



cādence TECHTALK

# — Omnis — メッシュ作成から計算までを1つの環境に

Omnis — From Meshing to Solving to Optimization in One Single Environment

磯野勝朝

日本ケイデンス・デザイン・システムズ社 NUMECAセールス シニアAEマネージャ

2021年11月5日

cādence®

1. CFDの技術課題

2. Omnis概要

3. Omnis各種製品

4. 事例紹介

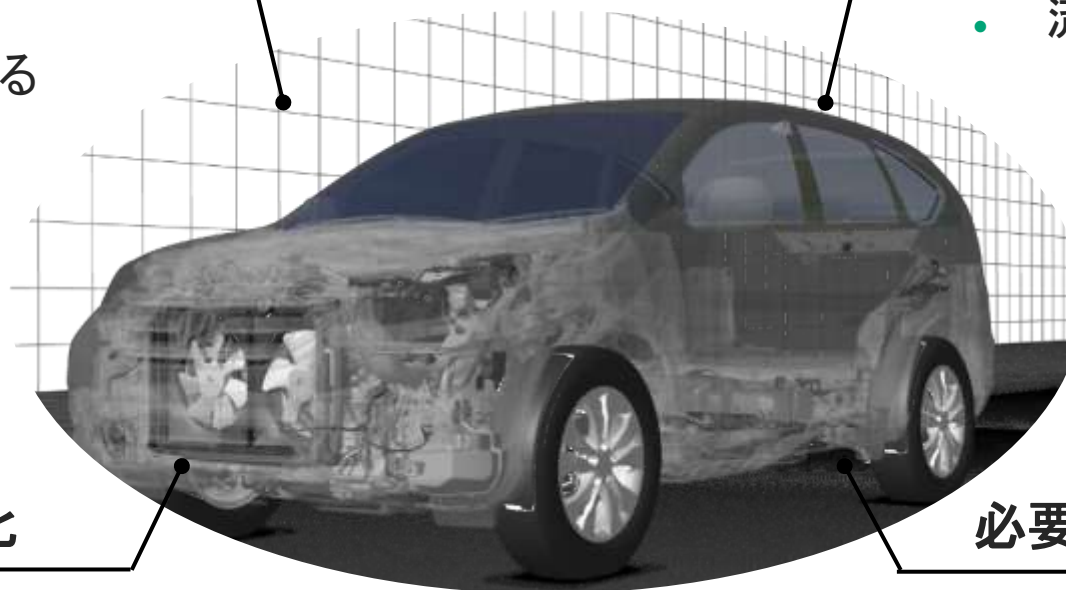
# CFDの技術課題

## 複雑なジオメトリの扱い

- 膨大な時間を要する  
CADクリーニングを短縮
- メッシュ作成の自動化
- 複数のドメインが存在する  
問題に対応
- 可動部品の動的メッシュ  
によるモデリング

## 複雑な物理現象のモデル化

- 乱流モデル
- 各物理現象の連成
- 流体 - 構造相互作用



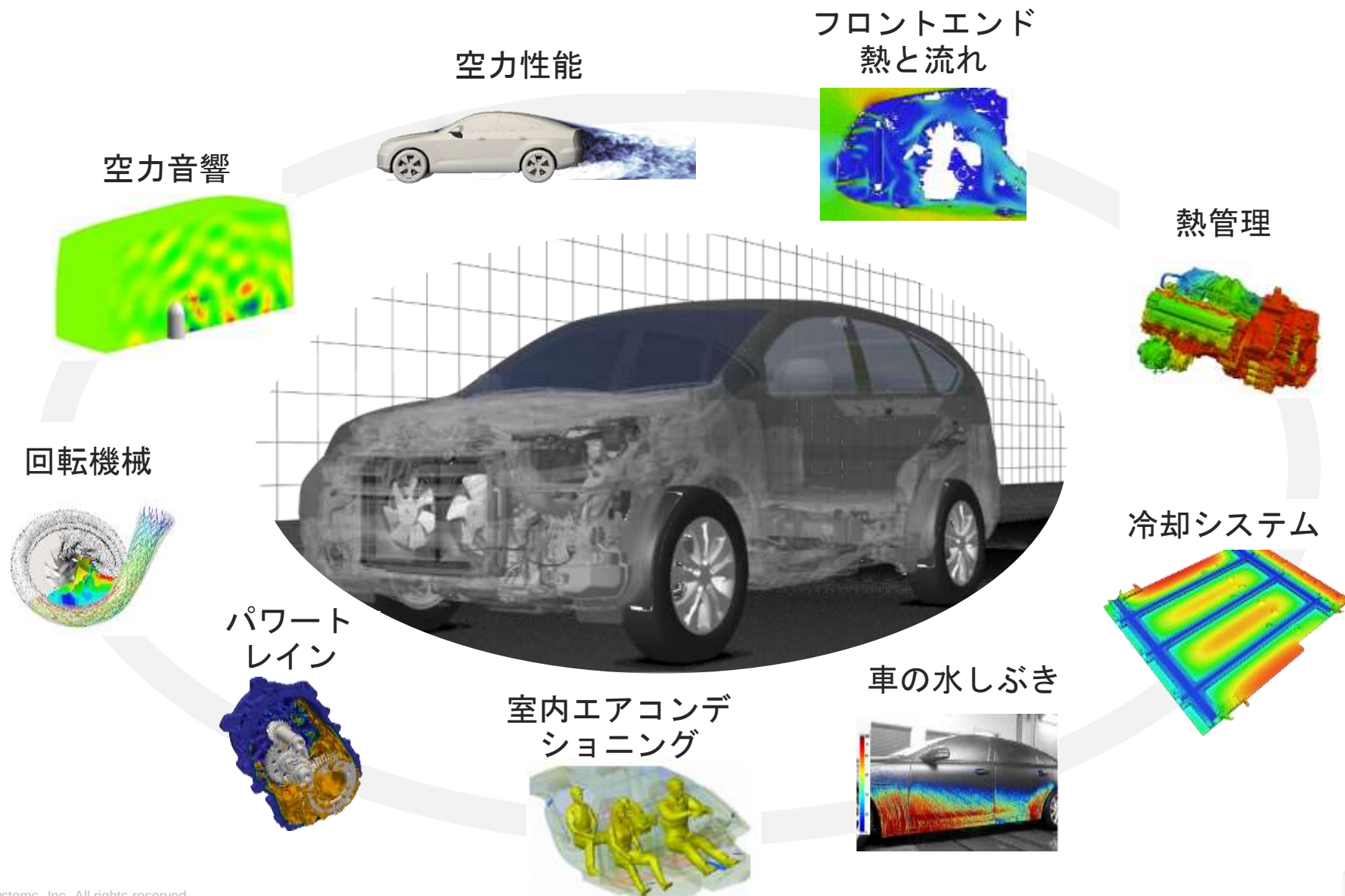
## シミュレーションの高速化

- シミュレーションを一晩で完了
- 大規模計算に対応するソルバー

## 必要な精度を実現

- モデリング精度の選択
- 使用できるリソースによって  
精度を調整
- 数値設定による精度の制限

# CFDの技術課題



1. CFDの技術課題
2. Omnis概要
3. Omnis各種製品
4. 事例紹介

# Omnis - 合理化されたワークフローによる操作のガイド

- 使いやすくカスタマイズ可能なインターフェース
- CAD中心的なアプローチの操作
- 並列処理が可能
- クライアントサーバーアーキテクチャ
- 十億以上の大規模メッシュに対応



オブジェクトのコピー/貼り付け



操作を戻す/繰り返す  
(Undo/Redo)



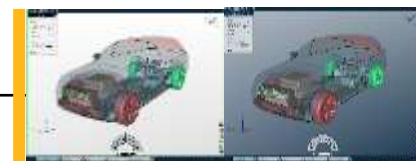
カーソルを合わせると  
ツールチップを表示



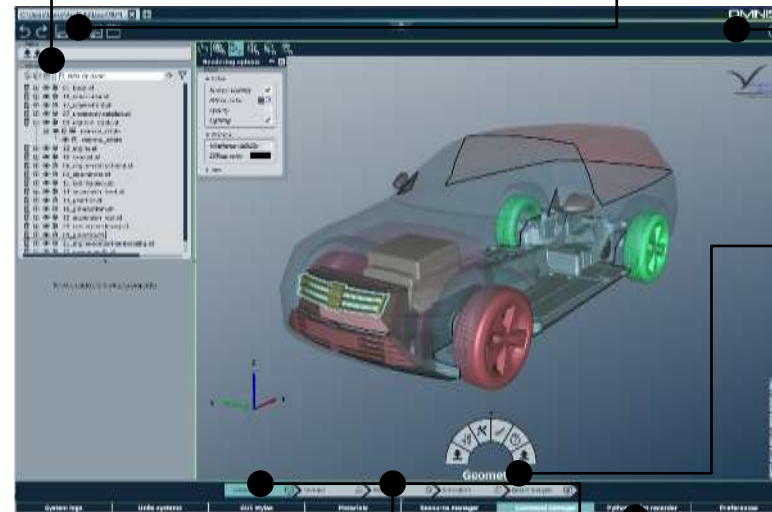
多言語対応のGUIとドキュメンテーション



Pythonスクリプトを  
自動で記録



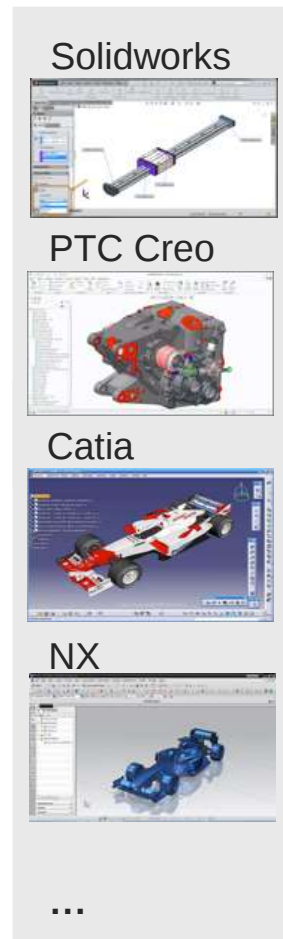
カスタマイズ可能なGUI



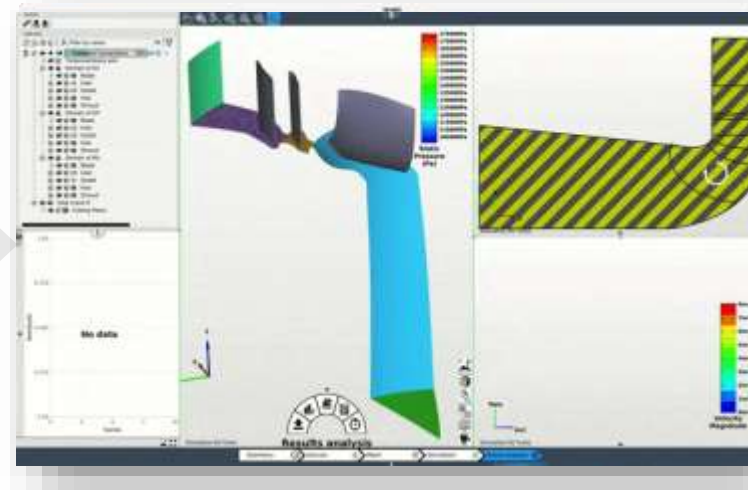
操作をガイドする合理化されたワークフロー

# Omnis 柔軟性と相互運用性

- マルチプラットフォーム  
(Windows / Linux)
- 様々なフォーマットのCADを  
インポート
- ファミリーツリー
  - CADツリーから独立して構成する  
テンプレートを作成可能
- ソルバープラグインAPI
  - C/C++, Fortran, Python APIによる  
外部ソルバープラグイン
- リアルタイムのポスト処理
  - ソルバーの実行中に結果の可視化  
が可能
- 複数のビューを使用した同時処理  
が可能



