

アドバンスソフトのプリ・ポストプロセッサご紹介セミナー

2013年8月27日(火)開催
アドバンスソフト株式会社

本日のプログラム

- 10:30～10:45 主催者挨拶、会社概要、製品ラインナップ
- 10:45～11:00 アドバンスソフトのプリ・ポストサービス
- 11:00～12:00 Cube-it 概要および開発ロードマップ **※資料公開不可**
※Cube-itの開発元【Computational Simulation Software LLC】
- 12:00～12:15 Cube-itの国内販売展開 **※資料公開不可**
※Cube-itの国内総販売元【M&T株式会社】
- 12:15～12:30 質疑応答
- 12:30～13:30 休憩
- 13:30～14:00 可視化ソフトウェアParaViewとその利用サポートサービス
・利用方法
- 14:00～14:30 流体解析ソフトウェアAdvance/FrontFlow/red +
Advance/REVOCAP とCube-it・ParaView の利用
- 14:30～15:00 構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTR +
Advance/REVOCAPとCube-it・ParaViewの利用方法
- 15:00～15:30 価格および関連サービス紹介、質疑応答

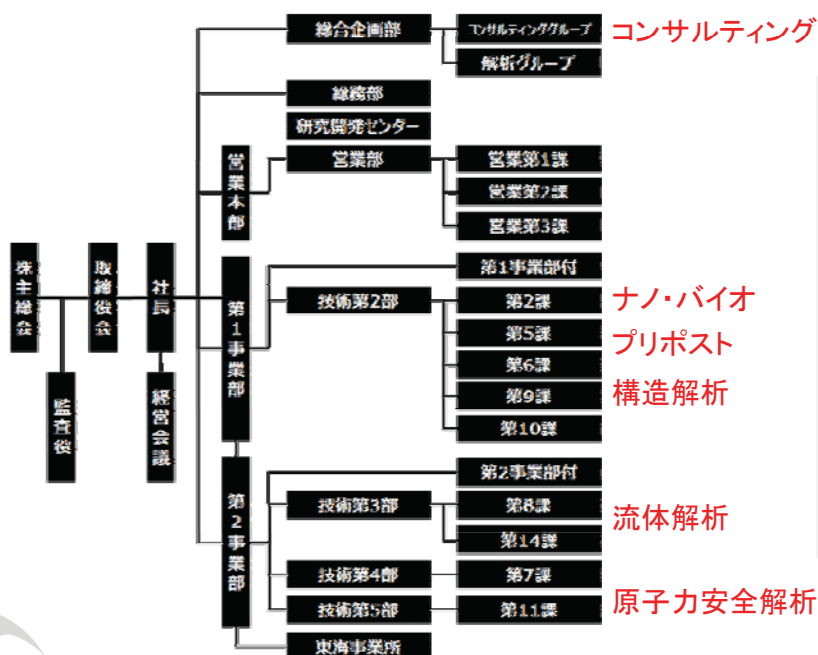
※こちらの資料は公開しておりません。弊社までお問い合わせください。

アドバンスソフト株式会社のご紹介

第1事業部長 松原 聖

アドバンスソフトのプリ・ポストプロセッサご紹介セミナー
2013年8月27日(水)
アドバンスソフト株式会社

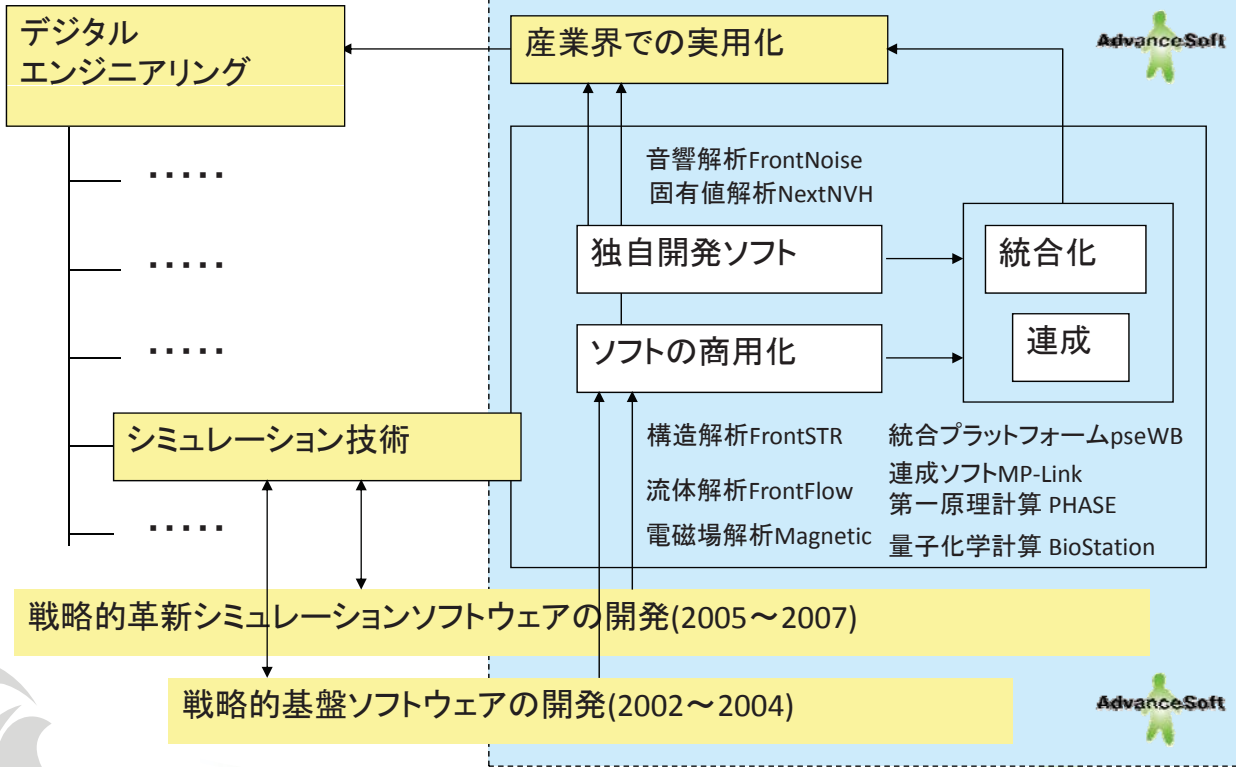
会社概要



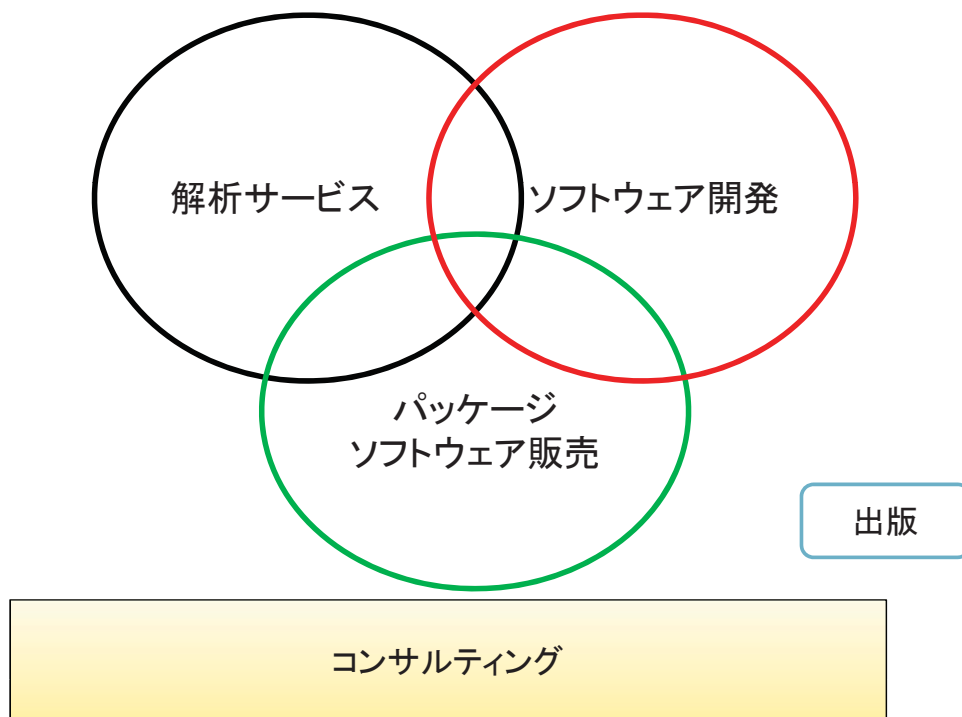
名称 アドバンスソフト株式会社
 英文名 AdvanceSoft Corporation
 本社 〒101-0062
 東京都千代田区神田駿河台4-3
 新お茶の水ビル17階
 TEL: 03-6826-3970
 FAX: 03-5283-6580
 設立 2002年(平成14年)4月24日
 資本金 3,724万円
 社員数 71名(2013年4月1日現在)

アドバンスソフトとは

産業界のニーズ



事業内容



流体解析分野

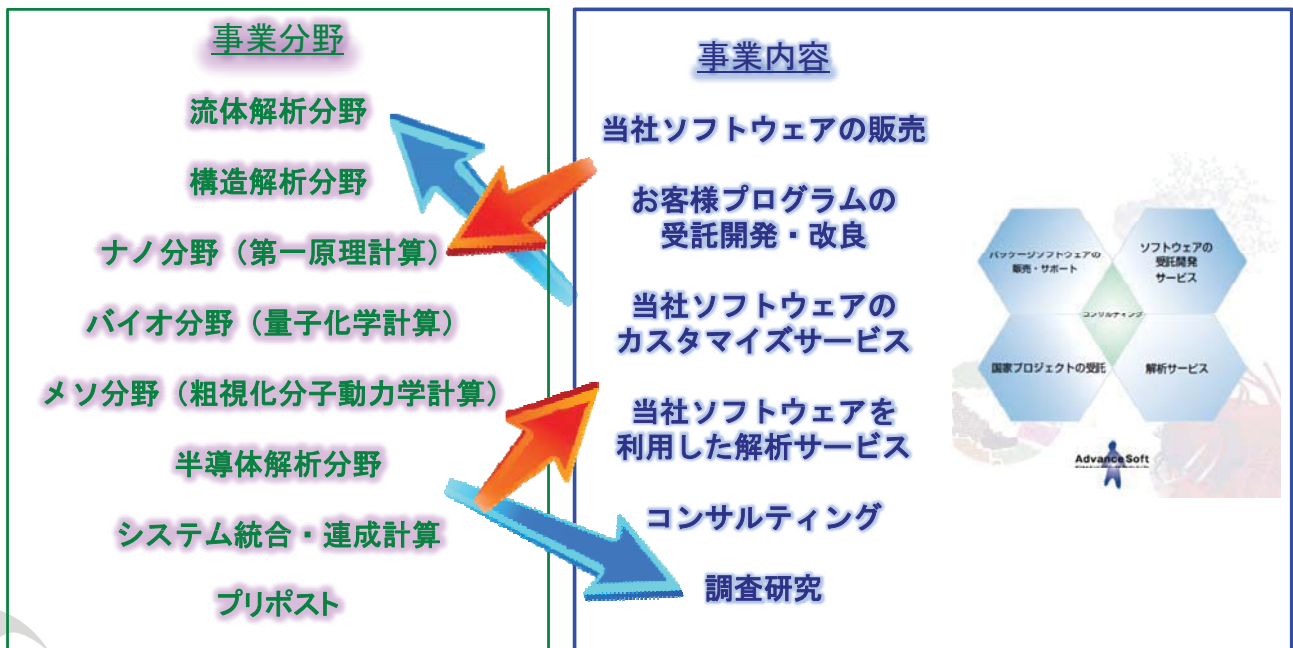
構造解析分野

ナノ分野

半導体分野

プリポスト分野

事業分野と事業内容



ソフトウェア名称	解析内容
Advance/PHASE	第一原理計算ソフトウェア
Advance/FrontFlow/red	流体解析ソフトウェア
Advance/FrontFlow/MP	気液二相流解析ソフトウェア
Advance/FrontFlow/FOCUS	高速流・爆発解析ソフトウェア
Advance/FrontNet	管路系1次元流体解析ソフトウェア群
Advance/FrontSTR	構造解析ソフトウェア
Advance/FrontNoise	音響解析ソフトウェア
Advance/REVOCAP	構造解析・流体解析プリポストプロセッサ
Advance/DESSERT	半導体デバイスシミュレータ

※上記は主要パッケージを掲載しています。詳細は弊社HPをご参照ください。

汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP と 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red

Advance/FrontFlow/redの特長

① 文部科学省のプロジェクトで開発したFrontFlow/redをアドバンスソフトが改良・実用化したソフトウェア → 国産のソフトウェア

世界トップ水準のシミュレーションソフトウェアを作る国家プロジェクト

「戦略的基盤ソフトウェアの開発」プロジェクト (2002~2004年度)
「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクト(2005~2007年度)

東大生産技術研究所が中核拠点

FrontFlow/red Ver3.0(フリー版)

← アドバンスソフトが
主要な開発を担当

Advance/FrontFlow/red Ver5.0 (現在)

← アドバンスソフトが
改良・実用化

② ラージ・エディ・シミュレーション (LES) による流体解析

③ 開発技術者によるお客様のサポート

④ 柔軟なカスタマイズ対応 → お客様が必要とする機能の追加

Copyright ©2013 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

大規模・並列計算を低コストで実現するカスタマイズ性の高い国産ソフト

機能一覧

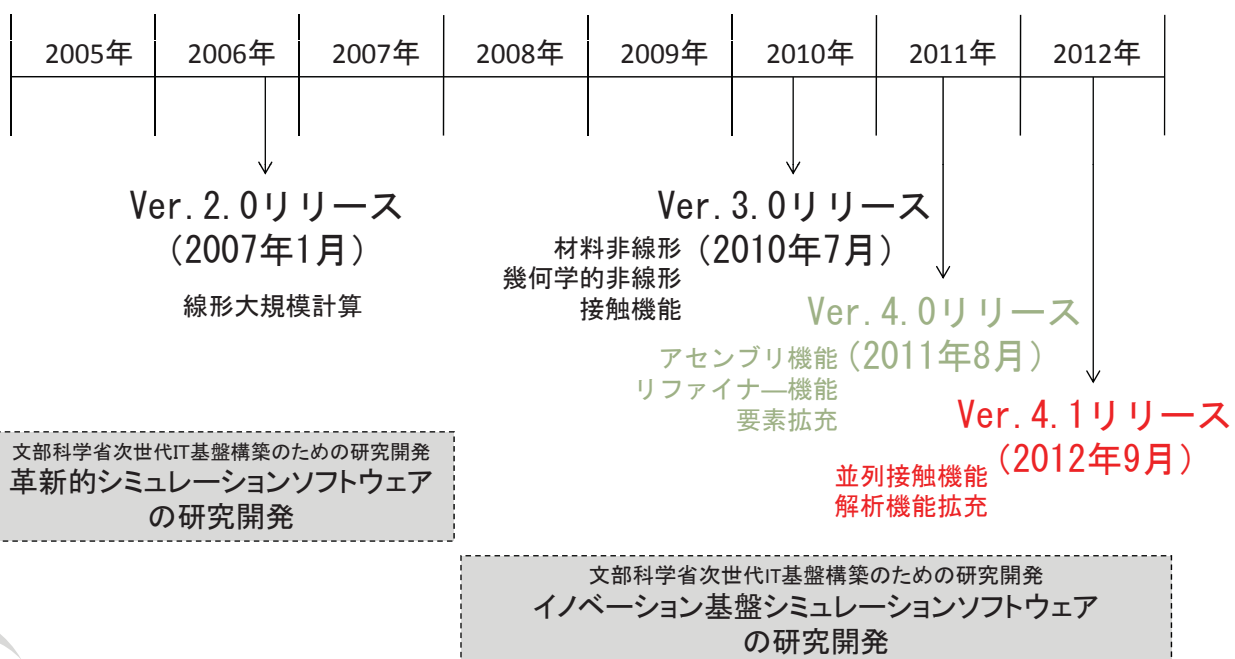
物理モデル	<p>基本機能：定常/非定常/非圧縮性/圧縮性/低 Mach 数近似/弾性対流/自然対流/固体-流体間の熱伝導 (固体内部の温度材質を含む)</p> <p>乱流モデル：LES (標準 Smagorinsky モデル、Dynamic Smagorinsky モデル) / DES (RANS は SST モデルあるいは Spalart-Allmaras モデル) / DNS / 低レイノルズ数型 k-ε モデル / 高レイノルズ数型 k-ε モデル / RNG k-ε モデル / Choi k-ε モデル / SST モデル / 壁面近傍一定 / 低レイノルズ数効果考慮した 2 層ゾーンモデル (enhanced Wall Treatment)</p> <p>輻射：有限体積法 / モンテカルロ法 / ソーン法</p> <p>ガス燃焼・化学反応モデル：素反応 (逆反応、三体反応、圧力依存、ユーザー定義) / 濃度制 / 総燃焼 (スス生成含む) / flamelet モデル</p> <p>表面反応モデル：素反応 / Sticking 吸着モデル / LHER 表面総燃焼モデル / Bohm プラズマモデル / マルチサイト (保存、非保存型アルゴリズム) / マルチ段階メカニズム / マルチパラメータ成長</p> <p>物性値：一変数 / Sutherland モデル / 節略化モデル / kinetic theory / 実在ガスモデル / 物性値テーブル参照機能</p> <p>粒子追跡機能 (Eulerian-Lagrangian 2way)：固体粒子と流体 (気体でも液体でも可) の二相流 / 液滴と気体の二相流 / 凝縮蒸発モデル</p> <p>騒音 (乱流音)：Lighthill-Curle モデル / Ffowcs Williams and Hawkings モデル</p> <p>多孔媒体モデル：ダルシー則 / ベジスケル</p> <p>自由表面：VOF 法 (RANS と併用) / 表面張力 / 壁の弾性 / LEVEL SET 法</p> <p>圧縮性二相流機能：キャビテーション (均質流モデル) / 圧縮性自由表面 (Ghost Fluid 法) ※カスタマイズにて対応いたします。</p>
メッシュ	6 面体 (ヘキサ) / 4 面体 (テトラ) / 3 角柱 (プリズム) / 4 角錐 (ピラミッド) / これらメッシュの混合 / 不連続媒質格子 / 厚みの薄い壁 (メッシュジェネレーター駆動)
メッシュ移動	スライディングメッシュ機能 (不連続媒質格子) / 移動格子 / メッシュ追加・削除
離散化	有限体積法 / 節点中心法 / セル中心法
行列ソルバー	ICCG 法 / BICGSTAB 法 / 複数マテリアル AMG
アルゴリズム	SIMPLE 法 / Rhie-Chow 補間法による圧力変動の抑制 / Muzaleva の手法による拡散項の精度向上
時間積分法	Euler 陽解法 / Euler 陽解法 / 2 次精度 Crank-Nicolson 法 / 2 次精度 Adams-Bashforth 法 / 3 次精度 Adams-Moulton 法 / 4 次精度 Runge-Kutta 陽解法
無次元計算ソルバー	Operator Splitting Method / ODE ソルバー
移動項の離散化スキーム	1 次精度面上差分 / 2 次精度面上差分 / 2 次精度面上差分 + リミタ (TVD 法) / 2 次精度中心差分 / 3 次精度面上差分 + リミタ (TVD 法) / 2 次精度中心差分および 3 次精度面上と 1 次精度面上のブレンド
並列計算	領域分割法による並列計算 / 並列数を変えたリスタート (省メモリ化)
前処理	省メモリ化
メッシュ生成	Advance/REVOCAP / 市販メッシュとの連携についてはお気軽にご相談ください。
可視化ツール	Advance/REVOCAP / ParaView / 市販可視化ソフトとの連携についてはお気軽にご相談ください。
ユーザーサポート	初期値 (流体と粒子) / 壁面条件 / 温度のソース項 / 運動量のソース項 / エネルギーのソース項 / 燃焼速度 / 気相反応 / 表面反応 / 移動格子 / 輸送係数 / 実在ガスモデルのパラメータ指定 / 輸送特性 / パスト処理
OS	Linux / Windows / 等 (*Windows 誤は並列計算に対応していません)

※赤い文字は Advance/FrontFlow/red Ver. 5.1 からの新機能

Copyright ©2013 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

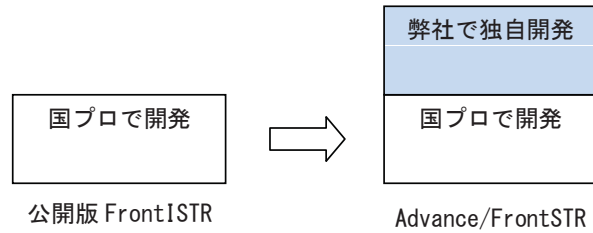
汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP と 構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR

