

# IDA J news vol. 69

|           |                                                                                                  |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 商品紹介1     | 総合熱設計支援に、新サービス登場！<br>「熱設計エンジニアリングサービス」のご紹介                                                       | 2  |
| 商品紹介2     | 汎用熱流体解析プログラム<br>「STAR-CCM+」v7.04新機能のご紹介                                                          | 6  |
| テクニカル講座1  | 自動車総合シミュレーションプラットフォーム<br>「GT-SUITE」V7.2 Build # 4 新機能のご紹介                                        | 11 |
| テクニカル講座2  | 電子機器専用熱設計支援ツール「FioTHERM®」, 「FioTHERM® PCB」<br>ユーザビリティを拡げるPCBライブラリパーツの<br>カスタム作成事例のご紹介            | 17 |
| お客様紹介コーナー | 第53回 住友重機械工業 株式会社 技術本部 技術研究所 様<br>蒸気タービンプレードの形状最適化に<br>「modeFRONTIER®」をご活用                       | 21 |
| TOPICS1   | SimulationXと modeFRONTIER®とを組み合わせた多目的最適化<br>「物理モデリングによる最適化アプローチ<br>～構想段階における多目的最適化体験セミナー～」開催のご報告 | 24 |
| TOPICS2   | 「modeFRONTIER International User's Meeting 2012」<br>参加のご報告                                       | 26 |
| 海外の事例紹介   | CD-adapco発行“dynamics”から、海外の事例をご紹介します。                                                            | 32 |
| FAQ       | このコーナーでは、弊社FAQデータベースに登録されている情報の中から、<br>ソフトウェア別に少しずつ紹介します。                                        | 34 |



## 発行 株式会社 IDAJ

本社 〒220-8137  
横浜市西区みなとみらい2-2-1-1  
横浜ランドマークタワー37F  
TEL: 045-683-1900 FAX: 045-683-1999

中部支社 〒450-0002  
愛知県名古屋市中村区名駅4-24-8  
EME名古屋ビル5F  
TEL: 052-569-2581 FAX: 052-569-2582

関西支社 〒651-0088  
神戸市中央区小野柄通7-1-1  
日本生命三宮駅前ビル3F  
TEL: 078-384-5325 FAX: 078-384-5336

E-mail info@idaj.co.jp  
URL http://www.idaj.co.jp/

発行日 2012年9月

発行人 徐 錦青

編集担当 営業部 31グループ

※本誌掲載の写真、および記事の無断転載を禁じます。  
本資料には機密情報が含まれています。 弊社の許諾なく  
本誌もしくは、本電子データを使用、頒布、複製することは  
固く禁止させていただきます。

Copyright © 2012 IDAJ Co., LTD. All Rights Reserved.

総合熱設計支援に、新サービス登場！

## 「熱設計エンジニアリングサービス」のご紹介

### ■はじめに

電子機器の熱設計は、電気業界のみならず自動車や重工業界でも重要な設計課題としてプライオリティが高くなってきています。

IDAJ熱設計技術部では、このような熱問題に対するソリューションをご提供するために、FloTHERMをはじめとする解析ツールをご提供するだけでなく、様々なメニューを準備しています。

#### 総合熱設計支援

##### └ 熱設計教育

##### └ 【新登場】熱設計エンジニアリングサービス

- ・ 受託解析
- ・ 受託モデル作成

##### └ 熱設計コンサルティングサービス

- ・ 製品熱設計の実施と評価
- ・ 熱シミュレーションの精度向上
- ・ 熱設計プロセスの構築

本稿では、新にサービスに加えた「熱設計エンジニアリングサービス」を含め、IDAJの熱設計支援全体について、お客様の業務にご活用いただけるような具体例とともにご紹介します。

### ■こんな問題を抱えていませんか？

電子機器の熱設計の現場では、設計者自身やマネージャーの方が抱える問題は多岐にわたります。

例えば、設計者の方達から、以下のような問題をよく耳にします。

- ・ 熱設計の基礎を学びたい。
- ・ 熱設計のためにシミュレーション(以下、熱シミュレーション)を使いたい。
- ・ 温度測定結果と熱シミュレーションの結果が合わない。
- ・ 熱シミュレーションの精度向上のためのノウハウを習得したい。
- ・ 他の業務が忙しくて、熱シミュレーションの時間がない。
- ・ 熱シミュレーション業務が多くて、手が足りない。

また、製品設計マネージャーの方もしくは社内の設計プロセスの改善を進める責任者の方からは以下のようなお問い合わせをいただきます。

- ・ 熱シミュレーションを設計に導入したい。
- ・ 熱設計のスペシャリストを育成したい。
- ・ 製品の熱設計プロセスを改善したい。

さらに、各企業のお立場によっても、熱設計に関する課題は異なります。例えば、半導体パッケージを提供する部品メーカー様や、部品を外部から購入して製品を設計するセットメーカー様などからは、それぞれ以下のようなお問い合わせをいただきます。

#### <部品メーカー様>

- ・ 部品の熱抵抗を熱シミュレーションで求めたい。
- ・ セットメーカー様に、熱流体解析に使うための部品モデルを提供したい。

#### <セットメーカー様>

- ・ 部品メーカー様から入手できる情報で、精度の良い熱流体解析用の部品モデルを作成したい。
- ・ 半導体パッケージ、基板、筐体のすべてを考慮して精度の良い熱シミュレーションを実施したい。

### ■ 熱設計技術部のエキスパートエンジニアが解決します。

弊社では、熱設計と熱流体解析のエキスパートエンジニアが、前述のようなお客様の課題解決をお手伝いしています。

以下に、サービスごとにお客様の問題解決にどのようにお役立ていただけるかご説明します。

### 1. 熱設計教育

弊社では、熱設計の啓蒙も考えながら「IDAJ数値解析アカデミー」(<http://www.idaj.co.jp/academy/>)で熱設計に関するセミナーを開催しています。無料セミナーと有料セミナーがあります。



図1 IDAJ数値解析アカデミー

#### (1) 熱設計の基礎を学びたい

まず熱設計の基礎を学びたい方のために、弊社技術顧問国峯尚樹による「電子機器熱設計概論セミナー(無料)」を開催しています。このセミナーでは、伝熱の基礎知識について演習を交えて解説し、電子機器の放熱メカニズムや熱対策手法、最後に機器筐体、基板、デバイスなど、実装階層ごとの熱設計・熱対策の定石について解説します。さらに応用的な内容、特定の製品についての熱設計について学びたい場合には、有料で個別講習も企画いたしますので、お気軽にご相談ください。



図2 電子機器熱設計概論セミナーの資料抜粋

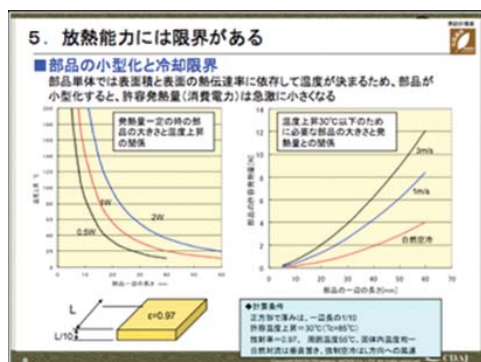


図3 FloTHERM解析事例

方法や、測定結果と比較するための熱シミュレーションモデルの作成方法なども解説します。

また、2012年9月より新たに「電子機器の温度測定とCAEのモデル化 自然空冷編(有料)」を追加開催します。この新コースでは自然空冷機器を対象に熱対策を検討いただくとともに、接触熱抵抗を適切に把握しモデル化する方法をご紹介します。自然空冷編のご受講の前には、基礎編をご受講されることをお勧めします。

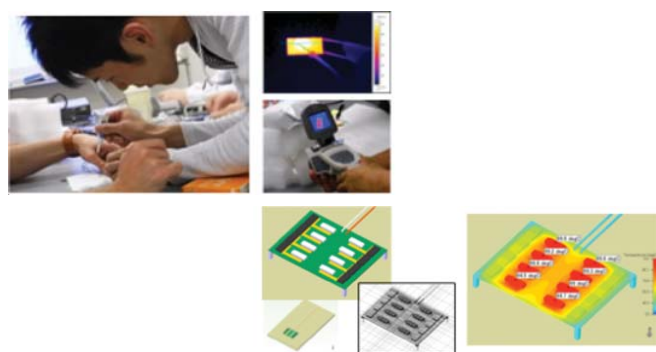
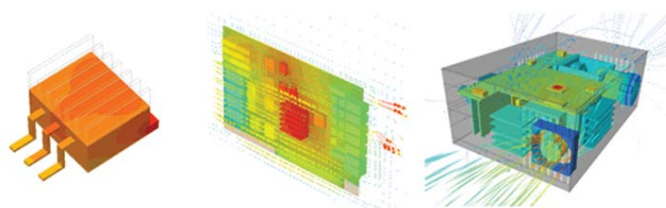


図4 「電子機器の温度測定とCAEのモデル化」セミナー風景

## (2) 熱シミュレーションを使いたい

これから熱シミュレーションを使ってみてみたい方には、世界で最も使われている電子機専用熱流体解析ツールの体験セミナー「FloTHERM体験セミナー(無料)」および「FloTHERM PCB体験セミナー(無料)」があります。このセミナーは、それぞれ半日ずつでおこなわれ、講師と一緒に簡単な基板や電子機器の熱シミュレーションをおこなっていただきます。

また、FloTHERMの操作方法をきちんと習得されたい方には、「FloTHERM入門(有料)」のご受講をお勧めします。



## 2.【新登場】熱設計エンジニアリングサービス～受託解析およびモデル作成～

電子機器の熱流体解析には、発熱量や各材料の物性値、輻射率、接触熱抵抗のように判断が難しい条件の入力や、実際の放熱経路を考慮した解析モデルの作成など、一般的な熱流体解析とは異なる難しさがあります。

弊社のエキスパートエンジニアがお客様に代わってFloTHERMによる熱シミュレーションをおこない、解析モデルや報告書を納品します。

### (1) すぐに熱シミュレーションの結果がほしい

熱シミュレーションのツールを所有していない方が、早急に熱シミュレーションにより熱設計の方針を決定したい(妥当性を検証したい)場合や、シミュレーション担当エンジニアが多忙で手が足りない場合には、熱シミュレーションの受託解析をご活用ください。

必要に応じて部品情報や基板CADデータ、3次元CADデータをお預かりし、お客様にご要望に合わせた熱シミュレーションを、弊社エンジニアが実施します。

納期に関しては熱シミュレーションの内容にもよりますが、必要な情報がすべて揃っていれば、最短1週間から納品可能ですのでお気軽にご依頼ください。

### (2) 部品の熱抵抗を熱シミュレーションで求めたい

各種半導体パッケージの、JEDEC標準環境における各種

## (3) 温度測定結果と熱シミュレーションの結果が合わない理由を知りたい

熱電対やサーモビューアを使った温度測定にも、測定方法によっては相当な誤差が出てしまうことをご存知ですか？

“本当に？”と思われた方はぜひ「電子機器の温度測定とCAEのモデル化基礎編(有料)」をご受講ください。

技術顧問の国峯の指導のもと、少人数での簡単な電子機器の温度測定実習を通して、測定方法による誤差や測定時の注意点などにお気づきいただけるものと思います。また、適切な温度測定

熱パラメータ( $\theta_{jc}$ ,  $\theta_{jb}$ ,  $\Psi_{jt}$ など)をFloTHERMによる熱シミュレーションで求めてご報告します。

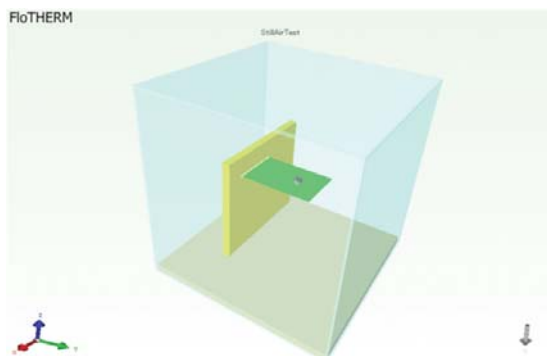


図5 JEDEC標準環境の熱シミュレーションモデル

### (3) 半導体パッケージの熱シミュレーションモデルを顧客に提供したい

FloTHERMは、世界で最も利用実績があるため、部品メーカー様とセットメーカー様の間で、FloTHERM熱シミュレーションモデルによる協調設計が頻繁におこなわれています。

例えば、様々なタイプの半導体パッケージの中でも、モデル作成にノウハウが必要なSiPやCSPなどのモデル作成のご依頼を数多くいただいています。

### (4) 基板の放熱特性を確認したい

基板メーカー様やアートワーク外注様が、基板の放熱対策や配線パターンによる放熱効果をお客様に提案するための基板の熱シミュレーションを実施します。

基板の積層構造やサーマルビアの配置、さらに配線パターンの熱伝導への効果も考慮した熱シミュレーションが可能です。

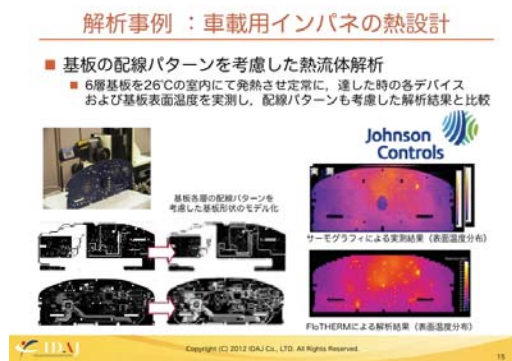


図6 配線パターンの放熱効果の検証例

### (5) 筐体の放熱対策を評価したい

筐体設計者がおこなった、筐体の放熱対策や冷却装置設計評価のための熱シミュレーションを実施します。

筐体直づけによる部品の放熱評価や、筐体に付けられた冷却フィンのサイズや枚数の効果、さらには水冷機器の水の流量変化

による冷却効果への影響など、FloTHERMの得意なパラメトリックスタディ機能を用いて、少ない工数(費用)で多くのケースの検討が可能です。

## 3. 熱設計コンサルティングサービス

技術顧問の国峯を中心として、製品の熱設計や熱対策の提案、温度測定の立ち会いも含めた熱シミュレーション技術向上コンサルティング、さらには熱設計プロセスの構築および技術移管など、熱設計に関する様々な領域においてコンサルティングサービスをご提供しています。

### (1) 製品熱設計の実施と評価

ご提供いただいた熱設計に必要な製品情報を元にして、製品の熱設計・熱対策をおこない、ご報告します。最終的な熱設計に至った考え方や、それを裏付ける熱計算・熱シミュレーション結果も含めてご報告しますので、その後にお客様ご自身で熱設計をおこなわれる際の参考にしていただくこともできます。

また、お客様ご自身でおこなわれた熱設計・熱対策に対して、簡易な熱計算や熱シミュレーションを用いた評価および改善案もご提案します。

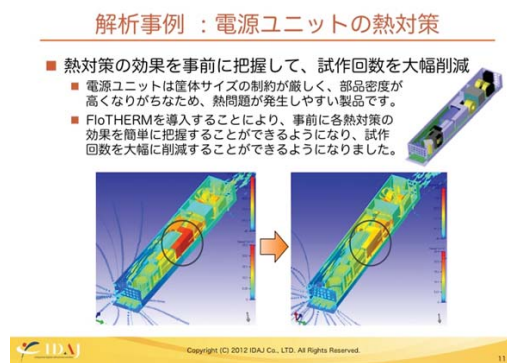


図7 電源の熱対策事例

### (2) 熱シミュレーションの精度向上

熱シミュレーションの精度を向上させるためには、いわゆるモデル作成やツールの使い方など、シミュレーションに関する技術だけではなく、発熱量や各材料の物性値、輻射率、接触熱抵抗などのシミュレーションに入力する情報の精度や、比較対象となる温度測定の方法などを総合的に考える必要があります。

熱シミュレーションの精度向上コンサルティングでは、熱シミュレーションが必要な段階で、電気およびメカ設計者から入手可能な情報の確認や、お客様の温度測定現場への立ち会いなども含めて、総合的なコンサルティングをおこないます。

### (3) 熱設計プロセスの構築

熱設計の重要性が広まり、様々な設計項目の中でも熱設計のプライオリティが相対的に高くなってきたとはいえ、まだまだ

実際の製品設計プロセスにおいて熱設計が適切にルール化されている企業は多くないとも思われます。

こういったお考えのお客様に対して、

- ・熱設計の現状のヒアリング
- ・熱設計の実現に必要な項目の確認
- ・最終的に目指す熱設計プロセスの共有
- ・熱設計プロセスの構築と提案
- ・技術移管

を技術顧問の国峯を中心にコンサルティングします。

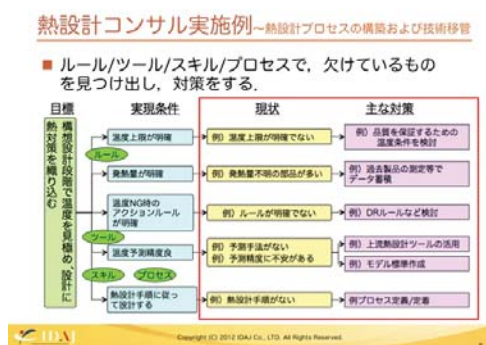


図8 熱設計コンサルティングのヒアリング項目例

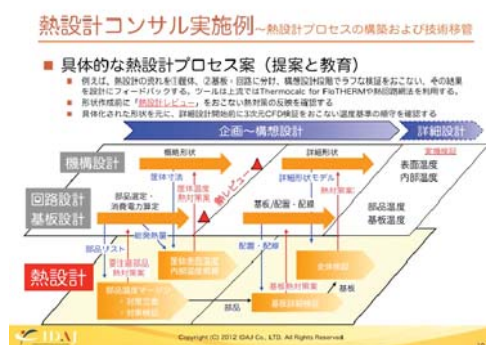


図9 熱設計プロセスのイメージ

## ■ おわりに

弊社には、熱流体解析エンジニアとしてのキャリアを10年以上持つ者から、メーカーでの製品熱設計と熱流体解析の経験を併せ持つ者、さらには熱設計コンサルティングの第一人者まで、幅広い分野での経験を持つエンジニアがFLoTHERMの技術サポートから各種エンジニアリングサービスをご提供しています。

熱設計に関してお悩みのことがあれば、お気軽にご相談ください。

（文責：熱設計技術部 中嶋 達也）

資料請求

製品のお問い合わせ

コンサルティング  
お問い合わせ

株式会社IDAJの事前の承諾なしに、本記事の全部または一部を、私的使用など法律によって認められる範囲を超えて、これらの情報を使用（複製・改ざん・頒布・公衆送信・上映等）することを禁止します。また、ダウンロード・プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

株式会社 IDAJ | 〒220-8137 横浜市西区みなとみらい2-2-1-1 横浜ランドマークタワー37階  
TEL: 045-683-1990 E-mail: info@idaj.co.jp http://www.idaj.co.jp/

## 汎用熱流体解析プログラム

# 「STAR-CCM+」v7.04新機能のご紹介

### ■はじめに

2012年7月にSTAR-CCM+の最新版となりますv7.04がリリースされました。このバージョンでも、お客様のご要望を数多く反映し、様々な機能拡張がなされています。ここでは、本バージョンで追加された主な新機能や機能拡張についてご紹介します。