リアルタイムポスト処理



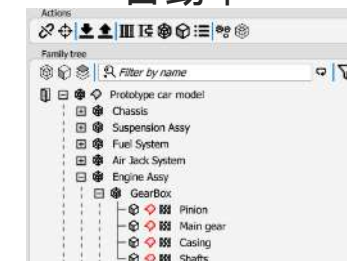
ソルバープラグイン



アセンブリツリー



自動車



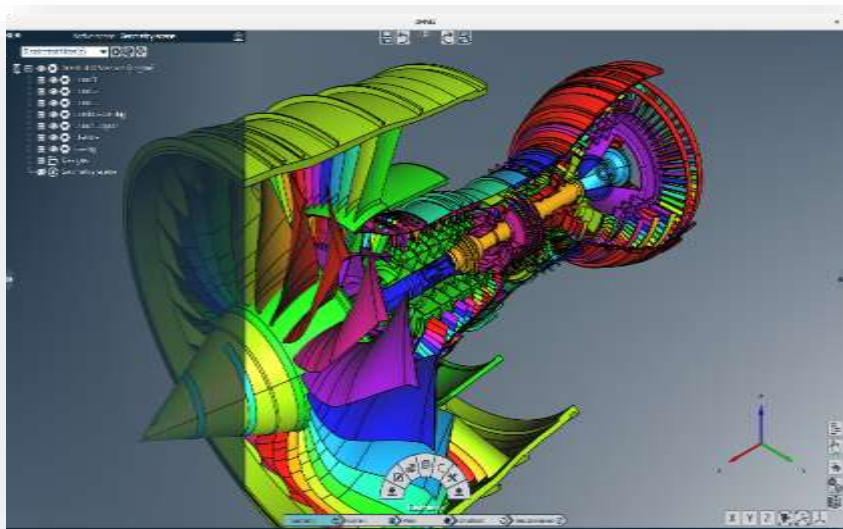
航空機エンジン



ファミリー  
ツリー

# 全てのツールが同一環境に

## Omnis™



- 並列かつ様々な複合分野に対応した統合環境
- 全てのOmnisソルバーや内製および研究コードに対し互換性のある環境を提供
- ハイパフォーマンス並列コンピューティング (HPC)用に最適化
- CPUとGPUによる処理が可能

CAD  
修正

メッシュ生成

流体, 熱, 固体, FSI, 音響ソルバー



Agile™



AutoSeal™



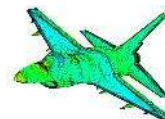
CADプリミティブ



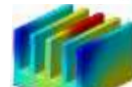
AutoGrid: 回転機械  
用構造格子 自動生  
成メッシャー



Hexpress: 非構造格  
子用 自動生成メッ  
シャー



Open-DBS: 圧縮性流れ用ソルバー



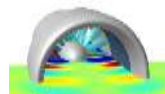
Open-PBS: 非圧縮性流れ&CHT用  
ソルバー



Turbo: 回転機械用ソルバー



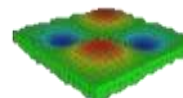
ISIS-CFD: 自由表面解析が可能な  
船舶用ソルバー



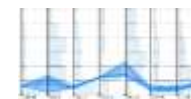
F/Acoustics: 音響解析用ソルバー



Mpacts: 粒子シミュレーション 用  
ソルバー



Oofelie: マルチフィジックス解析用  
ソルバー



Design3D:  
多分野にわたる  
ロバストな最適  
化

設計最適化

# 各種産業専用のアプリケーションテンプレート

Omnis™

メッシュ作成

ターボ機械

海洋分野

自動車

航空機

全般

Omnis Meshing

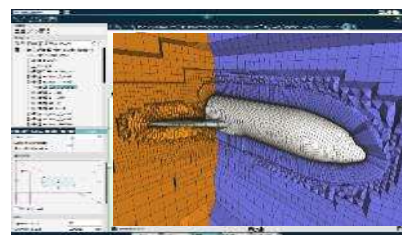
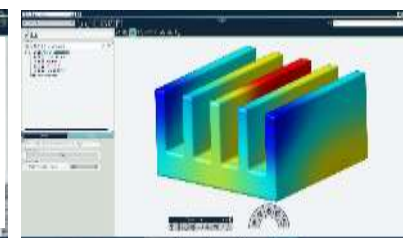
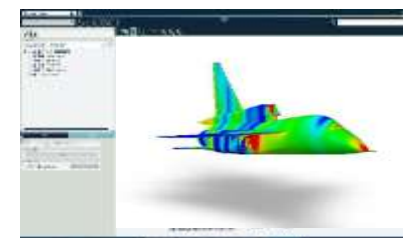
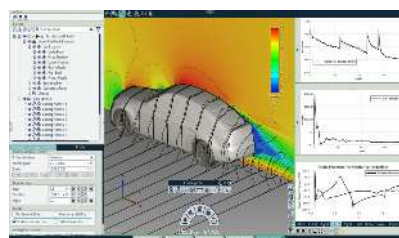
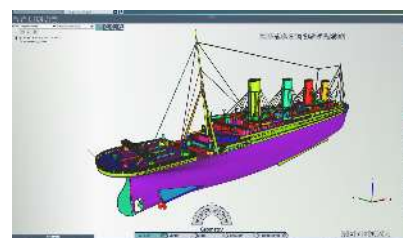
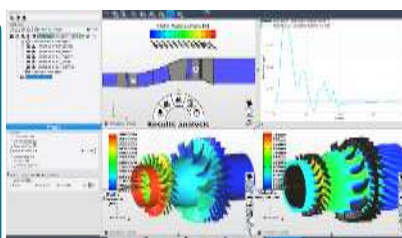
Omnis Turbo

FINE™ Marine

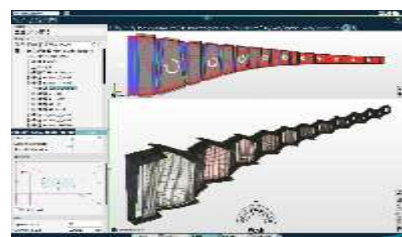
Omnis Open

Omnis Open

Omnis Open



Hexpress™



AutoGrid™

Agile™

Cwizard

Autoseal

AutoGrid +  
Hexpress

Hexpress

Hexpress

Hexpress

Hexpress

Turbo + Open +  
ResoLve + Oofelie +  
FINE/Acoustics

ISIS-CFD

Open-PBS + ReSoLve  
+ FINE/Acoustics

Open-DBS + ReSoLve

Open-PBS + Mpacts

FINE/Design3D

FINE/Design3D

FINE/Design3D

FINE/Design3D

FINE/Design3D

Automated workflow

Usability

Productivity

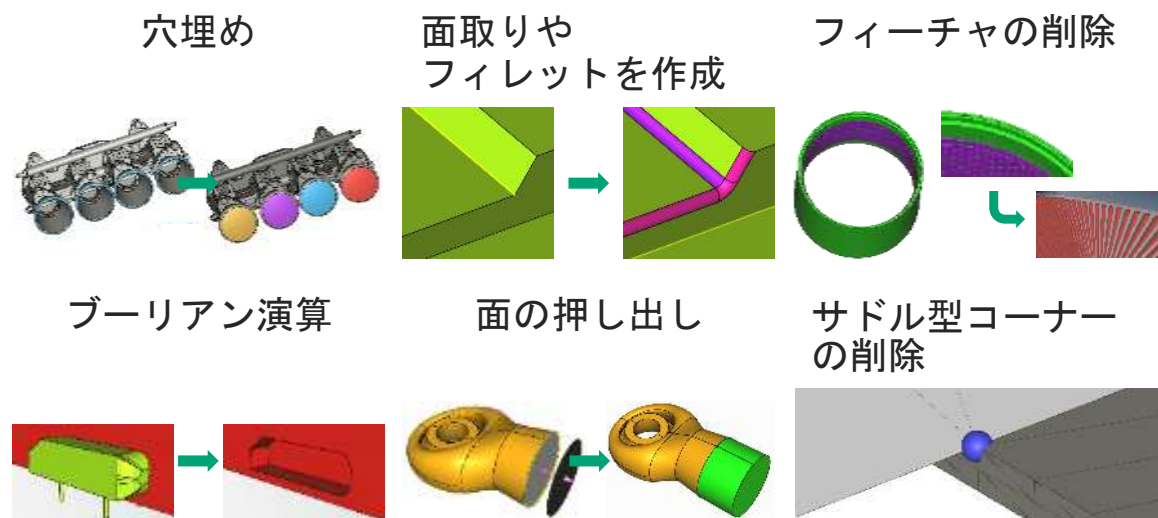
Reliability

より良い製品の開発に貢献

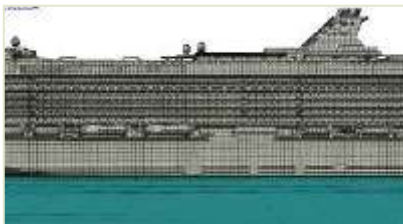
1. CFDの技術課題
2. Omnis概要
3. Omnis各種製品
4. 事例紹介

