

IDA J news vol. 70

商品紹介1	マルチフィジックス連成解析インターフェース 「MpCCI」4.2.1-3 新機能のご紹介	2
商品紹介2	汎用熱流体解析プログラム 「STAR-CCM+」v7.06新機能のご紹介	6
テクニカル講座1	総合有限要素法解析プログラム SIMULIA® Abaqus FEA 陰的動解析における時間積分手法のご紹介	11
テクニカル講座2	多目的ロバスト設計最適化支援ツール「modeFRONTIER®」 電磁界解析ソフトウェアJMAG-Designer ダイレクトインターフェースの機能と事例のご紹介	15
お客様紹介コーナー	株式会社 ヒロテック 製品設計部 製品設計課 様 第54回 自動車排気系製品の開発に 「GT-POWER」,「modeFRONTIER®」他をご活用	20
TOPICS1	The Best Solution in Each Field IDA J CAE Solution Conference 2012 開催のご報告	24
TOPICS2	2012 European GT-SUITE Congerence 参加のご報告	33
TOPICS3	IDA J 数値解析アカデミー Solution Seminar Vol.43 GT-SUITE V7.2 メカフリクション予測セミナー 開催のご報告	40
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、 ソフトウェア別に少しずつ紹介します。	42



発行 株式会社 IDA J

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12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 IDA J Co., LTD. All Rights Reserved.

マルチフィジックス連成解析インターフェース

「MpCCI」4.2.1-3 新機能のご紹介

■ はじめに

2012年9月、MpCCIの最新バージョンとなる4.2.1-3がリリースされました。MpCCIを利用することで、異なる汎用CAEソフトウェアを相互に連成させた弱連成解析を手軽に実現することができます。MpCCIの開発元であるFraunhofer SCAIは、非常に優れたマッピング技術を有しており、この技術がMpCCIにも反映され、マッピングに特化したツールの開発も行っています。

従来のMpCCIとマッピングツールは別製品でしたが、MpCCI 4.2.1-3から全て統合され「MpCCI」となりました。これに伴って各製品名も以下のように変更されました。

【連成解析コードカップリングインターフェース】

(旧) MpCCI ⇒ (新) MpCCI CouplingEnvironment

【メタルフォーミング用マッピングツール】

(旧) SCAI Mapper ⇒ (新) MpCCI MetalMapper

【流体構造連成用マッピングツール】

(旧) FSI Mapper ⇒ (新) MpCCI FSI Mapper

【連成解析マッピングライブラリ】

(旧) MapLib ⇒ (新) MpCCI MapLib

■ MpCCI 4.2.1-3の新機能

ここからは、MpCCI CouplingEnvironment(以下: MpCCI 4.2.1-3)に注目してご紹介します。

1.対応ソフトウェアの追加およびバージョンアップ

(1) 対応ソフトウェアについて

MpCCI 4.2.1-3が対応しているソフトウェアおよびバージョンは以下のとおりです。

Abaqus	6.12
ANSYS	11.0, 12.0, 12.1, 13.0, 14.0
MD Nastran	2010.1, 2011.1, 2012.1
MSC.Marc	2007r1, 2008r1, 2010, 2010.2, 2011
STAR-CCM+	6.02.007, 6.02.009, 6.04.014, 6.04.016, 6.06.011, 6.06.017, 7.02.008, 7.02.011
STAR-CD(※1)	4.06.007, 4.08.006, 4.10.008, 4.12.003, 4.12.015, 4.14.011, 4.14.038, 4.16.010
FINE/Hexa(※2)	210-4
FINE/Open(※2)	211-1, 211-2, 211-3, 212-1-1
FINE/Turbo(※2)	89-1, 89-2, 89-3, 810-1, 810-2
ANSYS FLUENT	12.0.16, 12.1.2, 12.1.4, 13.0.0, 14.0.0
ANSYS Icepak	13.0.0, 14.0.0

FLUX	10.2, 10.3
JMAG(※2)	11.0, 11.1
Flowmaster	7.6, 7.7, 7.8, 8.0, 8.1, 8.2
RadTherm	10.0.0, 10.0.2, 10.1.0, 10.2.0
OpenFOAM(※3)	1.5, 1.6, 1.7

(※1) MpCCI 4.2.1-3はSTAR-CD V3.26に対応していません。STAR-CD V3.26を利用して連成解析を行う場合、MpCCI 3.1.0以前のMpCCIをご利用ください。

(※2) MpCCI 4.2.1-3から新たに対応したソフトウェア

(※3) MpCCI 4.1.0-2で対応したソフトウェア

(2) JMAGに対応!!

MpCCI 4.2.1-3が対応しているJMAGバージョン

- JMAG-Designer 11.0.05以上
- JMAG-Designer 11.1.02以上

対応しているJMAGモジュール

- FQ - Time Harmonic Magnetic (3D)
- TR - Transient Magnetic (3D)

JMAGはパートナーコードに対して“Joule Heat[W/m3]”, “Lorentz Force [N/m3]”を送ることができ, “Electric Conductivity [S/m]”, “Temperature [K]”をパートナーコードから受け取ることができます。

MpCCI 4.2.1-3でJMAGに対応したことにより、電磁場解析との連成の幅が大きく広がりました。例えば、流体と電磁場の連成を考えてみると、モーターやヒューズ、電子機器などで利用されるバスバーシステムなど、電流が流れることで製品が発熱し、その発熱による周囲流体の挙動や、その製品自体の温度推移などが重要な場合への適用が考えられます。この時、計算の流れとしては、JMAG側で電流による発熱量(Joule Heat)の分布を計算し、その値を流体ソフトウェア側に渡します。流体ソフトウェア側は、受け取った発熱量により流れ場と温度場を計算し、製品内部の温度分布をJMAG側に返します。製品内部の温度分布により、電気伝導率(Electric Conductivity)が変わり、発熱量分布が変わります。これを繰り返すことで、より現実的な解を求めることができます。

また、モーターやヒューズ以外にも、アーク放電への適用も可能です。

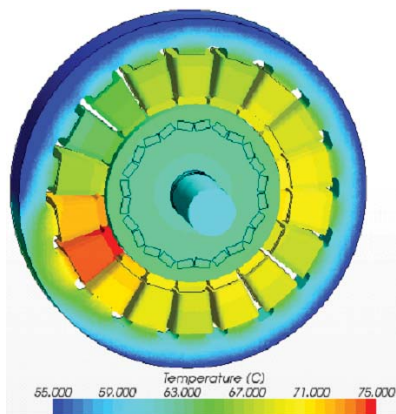


図1 STAR-CCM+温度分布 (発熱量は JMAGで計算)

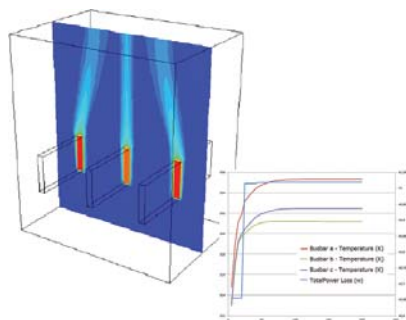


図2 JMAGを利用したバスシステムの流体・電磁場連成解析

(3) MpCCIが対応するSTAR-CCM+/STAR-CDのバージョン

MpCCI 4.2.1-3は, STAR-CCM+ v6.0x/v7.02に対応しました. 計算対象によっては, 現在利用されているモデルを, そのまま連成計算に流用することができます. なお, ライセンスの関係で STAR-CCM+ v5.02/v5.04をお使いの場合は, MpCCI 4.1.0-2をご利用ください.

STAR-CDは, V4.06.007~V4.16.010に対応しました.

(4) STAR-CCM+のライセンスオプション選択が可能

MpCCI GUIのModelsパネルにおいて, 連成するソフトウェアとしてSTAR-CCM+を選択した場合, ライセンスオプションが選択できるようになりました. これにより, Power Sessionライセンスなどを利用して連成計算を行うことができます.

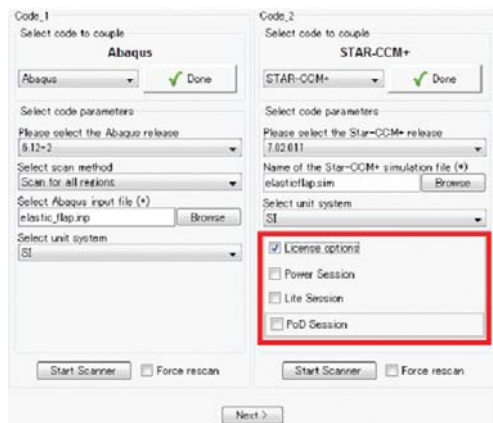


図3 STAR-CCM+のライセンスオプション

(5) OpenFOAMにも対応

MpCCI 4.1.0-2から, OpenFOAMに対応しています. これは MpCCI 4.2.1-3にも受け継がれており, OpenFOAMを利用した連成計算が可能です.

【MpCCIとの接続に必要なOpenFOAM側の設定】

OpenFOAMとMpCCIを接続するためには, OpenFOAM側のファイル(/system/controlDict)に図4に示す記述を追加します.

```
// *****

libs ("libfoammpcci.so");

functions
{
    MpCCI_functionObject_adapter_for_OpenFOAM
    {
        type mpcci; // Type of functionObject
    }
}
```

図4 controlDictへの追記

この記述が追加されることで, OpenFOAMのコードアダプターがリンクされ, MpCCIカップリングサーバーと接続することができます. ただし, MpCCI GUIから連成計算を実行した場合, 図4の記述が自動的にcontrolDictに追加されますので, 通常, ユーザーがあまり気にすることなく連成計算を実行できる仕組みになっています.

【OpenFOAMのメッシュ移動について】

流体力による構造物の変形を扱う流体構造連成解析では, 流体ソフトウェア側で構造ソフトウェアから受け取った情報を元にメッシュを移動しなければなりません. MpCCIには, 各節点がバネでつながっているという概念でメッシュを動かす「MpCCIグリッドモフアー」が搭載されています. OpenFOAMに対して, このMpCCIグリッドモフアーを利用することができますので, メッシュの移動も比較的簡単に行うことができます.

なお, MpCCIグリッドモフアーはSTAR-CDとOpenFOAMで利用可能です.

2. プラットフォームの分類を変更

LinuxやWindowsには, 数多くのプラットフォームが存在しています. これに合わせてMpCCIも細かくプラットフォームが分かれており, 特にWindows版のインストールモジュールが複数用意されていたため, インストールの際にモジュールを間違える可能性がありました.

MpCCI 4.2.1-3からはMpCCI内でのプラットフォームの分類が以下のようにシンプルにまとめられ, より分かりやすくなりました.

- linux_x86が「lnx3_x86」に変更
- linux_em64t, linux_amd64, sles10_x64はglibcのバージョン違いで「lnx3_x64」と「lnx4_x64」にグループ化
- Windows XP 32bit, Windows Vista 32bit, Windows 7 32bitは「windows_x86」にグループ化
- Windows XP 64bit, Windows Vista 64bit, Windows 7 64bitは「windows_x64」にグループ化

3. 連成機能の拡張

連成機能においては、以下のような機能拡張があります。

(1) 連成面ペアの検出機能を強化

MpCCIは、各ソフトウェア間で値のマッピングを行うために、指定された連成面のペアリングを行います。このとき、ペアとなる要素を自動検出しますが、この機能が強化され、今までよりもOrphaned nodes (ペアが見つからず孤立した要素)が軽減されます。

また、連成面ペアとなる要素の検出に失敗した(Orphaned nodesが現れた)場合、ユーザーが図5に示すようなパラメータを変更して、連成面ペアを検出できるように調整することができます。このパラメータの変更は、MpCCI GUIのEditパネルにあるRelationSearchで行えます。

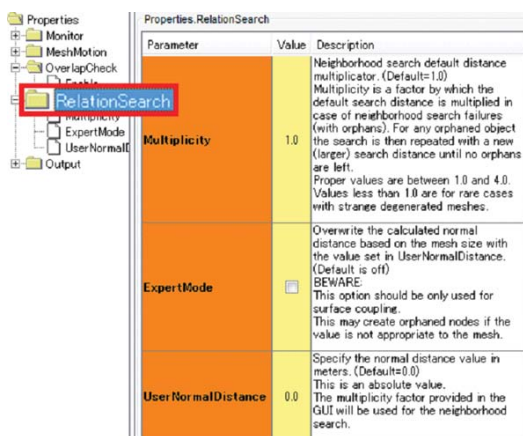


図5 MpCCI GUIの Editパネル内 RelationSearch

連成面ペアの検出において主に調整するオプションは、以下の2つです。

- Multiplicity
- UserNormalDistance

【Multiplicity】

MpCCIカップリングサーバーは、連成面として指定された面上のセルサイズを見ており、このサイズから連成面ペアを検出する距離を自動的に算出しています。ところがまれに、この自動算出された距離ではOrphaned nodesが現れてしまうことがあります。この場合、自動的に検出距離を変更して再検出を行うという作業を繰り返します。このとき、Multiplicityに入力された値を係数

として少しずつ範囲を広げていくという仕組みになっています。

【UserNormalDistance】

デフォルトでは、上記のとおり連成面ペアの検出距離はメッシュサイズから自動算出されます。しかし、UserNormalDistanceに検出距離を入力することで、ユーザーが検出距離を直接指定することが可能です。UserNormalDistanceにはメートル[m]単位で値を入力します。

(2) 連成面ペアのオーバーラップ(重なり具合)をチェック

MpCCI 4.2.1-3には連成面ペアのオーバーラップ(重なり具合)に関するチェック機能が搭載されています。

- グリッドの長さをチェック
⇒ 連成させるソフトウェア間で単位系が異なっていないか
- 連成面が適切に重なっているかどうかをチェック

ただし、図6の状態の場合、適切にオーバーラップしていないと判断され、エラーになってしまう可能性があります。この場合、MpCCI GUIのEditパネルにおいてOverlapCheckのチェックをはずすことで、この機能をオフにします。

なお、この機能がオフになったとしても、連成面が適切に重なっているのであれば、連成面ペアを検出することが可能です。

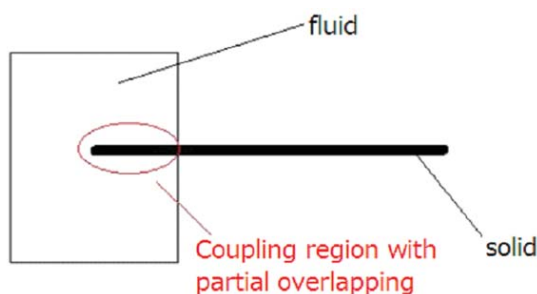


図6 部分的にオーバーラップしている状態

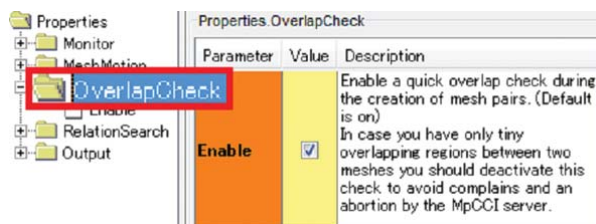


図7 MpCCI GUIの Editパネル内 OverlapCheck

(3) Orphaned nodesの情報を出力

今までもある程度の情報は出力されていましたが、Orphaned nodesの数をはじめ、さらに多くの情報を.logファイルに出力します。

(4) やり取りできる物理量の変更

流体力と変位を受け渡ししながら計算する流体構造連成解析において、変位のやり取りのために利用できていたNDisplacement

が廃止されました。MpCCI 4.2.1-3からは、変位のやり取りは NPosition に統一されます。

4.可視化機能(MpCCI Monitor/MpCCI Visualizer)の拡張

可視化機能においては、以下のような機能拡張があります。

(1) グローバル値の表示

MpCCI Monitor/MpCCI Visualizerで、ソフトウェア間でやり取りしているDeltaTimeなどのグローバル値をグラフ表示できるようになりました。

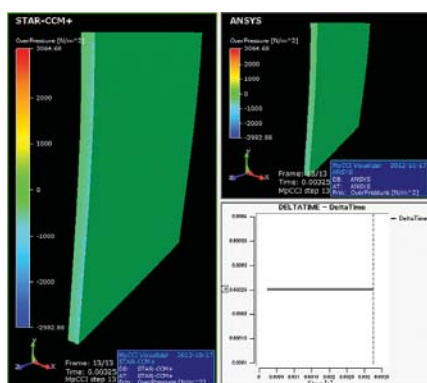


図8 グローバル値の表示

(2) 表示するベクトルタイプの選択

ベクトル値を表示する際、“Draw vectors as lines”のON/OFFを切り替えることで、ベクトルタイプを3次元的な矢印とするか、2次元的な矢印とするかを選択できるようになりました。なお、デフォルトは3次元的な矢印です。

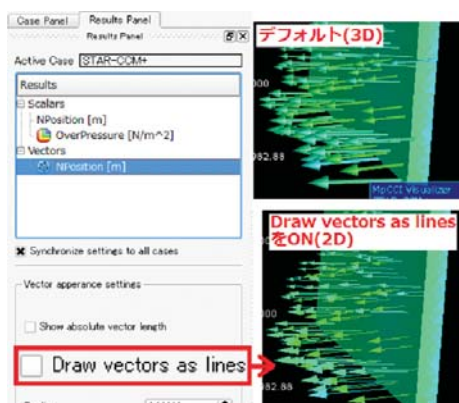


図9 ベクトルタイプの変更

(3) MpCCI Monitorの接続解除と再接続

MpCCI 4.2.1-3から、連成計算実行中にMpCCI MonitorとMpCCIカップリングサーバーの接続を解除し、MpCCI Monitorを閉じることが可能になりました。また、接続解除した後、MpCCI MonitorとMpCCIカップリングサーバーを再接続し、再びMpCCI Monitorで連成面の様子をリアルタイムに更新しながら表示する

ことができるようになりました。これにより、必要に応じてMpCCI Monitorを閉じたり開いたりすることができます。

■ おわりに

バージョンアップに伴ってどんどん対応ソフトウェアが増えており、MpCCIは着実に適用範囲を広げています。今後も様々な分野のソフトウェアに対応していくと思われますので、次のバージョンアップにもご期待ください。

MpCCI, 連成解析などについてご興味ございましたらお気軽に弊社 (info@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)



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+」v7.06新機能のご紹介

■はじめに

このたび、STAR-CCM+の最新バージョン7.06がリリースされました。2005年6月のSTAR-CCM+国内ファーストリリースから7年がたちますが、STAR-CCM+は4ヶ月に1回の頻度で定期的にバージョンアップが続けられています。そしてSTAR-CCM+は、多様化するお客様のニーズにお応えするため、バージョンアップに伴い着々と進化を続けています。ここでは、STAR-CCM+ v7.06の新機能、機能拡張についてご紹介します。

■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

(1) パーツとして読み込んだ形状の編集

CADデータをジオメトリパーツにインポートした後、その形状を3D-CAD機能で編集することができるようになりました。これにより、パーツとして読み込んだ形状に対してフィレットや面取りを追加したり、他のボディとブーリアン演算を行い形状を変更するような処理が可能になりました。編集後にジオメトリパーツを更新すると、編集内容が反映されます。この機能は、パラソリッド、STEP、IGESやネイティブCADデータなど、CADの情報が含まれているデータをジオメトリパーツとしてインポートした場合に利用できます。

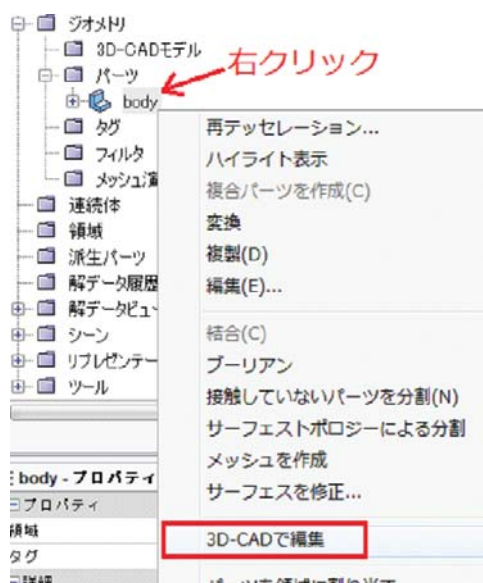


図1 パーツとして読み込んだ形状を3D-CADで編集

(2) 複数の3Dカーブのインポート

1つのcsvファイルから複数の3Dカーブをインポートできるようになりました。各カーブの起点と終点の座標が同じであれば、閉じている1本のカーブとみなされます。同じcsvファイルに複数のカーブが存在している場合、csvファイル内に記述された各カーブ間に1行だけブランクを空けることで別のカーブとして認識されます。また、読み込まれた複数の3Dカーブは個別の3Dカーブとして保持され、これらを利用して押出し、ロフト、スイープを作成することが可能です。