### 1.ジオメトリ

まずは3D-CAD機能、ジオメトリパーツに関する機能拡張についてご紹介します。

#### (1) 3D-CAD

本バージョンから、スケッチの弧と弧、線と弧の交差部においてフィレットを作成できるようになりました。これにより、形状作成の自由度が上がります。

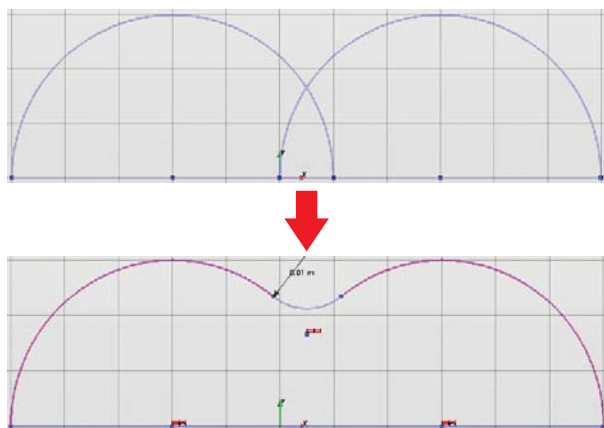


図1 弧と弧の交差部におけるフィレット

また、スケッチ上の寸法表示の位置を変更することが可能になりました。さらに寸法を非表示にする、拘束条件を非表示にする、デザインパラメータの名称や式は表示せず値だけ表示するという表示/非表示のオプションが追加されました。



図2 寸法の表示 / 非表示オプション

ボディに対して面取りやフィレットを作成する際、プレビューによる確認を行うことが可能になりました。これにより、あらかじめフィレットや面取りの寸法チェックを行うことができます。

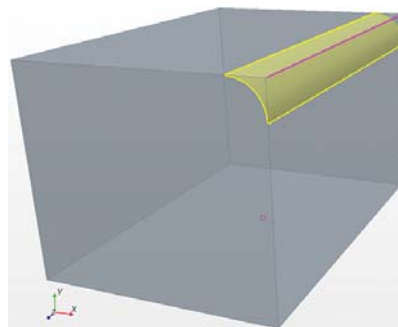


図3 フィレットのプレビュー

また、スケッチの押出しに対して新たに「フェイスまで」, 「ボディまで」, 「フェイスを超える」の3つのオプションが追加されました。それぞれ、選択したフェイスまで押出す、選択したボディまで押出す、選択したフェイスからの距離を指定して押出すことが可能です。

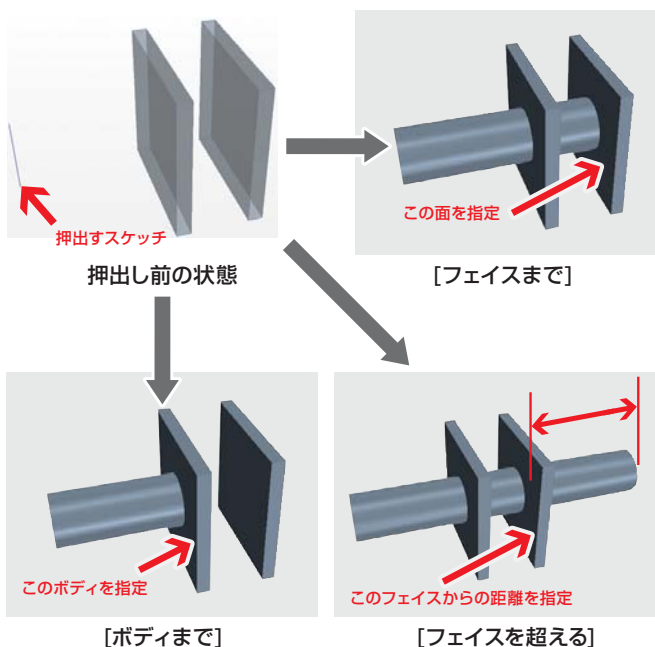


図4 3つの押出しオプション

#### (2) ジオメトリパーツ

ジオメトリパーツにおいてパーツ同士のインプリントが可能です。このバージョンから、ブーリアンモードを「離散」とした場合に許容値を指定することができるようになりました。今までに比べて、より確実にインプリントを行うことができます。

## 2. サーフェス修正機能

次に、サーフェス修正に関する機能拡張についてご紹介します。

### (1) サーフェスの診断機能

サーフェス修正機能では、デフォルトで用意されたいくつかの指標を元に診断を行うことが可能ですが、この指標をユーザーが追加することができるようになりました。

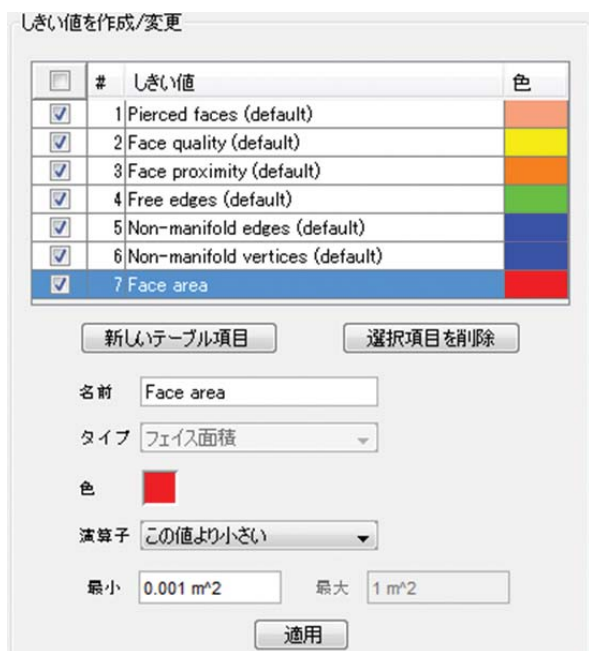


図5 サーフェスの診断機能

ユーザーは、追加した指標に対してしきい値を任意に決めることができます。また、「この値より大きい」、「この値より小さい」、「2つの値の間」、「2つの値の間以外」といった演算子が用意されており、ユーザーが指定したしきい値と演算子を組み合わせ、様々な診断を行うことが可能です。

### 3. サーフェスメッシュ／ボリウムメッシュ作成

メッシュ作成に関する機能拡張についてご紹介します。

#### (1) サーフェスリメッシャー

本バージョンでは、サーフェスリメッシャーが強化されており、フィーチャーカーブが作成されていなかったとしても、より多くのエッジを保持できるようになりました。

#### (2) 有向メッシュ (Directed Meshing)

有向メッシュは、用意された3次元形状のある面をスイープさせて構造メッシュを作成する新しいメッシング技術です。この手法を利用する場合、メッシュ作成する3次元空間をCADで用意する必要があります。そして、押出す面をソースサーフェス、押し出し先の端面をターゲットサーフェスとして定義します。

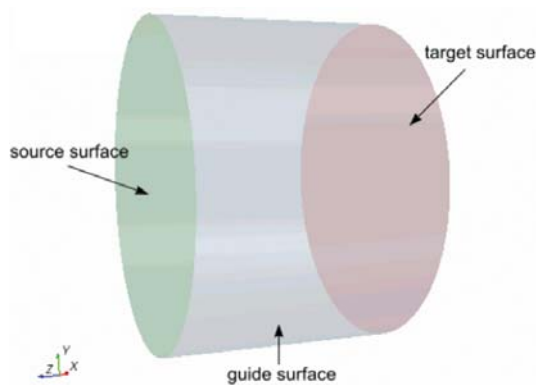


図6 ソースサーフェスとターゲットサーフェス

次に、ソースサーフェス上にメッシュトポロジを決定するパッチカーブとパッチ節点を作成し、これを元にパッチメッシュと呼ばれる押し出し元になるメッシュを作成します。パッチメッシュの分割数はパッチカーブごとに指定できます。

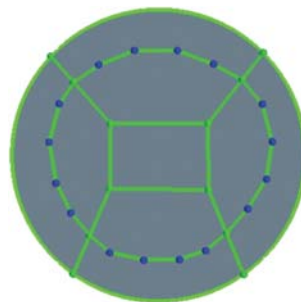


図7 パッチ分割

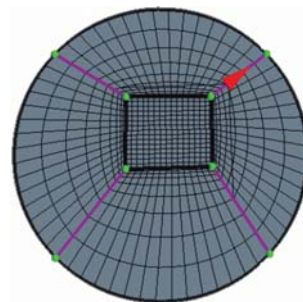


図8 パッチメッシュ

最後に押し出しを実行すると、ソースサーフェス、ターゲットサーフェス以外の側面に沿った形でパッチメッシュが押し出され、3次元のボリウムメッシュが作成されます。

ソースサーフェスに対して、既存の3次元メッシュを利用してパッチメッシュを作成することも可能です。この方法を利用すると、押し出したメッシュを既存の3次元メッシュと連続な状態で作成することができます。

有向メッシュを利用すると、ソースサーフェスとターゲットサーフェスの形状が異なっている場合にも対応できます。

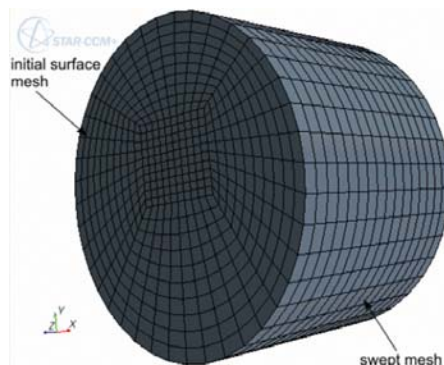


図9 押し出された3次元メッシュ

## (3) 前進レイヤーメッシャー

STAR-CCM+ v7.02までは、前進レイヤーメッシャーを利用してメッシュ作成を行うと、速度入口や対称面など、レイヤーを作成しない境界へ近づくほどレイヤーが削減され、図10(左)のようなレイヤーメッシュが作成されました。STAR-CCM+ v7.04からは、図10(右)のようにレイヤーを作らない境界まできちんとレイヤーが作成されるようになりました。

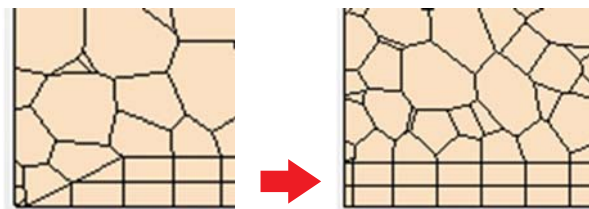


図10 STAR-CCM+ v7.02(左)とSTAR-CCM+ v7.04(右)

## (4) トリムメッシャー

トリムメッシャーにおいてプリズムレイヤーとトリムメッシュの体積に大きな変動が生じないようにするため、新たにコア/プリズムの最大遷移率というオプションが追加されました。このオプションを利用すると、プリズムレイヤーとトリムメッシュのコアとのサイズ差が指定された大きさになるまで、トリムメッシュを自動的に細分割します。

## 4. CADインテグレーション

CAD連携に関しては、以下のような機能拡張がなされています。

### (1) CADクライアント

境界のタイプと流れの方向を示す矢印が変更されました。これによって定義した状態がより分かりやすくなっています。また、Info Appウィンドウに残差プロットが追加され、計算の進行状態も分かりやすくなりました。

### (2) CADインポート

CAD Exchangeリーダーでサポートされるバージョンが拡張されました。

- CATIA V5 R21 まで
- Siemens PLM Software NX 8まで
- SolidWorks 2012 まで

また、アドオン管理パネルに、CAD Exchangeライセンスの動作(使用・解放など)をコントロールするオプションが追加されました。

## 5. CAEインテグレーション

外部CAEソフトウェアとの連携に関する機能拡張をご紹介します。

### (1) Abaqusとの陰的連成

Abaqus 6.12-1に対応しました。また、Abaqusとの連成シミュ

レーションにおいて、内部イタレーションでデータの授受が可能になりました。これによって、より大きな時間ステップでの流体構造連成、軽く柔らかい構造物が液体など重量のある流体と相互に作用するような場合に、比較的安定的に連成解析を行うことができます。

### (2) データマッパー

解析ビューのリプレゼンテーションを選択することができるようになりました。非定常解析が終わった後、解析履歴で保存した任意の時間における結果をマッピングすることが可能です。

## 6. 物理モデル

本バージョンでも様々な物理モデルが追加されました。

### (1) オイラー混相流

新たに粒状流(Granular flow)モデルが追加されました。このモデルでは、高濃度の粒子間の相互作用が考慮されており、掘削、充填された流動床などの用途に対応できます。さらに、充填制限に近い状態の固体応力を計算するための摩擦応力モデルや、Arastopourと呼ばれる新しい抗力モデルなどが搭載されました。

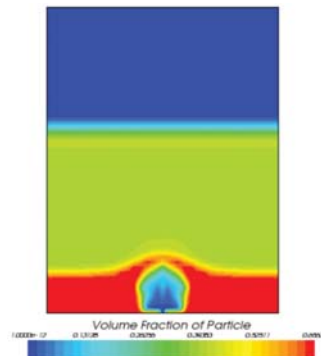


図11 気泡+流動床

その他にも、オイラー混相流の沸騰モデルが固体熱連成と併用可能になったほか、相ごとに乱流モデルを指定することができるようになりました。また、分散相の動きによる連続相の乱流変化をモデル化した乱流応答モデルが搭載され、乱流変化のコントロールに対してIssa乱流応答モデルにより算出された応答係数を使用することが可能です。さらに、分散相による連続相中の乱流の生成をモデル化した、粒子誘起乱流モデル(Troshko and Hassan, Gosman)も搭載されました。

### (2) 液膜

複数成分の液膜を扱うことが可能になり、複数成分の粒子から液膜を生成することができるようになりました。また、剥離モデルでも、剥離時の液膜組成に従って、複数成分の液滴を生成することができます。さらに、液膜の蒸発や凝縮を扱うことが可能になりました。

## (3) DEM (離散要素モデル)

ランダムインジェクタのオプションが拡張され、角速度、速度の大きさや向きを、正規分布または一様分布に従うように指定することができます。また、粒子の直径を正規分布で指定できるようになりました。

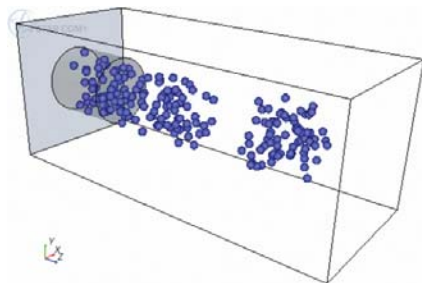


図12 ランダムインジェクタによる粒子投入

## (4) VOF

多孔壁オプションが追加され、相単位で壁面の多孔率を指定することができるようになりました。

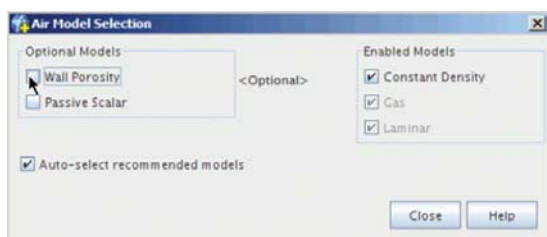


図13 多孔壁オプション

## (5) 輻射

日射に関して、日射負荷を指定するオプションや、散乱する日射負荷の割合を指定するオプションが追加されました。また、対象の緯度、経度、時間および日付を入力すると、自動的に直達日射と散乱日射の割合を計算するオプションも搭載されました。

## (6) 流体騒音

FW-Hポイントレーザーの解析データを、負荷、厚み、負荷と厚みの合計として出力できるようになりました。

## (7) SEMモデル

SEMモデルは、LESに必要な流入境界における瞬間的な乱流場を求めることが可能なモデルです。このSEMモデルを、LESとk- $\omega$  SSTと組み合わせたDESでも使用することができるようになりました。

## (8) 材料

多成分固体を扱うことが可能になりました。物理モデルの選択において「多成分固体」を選択した後、物理連続体の中で固体成分を選択します。固体成分はパーツと関連付けることで各領域に反映されます。これにより、固体成分の数だけ物理連続体を作る必要がなくなりました。



図14 多成分固体の設定

## (9) 燃焼モデル

オイラー混相流が、EBUモデルおよびDARS-CFDと併用できるようになりました。

## (10) 移動メッシュ

モーフアーのスピードとスケラビリティが大幅に増強され、STAR-CCM+ v7.02と比較して最大で4倍のスピードアップが期待できます。

また、運動に関しては、「ユーザー定義の節点」という新しいオプションが追加されました。これにより領域の移動に対して、座標オフセットもしくは新しい座標を指定してメッシュを移動させることが可能です。

## (11) 熱交換器モデル

流出温度を指定する代わりに、目的の熱除去率を指定できるようになりました。

## (12) 電場解析

動電ポテンシャルを利用する場合に、境界条件として電流[A]を指定できるようになりました。また、静電ポテンシャルを利用する場合には、境界条件として電束[C]を指定できるようになりました。

## 7. 結果処理

結果処理に関しても様々な機能拡張があります。

### (1) 線積分畳み込み法 (Line Integral Convolution)

これはベクトル表示における新たなオプションです。このオプションを利用すると、選択されたパーツ上でオイルフローのような表示が可能です。

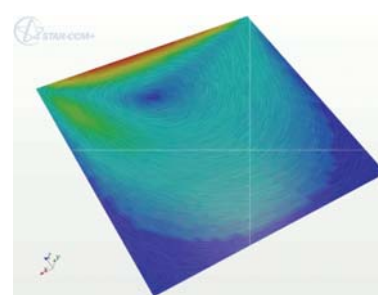


図15 線積分畳み込み法による結果表示

## (2) Unwrap / Unroll変換

ターボ機械などで、翼間断面を平面に展開して結果処理を行いたいという要望が反映され、シミュレーションツリーの「ツール」>「変換」に、新たにm' $\theta$ 変換、子午面投影変換が追加されました。回転軸や接線方向の軸などを指定することで平面に展開して結果表示することが可能です。

## (3) 流体騒音に関する結果処理

FW-Hを利用して得られた四重極音を、モデル全体で可視化することが可能になりました。

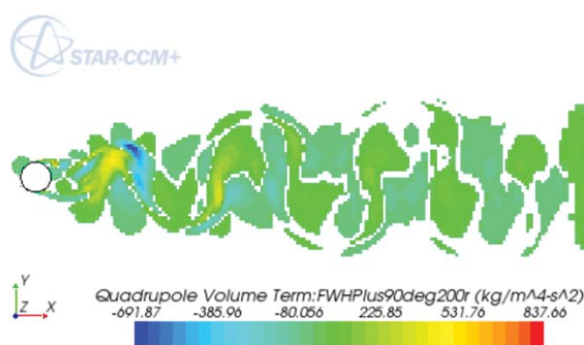


図16 四重極音源の可視化

## (4) その他

その他、モーフィングやオーバーセットメッシュを利用した計算に解析履歴が対応しましたので、これらの機能を利用した計算でも指定した頻度ごとに結果を残すことができます。また、VOFの質量流量を、相ごとにレポートすることが可能になりました。

## 8. ソルバー設定

ソルバーに関しては、以下のような機能拡張がなされています。

### (1) 倍精度バージョン

Linux 64bit版に限り、倍精度バージョンが用意されました。このモジュールを利用することで、低濃度のスカラーの拡散などを、より詳細に計算することが可能です。

### (2) 座標系の回転や移動

ユーザーが任意で作成している座標系を並進移動させたり、回転させることが可能になりました。これによって新しい座標系の作成がより簡単になりました。

### (3) 収束判定基準

STAR-CCM+ v7.02までのバージョンで非定常解析を行った場合、残差やモニターしている値での収束判定基準を満たすと、内部イタレーションが停止して次のタイムステップに進んでいました。STAR-CCM+ v7.04からは、外部イタレーションを停止させるオプションが追加されましたので、ユーザーが追加した収束判定により計算自体を停止させることが可能になりました。

## ■ おわりに

STAR-CCM+ v7.04の新機能、機能拡張の一部をご紹介します。今回ご紹介した以外にも多くの機能拡張がなされておりますので、ぜひ最新バージョンをご利用ください。新機能やその使用方法などについてご不明な点がございましたら、お気軽に弊社技術サポート (ccmp@idaj.co.jp) までお問い合わせください。

(文責: 解析技術事業部 CAE技術部 池田 隆典)

> 資料請求

> 製品のお問い合わせ

> コンサルティング  
お問い合わせ

株式会社IDAJの事前の承諾なしに、本記事の全部または一部を、私的使用など法律によって認められる範囲を超えて、これらの情報を使用(複製・改ざん・頒布・公衆送信・上映等)することを禁止します。また、ダウンロード・プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