Advance/FrontSTRの開発経緯



公開版からの発展状況

- 弊社技術者も参加して公開版 FrontISTRの開発を行っています。公開版の開発内容はすべて Advance/FrontSTRに反映されています。さらに Advance/FrontSTRでは独自拡張や修正を加えています。



項目	内容	Advance/FrontSTR	公開版FrontISTR
変形解析—動解析	直接積分法	中央差分法、Newmark-β法 HHT法	中央差分法、Newmark-β法
	モード解析	○	—
接触解析	並列接触解析	○	—
ソリッド要素	ピラミッド要素	○	—
	低減積分要素	○	—
	要素タイプ選択 (非適合要素、B-bar要素)	ユーザー指定	自動

(続く)

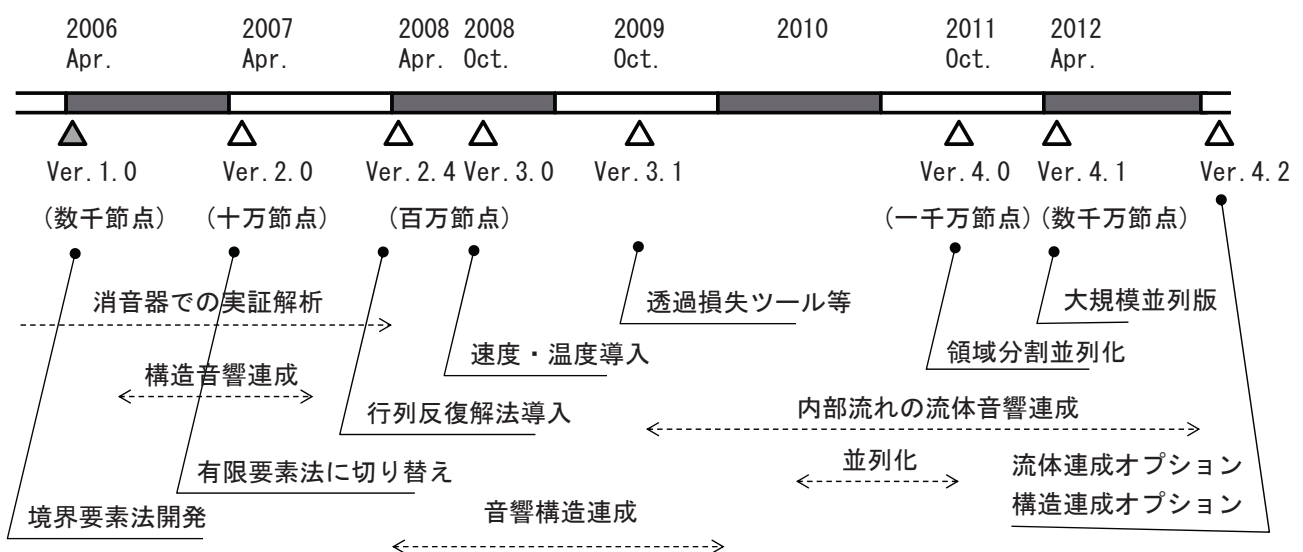
13

項目	内容	Advance/FrontSTR	公開版FrontISTR
構造要素	シェル要素	2次要素、非線形解析にも対応	1次要素、線形解析のみ対応
	梁要素	○	—
	トラス要素	○	—
特殊要素	質量要素	○	—
	慣性モーメント要素	○	—
材料	超弾性材料	Neo-Hookeモデル、Moonne-Rivlinモデル、Arruda-Boyceモデル、Yeohモデル、Ogdenモデル、Polynomialモデル、Reduced-Polynomialモデル、Hyperfoamモデル	Neo-Hookeモデル Moonne-Rivlinモデル Arruda-Boyceモデル
	温度依存性	弾性材料(弾性/超弾性/粘弾性)、非弾性材料(弾塑性、粘弾性、熱弾塑性)に対応	弾塑性材料のみ対応
	異方性材料	弾性材料、熱膨張係数	—
境界条件	初期条件の設定	温度、速度、加速度	温度
	AMPLITUDE(時系列データ)の設定	境界条件ごとに設定可能	STEPごとに設定(境界条件ごとには不可)
	DLOAD	+面グループの静水圧	
	DLOAD	+追随力	
その他	局所座標	○	—

14

汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP と 音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise

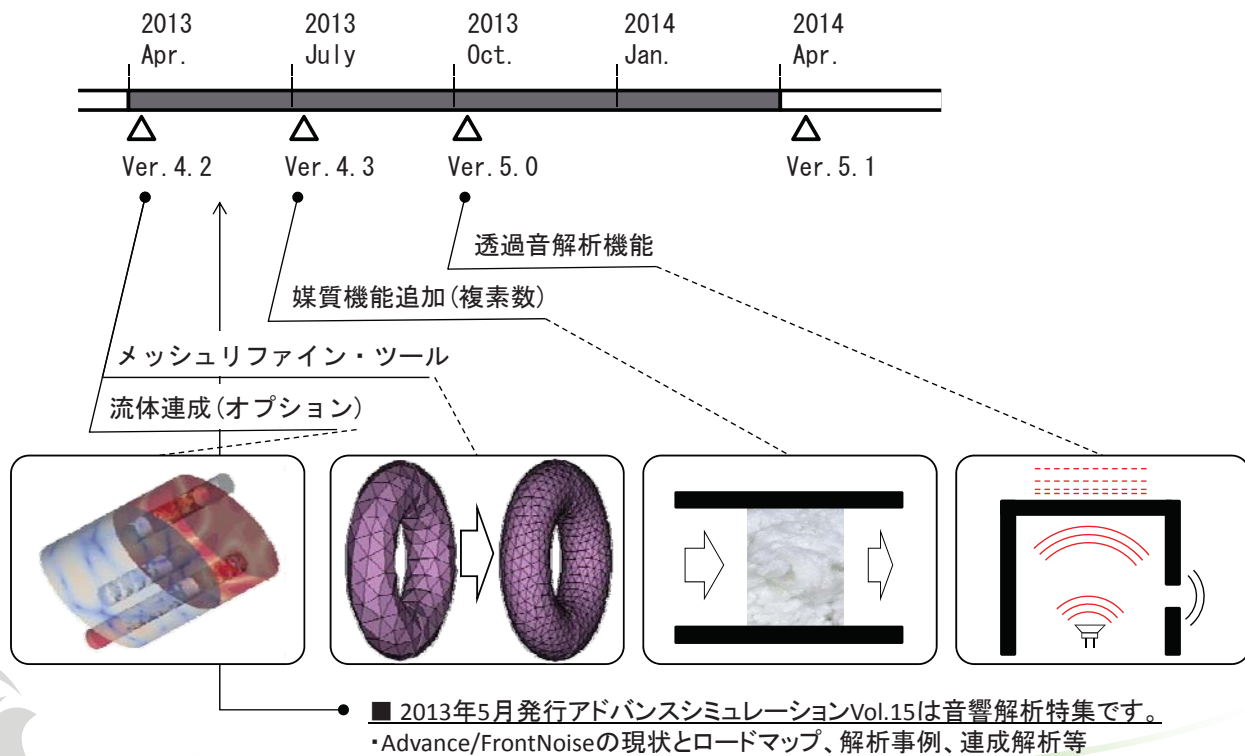
Advance/FrontNoiseの開発経緯



■ 技術雑誌: アドバンスシミュレーション

- [1] 桑原匠史, "Advance/FrontNoiseを用いた音響解析", Vol.2(2010.9)
- [2] 松原聖・桑原匠史, "Advance/FrontNoiseによる大規模解析", Vol.9(2011.10)
- [3] 松原聖, "Advance/FrontNoiseによる大規模解析—続報—", Vol.13(2012.10)
- [4] 松原聖・戸田則雄, "Advance/FrontNoiseによる構造音響および流体音響連成解析", Vol.14(2013.1)

今後のバージョンアップ予定



さらに強化されたプリポストプロセッサ

- アドバンスソフト株式会社は幅広い分野のシミュレーションソフトウェアとその解析環境を支援する**プリポストプロセッサ「Advance/ REVOCAP」**を開発、販売しております。
- この度 **Advance/REVOCAP** と並んで、米国サンディア国立研究所で開発された「**Cubit**」をベースにしたM&T社「**Cube-it CFD**」をアドバンスソフトの製品ラインナップに加え、販売してまいります。また、フリーソフトウェアとして広く普及している可視化ソフトウェア「**ParaView**」の利用者向けの「**ParaView**利用サポートサービス」を開始いたします。

facebook、YouTubeでも関連記事を掲載中

<http://www.facebook.com/advancesoft.jp>



<http://www.youtube.com/user/advancesoft>

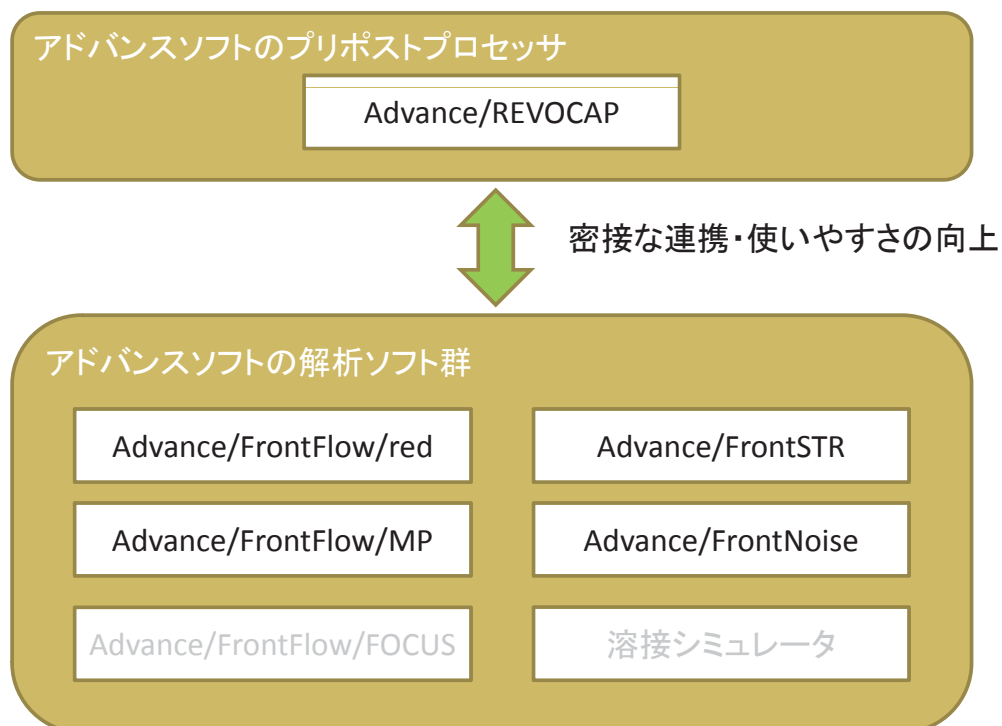


アドバンスソフトは、高度な技術力、開発力、人材を武器に、最先端理論を応用した解析シミュレーションソフトウェアを開発・販売しています。受託解析、受託開発、パッケージソフトウェア、コンサルティング等多様なソリューションを通じて、お客様の問題解決に即戦力として貢献します。

アドバンスソフトのプリポストサービス

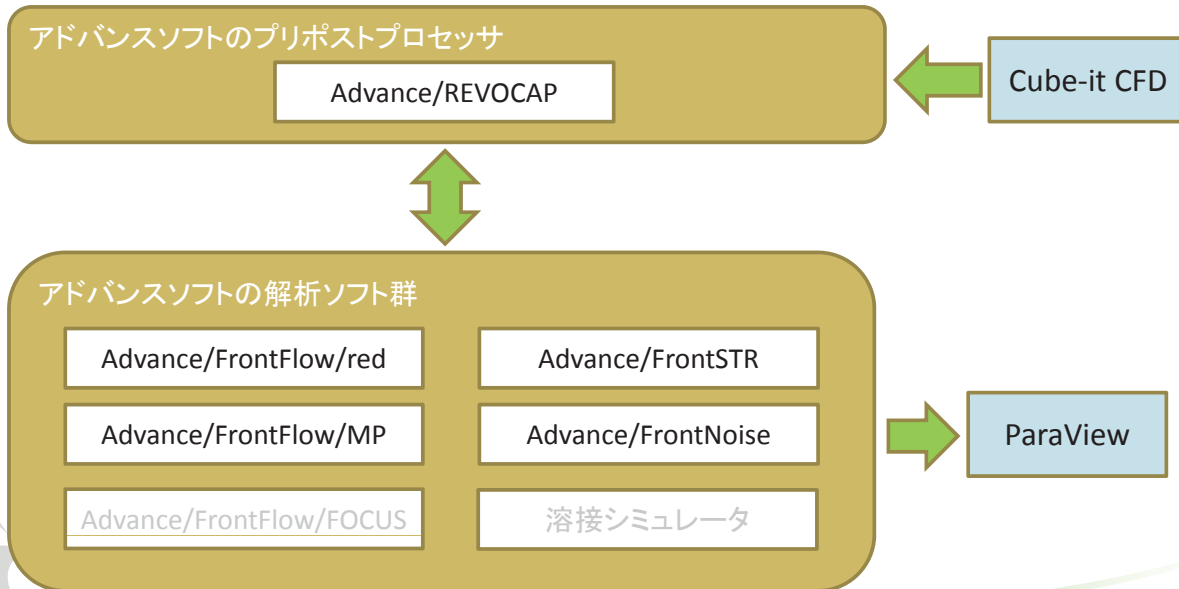
技術第2部 徳永健一

アドバンスソフトのプリ・ポストプロセッサご紹介セミナー
2013年8月27日(火)
アドバンスソフト株式会社



アドバンスソフトの解析ソフト群を より使いやすくするための周辺ツールの拡充

- ① 六面体メッシュの生成ツールとして Cube-it との連携
- ② 並列可視化ツールとしての ParaView の利用サポート



Advance/REVOCAP と Cube-it CFD の比較

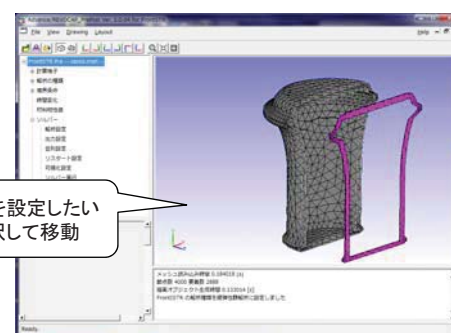
	Advance/REVOCAP	Cube-It CFD
モデリング機能	×	○
CADデータ読み込み	IGES, STEP	IGES, STEP, ACIS
四面体メッシュ生成	○	○
六面体メッシュ生成	×	○
押し出しメッシュ生成	○	○
粗密制御機能	○	○
複数材料対応	○	○
大規模メッシュ生成	16GBのPC上で 6000万要素生成	8GBのPC上で 2700万要素生成
Advance/FrontFlow/red用の境界条件の設定	○	×
Advance/FrontFlow/red用の解析モデルの出力	○	×

Advance/REVOCAP と ParaView の比較

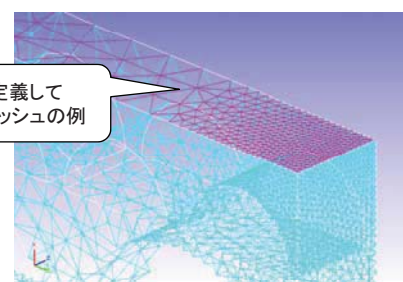
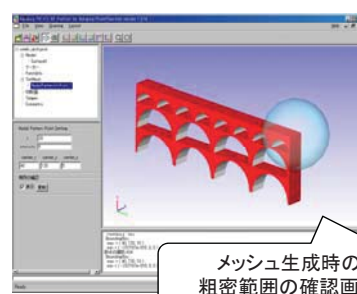
	Advance/REVOCAP	ParaView
コンター図	○	○
断面図	○	○
等値面図	○	○
ベクトル図	○	○
流線	○	○
アニメーション作成	○	○
線分プロット	○	○
演算処理	×	○
並列レンダリング	×	○
Advance/FrontFlow/red, Advance/FrontSTR の収束履歴	○	×
Advance/FrontSTR の積分点評価	○	×

Advance/REVOCAP の特徴(その1)

- ① 境界条件設定の時に、境界面をつまんで移動させるようなインターフェイス
- ✓ 直観的な選択
 - ✓ 複雑形状での面の選択

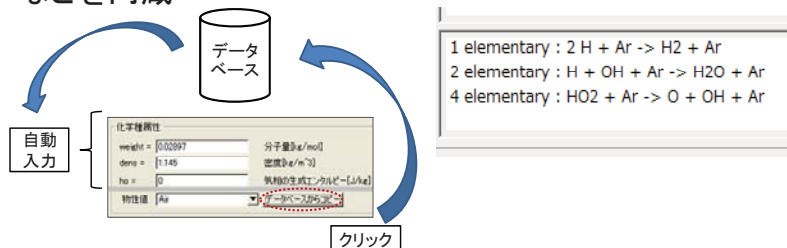


- ② メッシュ生成時の簡易な粗密定義



Advance/REVOCAP の特徴(その2)

- ③ FrontSTR用の材料物性値、FrontFlow/red用の化学種データベースなどを内蔵



- ④ 並列計算機での計算支援機能
- ✓ バッチジョブ用のスクリプトの自動生成機能
 - ✓ 簡易的なファイル転送機能



Advance/REVOCAP の基本スペック

解析ソフトウェア	Advance/FrontFlow/red、Advance/FrontSTR、Advance/FrontFlow/MP、Advance/FrontNoise、Advance/FrontFlow/FOCUS (近日リリース予定)
動作環境	Windows7 (32bit, 64bit)、Windows Vista、WindowsXP、Linux(CentOSなど、詳細はお問い合わせください)
形状モデル読み込み	IGES(5.3)、STEP、STL
メッシュ生成	四面体自動メッシュ生成、押し出しメッシュ生成、2次要素対応、粗密制御対応
計算格子読み込み	FrontFlowGF形式、HECMW形式、(その他各種のフォーマットに対応いたします。詳細はお問い合わせください。) 四面体、六面体、三角柱、四角錐、三角形(シェル)、四角形(シェル)
プリ処理	境界条件設定機能、解析条件設定機能、材料物性値簡易データベース機能、ステップ解析設定機能、メッシュ品質チェック機能
ポスト処理	カラーコンター、等値面、流れ場ベクトル、切断面、変形、流線、アニメーション作成
推奨PCスペック	メインメモリ2GB以上(大規模モデルを扱う場合は16GB以上推奨) 空きHDD500MB以上 ビデオメモリ256MB以上(大規模モデルを扱う場合は1GB以上推奨)



Advance/FrontFlow/red
Advance/FrontFlow/MP
の新規/継続ユーザーの方



Cube-it CFD で作成した
六面体メッシュをもとに
Advance/REVOCAPで
解析モデルの作成をお勧めします

オプションとして ParaView の
利用サービスもお勧めします

Advance/FrontSTR
Advance/FrontNoise
の新規/継続ユーザーの方



ソルバーの使いやすさを追求した
Advance/REVOCAPをお勧めします

モデリング・六面体メッシャーが必要
な方は Cube-it CFD をお勧めします

オプションとして ParaView の
利用サービスもお勧めします

アドバンスソフトのプリポストサービスの今後の予定

- ① アドバンスソフトの解析ソフトのプリポストとして、今後も Advance/REVOCAPのバージョンアップを続けていきます
 - 解析ソフト独自の特殊なメッシュ生成や可視化機能にも対応していきます
- ② Cube-it の販売および ParaView の利用サポートを通じてメッシュ生成、可視化の課題解決のお手伝いをいたします
- ③ Advance/REVOCAP は汎用的なメッシュ生成機能、可視化機能以外の特殊な機能にも取り組んでいきます
 - (計画中) 粒子ベースのボリュームレンダリング機能
 - (計画中) 多孔質体モデリング機能

