロプロセッサが収容されている3つのHPCサーバーラックからは、熱風(約26kWの熱エネルギー)が、また他の3つのラック(一般的なミッドレンジサーバー数台、バックアップサーバー、データストレージユニット、ファイルサーバー、無停電電源装置が格納されている)からは、9kWの熱エネルギーが放出されます。このため、データセンター室後部(ラックの背後で、冷気を吸入するのに理想的な位置)の天井付近には、2台の冷却ユニットが水平に設置されています。各冷却ユニットは、室内のすべての装置から放出される35kWの熱エネルギーを確実に処理できる流量(8,000m<sup>3</sup>/時)と、定格12.7kWの冷却能力を有しています。



データセンター室の正面から見たサーバーラック。左側の3つのラックには、HPCサーバーが格納されている。右側の3つのラックには、一般的なミッドレンジサーバー、バックアップサーバー、データストレージユニット、ファイルサーバー、無停電電源装置が格納されている。データセンター室後部の壁(ラックの背後)に設置されている空調機から出る冷気をラックの中に引き込み、放出される熱風は前方に流すことが理想的。



データセンターに仕切りを設置したところ、部屋の設定温度を上げて電気を節約しても、装置を効果的に冷却することができた。

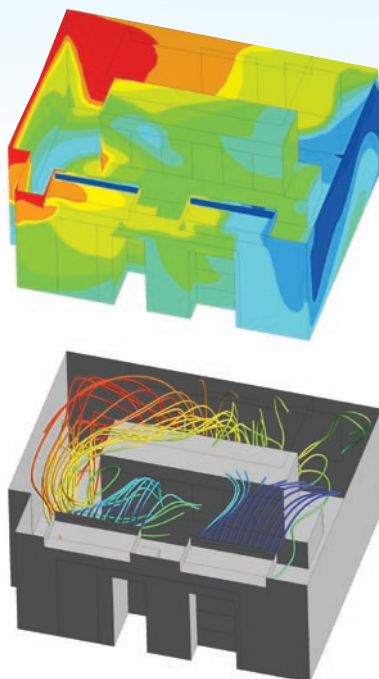
ANSYS社のエンジニアリングチームは、これらのパラメータを考慮に入れながら、ANSYS FLUENTを使用して流体解析を行い、壁の温度分布を作成しました。この分布を確認したところ、HPCサーバーラックから放出された熱風が部屋のコーナーに当たり、その場所にホットスポットが生じることが分かりました。また、このホットスポットが、隣接する側壁の上部を移動してから、最終的にHPCサーバーの空気吸入口に戻ることや、HPCサーバーから最も離れた側壁に沿って低温の空気が流れることも確認できました。なお、これらの領域で測定した温度は、シミュレーションによる予測値とほぼ一致しました。

さらに、気流とこれによって変化する温度を流線で表示したところ、室内に発生するホットスポットと不均一な温度分布を確認することができました。たとえば、HPCサーバーラック（特にラック列の端）から放出される熱風は、冷却ユニットに引き込まれると予測していましたが、部屋の前面に向かって移動してから、ラックの上部と周囲を通過し、最終的にラックの入口側に戻っていました。また、HPCサーバーから放出される熱風が、冷却ユニットから出る気流の進行方向を変えてしまい、HPCサーバーラックの一部にしか冷気が到達しなかったため、冷却ユニットのファンによってHPCサーバーラックの中に送り込まれる空気の温度がさらに上昇していました。

この結果を確認したエンジニアリングチームは、2つのセクション（ラックの上部から天井までのセクションと、HPCサーバーラックの片側から隣接する壁までのセクション）から成る仕切りを追加することで、こうした問題を解決できるのではないかと考えましたが、上記のモデルを使用して、他の4つの構成も評価してみました。その中には、2つのセクションを追加した場合より多少効果がある構成がいくつかありましたが、複雑な構成になるため、却下することにしました。

次に、2つのセクションを追加した構成をシミュレーションしたところ、劇的な改善が見られ、データセンターの室温を均一にして、HPCサーバーのラックの最高温度を41℃から34℃に低減できることが分かりました。また、冷却効率を10～20%向上させることも可能となり、実際に空調機の設定

## 改善前

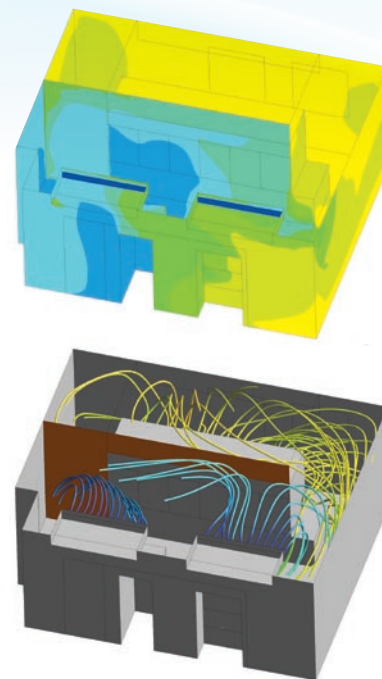


ラックの上部と周囲を通過してからラックの入口に戻る高温の気流によって発生するホットスポットを示した温度分布（上）。この高温の気流が原因でHPCサーバーラックの一部にしか冷気が到達しなかったため、ラックの中に流れ込む空気の温度がさらに上昇していた（下）。

温度を上げて平均室温を8℃高くすることができました。

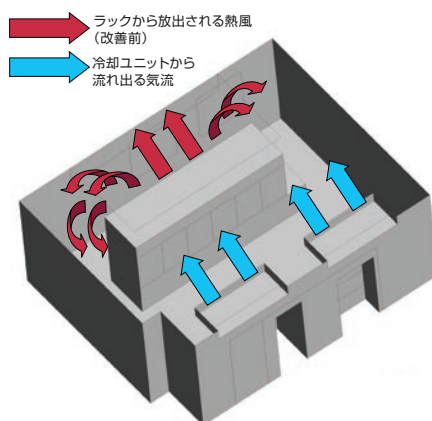
このシミュレーションで予測した温度は、仕切りを設置した後に測定した温度とほぼ一致しました。今回のプロジェクトでは、2つのセクションから成る単純な仕切りを追

## 改善後

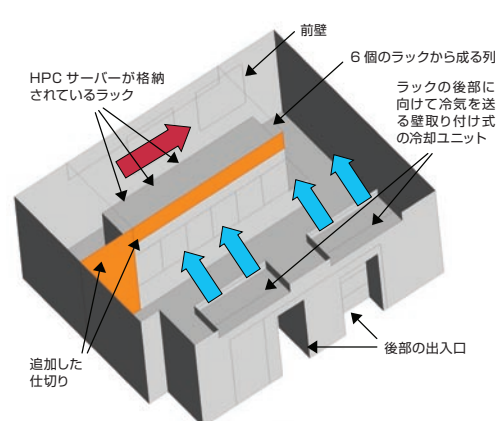


単純な仕切りを追加しただけで、温度の均一性と通気を大幅に改善することができた。

加しただけで、年平均10,000ユーロ（約110万円）のコスト削減につながる大きな改善を図ることができました。具体的には、約2日間のエンジニアリングと数日間の改修だけで大きな成果をあげることに成功しています。■



データセンターの元の構成



ラックの上部と片側に仕切り（オレンジ色）を設置したところ、通気を改善して、熱の問題を迅速かつ経済的に解決することができた。