株式会社 IDAJ | 〒220-8137 横浜市西区みなとみらい2-2-1-1 横浜ランドマークタワー37階  
TEL: 045-683-1990 E-mail: info@idaj.co.jp http://www.idaj.co.jp/

## 自動車総合シミュレーションプラットフォーム

# 「GT-SUITE」V7.2 Build #4 新機能のご紹介

### ■ はじめに

CDAJ news vol. 67にてGT-SUITE V7.2の新機能をご紹介しましたが、最近のGT-SUITE (V7.0以降)では、GT-SUITEのバージョンは、V7.1からV7.2のようなバージョンアップとは別にビルドバージョンアップが行われています。V6.2以前のバージョンでのビルドバージョンアップは、基本的にバグ修正の意味合いが強いものでしたが、V7.0以降では、ビルドバージョンアップのタイミングで様々な新機能が盛り込まれるようになりました。このため、GT-SUITEのビルド番号は、例えばV7.2 Build #4の場合には、V7.2.4とお考えいただけるような内容になっています。

### ■ GT-SUITEのビルドバージョンアップのポリシー

2012年7月にV7.2 Build #4がGT社からリリースされました。そこで今回は、Build #4に盛り込まれた新機能と、今後のビルドバージョンアップで実装予定の機能についてご紹介します。

ちなみに、GT-SUITEのモデルファイルである\*.gtmファイルは、V7.1/V7.2といったバージョン違いでは相互の互換性がなく、上位互換のみとなっています。上位のバージョン(V7.2)で下位のバージョンのモデルファイルを開くと、自動的に上位のバージョンにモデルがバージョンアップされますが(GT-SUITEではエボリューションと呼びます)、エボリューション後に下位のバージョン(V7.1以下)に戻ることはできません。しかし、ビルドバージョンアップの場合には、ビルド違いはそれぞれ互換され、例えばBuild #4で作成したモデルをBuild #3で読み込み、実行することも可能です。ただし、Build #3でBuild #4の新機能は使用できませんのでご注意ください。

GT-SUITEのビルドバージョンアップの際に、オプションで「Install solvers from all previous V7.2.0 builds」を選択していただくと、V7.2の過去の全てのビルドのソルバーがインストールされ、過去のビルドで計算実行することができます。ビルドを選択するには、GT-ISEのメインメニュー>Tools>Options>Runの以下の画面で、実行するビルドのバージョンを指定します。ビルドバージョンアップの際、「Install solvers from all previous V7.2.0 builds」のオプションを選択しないと、この画面からビルドのバージョンは選択できませんのでご注意ください。デフォルトの「Standard Installation」ではインストールされている最新のビルドで計算が実行されます。

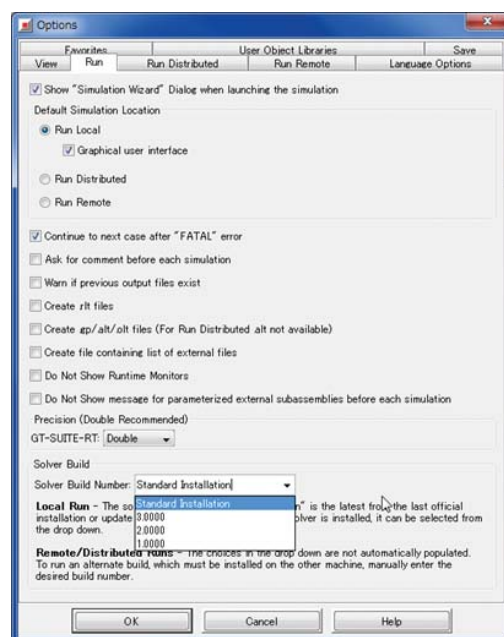


図1 GT-ISE Optionsパネル

少々前置きが長くなりまいりましたが、V7.2 の新機能についてご紹介していきたいと思います。

## 1. オンラインヘルプの日本語化

V7.2のリリース以来お待たせしておりましたが、Build #4からオンラインヘルプの日本語版をご提供します。図1のパネルの「Language Options」で日本語を選択いただくとオンラインヘルプが日本語化されます。今までと同様にテンプレートの右上のアイコンをクリックすると以下のようにヘルプが表示されます。

機能によってはBuild #4に追従していない部分もありますが、今後のビルドアップのタイミングで更新していく予定です。

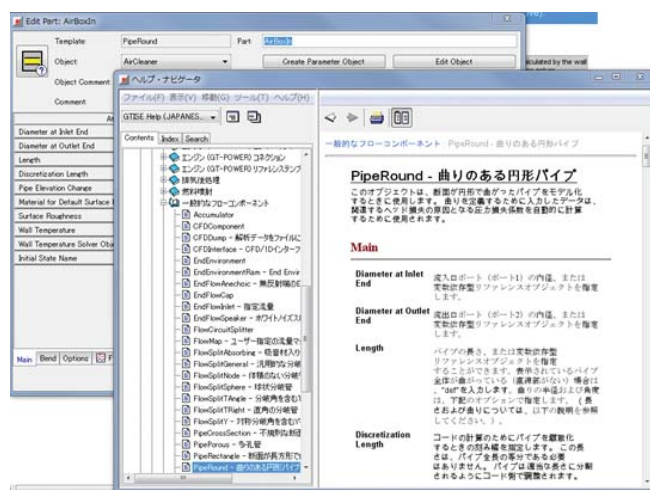


図2 日本語オンラインヘルプ

表示言語はOSの環境に依存しますので、通常は日本語で表示されると思いますが、このオプションで日本語を選択して計算を実行すると、計算結果の一部のラベルが日本語表示されます。英語表示ラベルの方が良い場合には、GT-POSTのメインメニュー>Tools>Optionsの「Language Options」でEnglishを選択すると、英語表示に戻ります。

計算結果の表示は、順次日本語化して行く予定ですが、現状ではパイプ要素の瞬時値のプロットが日本語化されています。

## 2. ソルバーメモリの最適化

DOEで大量のケースを計算する場合や、モード走行などで、長時間の過渡計算を実行する場合の、ソルバーのメモリ消費量が非常に小さくなりました。弊社のテストケースでは、使用メモリが約半分以下になったケースもあります。もともとGT-SUITEのソルバーは、3D CFD等に比較すると使用するメモリは非常に小さいのですが、ノートPCなど、大きなメモリを搭載していないマシンでGT-SUITEをご利用の方にはおすめの機能です。

この最適化されたオプションを有効にするには、GT-ISEのメインメニュー>Run Setup>Time Controlで「Optimize For Big Models…」のオプションをONに指定してください。

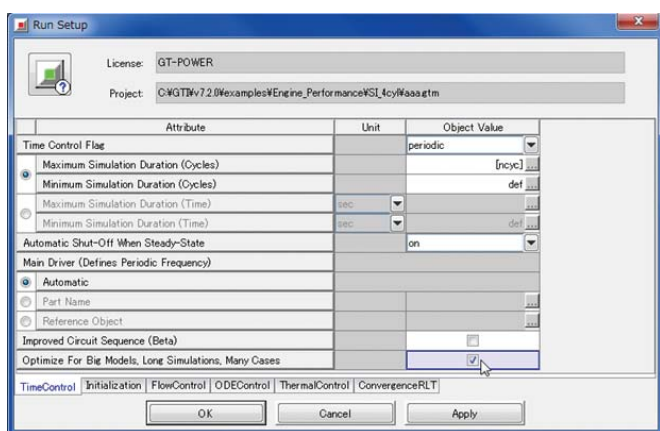


図3 メモリの最適化オプション

また、多数のDOEの計算や、複雑なモデルのデータをソルバーの入力ファイルである\*.datファイルに書き出すロジックが改善され、書き出しにかかる時間が短縮されています。

これらは、最近のDOEでエンジンモデルをNN(Neural Network)モデルに変換する場合や、エンジン+車両+冷却+潤滑+エアコンのように使用するコンポーネントモデルが複雑で、かつ、多数になるような場合には非常に有効です。

同様にGT-POSTでも高速化が図られました。特定の条件で、プロットが表示されるまでに時間がかかっていた操作が改善され、表示が高速化されています。

他にも、多数のケースや巨大なデータをハンドリングする

ロジックが改良され、例えば多数行のエクセル/テキストファイルの読み込みや、計算が問題でNaN(Not a Number:解が存在しない)になったケースをNNのトレーニングでフィルターする機能などが追加されています。

## 3. Blueprintによるエクセルからのデータインポート

Blueprintの機能はV7.2からありましたが、あまりご紹介していない機能ですので、この機会にご紹介します。

Blueprintは、文字どおり“青写真”のことです。設計図、見取り図と訳すこともできます。GT-SUITEのBlueprintは、テンプレートの情報をエクセルのデータシートから読み込む機能を意味しています。

弊社でも、委託業務でモデルを作成させていただく場合、各種の諸元値はエクセルデータで項目をまとめます。恐らくユーザー様でも同様に、他部署や関連する会社からデータを入手される際には、同じような作業をされていることと思います。

GT-SUITEのBlueprintは、テンプレートに入力が必要な項目のデータの一覧をエクセルに出力します。エクセルにこれらの値を入力していただければ、これを読み込んで、直接オブジェクトを作成することができる機能です。

### (1)Blueprintの作成

まず最初に、一覧を作成したテンプレートを選択して、Blueprintを作成します。

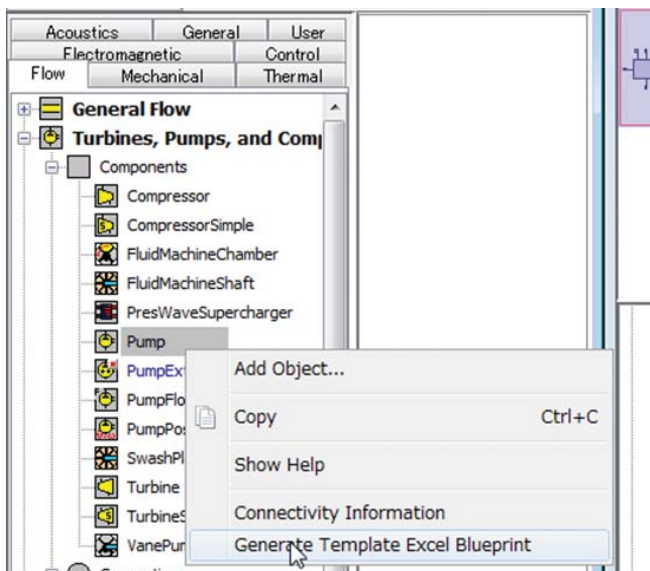


図4 Blueprintの作成

ここでは、GT-SUITEのテンプレートライブラリから選択しますので、データの入力されていない空のエクセルシートが作成されます。エクセルは旧データ・フォーマットの\*.xlsと新データ・フォーマットの\*.xlsxの両方に対応しています。

| A        | B                                                 | C    | D     | E     |
|----------|---------------------------------------------------|------|-------|-------|
| 724.3943 |                                                   |      |       |       |
|          | Object Name                                       |      |       |       |
|          | Object Comment                                    |      |       |       |
|          | Object Evolution Message                          |      |       |       |
|          | Attribute ID                                      | Unit | Value | Value |
| 406967   | Dependency Value                                  |      |       |       |
| 264      | Pump Performance Object or File                   |      |       |       |
|          | Options                                           |      |       |       |
| 406971   | Dependency Object for Maps                        |      |       |       |
| 262      | Flow Rate Multiplier                              |      |       |       |
| 263      | Efficiency Multiplier                             |      |       |       |
| 265      | Time Constant (Explicit Solver Only)              |      |       |       |
| 266      | Damping (Implicit Solver Only)                    |      |       |       |
| 260      | Pump Model                                        |      |       |       |
| 261      | User Model Object Name                            |      |       |       |
| 950188   | Ignore Energy Input to Fluid                      |      |       |       |
|          | Presolve (Obsolete)                               |      |       |       |
| 266208   | Reference Volumetric Flow (for Pressure Rise < 0) |      |       |       |
| 266323   | Reference Pressure Rise (for Pressure Rise < 0)   |      |       |       |
| 266275   | Pressure Exponent (for Pressure Rise < 0)         |      |       |       |

図5 作成された Blueprint

図5では、画面の右側が切れていますが、デフォルトで4つのオブジェクトの値を入力する枠が設定されており、ここに値を入力します。データによって、単位の設定が必要なものがありますが、これは図5のように、任意の単位を指定して入力することが可能です。参照オブジェクトをリンクする場合には、参照オブジェクト名を指定します。ここで指定した参照オブジェクトは、別ファイル、または、別シートに同様にデータを入力します。

このシートに入力するデータには、諸元値などではなく、計算に必要なパラメータ値も含まれます。これらの値は、計算実行時には、GT-ISEで値を設定する必要がありますが、データの受け渡しの場面では設定が難しいので、空欄にしておいても他のデータは正常に読み込まれます。

複数のシートを作成する場合には、シート名でテンプレートを管理していますので、シート名とテンプレート名を一致させる必要があります。

図5のA～D列は、データを読み込む際に使用しますので、ここでは列、行の削除・追加はしないでください。各値の説明は英語で作成されますが、日本語で上書きすることもできます。

## (2)Blueprintへの入力

以下に、作成したサンプルデータのシートを示します。サンプルは Pump テンプレートと、ここから参照する PumpMap テンプレートです。

| A        | B                                                 | C    | D     | E     | F | G |
|----------|---------------------------------------------------|------|-------|-------|---|---|
| 724.3943 |                                                   |      |       |       |   |   |
|          | Object Name                                       |      |       |       |   |   |
|          | Object Comment                                    |      |       |       |   |   |
|          | Object Evolution Message                          |      |       |       |   |   |
|          | Attribute ID                                      | Unit | Value | Value |   |   |
| 406967   | Dependency Value                                  |      |       |       |   |   |
| 264      | Pump Performance Object or File                   |      |       |       |   |   |
|          | Options                                           |      |       |       |   |   |
| 406971   | Dependency Object for Maps                        |      |       |       |   |   |
| 262      | Flow Rate Multiplier                              |      |       |       |   |   |
| 263      | Efficiency Multiplier                             |      |       |       |   |   |
| 265      | Time Constant (Explicit Solver Only)              |      |       |       |   |   |
| 266      | Damping (Implicit Solver Only)                    |      |       |       |   |   |
| 260      | Pump Model                                        |      |       |       |   |   |
| 261      | User Model Object Name                            |      |       |       |   |   |
| 950188   | Ignore Energy Input to Fluid                      |      |       |       |   |   |
|          | Presolve (Obsolete)                               |      |       |       |   |   |
| 266208   | Reference Volumetric Flow (for Pressure Rise < 0) |      |       |       |   |   |
| 266323   | Reference Pressure Rise (for Pressure Rise < 0)   |      |       |       |   |   |
| 266275   | Pressure Exponent (for Pressure Rise < 0)         |      |       |       |   |   |

図6 Pump テンプレート Blueprint

サンプルのエクセルブックには、BlueprintSample.xlsに2つのタブ“Pump”と“PumpMap”を作成しました。複数のタブを作成した場合には、後述する読み込みの操作で、タブに設定されたオブジェクトが一度に作成されます。

| A        | B                                                 | C    | D     | E     | F | G | H | I | J |
|----------|---------------------------------------------------|------|-------|-------|---|---|---|---|---|
| 724.3943 |                                                   |      |       |       |   |   |   |   |   |
|          | Object Name                                       |      |       |       |   |   |   |   |   |
|          | Object Comment                                    |      |       |       |   |   |   |   |   |
|          | Object Evolution Message                          |      |       |       |   |   |   |   |   |
|          | Attribute ID                                      | Unit | Value | Value |   |   |   |   |   |
| 406967   | Dependency Value                                  |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 264      | Pump Performance Object or File                   |      |       |       |   |   |   |   |   |
|          | Options                                           |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 406971   | Dependency Object for Maps                        |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 262      | Flow Rate Multiplier                              |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 263      | Efficiency Multiplier                             |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 265      | Time Constant (Explicit Solver Only)              |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 266      | Damping (Implicit Solver Only)                    |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 260      | Pump Model                                        |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 261      | User Model Object Name                            |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 950188   | Ignore Energy Input to Fluid                      |      |       |       |   |   |   |   |   |
|          | Presolve (Obsolete)                               |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 266208   | Reference Volumetric Flow (for Pressure Rise < 0) |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 266323   | Reference Pressure Rise (for Pressure Rise < 0)   |      |       |       |   |   |   |   |   |
| 266275   | Pressure Exponent (for Pressure Rise < 0)         |      |       |       |   |   |   |   |   |

図7 PumpMap テンプレート Blueprint

サンプルは、わかりやすいように、コメントやセルの色を変更しました。PumpMapでは、図7のような配列のデータが必要になりますので、シートのセルに直接データを入力することができません。このような場合には、2つ方法があります。

### 1. セルの範囲(アドレス)を指定

図7ではポンプ回転数をアドレスG3からG26まで入力していますので“G3:G26”という書式で設定します。

### 2. セル範囲に名前をつけて指定

エクセルでは任意のセル範囲に名前を定義することができます。定義した名前を入力します。

## (3)Blueprintのインポート

エクセルのシートが作成できたらGT-ISEから読み込みます。読み込み先は、モデルマップツリー内、システムのテンプレートライブラリ、ユーザーライブラリです。ここではモデルマップのツリーに直接読み込みます (Build #3から可能)。

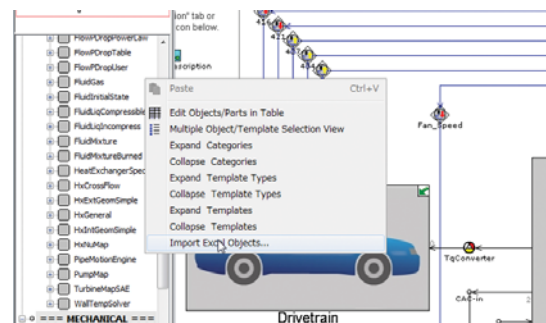


図8 Blueprint読み込み

モデルツリーから右クリックすると「Import Excel Object」のメニューが表示されますので、これを選択します。次に、ファイル指定するダイアログが表示されますので、ファイル(ファイル名は任意)を指定すると、オブジェクトが作成されます。

GT-ISEから読み込ませても良いのですが、コマンドから読み込ませることもできます。

```
gtisec -V7.2 -importExcel BlueprintSample.xls users.gto
```

このコマンドでは、ユーザーのテンプレートライブラリuser.gtoにコマンドから読み込んでいます。DOSのコマンドで少し工夫していただくと、例えば、あるフォルダ内の\*.xlsを全てバッチで

読み込むことも可能ですので、関連の部署や、会社から多数の諸元値をエクセルで収集し、ユーザーライブラリに登録して様々なモデルで使用するような場合には、非常に便利な機能です。

## 4. ピストンフリクションモデル

V7.2 Build #3から、ピストンリングのフリクションモデルが追加されています。また、Build #5以降でピストンスカートのモデルが追加される予定です。

言うまでもなく、自動車の燃費を向上させるには、エンジンで発生する機械抵抗を減らすことは重要です。もちろんGT社、弊社ともこの部分のシミュレーションモデルをご提供することは重要だと考え、V7.0からのバージョンアップでは、機械ソルバーの改良に伴ってモデルを拡充してきました。

V7.1までに、エンジンの機械損失の要素として、クランクや、カムシャフトで使用されるジャーナルベアリングモデル、動弁系全体の機構シミュレーションモデルと、カム-カムフォロアー間でのEHDモデルをご提供しています。また、クランク軸-カムや、その他の補機類を接続するためのチェーン、ベルト、ギアなどのモデルもご提供しています。

しかし、エンジンの機械損失で大きな比重を占めるピストンに関しては、ピストンヘッドとシリンダライナー間での摩擦係数を設定する簡易なモデルで、予測的と呼べるようなモデルではありませんでした。

