

熱設計への取組（ブローファンの解析モデル構築）

技術管理部 設計管理室 肥田昌志
中澤基樹

1. はじめに

昨今の電子機器において高機能化・高性能化・高集積化が進んでいくことで製品の発熱量が増加し、**図1**で示されるような多種の熱に起因する問題が発生している。



図1 熱によって発生する問題

従来の製品では製品容積も大きく自然空冷で熱の対処が可能であったが、昨今の製品は製品容積の小型化が進んでおり、自然空冷での冷却に限界がきている（**図2**）。

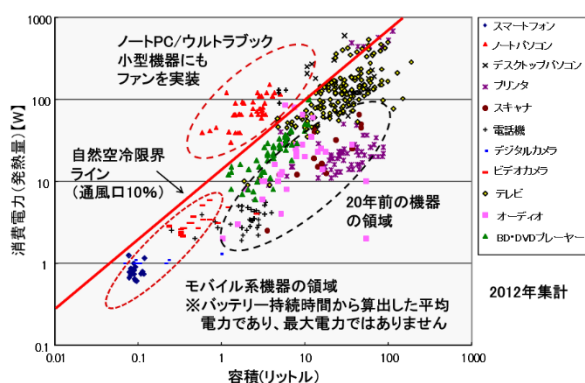


図2 製品容積と消費電力の関係

当社製品においても同様の状況がおこっており、熱設計への取組を実施している。熱設計の取組の一つとして、製品開発の上流設計で熱流体シミュレーション（以下、熱SIM）を行い、製品の温度予測を行って

る。熱SIMの結果から強制空冷が必要な場合はファン追加などの熱対策を製品に盛り込んでいる。しかし、ファンを使用する熱SIMの場合、ファンから噴出する風の流れを正確に再現することが難しく、精度の高い温度予測を行うことは困難であった。

当社製品で使用するファンには軸流ファンとブローファン（以下、ブロー）がある。軸流ファンは排気用として製品内部の温められた空気を製品外に排出する使い方をするため、ファンから噴出する風の流れを再現するうれしさは少ない。一方、ブローは噴出する風によって発熱部品を直接冷却する使い方をするため、ファンから噴出する風の流れが重要となる。

そこで今回はブローに着目し、精度の高い温度予測ができるようにすることを目的に、ファンから噴出する風の流れを正確に再現した新たな熱SIMの解析モデルの構築を行った。

2. 取組背景

ブローを用いた熱SIMでは、**図3**のようにブローは開口部から一定の風が噴出する解析モデル（以下、現行解析モデル）を利用しており、風速分布や風向を考慮できておらず、風の流れを再現できていない。これが精度の高い温度予測ができない原因と考えられるため改善が必要であった。そこで、精度の高い温度予測を実現させるため、ブローの開口部から噴出する風の流れを再現した解析モデルを構築する。

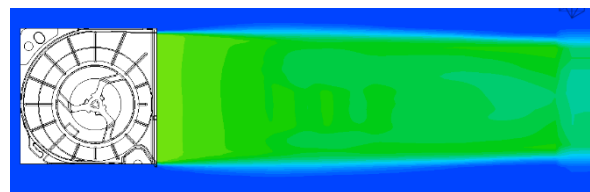


図3 現行解析モデルの風の流れ

3. 実施内容

3-1 ブロアの風速測定による風の挙動確認

ブロアから噴出される風の流れを把握するため、図4のような評価装置で風速測定を実施した。具体的にはブロアの位置を固定し、風速プローブの位置をX方向・Y方向に移動させながら、複数ポイントでの風速を測定した。Z方向は大きな差異がないことを確認済みのため、開口部の中心位置に固定した。