可視化ソフトウェア **ParaView** と Parallel Visualization Application その利用サポートサービス・利用方法

総合企画部・解析グループ 出浦 智之

アドバンスソフトのプリ・ポストプロセッサご紹介セミナー
2013年8月27日(火)
アドバンスソフト株式会社



はじめに

ソフトウェアの研究・発展
ネットワーク普及

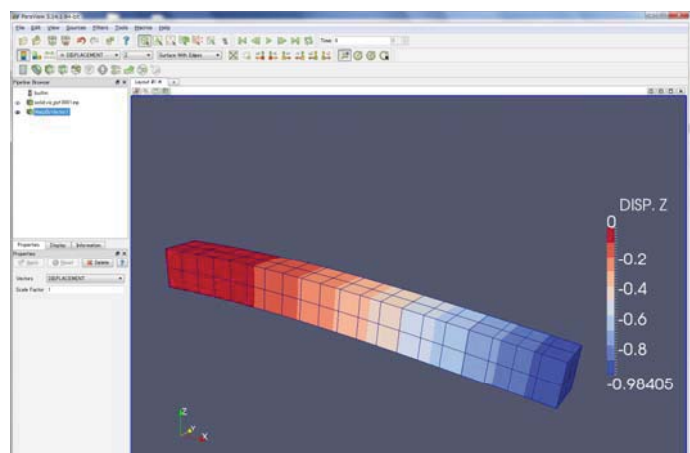
フリーソフト
利用

技術計算の
可視化

 **ParaView**
Parallel Visualization Application

2000年から米国で開発
フリーの可視化ソフト

オープンソース
マルチプラットフォーム
技術計算の研究機関、
企業など多く利用
毎月約3000件、
ダウンロード



通常の描画に加え、
データ解析も可能

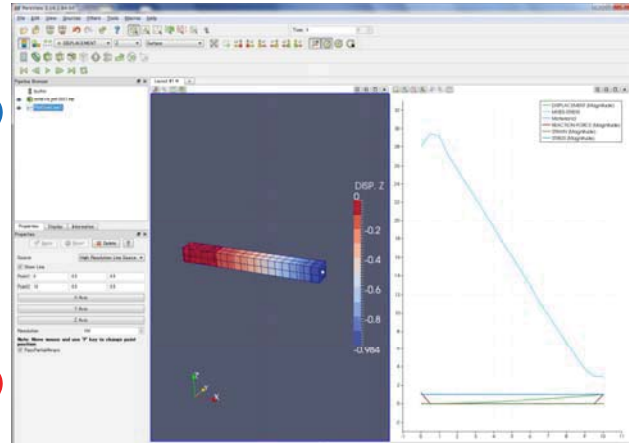
多機能

英語表記。

日本語マニュアルが少ない。

操作がわかりにくい。

問題点



商用可視化ソフトの代替となるParaViewの利用サポート
コンサルコンサルティング事業を開始

本スライドは、ParaViewの公開サイト(<http://paraview.org/>)の内容を引用、
日本語訳の内容を含みます。

米国、1995年、10年計画

ASC (Advanced Simulation and Computing Program)

先進シミュレーションおよびコンピューティング計画

{ ASCI (Accelerated Strategic Computing Initiative)

{ 加速的戦略的コンピューティング・イニシアティブ }

CTBT (Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty :

包括的核実験禁止条約) 批准の前提とした

核兵器の安全性、信頼性、性能維持の確認を実験によらず、
計算科学で行うための最先端計算機モデリングおよび、
シミュレーションするための開発プログラム

ParaView の開発

Parallel Visualization Application

2000年 Kitware社、米国の3国立研究所(ロスアラモス国立研究所、サンディア国立研究所、リバモア国立研究所)間の共同プロジェクトとしてParaViewの開発を開始