# 形状準備・クリーニングに有用な多数のツールを搭載

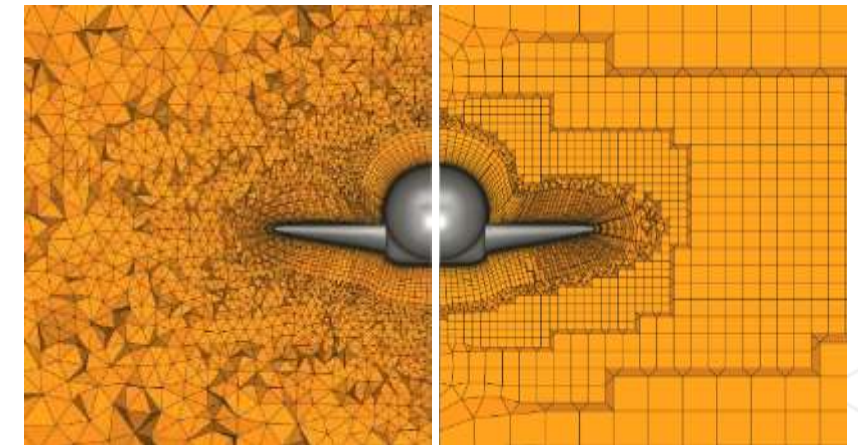
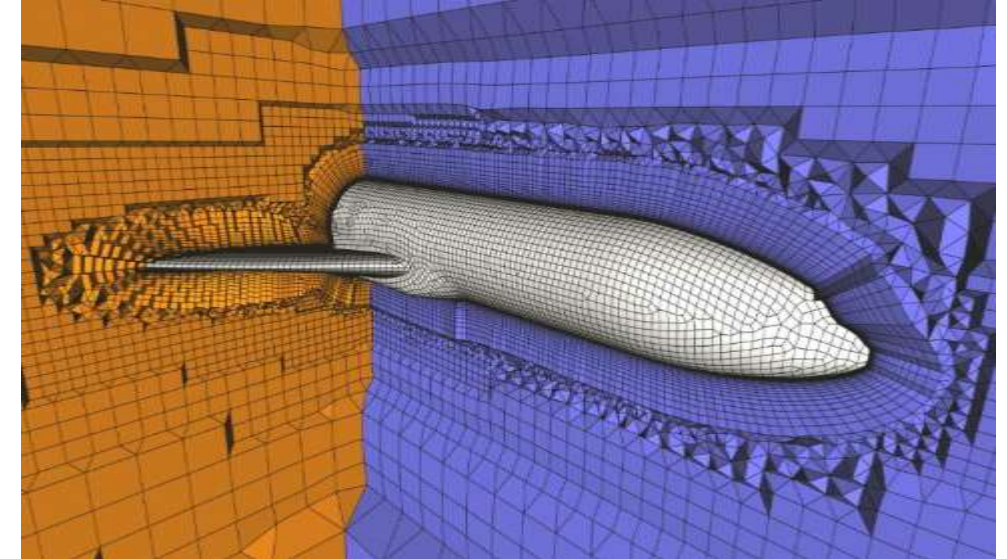
- 多数の形状ファイルフォーマットが使用可能
  - CADフォーマット: Parasolid, CATIA, ProE, IGES, STEP, SolidEdge, UniGraphics, ACIS
  - 三角形状フォーマット: STL, OBJ, WRL, VRML
- CAD作成&修正ツール
- 基本形状(プリミティブ)によるボリューム、サーフェス、カーブの作成
- AutoSeal: 革新的なツール。CADやSTL形状の穴を埋めるサーフェスを作成し並列アルゴリズムで動作。
- 穴や隙間が存在する不正な形状に対して有効
- 標準的な形状で数秒から数分、車のような極めて複雑な形状でも1時間で処理が完了



# Omni/Hexpress – 高品質な非構造格子を生成

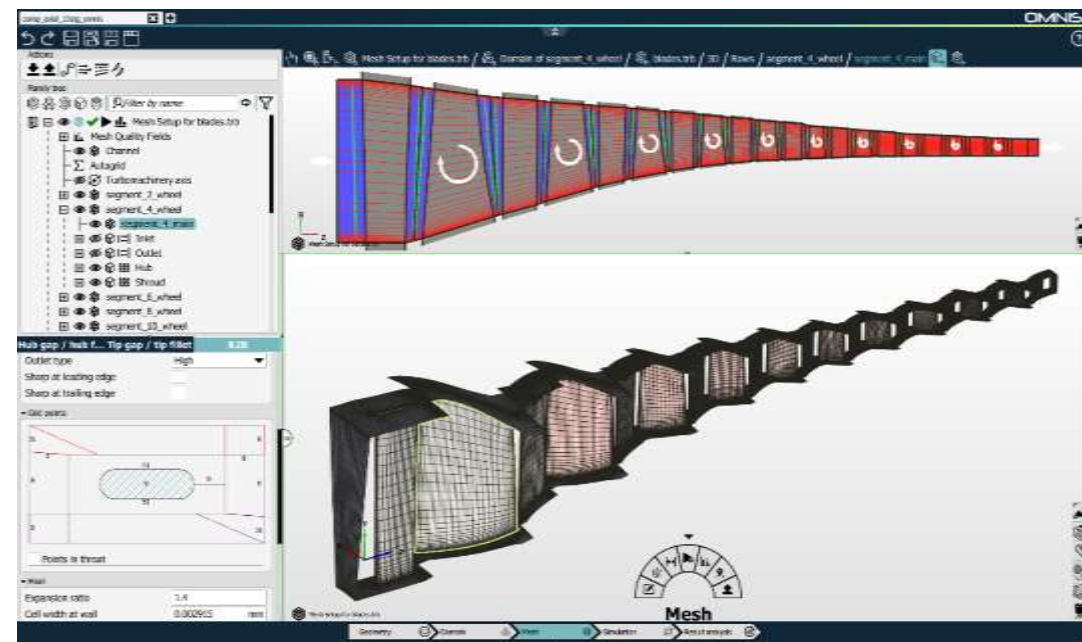


- **Volume-to-Surface**と**Surface-to-Volume**アプローチによる非構造格子の生成
- ハングングノードを持つフルヘキサメッシュと六面体主体のテトラ・ピラミッド要素との混合メッシュが作成可能
- ラッピングによって**不正な&非コンフォーマルな形状に対応**
- **操作の自動化**:
  - 初期メッシュ生成
  - サーフェスへの投影
  - 3D最適化
  - 境界層の挿入
- ドメイン間にフルコンフォーマルな接続を作成し、**流体とソリッドを同時にメッシング**
- 共有または分散メモリによる**メッシュ生成の並列処理**



# Omni/Autogrid –ターボ機械に最適なメッシュ生成ツール

- ターボ機械のメッシュ作成に最適
- 高品質な完全六面体ブロックメッシュを数分で
  - Row Wizardで各ターボ機械の種類に最適な設定を素早く完了
  - ファミリーツリーと設計を活用して1つのメッシュ設定で複数の構成のメッシュ作成が可能
  - 子午面, B2B, 3Dタブで詳細設定が可能
- 分散並列処理
  - 16コアで1億セルを2分以内に生成
- 製品開発の時間と労力を大幅に低減



遠心ポンプ



非対称エンド  
ウォール



ターボファン  
エンジン



冷却タービン



2重反転プロ  
ペラ



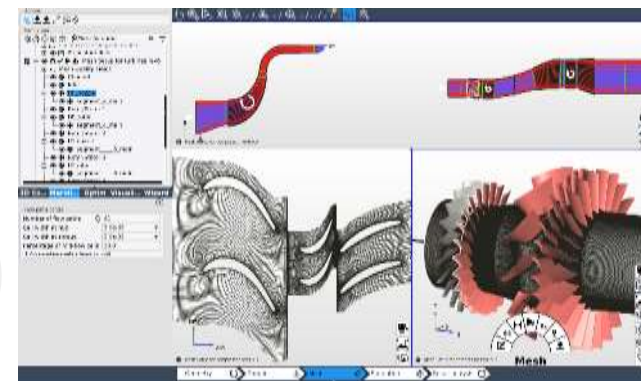
スクイーラー  
チップ



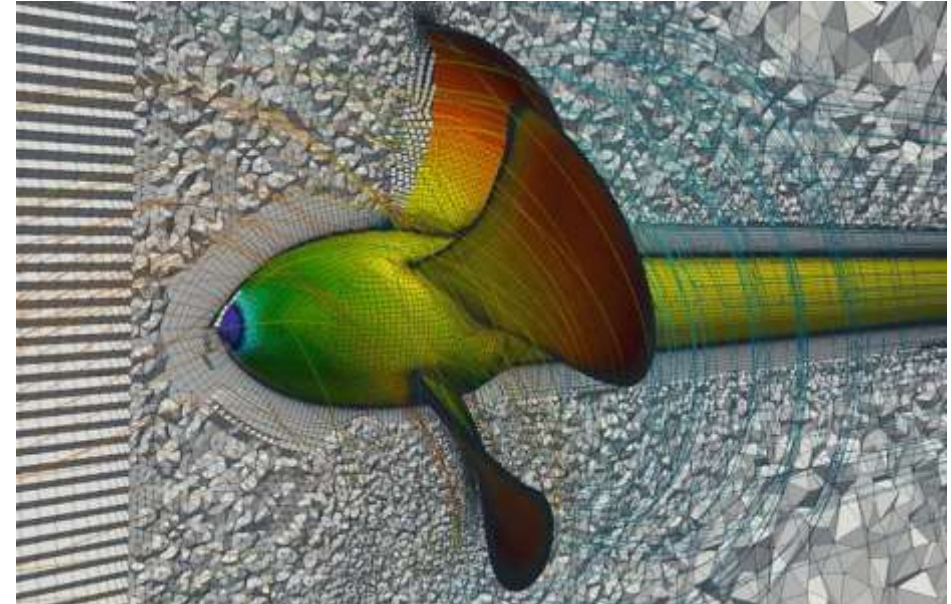
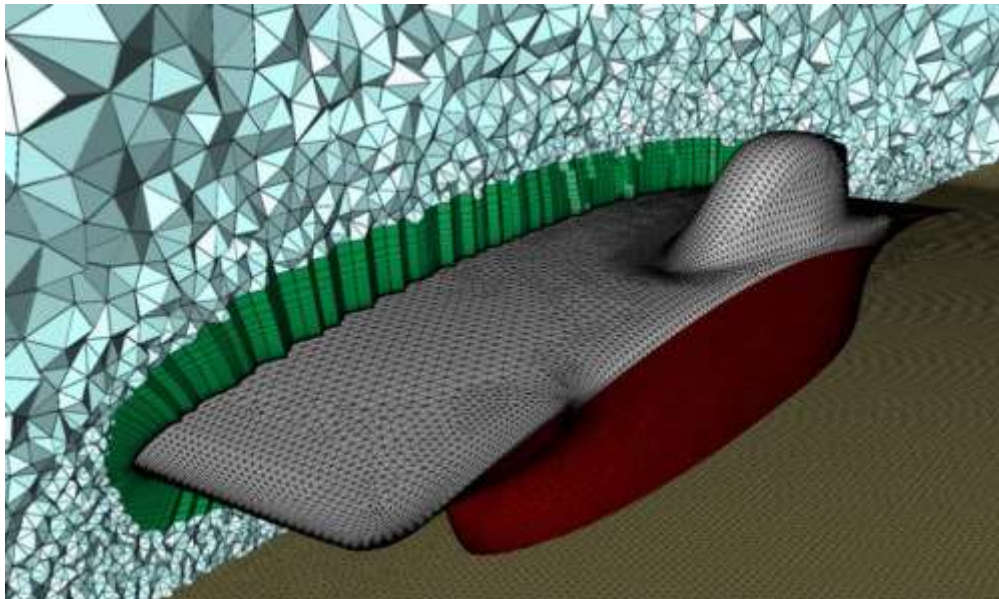
ケーシング処  
理



