

TSUBAME 共同利用 令和 2 年度 産業利用 成果報告書

利用課題名 OpenFOAM による熱流体解析  
英文: Thermofluid solution by OpenFOAM

利用課題責任者 笹島 学  
Manabu Sasajima

所属 フォスター電機株式会社  
Foster Electric Co., Ltd.  
URL <http://www.foster.co.jp>

邦文抄録

自動車やテレビなどに用いられる動電型スピーカにおいて、ボイスコイルの発熱による振動系全体の温度上昇は、部品の接着層の破損や、部品自体の劣化などの原因となり、これを防止することは製品の信頼性向上のためには不可欠である。しかし、要素数が膨大となり、計算規模が大幅に増加してしまう問題が生じるため実用的な解析は困難であった。本件は TSUBAME を利用した OpenFOAM による熱流体解析を検討する。

英文抄録

The temperature rise of the entire vibration system due to the heat generated by the voice coil cause damage to the adhesive layer of the component and deterioration of the component itself. However, practical analysis has been difficult because the number of elements becomes enormous and the calculation scale increases significantly. In this case, we will consider thermo-fluid analysis by OpenFOAM using TSUBAME.

*Keywords:* OpenFOAM, Voice Coil, Thermofluid

背景と目的

自動車やテレビなどに用いられる動電型スピーカにおいて、ボイスコイルの発熱による振動系全体の温度上昇は、部品の接着層の破損や、部品自体の劣化などの原因となり、これを防止することは製品の信頼性向上のためには不可欠である。部品の温度上昇を抑えて、機器の動作や寿命を保証することが熱設計の大きな目的である。

また、熱流体解析を行うことで、部品の小型化、微細化により、細部にわたる部品の温度計測が困難の場合でも、熱流体解析を活用することで、全体の温度を詳細に把握することが可能になる。部品の温度は空気の流れや熱伝導、放射による熱移動の結果として決まる。目に見えない「空気や熱の流れ」を把握することができる。

これらを数値的な解析により検討しようとした場合、熱流体の時間領域の解析が必要となるが、数周期程度でも数千ステップの解析が必要で、周波数領域の音響解析などと比べると解析回数が膨大で、実用上許容できる解析が難しい。そこで、本課題では TSUBAME

と OpenFOAM を用いた多数の並列化を行い、時間領域での熱流体解析を、実用上許容可能なレベルでの高速化に取り組むことを目的としている。

概要

本検討では、スピーカのボイスコイル周りの熱流体解析を行った。解析モデルは 1/4 対称モデルである。解析モデルは図 1 に示すように、磁器回路の部分とボイスコイルとそれらを囲んだ空気の部分から構成される。スピーカの要素分割モデルを図 2 に示す。

また、スピーカの構成の中で、ボイスコイルと磁器回路の間隔は狭い場所で 0.02mm しかないが、ボイスコイル周りの空気の挙動を確認するために、空気メッシュを数層作成するため非常に細かく作成した。その結果、要素数は 4,344,682 個、節点数は 3,220,414 個となり、メッシュサイズは約 0.56~0.0068mm になった。

境界条件を図 3 に示す。左側面と底面は熱的に開放(空気の流入出なし)、発熱部であるコイルは 400K、その他の領域は 300K である。

400K に温度固定したボイスコイルによって暖められた空気が浮力によって上昇する。熱計算では、空気の

流体領域だけではなく、固体内の熱伝導計算も実施している。それによって、温度変化による空気の流れや空間の温度分布が確認できる。

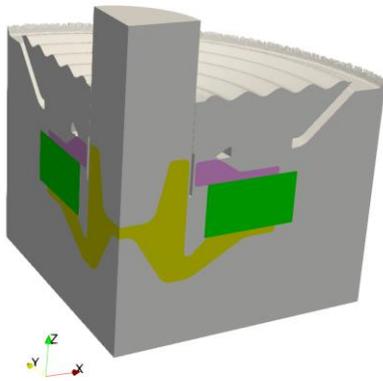


図 1 スピーカの 1/4 モデル

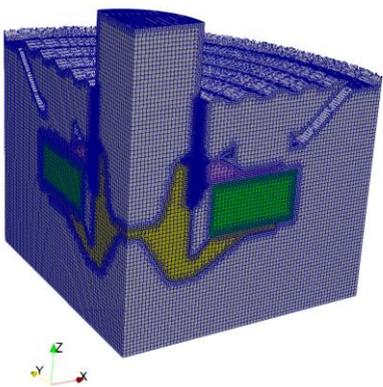


図 2 メッシュ

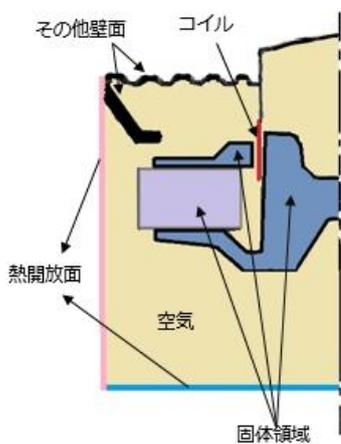


図 3 境界条件

### 結果および考察

熱流体解析結果の流速分布断面を図 4 に示す。赤は流速が速い部分、青は流速が遅い部分を示す。それら空気の流れをベクトル表示して、図 5 に示す。空気の流れ方向もはっきりと確認できた。

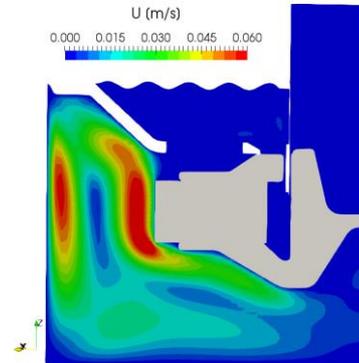


図 4 流速分布断面

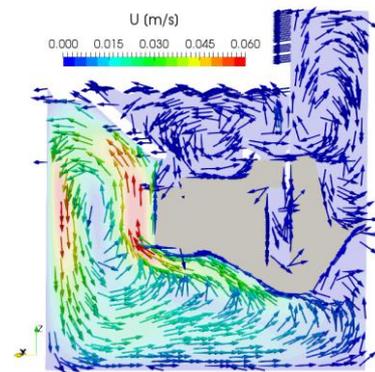


図 5 流速ベクトル

### まとめ、今後の課題

熱流体解析は測定できない部品の温度を把握することや現象の可視化などができた。また、TSUBAMEとOpenFOAMを用いた多数の並列化を行い、時間領域での熱流体解析を、実用上許容可能なレベルでの高速化に取り組むこともできた。

従来の社内で利用しているワークステーションより大幅に解析の時間短縮ができ、さらに従来では解析できなかった大規模のモデルでも解析できた。よって、本検討での目標は十分に達成できた。

今後、熱流体解析分野の部品形状の最適化と実証実験を行いつつ、スピーカの全モデルの熱流体解析を行おうと考えている。