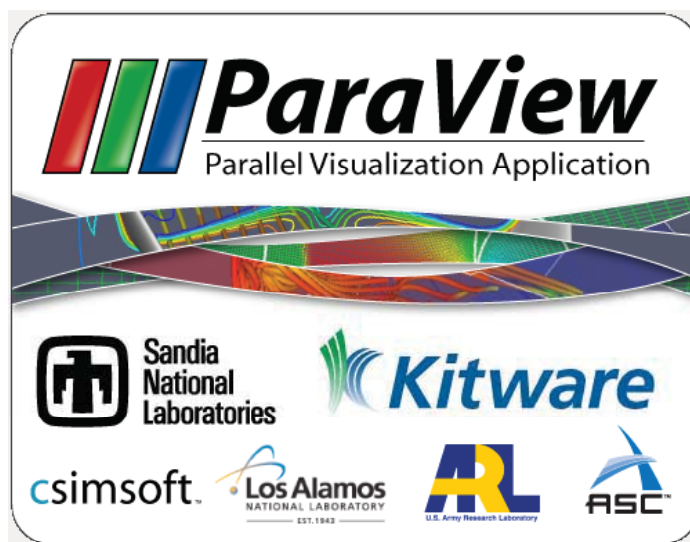
2002年10月 最初のParaView リリース

~~~~

2005年9月 Kitware社、サンディア国立研究所、CSimSoft  
ParaView Ver. 3.0の開発を開始

ユーザー・インターフェイス改善、  
データ分析機能の向上 : Ver.2から大規模改良。

2007年5月 ParaView Ver. 3.0リリース



Ver. 3.0

Kitware社とサンディア国立研究所、ロスアラモス国立研究所、陸軍研究所など、さまざまな研究機関および政府機関と協力によりソフトウェアの開発およびリリースが継続

- ① オープンソース、マルチプラットフォーム
- ② 分散メモリの大規模データセットを処理する計算モデル
- ③ オープンで柔軟かつ直感的なユーザーインターフェイス
- ④ オープンな標準に基づく拡張可能なアーキテクチャ

・並列分散処理に関しては、商用可視化ソフトウェアを超えている。

- ・分散メモリ並列計算機、共有メモリ並列計算機、シングルプロセッサで実行可能
- ・Windows版、Mac OS XやLinux、IBMのBlue Gene、クレイXT3、様々なUnixワークステーション、クラスタやスーパーコンピュータ上でテスト

## ソフトウェア

- ・データ処理とレンダリングエンジン  
: 可視化ツールキットVTKを利用
- ・ユーザーインターフェイス : Qtで記述

- 構造格子・非構造格子
- コンター図・ベクトル図
- 断面図、等高線・等値面
- クリップ処理・断面処理・しきい値処理
- 変数の演算・ベクトル演算
- データプローブ・各種ファイル形式の読み込み・出力
- スプレッドシートによるデータ確認
- Pythonスクリプトによるカスタマイズ

など

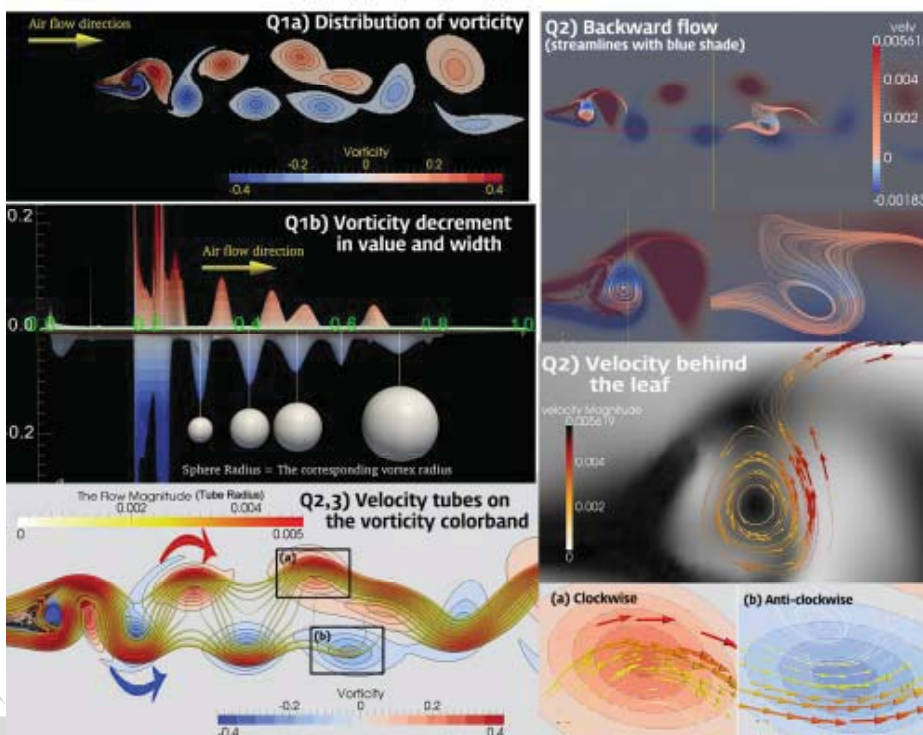
境界適合曲線座標系を含む構造データ、非構造データ、多角形、画像、マルチブロックとAMRのデータタイプを処理可能

さまざまなファイル形式をサポート。

(例) VTK(新旧、パラレル、アスキーとバイナリ)、市販ソフトウェア、STLを含む多角形のファイル形式など、次のスライドにファイル形式一覧。

|                              |                               |                                          |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| AVS UCD Reader               | MFIXReader                    | VRML reader                              |
| BYU reader                   | Meta Image Reader             | XDMF reader                              |
| COSMO reader                 | OpenFOAMReader                | XML Hierarchical Box Data reader         |
| CSV reader                   | PDB reader                    | XML Image Data reader                    |
| DEM reader                   | PLOT3D reader                 | XML Multi-Block Data reader              |
| EnSight Master Server reader | PLY reader                    | XML Partitioned Image Data reader        |
| EnSight reader               | PNG reader                    | XML Partitioned Polydata reader          |
| Exodus reader                | POP reader                    | XML Partitioned Rectilinear Grid reader  |
| ExodusIIReader               | PVD reader                    | XML Partitioned Structured Grid reader   |
| FLUENTReader                 | Partitioned Legacy VTK reader | XML Partitioned Unstructured Grid reader |
| Facet Reader                 | Phasta reader                 | XML Polydata reader                      |
| Gaussian Cube reader         | Restarted Sim Exodus Reader   | XML Rectilinear Grid reader              |
| Image reader                 | Restarted Sim Spy Plot Reader | XML Structured Grid reader               |
| LSDynaReader                 | SESAME reader                 | XML Unstructured Grid reader             |
| Legacy VTK reader            | Spy Plot reader               | XYZ reader                               |

各種のファイルフォーマットを利用により、市販の商用可視化ソフトウェアを利用中の方も、ParaViewに乗り換えることが可能

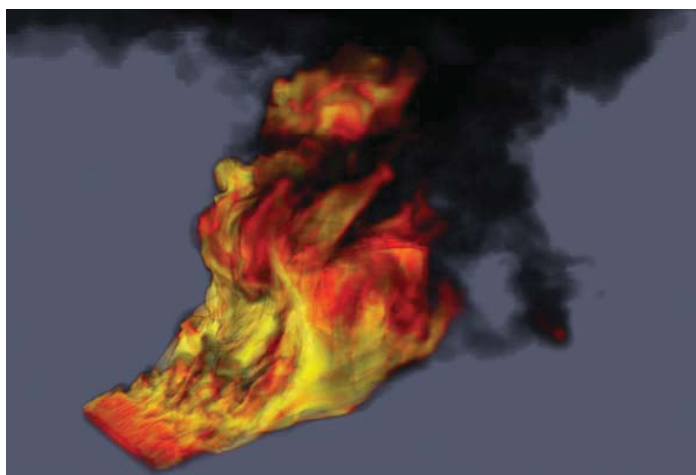


商用可視化  
ソフトの機能を  
ほとんど備える

葉と周りの空気の流れのシミュレーション

(公式サイトより)

## 連成モデルの火災シミュレーションの可視化



ガスの温度

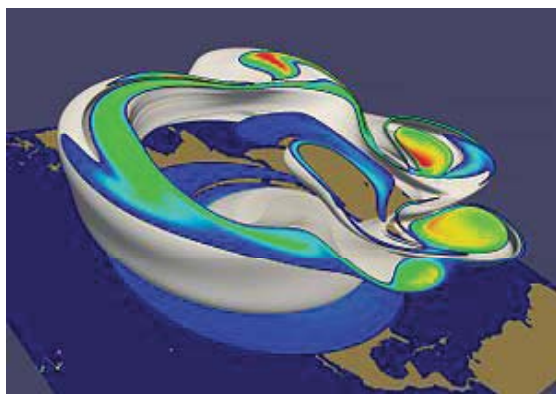
1.5億自由度

流体領域・輻射領域・  
熱伝導領域を  
シミュレーション。

ParaViewのVolume  
レンダリングで描画

(公式サイトより)

## オゾン層破壊の解析の可視化



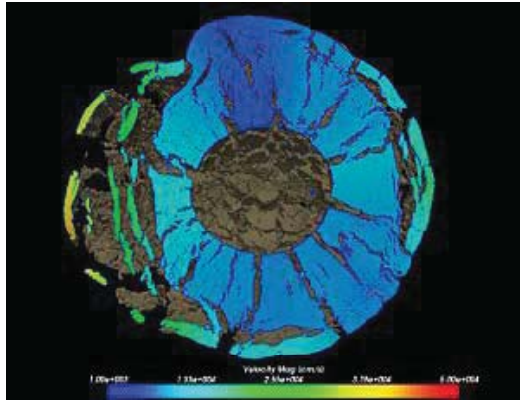
気候シミュレーション  
における極渦崩壊

高緯度にトラップされた  
周極ジェット  
のシミュレーション  
(オゾン層破壊の一因)

10億メッシュ以上、1kmの解像度

(公式サイトより)

小惑星破壊のシミュレーションの可視化

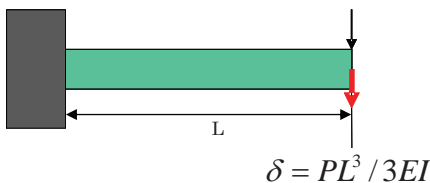


10メガトンの爆薬を、  
 $2.1 \times 10^8 \text{m}^3$   
( $500\text{m} \times 600\text{m} \times 700\text{m}$ )  
の小惑星の中心で爆発。

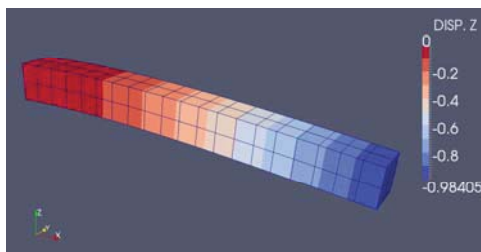
128可視化ノードで  
並列でParaViewを使用。

例1

構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRによる  
片持ち梁の曲げの構造解析

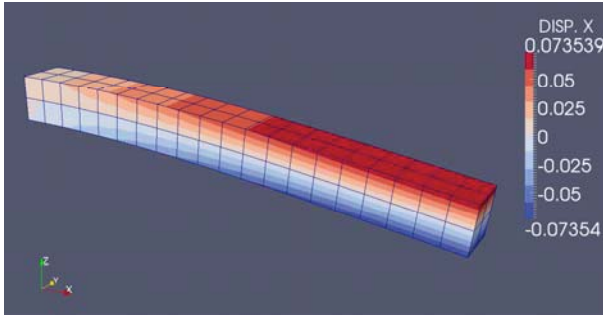


|             |                            |       |                     |
|-------------|----------------------------|-------|---------------------|
| ヤング率:<br>E  | 4000.0 kgf/mm <sup>2</sup> | 長さ:L  | 10.0 mm             |
| ポアソン<br>比:ν | 0.3                        | 断面積:A | 1.0 mm <sup>2</sup> |
| 荷重P         | 1.0 kgf                    | -     | -                   |

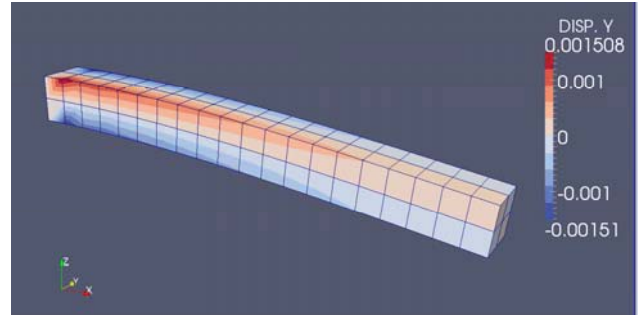


理論解  $\delta_{\max} = -1.0$   
FrontSTR  $\delta_Z = -0.98405$   
6面体1次、80要素

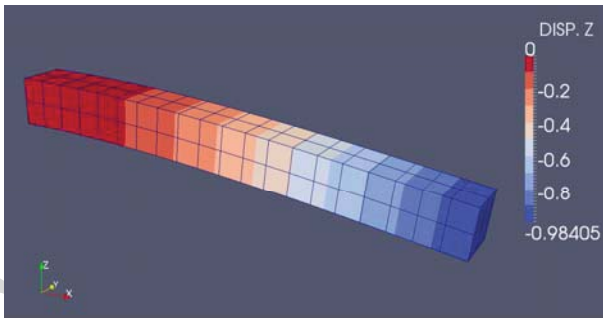
# 構造解析、変位の変形・コンタ図



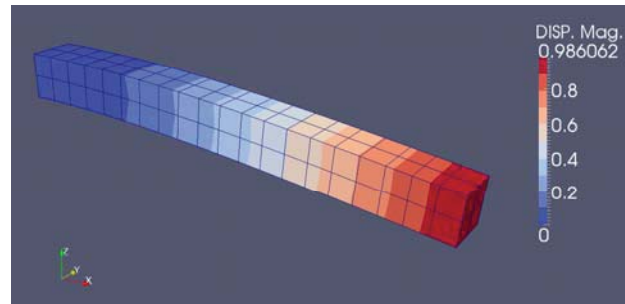
X変位



Y変位

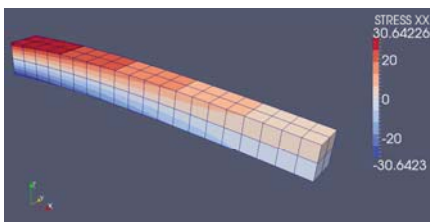


Z変位

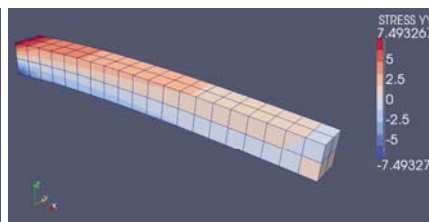


変位(絶対値)

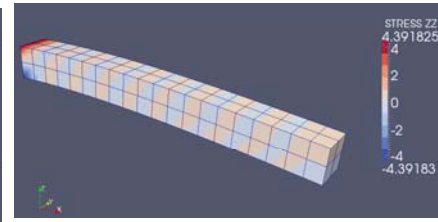
# 構造解析、応力の変形・コンタ図



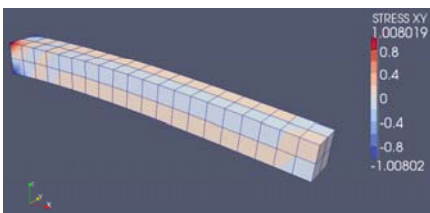
$\sigma_x$



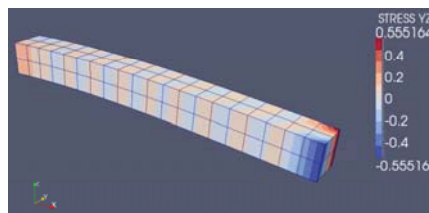
$\sigma_y$



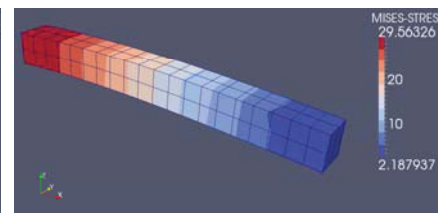
$\sigma_z$



$\tau_{xy}$



$\tau_{yz}$

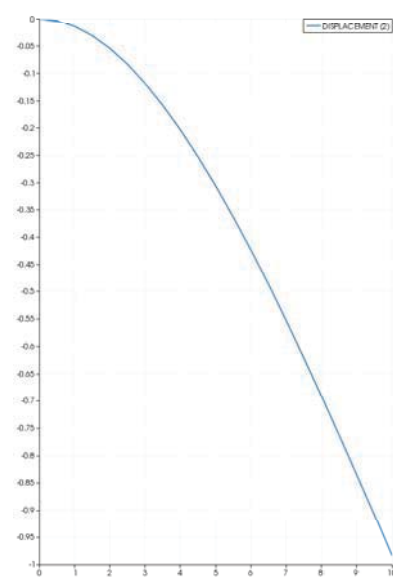
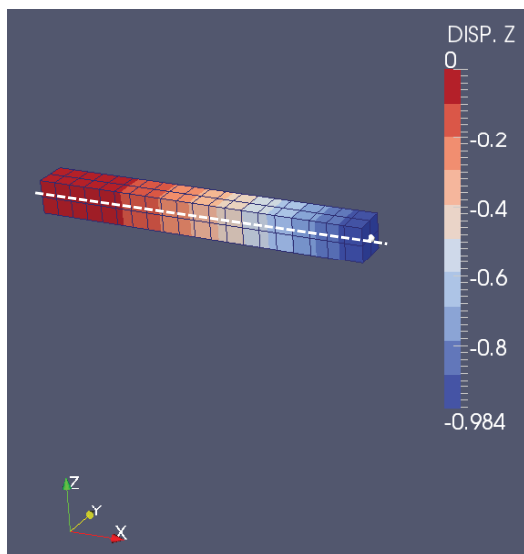


ミーゼス応力

## 構造解析、物理量一覧

|   | ラベル            | 物理量                                                                                                                                              |
|---|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | DISPLACEMENT   | 変位 X、Y、Z                                                                                                                                         |
| 2 | STRAIN         | ひずみ $\varepsilon$<br>$\varepsilon_{XX}$ 、 $\varepsilon_{YY}$ 、 $\varepsilon_{ZZ}$ 、 $\varepsilon_{XY}$ 、 $\varepsilon_{YZ}$ 、 $\varepsilon_{ZX}$ |
| 3 | STRESS         | 応力 $\sigma$<br>$\sigma_{XX}$ 、 $\sigma_{YY}$ 、 $\sigma_{ZZ}$ 、 $\tau_{XY}$ 、 $\tau_{YZ}$ 、 $\tau_{ZX}$                                           |
| 4 | MISES-STRESS   | ミーゼス応力                                                                                                                                           |
| 5 | REACTION-FORCE | 反力 $F_X$ 、 $F_Y$ 、 $F_Z$                                                                                                                         |

## 線分上の値のプロット

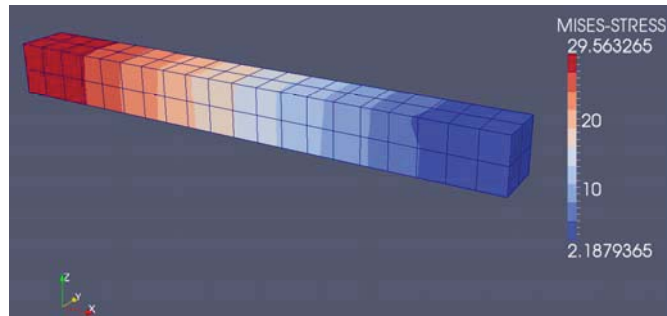


線分の指定

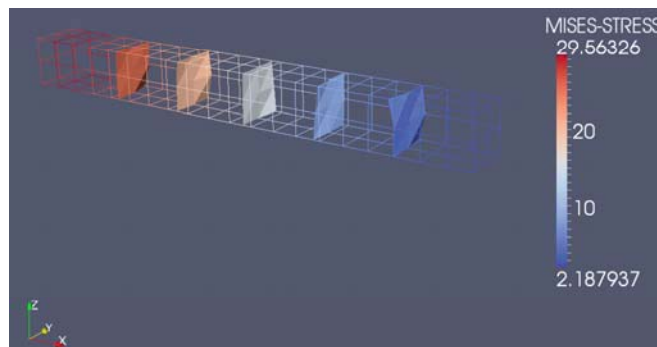
Z変位