船用プロペラ

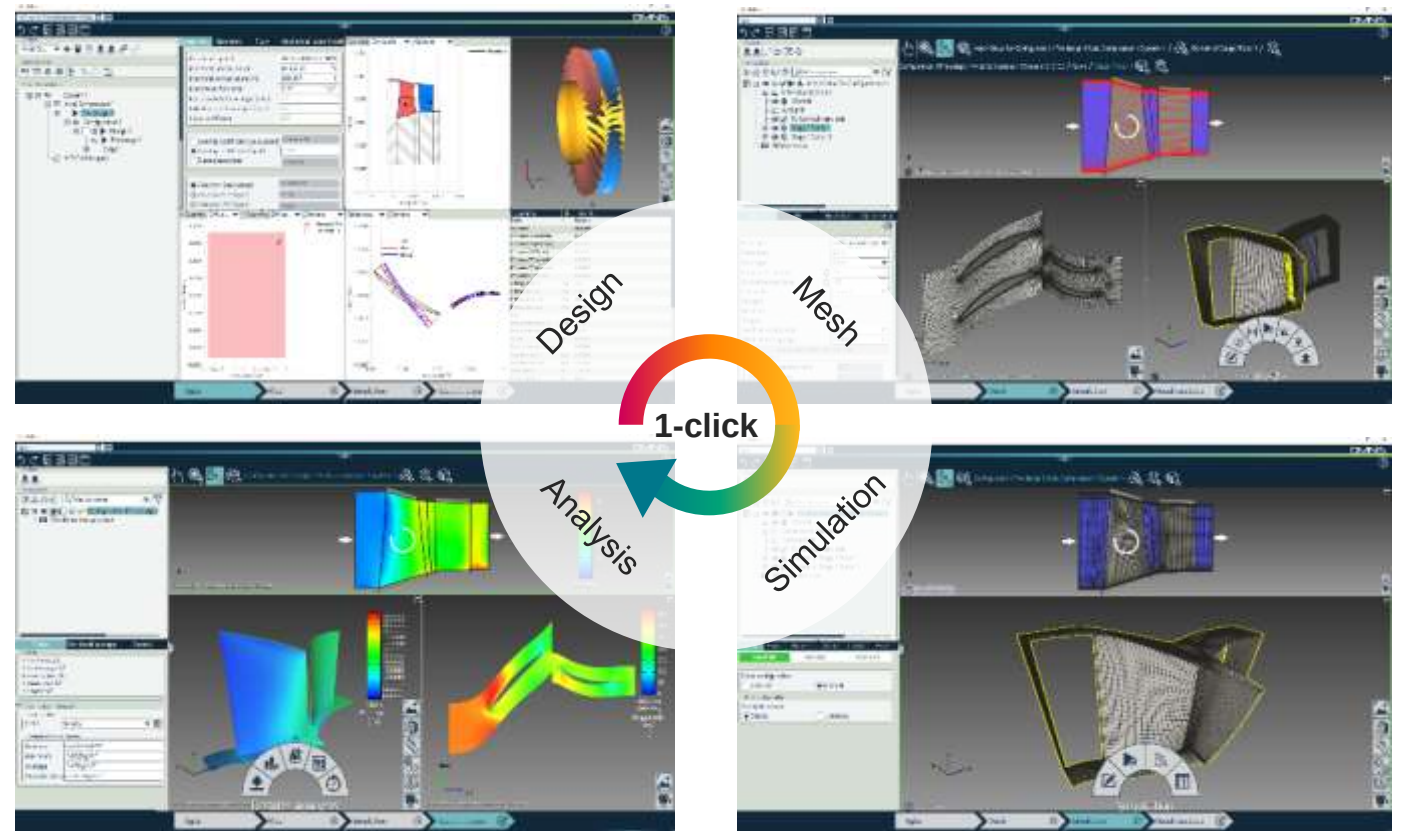


# Pointwise ～高品質な境界層を少しの工数で～



# Omnis/Agile –ターボ機械設計

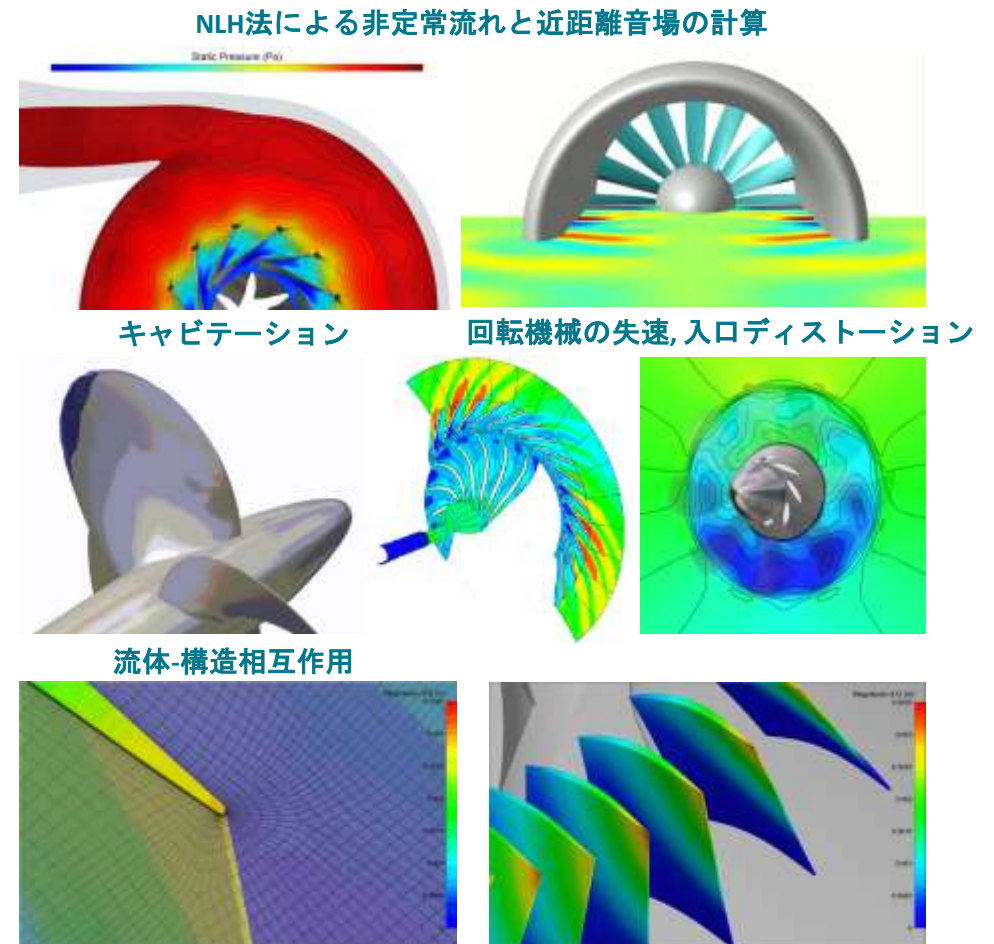
- 多段の軸流、遠心回転機械のミー  
ンライン設計から詳細設計、解析まで  
対応
  - 最先端の損失モデルを搭載
  - 流路と翼形状を双方向に設計
  - 設計要件を満たすように形状を自動補正
  - オフデザインを含めた性能曲線の算出
  - 最終的な3D形状の詳細な操作が可能
- ミーンライン設計、3D形状設計、  
CFD解析をシームレスに統合



**Concepts NREC**  
EXPERTS IN TURBOMACHINERY

# Omnis/Turbo –ターボ機械専用の高速ソルバー–

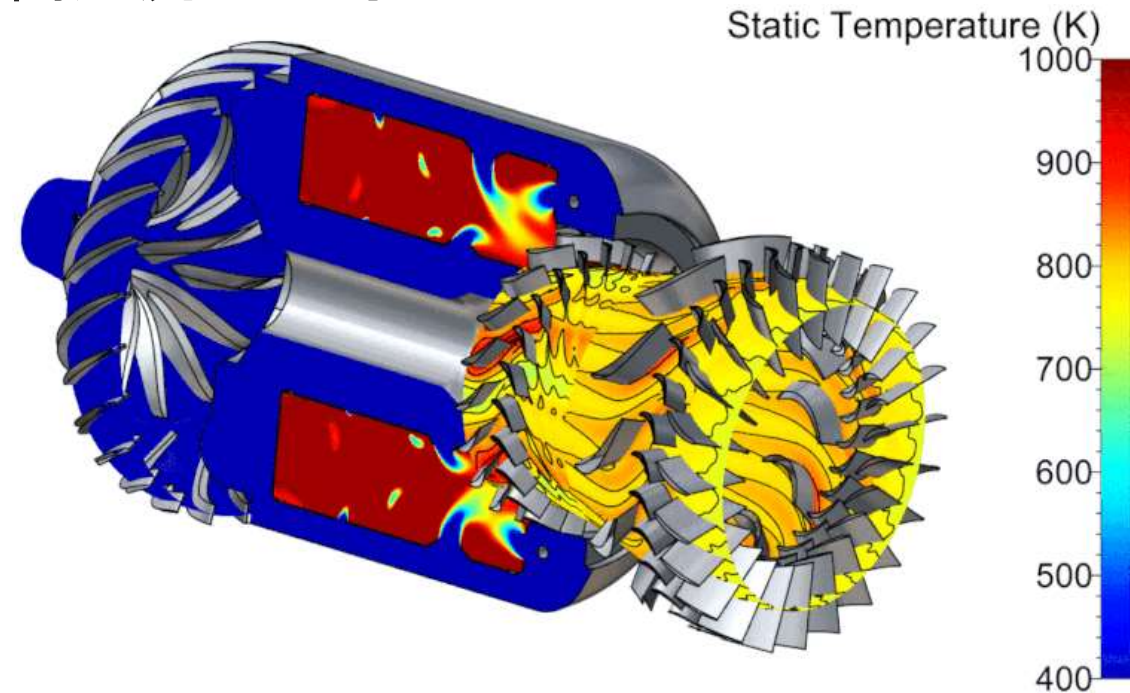
- 構造格子ブロックの計算に適用できるプレコンディショニングを備えた密度ベースソルバー：  
非圧縮性流れや低速・高速流れに対応
- NLH法で非定常流れの計算時間を**2桁以上短縮**
  - 流れ場を翼通過周波数(BPF)に基づくハーモニック成分に分解
  - スライディングメッシュを用いた非定常計算に比べて2桁から3桁の高速化
  - トーナル騒音の近距離音場を直接取得
- 運転条件や製造公差などの形状の不確かさを定量化する不確かさ解析
- 様々なレベルの**流体-構造相互作用(FSI)**の機能を搭載
- **GPU計算**によって2倍から3倍の高速化