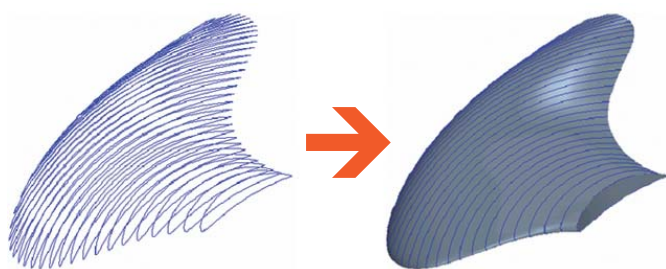


図2 複数の3Dカーブをインポートしてロフト作成

(3) ブーリアン演算の機能拡張

ブーリアン演算の和形状を行う場合に、新たに「精密」、「フェイスの誤差を許容」、「エッジの誤差を許容」といったオプションを選択できるようになりました。これらのオプションを利用することで許容値を指定できるようになっており、ねじれり、歪んだフェイス同士であっても和形状を作成できるようになりました。

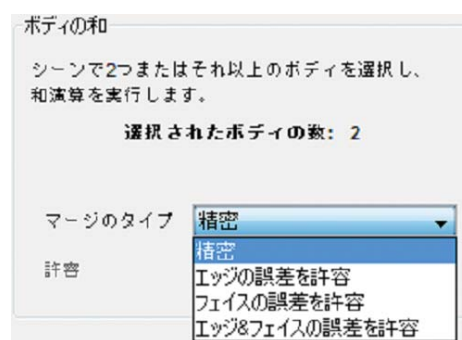


図3 ブーリアン演算 (和形状) のオプション

(4) 不要なフィーチャーを消去

STAR-CCM+ v7.06の3D-CAD機能における最も大きな機能拡張は、ソリッドボディ内の不要なフィーチャー面を削除することが可能になった点です。例えばインポートしたソリッドボディに不要なフィレットが作成されていた場合、このフィレット面を選択し、右クリックから「フィーチャー処理を消去」を選択することで、フィレットを消去することができます。

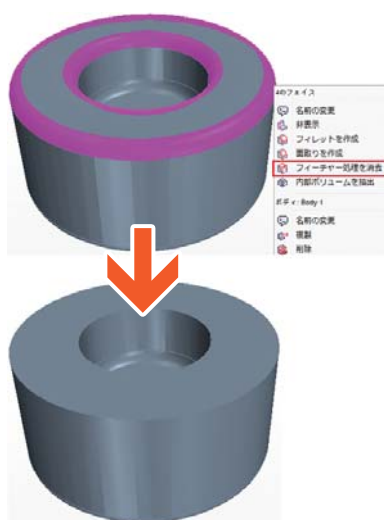


図4 フィーチャー処理を消去

2. ジオメトリパーツ

アセンブリファイルをインポートする際のメモリ使用量が、最大で1/4程度になるように改善されました。これにより多数のパーツを含むアセンブリファイルを、より少ないメモリで、高速にインポートできるようになりました。

■ CADインテグレーション

1. STAR-Creo

新しいCADクライアント「STAR-Creo」が追加されました。STAR-CreoはPTC/Creo 1.0およびCreo 2.0(旧Pro/ENGINEER Wildfire)をサポートしています。また、STAR-CreoはSTAR-Pro/Eのライセンスと同じライセンスで利用できます。

2. Transfer Geometryツール

CADクライアントからSTAR-CCM+にジオメトリだけを転送する「Transfer Geometry」ツールが追加されました。

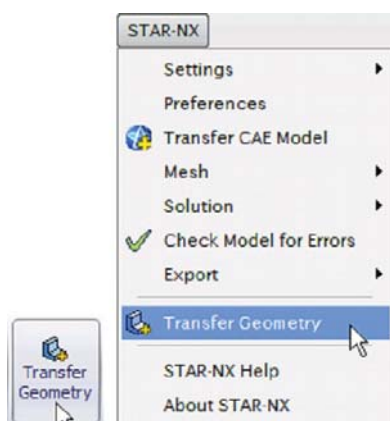


図5 Transfer Geometryツール
(STAR-Worksのボタン(左), STAR-NXのメニュー(右))

■ CAEインテグレーション

1. STAR-CCM+連成シミュレーション

STAR-CCM+連成シミュレーション (STAR-CCM+同士での連成) で、圧力と変位量のやり取りが可能になりました。流体領域のみのモデルと固体領域のみのモデルを、それぞれ別々のsimファイルとして用意し、STAR-CCM+を2つ起動させた状態で、お互いに流体力と変位量をやり取りしながら双方向の流体構造連成解析を実現します。

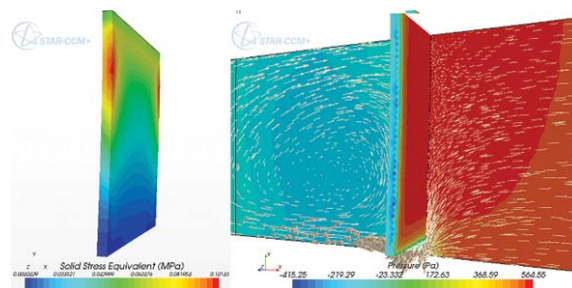


図6 STAR-CCM+連成シミュレーション
(固体側 STAR-CCM+(左), 流体側 STAR-CCM+(右))

2. SPEEDモーターツールインポートウィザード

このツールから電磁シミュレーションや冷却シミュレーションの選択、外部ドメインの作成、モーターの巻線端部の作成などを行うことができます。

■ サーフェス修正機能とメッシュ作成

サーフェス修正機能や各メッシャーに関する機能拡張についてご紹介します。

1. サーフェス修正機能

サーフェス修正機能の「フェイスの交差線を作成」モードに、平面を利用して面を分割する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ことで、対象の境界やサーフェスを、定義した平面と交差する位置で分割することが可能です。平面は、断面作成時と同様に、原点と法線を指定して定義するか、画面上で2点をクリックすることで定義します。

2. サーフェスメッシュ/ボリュームメッシュ作成

(1) サーフェスラッパー

凹面の角や鋭角部、曲面などの形状捕捉能力が大幅に改善されました。

(2) 有向メッシング

有向メッシングに必要なパッチメッシュを、ソースサーフェス上

での右クリックで作成できるようになり、以前に比べて、スムーズに作業できるようになっています。また、パッチメッシュ作成パネルにUndoとRedoオプションが追加され、オペレーションを間違えた場合でも簡単にやり直しができるようになりました。

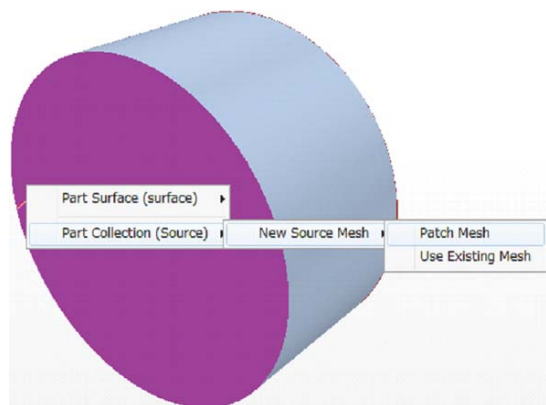


図7 パッチメッシュの作成

(3) ポリヘドラルメッシュャー

「最適化のサイクル」と「品質のしきい値」という2つのオプションが新たに追加されました。この2つのオプションを利用することで、メッシュ品質を改善することができます。

(4) テトラメッシュャー

テトラメッシュャーにも、フィールド関数による細分割、並列メッシュ作成機能が搭載されました。

(5) 汎用円筒メッシュャー

パイプの接合部のように径が突然変化するようなモデルに対しても、汎用円筒メッシュャーでメッシュが作成できるようになりました。

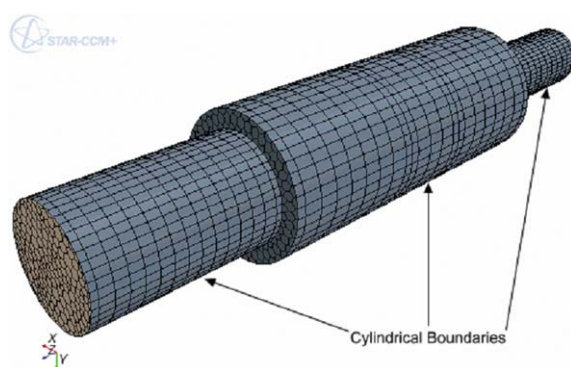


図8 汎用円筒メッシュャーで作成されたメッシュ

(6) 前進レイヤーメッシュャー

プリズムレイヤー部分に対しても、メッシュ密度制御を利用して制御を行うことができるようになりました。

■ 物理モデル

物理モデルも数々の機能拡張や新機能が追加され、解析の幅が広がっています。以下に主な新機能、拡張機能をご紹介します。

1. オイラー混相流

壁面潤滑モデルが搭載され、上昇している気泡が壁に接触するのを妨ぐ力(Antalモデル)を考慮できるようになりました。また、パッシブスカラーをオイラー混相流と併用できるようになっています。

2. 液膜

液膜は相変化の機能が拡張されています。まず、高温壁に付着している液膜の沸騰現象を扱うことが可能となりました。また、液膜の融解・固化を考慮することもできるようになり、ガラスに付着した水膜の凍結や除氷のシミュレーションに適用することができます。

3. ラグランジェ混相流

液滴の衝突・合体モデルの機能が向上しています。粒子同士の衝突を判定するためには計算コストがかかりますが、本バージョンから新たに、NTCまたはO'Rourkeのアルゴリズムのいずれか高速な方を自動的に決定し、効率的に計算が行われる手法がとられています。

4. DEM

DEM計算において、流れ場による圧力勾配の力を考慮しないオプションが追加されています。これにより、DEM粒子と連続相との相互作用が重要でない系では、流れ場からDEM粒子の計算を切り離すことができ、計算効率が改善します。

5. 非ニュートン流モデル

血液や食品流動、エマルジョンといったダイラント流体や、ずり流動などの非ニュートン流をモデル化する機能が充実しました。指数則、Cross流体、Carreau-Yasuda流体のモデルを選択できます。

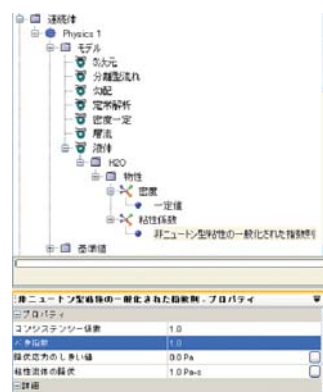


図9 非ニュートンモデルの設定

6. 温度フラックスモデル

標準低レイノルズ数型乱流モデルを使用する場合、従来のブシネスク近似の代わりに代数的温度フラックスモデルを使用することができます。浮力が支配的で、壁面近傍での熱流場を解く際に有益なモデルです。

7. 軸対称旋回モデル

2次元軸対称で計算する場合、3成分の速度場を考慮することができるようになりました。旋回成分を持つ回転機器などの流れを、2次元軸対称でモデル化する場合に役立ちます。

8. 移動問題 DFBI

DFBIで運動制限がある1自由度の並進、回転運動を扱えるようになりました。運動変位の最大最小を指定することができます。チェックバルブなど移動制限がある問題に有用です。

9. リチウムイオン電池電気化学モデル

リチウムイオン電池の電気化学場を計算することができる新しいモデルです。イオンや電子の輸送など、電池構造をマイクロレベルで理解することができます。このモデルには倍精度版のモジュールが必要です。

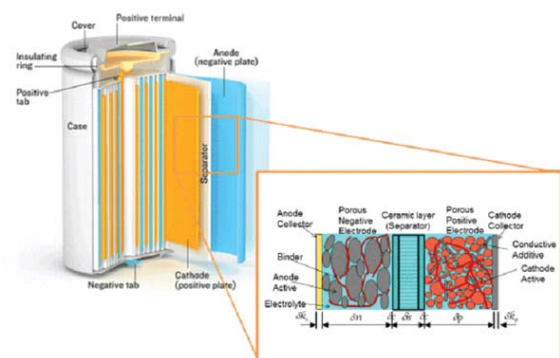


図10 リチウムイオン電池の概念図

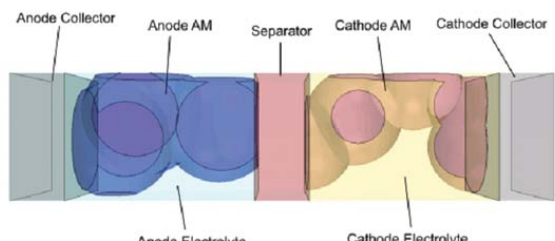


図11 リチウムイオン電池の詳細モデル

10. その他

その他にも、磁気ベクトルポテンシャルモデルの励振コイルモデルやPVM(進行変数)燃焼モデルの化学種輸送オプション、ハーモニックバランスフラッターモデルのマルチブレード翼列への対応など、多くの機能が追加されました。

■ 結果処理

新しい機能追加や拡張などによって、より操作性が向上し使いやすくなりました。

1. 計算実行中のモニターレポートの作成

計算実行中にモニターおよびレポートを作成することが可能になりました。作成のリクエストは、反復計算サイクルの最後に実行されます。

2. 自動エクスポートのアップデートコントロール

自動エクスポートや、解析データ履歴のファイルのアップデートをコントロールできるようになりました。エクスポートを開始する時間を指定することができます。

3. シーンの凡例の書式設定

シーンのカラーバーのラベルの書式を指定することができます。小数点の位置など細かな設定が可能になりました。

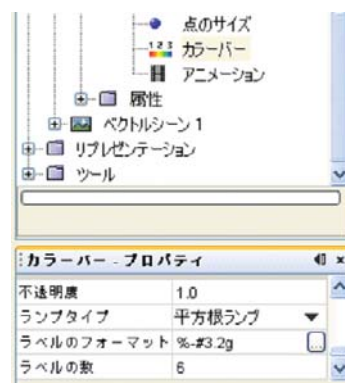


図12 カラーバーのラベルフォーマット設定

4. 断面の移動

断面の結果表示で、スライダをドラッグすることにより断面を移動できるようになりました。これにより、簡単に断面を表示でき、領域内部を可視化できるようになっています。

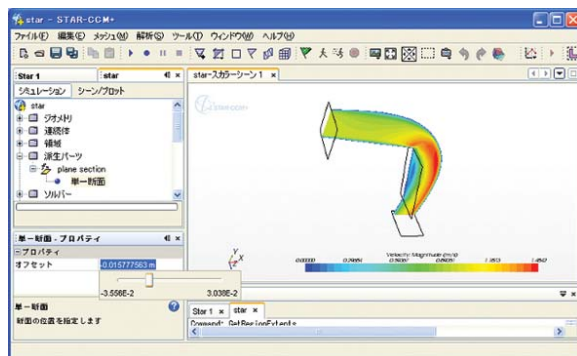


図13 スライダーによる断面移動



■ ソルバー

1. 連成ソルバーの連続式収束アクセラレータ (CCA)

連成ソルバーに対して、質量収束が十分でないケースの収束挙動を改善するためのオプションが追加されました。流れに強い非線形性がある場合や、噴流など解析領域内に幅広い流速分布があるようなケースで収束性が改善されます。

2. 倍精度バージョン

倍精度版のソルバーがWindows 64bitのプラットフォームで利用できるようになりました。

3. ソルバー設定のデフォルト

非定常解析の解析設定値のデフォルトがアップデートされ、より良い数値が反映されています。

- ・ 時間刻み：0.001秒
- ・ 内部反復計算数：5
- ・ 連成型陰的ソルバーのCFL数：50
- ・ 分離型ソルバーの圧力不足緩和：0.2
- ・ 分離型ソルバーの速度不足緩和：0.8

4. ライセンスのタイムアウトオプション

サーバーが応答せずアイドル状態にあるときに、設定した時間でSTAR-CCM+のライセンスを解放することができるようになりました。

■ おわりに

STAR-CCM+ v7.06の新機能、機能拡張についてご紹介しました。このバージョンにおいてもお客様からの要望が反映され、多くの機能拡張がなされています。ぜひ最新バージョンSTAR-CCM+ v7.06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 森山 勝志、池田 隆典)



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/

多目的ロバスト設計最適化支援ツール「modeFRONTIER®」 電磁界解析ソフトウェアJMAG-Designer ダイレクトインターフェースの機能と事例のご紹介

■ はじめに

省エネ指向の製品開発・設計のための1つのアプローチとして、JMAG-Designer(開発・販売:株式会社JSOL)と連成することによって、磁気回路の最適化に取り組まれるお客様が増えています。そこで本稿では、modeFRONTIERのJMAG-Designer ダイレクトインターフェースについてご紹介し、あわせて2011年度の弊社カンファレンスにおいてJSOL社様が発表された事例について改めて詳細をご紹介します。

■ JMAG-Designer ダイレクトインターフェースとは?

1. JMAG-Designer 各種設定画面

JMAG-Designerダイレクトインターフェースノード(以下、JMAGノード)と、設定画面の外観を図1に示します。

設定画面では、解析に使用するjprojファイルを選択する他、解析の前と後に実行するマクロファイル(*.js/vbs/py)の設定、一定時間経過後に強制的にJMAG-Designerを終了させるためのタイムアウト秒数の設定、グリッドシステム使用のオン・オフ設定、JMAG-DesignerのGUIの起動と終了の回数を抑制し最適化に要する時間を短縮させるJMAG常駐機能の設定、形状干渉のワーニングが生じた際にエラーとして扱う設定など、各種オプションを設定することができます。

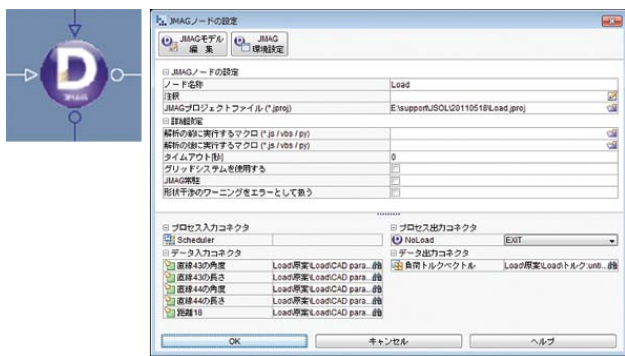


図1 JMAGノード(左)と設定画面(右)

2. イントロスペクション機能

modeFRONTIERとJMAG-Designerを連成するためには、modeFRONTIER内の各入出力変数が、JMAG-Designer上の変数と関連付けるか(値をやり取りするか)を設定する必要があります。modeFRONTIERにはイントロスペクションという機能

があり、これにより関連付けの設定を簡単に行うことができます。

イントロスペクションではJMAG-Designerのパラメトリック解析機能を使って、入力変数と出力変数のやり取りを行います。そのため、解析に使用するjprojファイルに、あらかじめ解析パラメータを設定し、各パラメータを入力変数として定義することが可能です。また、解析結果として結果テーブルに保存されている数値を出力ベクトルとして取得することができます(図2)。

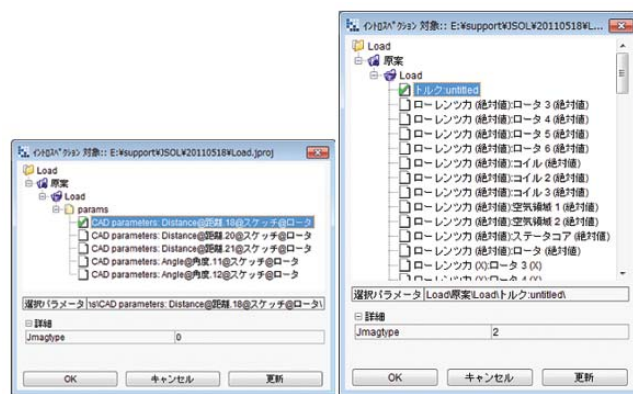


図2 イントロスペクション画面(左: 入力変数, 右: 出力変数)

3. マルチベクトルチャートによる結果処理

modeFRONTIERには、最適化の際に取得したトルクカーブ、電圧カーブなどを重ねて表示する「マルチベクトルチャート」という結果処理機能があります。これにより、複数の結果を同じチャートで確認することができ、最適化の検討に非常に効果的です(図3)。

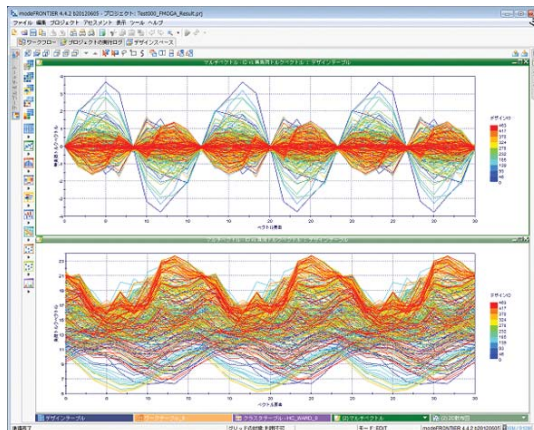


図3 マルチベクトルチャートによる結果処理

■ 事例紹介

続いて、昨年度の弊社カンファレンスにおいてJSOL社様よりご発表いただいた2つの事例についてご紹介します。

1. [事例1] モータの諸特性の改善検討

最初は、IPM(磁石埋込型モータ)の特性を改善させる、形状最適化の事例です。本事例では、効率を上げるために、駆動トルク(平均トルク)を最大化しつつ、振動を下げるためにコギングトルクを最小化します。そのために、ロータ(回転子)のフラックスバリアの形状が特性に与える影響を調べます。ロータ表面に近い部分のフラックスバリアの形状を定義するため、2点のコントロールポイント位置(角度と中心からの距離)と、磁石間のブリッジの厚みの、計4つを設計変数(入力変数)として定義します。ただし、2点の中心からの距離は同じものとします(図4)。