# 等値面描画

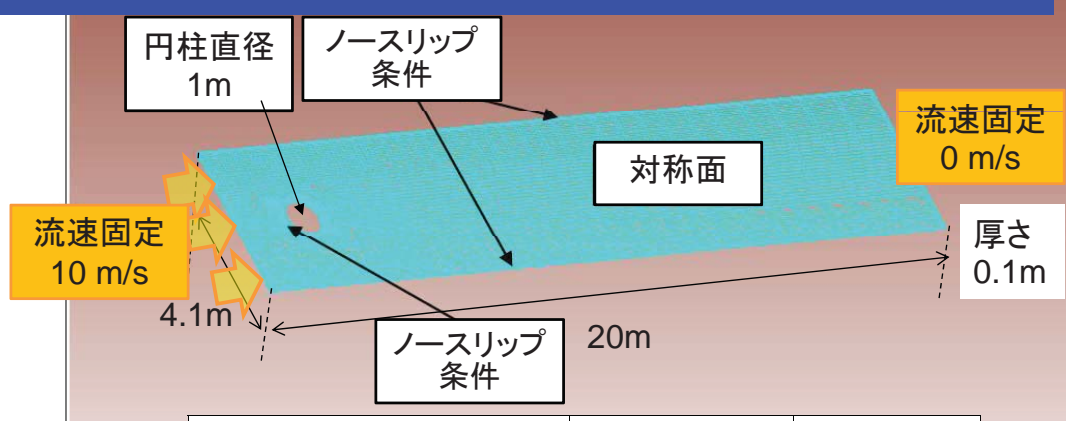


ミーゼス応力5~25kgf/mm<sup>2</sup>間、5kgf/mm<sup>2</sup>ごとの等値面



## 例2

### 流体解析ソフトウェアAdvance/FrontFlow/redによる 円柱非定常流れ解析

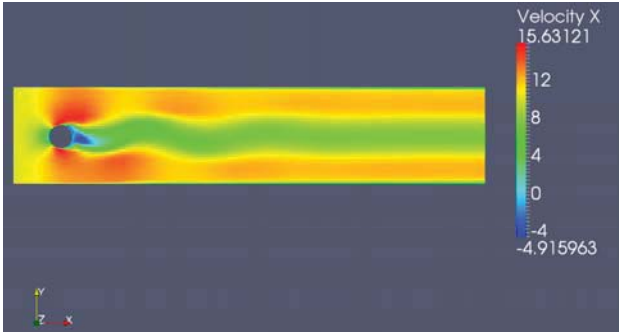


|      |                           |       |           |
|------|---------------------------|-------|-----------|
|      | 非定常解析                     | 時間積分法 | Euler陰解法  |
| 流体   | 非圧縮性流体<br>空気<br>(粘性係数は変更) | 移流項   | 80%一次風上差分 |
|      |                           | 圧力解法  | SIMPLE法   |
| 時間刻み | 0.01 s                    | 乱流モデル | なし        |

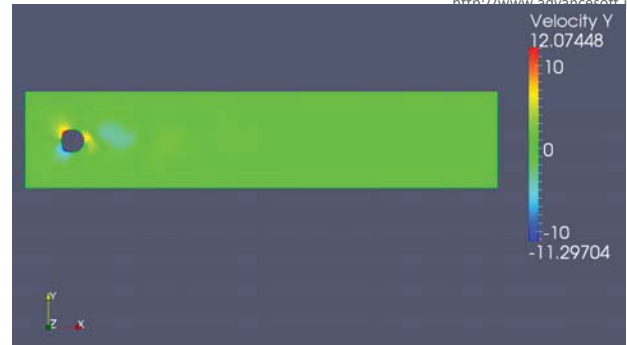
# 流体解析結果のコンタ図



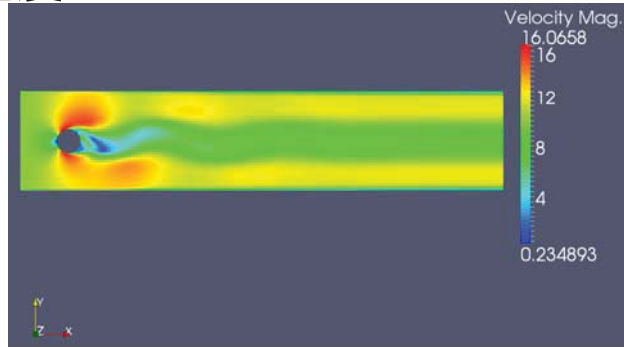
<http://www.advancesoft.jp/>



X速度



Y速度



流速の絶対値

# 流体解析結果のコンタ図



<http://www.advancesoft.jp/>



圧力

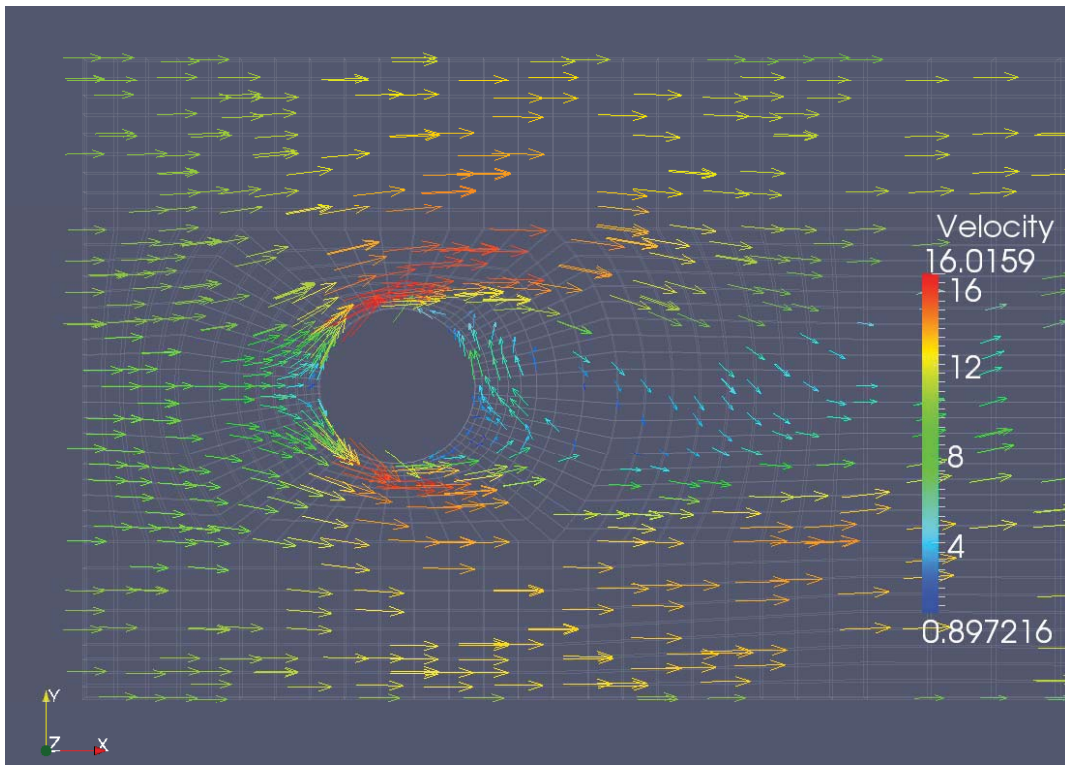
# 流体解析・物理量一覧

| 物理量                                          | ラベル                  | 出力条件                                            |
|----------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|
| 圧力 [Pa]                                      | Static_pressure      | デフォルトで出力                                        |
| マッハ数                                         | Mach_number          | デフォルトで出力                                        |
| 密度 [kg/m <sup>3</sup> ]                      | Density              | デフォルトで出力                                        |
| 温度 [K]                                       | Static_temperature   | デフォルトで出力                                        |
| 分子粘性 [Pa s]                                  | Molecular_viscosity  | 乱流モデルが「なし(層流)」または「DNS」の場合に出力。それ以外はオプションで指定した追加時 |
| 乱流粘性 [Pa s]                                  | Turbulent_viscosity  | 乱流モデルが「なし(層流)」「DNS」のどちらでもない場合に出力                |
| 流速 [m/s]                                     | Velocity             | デフォルトで出力                                        |
| 化学種の質量分率                                     | Mass_fraction_(化学種名) | デフォルトで出力                                        |
| 乱流エネルギー [m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]    | RANS_K               | k-εモデルまたはk-ωモデルの計算時に出力                          |
| 乱流エネルギー散逸率 [m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup> ] | RANS_eps             | k-εモデルの計算時に出力                                   |
| 比散逸率 [1/s]                                   | RANS_omg             | k-ωモデルの計算時に出力                                   |

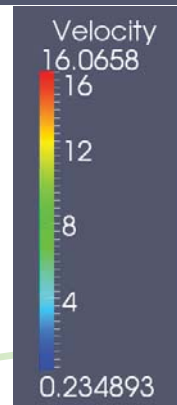
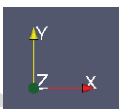
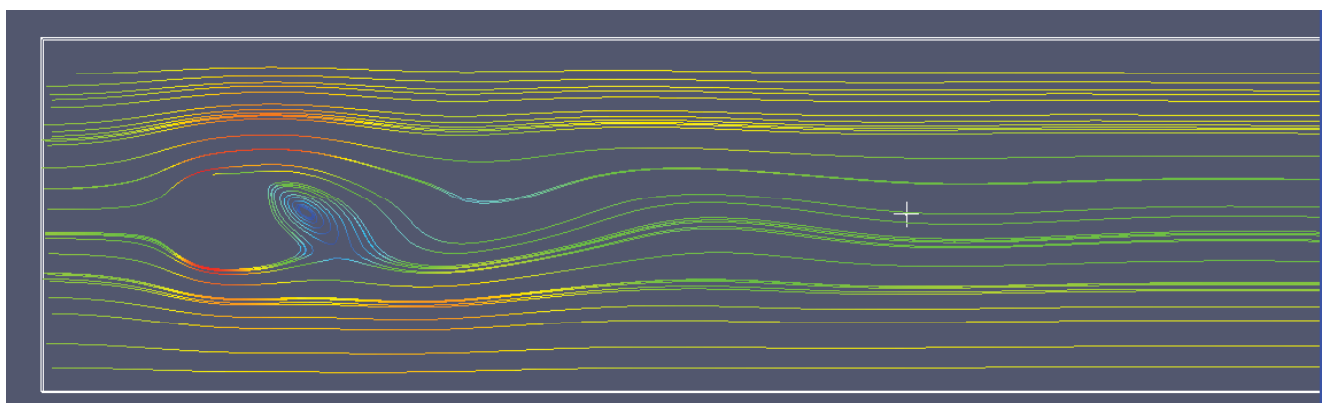
# 流体解析・物理量一覧

| 物理量                     | ラベル                            | 出力条件                                          |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| 分子粘性 [Pa s]             | Molecular_viscosity            | 乱流モデルが「なし(層流)」または「DNS」の場合に出力。それ以外はオプションで指定した時 |
| 乱流粘性 [Pa s]             | Turbulent_viscosity            | 乱流モデルが「なし(層流)」「DNS」の以外の場合に出力                  |
| 定圧比熱 [J/(K kg)]         | Specific_heat(Cp)              | オプションで指定した時                                   |
| 音速 [m/s]                | Speed_of_sound                 |                                               |
| 壁面距離 [m]                | Distance_from_wall             |                                               |
| 熱伝導率(層流) [W/(m K)]      | Laminar_Thermal_Conductivity   |                                               |
| 渦熱伝導率 [W/(m K)]         | Eddy_Thermal_Conductivity      |                                               |
| 有効熱伝導率(層流+乱流) [W/(m K)] | Effective_Thermal_Conductivity |                                               |
| 拡散(層流) (拡散係数×密度) [Pa s] | Laminar_Diffusivity_(化学種名)     |                                               |
| 渦拡散 (拡散係数×密度) [Pa s]    | Eddy_Diffusivity               |                                               |
| 有効拡散 (拡散係数×密度) [Pa s]   | Effective_Diffusivity_(化学種名)   |                                               |
| 比熱比                     | Ratio_of_Specific_Heats        |                                               |
| 粘性応力テンソル [Pa]           | Viscous_Stress_Tensor_xx       |                                               |
| レイノルズ応力テンソル [Pa]        | Reynolds_Stress_Tensor_xx      |                                               |

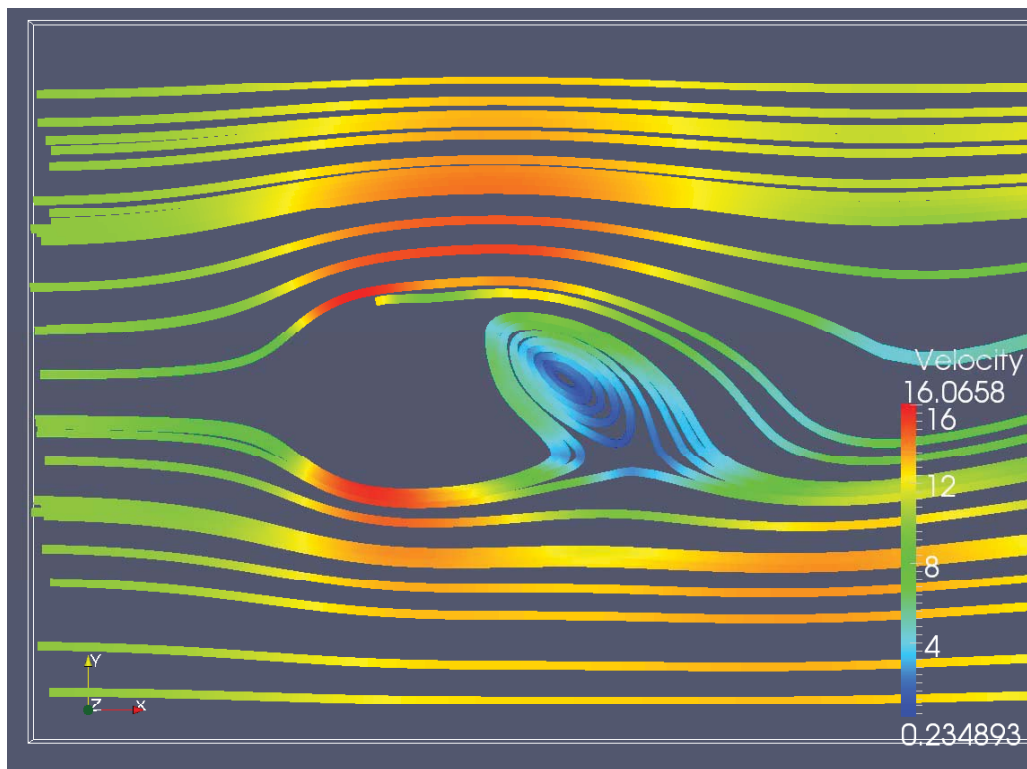
# ベクトル図



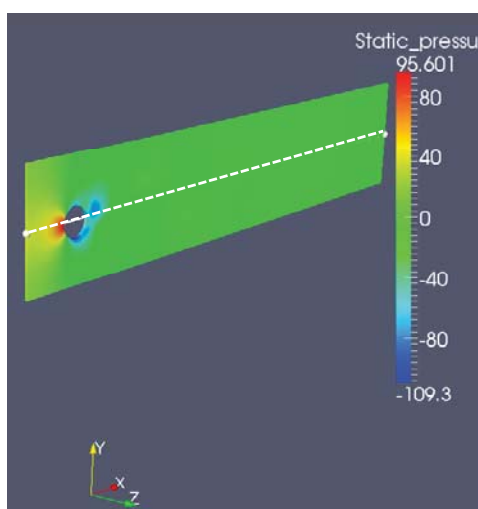
# 流線



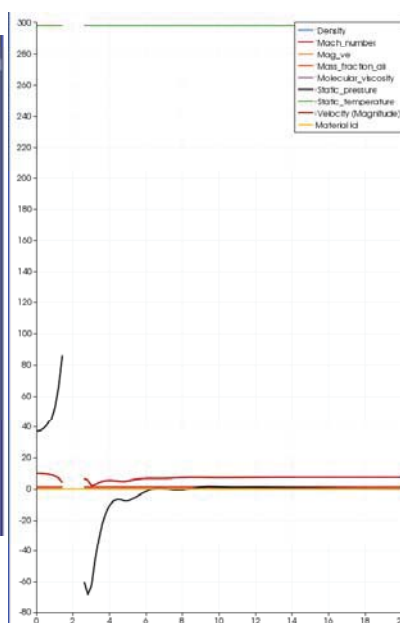
# 流线 (リボン線、拡大)



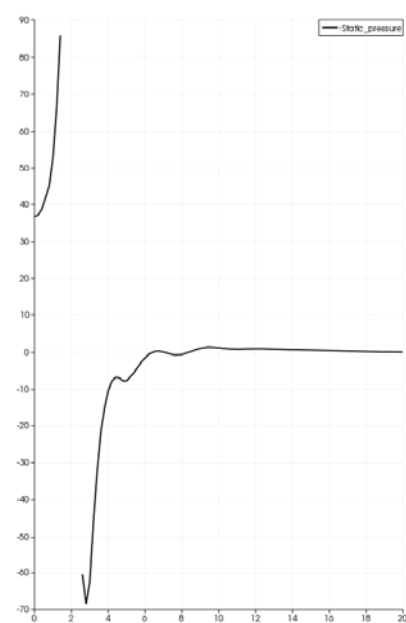
# 線分上の値のプロット



線分の指定

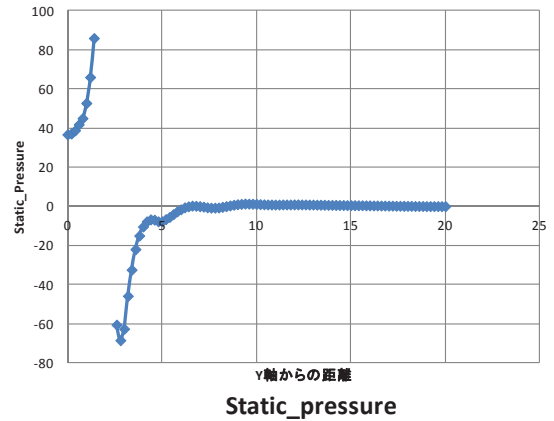


各種成分

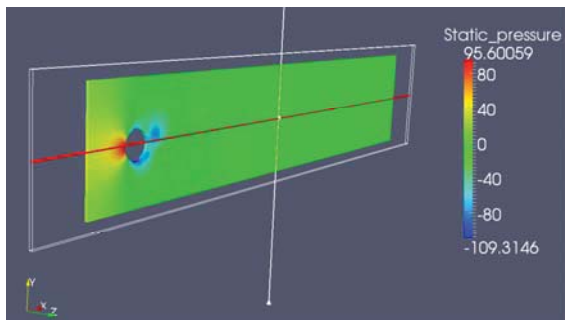


圧力

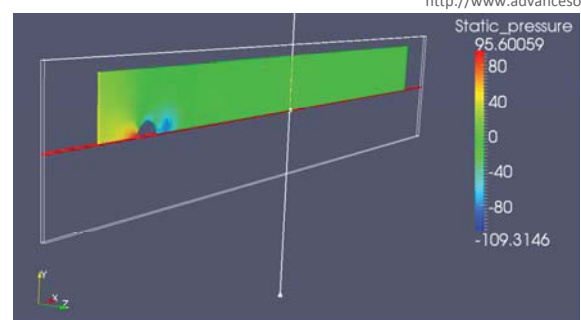
# csvファイル出力、Excelでグラフ描画



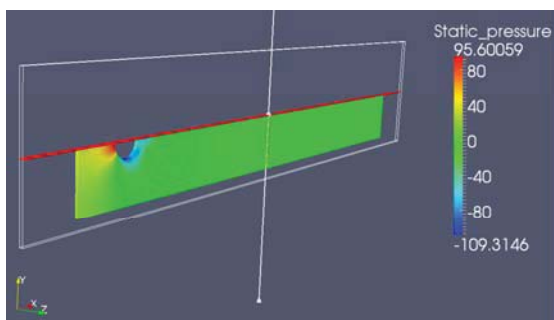
# 断面図の描画



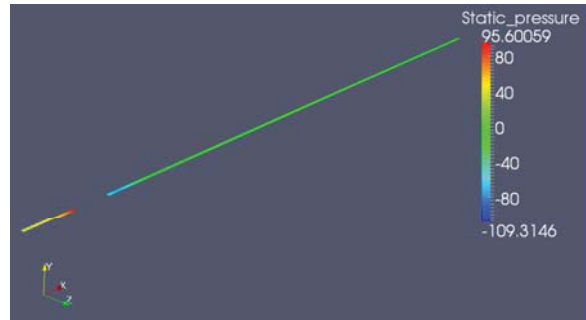
断面指定



上側切り出し

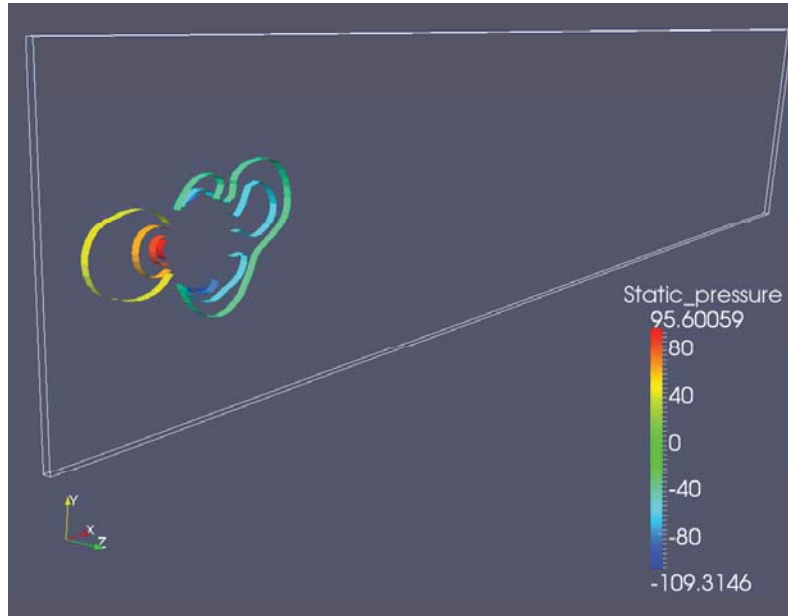


下側切り出し



スライス(断面)

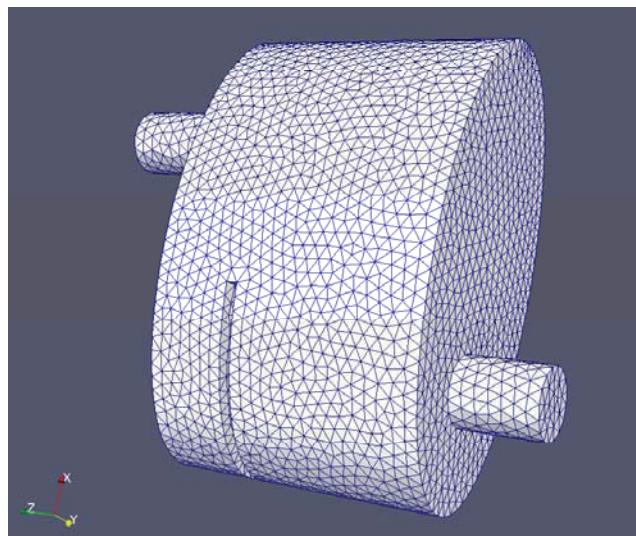
# 等値面



圧力-100、-80、-60、-40、  
40、60、80、90Paの等値面

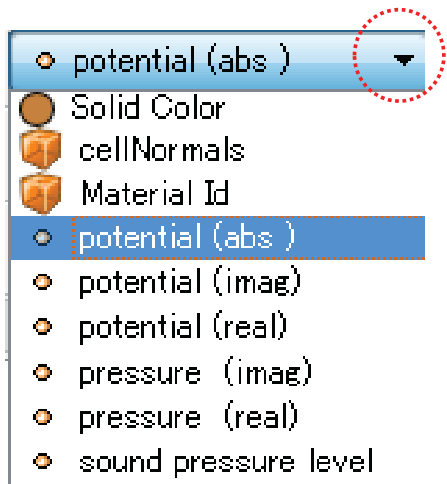
## 例3

音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseによる  
マフラーの音響解析



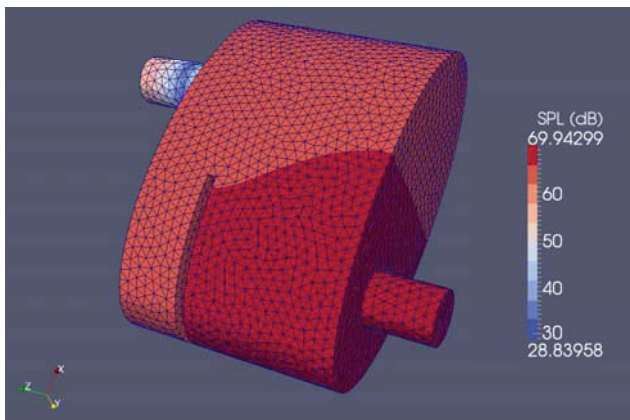
マフラーの形状

## 音響解析描画成分の選択

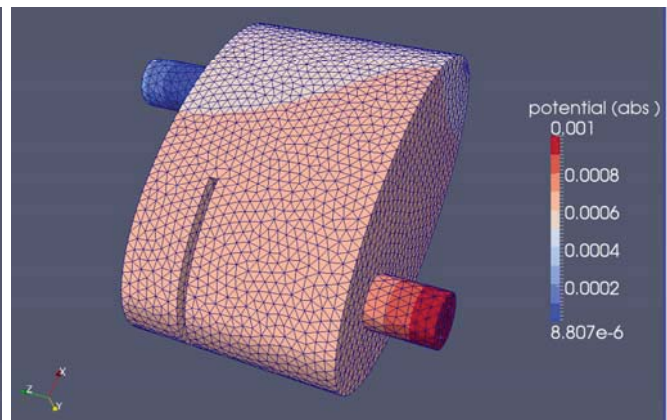


|                      |   |               |
|----------------------|---|---------------|
| potential (abs )     | : | 音響ポテンシャル(絶対値) |
| Solid Color          | : |               |
| cellNormals          | : |               |
| Material Id          | : |               |
| potential (abs )     | : | 音響ポテンシャル(絶対値) |
| potential (imag)     | : | 音響ポテンシャル(虚部)  |
| potential (real)     | : | 音響ポテンシャル(実部)  |
| pressure (imag)      | : | 音圧レベル(虚部)     |
| pressure (real)      | : | 音圧レベル(実部)     |
| sound pressure level | : | 音圧レベル         |

## 音響解析結果

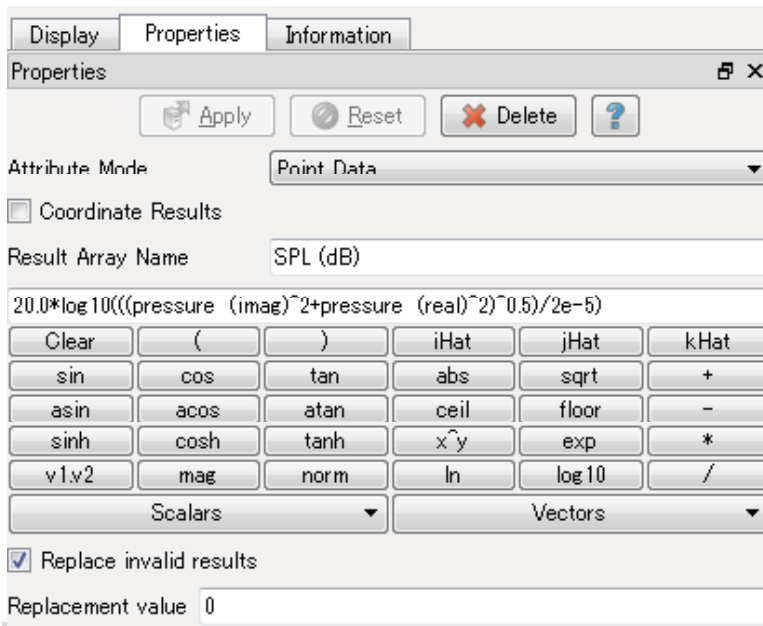


音圧レベル(dB)



音響ポテンシャル

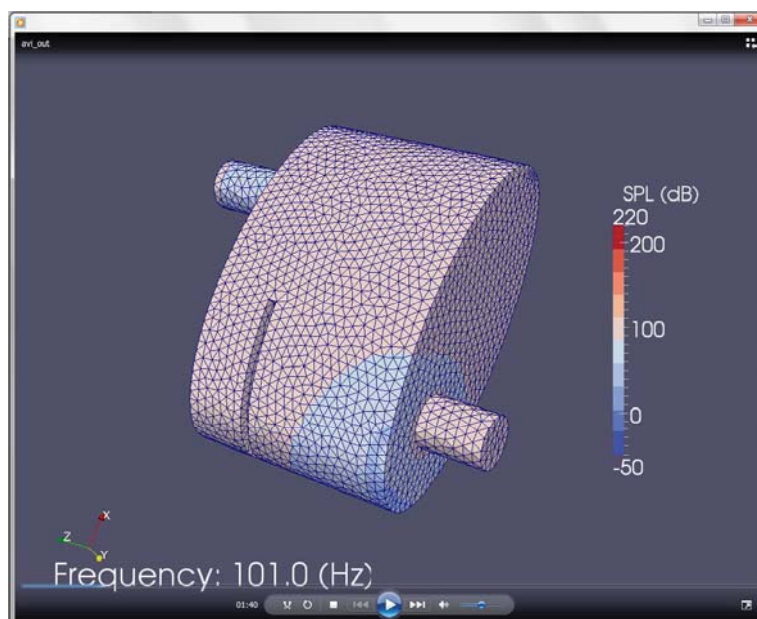
# 数値計算機能



入力したファイルの  
数値を用い計算を行い、  
成分を追加可能。

音圧レベルSPLの計算例  
(音圧レベルSPLは、  
デフォルトで出力されます)

# 動画ファイル出力機能



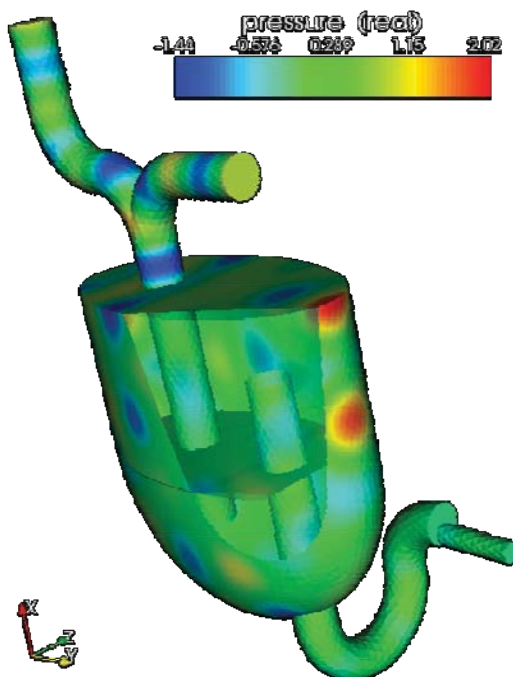
音圧レベル(dB)