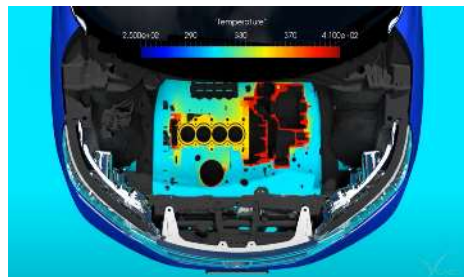
# OmniS/Open – 高速で汎用性の高いマルチフィジック スルバー

## • 様々な物理モデルで非圧縮性流れや低速・高速流れに対応

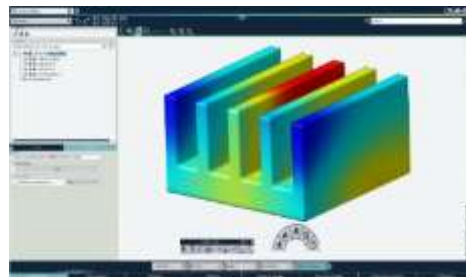
- 非圧縮, 圧縮, 多相流体
- 多孔質材料
- 共益熱伝達
- 熱放射
- 燃焼
- 流体-構造相互作用
- 複数の流体 / 複数種の流体
- 自由表面流れ
- キャビテーション
- 分散相モデリング
- 蒸気
- ターボ機械
- Adjoint法に基づくメッシュ適合
- 不確かさの定量化



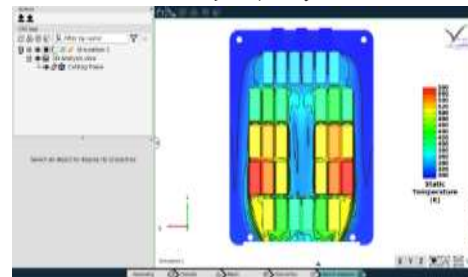
車両エンジンルーム  
の熱管理



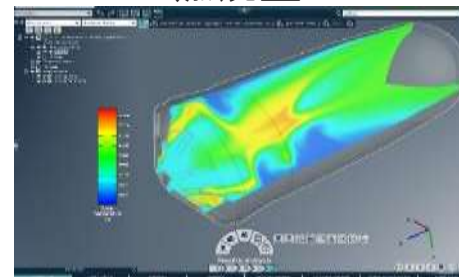
電子部品



EVバッテリー



燃焼室



超音速機

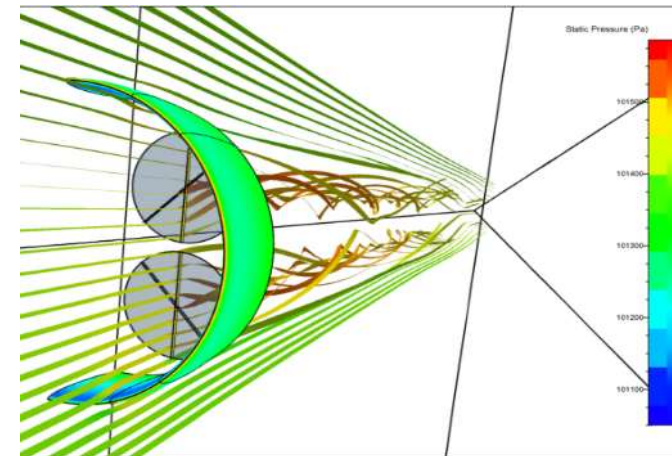


# Omnis/Open OpenLabsカスタマイズ

Create your own CFD code  
without programming!

- **OpenLabs to allow customization of models for:**
  - Thermal and transport equations, source terms, initial and BCs, diffusion coefficients, algebraic relations, integrated quantities, EOS, control points, turbulence, combustion, radiation, multi-fluid/multiphase, and so on.
- A Lab is written in an easy text form. No concerns about programming details
- Identical CPU cost and results as compared to source-coded models
- Benefit from NUMECA's industrial CFD environment

```
1 =>EQUATIONS
2     @ PDE: k_equation
3     ->EXPRESSION:
4     DDT(k)+CONV(k)=DIFF(diff_k)+SOURCE(source_k)
5 =>SOURCETERMS
6     @ SOURCE: source_k
7     ->EXPRESSION: P_k*(1.+f_SSE) -
8     fbeta*0.09*k*Omega
9     ->AddToViscous: YES
10    ->Jacobian: - (0.09*fbeta * Omega)
```

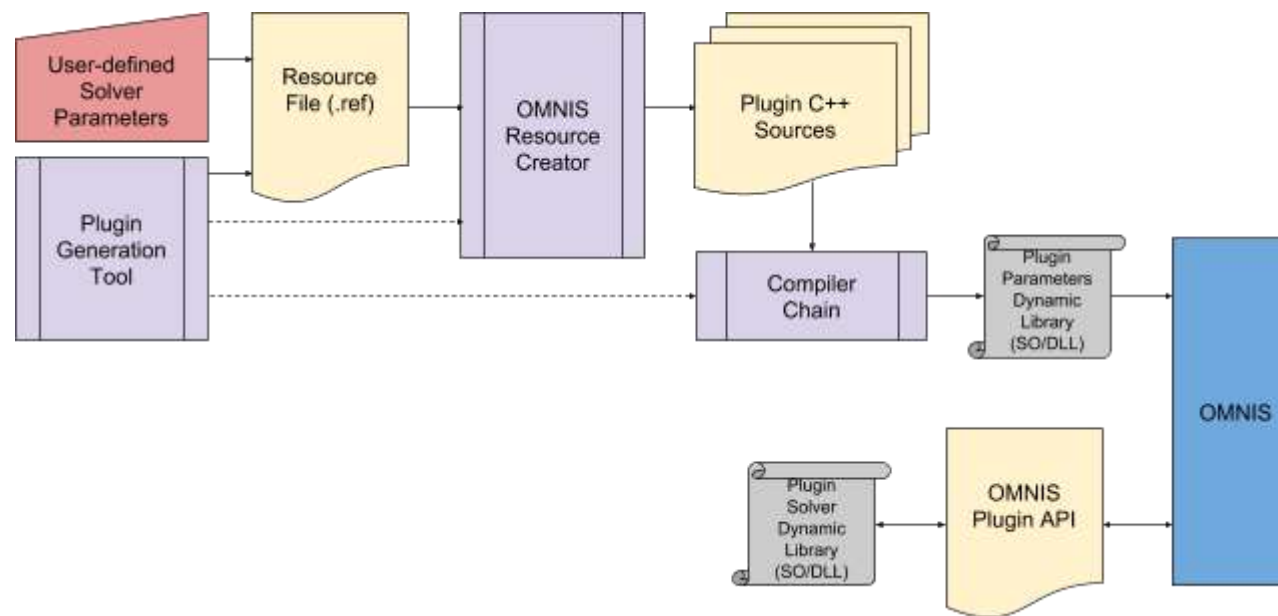


Actuator disk modeling using Openlabs

- Modeling the momentum transfer instead of the full geometry
- Source terms added to momentum equations

# Omnis/Environment Solver-plugin

- Omnisメッシャー、ポスト機能を利用し、ユーザー定義のソルバーをプラグインで利用
- パラメータ等定義のためのリソースファイル (\*.ref) を作成し、Omnis付属のプラグインジェネレータにてダイナミックライブラリを生成
- Omnis GUIからパラメータの設定、ソルバー実行、ポスト処理が可能

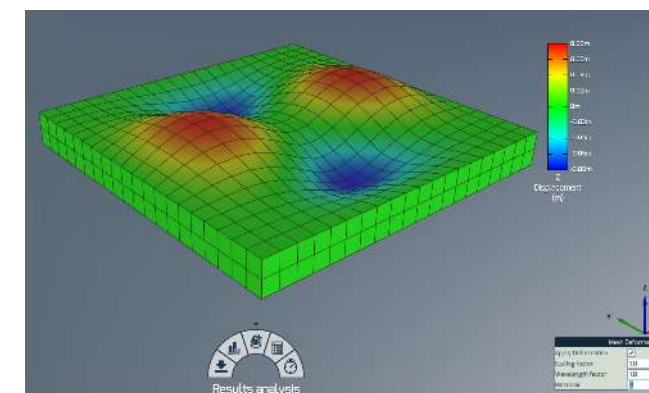
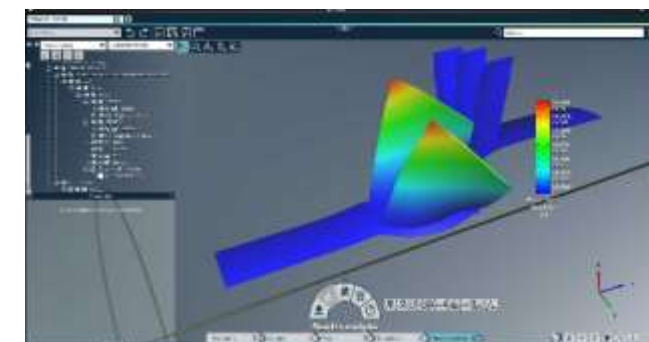
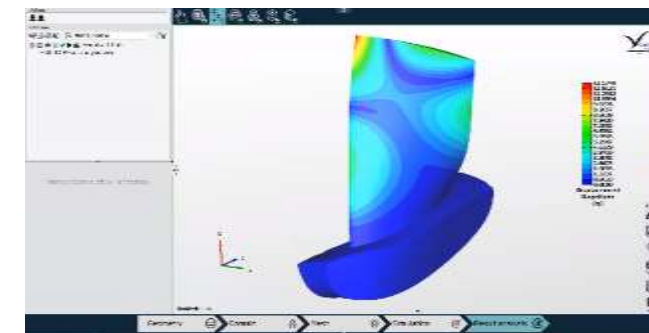