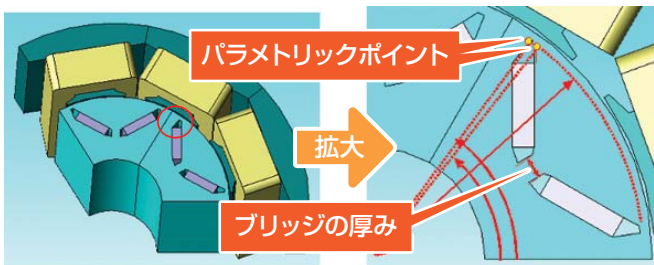


図4 モータの形状、および形状パラメータの説明

modeFRONTIERにおけるワークフローの構築にはJMAGノードを使用しました。これによりすっきりとシンプルなワークフローとして定義することができました(図5)。

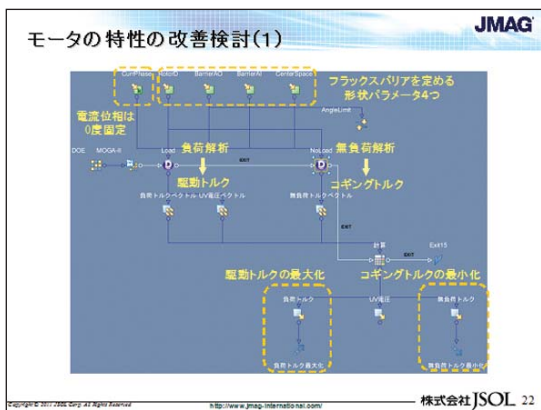


図5 ワークフロー図

(1) モータの特性の改善検討 -1-

最適化結果を以下の図に示します。横軸に駆動トルク、縦軸にコギングトルクを設定しているため、右下部分にパレート最適解が分布することになります。選好解としてNO.A-61, A-141, A-147を選択し、その形状を示しています(図6)。

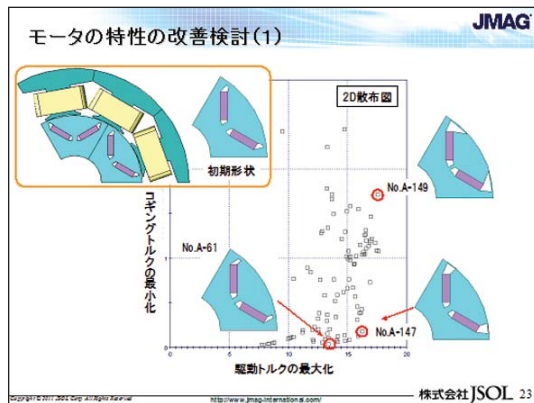


図6 ワークフロー図

選好解の特性を明らかにするため、初期形状との比較を行います。初期形状における、負荷解析の駆動トルク、無負荷解析のコギングトルク及びそれぞれのトルクの最大値となる瞬間の磁束密度の結果を図7に示します。

次に比較対象として、選好解であるNO.A-147の結果を図8に示します。

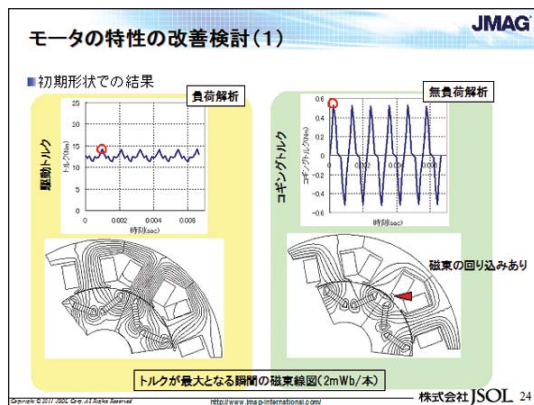


図7 初期形状における解析結果(左: 負荷解析, 右: 無負荷解析)

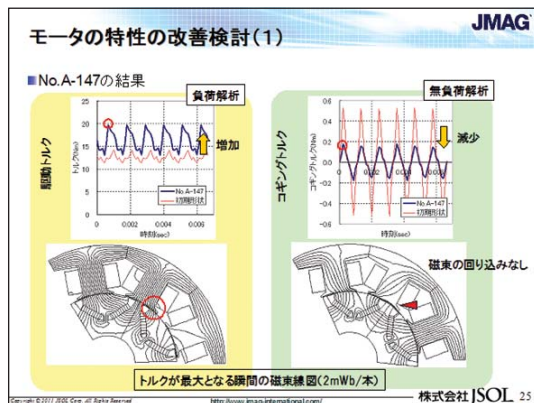


図8 NO.A-147における解析結果(左: 負荷解析, 右: 無負荷解析)

負荷解析を比較すると、NO.A-147では駆動トルクが増加し、また、無負荷解析を比較することでコギングトルクが減少していることがわかります。NO.A-147の磁束密度分布を観察すると、負荷解析において、駆動トルク最大の瞬間に磁束が赤丸の部分で

斜めにロータに流れ込み、大きなトルクを発生させる原因となっています。また無負荷解析では、初期形状では赤矢印の部分で磁束のまわりこみが発生していましたが、NO.A-147では発生せず、コギングトルクが低減する要因となっています。

以上の考察によりNO.A-147は、初期形状と比較して、駆動トルクとコギングトルクの両方をバランスよく改善した形状であると言えます。

(2) モータの特性の改善検討 -2-

以下に初期形状とNO.A-147の電流位相角と駆動トルクの関係を示します。横軸に電流位相角度、縦軸に駆動トルクと線間電圧をとっています。本事例では電流を既定しているため、電圧が際限なく発生してしまうことになります。しかし、実際のモータを駆動させるときには、使用できる最大電圧値が制限されることが多く、ここで解析した通りの動作ができない可能性が考えられます(図9)。

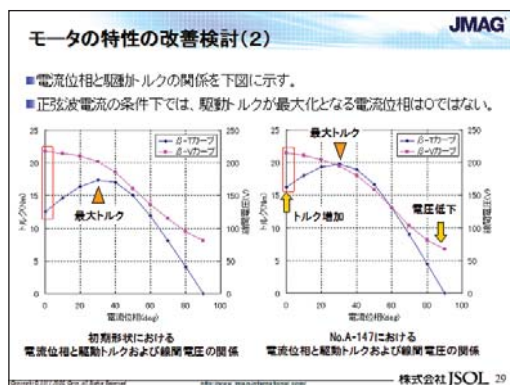


図9 初期形状とNO.A-147の電流位相角と駆動トルク・線間電圧の関係

そこで、新たに設計変数として電流位相角を定義し、実効線間電圧の上限値を140V以下とする拘束条件を加えて最適化を行いました。なお、電流位相角の刻み幅は5度としています。

最適化結果を図10に示します。横軸に駆動トルク、縦軸にコギングトルクを設定しているため、右下部分にパレート最適解が分布します。図10では、選好解としてNO.B-161, B-231 を選択し、その形状を示します。

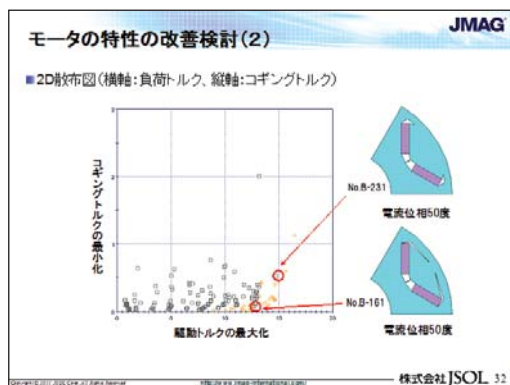


図10 モータの特性の改善検討(2) 最適化結果

選好解NO.B-161, B-231と、先の最適化で得られた選好解NO.A-147を比較します。NO.B-161の解析結果を図11に示します。

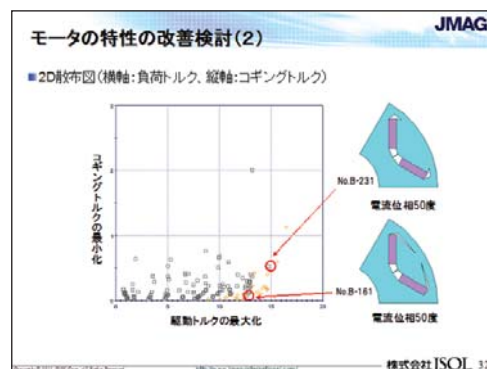


図11 NO.B-161における解析結果(左: 負荷解析, 右: 無負荷解析)

実効線間電圧が140V以下となる電流位相角でNO.B-161は50度、初期形状は60度とします。駆動トルクは微増ですが、コギングトルクは減少していることから、初期形状よりも優れた形状であると言えます。

次に、先の最適化で得られた選好解NO.A-147と比較します(図12)。こちらも実効線間電圧が140V以下となる電流位相角でNO.B-161は50度、NO.A-147は60度で拘束条件を満足します。NO.B-161はNO.A-147よりもコギングトルクでは優れていますが、駆動トルクでは劣っています。

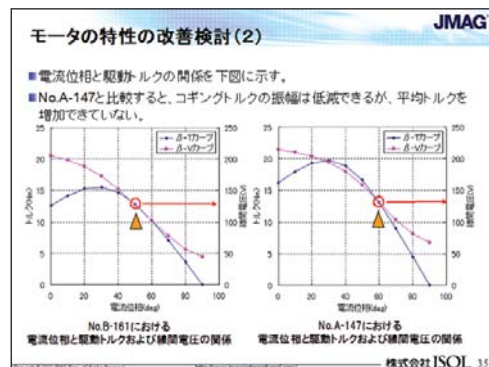


図12 NO.B-161とNO.A-147の比較

次に、NO.B-231の解析結果を図13に示します。実効線間電圧が140V以下となる電流位相角で、NO.B-231は50度となりますので拘束条件を満足します。

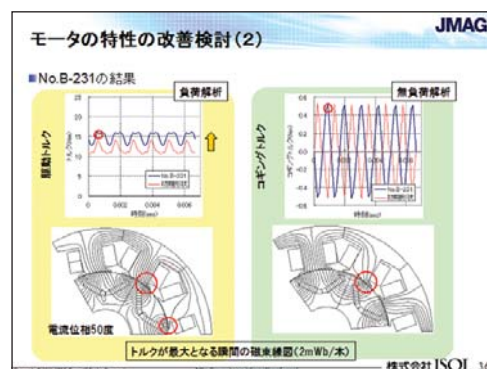


図13 NO.B-231における解析結果(左: 負荷解析 / 右: 無負荷解析)

逆にNO.A-147よりも駆動トルクでは優れていますが、コギングトルクでは劣るという結果となりました(図14)。

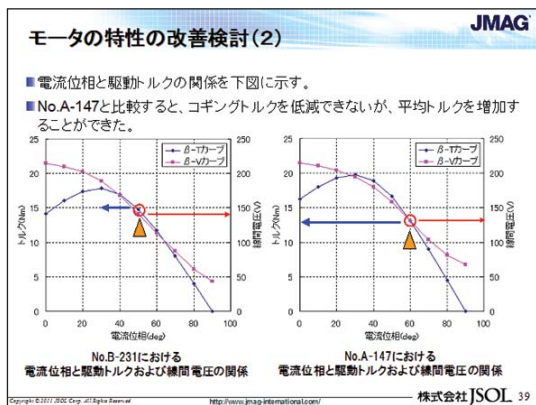


図14 NO.B-231とNO.A-147の比較

(3) まとめ

改善設計のための一例として、モータのフラックスバリア形状について、駆動トルクの最大化・コギングトルクの最小化の解析事例を紹介しました。

1度目の最適化では、SPM(表面磁石型モータ)のような形状となりましたが、2度目の最適化で線間電圧の拘束条件を加えると、いわゆるIPMらしい形状を求めることができました。

2度目の最適化においては、1度目の結果と比較すると、駆動トルクとコギングトルクの両目的関数ともに優れた結果を得ることはできませんでしたが、これら目的関数がトレードオフの関係となることを考えると、多目的最適化としては良い結果を得られたと言えます(図15)。

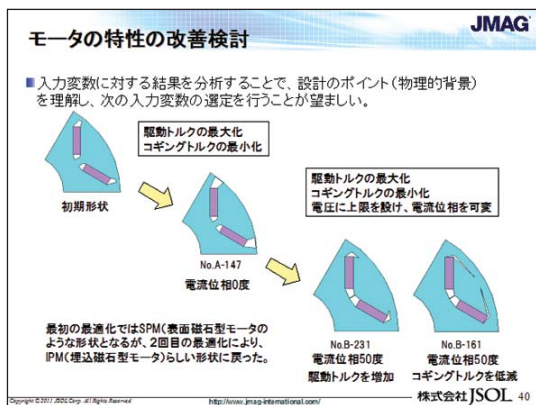


図15 モータの特性の改善検討のまとめ

2. [事例2] 磁石の表面磁束密度の正弦波設定

modeFRONTIERの最適化アルゴリズムを使って、材料特性の逆問題としてのアプローチにトライした事例です。

半径25mmの空間に、周方向に正弦波状の磁束密度を発生させるために必要な磁石の着磁パターンを探します。通常は、ユーザーが着磁のパラメータを手探りで求めるのですが、これを

modeFRONTIERの最適化アルゴリズムを用いて求めることがこの事例の狙いです。

(1) 解析モデル

モータのロータ1/4設計変数として磁石の内径(InnerR), 外径(OuterR), 着磁パラメータ(MagnetR)を与えます(図16)。

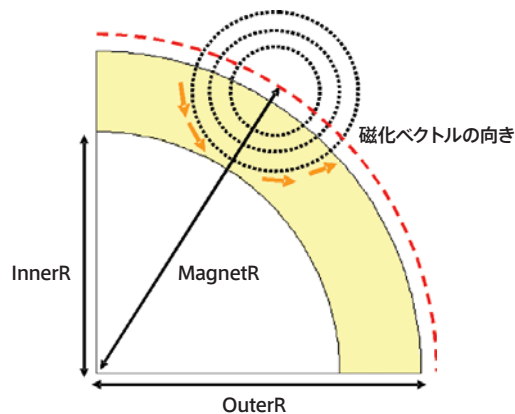


図16 磁石の表面磁束密度の正弦波設定 概念図

モータでは不必要な高調波成分が残ると、鉄損や騒音の原因になる場合があります。そこで、磁束密度を正弦波に近づけるため、半径25mmの位置における磁束密度の径方向成分に注目し、FFTを実行、基本波の振幅に対し2番目に大きな次数の振幅との比として非正弦波度(2番目に大きな次数の振幅/1番大きな次数の振幅)を定義し、これを最小化します。さらに、モータのロータとしての利用を踏まえ、トルクを最大化するべく、磁束量を最大化します。

(2) 最適化結果

最適化結果を図17に示します。横軸に磁束密度、縦軸に非正弦波度を設定します。パレート最適解は右下に集まることとなり、磁束密度が増えるにつれて、非正弦波度が増加する関係が捉えられています。

選好解としてNo.D-311を選びましたが、この解は目標に近い波形となりました(図18)。

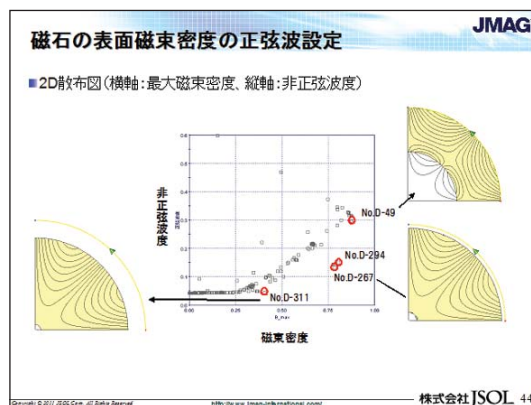


図17 磁石の表面磁束密度の正弦波設定 最適化結果

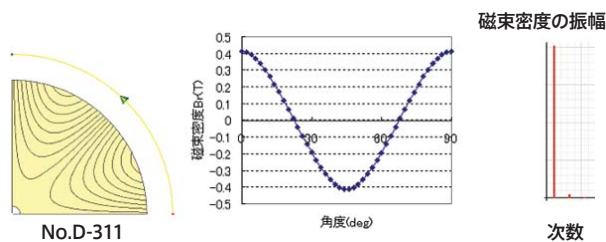


図18 選好解 No.D-311の解析結果

(3)まとめ

材料特性の逆問題の一例として、ある空間に正弦波状の磁束を発生させるための磁化パターンに関する事例をご紹介しました。

本事例以外にも、同様の技術を用いて、着磁パラメータを最適化することにより、平板型の磁石の測定結果(波形)と解析結果を合わせこむ等の応用例が考えられます。

■ おわりに

今回は、JMAG-Designerダイレクトインターフェース機能と、JSOL社様で解析された事例をご紹介させていただきました。JSOL社様には、この場をお借りしまして、厚く御礼申し上げます。

最後に、本稿でご紹介したJMAG-Designerダイレクトインターフェース機能はもちろんのこと、modeFRONTIERに関するご質問などがございましたら、弊社営業担当(info@idaj.co.jp)またはmodeFRONTIER技術サポート(frontier@idaj.co.jp)までお気軽にお問い合わせください。

(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
西田 青示)

電気機器設計のためのシミュレーションソフトウェア 「JMAG-Designer」

株式会社 JSOL エンジニアリング本部
E-mail: info@jmag-international.com
http://www.jmag-international.com/jp/

> 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/

株式会社 ヒロテック 製品設計部 製品設計課 様

自動車排気系製品の開発に 「GT-POWER」,「modeFRONTIER®」他をご活用

今回は、株式会社 ヒロテック 技術本部 製品設計部 製品設計課 中村 直樹様、丸上 紀和様にお話をうかがいました。同社は、設備・金型生産工場と部品生産工場の両方を備え、プレス金型、治具装置、各種組立プラントを海外に輸出するなど、世界市場に様々な製品を提供されています。

前列 中村様(左)、丸上様(右)、後列 製品設計課の皆様



一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、製品設計課様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。

中村様 ● 弊社の製品は、排気系製品、ドア製品、ツーリング製品と分かれており、ここ技術研究所では排気系製品の開発を一貫して担当しています。我々が所属する製品設計課には、設計チーム、解析チームがあり、私と丸上含め7名が各種解析業務を担当しています。

製品には、エキゾーストマニホールド(以下、エキマニ)、マフラー、キャタリストコンバーター(以下、キャタ)などがあります。GT-POWERを用いたエンジン出力や排気吐出音の解析、STAR-CCM+を使ってO₂センサー寄与度解析、キャタ流速分布解析を、GT-POWER、STAR-CCM+、構造解析ソフトウェアを連携させて壁温予測解析なども実施しています。

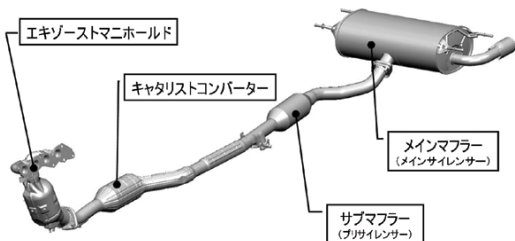


図1 排気系製品概要

■ 数値シミュレーションを活用して最適形状を導出。 バーチャル・フィジカルテストにより性能を確認

ー 続きまして、各ツールのご活用状況についてご紹介ください

丸上様 ● 私達が利用しているCAEツールの関連図を示します。GT-POWERを用いた1D流れ解析の流速、圧力、密度、温度などのデータを3D流れ解析を実施するSTAR-CCM+へ、3D流れ解析で得られた圧力、温度、熱伝達率などの結果を構造解析ツールへ、振動解析の結果を音響解析ツールへと連携させて使用します。また、2004年からmodeFRONTIERを導入し最適化設計にも取り組むようになりました。DEP Mesh Works/Morpher

(以下、DEP Morpher)を使って、3D解析におけるモデル作成の効率化にも取り組んでいます。

中村様 ● これらのCAEツールの中で、GT-POWERは解析チームだけでなく、実験チームがマフラーのチューニング前に活用しています。GT-POWERは操作方法が比較的やさしいため、他チームのメンバーにも展開しやすいツールだと思います。