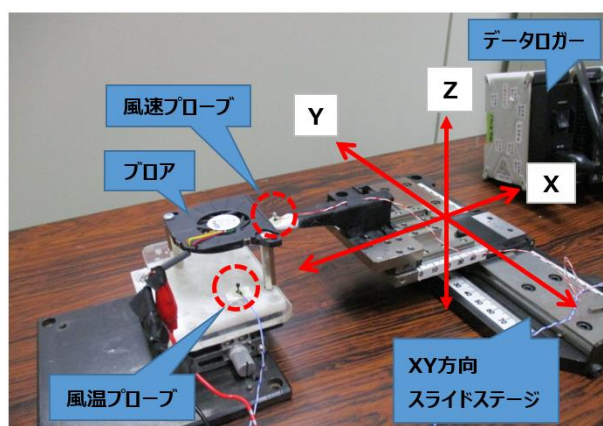


図4 風速測定風景

3-2 測定結果の分析

前項 3-1 の風速測定の結果を図5のように風速分布図としてまとめた。

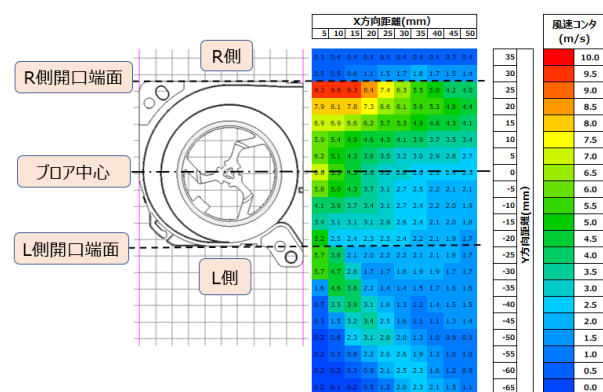


図5 風速分布図

この風速分布図から以下三点のブロアによる風の流れの特徴が明らかとなった。

- ・開口部から一定の分布で風が噴出しておらず、ブロア

中心よりR側の風速の方が高い傾向がある。

- ・ブロアのR側開口端面の外側では風の流れが急激に無くなる。
- ・ブロアのL側開口端面の外側でも風の流れは存在する。(拡散している。)

3-3 熱 SIM の実行

実測結果よりブロアからの噴出口（風の出口）は一定の風が噴出されているわけではなく、噴出口の場所により風速・風向が異なることが分かった。そのため、風の流れを再現するためには、解析条件としてブロアの噴出口を分割し、その分割した面それぞれに任意の風速・風向を設定することが必要になる。

しかし、利用している熱 SIM ソフトウェアのデフォルト機能では噴出口全体に対して一つの風速・風向しか入力できなかった。そこで簡易プログラムを作成し、熱 SIM ソフトウェアと連携させることにより、解析条件として『ブロアの噴出口の各位置から異なる風速・風向の設定』ができるようになった。熱 SIM による風の流れは図6の通りであり、ブロアから噴出する風の流れを再現できた。また本簡易プログラムは変数を入力するだけでさまざまなブロアに適用できる汎用性を持たせた構成としているため、誰でも簡単に利用することが可能である。