ユーザー定義ソルバーはダイナミックライブラリとプラグインAPIを含めてコンパイルされる必要があります。

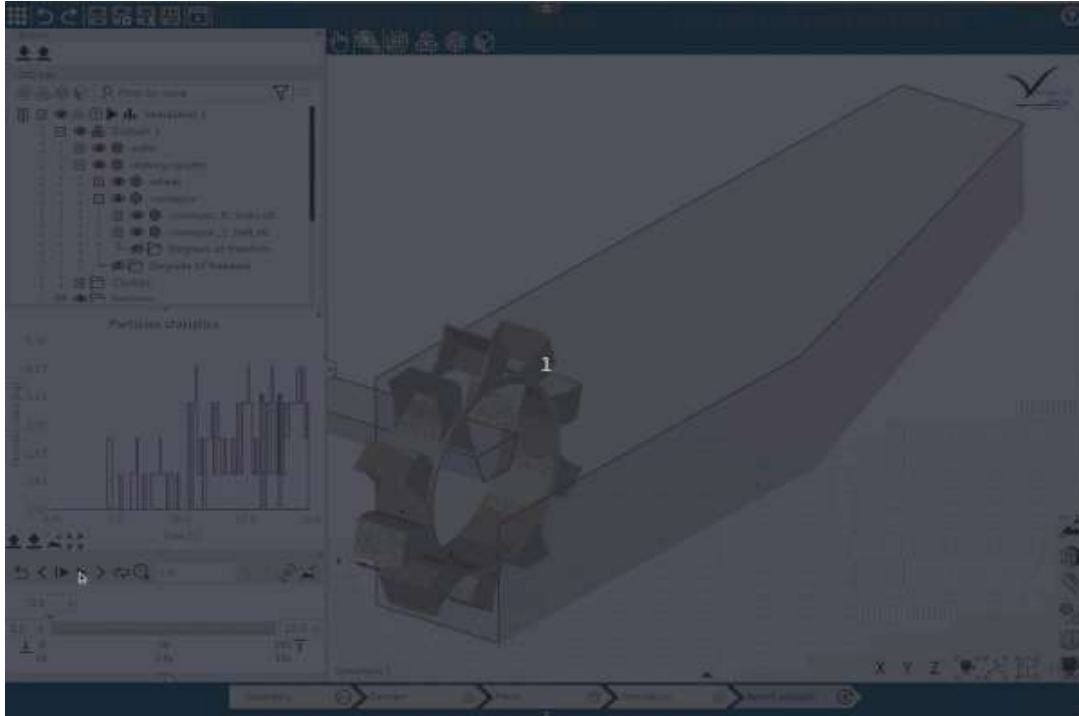
Figure. Flowchart of Omnis™ solver plugin API

# Omnis/Oofelie – 構造解析

-  open engineering によって開発されたOofelieは、機械・熱・電場・音・流体を解析できるマルチフィジックスソルバー
- 静電気・圧電抵抗・振動音響・電磁気学・圧電気・光学・MEMSなどとカップリング
- Omnis™に統合されたバージョンは、静的、動的、モーダル、線形・非線形の機械的・熱的変形の解析可能
  - FEMソルバーを搭載
  - ウェットモード形状
  - 複素固有値
  - プレストレストモーダル解析



# Omnis/Mpacts – 固体粒子の追跡・相互作用の解析



**MPACTS** は任意形状の粒子の動きを離散要素法で解析

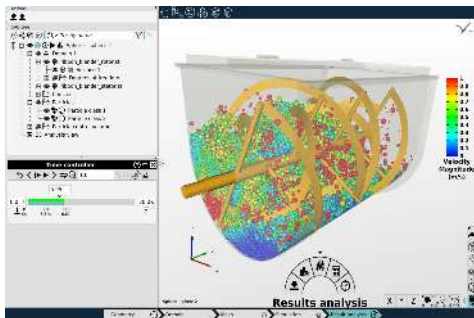
- 産業プロセスのおよそ80%は、粒子状物質と粒子の相互作用を扱うことで評価されます。
- 例えば。。。

食品加工：果物の傷の解析、混合と攪拌

重機：ベルトコンベア、ホッパー、ダンプトラック

農業機械：コンバイン、トラクター、耕運機

製薬およびバイオテック：錠剤コーティング、粉末散布、流動層など



**MPACTS**

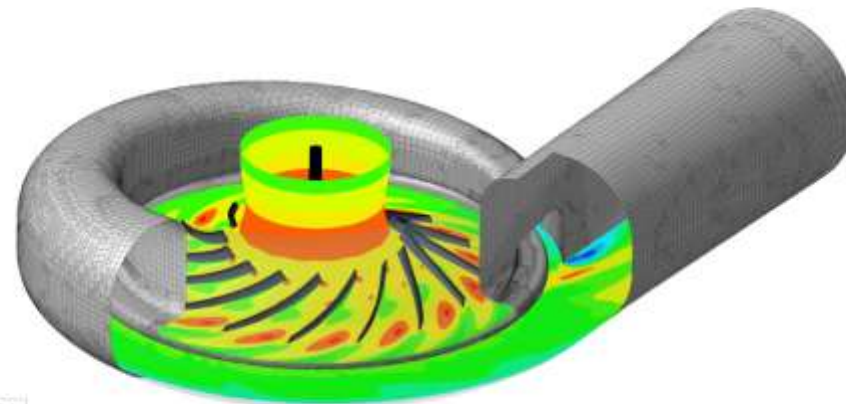


Deformable  
meshes

# FINE/Design3D –多様な分野におけるロバスト設計最適化

- CAEにおけるユニークな最適化ソフトウェア

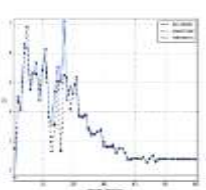
- 組み込み設計システム
- 最先端の最適化アルゴリズム
- 感度分析
- 不確かさの定量化
- 複合領域最適化
- ロバスト設計最適化



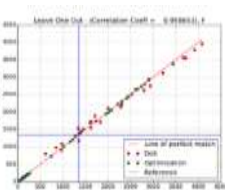
Design 001

ボリュートのパラメトリックモデリングとモーフィングによる最適化

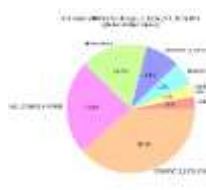
多分野の最適化



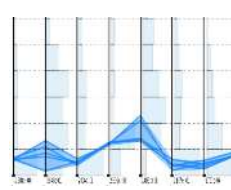
Leave-one-out



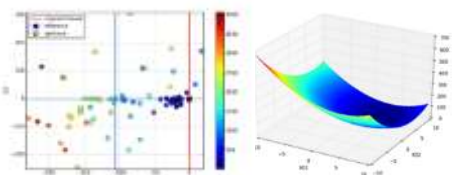
ANOVA



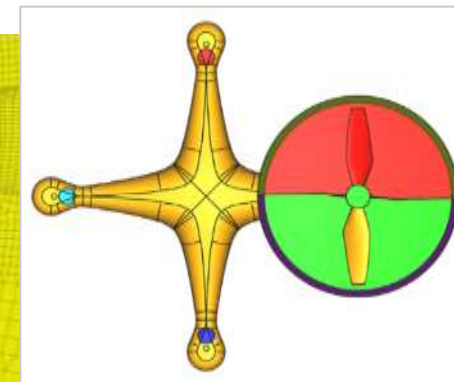
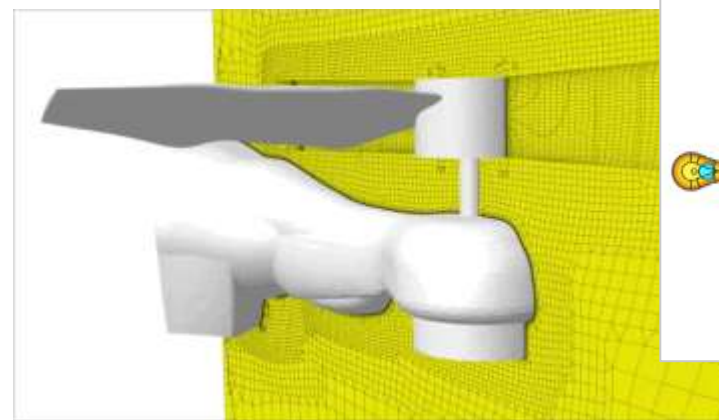
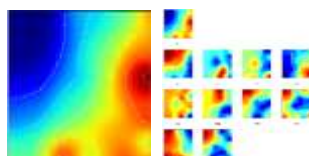
パラレル・コーディネイト