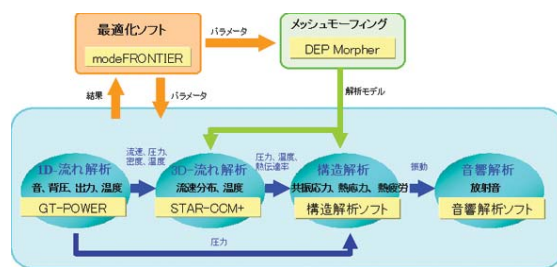


図2 CAEツール関連図

ー 利用者の拡大にあたって注意されていること、苦心されたことがあればお聞かせください。

丸上様 ● 私が主に講師となってツールの利用方法を教示しますが、「物性値や境界条件に入力する数値の意味が何か？」をひとつひとつ伝えるように心がけています。その意味が理解できていないと、計算ミスにつながり、せっかく計算しても無意味な結果を出すだけになります。また、以前、IDAJさんには弊社においてツールの操作講習を行っていただいたので、利用者を比較的スムーズに拡大することができました。

ー ありがとうございます。個別講習では、テーマを絞り、お客様の実作業にあわせたコンテンツをご準備できますので、今後もニーズがあればお気軽にご相談ください。

今日は、多くの解析事例をご準備いただいておりますので、各々の概要ならびに苦心された点などがあればご紹介ください。

丸上様 ● 1つ目は「排気吐出音解析」で、使用ツールはGT-POWERです。

吸気からエンジン、排気の流れを試作の前に解析します。その後、実験・計測を経て、製品に適用しています。

GT-POWER導入以前には、内製コードで解析してきたテーマですが、GT-POWERを活用することによって、爆発1次成分、2次成分、3次成分の排気吐出音は実測と相関が取れ、精度良く予測できるようになりました。また、シミュレーション結果は、客先での説明にも役立っています。内製コードを使っていた頃からガス温度が実測と合わず苦労してきましたが、基礎実験を重ねてGT-POWERモデルをチューニングすることによって予測精度を高めることができました。

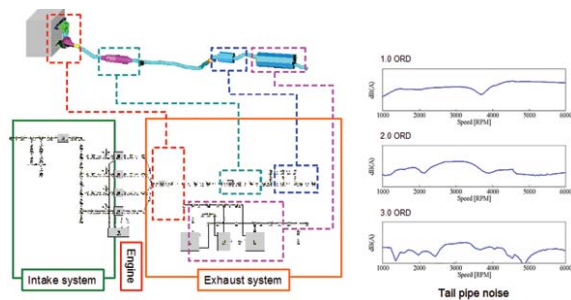


図3 排気吐出音解析

■ 最適化技術を用いて、「マフラー内部構造最適化」を実現。

丸上様 ● 2つ目の事例は「マフラー内部構造最適化」で、使用ツールは、GT-POWER, modeFRONTIERです。

背圧と排気吐出音はトレードオフの関係にあります。このトレードオフ関係を高いレベルで両立させるため、最適化技術を利用して検討を行っています。解析精度を上げるためには、内部の構造を詳細にモデル化し解析する必要がありますが、その場合、1DのGT-POWERでも1デザインあたり約20分の計算時間がかかります。そこで、最適化時間を短くするためにGT-POWERのモデルを最適化に対応できる計算精度を維持する形で簡易化し、パレート解を絞り込みます。その中からさらにいくつかの解に絞り、再度詳細モデルで確認計算を実行しています。

以前は、GT-POWERとmodeFRONTIERをバッチファイル経由で連成していたため、計算ミスをしないよう注意を払う必要がありましたが、modeFRONTIERにGT-POWERダイレクトインターフェースが搭載されてからは、入力がとても楽になりました。ツールが着実に進化していくのは、ユーザーにとって大変ありがたいですね。

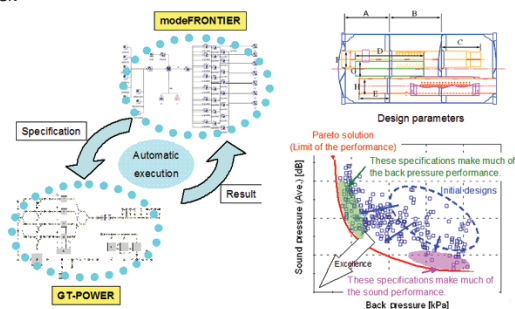


図4 マフラー内部構造最適化

丸上様 ● 3つ目は「出力解析・排気抵抗解析」で、使用ツールはGT-POWERです。

ポートの長さやエキマニの形状が、出力に対してどのような影響を与えるのかを知るために、背圧と排気吐出音だけでなく、体積効率にも注目しています。

必ずしも背圧を下げることだけがトルクアップにつながるわけではなく、サブマフラー・メインマフラーの位置やエキマニのポート長さ・形状を調整することで、トルクアップにつながります。

そこで、初期開発時には、出力、排気吐出音、背圧の最適化計算を実施し、最適な排気系のレイアウト提案を行うようにしています。

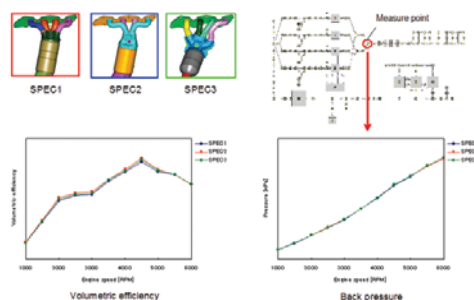


図5 出力解析・排気抵抗解析

中村様 ● 4つ目は「キャタ流速分布解析」で、使用ツールはSTAR-CCM+, DEP Morpherです。

エキマニの下方にある触媒へのガス当たり具合を調べています。触媒は排気ガスが格子の壁面にコーティングされた貴金属によって化学反応し、浄化されますが、その効率をあげるには、触媒に対してガス流速が均等に分布する必要があります。そこで定常解析を気筒毎に4回実施し、触媒部断面の流速分布が社内基準を満たしているか否かを確認しています。さらに触媒部の端にガスが集中すると触媒保持部分にエロージョンが発生するため、こちらにも注意を払う必要があります。エキマニ形状を検討する際には、DEP Morpherによるモーフィング技術を使って解析モデルを形状変更させ、解析作業の効率化を図っています。このとき、1ケース当たりの計算時間は、4～8時間程度です。

最近では、エンジンの近くにキャタが配置されているため、エキマニ集合部から触媒までの距離が短く、ガス流速分布を均等にすることが難しくなっており、苦労しています。

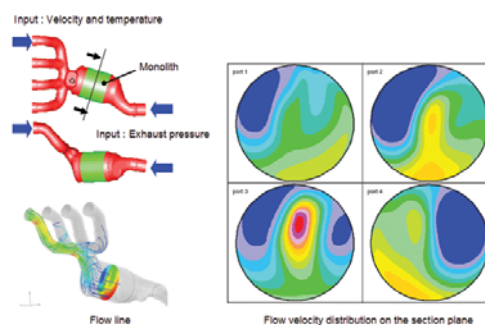


図6 キャタ流速分布解析

中村様 ● 5つ目は「O₂センサー寄与度解析」で、使用ツールは、GT-POWER, STAR-CCM+です。

各ポートの集合部にはO₂センサーを配置し、ここで検出した酸素濃度をエンジンコントロールユニットへフィードバックします。この酸素濃度を正しくセンシングするためには、各ポートから排出されるガスが、センサーに均等に当たる必要があります。ここでは、実際のエンジンの脈動流を再現し、1サイクル分のポートから排出されるガスの濃度を予測しています。O₂センサー寄与度解析は非定常計算であり、計算を安定させるには時間刻みを細かくする必要があるため、計算時間が7~10日程度かかります。現在の課題としては、この計算時間短縮にあり、収束性を高める方法やマシンスペックの向上を検討したいと考えています。

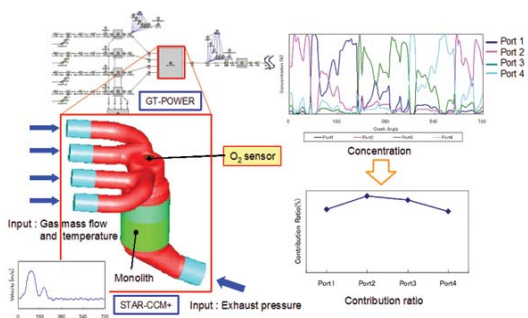


図7 O₂センサー寄与度解析

中村様 ● 6つ目は「壁温予測解析」で、使用ツールはGT-POWER, STAR-CCM+, 構造解析ソフトです。

非定常でのガス流れ解析で、1サイクル分のガス温、熱伝達係数を算出、構造解析ソフトへマッピングして解析し、全体の壁温を予測しています。構造解析ソフトへのマッピングには別ツールを利用していますが、今後はSTAR-CCM+に搭載された構造解析ツールへのマッピング機能も試してみたいと思います。

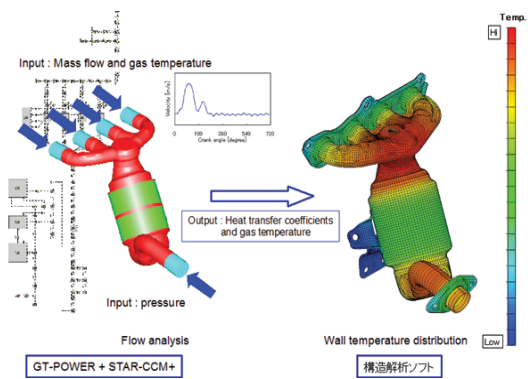


図8 壁温予測解析

中村様 ● 最後が「放射音解析」で、使用ツールはGT-POWER, 構造解析ソフト, 音響解析ソフトです。

メインマフラーの圧力変動を計算し、内圧によってマフラー表面が振動する膜振動を再現します。その結果を音響解析ソフトに取り込み、放射音を予測します。

マフラーの放射音に対してはシェルの固有振動数を高くする設計をします。扁平率の大きいマフラーはシェルの固有振動数が低い傾向にあるので、ビードにより固有振動数を上げて放射音に対応しますが、しばしば対策に苦勞します。その場合に解析で問題部位の確認ができるので、対策の絞込みに有効です。

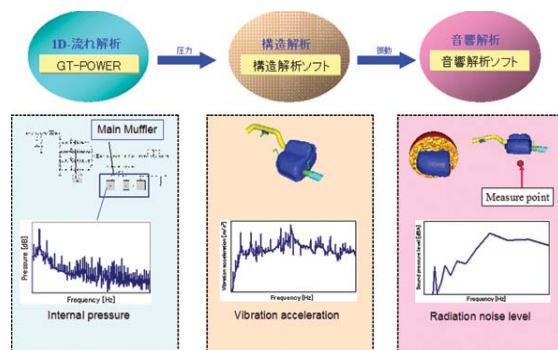


図9 放射音解析

— 多くの事例のご紹介、ありがとうございました！

御社ではCAEツールのご活用が盛んですが、ご利用のメリットなどをお聞かせください。

中村様 ● 今となっては、CAEツールなくしての開発を考えることができませんね。CAEの結果がなければ試作、実験も行われませんし、既存製品の形状変更にも、そのエビデンスとしてCAE結果が求められます。最近では、海外からの受注も増えましたが、その際にはお客様に対する説得材料としても活用しています。

丸上様 ● わかりやすいメリットとしては、試作・実験コストの削減が上げられると思います。お取引先様から依頼される開発期間は、年々短くなってきていますが、CAEを活用しているからこそ、この納期にも対応できているのだと思います。

— 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。

中村様 ● 弊社でのCAEツールの稼働率は非常に高い状態が続いていますので、ハードウェアと同様に、各ツールの価格が下がればありがたいと思います。

丸上様 ● 技術サポートがしっかりされているので、大変助かっています。ユーザーサポートセンターの、FAQやTips集などを使って解決できる問題も多数あります。特に、GT-SUITEのサポートページの操作アニメーションは、理解しやすく、重宝しています。GTにもFAQがあると良いですね！

技術サポートでは、たまに、こちらの質問に対して、できないだけを回答されることがあります。できない場合に代替案を提案してくれる技術サポートの方もいらっしゃるのですが、できればこのようなアドバイスを書き添えていただけると、ありがたく思います。

中村様 ● GT-POWERやmodeFRONTIERをはじめ、ソフトウェア単体での機能が向上していることはもちろんですが、各CAEソフトウェアの連携が強化されているのは、使用者にとってはメリットが高いものと思います。

— 貴重なご意見、誠にありがとうございます。最近では、1つのソフトウェアだけで解決できる問題が減ってきていますので、各ツールとも連携機能には注力しているようです。これに加えて、IDAJでは、利用技術の連携とシステムによる統合、技術者の連携、営業のご提案までを含めて、統合的に活動して参りますので、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！

丸上様 ● 最適化技術の活用により、開発コスト削減と期間短縮による効率の良い開発体制を実現しており、さらに製品ばらつきによる性能への影響を最小限に抑えるロバスト性の高い製品開発を目指しています。

中村様 ● 排気系・ドア製品とツーリング製品の開発、設計、生産まで一貫した体制を引いています。また、製品分野毎に特化した開発を行っているため技術蓄積が可能で、結果として高品質な製品を市場に送り出すことができます。お取引先様は、国内のみにとどまらず海外にも拡大していますので、時代の流れに即した製品を今後も開発していきます。

※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

ヒロテック様では、解析や実験のご担当者様など多くの方々にGT-POWERをはじめとする製品をご活用いただいています。最近のインタビューで特に多くコメントいただくのが、かつて専任者だけが担っていた解析業務を、実験や設計を担当される皆様も実施されるようになった、もしくは、近々展開していくというお話です。文中にもあるようにヒロテック様においても、解析部門以外への展開においてはいくつかの課題がございました。一般的にその課題の1つとして、ソフトウェアの操作講習があげられるかと思います。トレーニングを自社の解析担当の方ご自身が企画・運営されると、実際の解析対象に絞ったより実践的な内容となるため、大変有効的だと思います。(IDAJには、もちろん操作講習を承るサービスもございますが、)こういった自社トレーニングの事前学習や補助資料として、各種無料セミナーをご活用いただければ、より学習効果をあげていただけるものと思います。IDAJ newsでも何度かご紹介していますが、理論・実践講座の中にはオンラインでコンテンツを視聴いただくものがありますので、お気軽にご利用いただけますと幸いです。

(文責：営業部 西畑 吉悦・中井 公子)

株式会社 ヒロテック

本社所在地：〒731-5197 広島県広島市佐伯区石内南5-2-1
資本金：2億8,000万円

[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/>

The Best Solution in Each Field

「IDAJ CAE Solution Conference 2012」開催のご報告

■はじめに

さる、2012年11月16日(金)パンパシフィック横浜ベイホテル東急(神奈川県横浜市)にて「IDAJ CAE Solution Conference 2012」を開催いたしましたことをご報告申し上げます。

お忙しい中、素晴らしい研究成果や適用事例をご発表いただきましたご講演者の皆様、ご参会いただいたお客様、ご出展社各社様には、この場をお借りして心よりお礼申し上げます。

■The Best Solution in Each Field

本年のカンファレンス・テーマは「The Best Solution in Each Field」といたしました。

本カンファレンスは、「modeFRONTIER」・「GT-SUITE」・「FloTHERM」の3つのカンファレンスで構成しております。誠に恐縮ではございますが、本年はCD-adapco製品に関するカンファレンスは開催いたしませんでした。毎年楽しみにお持ちいただいているお客様には心よりお詫び申し上げます。IDAJは、2013年3月に新しい熱流体解析ツールの販売開始を予定しており、お客様のご期待に沿うべく、より良い製品と長年のコンサルティングや技術蓄積に裏付けられた的確な技術サポート等のサービスを引続きご提供できるよう、鋭意準備しております。新しい熱流体解析ソリューションに関する紹介セミナーは、改めてご案内申し上げます。

modeFRONTIER, GT-SUITE, FloTHERMは、各種CAEツールやSILS/HILS, 測定装置等との連成や連携を強化し、従前とは比べものにならないほどの適用範囲の拡大を見せています。ユーザー様はもちろんのこと、異業種における取り組み事例、新しい技術やトレンドの情報収集、またCAE担当者の皆様との交流の場として大いにご活用いただければ幸いに存じます。



図1 開会のご挨拶

各プロダクトの特徴によって、ご発表内容も多岐にわたります。ここからは、各講演の概要を簡単にご紹介します。

■modeFRONTIER Conference Day

弊社が株式会社 IDAJに社名を変更して以降、今回がはじめての「modeFRONTIER Conference Day」でした。大変厳しい経済状況であるにもかかわらず、昨年以上の大盛況となりました。今回は自動車業界からのご発表が多くを占めましたが、その内容はバラエティに富んだものとなりました。



図2 modeFRONTIER Conference Day会場風景



modeFRONTIER Conference Day

「考える」を支援し、企業戦略へと活かすツールへ

GT-SUITE Conference Day

真のMBDプラットフォームへ！

ドメイン・データ・ツールのコラボレーション

FloTHERM Conference Day

熱設計の最先端と温度予測の精度向上

【各講演の概要】

●ESTECO Technology Update and New Product Development

ESTECO 社 様

ESTECO社様より、modeFRONTIERという旗艦製品がいかんとして開発されてきたのか、そして今後はどういう方向を目指して開発が進められるのか、という開発思想についてご説明いただきました。modeFRONTIERの機能性の高さと使いやすさは大変多くの方からご評価いただいています。それは同社自身の地道な開発努力の積み重ねと、市場からのご要望に敏感に反応する感受性と対応力、将来を見越していち早く開発に着手する先見性によるものであることが、このプレゼンテーションを通してお感じいただけたのではないかと思います。



図3 ESTECO社様講演

●modeFRONTIER Roadmap

弊社

ESTECO社様の資料にもとづき、弊社より、同社の現況と次バージョン(v4.5)の搭載予定機能についてご紹介しました。v4.5は、次期メジャーバージョンアップ直前の、現行シリーズの総括的な製品となる予定です。特に大きな機能拡張は、計算実行中のログ画面の刷新です。ガジェットを採用し、ログやチャートがドラッグ&ドロップで簡単に表示できるようになります。またワークフローではダイレクトインターフェースがさらに増強されるとともに、変数割り付けの作業性向上のための新しいパラメータチューザが各ノードに適用されます。ワークフローの使いやすさにもさらに工夫が施されます。v4.5は来年の初夏頃にリリースされる予定ですので、ぜひご期待ください。

●基調講演：実用設計問題のための近似曲面を用いた設計 探索システム

国立大学法人 東北大学 様

計算機能力が飛躍的に向上した現在においてもなお、複雑で大規模な最適化問題を扱う場合、特に3次元系アプリケーションを対象とした場合には応答曲面法の適用を避けては通ることができません。その応答曲面法をいかに実務に適用するかが、ますます重要な課題となってきています。そこで今回は、様々な分野において応答曲面を適用した最適化設計で成果をおさめているらっしゃる、東北大学流体融合研究センター融合流体情報学研究分野准教授 鄭 信圭先生をお招きし、応答曲面の基礎から応用まで幅広い内容でご講演いただきました。鄭先生も驚かれるほど会場からは多くのご質問をいただきました。ご参加いただいた方々の応答曲面法への関心の高さをうかがい知ることができました。

なお、鄭先生が開発されたKriging法を、modeFRONTIERに搭載します。現バージョン(v4.4.2)にプラグインする形でご利用いただけるよう、近々、プラグインモジュールを弊社ユーザーサポートセンターからWebダウンロードリリースする予定です。modeFRONTIERにもKriging法をはじめ多くの近似手法が搭載されていますが、その選択肢の一つとしてご活用いただければ幸いです。



図4 modeFRONTIER Conference Day基調講演

●modeFRONTIERに搭載されている応答曲面機能のご紹介

弊社

現バージョンのmodeFRONTIERに搭載されている応答曲面、およびその周辺の機能について、弊社よりご説明しました。一言で応答曲面と言いましても、正しく利用するには様々な点に注意



を払う必要があり、modeFRONTIERにはそれらに対応するための機能が随所に搭載されていることがご理解いただけたのではないのでしょうか。これから応答曲面の実務への適用をお考えの方は、ぜひmodeFRONTIERのご利用をご検討いただければ幸いです。なお応答曲面をご利用いただくにはスタンダードパッケージ以上のご契約が必要です。ご不明な点がございましたら、弊社までお気軽にお問い合わせください。

●応答曲面法を用いたエンジン性能診断システム

株式会社 本田技術研究所 様

汎用機用のエンジンを対象に、多角的にエンジン性能を診断することができるシステムを構築され、その成果をご発表いただきました。本システムは、NI LabVIEWをベースに燃焼計測装置を構成し、modeFRONTIERで実験計画、応答曲面生成、多変量解析を実施するエンジン自動計測プラットフォームです。応答曲面で燃焼室形状によるトルク特性の違いを比較し、筒内の数値解析によりその違いの詳細を分析されました。多変量解析ではクラスタ分析や主成分分析を用いて、現象の本質の探究に役立てられました。このシステムは汎用的で拡張性に富み、またこれにより蓄積された多くの診断データセットは、エンジンの設計段階でのエンジンの総合特性の設計を可能にすると述べられました。