```
1) try: paraview.simple
2) except: from paraview.simple import *
3) paraview.simple._DisableFirstRenderCameraReset()
4)
5) r0000_inp = AVISKOReader(FileName=['F:\Paraview\simple\ex\Sound_data\tr0000.inp'])
6)
7) r0000_inp.PointArrayStatus = []
8) r0000_inp.CellArrayStatus = []
9)
10) RenderView = GetRenderView()
11) DataRepresentation = Show()
12) DataRepresentation.EdgeColor = [0.0, 0.0, 0.5000076295109483]
13) DataRepresentation.SelectionPointFieldDataArrayName = 'potential (real)'.
14) DataRepresentation.SelectionColorFieldDataArrayName = 'Material_ID'.
15) DataRepresentation.ScalarOpacityUnitDistance = 0.003482081563337352.
16) DataRepresentation.ScalarFactor = 0.008999999999999999.
17)
18) a1_potentialreal_PLookupTable = GetLookupTableForArray('potential (real)', 1, RGBPoints=[-0.002234800000992137, 0.23, 0.299, 0.754, 0.0009999999992514859, 0.706, 0.016, 0.15], VectorMode:
19)
20) a1_potentialreal_PiecewiseFunction = CreatePiecewiseFunction(Points=[0.0, 0.0, 0.5, 0.0, 1.0, 1.0, 0.5, 0.0])
21)
22) ScalarBarWidgetRepresentation = CreateScalarBar(Title='potential (real)', Enabled=0, Visibility=0, LabelFontSize=12, LookupTable=a1_potentialreal_PLookupTable, TitleFontSize=12, Position:
23) GetRenderView().Representations.append(ScalarBarWidgetRepresentation)
24)
25) a1_soundressurelevel_PLookupTable = GetLookupTableForArray('sound ressure level', 1, RGBPoints=[-50.0, 0.23, 0.299, 0.754, 220.0, 0.706, 0.016, 0.15], VectorMode='None', NanColor=[
26)
27) a1_soundressurelevel_PiecewiseFunction = CreatePiecewiseFunction(Points=[0.0, 0.0, 0.5, 0.0, 1.0, 1.0, 0.5, 0.0])
28)
29) ScalarBarWidgetRepresentation2 = CreateScalarBar(Title='SPR (dB)', Position=[0.13, 0.5000000000000000], Enabled=1, LabelFontSize=12, LookupTable=a1_soundressurelevel_PLookupTable, Title
30) GetRenderView().Representations.append(ScalarBarWidgetRepresentation2)
31)
32) RenderView.CameraViewfb = [0.957014001637895, -0.2545350711276706, 0.1234267713200959]
33) RenderView.CameraPosition = [-0.0161723707570452, -0.1782257630393292, -0.0908819294209666]
34) RenderView.CameraClippingRange = [0.1112880122478805, 0.3179542109150959]
35) RenderView.CameraFocalPoint = [0.01704496031195122, 0.00546130649498979, -0.0009050203421189841]
36) RenderView.CameraParallelScale = 0.0634413189535688
37) RenderView.CenterOfRotation = [0.0195995909425808, 4.0048870708485576e-07, 0.005000000019563866]
38)
39) DataRepresentation.Representation = 'Surface With Edges'.
40) DataRepresentation.ScalarOpacityFunction = a1_soundressurelevel_PiecewiseFunction
41) DataRepresentation.ColorBarName = 'sound ressure level'.
42) DataRepresentation.LookupTable = a1_soundressurelevel_PLookupTable
43)
44) r0000_release(F:\Paraview\simple\ex\Sound_data\tr0000.inp)
45)
46)
47) Render()
48)
```

Pythonスクリプトで  
ParaViewの  
操作を記録。

再描画、  
ステップ毎の  
複数枚の  
描画などに便利。

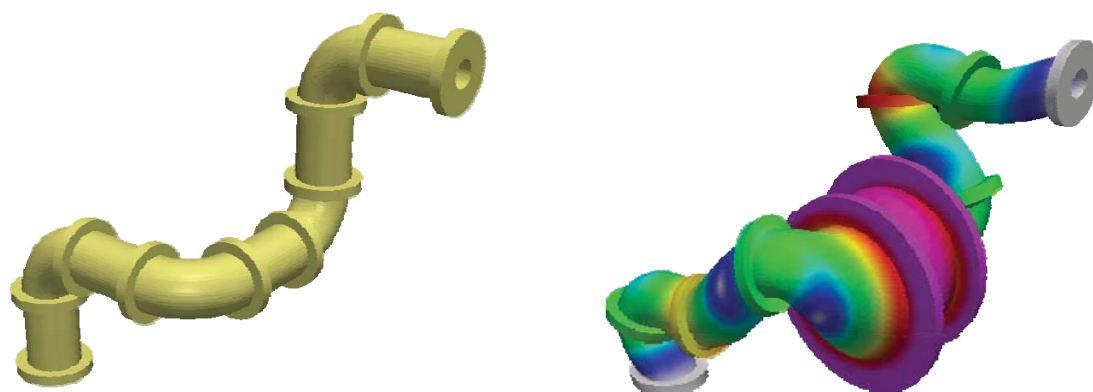
## 断面図



マフラーの音圧レベル

断面の表示可能。  
マフラーの複雑な  
内部も見え、  
現象の理解に貢献

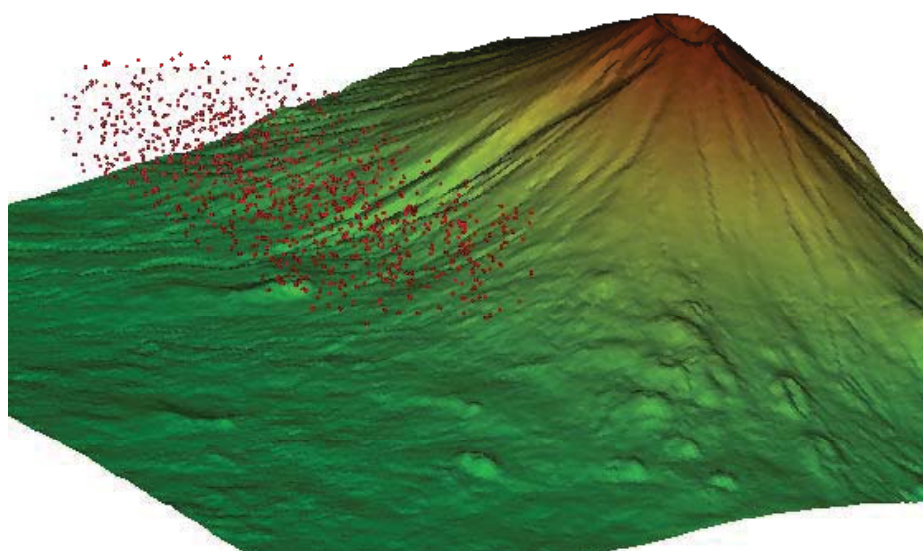
## 構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRによる パイプの構造解析結果の可視化



パイプの変位図

色は変位のコンタとともに、変位量の1000倍で描画。

## 富士山のまわりの気流と粒子可視化



ParaViewを用いて地形データと重ね書きが出来ます。

## これまでの実績

- お客様からの特注の受託開発ソフトの  
可視化ソフトとしてParaViewの業務を実施
- ・導入コンサルティング
  - ・可視化スクリプト作成
  - ・ユーザートレーニング

### **ParaView** 形式へコンバート Parallel Visualization Application

コンバート対象:

- 流体解析ソフトウェアAdvance/FrontFlow/redの解析結果
- 構造解析ソフトウェアAdvance/FrontSTRの解析結果
- 音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseの解析結果
- お客様のファイル形式


## 新たに導入する

### **ParaView** 利用サポートサービス Parallel Visualization Application

- ① ParaViewの使い方のコンサルティング、ユーザートレーニング
- ② ParaViewへのファイルのコンバート、可視化スクリプト、データ処理スクリプトの作成
- ③ ParaView利用方法のサポート等

サービスから除外する項目

ユーザー独自のデータ・スクリプトを利用したParaView動作に関する回答、  
および、ParaViewのバグ対応、ハードウェアとの相性問題の対応、  
当社ソフトウェアユーザーの方で当社ソフトウェア以外のデータについての利用方法

 **ParaView** Parallel Visualization Application 利用サポートサービス、および  
従来通り、当社ソルバーと一体化して  
利用するためのプリポストAdvance/REVOCAPと  
併せて利用することで、利便性が向上



# 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red + Advance/REVOCAP と Cube-it・ParaView の利用

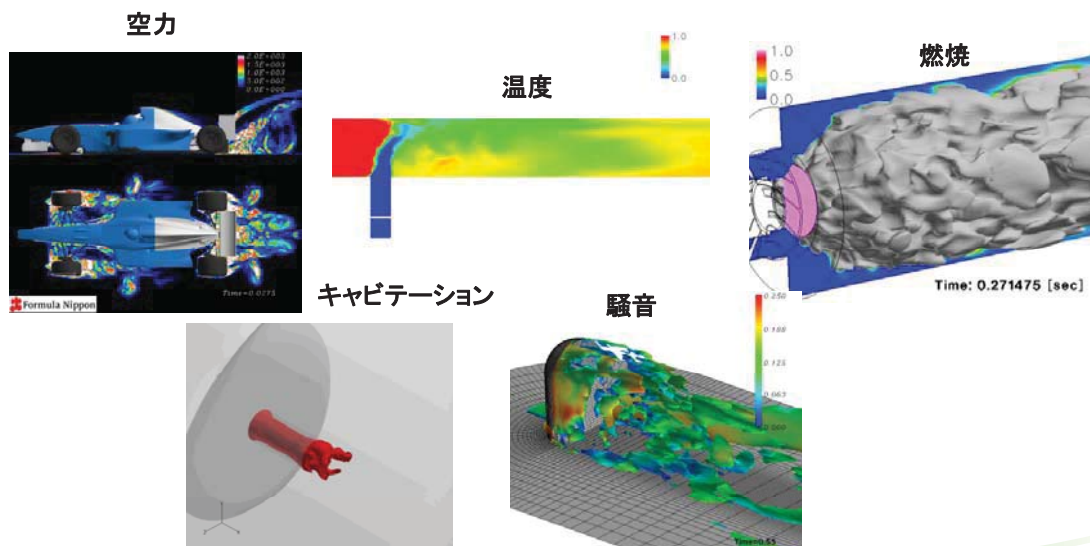
第2事業部 技術第3部 清野 多美子

アドバンスソフトのプリ・ポストプロセッサご紹介セミナー  
2013年8月27日(火)  
アドバンスソフト株式会社



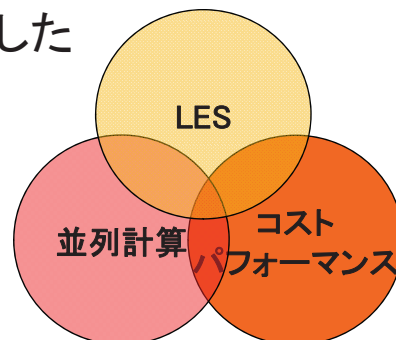
## 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/redとは

速度、圧力、温度、物質拡散、燃焼、騒音、キャビテーション、  
微粒子などの分布を予測・解析するソフトウェア



# 流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/redの特長

- ① 文部科学省による6年間のプロジェクトで開発したFrontFlow/redを改良・実用化した**国産ソフトウェア**
- ② お客様が業務に活用できるよう**開発技術者がサポート**
- ③ お客様のニーズに合わせた**改変性**
