

オリエンタルモーター株式会社 様

ファンを含めた解析を実施
結果は多方面に活用

ファンは電子機器の熱流体解析の中でも比較的、難易度の高い部品とされる。なぜなら可動部品のため、流れが非常に複雑になるからだ。そこで今回は、通常の電子機器はもちろん、スパコンなどをはじめとする特殊な製品に向けたファンモーターで高い実績をもつオリエンタルモーターに、ファンを取り巻く流体熱解析の現状や、ファンの設計事例、解析結果の有効な活用方法などについて聞いた。

オリエンタルモーター株式会社

<http://www.orientalmotor.co.jp/>

設立	1950年
事業内容	精密小型モーターおよび制御用電子回路などの開発・製造・販売
代表者	代表取締役社長 倉石 芳雄
東京本社	東京都台東区
資本金	40億円

オリエンタルモーターは、精密小型モーターをはじめとする各種モーターやその制御回路を含むトータルなシステムを開発、製造する企業だ。産業機械をはじめ理化学機器や医療機器など幅広い分野に製品を提供している。その中でファンモーターの開発を中心とした熱対策を受け持つのが、TM (thermal management) 事業部だ。パソコンなどをはじめとした電子機器全般に使われるプロペラファンやブロワ、クロスフローファン、そして熱対策のトータルシステムを提案する。同事業部が得意とする製品のひとつが、スパコンなど特別な製品に向けたファンモーターだ。オリエンタルモーターは従来から産業機械用など多品種少量型の製品を迅速に開発、製造する体制を整えてきた。そのノウハウの蓄積がファンモーターでも活かされている。

ファンへの流体解析適用の背景



伊藤 孝宏氏
オリエンタルモーター株式会社
TM事業部 主席研究員 博士 (工学)

さまざまな回転翼に対する流体工学の取り組みは以前からあった。とくに船舶のスクリューや風車の羽根など、大型の製品には早くから流体解析が活用されてきた。こういった製品を扱う重工メーカーは自社でプログラムを開発することが多い。しかし電子機器などに使うファンへの流体解析の取り組みは遅かった。まず、大型の回転翼の解析手法を単純に適用できないという背景があった。羽根の周囲を流れる流体は羽根の形状通りには流れず、羽根から少し離れた状態となる。その羽根から離れる状態や流れの様子は、羽根のサイズが、数センチメートルのファンと1メートル近い大型の送風機とでは大きく違う。そのため、流体機器を設計する者にとっては、両者は「全く違う世界を見ている」ようなものなのだ。また、電子機器用のファンは数多くの電子機器を構成する部品の一つにすぎず、電子機器メーカーはファンのためにお金と時間を掛ける余裕はなかった。そのためファンの設計・開発やファンを用いた熱設計は、試行錯誤や経験に負うところが大きかった。

以上のような背景により、オリエンタルモーター TM事業部 主席研究員の伊藤孝宏氏がファンの設計に取り組み始めた1988年ごろは、この分野における論文がほとんどないという状態だった。

地球シミュレータ用ファンを開発

伊藤氏はファンの開発のエキスパートだ。同氏がオリエンタルモーターで開発した製品のひとつが、海洋研究開発機構の気候予測などに活用されるスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」用のファンだ。地球シミュレータは100×140×200cmの計算機が、体育館のような広い部屋に400台ほど並ぶ。地下に冷却のためのエアコンルームがあり、計算機1台につき6台ほど搭載されたファンが冷気を吸い上げて上へと送る仕組みだ。そのため合計2400台ものファンが使われることになる。地球シミュレータを開発したメーカーでは水冷方式を採用せず空冷方式にこだわったため、ファンへの性能の要求も半端ではなく高かった。中でも大変だったのが、2400台ものファンが出す音に対する要求だ。当時、オリエンタルモーターには、音はもちろん熱流体の解析ツールもなかった。そこで樹脂

を造型材料とするラピッドプロトタイプマシンを使って試作品を作り、P-Q特性や音の測定を繰り返した。開発には通常の製品であれば数種類の試作で十分なのだが、地球シミュレータ用の製品では60種類以上の試作を行い、開発に半年を費やしたという。完成品は縦横25cmで通常のパソコン向けファンの40倍以上の風量を持つ。現在その製品と同じ型なのが「MRS25」として販売されている（図1、図2）。半導体検査装置向けの高い計算能力が必要な専用コンピュータや、風力や太陽光発電用のインバータ用など、大風量が必要な場所で活躍している。

可視化の重要性から解析ツールを導入

地球シミュレータ用のファンを開発した当時はシミュレーションソフトがなかった。トライアンドエラーの繰り返しから得た経験は貴重だったものの、大変な作業だったという。その中で特に感じたのが、流れを可視化することの重要性だ。望んだとおりの製品ができなければ原因を考えるが、流れが見えなければ考察のしようがないからだ。直接流れを見るのが理想ではあるものの、流れの計測装置は高価であり、羽根の隙間まで見るのはさらに難しい。そこで伊藤氏はまず、当時約200万円まで価格が下がっていた大学発のシミュレーションソフト「PHOENICS」を採用。電子機器の熱設計ではそこそこ威力を発揮し、顧客にも喜ばれた。しかしファンに対しては不十分だった。メッシュの滑らかさが足り