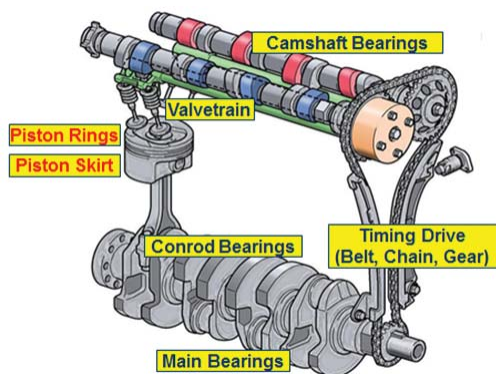


図9 GT-SUITEフリクションモデルイメージ

### (1) ピストンフリクションモデルの概要

ピストンフリクションを計算する上で重要となるのが、ピストンリング、スカートの挙動とシリンダライナーの変形、ライナー/リング、スカート間の油膜の挙動です。

GT-SUITEのピストンフリクションモデルでは、これらのクランク角ベースの瞬時の挙動を計算します。結果として、通常エンジンのフリクションとしてFMEPでモデル化するようなサイクルベースの値ではなく、瞬時のフリクションの変動を結果として出力します。もちろんサイクル平均値はRLT値として出力されます。

### (2) ピストンリングモデル

ピストンリングは、通常、コンプレッションリング、オイルリングから構成されますが、ピストンフリクションモデルではそれぞれのリングを個別に設定します。

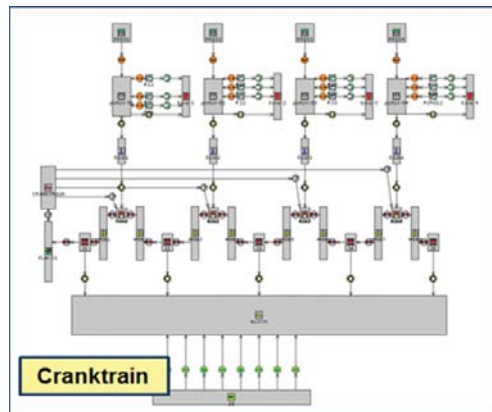


図10 クランク全体モデル

図10の4気筒のクランクモデルのピストン部分に、3つのリンクが設定されていることに注目してください。これらがそれぞれ2本のコンプレッションリングとオイルリングに対応しています。

各リングでは、リングの重量、幅、厚み、テンションなどの値を設定します。もちろんリングとライナーの接触面では、 $\mu\text{m}$ 単位でプロフィールが作成されますので、ここには、関数近似か点列でプロフィールを設定することができます。

ピストンリングは、リングテンションとライナーとの摩擦、ピストンの上下運動によって、リングガイドの間で複雑な挙動を示します。GT-SUITEのモデルでは以下の図のように、リングの径方向への挙動、荷重とリングの回転を計算します。

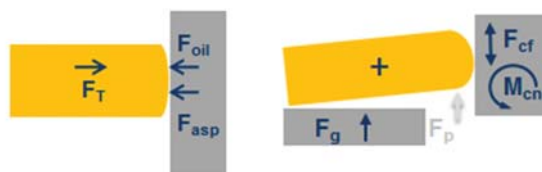


図11 リングの挙動

油膜の計算では、GT-SUITEのEHDモデルで油膜に掛かる圧力、厚み、摩擦が計算され、これらがリングの挙動にフィードバックされます。

### (3) シリンダーボアの変形

ピストンフリクションを計算する上で重要な要因の一つが、シリンダーボアの変形です。これも変形量としては数 $\mu\text{m}$ 単位ですが、加工誤差によるズレと、熱膨張による真円からのズレ(変形)を生じます。通常は、ボア間(気筒間)では相対的に剛性が大きいので、吸気-排気の方に大きく変形します。また、シリンダーの上部と下部では温度が異なるので、これも変形の要因となります。

このシリンダーボアの変形は、3次元の構造解析でも、高度な解析の部類に入るかと思いますが、形状の因子や、ヘッドボルトの締め付けトルクのばらつきなどに影響されますので、GT-SUITEでは計算できません。これについては、3次元構造解析や、実測などからデータを入力する必要があります。入力には、変更を周波数(振幅と位相)に分解して与えます。

次の図は、変形の例ですが、もちろん変位量はスケールして誇張して表示しています。

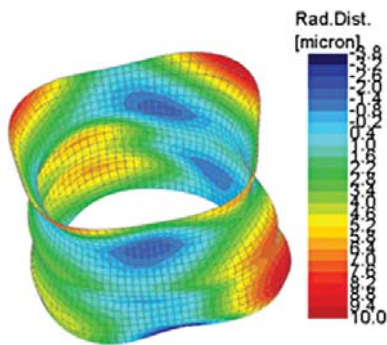


図12 ボアの変形

## (4) ピストンスカートモデル

ピストンスカートは、リングよりも厄介です。形状が複雑である上に、コンロッドの動きによって、いわゆる”首振り”をします。しかも、スカートの剛性によってフリクションが大きく異なることがわかっていますので、スカート部分の剛性も考慮しなければなりません。GT-SUITEのピストンスカートモデルでは、最初のビルドでスカートの剛性を考慮しないHDモデル、次にスカートの剛性を縮退して入力するモデル、ここからはV7.3に持ち越される可能性が大きいのですが、3D FEMの結果から熱膨張をマッピングする機能が追加される予定です。

## (5) 計算結果の例

現在開発中のバージョンでの計算結果の例を示します。

まず、ピストンリングでのオイル、フリクションの結果です。動作条件は、3000rpmです。

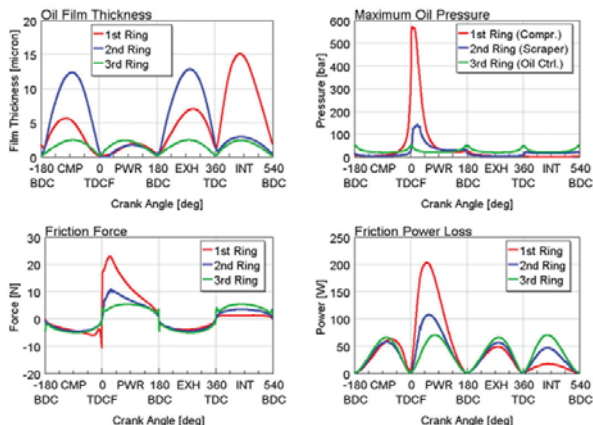


図13 リングフリクション結果

リングのプロフィールを最適化したい場合などは、GT-SUITEのDOEの機能等を使用いただくことが可能です。図14は、リングのプロフィールをDOEで多点計算し、フリクションの最小値を求めた結果です。図15はスカート部分の結果で、これは回転数違いの結果のプロットです。

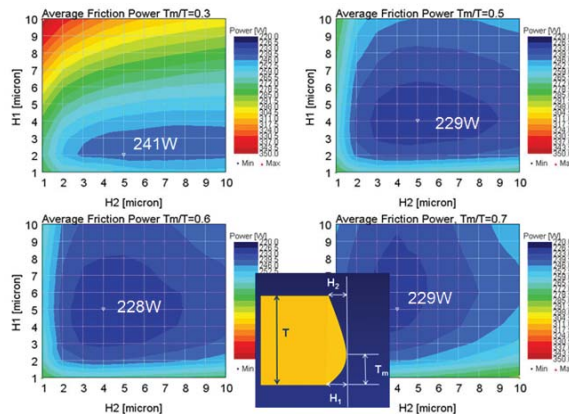


図14 リングプロフィールの最適化

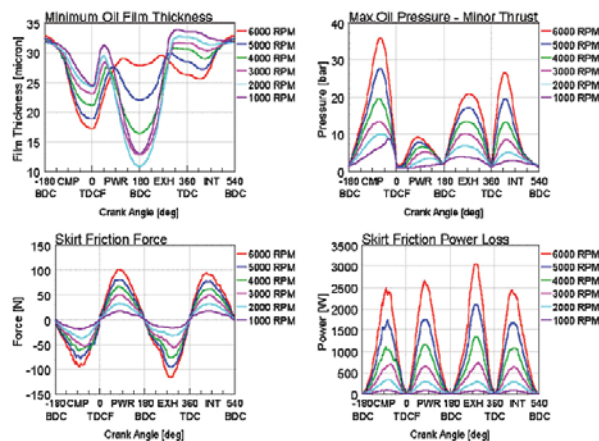


図15 スカートフリクション結果

## ■ おわりに

V7.2の新機能についてご紹介しましたが、このIDAJ newsのオンライン公開が9月中旬ですので、そろそろV7.3のリリースが近づいており、10月下旬にV7.3が欧米でリリースされる予定です。(現在のところV7.3としてリリースされる予定ですが、大きなバージョンアップになりますので、V8.0としてリリースする可能性もあります)

V7.3の新機能については、11月16日に横浜で開催いたします「ICSC2012 GT-SUITE Conference Day」にてご紹介する予定です。ぜひ、たくさんの方にご参加いただけますよう、よろしくお願いいたします。

また、V7.3のリリースに伴ってV7.0がサポート対象から外れる予定です。GT-SUITEは日々様々な機能を取り込んでバージョンアップしておりますので、是非、最新バージョンへの移行をご検討



くださいますようお願いいたします。

本稿の詳細等については、GT-SUITEのサポート窓口(gt@idaj.co.jp)か、弊社の営業担当までご連絡いただければ、ご説明に伺いますので、お気軽にお問い合わせください。

(文責: 応用技術部 大瀧 康宏)

＞ 資料請求



＞ 製品のお問い合わせ

＞ コンサルティング  
お問い合わせ



株式会社IDAJの事前の承諾なしに、本記事の全部または一部を、私的使用など法律によって認められる範囲を超えて、これらの情報を使用(複製・改ざん・頒布・公衆送信・上映等)することを禁止します。また、ダウンロード・プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

株式会社 IDAJ | 〒220-8137 横浜市西区みなとみらい2-2-1-1 横浜ランドマークタワー37階  
TEL: 045-683-1990 E-mail: info@idaj.co.jp http://www.idaj.co.jp/

## 電子機器専用熱設計支援ツール「FloTHERM®」,「FloTHERM® PCB」

# ユーザビリティを拡げるPCBライブラリパーツの カスタム作成事例のご紹介

### ■ はじめに

FloTHERMやFloTHERM PCBでプリント配線板(以下PCB)のモデリングをされている方は多いと思います。一般に電子機器の熱解析で、PCBはごく普通にモデリングされるものの一つです。またご自身でPCBのモデルを作らないにしても、他で作られたデータを入力して、FloTHERMに取り込んで使うというケースもあるでしょう。

PCBのモデル化を何度か経験すると、誰もが共通の思いを抱くようになります。IC(半導体)パッケージはもとより、PCB上のアセンブリパーツは共通のものを使うことが常であり、既に作った部品のモデルを使いまわしたい、というものです。

FloTHERMや、FloTHERM PCBのPCBモデリング機能であるFloEDA Bridge(以下FloEDA)で作成できる形状は、単純な直方体か円柱に限られています。そこで、ライブラリにあらかじめ登録されたパーツに限り、詳細形状のICパッケージ(図1)や熱回路網で定義されるDELPHIモデルを、PCB上に配置できる仕組みが用意されています。

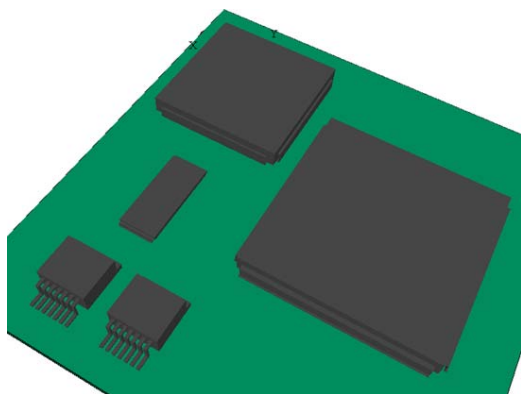


図1 FloTHERM PCB上の詳細 ICパッケージ

しかしこれまでFloTHERM PCBやFloEDAのライブラリからPCB上にロードできるパーツは、もともとライブラリとして組み込まれているものか、またはFloTHERM PACK(ICパッケージモデリングツール)で作成されたものに限定されていたため、例えば幾つかのブロックを組み合わせた自作のアセンブリパーツをライブラリに登録して利用する、ということではできませんでした。

このような経緯からFloTHERM V9.2 / FloTHERM PCB V6.2以降、FloTHERMで作成した自作パーツをFloTHERM PCBやFloEDAで簡単に利用できるようになりました。この手法は前号のIDAJ news [1]でご紹介しましたが、本稿ではその応用例として

以下4つのアセンブリパーツをご紹介します。

1. フットパターン付きICパッケージ
2. ファン付きヒートシンク
3. ダクト
4. ヒートパイプ

それぞれのモデルに対する具体的な作成手順は、ここでは割愛しますが、これまでFloTHERM PCBやFloEDAのパーツとして利用が不可能であったアセンブリモデルも、アイデア次第でいろいろと作ることが可能なことを示すことができればと思います。

### ■ ライブラリパーツのモデリング例

#### 1. フットパターン付きICパッケージ

ICパッケージの詳細モデルをPCBに載せる際、そのパッケージ特有のフットパターンも一緒にモデル化したい場合が多々あります。小型で発熱密度の高いパッケージにおいては銅パターンが主たる放熱経路となるため、パッケージが直接PCBに接しているフットパターンを仮にモデルから省略してしまうと、パッケージの解析結果温度が異常に高くなってしまいますからです。

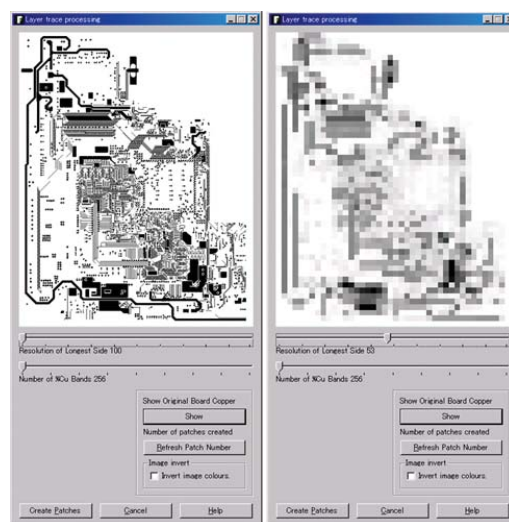


図2 Layer trace processing

FloTHERM PCBやFloEDAでは、PCB全体の銅パターンを格子状のエリアにパッチ分割し、銅(熱伝導率385W/(m・K)程度)と基材(熱伝導率0.3W/(m・K)以上)の配分から各パッチに等価熱伝導率を割り当てる機能(Layer trace processing)が備わっており(図2)、これを用いるとPCBの伝熱特性の分布を格子の

解像度に応じて反映することができます。

しかし、パッチ分割を粗くせざるを得ない場合、本来のパターン形状を十分トレースできず、パッチによっては銅の数%以下の熱伝導率が設定されてしまうことがあるため、本来はパターンを伝って逃げるはずの熱がパッケージ付近に留まってしまいます。その結果、パッケージの温度は実際より遥かに高くなります。

一方、パッチ分割を細かくし過ぎるとメッシュ数(解析時間)の増大を招くため、繰り返し解析を行いたい場合や使用マシンが専有でない時には避けたいところです。このため、前号のIDAJ news [2]でご紹介した、銅パターンをPCBの一部エリアのみ細かくパッチ分割する手法で、高温なパッケージを含むエリアとそれ以外とを分け、メッシュ数を抑えることができます。

しかしパッケージ毎にフットパターンが決まっているのであれば、そのたびに局所的なパッチ分割を施すよりも、そのパターンを何枚かの板(Cuboid)でモデル化する方が、解析規模を抑える上で遥かに得策です。またパターンの熱伝導率として銅の値をそのまま与えるため、パッチ分割に比べ放熱現象をより正確に表現することができます。

図3にFloTHERM PACKで作ったSOT89の詳細モデル、図4にFloTHERMを用いてフットパターンを追加したライブラリモデルを示します。図5はこれをFloTHERM PCBまたはFloEDAに読み込んだ場合のイメージ(Modeling Level表示)です。

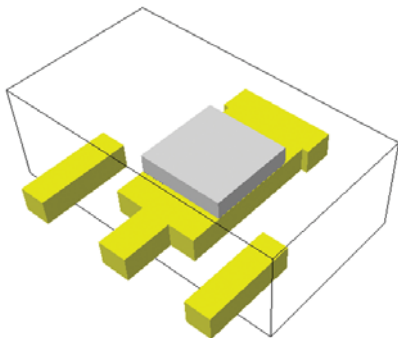


図3 FloTHERM PACKによる SOT89詳細モデル

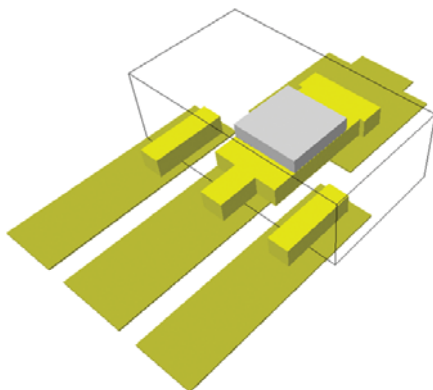


図4 フットパターンを追加した SOT89モデル

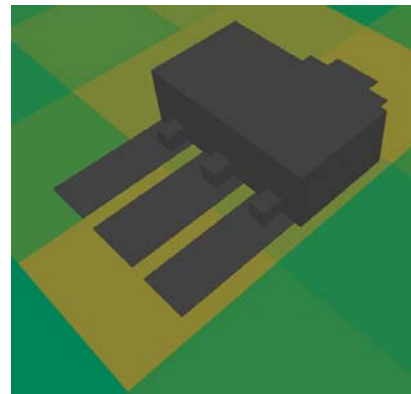


図5 FloTHERM PCB上のフットパターン追加 SOT89モデル

## 2. ファン付きヒートシンク

図6はICパッケージの上にファン付きヒートシンクを載せたFloTHERM PCB(またはFloEDA)のモデルイメージです。自作パーツはヒートシンクとファン(枠と下向きのSource)を組み合わせたもので、パッケージ(QFP)そのものはFloTHERM PCBのオリジナルデータです。

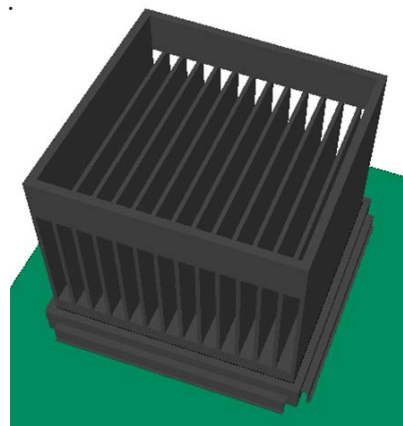


図6 FloTHERM PCBでのファン付きヒートシンクモデル

図7はFloTHERM PCBでの解析結果イメージ(ヒートシンクを水平に横切る風速ベクトル断面)です。自作パーツの部分は1つのブロックで表示されますが、ファンから吹き降ろす流れの様子は表現できています。

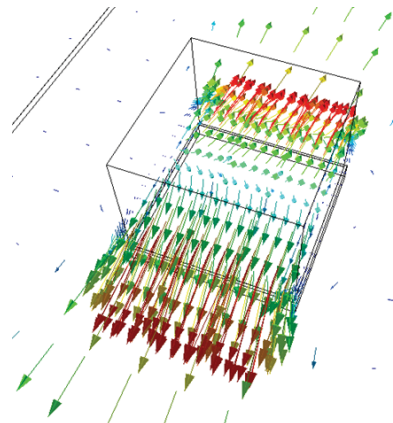


図7 FloTHERM PCBによるヒートシンクおよびファン解析

図8は同じ結果のFloVIZ(またはVisual Editor)による、ヒートシンクを垂直に切る温度コンター+風速ベクトル断面およびPCB表面温度コンターです。

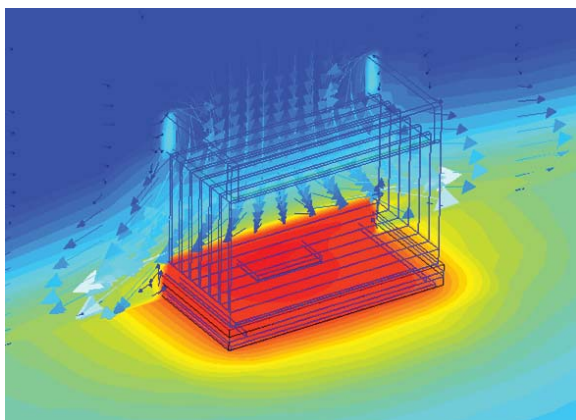


図8 FloVIZによるヒートシンクおよびファン解析の結果表示

このヒートシンクとファンを組み合わせたパーツの大きなポイントは、FloTHERM PCBのみで局所流れの解析が可能だということです。FloTHERM PCBのユーザー様(多くは電気設計者)が選択できる流れ条件は、これまで自然空冷もしくは、JEDEC標準(Standard Forced Air)またはカードスロット内に設置された(Simple Card Slot)強制空冷環境でした。ところが局所的な流れ条件をPCB近傍の特定の場所に配置することが可能となったため、FloTHERM PCBで解析できる流れ条件の自由度が大きく向上しています。