パレートプロット



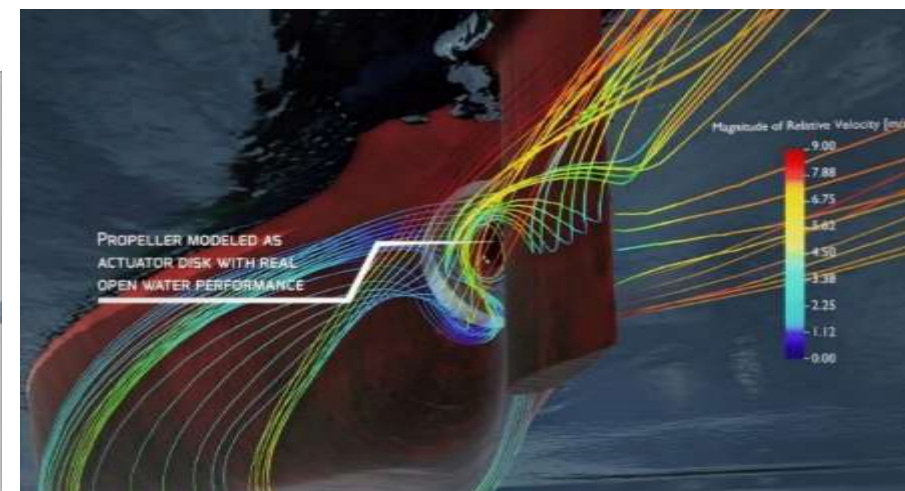
自己組織化マップ



クワッドコプターの設計最適化

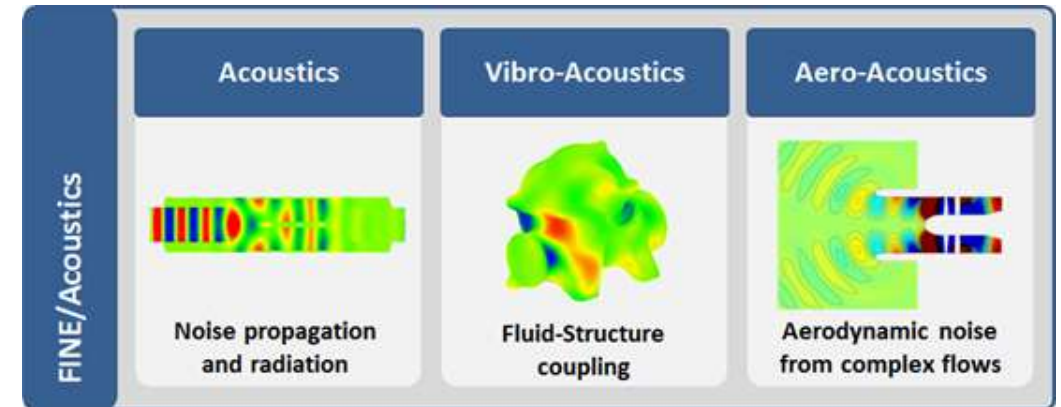
# FINE/Marine – 海洋分野に特化したフローソルバー

- 自由表面解析が可能な圧力ベース非構造格子ソルバー
  - 抵抗試験・自航解析・耐航性解析・プロペラ単独試験のメッシュと計算設定をウィザードで自動で設定する**C-wizard**
  - 6自由度の**船体運動**を強制運動によりカスタマイズ可能、あるいは流れ場から動的に算出
  - 自由表面、キャビテーション、渦など様々な物理指標を活用できる**解適合格子**を利用した**ユニークな重合格子手法**

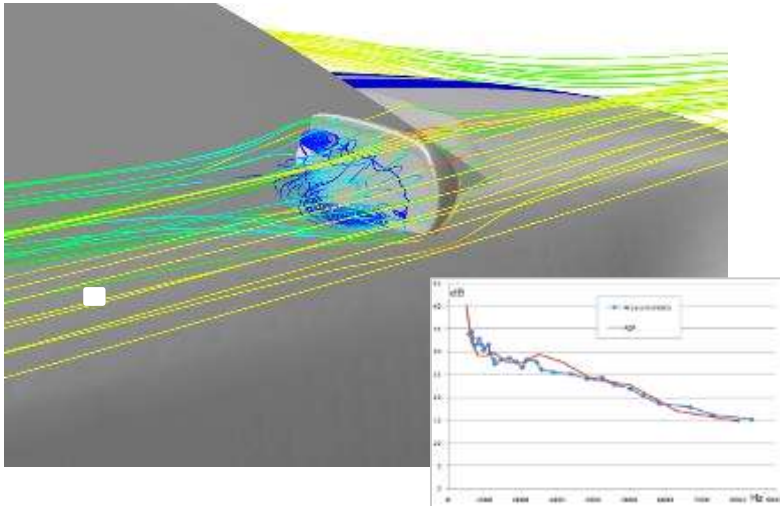


# FINE/Acoustics – 音源の計算とその伝播

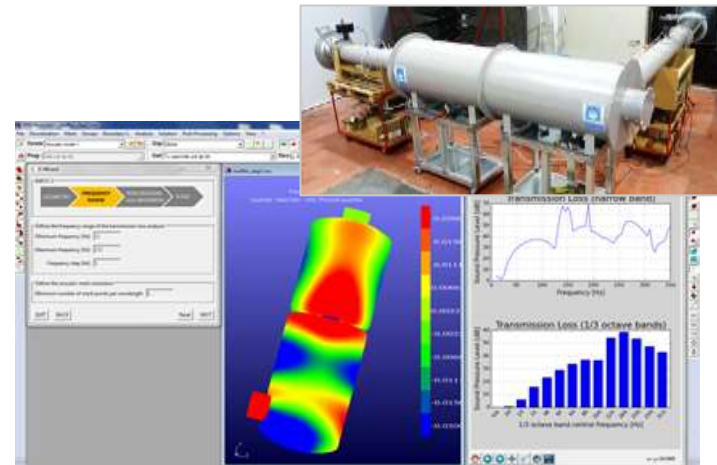
- 騒音伝播を解析できる機能を搭載
  - 有限要素法によるPierce-Howe対流波動方程式の解析
  - 境界要素法によるHelmholtz波動方程式の解析
  - FW-H法による放射面から遠方に伝搬する音の計算
  - 構造モードに基づく振動-音響連成



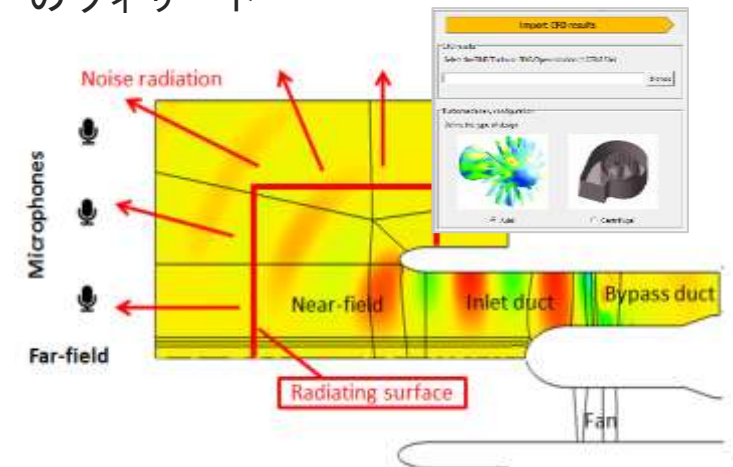
自動車ドアミラーの音響解析



マフラーの透過損失解析



ターボ機械のトーン騒音と広帯域騒音のウィザード



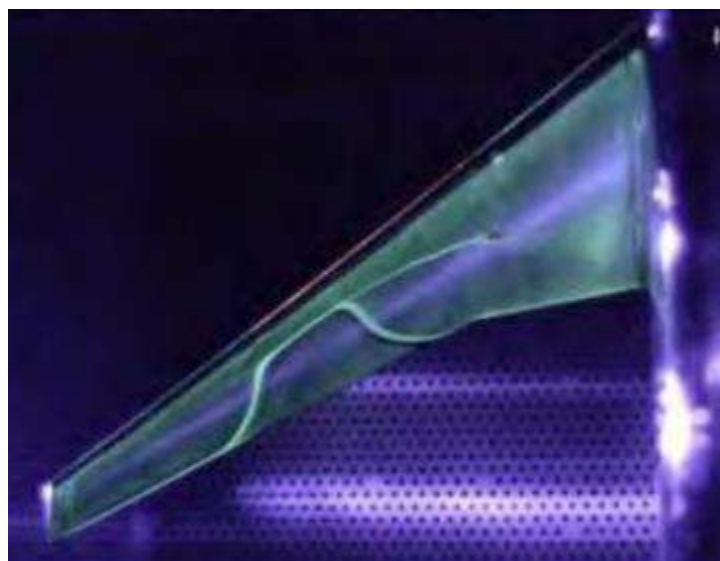
1. CFDの技術課題
2. Omnis概要
3. Omnis各種製品
4. 事例紹介

# 適用分野：飛行機の抗力予測

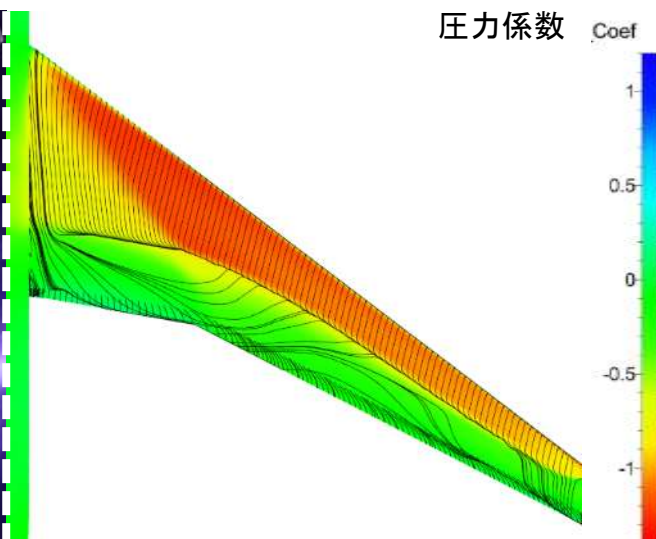
## JAXA NASA-CRM – Third Aerodynamic Prediction Challenge



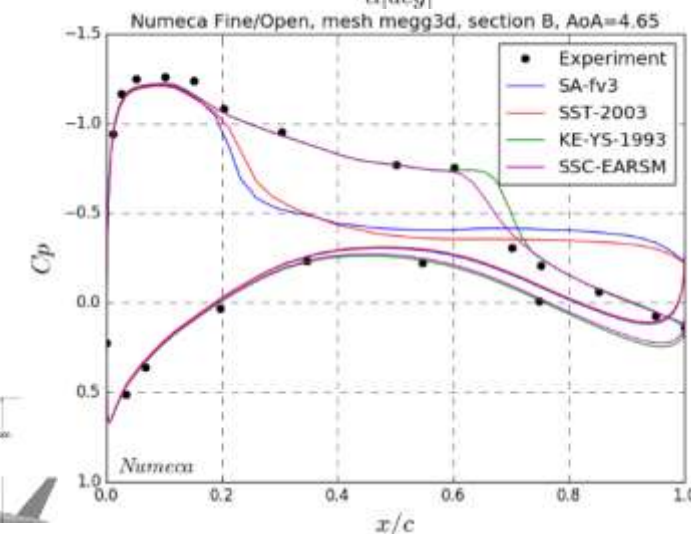
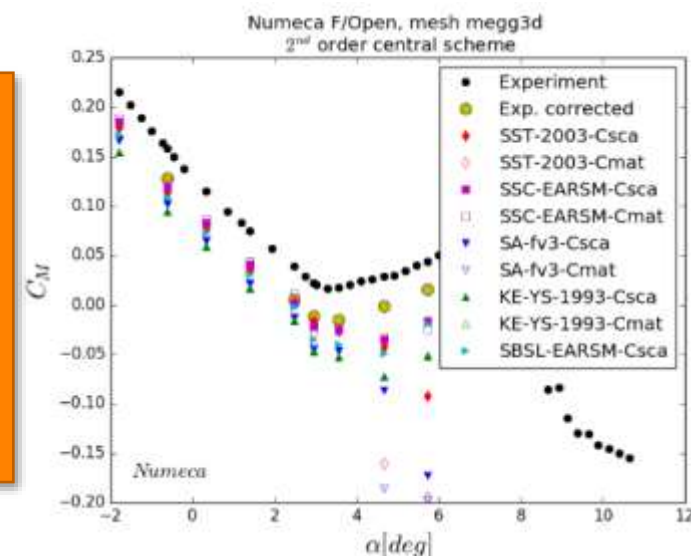
“剥離の予測のために開発された  
Omnis™ OpenにおけるSSC-EARSM  
乱流モデルは、実験データに最も  
近い結果をもたらしました。”