- ④ **ラージ・エディ・シミュレーション (LES)** の解析実績
- ⑤ **コストパフォーマンス** ……並列数によらない価格設定



※Advance/FrontFlow/redの詳細な説明をご希望の方は、営業担当までご連絡ください

## 流体解析の流れ

- ① 計算格子の作成 ←Cube-it
- ② 計算条件の設定 ←Advance/REVOCAP
- ③ 計算実行 ←Advance/FrontFlow/red
- ④ 可視化 ←ParaView



例題を用いて実行手順を説明します

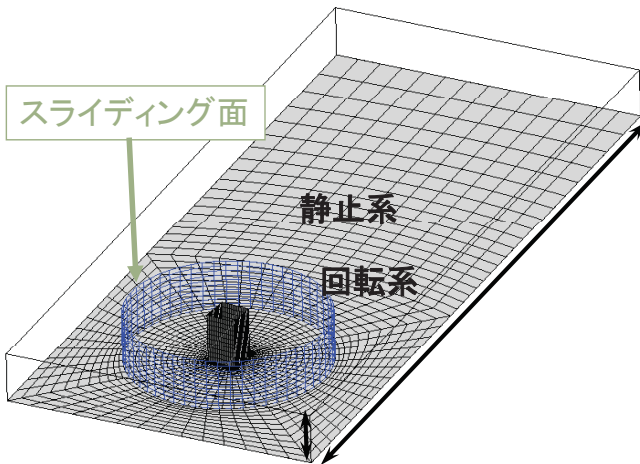
# 回転角柱周りの流れ解析の例

## [解析目的]

一様流中で回転する角柱の後流中の渦放出周波数と回転数の関係を、計算で再現できるかどうかを調べる

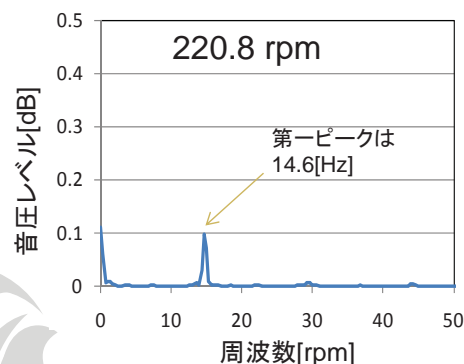
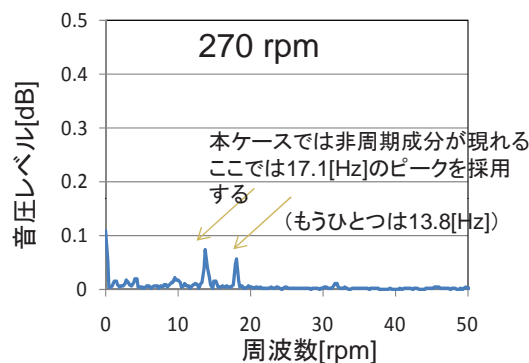
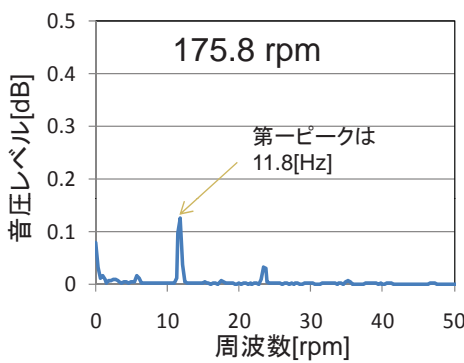
## [解析条件]

流入速度 : 2.47[m/s]  
レイノルズ数 : 7100  
回転数 : 175.8、220.8、270[rpm]  
乱流モデル : LES (標準Smagorinsky)  
差分スキーム : 2次中心差分  
時間積分 : Euler陰解法  
流体 : 非圧縮流体  
回転の扱い : スライディング格子機能

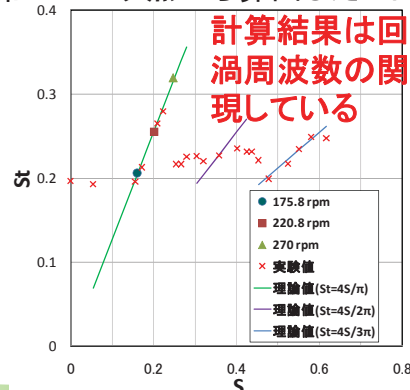


## [解析結果]

周波数スペクトルの位置(x,y,z)=(0.0305m,0.122m,0m)



### 第一ピーク点から算出したストローハル数



$$St = \frac{Df}{U}$$

$$S = \frac{\pi Df'}{U}$$

$f$  : 観測する周波数  
 $D$  : 典型的な長さ  
 $f'$  : 角柱の回転周波数  
 $U$  : 典型的な速度

参考文献: 黒田ら、日本機械学会論文集B編 62巻597号(1996) p1709

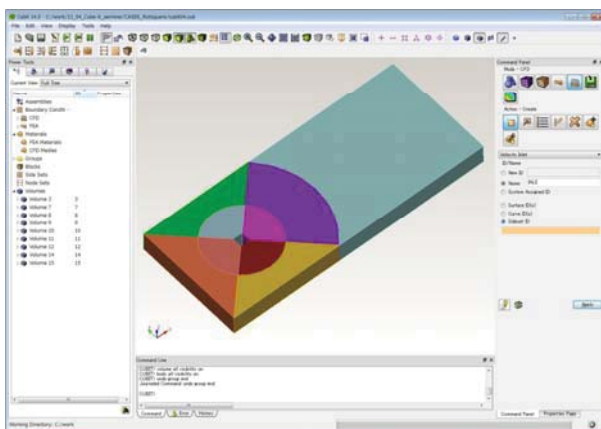
# 流体解析の流れ

- ① 計算格子の作成 ←Cube-it
- ② 計算条件の設定 ←Advance/REVOCAP
- ③ 計算実行 ←Advance/FrontFlow/red
- ④ 可視化 ←ParaView

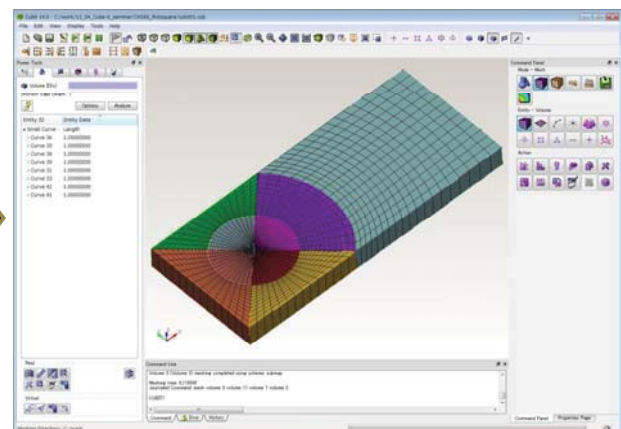


## ①Cube-itによる計算格子の作成

### 形状と計算格子の作成



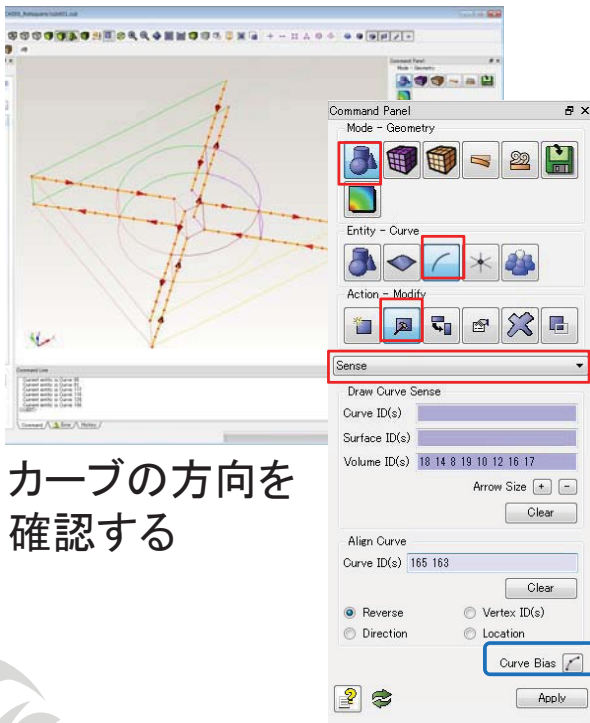
Cube-itで作成した形状



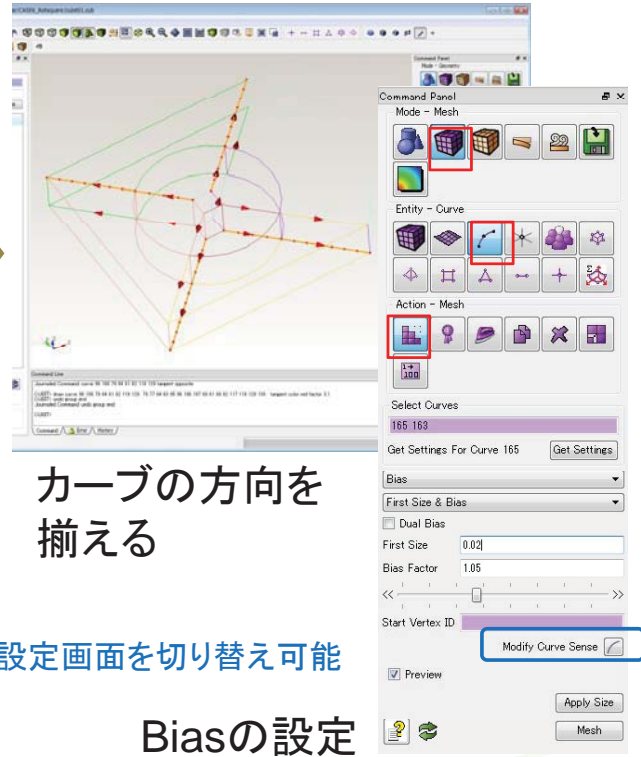
Cube-itで作成した計算格子



## メッシュの粗密の定義



カーブの方向を確認する

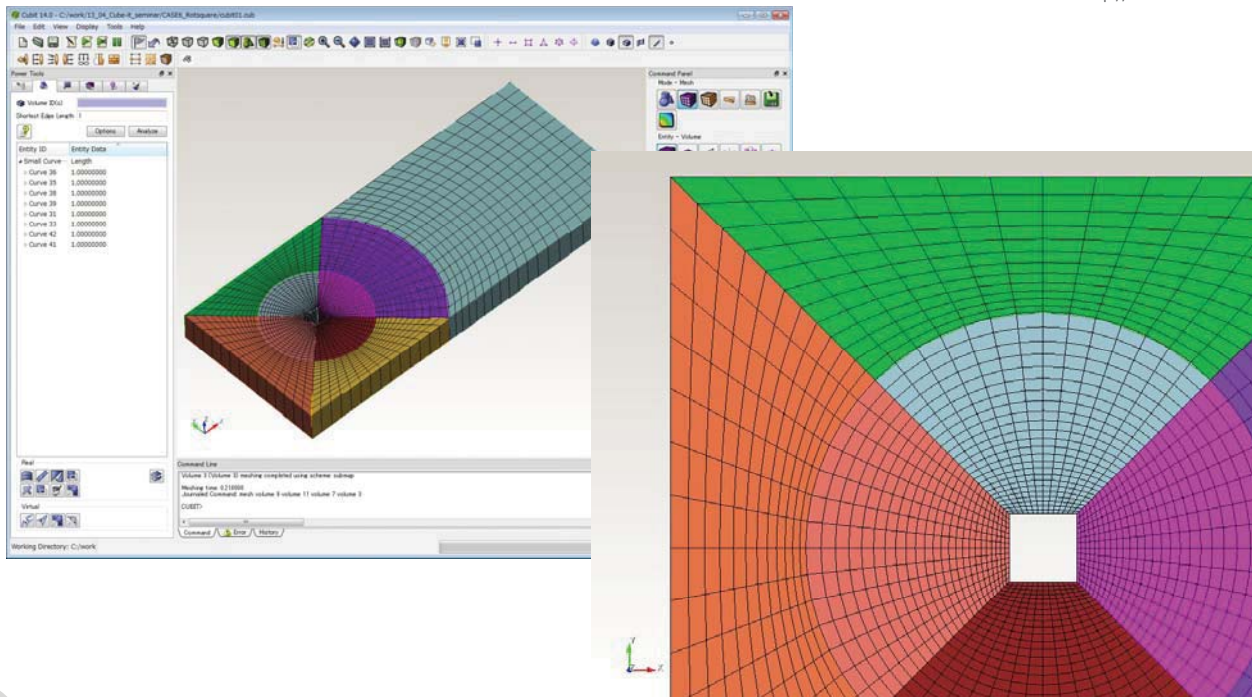


カーブの方向を揃える

設定画面を切り替え可能

Biasの設定

## Biasを設定したメッシュ

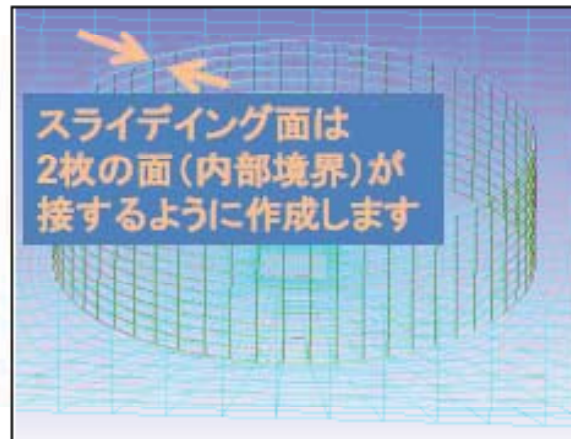


## 複数材料の定義

スライディング以外の領域: 属性番号1



スライディング領域: 属性番号2



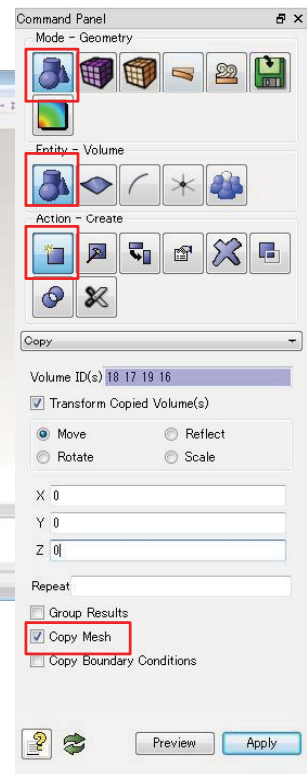
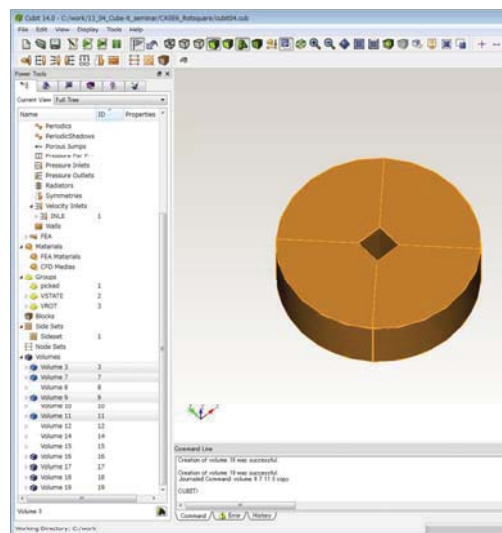
※複数材料の定義には  
インターフェース境界が  
2枚必要です



## スライディング領域とその他領域の分割

①スライディング領域の  
形状とメッシュを同位置  
にコピーする

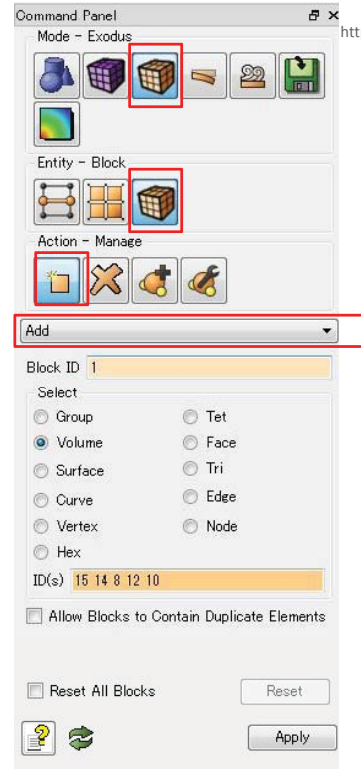
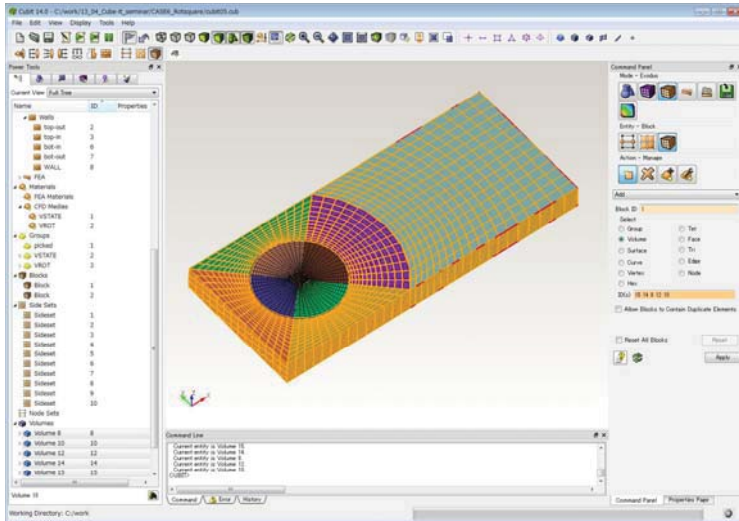
②コピー前の形状を  
削除する



※Copy Meshにチェックを入れると、  
形状とメッシュが同時にコピーされます

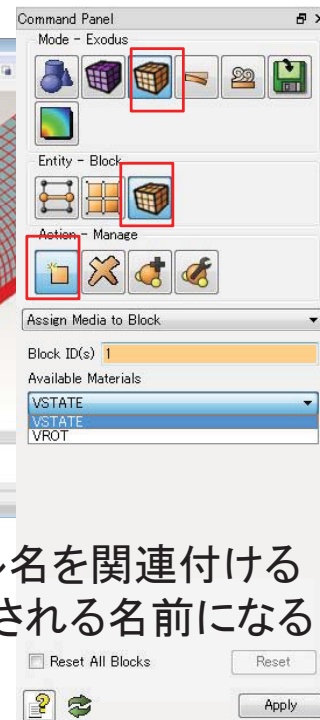
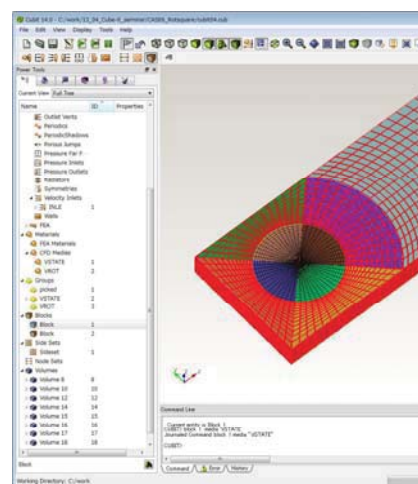
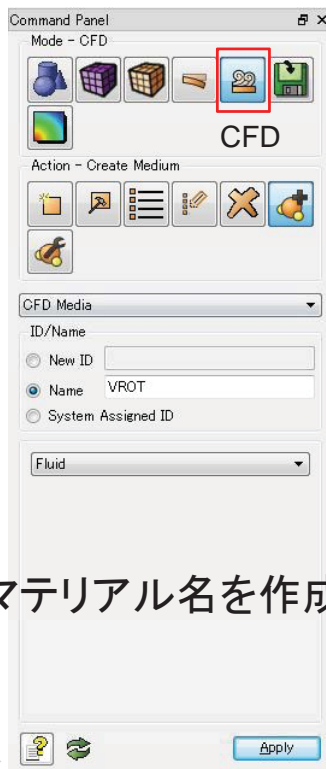


# Block IDの定義



材料毎にBlock IDを定義する  
※デフォルトでは1になります

# Blockに材料名を定義



材料名を作成

Block IDと材料名を関連付ける  
→プリ処理時に使用される名前になる

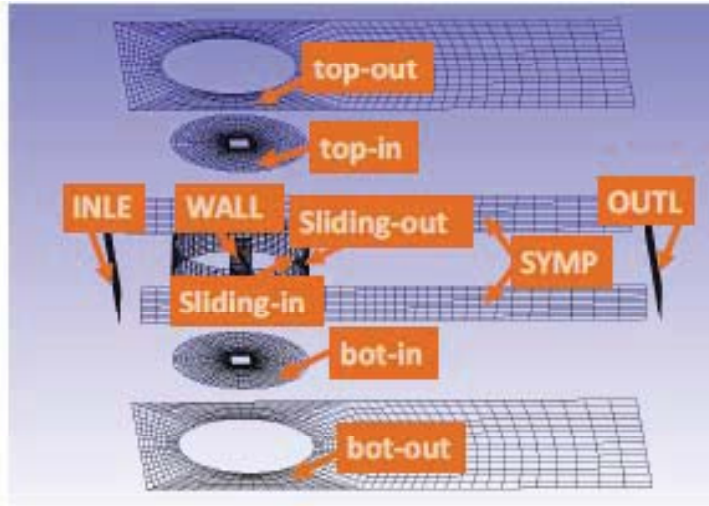
# 境界名の設定

## 境界の種類

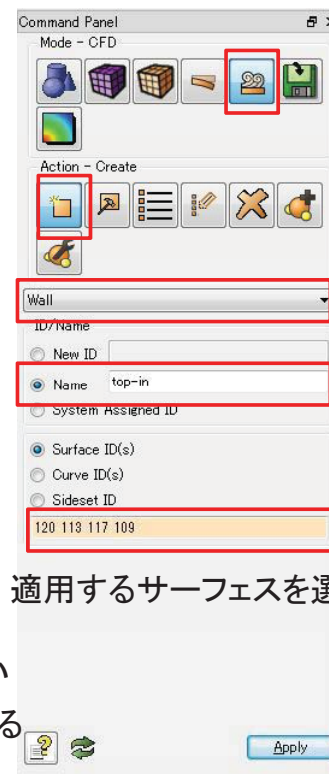
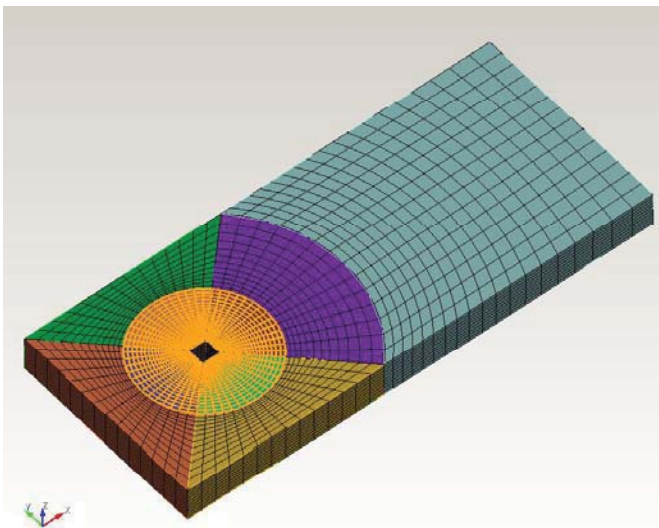
→REVOGAPまたはAdvance/FlontFlow/redの設定ファイル(fflow.ctl)で設定



境界名→Cube-it で設定



# 境界名の定義



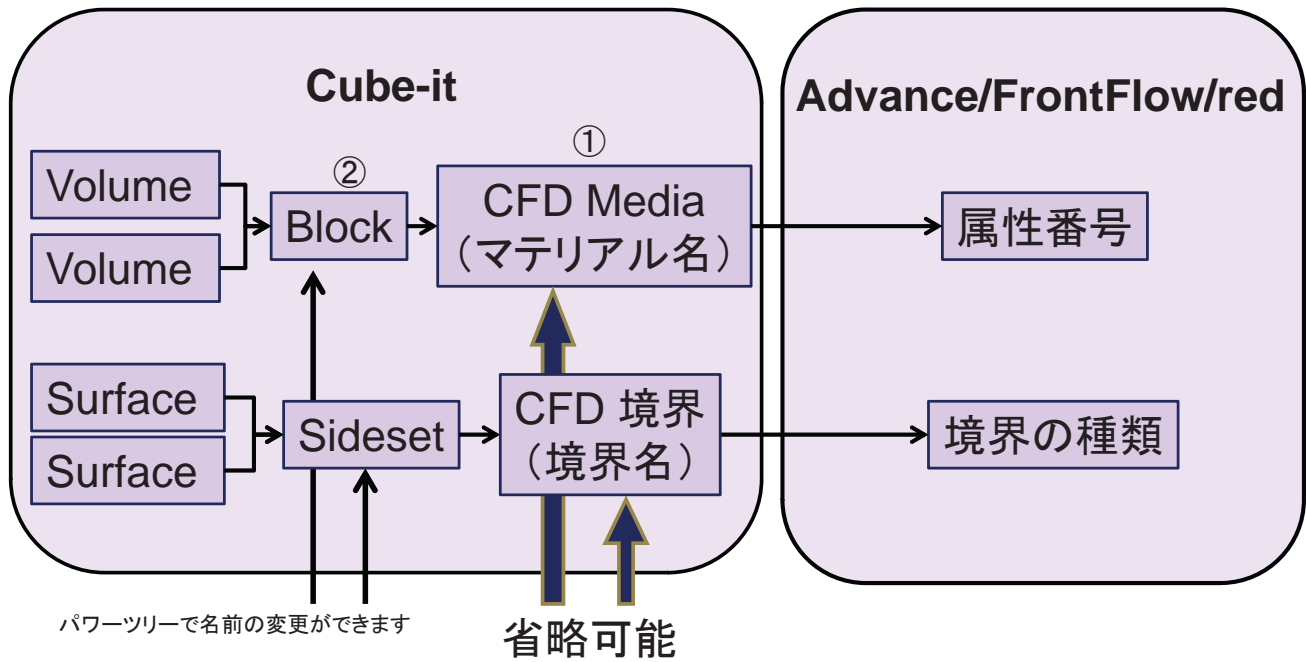
何でも良い

名前を入力

適用するサーフェスを選択

※メッシュ上で設定された境界の種類は使用されない  
境界を作成すると同時にCube-itのSidesetが作成される

## 設定の関係図(3Dモデルの場合)



設定名の出力優先順位①→②→デフォルト名

## 格子ファイルの出力

Fluent形式を選択してメッシュを出力する

File

New Ctrl+N

Open... Ctrl+O

Save Ctrl+S

Save As...

Recent Imports

Import...

Export...

Print... Ctrl+P

Set Directory

1 C:/./CASE6\_Rotsquare/cubit05.cub

2 C:/./CASE6\_Rotsquare/cubit04.cub

3 C:/./CASE6\_Rotsquare/cubit01.cub

4 C:/./CASE6\_Rotsquare/cubit03.cub

5 C:/./CASE6\_Rotsquare/cubit02.cub

Exit

Command Panel

Mode - Export

Operation - Export Mesh

Fluent

Filename ... :ASE6\_Rotsquare/rot\_square.msh

Block ID(s)

Sideset ID(s)

Nodeset ID(s)

BCSet ID(s)

Overwrite

Apply

Command Panel  
→Analysis Setupから出力

メニューから出力  
Fileメニュー→Export

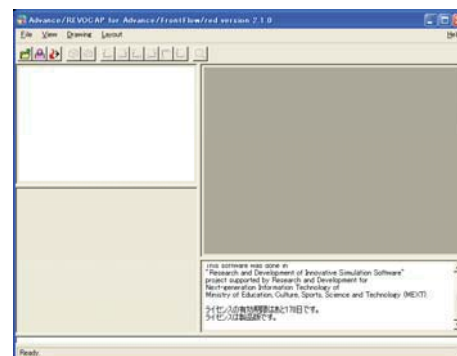
# 流体解析の流れ

- ① 計算格子の作成 ←Cube-it
- ② 計算条件の設定 ←Advance/REVOCAP
- ③ 計算実行 ←Advance/FrontFlow/red
- ④ 可視化 ←ParaView



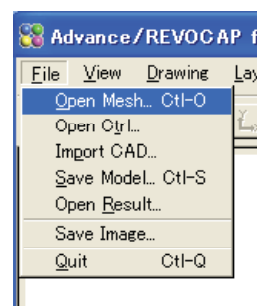
## ②Advance/REVOCAPによる 計算条件の設定

Advance/REVOCAPの起動

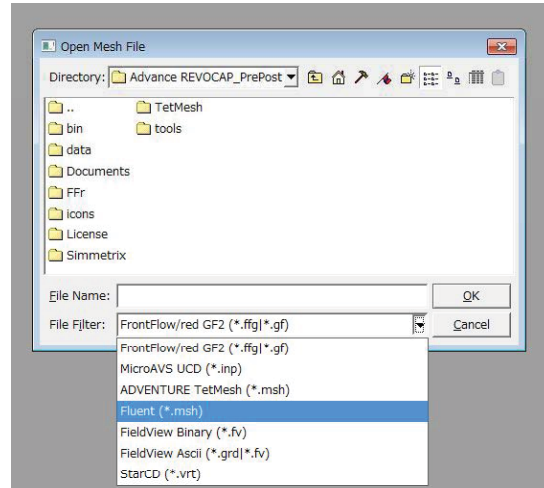


計算格子の読み込み

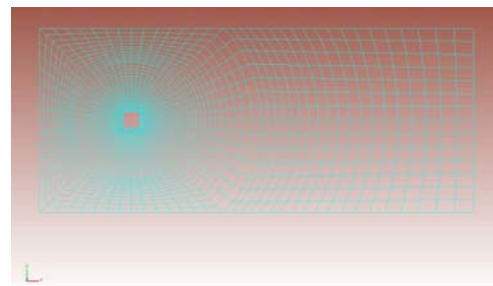
[File]-[Open Mesh]を選択する



- ① 計算格子データがあるフォルダまで移動する
- ② Fluent (\*.msh)を選択する
- ③ 格子データを選択し、OKボタンを押す

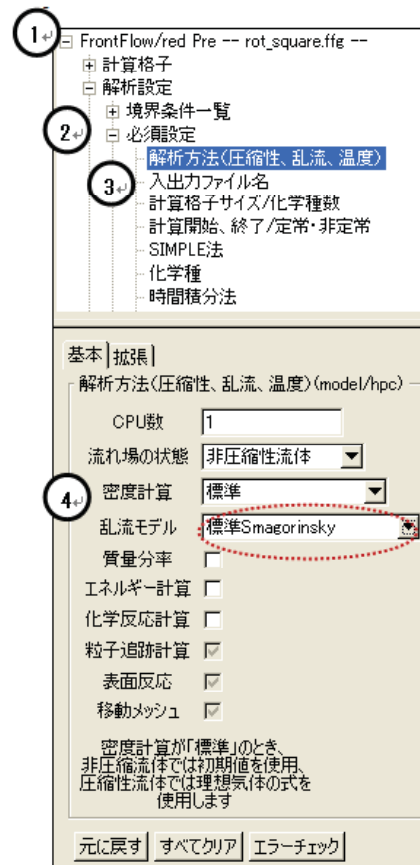


格子ファイルの読み込みが完了すると右図のような画面が表示される



## 解析方法(圧縮性、乱流、温度計算)の設定

- ① [Step1] で読み込んだ格子ファイル名を選択する
- ② [解析設定]-[必須設定] を展開する
- ③ [解析方法(圧縮性、乱流、温度)] を選択する
- ④ [乱流モデル] に [標準Smagorinsky] を選択する



## 計算開始、終了 / 定常・非定常の設定

①[解析設定]- [必須設定]-  
[計算開始、終了/定常・非定常]を  
選択する

②[計算終了ステップ]を1000に変更  
する

FrontFlow/red Pre -- rot\_square.fgg --

- 計算格子
- 解析設定
  - 境界条件一覧
  - 必須設定
    - 解析方法(圧縮性、乱流、温度)
    - 入出力ファイル名
    - 計算格子サイズ/化学種数
    - 計算開始、終了/定常・非定常
    - SIMPLE法
    - 化学種
    - 時間積分法

計算開始、終了/定常・非定常(time)

計算開始ステップ 0

計算終了ステップ 1000

計算終了時刻

定常・非定常 非定常計算

収束基準値 0.2

計算終了ステップと計算終了時刻が  
両方設定された場合はいずれか早い方で  
計算が終了します

時間刻み(deltat)

時間刻み設定 固定時間刻み

時間刻み 0.0001

クーラン数

元に戻す すべてクリア エラーチェック



## SIMPLE法の内部反復回数と 収束判定基準値の設定

①[解析設定]- [必須設定]-  
[SIMPLE法]を選択する

②[内部反復回数]に30を  
入力する

FrontFlow/red Pre -- rot\_square.fgg --

- 計算格子
- 解析設定
  - 境界条件一覧
  - 必須設定
    - 解析方法(圧縮性、乱流、温度)
    - 入出力ファイル名
    - 計算格子サイズ/化学種数
    - 計算開始、終了/定常・非定常