以下にFloTHERM PCBで利用可能な流れ条件について、詳しくご説明します。

## (1)流れ条件を定義するテンプレート

FloTHERM PCBで利用する局所的な流れ条件は、FloTHERMでSourceとして定義する必要があります。Sourceは一定流れ条件(XVelocity, YVelocity, ZVelocity)として設定します。なおFANやFixed Flowは利用できませんし、ファン特性や旋回流も設定できません。

"DieSource"という名称のSourceがライブラリパーツの中に存在している必要がありますが、この"DieSource"に直接速度を与えても、または追加で別名のSourceを定義しても構いません。

## (2)流れの方向

各速度成分を一つのSourceで同時に定義できますので、基板面に対し角度のある流れを与えることができます。すなわち、直交座標系に対する斜めの流れは速度成分に分解して定義します。

流れの向きはSourceの局所座標系のHigh(+ )方向に限定され、速度の値の正負やCollapseの面(High/Mid/Low), Sourceの向き(High/Low)とは無関係です(図9)。

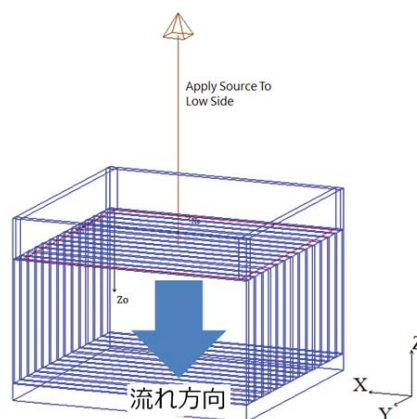


図9 Sourceの流れ方向は局所座標系の向きで定義される

## (3)流れ条件の配置

FloTHERMでSourceとして定義された流れ条件は、他のCuboidなどの要素を含めた一まとまりのアセンブリとして、FloTHERM PCB(またはFloEDA)上ではComponentとして認識されます。ComponentはPCBの表面上にしか配置できませんので、MotherBoardから離れた場所に流れ条件を設定したい場合には、DaughterBoardを追加してその上にComponent(流れ条件を含む自作パーツ)を配置します。また必要に応じてDaughterBoardに穴(Cutout)を開けて流れを通過させるようにします。

なお図6に示したモデルは、パッケージとヒートシンクベースとの間の接着剤を薄板としてDaughterBoardで定義し、その上に自作パーツ(ヒートシンクとファンを組み合わせたもの)を配置しています。

## 3.ダクト

図10はダクトを模したモデルで、モデリングの考え方は先述のファン付きヒートシンクと同じです。Cuboidで形状を作り、PCB外側の開口部にSourceを配置しています。

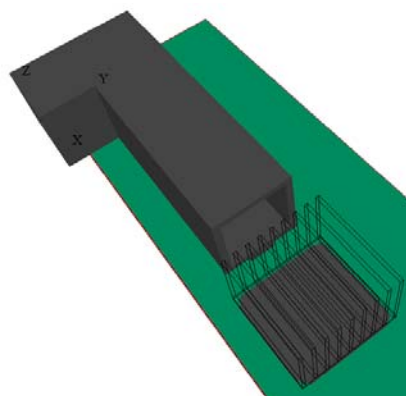


図10 FloTHERM PCBでのダクトモデル

なおファン付きヒートシンクはDaughterBoardに載せていますが、このダクトは直接MotherBoardに載せています。FloTHERM PCBでの解析結果イメージ(ダクトを水平に切る風速ベクトル断面)を図11に示します。

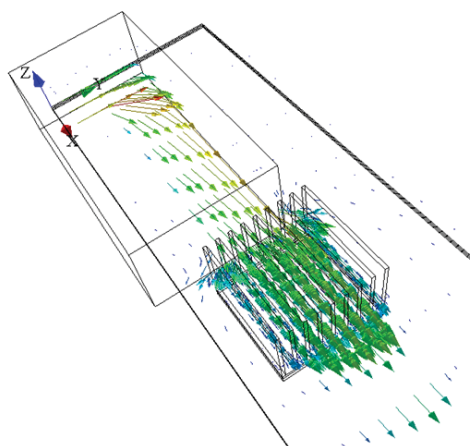


図11 FloTHERM PCBでのダクト解析結果

## 4. ヒートパイプ

自作ライブラリパーツの中にFloTHERMのヒートパイプ(Heat Pipe SmartPart)を含めることもできます。Heat Pipe SmartPartのパラメータは、形状、実効熱抵抗(Effective Thermal Resistance)および最大熱流量(Maximum Heat Flow)です。

図12にFloTHERM PCB上のヒートパイプモデルのイメージを示します。ヒートパイプの片側はQFPパッケージの上部に接し、基板外側の端にはヒートシンクが取り付けられています。ヒートシンクの一方の開口面には前述のSource(流れ条件)が貼り付けられ、パッケージの熱を効率よく放熱するようにしています。

図13はFloTHERM PCBでヒートパイプを水平に切る温度コンター断面、図14はヒートシンクを水平に切る風速ベクトル断面です。



図12 FloTHERM PCBによるヒートパイプ

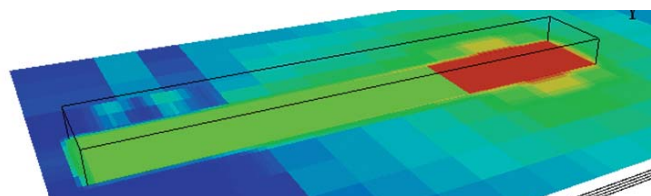


図13 FloTHERM PCBでのヒートパイプ解析結果(温度コンター)

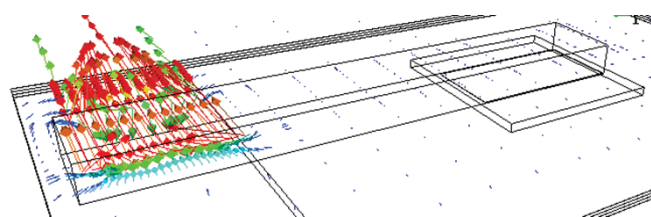


図14 FloTHERM PCBでのヒートパイプ解析結果(風速ベクトル)

## ■ おわりに

FloTHERMをご利用の方は、FloEDAやFloTHERM PCBのライブラリパーツ作成をぜひお試しください。ご自身で利用されるのはもちろんですが、特にFloTHERM PCBのエンドユーザー様への展開をご検討いただければ幸いです。

パーツ作成から解析に至るまでの手順でご不明の点は、お気軽に技術サポートまでお問い合わせください。またFloTHERM PCBをご利用で、カスタムパーツをご自身で作成できない場合でも、随時ご相談ください。ご希望に応じて最適なソリューションをご提案します。

### ●参考文献

- ・ [1] IDAJ news vol.68 (2012 Jun) p33 FAQ  
自作のパーツをFloEDA BridgeやFloTHERM PCBで使うには
- ・ [2] IDAJ news vol.68 (2012 Jun) p32 FAQ  
配線パターンの一部を細かくモデル化する方法

(文責: 熱設計技術部 宮崎 研)

> 資料請求

> 製品のお問い合わせ

> コンサルティング  
お問い合わせ

株式会社IDAJの事前の承諾なしに、本記事の全部または一部を、私的使用など法律によって認められる範囲を超えて、これらの情報を使用(複製・改ざん・頒布・公衆送信・上映等)することを禁止します。また、ダウンロード・プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

株式会社 IDAJ | 〒220-8137 横浜市西区みなとみらい2-2-1-1 横浜ランドマークタワー37階  
TEL: 045-683-1990 E-mail: info@idaj.co.jp http://www.idaj.co.jp/

住友重機械工業 株式会社 技術本部 技術研究所 様

# 蒸気タービンブレードの形状最適化に「modeFRONTIER®」をご活用

今回は、住友重機械工業 株式会社 技術本部 技術研究所 岡田 真三様、菊地 知希様、中西 良輔様にお話をうかがいました。

同社は、機械コンポーネント、精密機械、建設機械、産業機械、船舶、環境・プラントの分野において、様々な製品やサービスを、全世界に向けて提供されています。

技術本部 技術研究所の皆様(左:菊地様, 中央:岡田様, 右:中西様)



— 本日はお忙しいところ貴重なお時間をいただき、誠にありがとうございます。はじめに、技術研究所の役割や皆様の担当業務について簡単にご紹介ください。

**岡田様** ● 住友重機械グループのモノづくりの革新性を支えているのが、私達が所属する技術研究所です。長年の実績に裏付けられた確かな各種基盤技術をベースに、社会のさまざまなニーズに即応するとともに、地球環境にも負荷の少ない、先進的かつ独創的な研究開発を推進しています。研究開発の分野は、次のように大きく6つに分類できます。

- ・ 光量子磁場応用技術
- ・ 環境バイオ技術
- ・ アクチュエータ技術
- ・ システム制御技術
- ・ 材料成形加工技術
- ・ CAE・シミュレーション技術

その中で、「CAE・シミュレーション技術」は、コンピュータを利用した解析技術による商品の高度化や、CAE展開による多くの商品開発支援を担っています。

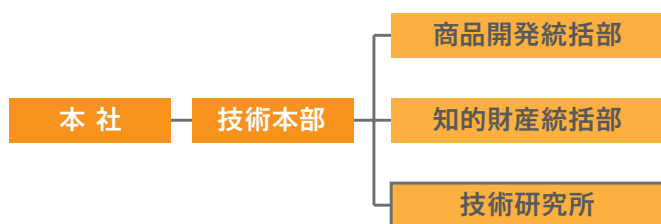


図1 技術本部組織図

**菊地様** ● 私達が所属する、技術研究所 ソリューション技術グループでは、構造解析、熱流体解析、振動騒音解析、分子動力学を基盤として、建設機械、減速機、射出成形機や蒸気タービンなどの幅広い用途に適用できるシミュレーション技術の確立を目指しています。共通基盤技術開発や商品開発など、様々な開発テーマに応じてダイナミックにチームが生まれ、開発の効率化を図っています。

## ■ 導入の決め手は、ポスト処理機能の豊富さ

— CAEを幅広く活用されているイメージがありましたが、組織をまたいだ横断的な活用をなさっているということですね。それでは、現在ご利用いただいているmodeFRONTIERを導入いただいたきっかけをお聞かせください。

**中西様** ● 以前から別の最適化ツールを導入していたのですが、実際の製品設計などに十分活かしているかというと、そうではない状況がありました。そんな中、2008年～2009年頃に、「なかなか使いやすそうだ」と同僚が見つけてきてくれたのがmodeFRONTIERでした。実際の設計に適用し、活用するためには、ポスト処理機能が重要だと考えていましたので、特にその部分には注目していました。これまで使用していたツールと比べると、CAP機能やクラスタリングした後のチャート図表示、応答曲面機能が優れており、分析ツールとして役立ちそうだと思います。また、応答曲面の種類の多さや、直感的に“見て、わかる”という操作性の高さも評価でき、現在はmodeFRONTIERのみを使用しています。

**菊地様** ● 弊社関連会社の新日本造機株式会社では、蒸気タービンを開発、製造しておりますが、ここではタービンブレードの形状最適化に適用した事例をご紹介します。



図2 タービンローター(新日本造機様 Webサイトより抜粋)

タービン全体の効率を向上し、コストダウンにも貢献するためのアプローチのひとつに、タービンブレードの形状を最適化することがあげられます。そこで、modeFRONTIERとCFDとを組み合わせ、最適化を実施しました(図3)。

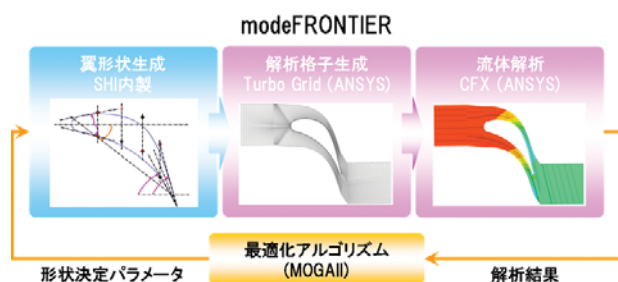


図3 最適化フロー

10個程度の形状パラメータを使って、タービンブレードの翼型を定義し、解析モデルを作成して、CFDを実施します。1ケースのCFDに要する時間は、約10分程度です。最適化に要する時間を短縮するため、まずランダムサンプリングを行い、その計算結果から応答曲面を作成、この応答曲面を用いてMOGAIIで最適化計算を実施します。デザインを増やしたいところに追加サンプリングを行い、応答曲面の精度を高めていますが、こういった操作がやりやすいのもmodeFRONTIERの特長だと思います。目的関数には、タービンブレードの効率(Efficiency)と蒸気から取り出すことができるエネルギーの大きさ(Power)をとります。この2つの目的関数は、トレードオフ関係にあります。

図4は最適解探索結果ですが、ベースデザインよりタービンブレードの効率が良く、必要なエネルギーが得られるデザインが多数探索できていることが分かります。その中から最終的に選択したデザインとベースデザインのタービンブレードの効率を比較したのが図5です。運転条件(U/C)が変化しても、最適デザインの方がベースデザインより効率が良いことが分かります。

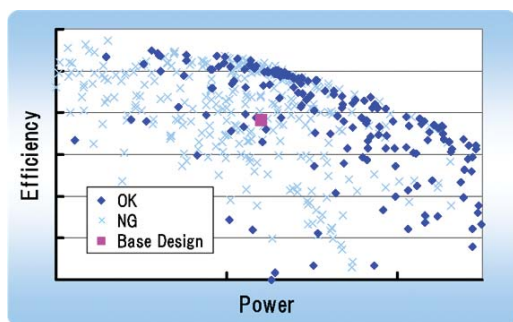


図4 最適解探索結果

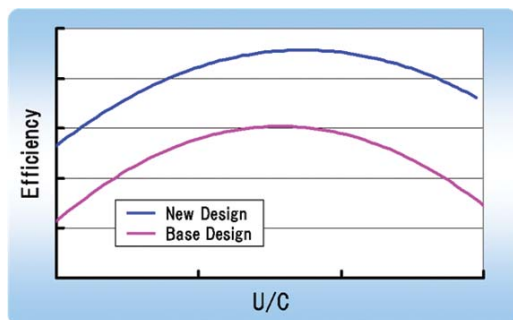


図5 ベースデザインと最適デザインの性能比較

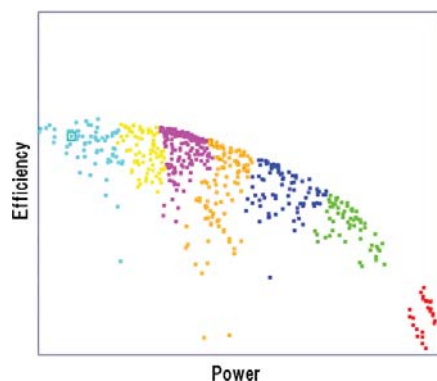


図6 クラスタリングによる最適解探索(1)

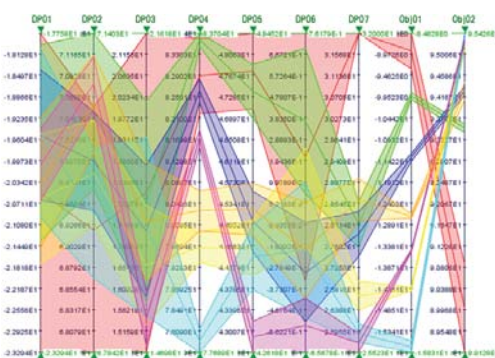


図7 クラスタリングによる最適解探索(2)

— 図4には、「×」と示された結果が含まれていますが、こちらは、何を意味するのでしょうか？

中西様 ● 「×」はタービンブレードの翼型としてふさわしくないデザインを指します。この基準は、「翼の強度」としています。翼型が決まると、断面二次モーメントを強度の指標として算出します。ベースデザインよりも、この指標が悪くなったものが「×」を付したデザインです。現状の強度は維持しつつ、効率をあげ、必要なパワーが得られるデザインを探索したいということです。また、あえて制約条件を指定せずに、ベースデザインよりも悪いデザインの出現も許容し、全体の傾向を把握しました。

菊地様 ● 良いデザインが見つかったということも重要ですが、なぜ良くなったのかを知ることも重要ですので、クラスタリング機能を使って分析しました(図6, 図7)。

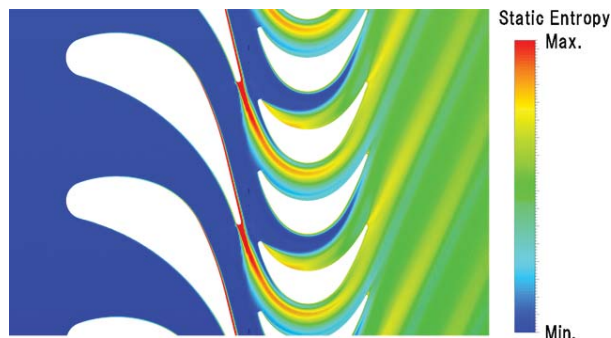


図8 タービンブレード従来形状

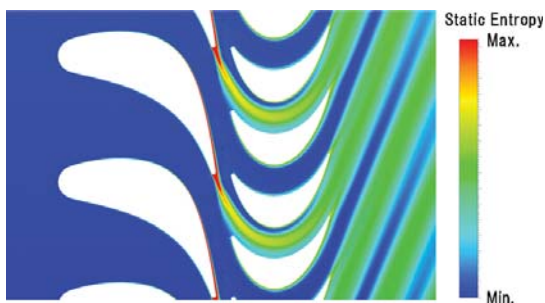


図9 タービンブレード新形状

## ■手作業に比べて約10倍程度の業務効率化 (\*試算ベース)

— 業務効率の改善という意味では、何か成果がございましたか。

**菊地様** ● modeFRONTIERの導入によって、この形状はなぜ良いのか、どうすればより良くなるのかという分析が容易になりました。これにより、試行錯誤を繰り返すことなく、効率の良い探索が可能になったことが成果のひとつだと思います。

**中西様** ● modeFRONTIERの導入前までは、タービンブレードの形状最適化には取組んだことがありませんでしたので、正確に以前の業務量との比較はできませんが、仮に、今回の最適化計算のフローを、modeFRONTIERを使わずに行った場合に、どれくらい時間がかかるものなのかを試算してみました。

翼型作成と解析モデルの作成に20分、CFDに10分、1ケース当たり合計30分、その後、今回実施したケース数すべてを計算し、結果をまとめるには約2ヶ月を要することでしょう。しかし、翼型作成から解析モデル作成までを自動化し、modeFRONTIERで応答曲面を生成して最適化を行うと、5～6日で最適形状を導くことができます。したがって、手作業での最適化計算と比べると、効率は約10倍程度と見積もることができます。

**岡田様** ● 付け加えますと、タービンブレードの形状最適化のためには、CFD技術を確立する必要があります。以前からCFDには取組んでいましたが、設計に適用できるまでになったのが、ちょうどmodeFRONTIERの導入を検討していた頃でした。modeFRONTIERを導入と同時期にCFDの適用が進んだため、実現した取り組みです。