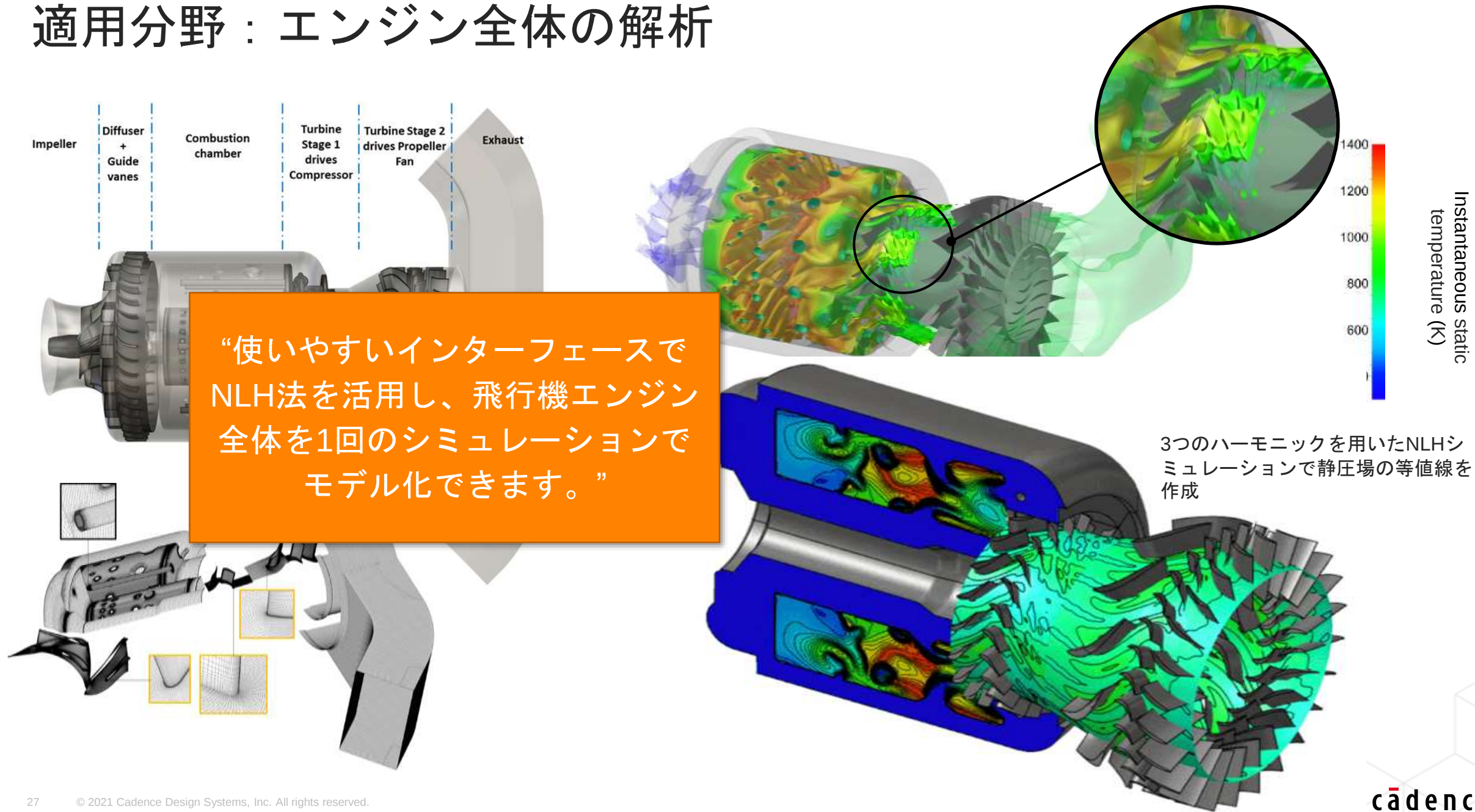
実験



CFD解析



# 適用分野：エンジン全体の解析

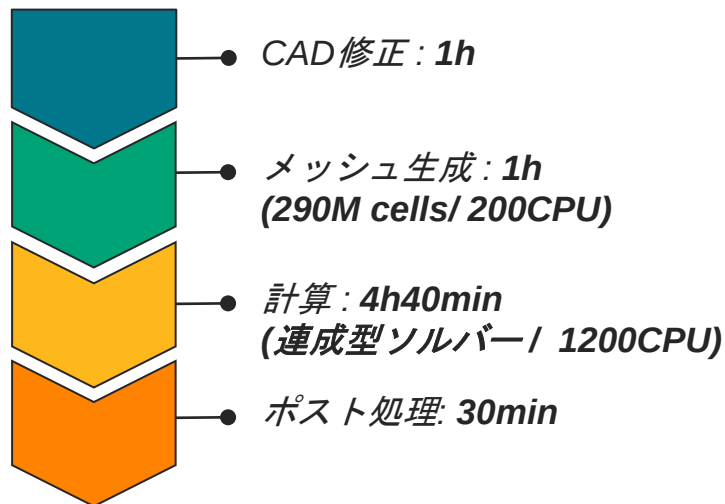


# 適用分野：車の熱管理

## UHTM Honda CR-V

- 完全にコンフォーマルなハイブリッドメッシュと六面体主体のメッシュ
- 以下の要素を含むエンジンルーム内解析：
  - 多孔質ブロック (熱交換器)
  - ソリッドボディ (CHT)
  - 2個の回転ファン (各々逆方向へ回転)

Omnis™では全てのワークフローを7Hで完了

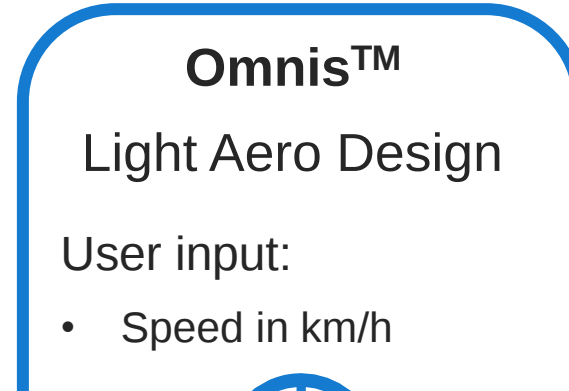


HEXPRESS™/Hybridを導入して  
CPU時間は1/3となり、1つのメッシュに費やすエンジニアリング時間は30分に減少しました。

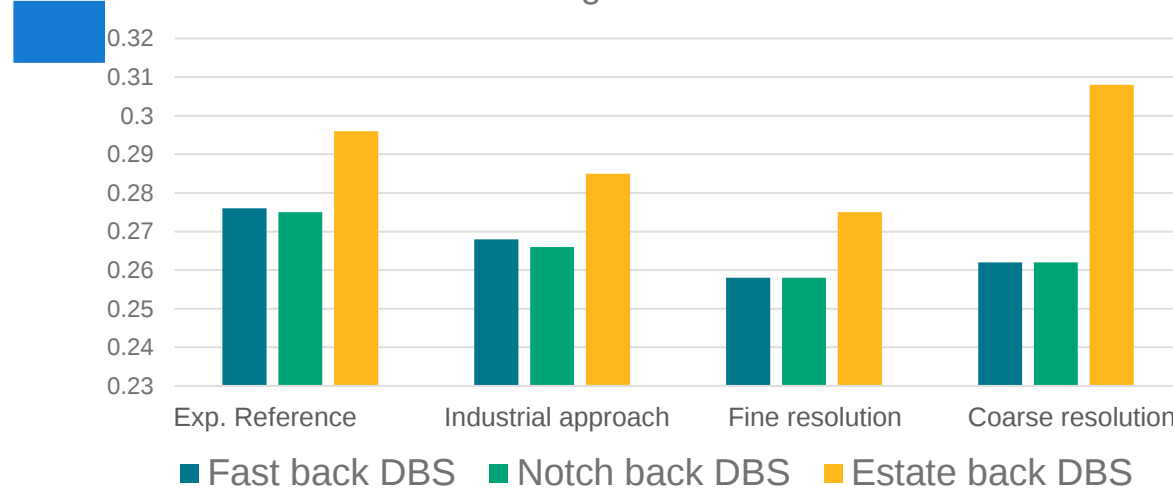


# 適用分野：自動車空力 Omnisカスタマイズ事例

Designers



Drag coefficient



$f(C_x)$



# Omnis 今後のリリース予定

|              |             |      |
|--------------|-------------|------|
| Omnis v5.1   | 2021年6月21日  | リリース |
| Omnis v5.2rc | 2021年9月8日   | リリース |
| Omnis v5.2   | 2021年11月11日 | 予定   |
| Omnis v6.1   | 2022年6月     | 予定   |



# cādence®

© 2021 Cadence Design Systems, Inc. All rights reserved worldwide. Cadence, the Cadence logo, and the other Cadence marks found at <https://www.cadence.com/go/trademarks> are trademarks or registered trademarks of Cadence Design Systems, Inc. Accellera and SystemC are trademarks of Accellera Systems Initiative Inc. All Arm products are registered trademarks or trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere. All MIPI specifications are registered trademarks or service marks owned by MIPI Alliance. All PCI-SIG specifications are registered trademarks or trademarks of PCI-SIG. All other trademarks are the property of their respective owners.