ず、ファンに起こる現象を予測できるほどのレベルではなかったのだ。時間を掛ければ細かいメッシュも作成できたものの、当時メッシュを切るのには専門家でも2週間かかると言われており、とても現実的ではなかった。

当時初の非構造格子の自動メッシュ分割

そんなときに出会ったのが、ソフトウェアクレイドルの非構造格子系汎用熱流体解析ソフト「SCRYU/Tetra」だった。初めて使ってみたとき、自動であまり手を掛けずに滑らかなメッシュを切れることに感動したという。当時、メッシュ生成専用のソフトウェア以外で自動で非構造格子を切れるソフトはほかに存在しなかった。そこで伊藤氏はSCRYU/Tetraを採用することに決めた。

同ソフトはCADから読み込んだモデルを境界条件や動作部分などを設定すると、1時間ほどでメッシュまで切れる。その後の計算も2時間くらいで終わらせることができた。条件を変化させての計算プログラムも組むことができたため、自動で条件を変化させて計算させることもできるという。また伊藤氏が扱うファンのほかにも、燃焼や化学反応など、特殊な条件も扱うことができる。

シミュレーションは新たな気づきを与えてくれる

現在はファンの試作と並行して

SCRYU/Tetraによる解析を実施している。ラピッドプロトタイプングで作成したファンのP-Q特性を専用装置で計測する。そして特性の違いをシミュレーションで確認する。さらに無響音室で特殊なマイクロフォンを使い音の大きさや種類などを分析。それらを基にファンの形状を再検討する。

シミュレーションを活用するメリットは、「こう流れているはずだ」という思い込みを改められることだと伊藤氏はいう。シミュレーション結果と実測結果を突き合わせることによって、さらにより製品を作るための新たなアイデアが生まれるということだ。

シミュレーションとうまく付き合うことが必要

一方、熱流体解析は、本質的にどうしても誤差が出るものだ。なぜなら数値解法自体が近似解であること、実際の製品や現象を完全な形でモデル化することは不可能であることなど、不確定の要素を内包するものだからである。それでも、致命的な設計ミスを実際に防ぐためにはシミュレーションは非常に有効だ。「設計ミスによる手戻り時間をなくし、新たな課題にチャレンジする有意義な時間を生み出すことが、ソフトを使う意義の一つ」だと伊藤氏はいう。課題の一つに、こういった熱流体解析の特性が関係先になかなか理解されないということがある。たとえば電気回路設計者は電圧などさまざまなスペックをミリ単位などで決定していく。そのため熱に対しても、条件を決めれば正確な値が出るはずだと考えがちだ。しかし熱を扱う者にとっては、熱は「言った通りにはならない」ものだ。「例えると、デジタル設計者とアナログ設計者の意識の違いに似ているのかもしれませんが」（伊藤氏）。温度予測に過度な期待はできないが、手戻りの恐れがある条件は、事前のシミュレーションによって十分に避けられる。熱流体解析の特性を理解した、有効な使いこなし方が広まれば



図1 初代「地球シミュレータ」に使われたファンと同等の標準製品「MRS25」

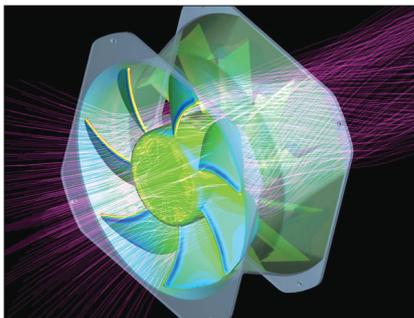


図2 地球シミュレータに採用された製品の流体解析画像

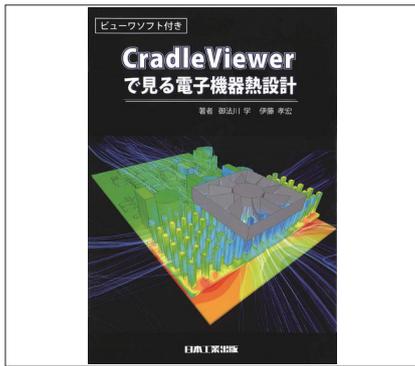


図3 「CradleViewerで見る電子機器熱設計」

ということだ。

こういった経験をふまえ、電子機器の熱流体解析に対するノウハウを盛り込んで執筆されたのが「CradleViewerで見る電子機器熱設計」(図3)だ。この本は解析結果を拡大したり、回転したりできるビューソフトを収録したCD-Rが添付されており、ファンを含む電子機器の熱設計を実践的に学ぶことができる(図4)。シミュレーションでは、より現実に近い姿を専門家ではない人にも伝えられるということが、この本を書いた理由の一つだ。シミュレーションはいくら大胆な設計でも手軽に試すことができ、試作品を作る手間を省ける。またあらかじめ設計案を大まかに絞れるのもメリットだ。たとえば電子部品の配置は、発熱の大きいものを近づけてしまうと致命的な設計ミスになる。こういった分かりやすい例は、シミュレーションをすることによってある程度分かる。そういったシミュレーションをやれば明らかに防げる例をきちんと排除するためにも、シミュレーションは重要だ。