●多目的最適化手法によるエンジンのNV・信頼性・軽量化の両立

トヨタ自動車 株式会社 様

エンジンを軽量化するうえで、NVや信頼性、軽量化などの多くの背反する要求特性を同時に改善するためには、それらを目的関数とした多目的最適化の実装が必要ですが、変数の多さや解析時間の長さが障害となります。そこで、メッシュ作成の高速化や大規模NV解析のための縮退計算の高速化などの解析上の工夫に加え、応答曲面を活用して単一計算時間を短縮するとともに、生産要件の考慮や寄与度解析結果によって設計変数を減らした上で多目的最適化を実施されました。その結果、各評価項目の目標を達成しつつ、エンジンの軽量化を成し遂げられました。

●マツダの電気駆動システム：モデルベース開発における活用

マツダ 株式会社 様

マツダ様では、モデルベース開発において、様々な「ハード仕様の組合せ」を机上で超高速に試行錯誤することに挑戦されています。今回は電気駆動システムにおいて、modeFRONTIERをプラットフォームとした演算システムを構築されました。これにより、幅広くデータを蓄積し、その分析から目的指向の寄与因子の

操作や方式の比較ができるようになったと述べられました。またクラスタ分析をおこなうことにより、望ましい特性を実現するための設計変数の組み合わせの傾向を見出すことができ、modeFRONTIERが、単に解を探索するだけでなく、設計者の方々が“考えることを支援する”有用なツールである点を高くご評価いただいていると締めくくられました。我々もご期待に応え続けられるよう、精進して参りたいと思います。

●多種多変数を扱うタイヤ設計問題に関するサンプリング手法の検討

東洋ゴム工業 株式会社 様

昨年に引き続き、タイヤ設計問題にmodeFRONTIERを適用した事例をご発表いただきました。今回は多種類かつ多数の設計変数を扱う際のサンプリング方法についてのご紹介です。このような問題では設計変数間の交互作用などにより、たとえ設計変数に対して均等にサンプリングしても、特性値空間では解が偏在して望み通りのサンプリングができないことがよくあります。そこで、クラスタ分析を行い、望みの領域における設計変数の特徴を抽出し、狙った領域にサンプリングされました。弊社も、お客様から同様の問題でお困りであるというお話をよく伺います。本内容は、そうした方々にとって大変参考になるものであったと思います。

●航空機用空調装置の性能解析

株式会社 島津製作所 様

787ドリームライナーに搭載された「ノン・ブリード」という、電動化の概念を導入した空調システムについて詳しくご紹介いただくとともに、100人から150人乗りの小型旅客機を対象にした「ノン・ブリード空調」を設計するという想定のもとでの概略検討、および多目的最適化を行った内容についてご説明いただきました。普段、何事もなく快適に航空機内で過ごせるのは、他でもない空調システムのおかげですが、せいぜい座席頭上のエアアの吹き出しノズルくらいしかお目に掛かれない空調システム的全貌と仕組みを詳しくご説明いただき、大変興味深いご発表でした。

●バッチ実行できないソフトウェアとのmodeFRONTIER連成はどうする？

～3次元湯流れ・凝固解析システム「JSCAST」との連成事例ご紹介～

弊社

modeFRONTIERにダイレクトインターフェースが装備されていない解析ツールと、modeFRONTIERを連成させるには、解析ツールがバッチ実行できるものである必要があります。しかしそ

れが不可能な解析ツールを使わざるを得ない場合もあるでしょう。このとき、キーボード操作やマウス操作を記憶し、そのまま再現動作させるための外部ツールを応用すると、連成が可能になることがあります。ここでは「JSCAST」を例に、UWSCというシェアウェアを利用してmodeFRONTIERと連成し、鋳造問題の最適化をおこなった事例をご紹介します。同様の解析ツールで最適化をおこないたいとお考えの方がいらっしゃいましたら、ぜひお気軽にご相談ください。

●日常分析業務における最適化技術の適用事例

株式会社 富士通研究所 様

本発表は他の発表とは一線を画し、ナノメートルオーダーにまで微細化された半導体材料等の結晶構造や成分などの分析結果の取得と、その結果解析に最適化技術を適用された事例をご紹介します。これまで手作業で行ってきたそれらの日常の分析業務に対して最適化技術を導入することにより、高い客観性と定量性を有した分析結果を得ることに成功されました。原子分解能を有した顕微鏡技術による定量解析や、半導体材料の歪み解析に最適化技術を導入して得られた結果、最先端の装置開発に最適化を適用して装置制御を試みた結果など、興味深い内容を次々にご紹介くださいました。また、最先端技術に限らず、ごく日常の業務に最適化を適用することによって業務効率の改善が行えることも示されました。

「どの程度、業務効率が向上できたか」との会場からのご質問に対し「単純比較は難しいが、ざっと100倍」と回答されました。これは、日常業務に最適化技術を適用するということは、工夫次第で大変大きな効果が得られるという重要な指摘であると言えるでしょう。

●自動車バンパー部における樹脂製エネルギー吸収部材の高効率化

日産自動車 株式会社 様

バンパー内部に設置する樹脂製エネルギー吸収部材の最適化を、modeFRONTIERを用いて実施した事例についてご紹介いただきました。まず、122の初期サンプリング計算結果をもとにクラスタ分析をおこない、設計変数の寄与度を分析、その結果から最適化対象の設計変数を決定し、MOGA-IIを用いて多目的最適化をおこないました。形状変更にはDEP Mesh Works/Morpher を用いました。その結果、規定された空間内で、軽量かつ最適なエネルギー吸収特性を有する構造を見出し、また、主要な設計指針を得ることができたと報告されました。特に重量に関しては、既存デザインと比較して38%も軽量化できており非常に大きな効果が得られたと言えるでしょう。

【modeFRONTIER Conference Dayまとめ】

今回のご発表の多くで、応答曲面を活用された例を拝見しました。今後、複合領域最適化にますます多く適用されるものと思われ、鄭先生から応答曲面に関するご講演を賜ることができましたのは、まさにタイムリーであったと感謝申し上げる次第です。また、多くのご発表者様から、modeFRONTIERが単に最適解を出すだけでなく設計者に考える情報を提供する、「考える」を支援するツールである点を、高くご評価いただいているとお言葉をいただきました。長年をかけて構築してきたポスト処理機能群が、このように皆様のご業務のお役にたっていることを改めて認識し、何より光栄に存じます。今後も、modeFRONTIERと最適化関連技術とを通じ、皆様のお役に立てよう努力して参りますので、何卒ご愛顧のほどお願い申し上げます。

(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)

■GT-SUITE Conference Day

日本でのGT-SUITEカンファレンスも、すでに10回以上を数えるまでになりました。第1回は、40名程度の参加者だったように記憶しておりますが、今回も100名を超える方にご参加いただき、ずいぶんGT-SUITEも成長したものだ、感慨深い気持ちになりました。これも昨今のMBD、フロントローディング、システム全体の挙動などを考慮しようとなると、GT-SUITEのようなソフトウェアが自動車開発にとって重要なポジションを占めてきているのだと、ひしひしと感じています。本カンファレンスにおいても、ユーザー様より貴重な事例を多数ご発表いただきました。



図5 GT-SUITE Conference Day会場風景

【各講演の概要】

●GT-SUITE V7.3 New Features Part1

Gamma Technologies 社 様

開発元のGamma Technologies社様から、GT-SUITE V7.3の主にGUIに関する新機能をご紹介いただきました。まず、GT-ISE上には、“属性に計算式を入力できる”、“テーブルデータを入力しただけでグラフ表示する”など、今まで「こんなことができないか」と一度は思う、実際にオペレーションする際に便利な機能が数多く搭載されました。GT-POSTは表示速度が上がり、また結果グラフからモデル内の位置を一目で把握できるようになりました。さらに、注目される新機能は「GT-SPACECLAIM」というCADの追加があげられます。これでCADデータからの流体部の抽出や、簡単な3D形状を作成することができるようになります。



図6 Gamma Technologies社様講演

●モデルベースデザインを推進する高精度モータモデル JMAG-RTのご紹介

株式会社 JSOL 様

現在のモータはすでに成熟した製品だと言えますが、これをさらに改良し、高効率・高出力・低コストを目標とする設計が続けられています。この目標を実現するには細部の改良を必要とするため、JMAGのような3Dシミュレーションが不可欠ですが、システム設計においては計算速度を求めるため、モデルは単純化せざるを得ませんでした。これでは現在の高性能モータの機能を表現できないことになります。そこで、JMAGで計算した結果から、システムレベルから見える応答のみを抽出し、このデータをJMAG-RTとしてGT-SUITEでのHEV/EVモデルのモータモデルとして組み込むことが可能です。

●GT-SUITEと3D/磁場/車両モデルとの連成シミュレーション

弊社

今回のバージョンアップにより追加される、3D-CADのGT-SPACECLAIM、3D-CFDがGT-ISEから実行できるCONVERGELite、ANSYSなどの3D-FEM結果をマトリックス化したデータを使用した挙動解析、前述のJMAG-RT連成などの3次元ツールとの親和性についてご紹介しました。さらにCo-Simulationとして、MATLAB/Simulinkを使用したCarSim連成や、Co-Simulation用のプラットフォームを使用した連成、内製ソフトウェアや現在対応していないソフトウェアのために開発環境(API)を使用した連成解析についてご説明しました。

●GT-SUITE V7.3 New Features Part2

Gamma Technologies 社 様

Part2では、GT-SUITE V7.3のソルバ、連成解析などに関する新機能をご紹介いただきました。マルチインジェクションに対応し、高速で予測的に解くディーゼル燃焼モデルが追加されました。さらに、燃焼解析ツールの補正、タービンの補間、逆流などの機能が向上しています。また、フルCONVERGEとの連成では筒内解析も可能となり、結果としてクランクからのトルク、パワーなども出力されます。さらには、ピストン、リングなどのフリクションモデルも追加されています。

●ハイブリット車用熱マネジメント予測技術の開発 ～冷暖房性能を考慮した熱マネジメント検討～

日産自動車 株式会社 様

開発の初期から、「車室内の冷暖房を考慮し燃費に対するインパクトを見たい」というモチベーションからモデルを作成されています。ACサーキット、HVACモデル、車室内モデル、オートエアコン制御も含めて解析され、さらには排熱回収付きのインパクトについてもシミュレーションされました。

●ノッキング解析と予測～2輪車用エンジンへの適用～

株式会社 本田技術研究所 様

本発表では、2輪車用エンジンのノッキング発生点火時期を予測され、実測との相関も概ね捉えられているため実際のエンジン開発に適用できる段階にまで達していることをご報告されました。ただし、現状では高EGR、A/F、オクタン価の違いについては考慮できていませんが、V7.3の新しいノックコリレーション手法を試用し、動作温度域、EGR、A/F、オクタン価に対する感度を

持たせることが可能だと付け加えられました。

●GT-SUITEを使ったエンジンシミュレータとエンジンテストベンチの実験を併用したHCCIガソリンエンジンの運転切り替え制御の研究

株式会社 畑村エンジン研究事務所 様

HCCI運転からSI運転の切り替え制御についてご発表いただきました。燃焼不可領域があるために希薄燃焼HCCIから当量比1近傍のSI燃焼に切り替えることが難しく、切り替え時には先に燃料を噴き始める必要がありました。また、トルクが変動すると振動が発生するため、切り替えの前後でトルクが等しくなければなりません。通常の点火時期だとトルクが出過ぎてしまい問題となります。そのため、リタードすることでトルクを合わせるようにします。これらの現象を、GT-SUITEを使用して、空気、燃料の流れを確認し、切り替え制御のタイミングを検討されました。並行してエンジン実験を行い、その内容も検証されました。切り替えを制御することによって過渡運転が可能になり、より実用的な内容となっていました。次の課題は、さらに難しいSI運転からHCCI運転への切り替え制御となる予定です。

●GT-SUITEを活用した連続可変動弁機構の開発

荻野工業 株式会社 様

GT-SUITEで連続可変動弁機構をモデル化されています。今回は、アーム単体の試験モデルを作成し、実測との剛性を検証された結果、よい相関がとれたとご報告されました。さらに1バルブモデルでのシミュレーション結果から、接触面圧などが検討範囲であるとして試作されましたが、シミュレーションより低い回転数でジャンプが発生しました。その原因としては、実測データを見る限り、スプリング荷重が確保できていなかった点を指摘されました。その荷重の検討についてもシミュレーションで事前に対策・確認することができ、GT-SUITEが有用であると述べられました。

●サイクルシミュレーションによるディーゼル燃焼の過渡性能予測

トヨタテクニカルディベロップメント 株式会社 様

トヨタテクニカルディベロップメント様では、すでにディーゼル燃焼モデルを開発し、軽、中負荷の熱発生を表現できるようになっています。今回は、過渡シミュレーションを行うために、高負荷も表現できるようなモデルを開発されました。そのモデルは、スワール流動による隣接噴霧との干渉が発生し、空気を取り込みが減少することをモデル化することで達成されています。さらには、車両モデル、ドライバモデル、実機ECUと連成し、モード走行シミュレーションを行なっています。このときの過渡のある瞬

間の状態と同等な定常状態を比較すると、吸気圧、ガス温度、O₂濃度が異なっており、これらは、EGRやターボなどの遅れによるものであるため、これからはNO_x予測の精度向上が1つの課題であると締めくくられました。

●GT-SUITE Future Development

Gamma Technologies 社 様

GT-SUITEは現在、“より使いやすく”を目指して開発されています。具体的には、システム全体の開発のためにモデルが巨大化しているため、そのハンドリングをしやすくすることなどがあげられます。さらに、3Dシミュレーション(流体系、構造系)との親和性も深められ、DI燃焼、電気系、冷却系、2相流れ、バルブ機構など様々な機能が追加される予定です。

【GT-SUITE Conference Dayまとめ】

本カンファレンスにてご発表いただいたお客様、ならびにご参加いただいたお客様、誠にありがとうございました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

さて、GT-SUITE V7.3は、日本国内では恐らく年明けの2013年1～2月頃にリリースできる予定です。本カンファレンスでご覧いただいた様々な新しい機能が追加されておりますので、ぜひこれらの機能をご使用いただき、皆様の自動車開発、設計にお役に立ていただければ幸いです。また、ご質問などございましたら、お気軽にお問い合わせください。

(文責:応用技術部 井上 謙)

■FloTHERM Conference Day

シミュレーションや実測などの手法を問わず、“熱設計に使える技術”の最新情報をご紹介している「FloTHERM Conference Day」、今年は「熱設計の最先端と温度予測の精度向上」と題して3つのテーマで講演を構成しました。

1. 最新の熱設計への取り組みと、温度予測シミュレーションツールの最新情報
 2. 温度予測シミュレーションツールの事例と利用技術
 3. 温度予測シミュレーションの精度向上のための各種測定技術
- 最初のテーマでは、熱設計技術構築(デンソー様)と電子機器専用熱流体解析ツールFloTHERMの最新開発情報(Mentor Graphics社様)をご紹介しました。また2つ目のテーマでは、FloTHERMを使った設計事例(富士通様)、半導体パッケージの高精度モデル作成手法のご提案(沖エンジニアリング様)、FloTHERMの利用ノウハウ(弊社)についてご紹介しました。最後

のテーマでは、温度測定技術(電子情報技術産業協会様)、熱物性測定(パテル様)、発熱量測定(弊社技術顧問 国峯)と、主に温度予測シミュレーションの精度向上には欠かせない情報である測定技術についてご紹介しました。



図7 FloTHERM Conference Day会場風景

【各講演の概要】

●基調講演1:素子モデルの特性調査と要因変化に対応できるTj解析方法の確立

～エンジン制御用コンピュータの実用的で高精度な熱解析技術とそのマネージメント～

株式会社 デンソー 様

製品の小型化による放熱技術のニーズの高まりに対する、熱設計技術革新のための戦略とマネージメント手法についてのご説明とともに、解析モデルを高精度化するための実験とシミュレーションのあり方や、半導体パッケージモデルの違いによる精度検証の事例をご紹介いただきました。シミュレーションの導入だけでなく、それを量産フローに組み込むことで業務効率の向上を実現されていることが非常に印象的でした。



図8 FloTHERM Conference Day基調講演1

●FloTHERM最新情報と開発計画

Mentor Graphics 社 様

FloTHERM開発元Mentor Graphics社様のプロダクトマネージャーの一人であるRobin Bornoff氏より、来年リリース予定のFloTHERM V10およびFloTHERM XTの開発計画についてのご報告とともに、同社が提供する過渡熱測定装置T3SterとFloTHERMのコラボレーションについてもご紹介いただきました。



図9 Mentor Graphics社様講演

●実測と解析はなぜ合わない?!

「電子機器の温度測定とCAEのモデル化」セミナーのご紹介

弊社

温度測定に用いられる熱電対やサーモビュアは正しく使わないと大きな測定誤差を含んでしまうことを解説しつつ、弊社技術顧問の国峯が講師をつとめる、温度測定セミナーについてご紹介しました。この講習会は、基本的な温度測定方法を習得する“基礎編”と接触熱抵抗について理解する“自然空冷編”の2編で開催していますので、ご興味のあるお客様はどうぞお気軽にご参加ください。

●FloTHERM適用事例:スーパーコンピュータ「京」の冷却設計 ～構造CAD連携強化による解析モデリング時間短縮への挑戦～

富士通 株式会社 様

スーパーコンピュータ「京」の冷却コンセプトについての解説とともに、解析モデル作成の課題や工数削減のためのツール開発などの話を交え、設計フローにおける段階的な解析の事例をご紹介いただきました。

●T3Sterを利用した半導体パッケージの高精度解析モデルの作成方法

沖エンジニアリング 株式会社 様

Mentor Graphics社様が提供する過渡熱測定器T3SterやX線装置、半導体パッケージの切断、モールド樹脂の除去などの方法を組み合わせて、高精度の半導体パッケージ解析モデルを作成するための手順をご提案いただきました。

●FloTHERM PACKによるDELPHIモデルの作成と精度向上

弊社

FloTHERM PACKによる半導体パッケージの解析モデル作成について、多抵抗モデルの1つであるDELPHIモデルの解説を行うとともに、DELPHIモデルの精度向上についてのアイデアをご紹介します。

●FloTHERMによるフィードバック制御シミュレーションのご紹介

弊社

現在のFloTHERM V9.3ではできないフィードバック制御の過渡解析を実現する方法をご紹介します。コマンドセンターのシナリオファイルとExcelのVBAを用い、モニター点の温度や速度の情報を使って部品の発熱やファンのON/OFFを制御することができます。

●基調講演2:物の温度を測るには、その温度は正しいですか？

一般社団法人 電子情報技術産業協会 半導体パッケージ技術小委員会 様

半導体パッケージ技術小委員会の中の半導体実装・製品技術専門委員会 集積回路パッケージサブコミティ 熱特性タスクフォースがまとめた、熱電対を用いた温度測定に関する注意点についてご紹介いただきました。シミュレーションの比較対象となる温度測定のノウハウについては大きな関心事の1つであったため興味深い内容となりました。



図10 FloTHERM Conference Day基調講演2

●シート状材料および微小材料等の機能性材料の熱伝導率測定方法

株式会社 ベテル 様

微小領域や薄膜の熱物性値の測定が可能なThermal Microscope TM3と、厚み方向と面内方向の熱伝導率の測定が可能なサーモウェーブアナライザーの測定原理および測定事例をご紹介します。

●発熱量を正しく把握できていますか ～解析精度は発熱量の精度にかかっています～

弊社 技術顧問 国峯尚樹

はじめに熱設計とサーマルマネージメントの違いと熱設計を取りまく課題について触れたあとに、電子機器の消費電力はどう考えるかという発熱量のとらえ方の解説を交え、新たに開発した発熱量測定装置の原理についてご紹介しました。



図11 弊社技術顧問 国峯尚樹

【FloTHERM Conference Dayまとめ】

今回は、過去のカンファレンスでのアンケートにおいて、最も要望の多かった“発熱量の予測(測定)”に関する内容を、ついに皆様にご紹介することができました。毎年お伝えしていますが「FloTHERM Conference Day」は、熱設計に関するシミュレーションの担当者様だけでなく、電子機器に関わるすべてのエンジニアの方に有益な情報をご提供できるような“熱設計の総合カンファレンス”を目指しています。来年のカンファレンスでお聞きになりたい内容があればぜひ弊社スタッフへお伝えください。お待ちしております。

(文責:熱設計技術部 中嶋 達也)