— 今後の取り組みについて、簡単にお聞かせください。

**菊地様** ● 今回は、タービンブレードの二次元形状での最適化事例を紹介させていただきましたが、三次元形状への展開も既に始めております。今後はさらに、構造解析分野や、蒸気タービン以外の製品にも適用したいので、色々と調査を進めているところです。

**岡田様** ● 現在、全社的にCAEを利用した最適化技術を設計/製造に展開しています。その流れの中で、技術研究所では、主に、

商品特性の高度化を目的とし、事業所や関連会社では、製造誤差の問題、製品のロバスト性の問題に適用したいと考えています。たとえば、性能に大きな影響を与えない製作精度上のパラメータがわかれば、コストカットに貢献できます。

— 製品ならびに弊社への忌憚のないご意見やご要望をお聞かせください。

**菊地様** ● 皆さんがおっしゃることかもしれませんが、価格をもう少し下げただけだと思います。他事業所や設計部署において幅広く利用するためには、導入費用がネックとなることが多いからです。

— 貴重なお話とご意見をいただき、本当にありがとうございました。御社のご利用状況を詳細にお聞きして、少しでもご要望に近いご提案をさせていただきます。今後も御社のご研究や設計にお役立ていただけるよう精進いたしますので、引き続きどうぞよろしくお願いいたします。最後に御社のPRをお願いします！

**岡田様** ● 冒頭にご紹介させていただいたように、弊社が取り扱う製品は、皆さんの目に直接触れる製品ばかりではありませんが、社会基盤や医療現場を支える高い信頼性が求められる製品ばかりです。今回の事例は、性能向上のための最適化を目的としたものですが、今後は弊社製品に幅広く最適化技術を適用し、開発及び設計の効率化と当社製品のさらなる信頼性向上に努めたいと思います。

※本文中の所属名称等は、インタビュー当時のものです。

### ●インタビュー後記

私(中井)が、インタビューを担当させていただくようになってから、住友重機械工業様が15社目となりました。毎回、モノづくりに関わる人の多さ、そして、一人一人の力や技術を集めて一つの製品を生み出すことの大変さを感じています。こういう貴重な経験を重ねることで、普段の生活の中で今までは目に入ってはいても、見ていなかったものに目がとまり、思うことのなかったことを思うようになりました。社会インフラを支える製品は、それがうまく機能している限り私達が意識することもなく、当たり前のように生活していますが、それが当たり前でない努力に支えられていることに、心から感謝したいと思います。

(文責：営業部 荻原 通雄・中井 公子)

## 住友重機械工業 株式会社

本社所在地：〒141-6025 東京都品川区大崎2-1-1

資本金：308億7,165万円(2012年3月31日現在)

＞資料請求

＞製品のお問い合わせ

＞コンサルティング  
お問い合わせ

株式会社IDAJの事前の承諾なしに、本記事の全部または一部を、私的使用など法律によって認められる範囲を超えて、これらの情報を使用(複製・改ざん・頒布・公衆送信・上映等)することを禁止します。また、ダウンロード・プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

株式会社 IDAJ | 〒220-8137 横浜市西区みなとみらい2-2-1-1 横浜ランドマークタワー37階  
TEL: 045-683-1990 E-mail: info@idaj.co.jp http://www.idaj.co.jp/

## SimulationXとmodeFRONTIER®とを組み合わせた多目的最適化 「物理モデリングによる最適化アプローチ ～構想段階における多目的最適化体験セミナー～」開催のご報告

### ■はじめに

ものづくりの現場ではモデルベース開発の必要性が高まり、SimulationXに代表される物理モデリングツールが広く利用されるようになってきました。特に構想段階において0D/1Dシミュレーションモデルを活用し、特性の傾向や複数の特性どうしの相反関係を、多目的最適化やデータマイニングにより把握し、得られた知見をいち早く設計仕様に反映しようとする試みが様々な形でなされてきています。

またそのような作業を、最適化ツールを組合せて使用することにより作業を自動化し、開発効率を高めようとする試みが急速に広がりつつあります。ところが、評価特性が複数存在する、いわゆる最適化問題で、かつ各々が相反する関係になっている問題を扱うには、ある程度の技術的知識や慣れが必要であるため、興味をお持ちであっても何となく今一歩、実施に踏み出せないでいらっしゃる方が少なからずいらっしゃるようです。

そこで今回、SimulationXとmodeFRONTIERとを組み合わせた多目的最適化をまずは体験していただこうと考え、ニュートンワークス株式会社に多大なるご協力を戴き、セミナー室をお借りして7月27日と8月3日の2日間、「物理モデリングによる最適化アプローチ～構想段階における多目的最適化体験セミナー～」と題するセミナーを開催しました。



図1 会場風景

### ■プログラムの概要

はじめにニュートンワークス様より、物理モデリングとSimulationXについてご紹介いただきました。SimulationXのGUIと基本操作、デモと簡単な演習を交え、当日使用する電磁弁モデルの内容もご説明いただきました。

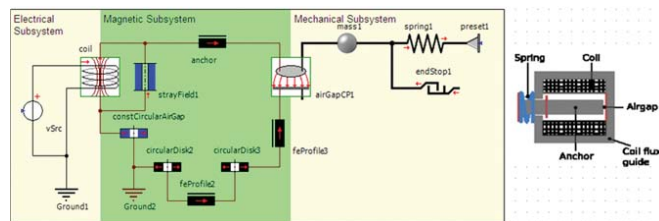


図2 SimulationXによる電磁弁モデル

続いて弊社より、下記内容に沿ってプレゼンテーションと実習をおこないました。

1. modeFRONTIERのご紹介
2. 最適化対象問題のパラメータのご説明と寄与度解析の実行
3. ワークフローの各機能のご説明
4. 多目的最適化の実行とポスト処理の実習
5. 結果の見方、考え方のご説明

#### 基本的な電磁弁の動作と要求特性

■ 制御信号への開弁/閉弁の応答性をよくしたい!

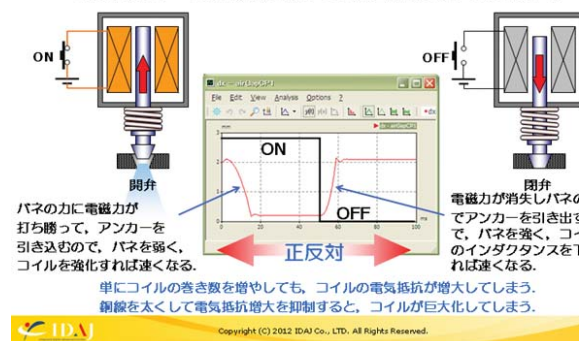


図3 最適化対象問題

#### 最適化結果

使用Projectファイル: Opt\_2.prj

■ 実行環境にもよりますが 10分程度で終了します。

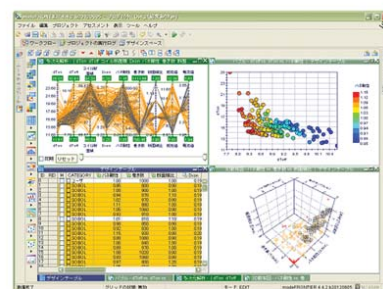
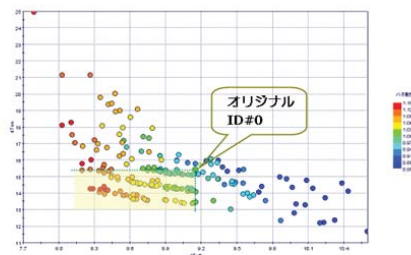


図4 最適化結果 (1)

## パレート最適解

使用Projectファイル: Opt\_2.prj

- 製品を大型化しなくても、特性を改善できる候補が多数存在する事がわかりました。



Copyright (C) 2012 IDAJ Co., LTD. All Rights Reserved. 60

図5 最適化結果 (2)

## ■ 受講された方々のお声

多くの方がご受講下さり、また、実習中にも大変熱心に、多くのご質問をいただきました。アンケートには、modeFRONTIERの豊富で強力なポスト処理機能へのお褒めの言葉や、早急にご活用なさりたい旨のメッセージをいただきました。今回のセミナーを通じて多目的最適化を実際に体験され、実務へ活用されるイメージを掴んでいただけたようです。時間の関係で詳細な説明まで差し上げられませんでした。それでもご受講いただいた皆様のお役に立てたようで、本セミナーを企画した私共も嬉しい限りです。

## ■ おわりに

弊社ではmodeFRONTIERの基本的な使用方法や、より詳しい応用法の講習会、および理論講習など、皆様のお役に立てるように様々なメニューをご用意してご参加をお待ちしております。お申し込みは随時、数値解析アカデミーWebページ (<http://www.idaj.co.jp/academy/>)にて承りますので、何卒ご活用ほどお願い致します。

今後も、様々なツールとの連成体験セミナーを企画して参りたいと思いますので、どうぞご期待ください。

(文責: インテグレーション技術事業部 インテグレーション技術部  
大谷 朝彦)

[資料請求](#)
[製品のお問い合わせ](#)
[コンサルティング  
お問い合わせ](#)

株式会社IDAJの事前の承諾なしに、本記事の全部または一部を、私的使用など法律によって認められる範囲を超えて、これらの情報を使用(複製・改ざん・頒布・公衆送信・上映等)することを禁止します。また、ダウンロード・プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

株式会社 IDAJ | 〒220-8137 横浜市西区みなとみらい2-2-1-1 横浜ランドマークタワー37階  
TEL: 045-683-1990 E-mail: [info@idaj.co.jp](mailto:info@idaj.co.jp) <http://www.idaj.co.jp/>

# 「modeFRONTIER International User's Meeting 2012」 参加のご報告

## ■はじめに

隔年で開催される「modeFRONTIER International User's Meeting 2012(UM12)」が、去る5月21日・22日の2日間にわたりイタリアのトリエステで開催され、延べ200名程の方々が全世界から参加されました。なお、北米では別途User's Meetingを現地で開催済みで、全世界での展開が着実に進んでいるようでした。

本User's Meetingでは、様々な業界による多彩な報告が約40発表されました(<http://um12.esteco.com/um12/>)。それら発表に対して聴講者からは活発な質問、議論がなされ、参加者にとって貴重な情報交換の場となっているようでした。本稿ではいくつかの発表を抜粋し、概要をご紹介します。



図1 開催会場の外観と発表の様子

## ■発表内容

### ●modeFRONTIER Roadmap

ESTECO 社 様

冒頭、ESTECO社社長Carlo Poloni氏より開会のご挨拶と、ESTECO社ならびにmodeFRONTIER誕生の歴史を振り返りつつ、同社の成長と良好な業績が報告されました。この不況下においてもmodeFRONTIERの導入が世界中で確実に進行しています。

開発責任者であるRiccardo Baldi氏とLuka Onesti氏からは、開発元から先日リリースされたmodeFRONTIER v4.4.2と次期メジャーバージョンアップとなるv5、そして全く新しいプラットフォームによるプロダクトに関する紹介がありました。



図2 modeFRONTIER v5(イメージ)

### ●Enhancing Multi-Disciplinary Optimization by Initial Systematic Screening

Volvo Car 社 様

自動車の車両開発において、Multi Disciplinary Optimization(複合領域最適化、以下MDO)の実現に向け、「公理的設計(Axiomatic Design)」という考え方を適用した事例を報告されました。MDOは一般的に、膨大になる設計空間、複雑化する交互作用に対していかに効率的に問題を解くかが大変重要になります。なお公理的設計とは、Nam P. Suhらが提唱する、設計される対象の固有技術的な違いを超え、あらゆる人工物に共通して見られる一般的な設計プロセスを抽象的に定式化する考え方です。

発表者は、製品の使用者(消費者)が要求する諸機能を表すベクトルFR(Functional Requirement)と、製品の物理的な構成要素群(部品、材料等)の設計パラメータを示すベクトルDP(Design Parameter)の関係を「設計方程式」で表現するアプローチとして、エンジンマウントシステムの最適化問題に適用しました。結果、問題の簡略化に成功し、従来、数ヶ月間かかっていた開発期間を数週間に短縮できたことを報告されました。

(本報告は"Systematic Multi-Disciplinary Optimization of Engine mounts, SAE paper 2011-01-1674"としても発表)

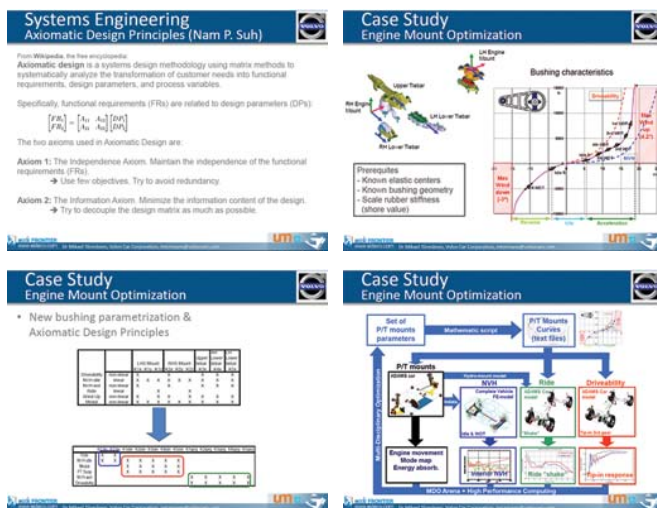


図3 公理的設計を用いた MDO開発

### ●Practical Application of Optimization to Model-based Vehicle Development

株式会社 本田技術研究所 様

MATLAB/Simulinkで構築した自動車車両の熱マネージメントモデルを対象に、モード走行時の昇温特性に代表される暖機挙動の同定にmodeFRONTIERを活用した事例を紹介されました。

モデルはエンジン潤滑・冷却系ならびにトランスミッションオイル系の熱モデルが考慮され、使用される熱伝達係数などのパラメータ数は膨大になります。ここでは、感度解析による暖機過程に支配的なパラメータ抽出と同様に、modeFRONTIERが利用されていました。

本田技術研究所様では、近年MBD(Model Based Development)が強力に推進され、modeFRONTIERは様々なテーマで活用されており、対外事例も多数発表されています。

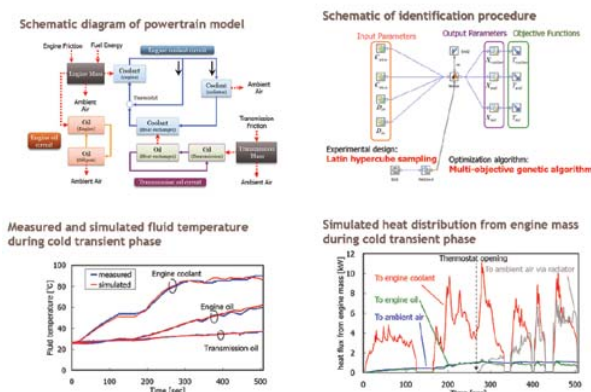


図4 車両熱マネージメントモデルの同定

## ● modeFRONTIER Application to Innovative Wind Generators

Trieste 大学 様

石油、ガス、風力、原子力、太陽光などのエネルギープラントや、船舶、各種材料開発などを手がけている企業のAnsaldo Sistemi Industriali社様と、同大学が共同で研究した結果を報告されました。対象は最近注目を浴びている小型風力発電機の発電モーター形状の最適化問題です。

モーター駆動時によく問題となるコギングトルクを極力抑えるため、ステーター構造をスロットレス(ティースレス)と定義しました。そのステーター形状に対して、modeFRONTIERを用いて詳細な最適化検討を実施しました。目的関数は磁石重量(体積)最小化、トルク変動率最小化、効率最大化の3目的最適化です。modeFRONTIERで得られたパレート最適解のうち複数個に対してさらにモーダル解析を行い、スクリーニングを実施して最適解を絞り込みました。

製品を製造する企業との共同研究だったので、実際に、選択した設計形状で実機を作成し、計測効率97.2%、コギングトルクは0.2Nm未満、電圧降下10%未満(100%負荷比)を達成したと報告されていました。

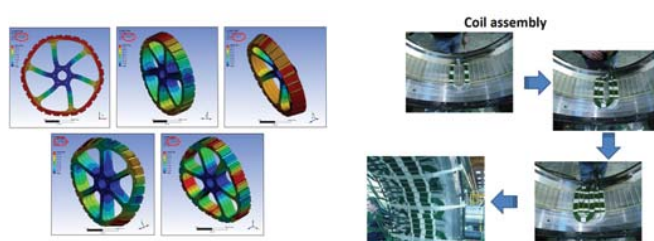
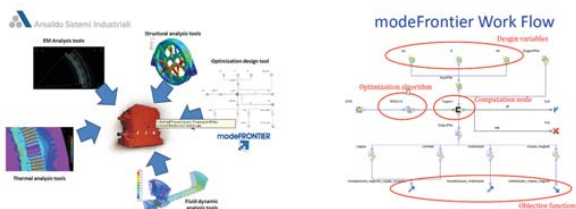


図5 SLWR(Steel Lazy-WAVE Riser) 最適化

## ● OPTIMIZATION PROCEDURE FOR ALTERNATIVE CONFIGURATIONS OF RISERS

PETROBRAS 社 様

PETROBRAS社様はブラジルの天然資源採掘コンサルティング会社のひとつで、modeFRONTIERを様々な分野で活用している会社です。ブラジルでは、自国が持つ天然資源の採掘現場の約90%が平均水深2,200m以上の海底にあるため、コストや環境に十分配慮した効率的な採掘・アプローチ方法が求められています。そのひとつの方法として、海上基地から海底にある採掘箇所まで、長いパイプを這わせるシステムを開発中です。

ただ、その全長は大変長いものになるため、自重負荷や海流の影響など様々な問題が考えられます。対策のひとつとして、パイプの途中に浮き輪を設置し(SLWR: Steel Lazy-WAVE Riser)、全体としての負荷バランスを軽減させる方法を考案され、modeFRONTIERを用いた最適なレイアウト設計の事例を紹介されました。

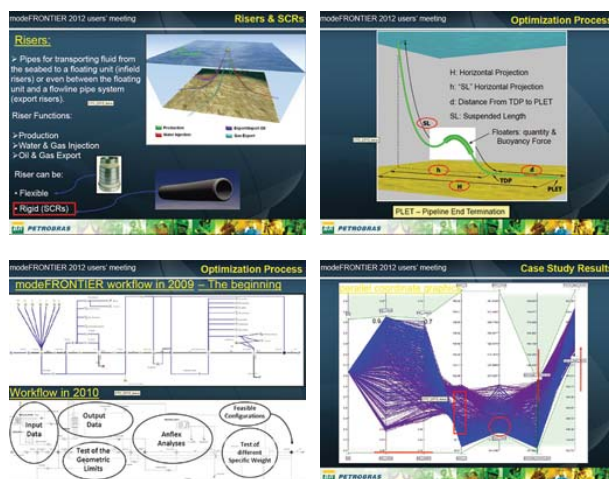


図6 SLWR(Steel Lazy-WAVE Riser) 最適化

## ● Automated Calibration of a Diesel Oxidation Catalyst

Daimler AG 社 様

Daimler AG社様より、ディーゼルエンジン用酸化触媒モデルの実測値との合わせ込み事例をご発表いただきました。触媒のCO, HC, NO, NO2の4成分の浄化特性を、36個のパラメータを

振って合わせ込みました。従来は手作業で何週間もの時間を要した上に作業によって手順が異なり、作業内容が標準化されていなかったものが、modeFRONTIERを用いて作業を自動化したことによって、合わせ込み作業が標準化され、作業自体も数日間で済み、かつ、合わせ込み品質も向上したと報告されています。