解析結果が誰でも見られるように

なお「CradleViewer」は、ソフトウェアクレイドルが提供しているSCRUYU/Tetraや、電子機器専用の熱流体解析ソフト「熱設計PAC」の計算結果を見ることができるフリーソフトだ。インストールの手間がなく、好きな角度やサイズなどで静止画と動画を簡単に見ることができる。この

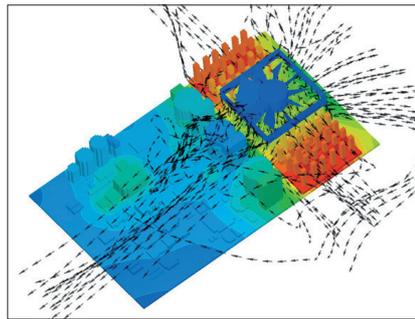


図4 電子機器の熱流体解析を行った例
矢印は空気の流れ。青から赤になるほど温度が高いことを示す

ビューアーによって、解析ソフトをインストールしたパソコン以外でも解析結果を見ることができるようになった。解析データをどの位置からどの表示で見せるかなどSCRUYU/Tetraの結果表示ソフトで設定・保存した表示をCradleViewerでもファイルを読み込むだけで再現でき、使いやすさに配慮している。

同ソフトは、他部門とのコミュニケーションの促進にも役立つ。たとえば購買担当者に、熱対策のために高価な部品が必要だということを説明しなければならないとき、言葉だけで伝えるのは難しい。しかしシミュレーション結果を見せれば、「温度がこの周辺ではかなり上がるため、そこに高価な部品を使わざるを得ない」ということを、ただちに感覚的に理解させることができる。あるいは、購買担当者から、さらに良い部品の情報が得られるかもしれない。また、組み立て担当者に対しては、「このような熱問題がここに起こるので、この場所の組み立てにはこんな配慮が必要だ」などということもシミュレーション結果をもとに説明できる。

音のシミュレーションは今後の課題

今後は、音に関しても解析できるようになればという。音は熱や流れを解析するよりもはるかに細かいメッシュが必要になる。たとえパソコンでも計算時間が膨大になり、企業で取り組むのは難しい。そこで今、大学と協力してほかの手法が

ないかを探しているところだ。「何か音に関係する指標が分かれば、ストレートに音を計算する必要がなくなり、通常スペックのマシンでも計算できるようになるかもしれない。普通のパソコンでも音に関する解析ができるようになれば、電子機器に限らず幅広い分野に役立つでしょう」と伊藤氏は期待する。

実際に失敗しながら経験を積むことは、新製品を一から開発する上では重要だと伊藤氏は言う。一方で、解析ツールはうまく使えば手戻りを減らし、より発展的な検討を行う時間が取れたり、解析結果を多方面に活用できたりするなど、メリットも大きい。解析ツールの有効性を理解して、うまく使いこなすことが大事だということだ。



SCRYU/Tetra

SCRYU/Tetraは複雑な形状の熱流体解析を簡便に行うことをコンセプトに設計したソフトウェアです。多くのCADネイティブデータを含む形状データに対応するインターフェースを備えており、条件設定においても、ウィザードに従い、対話形式で設定していただくとなっています。また、従来難しいとされていたメッシュ作成においても、自動化、高速化などさまざまな工夫が施されたメッシャーを有しており、初心者の方から解析専任者の方まで、多くの方にご利用頂けます。

● この記事に関するお問い合わせは下記まで。

株式会社ソフトウェアクレイドル

● 本社

〒530-0001 大阪市北区梅田3-4-5 毎日インテシオ
Tel: 06-6343-5641 Fax: 06-6343-5580

● 東京支社

〒141-0032 東京都品川区大崎1-11-1 ゲートシティ大崎ウエストタワー
Tel: 03-5435-5641 Fax: 03-5435-5645

● 名古屋営業所

〒450-0001 愛知県名古屋市中村区那古野1-47-1 名古屋国際センタービル
Tel: 052-589-8649

Email: info@cradle.co.jp | Web: www.cradle.co.jp



※SCRYU/Tetraは、日本における株式会社ソフトウェアクレイドルの登録商標です。
※その他、本パンフレットに記載されている会社名、製品・サービス名は、各社の商標または登録商標です。
※本資料の内容、テキスト、画像等の無断転載・無断使用を固く禁じます。
※本パンフレットに掲載されている製品の内容・仕様は2011年5月現在のものです、予告なしに変更する場合があります。
また、誤植または図、写真の誤りについて弊社は一切の責任を負いません。