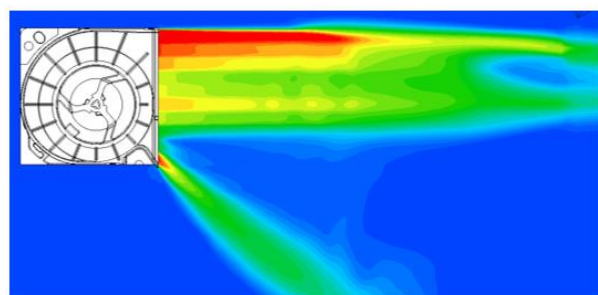


図6 新解析モデルによる風の流れ

3-4 効果の確認

次に現行解析モデルと新解析モデルの二種類の解析モデルを用いた熱 SIM を実行し、実機との比較を行った。

図7のような評価装置で温度測定を実施した。具体的にはプリント基板上に実装した16か所の抵抗(発熱源)に電圧を加えて発熱させた状態でブロアを用いて

冷却を行い、前列抵抗（8 個）の温度を測定した。

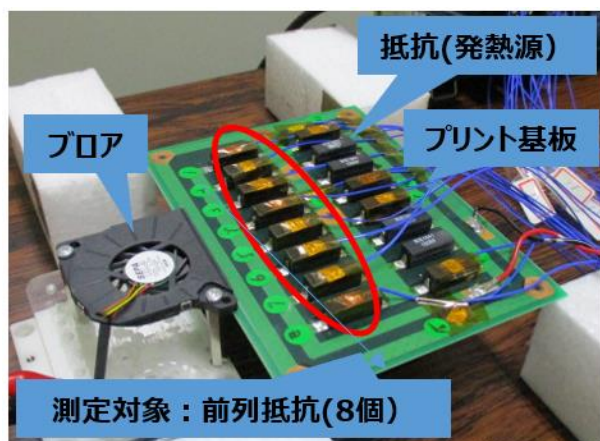


図7 ブローアでの冷却実験風景

また、同条件下における現行解析モデルと新解析モデルの二種類の熱 SIM を行った（図 8）。実機の測定結果と解析結果の相関（特に温度への影響が顕著であった箇所の抜粋と全体）を図 9 に示す。

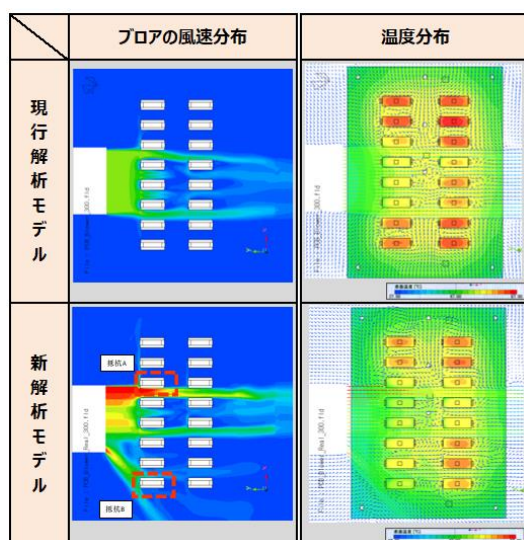


図8 解析モデルの比較

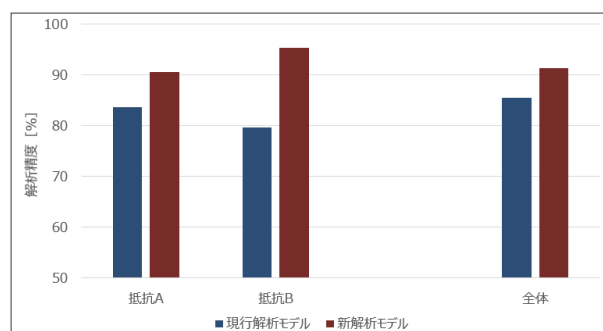


図9 実機測定結果と解析結果の比較

現行解析モデルに比べ新解析モデルの解析精度（実機温度結果/解析温度結果×100）は、平均で6%の改善を図ることができた。またブローアから噴出する風の影響が特に高いと考える箇所の抵抗（図 8、図 9 の赤四角部の抵抗 A、B）では平均値よりも精度が改善した（最大 +9%）。以上のことより新解析モデルにて精度の高い温度予測ができるようになったと言える。

4. 終わりに

ブローアから噴出する風の流れを再現した熱 SIM の解析モデルの構築を行うといったデジタルツイン^{*(1)}での考えを取り入れた取組を実施した。その結果、熱 SIM で精度の高い温度予測ができるようになり、一定の成果を得ることができた。

今後は熱だけではなく、ほかの解析（強度解析や EMC 解析など）に対しても、現実/仮想を連携させたアプローチをし、精度を向上させる取り組みを行っていく。また並行して製品設計部門が開発初期段階にて適切な熱設計が行える環境を整え、製品品質向上に寄与していく。

参考文献

1) (セミナー資料)

国峯尚樹（株式会社サーマルデザインラボ）

セミナー名：『エレクトロニクスの熱設計実務講座 1』

* (1) デジタルツイン

リアル（物理）空間にある情報を IoT など集め、送信されたデータを元にサイバー（仮想）空間でリアル空間を再現する技術