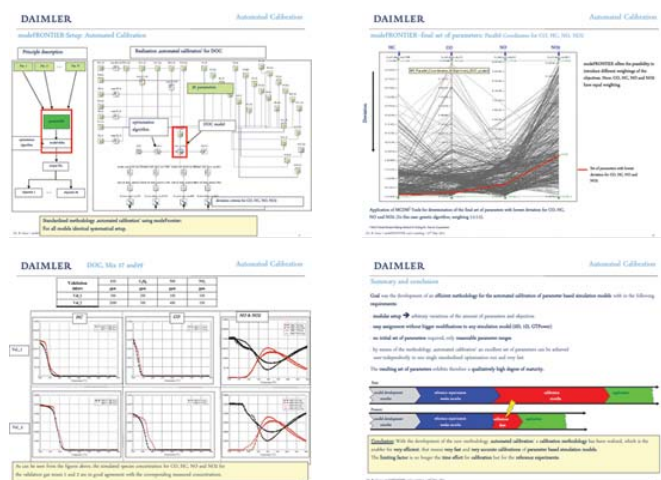


図7 酸化触媒モデルの実測値との合わせ込み

## ●Methodology for Combustion Engine Multi-Objective Optimization using Meta-Models and Genetic Algorithms

EnginSoft 社, Gamma Technologies 社 様

GT-SUITEの4気筒ディーゼルエンジンモデルを用いて、エンジン出力とNOx排出量の多目的最適化をおこなった事例を、EnginSoft社様よりご紹介いただきました。吸気ランナー長、吸・排気弁タイミング、および50%燃焼クランク角をパラメータとしてサンプリングした結果にもとづき、RBFによる応答曲面近似をおこないました。その応答曲面を用いてエンジン出力最大化、NOx排出量の最小化のトレードオフ問題を解きました。パレート最適解の中から選好解を選択し、またその周辺での感度解析を、MORDOの機能を用いて実施しました。

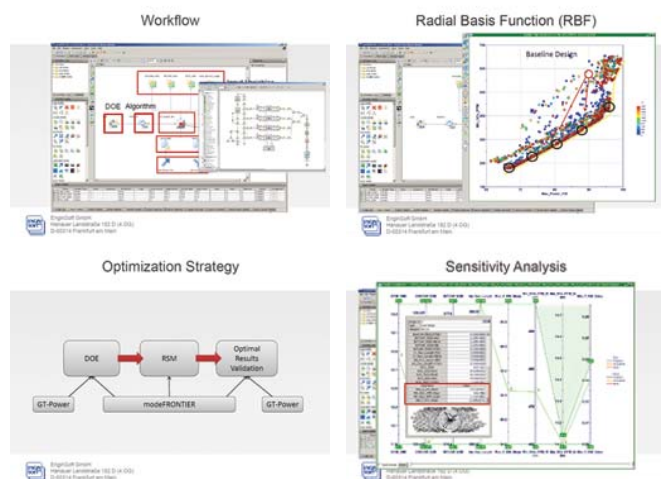


図8 エンジン出力とNOx排出量の多目的最適化

## ●MyNode: Concept NREC's TurboOPT

ESTECO North America 社 様

modeFRONTIER v4.4から導入されたカスタムのダイレクトインターフェース機能“MyNode”を用いて作成した、Concepts NREC社製のターボ機器最適設計用ツール TurboOPT II 用のダイレクトインターフェースについてご紹介いただきました。また、そのMyNodeを使用した最適化事例の概略もあわせて紹介されました。

このMyNodeで作成したダイレクトインターフェースは通常のものと同様に、イントロスペクションによるモデル内パラメータのツリー表示とマウス操作による変数割付けや、グリッドコンピューティング機能による複数ジョブの分散並列処理が可能です。弊社でもお取り扱いしておりますので、カスタムインターフェース作成のご要望がありましたら、お気軽にご相談ください。

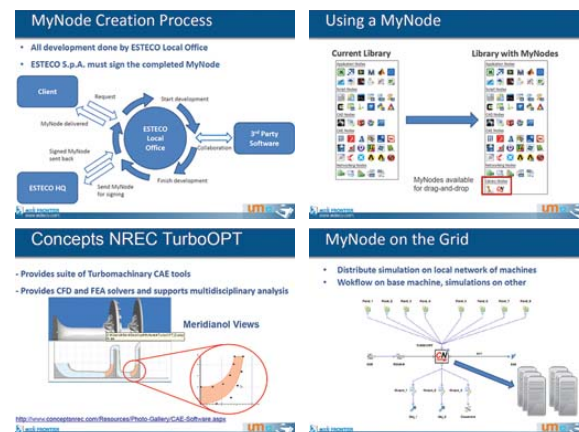


図9 MyNodeによる TurboOPT II インターフェース

## ●Role of Hybrid Simulation in Vehicle Simulation

VI-grade 社 様

VI-grade社様から、同社が提唱されるHybrid Simulationについてご紹介いただきました。自動車のVehicle Dynamics系の開発において、実際の試作車を用いたテストでは、人間が官能評価できるものの、対象車両の仕様変更は容易ではありません。一方、解析モデルによるテストでは、モデルの変更は容易ですが、人間が評価することはできません。その解決策として、同社製のVI-CarRealTimeと搭乗式ドライブシミュレータとを組み合わせ、非常にリアルな感覚で仮想車両をテストできる装置：VI-DriveSimを提供しています。会場の一角においては、その装置の試乗会がおこなわれ、大勢の方から強い関心が寄せられました。



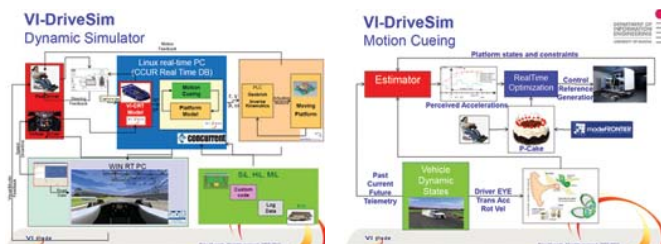


図10 VI-CarRealTimeと搭乗式ドライブシミュレータ

## ● Enhancing MPC based Motion Cueing algorithm using modeFRONTIER

VI-grade 社 様

引き続きVI-grade様から、前述のドライブシミュレータに使用されるモデルの精度向上に関してご発表いただきました。実車の挙動をドライブシミュレータ上で精密に再現するために、予測的モデル制御(MPC: Model Predictive Control)という技術を提唱されています。今回は、そのMPCの19個のパラメータを入力変数として、実挙動とモデル挙動との差異を最小化し、かつモデルの可動範囲を最大化するように、いわゆるカーブ・フィッティングをmodeFRONTIERを用いて成功した事例をご紹介いただきました。

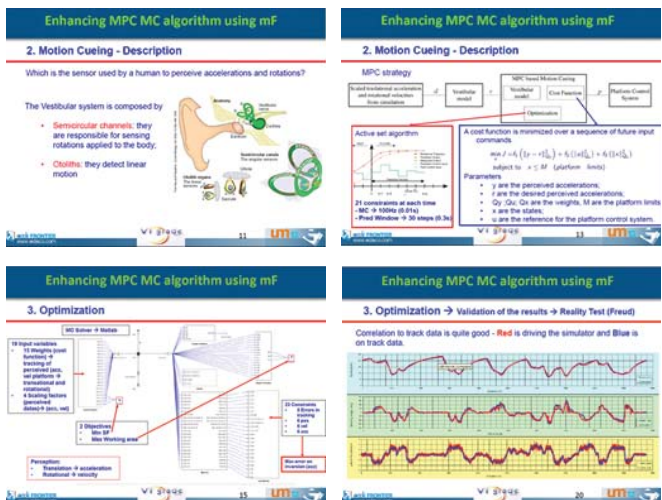


図11 MPC: Model Predictive Controlのフィッティング

## ● Multi objective design optimization of a cargo ship rudder, using the efficiency of the ANSA-modeFRONTIER-META coupling

BETA CAE Systems 社 様

ANSAやμETAの開発元であるBETA CAE Systems社様より、ANSAのモーフィング機能とμETAとを用いて、運搬船のラダー形状最適化をおこなった事例をご紹介いただきました。modeFRONTIERには両者のダイレクトインターフェースが装備されているので、最適化実行のセットアップが非常に容易であることが示されました。



図12 運搬船のラダーの形状最適化

## ● Shape Optimization of a Monohull Fishing Vessel

SIREHNA 社 様

船舶設計支援の専門企業であるSIREHNA社様から、船体と球状船首の形状最適化事例をご紹介いただきました。形状のパラメトリックモデルにはCATIA V5、メッシュ生成及びCFDにはSTAR-CCM+, 船舶の航行安定性の解析にはAQUA+, 波の抵抗の解析にはREVAを使用しました。応答曲面を使用した仮想最適化をおこない、最適解での確認計算及び実物(縮小モデル)の実測値との対比もおこない、良好な結果が得られたことを示されました。

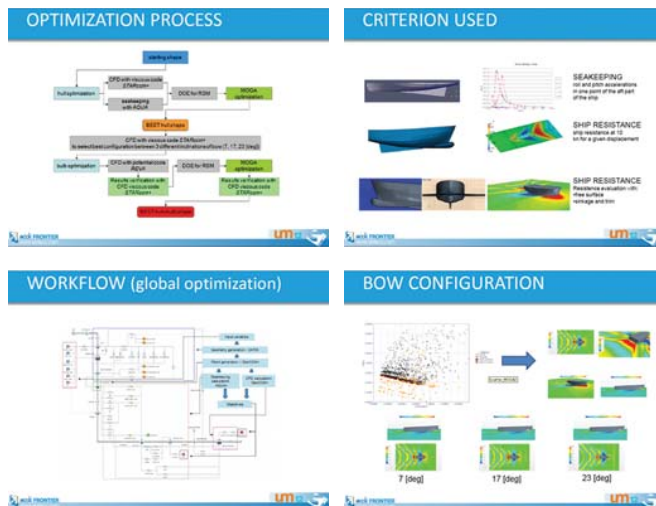


図13 船体と球状船首の形状最適化

## ● Coupling efficient multivariate analysis and optimization strategies with an innovative flow solver for hull hydrodynamics

Engys 社 様

CAEコンサルティング企業であるEngys社様より、船体、特に球状船首の形状最適化事例をご発表いただきました。モーフィングにより形状を変更し、Engys社のCFDソルバーを使用して

解析しました。得られた結果をもとにmodeFRONTIERのCAP機能を用いて分析をおこない、最適解の特徴や最適になる理由の理解につなげることができた、とされています。海外企業によるCAPの発表としてはこれが初めてです。今後、単に最適解を得るだけでなく、その意味にまで踏み込んだ事例が増えてくるものと期待されます。

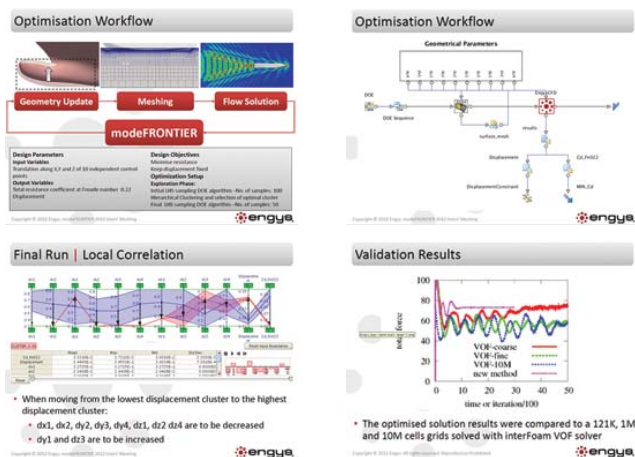


図14 modeFRONTIERのCAP機能を用いた分析

## ●Upfront simulation and CAE driven design Reality or long term dream?

Jaguar Landrover 社 様

Jaguar Landrover社様では、modeFRONTIERを適用し始めた段階からMDOを強力に推進されています。特にCPU負荷が高い衝突・強度問題に対して積極的に取り組む姿勢は印象的で、MDOのために役割を担っている、インフラ担当、CAE担当、CAD担当、MDO担当の各部署の協力や理解がいかに重要であるかも説明されていました。

なお、この取り組みは過去のUser's Meetingでも数回報告されているテーマですが、今回はCATIA V5にSFE Conceptを連携したフローをUpdate項目として報告されました。今までLS-DynaやNastran, Moldflowは個別のジオメトリメッシュデータであるため、modeFRONTIERで一度に制御できるパラメータには限界がありました。そこでCATIA V5にアドインされたSFE Conceptを新しく適用し、各種CAE用のジオメトリデータをCATIA-SFE Conceptから出力できる仕組みを構築しました。そしてmodeFRONTIERを用いてその仕組みを一括してコントロールし、ジオメトリデータを考慮した新しいMDOの仕組みを報告されました。

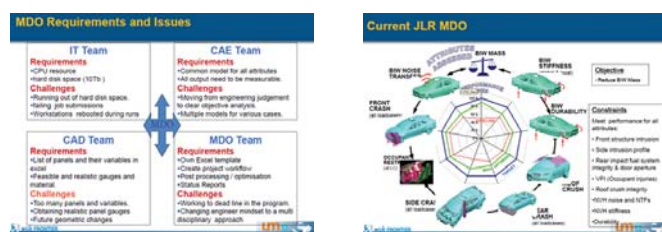


図16 カヤックのラダー形状の最適化

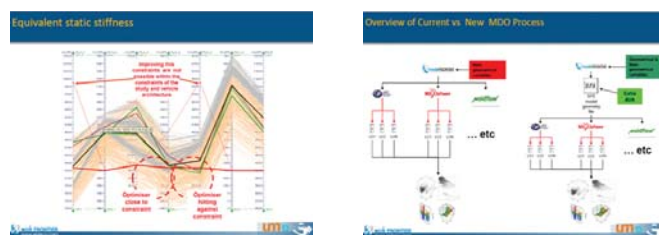


図15 車体設計の MDO開発

## ●Sport performance and equipments optimization for London 2012 Olympic Games

Ferrari-CONI 社 様

同社は、CONI(Comitato Olimpico Nazionale Italiano:イタリア国立オリンピック委員会)とFerrari社様が2008年から共同で始めている取り組みで、オリンピックイタリア代表が使用するスポーツ用具の開発、コンサルティングを手がけています。

今回の発表では2012年夏のロンドンオリンピックで使用されるカヤックのラダー形状の最適化と、手漕ぎボートのフィン形状の最適化事例を報告されました。CATIA V5を用いて形状変更を行い、modeFRONTIERをプラットフォームとしてCFDコードを実行させて多目的最適化を行いました。

2種類の最適化をおこないましたが、結果としていずれも従来のものより優れた形状が導出され、ロンドンオリンピックでは実際に使用されることが決まったということです(このIDAJ news発行時にはその結果も出ていることでしょう)。

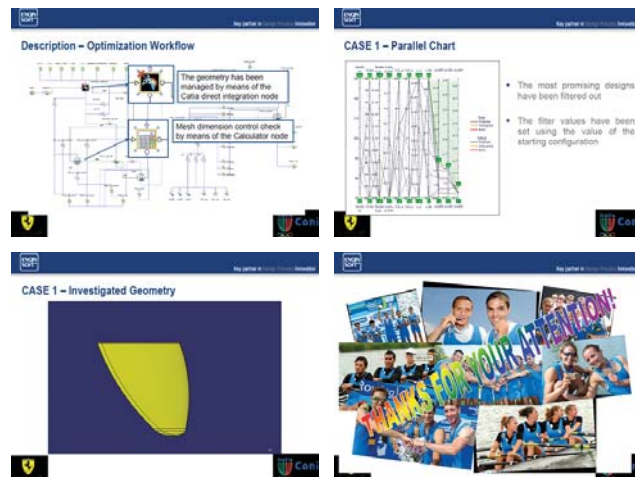


図16 カヤックのラダー形状の最適化

## ●Structural Optimization of a Car-body High Speed Train

EnginSoft 社 様

欧州地区におけるmodeFRONTIER代理店であるEnginSoft社様より、AnsaldoBreda社様という鉄道会社に車体設計のコンサルティングを実施した例を紹介されました。なお同社は欧州を中心に自動車、航空宇宙、民間軍用機、造船、電子工学など、幅広く

事業展開をしているFINMECCANICA社グループのひとつです。

事例では車輛にかかる過重パターン違いを23ケース考慮した車体重量の最小化を狙いました。単純な静解析に加え疲労解析も実施し、耐久性についても考慮しています(ANSYS 13.1を使用)。modeFRONTIERを用いて51個の設計変数、29個の拘束条件下でワークフローを構築し、計算とその結果処理を効率的に進めた例を報告されました。modeFRONTIERのワークフローは、一度作成すると設計空間の絞込みや目的関数の変更が比較的簡単で、最適化計算の再実行や段階を踏んだりリトライが容易に可能なことが紹介されました。

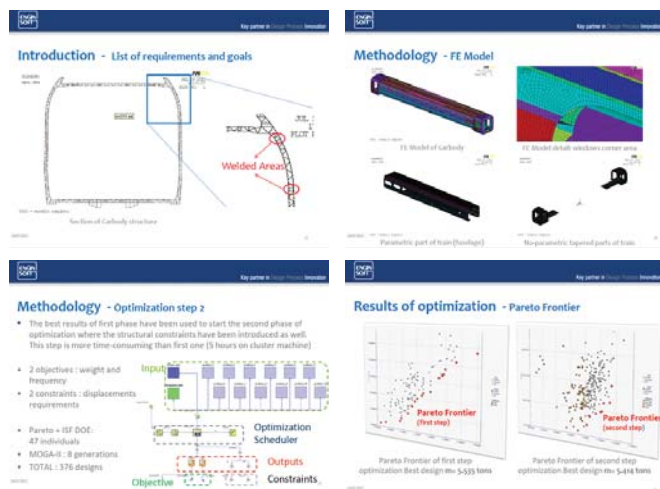


図17 鉄道車両構造の最適化

合わせてください。

また、来る2012年11月16日(金)には"IDAJ CAE Solution Conference 2012"がパンパシフィック横浜ベイホテル東急にて開催される予定です。当日はmodeFRONTIERの最新情報のご提供と、お客様からの最新の適用事例をご紹介いただく予定です。皆様のお越しを心よりお待ちしております。

(文責：営業部 飯田 和雄)



株式会社IDAJの事前の承諾なしに、本記事の全部または一部を、私的使用など法律によって認められる範囲を超えて、これらの情報を使用(複製・改ざん・頒布・公衆送信・上映等)することを禁止します。また、ダウンロード・プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

株式会社 IDAJ 〒220-8137 横浜市西区みなとみらい2-2-1-1 横浜ランドマークタワー37階  
TEL:045-683-1990 E-mail:info@idaj.co.jp http://www.idaj.co.jp/

## ■ おわりに

今回のUser's Meeting初日に、“Future educational challenges for scientific and technical professions”と題して研究者や学生向けにオープンイベントを併催しました。

ESTECO社社長のCarlo Poloni氏自身がトリエステ大学の教授を兼任していることもあり、研究機関や学生と産業界との協調支援に、ESTECO社設立当初から積極的に取り組んでいます。またこのイベントには遺伝的アルゴリズムにおける世界有数の専門家、David Goldberg氏(写真右端)も参加、活発な議論が展開され、単なるツールのユーザー会の域を超えた格調の高さが感じられました。

誠に残念ながら全ての発表内容をご紹介できませんが、エンジン製造ラインの最適化といった生産分野、ゲノムたんぱく質の構造最適化といったライフサイエンス分野など発表事例は多岐に渡り、最適化技術の適用の広がりを痛感しました。ご提供可能な資料に関しましては随時ご要望に応じて弊社よりお届けいたしますので、お気軽に弊社営業部(info@idaj.co.jp)までお問い合わせ



## CD-adapco発行“dynamics”から、海外の事例をご紹介します。

### ■ スポーツ関連事例：

#### Felt Racing社、CD-adapco製品で史上最高の空気力学性能を誇るUCI準拠の自転車フレームを設計

Stephen Ferguson (CD-adapco)

Felt Racing社は、新しい競技用自転車DA Carbon Fibreを発表しました。同社の創立者Jim Felt氏によると、この自転車は「史上最高の空気力学性能を誇るUCI準拠フレーム」を目指して設計されたそうです。Felt氏の表現は大胆ですが、同氏はこれを証明する風洞実験データを手に、設計当初から採用した広範囲なCFDシミュレーションを含む2年に及ぶ自転車の設計プロセスを説明してくれました。