■おわりに

今回の各カンファレンスには、それぞれ過去最高のご出席者様をお迎えすることができ大変うれしく存じます。カンファレンスごとにテーマやストーリーを設けて、一度、カンファレンスをご覧いただいても、また来年、再来年と継続してご参加いただけるようにプログラムを構成しています。CAE分野における様々なトピックスを、タイムリーかつ適切にお伝えできるよう今後も内容の検討を重ねてまいります。

準備・運営にあたっては不行き届きのところがあり、お客様にはご迷惑をおかけすることがあったかと存じます。末筆ではございますが、この場をお借りいたしまして、謹んでお詫び申し上げます。

本カンファレンスにご興味のお持ちの方は、資料請求を随時受け付けております。以下のWebサイトからお申し込みくださいますようお願いいたします。

<http://www.idaj.co.jp/icsc2012/>

(文責:営業部 中井 公子)

＞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/>

「2012 European GT-SUITE Congerence」参加のご報告

■はじめに

今年のGT-SUITEユーザーカンファレンスは、10月にフランクフルト、11月にデトロイト、横浜、上海において開催されました。本稿では、2012年10月22日にフランクフルトで開催されたヨーロッパでのGT-SUITEユーザーカンファレンスについてご報告させていただきます。イタリア、フランス、ドイツ、イギリスを始めとする欧州のユーザー様を中心に、本カンファレンスへの参加者は350名を超え、参加者は年々増加しています。このため、一昨年からエンジンに関わるセッションと、エンジン以外のセッション（熱マネ、廃熱回収他）の2セッションを平行して開催していますが、特に今年はエンジン以外のセッションに参加される方が増えていることが印象的でした。エンジンだけでなく、その他の分野におけるGT-SUITEのご利用が世界的に拡大していることを感じます。

さて、前置きはこのくらいにして、ここからは各発表の概要についてご紹介します。一部発表資料が非公開のものがございますがご容赦ください。

■発表内容

●Integrated Simulation of Thermal Management and Emission Control for Hybrid Electric Vehicle

株式会社 日産自動車 様

日産自動車様には、昨年、一昨年とフランクフルトでご発表いただいておりますが、今年は、昨年ご発表いただいた、ハイブリッド車の熱マネに関するご発表のアップデートです。昨年のご発表の最後に、今後の取り組みとして、後処理や、バッテリーのシミュレーションと熱マネの組み合わせを挙げられていましたが、今回は昨年のモデルに、後処理、特にアイドルストップからの復帰時のA/Fの制御や、GT-SUITE V7.3から追加されるリチウムイオンバッテリーモデルと熱マネモデルを追加されていました。後処理モデルでは、アイドルストップからの復帰時にNOxの増加を抑制するために、O₂ストレージの改善が必要で、このために、リッチスパイクを短く、回数を増やした方が効果があるといったケース・スタディの結果をご発表されました。リチウムイオンバッテリーモデルでは、実際に充放電を繰り返した実測結果とシミュレーション結果を比較されています。

●Friction and Heat Transfer Effects on Turbocharger Modeling

FEV 社様

FEV社様では、ここ数年の本カンファレンスにおいて、ターボの実測とモデルについて特に注力していると発表されています。それだけ、ヨーロッパでは、ダウンサイジング過給エンジンに対して関心が高いといえます。タービン、コンプレッサーをそれぞれ単体で、ホットガス、コールドガスの条件において、各部の温度、軸トルクを正確に測定できる機器を開発されているため、今回はこの測定機器を使用して、実測結果から新しい考え方（計算式）を導き、タービン効率をタービン-コンプレッサーの熱伝導の関数として捉えています（図1）。タービンからコンプレッサーに渡る熱量のモデル化は、日本でも盛んに行われていますが、図2の実測結果からも、伝熱量を考慮する必要があることは明らかです。

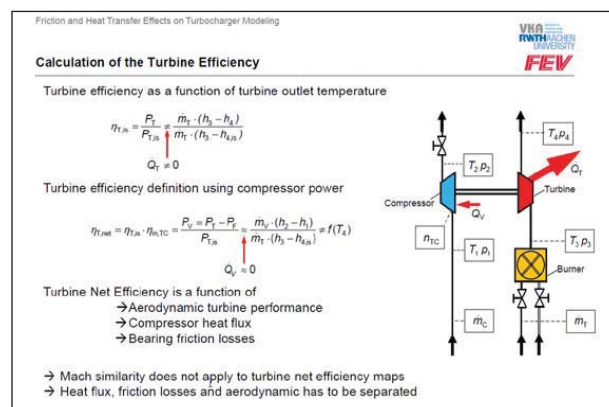


図1 FEV社様 タービン効率計算式

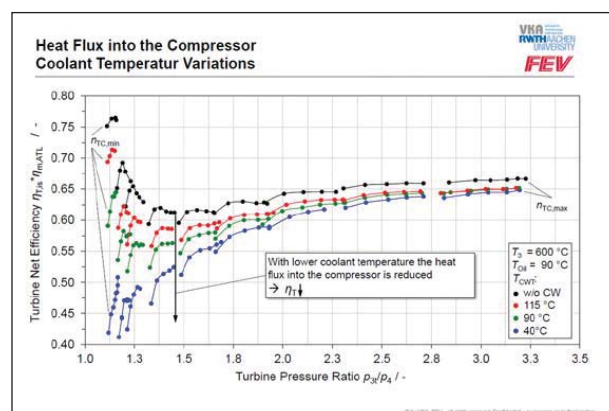


図2 FEV社様 タービン効率実測結果

また、フリクションに関しても単体での油温違いで測定されています(図3)。同社では、これらを踏まえて、GT-SUITEにターボの熱モデル、フリクションモデルを実装されていました(図4)。

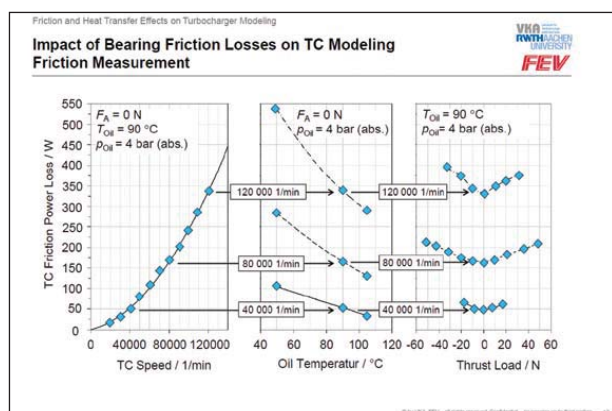


図3 FEV社様 タービンフリクション

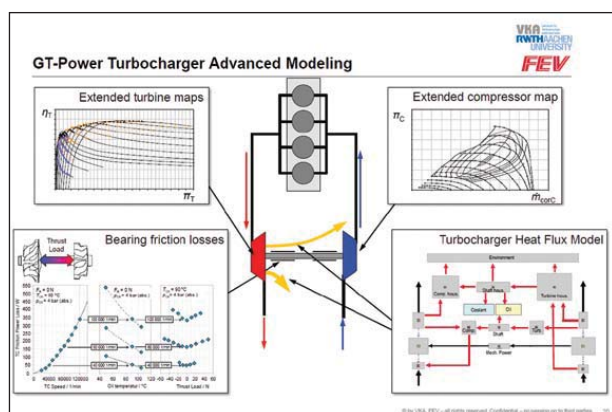


図4 FEV社様 GT-SUITEモデル

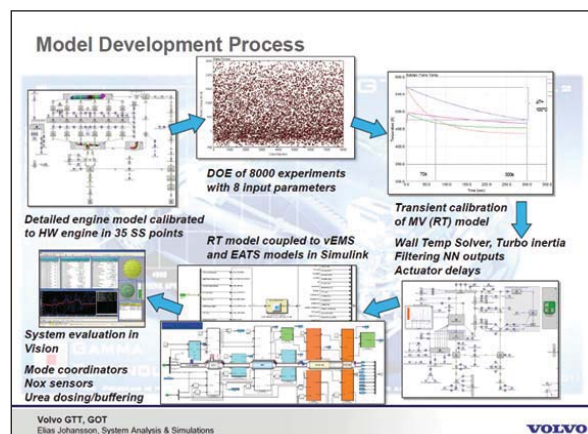


図5 VOLVO TRUCKS社様 システム

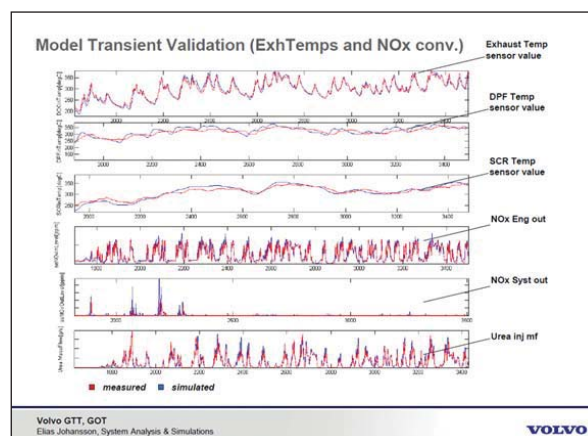


図6 VOLVO TRUCKS社様 シミュレーション結果

●GT-SUITE V7.3 Features-Part 1

Gamma Technologies 社様

V7.3のGUIに関する新機能を、デモを交えてご紹介しました。こちらは、日本でのカンファレンスの内容と重複しますので、ここでは割愛させていただきます。

●Real Time GT-POWER Simulation for Emissions Prediction for Hardware Verification

VOLVO TRUCKS 社様

VOLVO TRUCKS社様では、EURO VIや、様々なモードへの適用のために、ETAS社のHILシステム上でGT-SUITEをご利用されています。今回は、自社で開発したMATLAB/Simulinkの後処理モデルと、尿素噴射の制御ロジック、これにGT-SUITEのエンジンモデルを組み合わせてHILS上でシミュレーションを行っています。このモデルでは、GT-SUITEのNN(Neural Network)エンジンモデルと壁面温度ソルバーをあるモードで適合した結果、WHTCなどの新しいモードでの机上実験が可能になりました。

●Investigation of a Coolant Circuit with Controlled Water Pump

DEUTZ 社様

DEUTZ社様の6.1Lコモンレールディーゼルエンジンでは、全負荷の状態では、冷却水ポンプやファンが全体のエネルギーの7.5%を使用しています。そこで、ポンプ、ファンの制御を変更することで、これらに要するエネルギーを減らすことが可能であると考えられます。この検討のために、詳細なW/Jを含む熱マネモデルをGT-SUITEで作成されました(図7)。目的は、冷却水の水温だけでなく、エンジン構造物の温度を正確に計算することです。作成したモデルをベースに、構造物温度の最大値を下回る範囲内で、ポンプ、ファンをF/B制御した結果、制御ゲインは可変になりましたが、結果として、定常では0.5%から2.4%のポンプ、ファンの駆動エネルギーを減らすことが可能であることがわかりました(図8)。

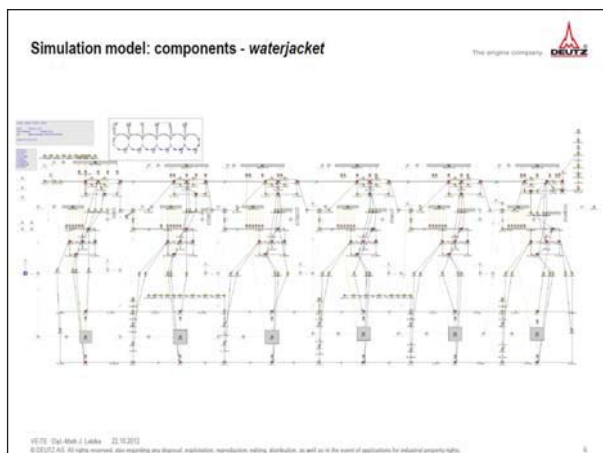


図7 DEUTZ社様 エンジン熱マネモデル

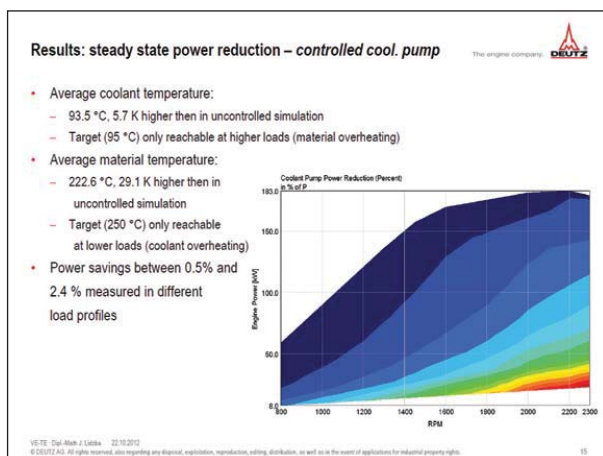


図8 DEUTZ社様 検討結果

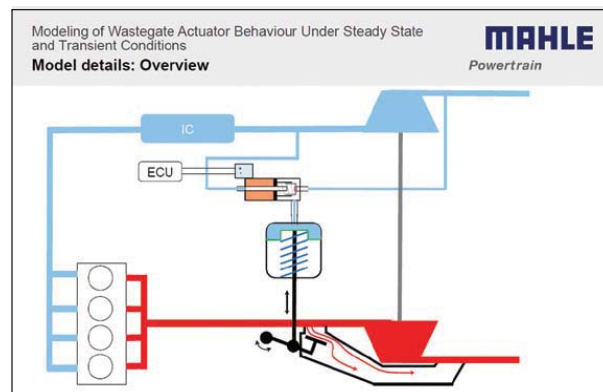


図9 MAHLE Powertrain社様 W/Gシステム図

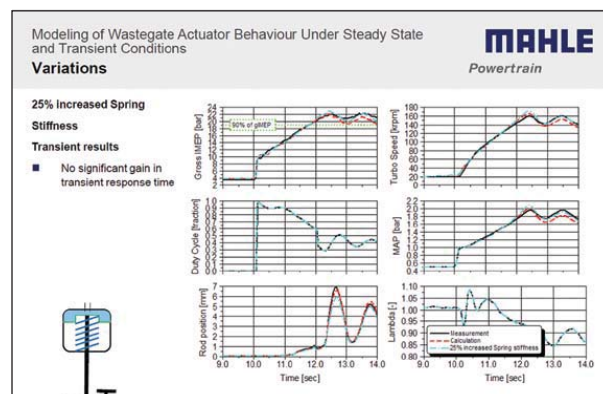


図10 MAHLE Powertrain社様 過渡結果

●Modeling of Wastegate Actuator Behavior Steady State and Transient Condition

MAHLE Powertrain 社様

タービンのウエストゲートアクチュエータの詳細をGT-SUITEでモデル化された、少し珍しい事例です。MAHLE Powertrain社様のウエストゲートアクチュエータでは、電磁駆動されるBoost Solenoidを開閉することで、アクチュエータにコンプレッサー圧をかけて、ウエストゲートを開閉します(図9)。このようなシステムであるため、モデル化には、流体圧(コンプレッサー圧)と機械力を連成して計算する必要があります。また、実際のウエストゲートでは、形状が3次元的であるので、ウエストゲートについては3D CFDを実行し、この結果からアクチュエータ位置に対する流量係数を算出されています。このモデルを使用して、定常、過渡のシミュレーションを実行し、よく一致したモデルから、アクチュエータのスプリング力を変更して効果を確認されました(図10)。

●Increasing the Downsizing Level in Combination with Reduced Fuel

PORSCHE Engineering 社様

PORSCHE Engineering社様は、ご承知の通り、高出力のエンジンを開発されていますが、もちろん燃費と無縁ではありません。本事例では、2.9L NAエンジンと比較して、2.0L/1.6Lの過給エンジン、さらに1.6Lでは、メカアシスト、2ステージターボについてモデル化し、燃費に対する効果を検討されています。結果、2.9L NAに対して1.6L TCでは、モード燃費で25%以上向上させることができました。また、ターボエンジンではタービン入口温度を下げるために、A/Fをリッチにする制御をされていますが、これは燃費向上の妨げとなるため、CooledEGR等を検討されています。実車に載せようとする問題はありそうですが、排気温度を下げるために、排気マニホールドの材質や、吸気マニホールド、または筒内に水を噴射した場合の効果を確認されたことは、非常に興味深い研究だと思います。

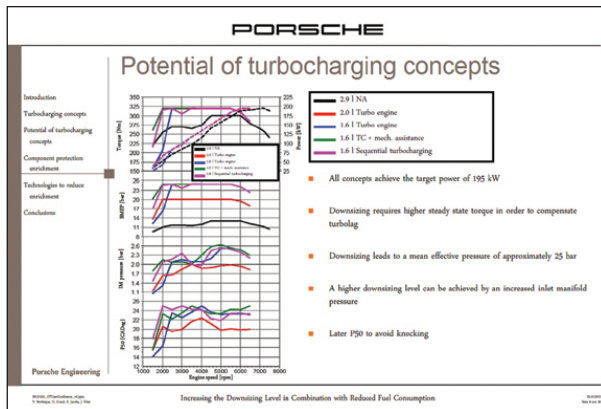


図11 TCコンセプトのポテンシャル

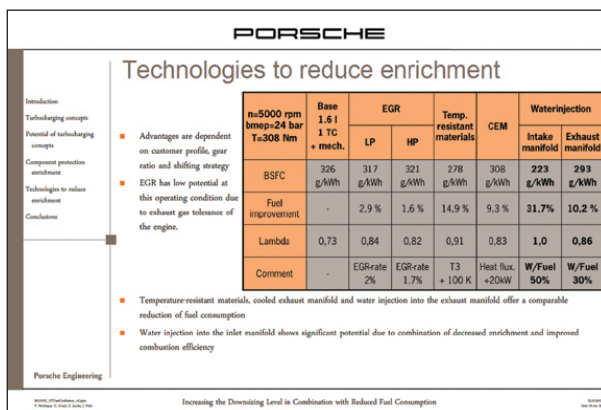


図12 PORSCHE Engineering社様 検討結果

●Computational Analysis of Internal and EGR Strategies for a two Stage Turbo Charged Medium Speed Marine Diesel Engine

TRINO 大学 様

船舶用ディーゼルエンジンの事例です。GT-SUITEのモデルは、ディーゼル燃焼モデルとしてDI Jetモデル、NOxは拡張ゼルドビッチモデルを使用して、吸気弁の早閉じの効果を検討されています。吸気弁早閉じのミラーサイクルを使用した場合には、ガス温度を下げる事ができるためにNOxに対して効果があります。しかし、排気圧が吸気圧よりも低くなるために、通常ではEGRを入れることが困難です。そこで、2ステージターボの高圧タービン前から、低圧コンプレッサー後、高圧コンプレッサー後、排気ガスでプロアを駆動してEGRを吸気に送るEGRターボチャージャー、排気圧を上げてEGRを入れる4つの方法を検討されています。結果的に、BSFCとNOxに対して最も良いのは、排気圧を上げる方法ですが、この方法では、タービン入口温度が上がってしまうので、EGRターボチャージャーが最も有望であると述べられました。

●Optimization of a Jacket Water Circuit of Type6 Stationary Gas

GE JENBENCHER 社 様

1万世帯に電力を供給可能な24気筒の2ステージターボガスエンジンの事例です。現行機種では、22barBMEP@1500rpmの出力で発電効率が45%に達します。そこで、さらに出力を上げ24barでかつ効率を46%以上に高めるために、エンジンの冷却水量の気筒毎のパラツキを減らす手段を検討されました。これを実現するために、GT-SUITEでW/J内の流路を詳細にモデル化されています。ベースの状態では、一つのポンプから並列にならんだABバンクに向けて冷却水を流していました。もちろんこれでは、偏りが生じますので、これを2つのポンプに並列に流す形式に変更するとABバンクの偏りはなくなりますが、フロント-リアの偏りは解消しません。最終的には、ベースのような片流しのレイアウトにポンプを2つ付けることで偏りは解決されましたが、これにいたるまでにGT-SUITEモデルを使用して、様々な検討を行い、最適解を見つけています。