図1 Felt DA Carbon FibreのCFDシミュレーション

Felt DAは、今日最速のUCI準拠のTri / TT バイク(“Tri”は「トライアスロン」, “TT” は「タイムトライアル」)です。NACA(米国航空諮問委員会)の翼プロファイルを慎重に利用、CFD流れモデリングと風洞実験を実施し2年以上かけて開発されたDAのフレームシステムは、卓越した空気力学性能と素晴らしい走りを実現します。

2000年に設立されたFelt Racing社は米国の高性能競技用自転車のメーカーで、要求がとりわけ厳しいトライアスロンやタイムトライアルの市場をターゲットにしています。世界的に名高いフレーム製作の第一人者であり、世界選手権で勝利した数多くのフレームを手がけてきたFelt氏の指揮のもと、「世界最高の自転車を設計、開発、提供すること」という目標を掲げて間もなく、技術革新と空力設計の名声を確認しました。

DAのフレームは著しい進化を遂げ、25mmという薄さが特徴です。空気力学的に最適化された チュービング形状、シートチューブ内に取り付けられた画期的なブレーキなど、風の影響を

ものともしない革新的な機能、独特なバヨネット式の操舵システムを装備します。

CFDシミュレーションの大部分を担当した、Felt Racing社のフレームデザイナーのTim Lane氏によれば、「空気力学はタイムトライアル競技で非常に重要な役割を担います。助けてくれるチームメイトも引っ張ってくれる自転車もない中、トライアスロンとタイムトライアルでは強力なエンジンだけでなく、人間工学と空気力学の両面でメリットのある車体が必要です。レーサーは最後のひとかけらのエネルギーをも純粋なスピードに変えて、かみそりの刃のように風を切って走らなければなりません。」

風洞実験において、潜在能力のすべてを確実にひきだせるように、補完的な方法を採用、CFDシミュレーションによって最も空気力学的に効率的な設計を特定し、その設計だけを風洞でテストしました。「会社としては風洞テストに重点的に投資しました。風洞テストは経費も時間もかかることはわかっていたため、設計の初期段階からCFDシミュレーションを採用し、風洞テストの前に空気力学的に高効率な設計に微調整しました」(Lane氏)。

Lane氏は同僚と共に、CFDモデリングのためのすばらしいプロセスを確立しました。このプロセスの中では、文字通り「設計プロセスの初期段階」から、そして「最初のCADモデルを作成するその瞬間」からCFDを利用しました。CADモデルの構築は通常プロトタイプを製作する何カ月も前から始まります。Lane氏と彼のチームは「CAD-Embedding」と呼ばれるプロセスを使って、CD-adapcoのCFDソフトウェアにPro/ENGINEER CAD パッケージから直接アクセスします。設計者はこの方法によって、わずか数分の作業で検討中の設計に対し、CFDシミュレーションを実行できます。このとき、設計者はCADツールに追加された少しのメニューから、CFDの全機能を使用することができます。CFDシミュレーションの結果(通常、標準的なデスクトップコンピュータで1時間未満で計算が終了)は、自転車全体の抵抗係数として設計者に自動的に提示されます。

結果は、必ずしも設計者が元々期待した通りになるとは限りません。自転車の空気力学は、自転車を構成するすべての異なるコンポーネント間の相互作用です。1つのコンポーネントや概念がCAD画面上で良好に見えたり理論上実現可能に思われるからといって、それが路上で良い結果を出すとは限りません。非常に注意深く対処しなければ、空力的に最適化されたコンポーネントは、他の誰かが空気力学を考慮せずに設計した抗力の大きなコンポーネントの中に埋没します」(Lane氏)。

Lane氏とチームは、シミュレーションした各デザインにおいて、流れを可視化するために事前に定義しておいたプロットを調べ、著しく良好な結果と著しく悪い結果を調べました。「CFDの長所は、私たちが望めば、それぞれのコンポーネントを個別に調べ、そのコンポーネントによって作られる流れの特徴を詳細に確認できることです」(Lane氏)。

自動車のF1のように競争が激しい自転車レースは、運営団体である国際自転車競技連合(UCI)が定めた非常に厳しい規制に縛られているため、こうした徹底的な設計周りの調査は当然必要です。規制は、特に自転車の伝統的な形を維持するため、そしてFelt Racing社のようなメーカーが、自社のライダーに大きな競争上の優位性を与えることを制限するためのものです。DAが証明しているように、このような規制に縛られて「なす術がない」ということはありません。「私たちはフレームセットの設計で、UCIの規制の範囲内で許されるあらゆる可能性を利用し、単にフレームではなく、フレーム、フォークそしてステムから成る徹底的に考え抜かれたフレームセットを、1つのユニットに融合しました」(Lane氏)。

風洞模型ではライダーの体重を支えることができませんでした。自転車の基本設計が決まったときに、Lane氏はさらにCFDモデリングによって、いくつかの空気力学的な乗車位置が、ライダーを乗せて機能するかどうかを確認しました。ライダーと自転車をCD-adapcoのSTAR-CCM+を使って組み合わせ、最先端のサーフェスメッシングで結合し、CFDモデリングに適した単一の連続サーフェスを作成する一方で、自転車の複雑な形状、つまり歯車の歯までのすべてのグループセットを考慮しました。

重要なことは、Felt Racing社がCFDによって設計プロセスをスピードアップしたことです。「私たちが試したすべてのCFD技術の中で、ロバストかつ効率的なプロセスを実現できたのはCD-adapcoのCAD-Embeddingとサーフェスラッピングの組み合わせだけでした。このプロセスによって弊社の要求の厳しい生産スケジュールを遅らせることなく、設計を最適化することができました。最終的に、CFDによってさらに空気力学的に最適化された自転車を、経費を抑えて作ることができました。これは、風洞模型の数が減ったことでコストと時間を節約できたからです」(Lane氏)。

Felt Racing社が、彼らの目標である「世界最高の自転車を設計、開発し提供すること」を達成できたのかどうかを判断するのは難しいことですが、トライアスロンとタイムトライアルにおいて、より少ないエネルギーでより速い記録を目指す選手は皆、同社のCFD技術への投資により、DAが目標に向かって大きな一歩を踏み出したことに異論はないでしょう。

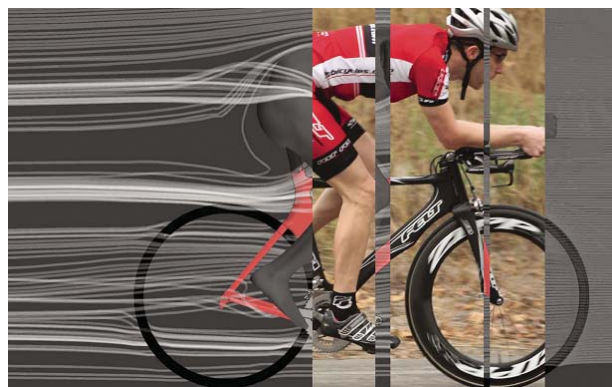


図2 画期的なカーボンファイバー製の自転車に乗る  
Felt社のレーシング・デザイン・エンジニア Tim Lane氏。

(翻訳: 営業部 太田 喜世子)

資料請求

製品のお問い合わせ

コンサルティング  
お問い合わせ

株式会社IDAJの事前の承諾なしに、本記事の全部または一部を、私的使用など法律によって認められる範囲を超えて、これらの情報を使用(複製・改ざん・頒布・公衆送信・上映等)することを禁止します。また、ダウンロード・プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

株式会社 IDAJ | 〒220-8137 横浜市西区みなとみらい2-2-1-1 横浜ランドマークタワー37階  
TEL: 045-683-1990 E-mail: info@idaj.co.jp http://www.idaj.co.jp/

# お客様からお問い合わせの多い技術的な質問にお答えします!

このコーナーでは、弊社FAQデータベースに登録されている情報の中から、ソフトウェア別にご紹介します。

対象ソフトウェア: STAR-CCM+

## 同一寸法で複数箇所にフィレット／面取りを作成

**Q** STAR-CCM+の3D-CADで形状にフィレットや面取りを作成する場合、エッジを選択する必要がありますが、同一面の端部に同一寸法でフィレットや面取りを作成する場合、多くのエッジを選択しなければならず面倒です。何か良い作成方法はありますか？

**A** STAR-CCM+ v6.04から、フェイスを選択してからフィレット／面取りを実行することで、選択したフェイスの端部のエッジにフィレット／面取りを作成することができるようになりました。詳細の設定は、図1をご参考ください。

ただし、作成されたフィレット／面取りは部分的に寸法を変えることはできませんので、寸法が異なる場合は個別に作成してください。

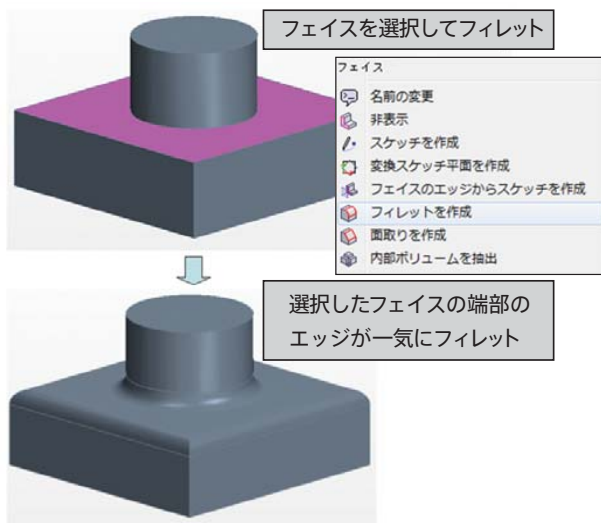


図1 フェイスを選択してからのフィレット

(FAQ番号:2011-09-15-001)

対象ソフトウェア: STAR-CCM+

## 音源ソルバー(Lilleyの式・LEEの式)実行時のエラー

**Q** STAR-CCM+の広帯域騒音源モデル(Lilleyの式かLEEの式)による流体騒音解析を検討しています。

流れの定常計算を実行後、Lilleyの式かLEEの式による音源ソルバーの実行を試みたのですが、音源ソルバー実行と同時に“Turbulent scales not available”というメッセージが出て、音源ソルバーによる計算が開始されません。原因と対処法を教えてください。

**A** このエラーは、流れの定常計算を実行する時点で「広帯域騒音源モデル」を選択していなかったことにより、音源ソルバー実行の際に必要な「乱流長さスケール(Turbulent Length Scale)」が出力されなかったことが原因で発生するエラーです。

「広帯域騒音源モデル」の選択は、必ず流れ定常計算を実行する前に行ってください。

ただし、誤って「広帯域騒音源モデル」を選択しないまま流れ定常計算を実行し、収束解を得てしまった場合でも、以下の手順を踏むことによって音源ソルバーの実行が可能になります。

1. 「広帯域騒音源モデル」を追加で選択する。
2. 流れ定常計算のリスタートを1イタレーション実行する。
3. 音源ソルバーを実行する。

(FAQ番号:2011-08-08-002)

対象ソフトウェア: STAR-CCM+

## フェイスをオフセットする際の設定オプション

**Q** サーフェス修正(Surface Repair)のパネルを利用してフェイスをオフセットする際の設定オプションとして、オフセットアクションがあります。そしてこのオプションには、[双方向に膨張]・[膨張]・[並進移動]の3つの選択肢が用意されています。これら3つの選択肢の違いを教えてください。

**A** オフセットアクションの選択により、フェイスオフセットを実行した後の状態に違いが現れます。具体的には下記のとおりです。図2とあわせてご参考ください。

### 1. 双方向の膨張

選択したフェイス群から、ユーザーが指定したオフセット距離分の厚さを持つ閉空間(領域)を作成します。その際、元のフェイス位置から双方向(両サイド)に膨張するように作成します。選択していないフェイスは変更されません。

### 2. 選択したフェイス群から、ユーザーが指定したオフセット距離分の厚さを持つ閉空間(領域)を作成します。その際、元のフェイス位置から指定した方向に膨張するように作成します。

### 3. 並進移動

選択したフェイス群を、ユーザーが指定したオフセット距離分だけ、指定した方向へ移動します。それに伴い、選択したフェイス群に隣接するフェイスも形状変更します。

## オフセットアクションについて

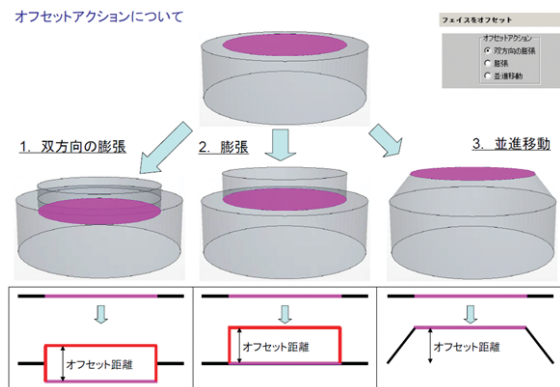


図2 オフセットアクション

(FAQ番号:2011-09-09-001)

対象ソフトウェア: STAR-CCM+

## CAD Exchange Readerライセンスの開放手順

**Q** STAR-CCM+ v6.06でCAD Exchange Reader(フィーチャー名:cadexchange)を利用しCADデータを読み込みましたが、インポートが終わったにもかかわらず、ライセンスフィーチャーcadexchangeをつかんだままになっています。STAR-CCM+ v6.06を終了させずにライセンスフィーチャーcadexchangeを開放することはできませんか？

**A** STAR-CCM+ v6.06からネイティブCADデータなどをインポートするためのライセンスが、CAD Exchange Reader(フィーチャー名:cadexchange)に変わりました。対象CADデータをインポートした段階でcadexchangeを使用して、ユーザーが意図的に処理しなければ、使用したままになります。cadexchangeが使用したままになると、他のユーザーが対象CADデータをインポートしようとした場合に、cadexchangeが足りず読み込みできません。使用した状態のcadexchangeを開放する手順は、以下の通りです(図3参照)。

1. ツール>アドオンを選択
2. CAD Exchange ReaderのチェックをはずしてOKボタンを押す。

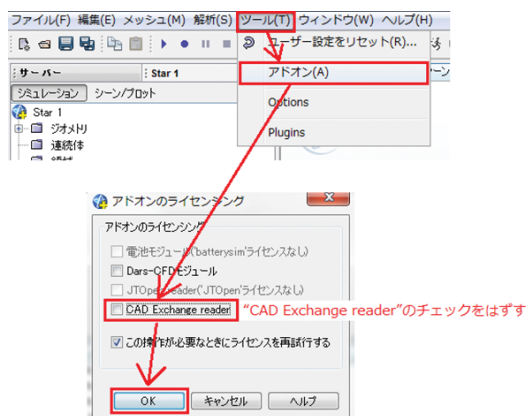


図3 cadexchangeの開放方法

以上の操作を行うことでcadexchangeが開放され、STAR-CCM+ GUIの出力枠の中に「drop license feature」と表示されます。

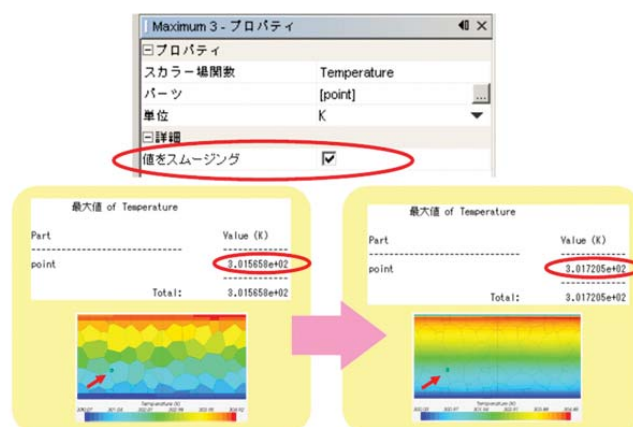
(FAQ番号:2011-12-16-001)

対象ソフトウェア: STAR-CCM+

## レポートの出力値を補間(スムージング)する方法

**Q** 派生パーツで“point probe”を作成し、レポートの“最大値”でこの“point probe”を参照して温度の値を出力しています。温度のコンター画像は“コンターのスタイル”を“滑らかな塗りつぶし”にし、スムージングした表示にしています。しかし、レポートで出力される温度の値はスムージングされていません。コンター図と同様に、レポートの値をスムージングする方法を教えてください。

**A** レポートのプロパティで、“値をスムージング”というチェック項目があります。このチェックを入れることで、スムージングされたコンター図と同様の値をレポートで出力できるようになります(図4参照)。



コンター図はこの機能によるレポート値の補間のイメージをわかりやすくするために載せているもので、この機能によりコンター図が補間(スムージング)されるものではありません。

図4 “値をスムージング” 機能

(FAQ番号:2011-11-29-001)

対象ソフトウェア: CADfix

## フェース結合の停止ボタン

**Q** 複数フェースを結合している途中で、結合の作業を停止したいと思います。停止するボタンとして、上部のアイコンの停止ボタンとフェース結合ウィンドウのSTOPボタンの2つがあります。この2つのボタンは、どのように使い分けるのでしょうか？

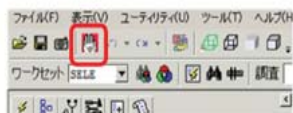
**A** 2つのボタンの違いは、以下の通りです。

1. 上部アイコンの停止ボタン: 現在結合中の処理のみ停止します。残りの処理は継続します。処理状況によっては停止できない場合があります。

2. フェース結合ウィンドウの停止ボタン:処理全体を中断するため、実行中の処理を確実に停止できます。

#### ● ツールバー停止ボタン

- 現在実行中の処理のみ停止します。
- 残りの処理は継続します。
- 処理状況によっては停止できない場合があります。



#### ● ウィンドウの停止ボタン

- 処理全体を中断します。
- 確実に実行中の処理を停止できます。

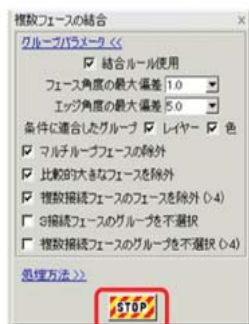


図5 フェース結合の停止ボタン

(FAQ番号:2011-12-21-002)

#### 【Web上でのFAQコーナー確認方法】

ユーザー登録されているお客様は、ここに掲載されているFAQはもちろん、その他多くのFAQ情報をWebで確認することができます。

##### ■ ユーザー登録がお済みでない方

下記URLにユーザー登録ページがございます。

<http://www.idaj.co.jp/support/>

ご登録には、ライセンス発行マシンのhostIDとお客様のメールアドレスが必要です。

##### ■ ユーザー登録がお済みの方

下記URLにFAQコーナーがございます。

<http://www.idaj.co.jp/user/>

製品別サポート情報 > (製品名) > FAQ

modeFRONTIER, FloTHERM, STAR-CCM+, STAR-CD, CADfix,

のFAQ情報を確認することができます。

##### ■ FAQの他に

FAQの他に、「技術情報」のページより各種機能の設定資料やサンプルデータなどをご利用いただけます。

<http://www.idaj.co.jp/user/>

製品別サポート情報 > (製品名) > 技術情報

FAQデータベースに関するご意見・ご要望等がございましたら、弊社までお気軽にお問い合わせください。

(文責: 解析技術事業部 CAE技術部 花田 憲二郎)

> 資料請求

> 製品のお問い合わせ

> コンサルティング  
お問い合わせ

株式会社IDAJの事前の承諾なしに、本記事の全部または一部を、私的使用など法律によって認められる範囲を超えて、これらの情報を使用(複製・改ざん・頒布・公衆送信・上映等)することを禁止します。また、ダウンロード・プリントアウトされた複製物を、不特定または多数の人へ送信・配布することはできません。

株式会社 IDAJ 〒220-8137 横浜西区みなとみらい2-2-1-1 横浜ランドマークタワー37階  
TEL: 045-683-1990 E-mail: info@idaj.co.jp <http://www.idaj.co.jp/>