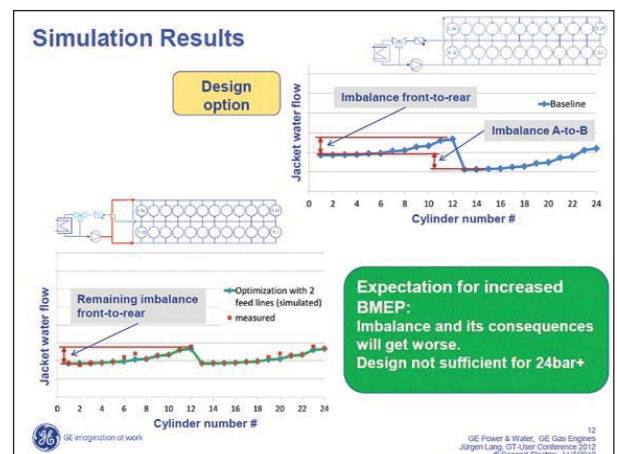


図13 GE JENBENCHER社様 ベース結果

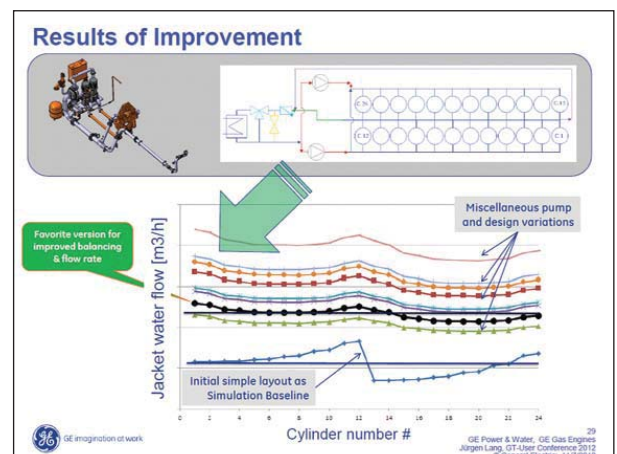


図14 GE JENBENCHER社様 最適化結果

●Control Engineering with a Transient Model of a Fuel Cell Coolant

DAIMLER 社 様

燃料電池スタックの能力を最大限に発揮させるには、通常のエンジン以上にきめ細やかな温度制御が求められ、過渡での応答が問題になります。このためB-Classの燃料電池車の冷却水温制御のために、GT-SUITEで燃料電池スタック冷却水回路と、メイン、サブ×2のラジエータ、ファンなどをモデル化し、燃料電池スタックに供給される冷却水温、流量の制御を、マップベース、PID、モデルベースの制御ロジックを使用して、それぞれの利点、欠点を検討された事例です。

●Automation of Thermal Management Simulation

BMW 社 様

BMW社様では熱マネのモデル化にGT-SUITEを利用されていますが、数多くの熱交換器やポンプなどの部品をモデル化する必要があります。またこれらの単体データは、サプライヤから供給されるので、データの書式などもまちまちです。一方で様々な車種、仕向け（輸出先）に対応するために、その都度、部品の組み合わせを検討する必要があります。様々なデータを統合して、モデル作成と結果の評価を短時間で行うために、同社では、GT-SUITEモデルをモジュール化して入れ替え可能な状態で管理されています。サプライヤからのデータはエクセルの決まった書式に記入して、ここからプログラムでデータ品質のチェックと、GT-SUITEモデルへの変換を実現しています(図15)。また、これらのデータは一元管理され、車両の仕様書からシミュレーション、結果データの共有などが行えるシステムを構築されています(図16)。熱マネのモデルは、多数のデータのハンドリングが必要で、ミスが生じやすく、また、単体の実測データの中には、物理的に辻褄の合わないデータが含まれることもしばしばあります。多数の車種に渡ってシミュレーションが必要な場合には、非常に有効なシステムだと思います。

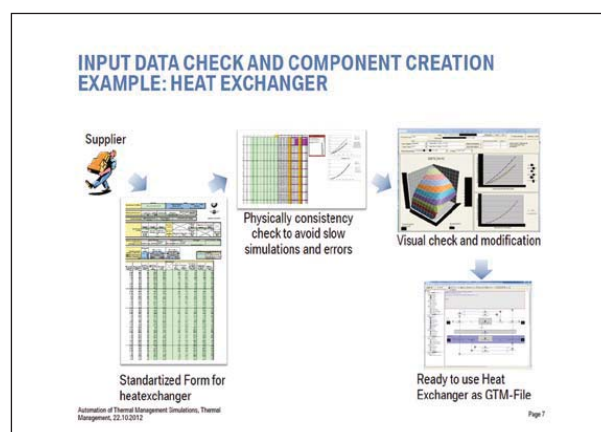


図15 BMW社様 部品データの入力シーケンス

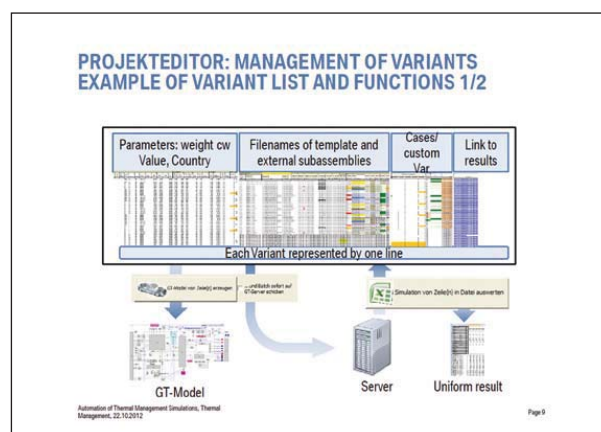


図16 BMW社様 データフロー

●Heat Pump System Modeling with GT-SUITE

IAV 社 様

HEVやPHEVでは、EVモードでエンジンが起動しないため、キャビンの暖房用の熱量が不足しますが、電熱ヒーターを使用するとAER(EV走行可能な距離)が短くなります。電熱ヒーターをなるべく使用せずにキャビンの不足熱量を補う手段として、エアコン用の冷媒回路をヒートポンプとして使用し、熱量をキャビンで使用方法が有効です。IAV社様はこのシステムを使用しモデル化を検討するために、GT-SUITEで図17のような冷媒システムのモデルを作成されています。コンデンサー、エバポレータ等の熱交換器とコンプレッサーは、単体でバリデーションがなされています。このモデルを実測と比較した結果のコンプレッサー動力が図18です。その他ヒーターコア、ラジエータの伝熱量も良く一致しました。今後は、キャビンモデルを追加し過渡での応答を確認される予定だそうです。

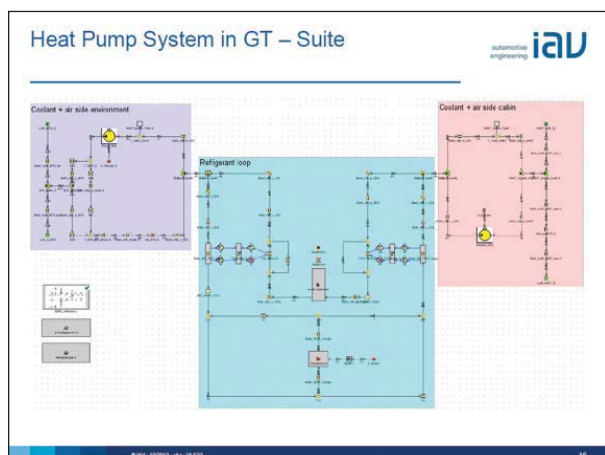


図17 IAV社様 ヒートポンプシステム

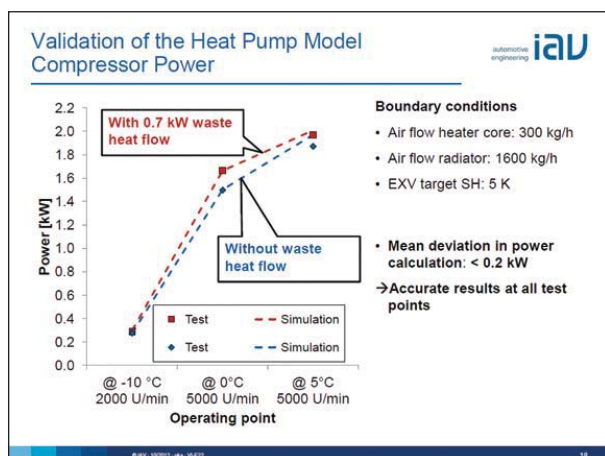


図18 IAV社様 計算結果の比較

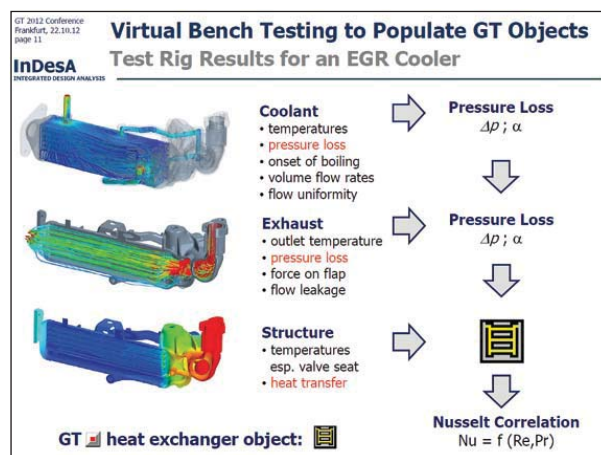


図19 INDESA社様 3D/GT概要

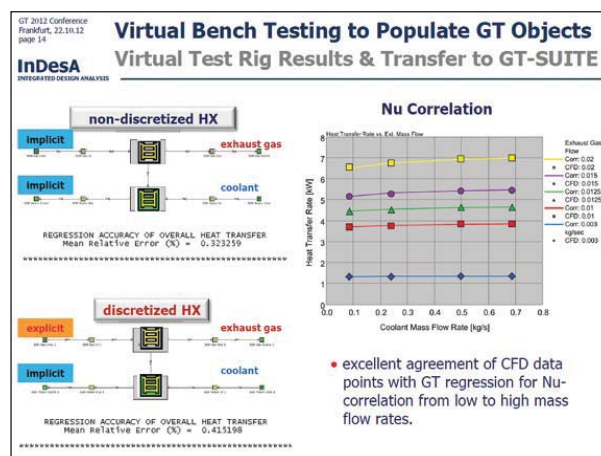


図20 INDESA社様 3D/GT結果比較

●Virtual Bench Testing of Ancillary Components to Populate GT-ISE Objects for OEM Library

INDESA 社様

前述のBMW社様の例にもあるように、熱マネのモデルでは多数の部品の特性データが必要です。これらの単体データは一般的にはサプライヤからOEMメーカーに供給されますが、例えばEGRクーラーなどの単体試験では、排気ガス部分は、温度のバリエーションが少なく、かつ実際のエンジンのように脈動した条件下では測定されませんので、当然、実際の条件では熱特性等が異なります。このためINDESA社様では、3D CFDを用いて、定常流、脈動流下で計算を実行し、その結果からGT-SUITEモデルライブラリを作成するというサービスを提供されています。3D CFDにはSTAR-CCM+を使用し、脈動については、GT-SUITEエンジンモデルの結果から入力します。これにより、実際の試験環境よりも精密なVirtual試験環境を実現することができます。

●DOC Modeling Aftertreatment Study

PSA 社様

GT-SUITEでエンジン+DOC+SCR+DPFモデルを作成して、各種の既存モードでコリレーションし、WHTCモードでのテールパイプ出のエミッションを検討された事例です。DOCモデルでは、HCのゼオライトに対する吸着をモデル化されています(同様の反応モデルがV7.3のExampleにあります)。

●Dynamic Hybrid Simulation-Comparison of Different Approaches in HEV modeling

IVK Stuttgart 社様

エンジンやバッテリーなどの各コンポーネントを、HEVモデルを使用して、マップベースと動的なレスポンスのモデル(エンジンにはFRM、バッテリーには動的バッテリーモデル)を比較し、モードごとにどういった差異が生じるかを確認された、モデル化の検討としては非常に興味深い事例です。まず、HEVでハイブリッド比率 $HR = PEM / (PICE + PEM)$ を横軸、縦軸にCO₂排出量をとると、単調に変化するのではなく、最小点を持つ曲線になり、か

つ、最小点は走行モードによって異なることがわかりました。次に各走行モードでのKinematicモデルとDynamicモデルを比較すると、NEDCのような比較的単調な速度プロフィールでは差異が小さいのですが、ALTEMIS URBANのような実走行モードに近いプロフィールでは、両者の差異が大きくDynamicモデルが必要であることがわかりました。

●Knock Analysis and Prediction : Application to Motorcycle Engines

株式会社 本田技術研究所 様

GT-SUITEのノックモデルを用いてモーターサイクル用エンジンのノックのシミュレーション結果と実測を比較された事例です。本発表は、日本でのカンファレンスでもご発表いただいておりますので、ご紹介は割愛させていただきます。

●Thermal-hydraulic Simulation of a CR Injector to Predict Critical part Temperatures

CONTINENTAL 社 様

CONTINENTAL社様では、ピエゾ素子を使用したディーゼルエンジン用の高圧インジェクターを開発されています。高圧による高温化や、液体がスロート部分を圧力差のある状態で流れるために摩擦が生じ、これによって発生する大きな熱量は、ピエゾ素子にダメージを与える可能性があります。これを検討するために、GT-SUITEで高圧インジェクターの流路のみでなく、構造部分についても“かなり”詳細にモデル化をされています。結果として、実測温度との誤差が5度程度で良くコリレーションすることができ、今後も様々な検討に使用されると述べられました。

●Simulation of the Tail-Pipe Emission for Heavy Duty Diesel Engine in GT-POWER

MAN TRUCK 社 様

大型のディーゼルエンジンの事例です。注目されているのはテールパイプ出のエミッションで、モデルとしてはディーゼルの予測燃焼モデルDI Jetモデルを使用し、これに後処理系のモデルを接続されていました。DI Jetモデルは、熱発生を実測に同定したので、BSFC、NOxとも良く一致しています。後処理のモデルではSCRのアンモニアのストレージ効果をモデル化するために、定常の条件で一定の尿素を一定時間噴射、停止してテールパイプでのNOx浄化率を実測に合うように反応パラメータを調整されています。この同定済のモデルを使用して、SCR前のパイプ長やインシュレーターを変更し、いくつかのケースを検討した結果

を発表されました。また、このモデルからNN(Neural Network)エンジンモデルを作成して高速実行させることにより、より多数のケース・スタディを実行されています。

●GT-SUITE V7.3 Features-Part2 & Future Developments

Gamma Technologies 社 様

V7.3のソルバーと、V7.3以降の開発計画についてご紹介しました。これは、日本でのカンファレンスの内容と重複しますので、ここでは割愛させていただきます。

■最後に

GT-SUITEヨーロッパカンファレンスについて、概要のみとなりましたがご紹介させていただきました。

今回、特に興味深かったのは、エンジンが関係するご発表では、全て、2ステージターボでの過給エンジンが対象となっていた点です。数年前からこの傾向が進んでいることは実感していましたが、エンジンのサイズが1.6Lから20L超、燃料はガソリン、ディーゼル、ガスと多様であるにも関わらず、2ステージターボのみが検討対象に挙げられたということは、ヨーロッパにおけるダウンサイジング過給に対する取り組みが非常に盛んな証拠であると考えられます。

本カンファレンスは、毎年、前日の夜にはパーティーが開かれ、休憩時間は午前中、昼、午後と3回、しかも1時間半ずつスケジュールされています。日本ですと少し手持ちぶさたになりそうですが、こちらでは、この時間を利用してOEMメーカー、サプライヤ、コンサルティング各社とユーザー様が活発に議論、情報交換をされていました。日本での弊社のカンファレンスも、このようにユーザーの皆様の情報交換の場として、ご活用していただけるように取り組んでいきたいと思っています。

本稿の詳細等については、GT-SUITEのサポート窓口(gt@idaj.co.jp)、もしくは弊社の営業担当(info@idaj.co.jp)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ご連絡ください。

(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/

「GT-SUITE V7.2 メカフリクション予測セミナー」開催のご報告

■ はじめに

去る8月～10月に、GT-SUITE V7.2メカフリクション予測セミナーを開催しました。このセミナーでは、最近のGT-SUITEで開発が進んできたメカフリクションの予測モデルについて、モデルの概要説明に実習を交えて紹介しました。

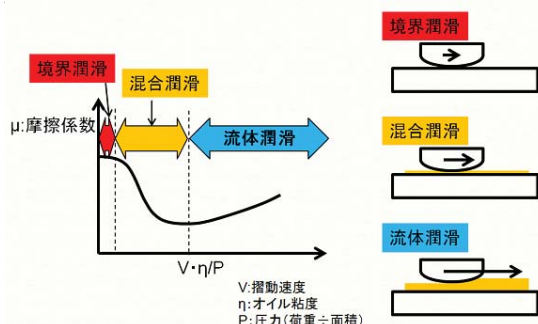
GT-SUITEを使ってフリクション予測を行う上での足がかりをご提供できればと考え、モデル入力値を変更した計算結果にも多く触れていただきました。幸い、お申込み開始直後から多くのお客様にご興味をお持ちいただき、9月～10月にかけて追加開催を2度行うほどの人気セミナーとなりました。ご参加いただいたお客様、ご興味をお持ちいただいたお客様には改めてお礼を申し上げます。

以下に、セミナー内容の概略をご紹介します。

■ メカフリクション予測セミナーの概略

1. ストライベック線図

はじめに、摺動面の潤滑状態を表す指標として有名なストライベック線図をご紹介します。これは、荷重に比例し、摺動速度・受圧面積・(オイル)粘度に反比例する値を取ると、摩擦係数の増減を整理できるというものです。いわゆる混合潤滑(油膜切れ)状態から、流体潤滑(油膜に浮いている)状態までを系統的に理解することができます。



GT-SUITEには、オブジェクトによって数種類の摩擦モデルを使い分けられますが、それぞれのモデルが表現することのできる(計算結果に影響を与える)潤滑状態を理解することが大切です。

2. 数値モデル

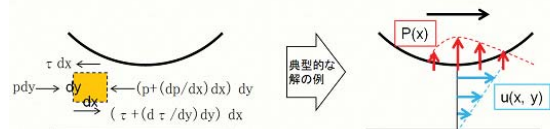
GT-SUITEでは、摩擦モデルとして大きく次の4種類の数値モデルが使用されています。

(1) 油膜HDモデル

✓ 油膜HDモデル

=レイノルズ方程式モデル

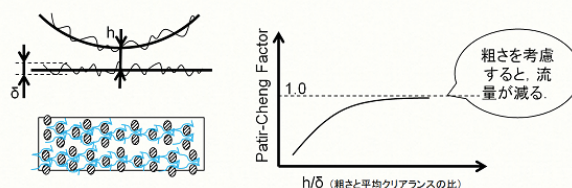
⇒非圧縮、層流、慣性力無し、膜厚方向には圧力一定と仮定し、圧力(と流速)分布が求まる



(2) Patir-Cheng係数によるHDの補正

✓ Patir-Cheng係数によるHDの補正

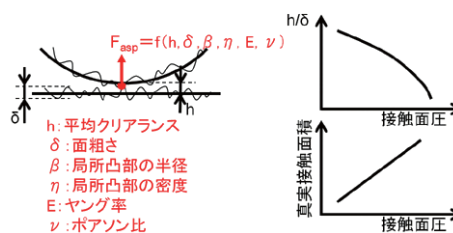
⇒油膜厚さ(平均クリアランス h)が面粗さ δ に接近した時の流量の補正を行う



(3) Greenwood-Trippの固体接触モデル

✓ Greenwood-Trippの固体接触モデル

⇒油膜厚さ(平均クリアランス)が面粗さに接近した時の固体接触荷重の予測を行う



(4) 線接触・点接触EHDモデル

✓ 線接触・点接触EHDモデル

⇒固体表面の弾性変形と潤滑油粘度の高圧力下の粘度増大を考慮

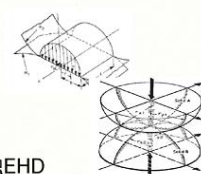


• Dowson-Higginsonの線接触EHD

$$h_{min} = 2.65 \cdot R \cdot \frac{G^{0.54} U^{0.7}}{W^{0.13}}$$

• Hamrock-Dowsonの点(楕円)接触EHD

$$h_{min,F} = 3.63 \cdot R_s \cdot U^{0.68} G^{0.48} W^{-0.073} (1 - e^{-0.684})$$



3. GT-SUITEのテンプレートと摩擦モデル

では、先の数値モデルが、GT-SUITEのオブジェクトにそれぞれどのように実装されているかをみてみましょう。

(1) 流体潤滑ベアリング

流体潤滑ベアリングは、JournalBearingオブジェクトで油膜の挙動をモデル化することができます。このオブジェクトでは、レイノルズ方程式(HDモデル)に基づいたFE解析と同等の結果が得られる、MobilityまたはImpedanceという手法で、高速に軸心の動的な軌跡を求めることができます。また、油膜厚さが表面粗さに接近すると、Greenwood-Trippの固体接触モデルによって、固体接触荷重に応じた摩擦力が発生します。これによって、混合潤滑域、境界潤滑域に達したベアリングの摩擦増大が再現されます。

また、JournalBearingオブジェクトでは、オイル流量の計算と、これに依存した油膜内の油温も計算することができます。油温によって粘度が変化し、結果的に軸心軌跡も影響を受けることになります。

(2) ピストンリング

ピストンリングは、リングとボア(シリンダーライナー)の摺動面を2次元のHDモデルで解析することができます。与えられたリングプロフィールとボアで挟まれる油膜部分に対し、有限差分法で解きます。油膜の圧力とリングテンションの釣り合いに、入力値として与えるボアの変形が加味され、油膜厚さや摩擦力が予測されます。このときに使用するテンプレートは、PistonRingオブジェクト、RingCylConnオブジェクトで、V7.2のBuild#4以降で使うことができます。

また、V7.3からはピストンスカート部分の摩擦についても予測的な計算を行うことが可能です。ピストンスカートについては、モデルリリース初期にはHDモデル(つまりスカートを剛体と仮定する)ですが、将来的にはEHD(剛性を考慮する)に計算内容を拡張する計画もあるようです。また、ボアの変形の入力についても、市販の3D-FE解析ソフトウェアの結果をGT-SUITEの入力値として簡単に与えることができるように、インターフェースが追加される計画です。

(3) カム-フォロワ

カム-フォロワ接触部分には、Contact2Dオブジェクトが使用されますが、このオブジェクトでは設定により、EHDの計算を行うことができます。特に、直打式のカム-フラットフォロワ(リフター)の摺動部分は摩擦が大きいため、モデルによって摩擦力を予測することは興味深い検討対象といえるでしょう。

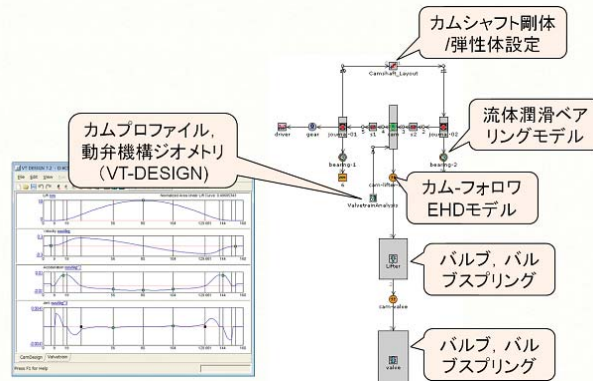


図3 動弁系モデルの中の摩擦モデル

■ おわりに

GT-SUITEは、自動車のパワートレインをシステムとして解析することを目指して開発されています。従来は、入力値として扱われることが多かった機械損失についても、開発初期に予測的なモデルを使用しておおまかな机上検討を行うことができるように、各種の摩擦モデルが実装されてきました。さらに、最近になってピストン回りの摩擦モデルの開発が行われてきたことで、エンジンまわりの摩擦については、主要な部分を全て予測的なモデルでカバーできるようになりましたので、ぜひ、これらのシミュレーションモデルをご活用ください。ご意見ご質問等がございましたら、お気軽に弊社営業部(info@idaj.co.jp)またはGT-SUITEサポート窓口(gt@idaj.co.jp)へご連絡いただければ幸いです。

(文責:応用技術部 熊谷 知久)



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/

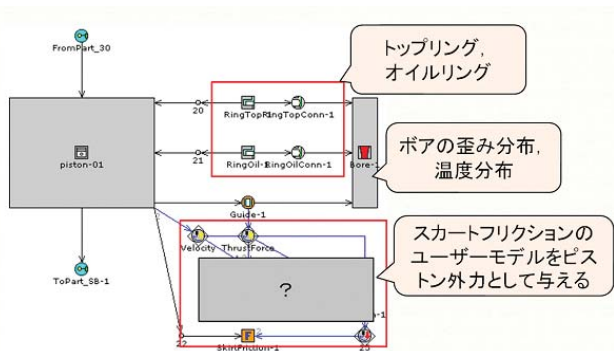


図2 ピストンの摩擦モデル

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。

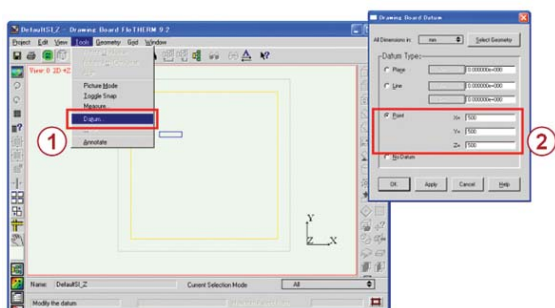
対象ソフトウェア: FloTHERM

指定したポイントを基準に部品を回転させる方法

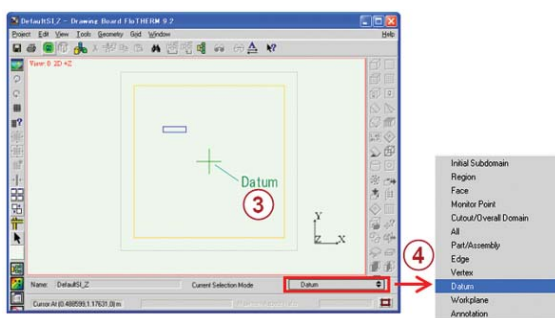
Q “Rotate” 機能で部品を回転させる際、部品の中心を軸に回転させることはできますが、他の位置を軸に回転させることはできますか。

A 以下の手順にて “Datum” を設定することで、任意の位置を軸にオブジェクトを回転させることができます。

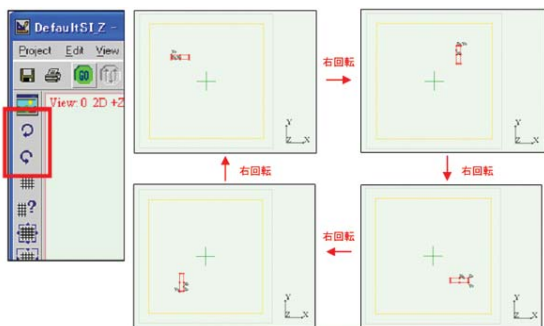
1. Drawing Boardのメニューで、[Tool]から[Datum]を選択します。(①)
2. “Drawing Board Datum” のダイアログで[Point] を選択し、軸としたい位置を入力します。(②)



3. 指定した位置にDatumが表示されます。(③)
4. “Current Selection Mode”を[Datum]に変更すると、Datumの位置をマウスで移動させることもできます。(④)



5. この状態でオブジェクトを選択して回転させると、オブジェクトはDatumを軸に回転します。



(FAQ番号:2012-04-13-005)

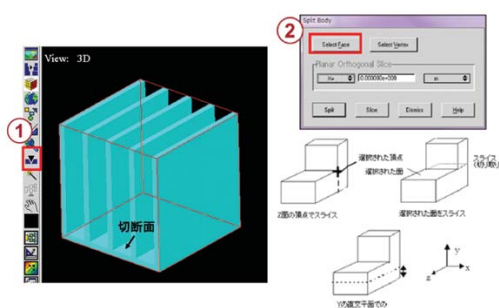
対象ソフトウェア: FloTHERM

FloMCAD BridgeでCAD形状を切断する方法

Q FloMCAD Bridgeで単一のCAD形状を任意の面で切断する方法を教えてください。

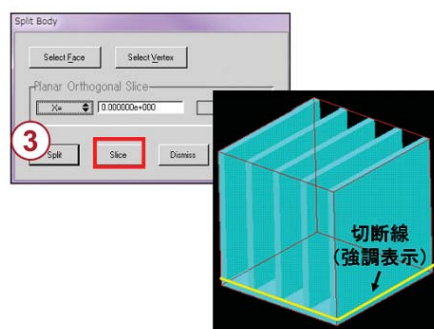
A 切断したい形状を選択し、“Split Body”ダイアログで切断面を選択することで切断できます。

1. FloMCAD Bridgeで、切断したいBodyを選択し、[Split Body]を選択します。(①)
- “Current Selection Mode”を[MCAD Body]にします。
2. [Select Face] を選択し、切断したい面をクリックします。(②)

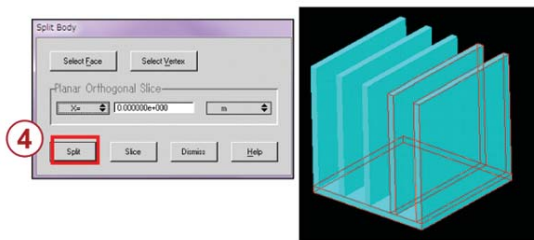


切断面の選び方は、Bodyの面を指定する[Select Face]の他に、頂点を指定する[Select Vertex]と、[Planar Orthogonal Slice]で切断面の座標を直接入力する方法があります。

3. 切断面を選択した状態で[Slice]をクリックすると、Bodyの切断面が表示されます。(③)



4. [Split] をクリックすると、Bodyが切断され、複数のBodyが作成されます。(④)



(FAQ番号:2012-04-04-003)

対象ソフトウェア: FloTHERM

FloMCAD BridgeでCAD形状を結合する方法

Q FloMCAD Bridgeで、複数のCAD形状を1つの形状として結合する方法を教えてください。

A 以下の手順で形状を結合できます。

1. “Current Selection Mode” を [MCAD Body] に設定します。
2. Ctrlキーを使用し、結合したい形状を複数選択します。
3. メニューバーから [Tools] > [Unite Bodies] を選択します。

(FAQ番号:2012-04-04-004)

対象ソフトウェア: FloTHERM

Rsurf-Solidに inputs する値の求め方

Q 固体間の接触熱抵抗を “Surface Finish” の Rsurf-Solid で設定したいのですが、Rsurf-Solidに inputs する値はどのように求めればよいのでしょうか？

A Rsurf-Solidは以下の内容で計算できます。

○シート情報を元に設定する場合

$$R_{surf} - Solid = t / \lambda$$

t : シート厚 [m]

λ : 熱伝導率 [W/(m・K)]

○既知の接触熱抵抗を設定する場合

$$R_{surf} - Solid = R \times A$$

R : 接触面全体の熱抵抗 [K/W]

A : 接触面積 [m²]

(上記の Rsurf-Solid の単位は [K・m²/W] です。)

Rsurf-Solid は単位面積における熱抵抗です。

接触面積が変わると、面全体の熱抵抗の値も変わりますのでご注意ください。

(FAQ番号:2012-08-17-006)

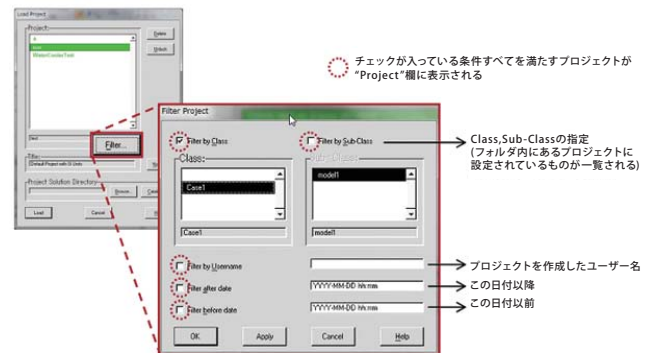
対象ソフトウェア: FloTHERM

Load画面に表示されるプロジェクト名の絞り込み

Q ひとつのフォルダにたくさんのプロジェクトを保存しているため、プロジェクトを読み込む際の “Load Project” ダイアログの Project 欄にたくさんのプロジェクト名が表示されます。条件によって表示するプロジェクトを絞り込むことはできますか。

A 可能です。 “Load Project” ダイアログに表示されている [Filter] ボタンを押し、 “Filter Project” ダイアログを起動します。ここで、Class, Sub-Class, プロジェクトを作成したユーザー名 (Username), 以降の日付 (after date), 以前の日付 (before date) から、絞り込みの条件としたい項目のチェックボックスにチェック

を入れ、条件を inputs します。 [Apply] ボタンを押すと、 “Load Project” ダイアログの Project 欄に、条件に合致したプロジェクトのみが表示されます。詳しくは下記をご覧ください。



(FAQ番号:2012-06-01-001)

対象ソフトウェア: FloTHERM

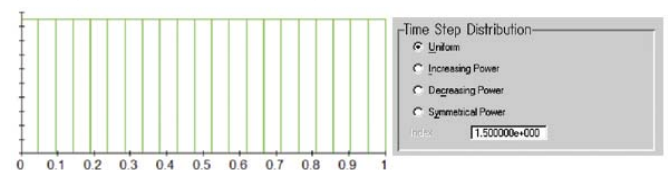
時刻刻みの設定方法

Q 非定常解析の時刻刻みを、温度変化の大きい初めの時刻では細かく、時間が経過するにつれて徐々に粗くしたいと考えています。設定方法を教えてください。

A 非定常解析の設定パネル [Transient Solution] の Time Step Distribution の設定を Increasing Power にすると初めは時刻刻みが細かく、その後徐々に粗くなっていくという設定ができます。また、逆に Decreasing Power にすると、徐々に時刻刻みが細くなっていくという設定もできます。Time Step Distribution では以下の4通りの設定が可能です。

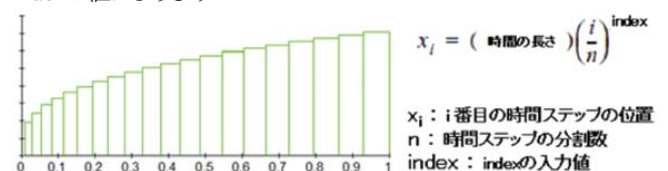
<Uniform>

同じ間隔で時間ステップを作成します。



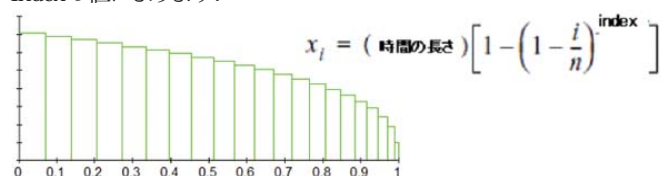
<Increasing Power>

時間ステップは時間の経過とともに長くなります。増加の分量は、Index の値によります。



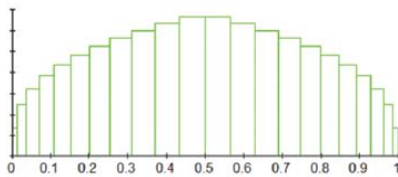
<Decreasing Power>

時間ステップは時間の経過とともに短くなります。増加の分量は、Index の値によります。



<Symmetric Power>

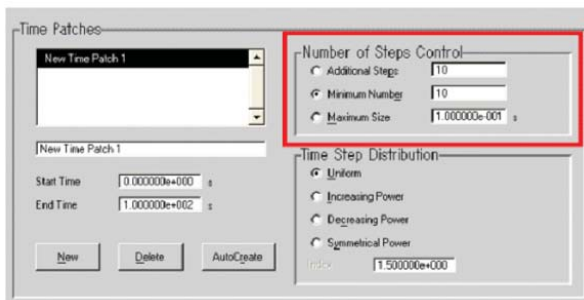
前半は徐々に増加し、後半は徐々に減っていく時間ステップを作成します。増加と減少の分量は、Index値によります。



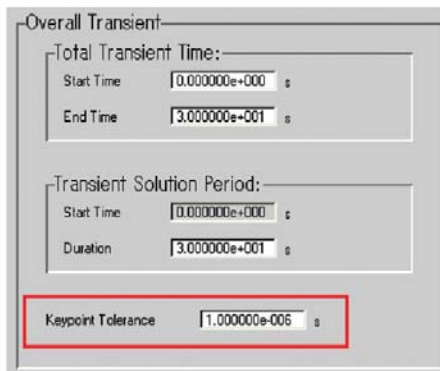
※前半は「Increasing Power」
後半は「Decreasing Power」の内容で
時間ステップが作成されます。

時間ステップの分割数は「Number of Steps Control」で設定します。

- Additional Steps : 追加したい時間刻みの数を設定
- Minimum Number : 時間パッチの最小分割数を設定
- Maximum Size : 時間パッチの最大サイズを指定



また、Time Step Distributionで「Uniform」以外を設定した場合、初期または最後の時間ステップが非常に小さくなりますが、「Keypoint Tolerance」の値よりも小さい時間ステップは作成されません。この場合は、「Keypoint Tolerance」を、より小さな値に変更してください。



(FAQ番号:2012-05-11-008)

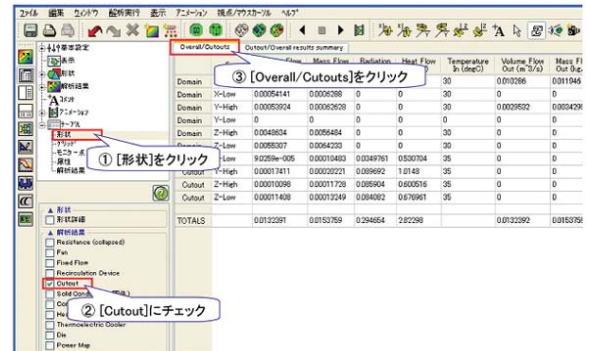
対象ソフトウェア: FloTHERM

境界での流量バランスを確認する方法

Q 各境界での質量流量や熱移動量の収支を確認する方法はありますか。

A テーブルのデータとして、各境界での質量流量、体積流量、熱移動量のバランスを確認することができます。確認方法は以下の通りです。

1. テーブルを表示させ、画面左上のツリーから [形状] を選択します。
2. 画面左下のメニューで [Cutout] にチェックを入れます。
3. テーブルのタブから [Overall/Cutouts] を選択し表示させます。



表示したテーブルは、下図の内容で各境界における質量流量や熱移動量の流入、流出および流入と流出の合計の値を確認することができます。境界に接した固体温度のデータは、境界に熱伝達係数が設定されており、固体との熱移動がある場合にのみ表示されます。

境界からの流入についてのデータ 境界からの流出についてのデータ

Face	Volume Flow In (m³/s)	Mass Flow In (kg/s)	Radiation In (W)	Heat Flow In (W)	Temperature In (degC)	Volume Flow Out (m³/s)	Mass Flow Out (kg/s)	Radiation Out (W)	Heat Flow Out (W)	Temperature Out (degC)
Domain X-High	0.0012049	0.0014923	0	0	30	0.010296	0.011946	0.23547	45.173	33.762
Domain X-Low	0.00054141	0.0006288	0	0	30	0	0	0.192	0	30
Domain Y-High	0.0005924	0.0006268	0	0	30	0.0029532	0.0034299	0.30512	0.93387	36.271
Domain Y-Low	0	0	0	0	30	0	0	0	0	30
Domain Z-High	0.0048634	0.0056484	0	0	30	0	0	0.69179	0	30
Domain Z-Low	0.0055307	0.0064233	0	0	30	0	0	0.62369	0	30
Output X-Low	9.0259e-005	0.00010483	0.0349761	0.530704	35	0	0	0	0	35
Output Y-High	0.00017411	0.00020221	0.089692	1.0148	35	0	0	0	0	35
Output Z-High	0.00010098	0.00011728	0.089694	0.600516	35	0	0	0	0	35
Output Z-Low	0.00011408	0.00013249	0.084082	0.676961	35	0	0	0	0	35
TOTALS	0.0132391	0.0153759	0.294854	2.92298		0.0132392	0.0153759	2.04807	45.1069	

境界からの流入を合わせたデータ 境界に接した固体温度のデータ

Volume Flow Net (m³/s)	Mass Flow Net (kg/s)	Radiation Net (W)	Heat Flow Net (W)	Maximum Solid Temperature(degC)	Mean Solid Temperature(degC)
-0.0090011	-0.0104537	-0.23547	-45.173		
0.00054141	0.0006288	-0.192	0		
-0.00241396	-0.00280362	-0.30512	-0.93387		
0	0	0	0		
0.0048634	0.0056484	-0.69179	0		
0.0055307	0.0064233	-0.62369	0		
9.0259e-005	0.00010483	0.0349761	0.530704	33.199	33.189
0.00017411	0.00020221	0.089692	1.0148		
0.00010098	0.00011728	0.089694	0.600516	33.161	33.024
0.00011408	0.00013249	0.084082	0.676961	33.133	33.015

(FAQ番号:2012-07-06-001)

対象ソフトウェア: FloTHERM

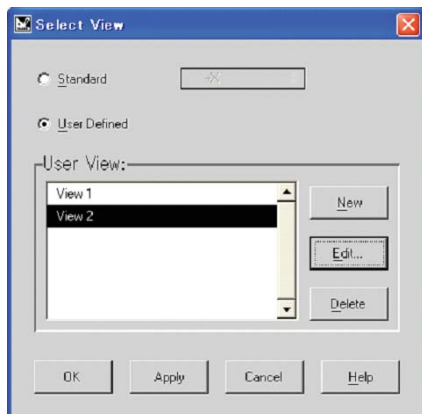
Drawing Boardで視点を登録する方法

Q Visual Editorでは視点を登録し、登録した視点への移動が可能です。Drawing Boardにも同様の機能はありませんか。

A Drawing Boardでも任意の視点を登録できます。以下の手順をお試しください。

1. あらかじめDrawing Boardで登録したい視点に移動しておきます。
2. Drawing Boardのメニューより、[View] > [Select View] を選択します。
3. “Select View”のダイアログで“User Defined”にチェックを入れて、[New]ボタンを押すと、“User View”の項目に現在表示されている視点が登録されます。

4. 登録した視点に移動する場合は, “User View”のリストに登録してある視点を選択し, [Apply]または[OK]ボタンを押すと, 定義された視点に移動します.
- 定義された視点の名称や詳細の設定は, [Edit]ボタンから変更できます.



(FAQ番号:2012-09-28-004)

【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: 熱設計技術部 伊藤 照晃)



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/>