    - SIMPLE法
    - 化学種
    - 時間積分法

SIMPLE法(simple)

内部反復回数 30

収束基準値 0.2

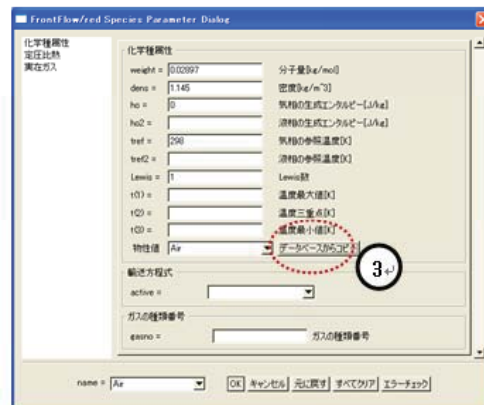
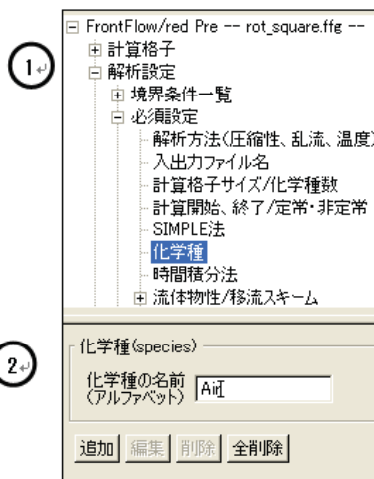
元に戻す すべてクリア エラーチェック



## 化学種の設定

- ① [解析設定]- [必須設定]- [化学種]を選択する
- ② 「化学種の名前」の項目に「Air」と入力し、編集ボタンを押す
- ③ ダイアログが開いたら [物性値]の欄で[Air]を選択し [データベースからコピー] ボタンを押す  
物性値が必要な項目に自動的に入力される

OKボタンを押してダイアログを閉じる



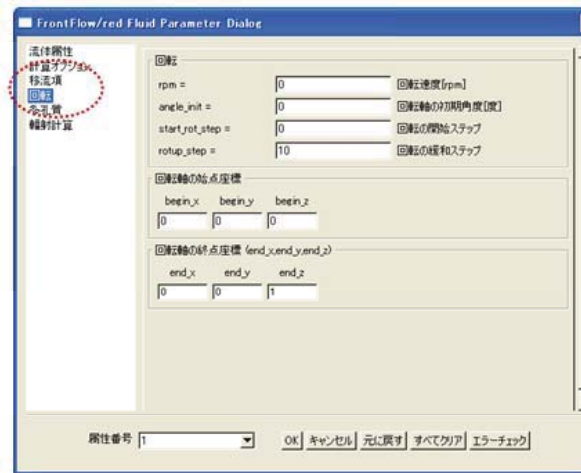
## 移流項離散スキームの設定

[運動方程式の移流項離散スキーム混合比]には0.95,  
[運動方程式]には  
[2次精度中心差分法]を選択する



## 静止座標系の設定

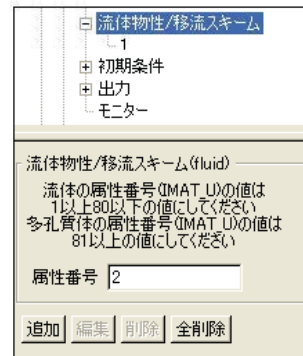
[回転速度]には0rpm,  
 [回転軸の初期角度]には0,  
 [回転の開始ステップ]には0  
 [回転の緩和ステップ]には10  
 を入力する  
 [回転軸の始点]を(0,0,0),  
 [回転軸の終点]には(0,0,1)を  
 入力する  
 OKボタンを押してダイアログ  
 を閉じる



ncesoft.jp/

## 回転座標系の設定

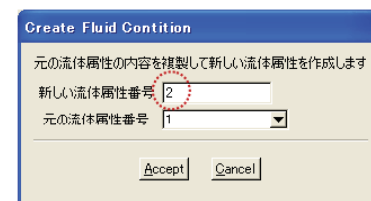
属性番号に2を入力して追加  
 ボタンを押す



属性番号の項目から  
 「create new condition」を選択  
 する

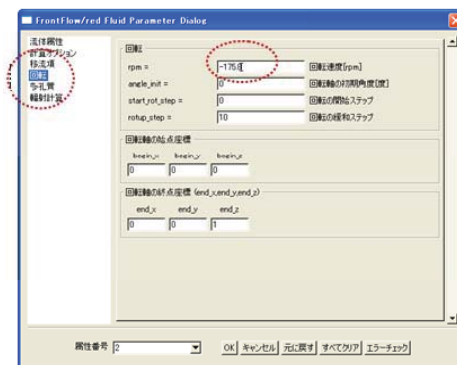


「新しい流体属性番号」に2を  
 入力してAcceptボタンを押す



ダイアログには流体属性番号  
 1の設定がコピーされる

[回転]を選択する  
 [回転速度]に-175.8を入力する  
 OKボタンを押してダイアログを  
 閉じる

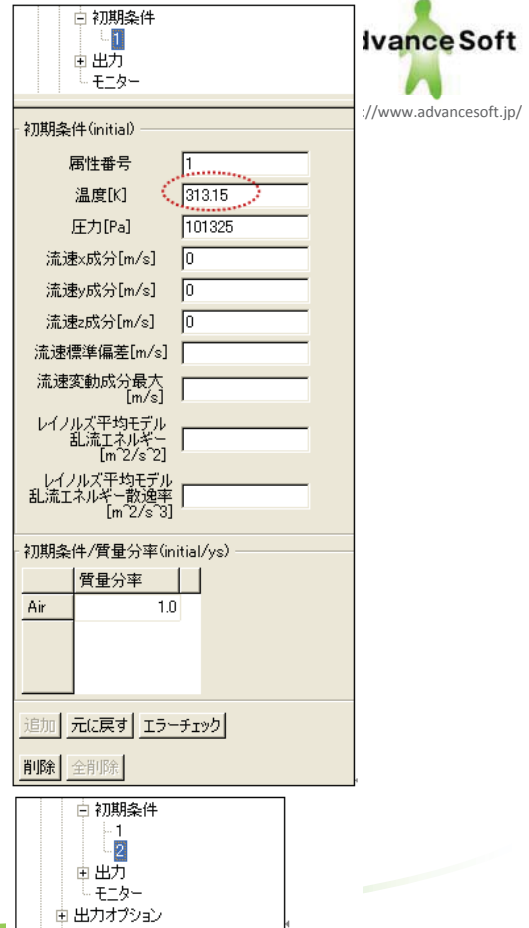


## 初期条件の設定

- ① [格子ファイル名]-[解析設定]-[必須設定]-[初期条件]-[1]を選択する
- ② 該当項目を入力する(右図参照)

同様にもう一つの属性番号が2の流体についての設定を追加する  
 まずツリーにおける「初期設定」の項目をクリックし、設定フォームにおいて、属性番号を2にする以外は、右図のように設定する

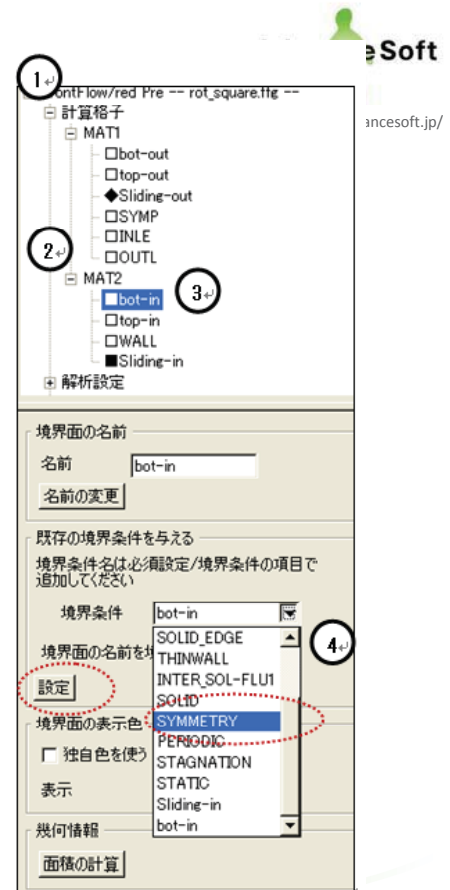
追加ボタンを押す  
 図のようにツリーに「2」という項目が追加される



## 対称境界条件の設定

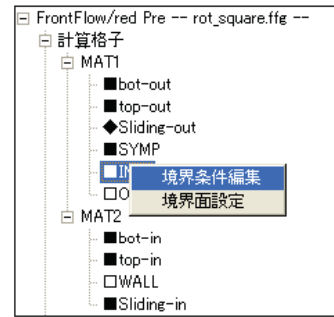
境界面に対して、既存の境界条件を適用する  
 [格子ファイル名]-[計算格子]を展開する  
 [MAT2]を展開する  
 境界名(ここではbot-in)を右クリックする  
 [境界条件]からSYMMETRYを選択し、設定ボタンを押す  
 境界面の名前前の記号が黒く塗り潰され、境界条件が設定されたことを示す

top-in, bot-out, top-out, SYMPに対しても同様の設定を行う



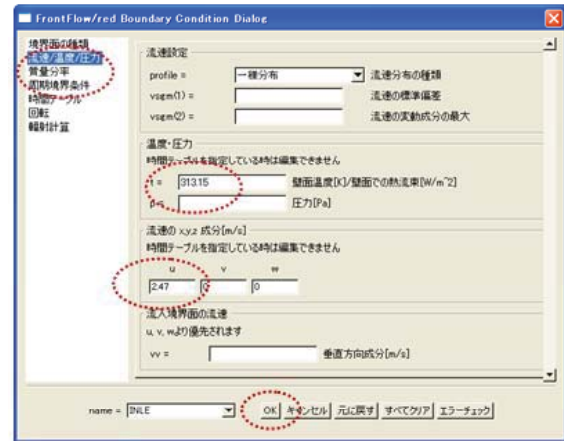
## 流入境界条件の設定

まずINLEという境界面に対して、INLETという境界条件を適用する次に、ツリーのINLE上で右クリックするとポップアップメニューが表示されるので、「境界条件編集」を選択する



以下の作業で適用された値を修正する

ダイアログが表示されるので、左の覧から「流速/温度/圧力」を選択する



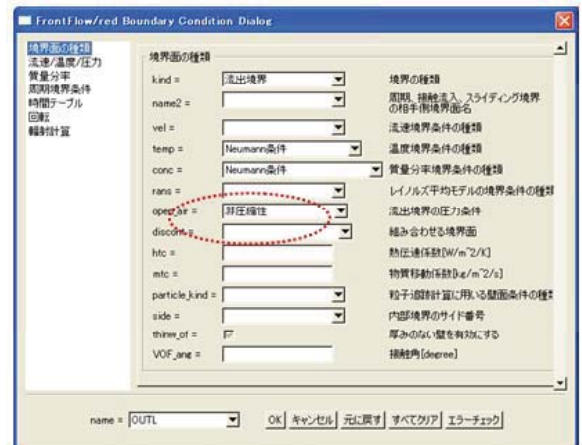
画面が切り替わり、ここでtの欄に313.15を入力し、uの欄に2.47を入力する

OKボタンを押すと変更が完了する

## 流出境界条件の設定

OUTLという境界面に対して、OUTLETという境界条件を適用する

ツリーのOUTLET上で右クリックするとポップアップメニューが表示されるので、「境界条件編集」を選択する



ダイアログにおいて図のように設定する



OKボタンを押すと変更が完了する

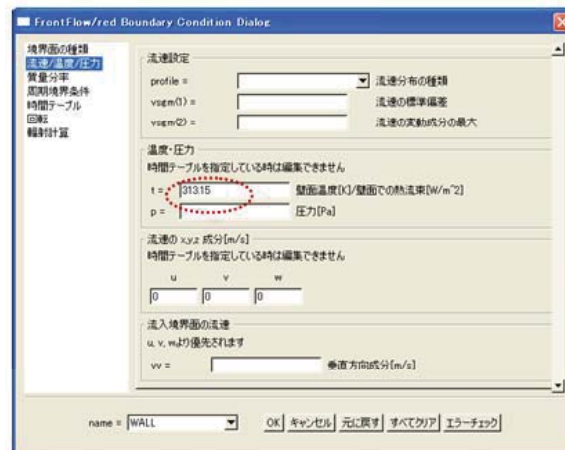
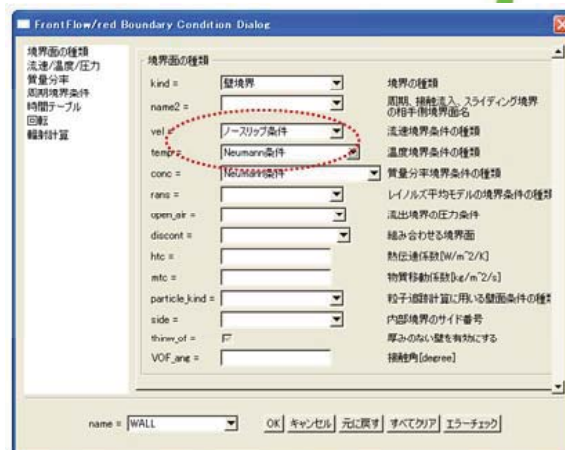
## 壁面境界条件の設定

WALLという境界面に対して、WALL\_NO-SLIPという境界条件を適用する

ツリーのWALL上で右クリックするとポップアップメニューが表示されるので、「境界条件編集」を選択する

ダイアログにおいて図のように設定する

OKボタンを押すと変更が完了する

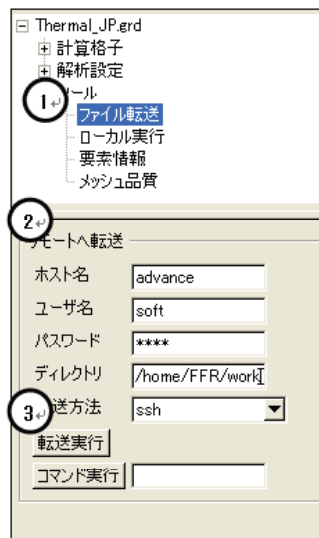


## コントロールファイルとモデルファイルの転送



<http://www.advancesoft.jp/>

- ① [格子ファイル名]-[ツール]-[ファイル転送]を選択する
- ② 転送先の情報を入力し、転送方法を選択する
- ③ 転送実行ボタンを押す



- ④ 問題なく転送されると「ファイルの転送が終了しました」とメッセージが出る



# 流体解析の流れ

- ① 計算格子の作成 ←Cube-it
- ② 計算条件の設定 ←Advance/REVOCAP
- ③ 計算実行 ←Advance/FrontFlow/red
- ④ 可視化 ←ParaView



## ③Advance/FrontFlow/redによる 計算実行

| 処理の種類        | 実行モジュール                                    | 処理内容                                                                                         |
|--------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 前処理          | prefflow                                   | 格子のチェック<br>CV(コントロールボリューム)の作成<br>各CVについて壁面までの距離計算<br>並列計算時にCVを各CPUに割り当て<br>並列計算時に通信に必要な情報の抽出 |
| 計算実行         | fflowS<br>fflowHPC                         | fflowSは1CPUで計算を実行<br>fflowHPCは並列で計算を実行                                                       |
| 後処理<br>(可視化) | ffr2viz<br>ffrmovie<br><br>.vtkファイル<br>に変換 | ffr2vizは最終ステップにおける結果ファイルを可視ソフトで入力できる形式に変換<br>ffrmovieはアニメーション用の結果ファイルを可視ソフトで入力できる形式に変換       |



# 流体解析の流れ

- ① 計算格子の作成 ←Cube-it
- ② 計算条件の設定 ←Advance/REVOCAP
- ③ 計算実行 ←Advance/FrontFlow/red
- ④ 可視化 ←ParaView



## ④ParaViewによる可視化

### インターフェース

メニューバー

ツールバー

Pipeline Browser  
※作成した図の表示・非表示は👁️で切換え

Object Inspector

3D ビュー

マウス操作  
左ボタン : 回転  
中央ボタン : 移動  
右ボタン : 拡大・縮小

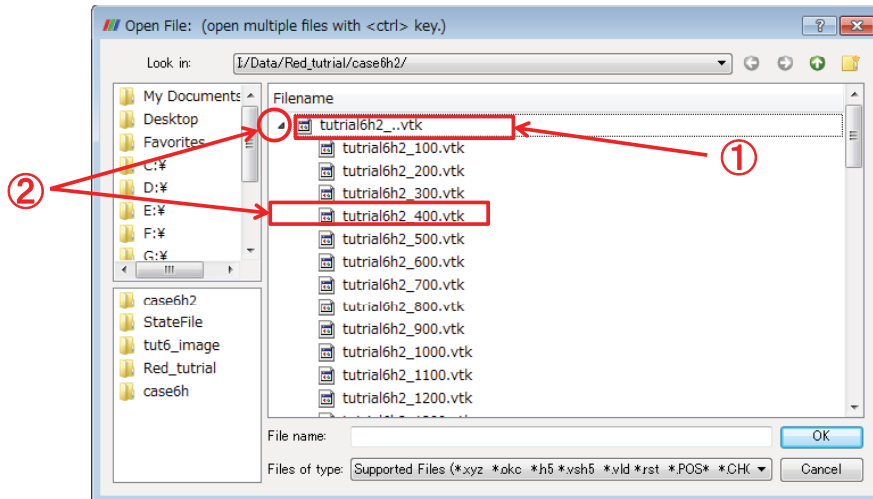
結果ファイル読み込み後、Object InspectorのPropertiesタブで、Applyを押すと、3Dビューが表示される



## ファイルの読み込み

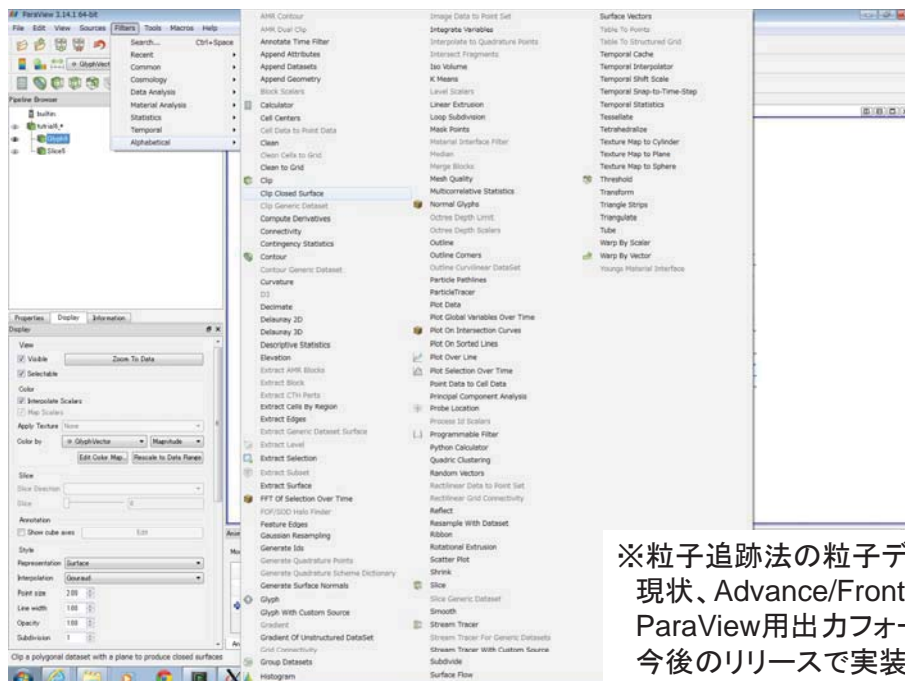
メニューバーFile - Openから、vtkファイルを選択する。

- ①時系列データ全てを読み込む場合  
一番上の"ファイル名" "\_..vtk"を選択する。
- ②特定の時間ステップのデータを読み込む場合(例:400step目を読み込む)  
ファイル名の左にある▲をクリックすると、含まれる時系列データが表示されるので、読み込みたいvtkファイルを選択する。



## フィルター

解析処理で使用できるツールの全ては、メニューバー内Filtersにまとめられている






※粒子追跡法の粒子データ出力については  
現状、Advance/FrontFlow/redからの  
ParaView用出力フォーマットを開発中です  
今後のリリースで実装予定です。

## フィルター

### よく使用するフィルタ

#### <カット関連>

- Clip : 任意断面や、境界・パラメータ値で領域を切断
- Slice : 任意断面の取り出し
- Contour : 任意パラメータ等値面の取り出し
- Threshold: 任意パラメータによる閾値カット

#### <表示関連>

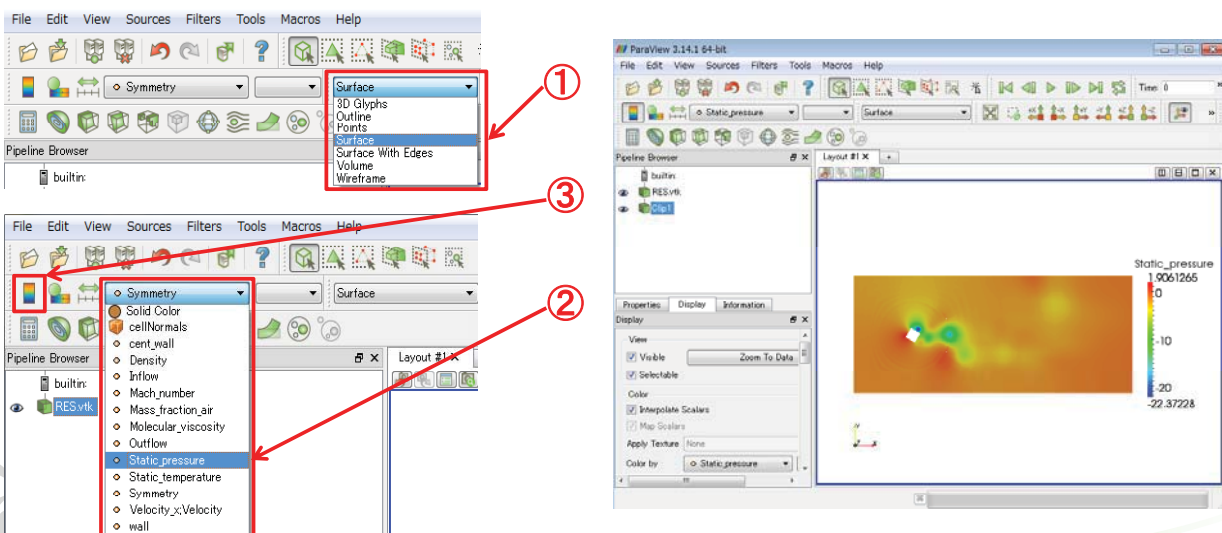
- Stream Tracer : 流線表示
- Glyph : ベクトル表示

#### <プロット関連>


- Plot Over Line: 任意線におけるパラメータプロット
- Plot Over Time: 時系列プロット
- Histogram: ヒストグラム作成

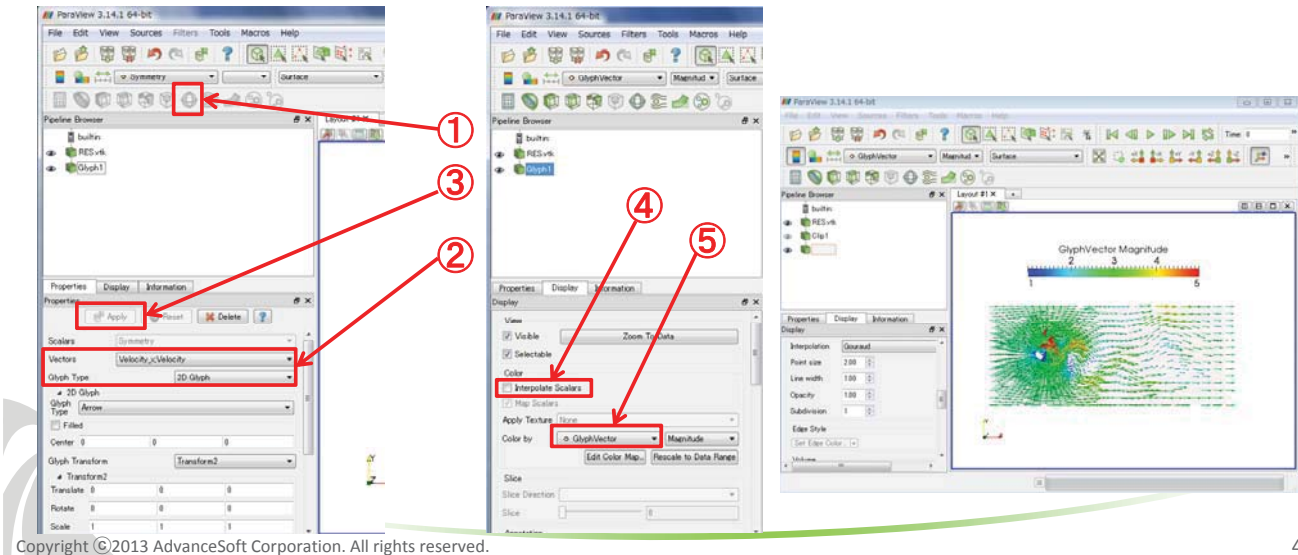
## 圧力分布の表示

- ①Surfaceを選択する
  - ②Static\_pressureを選択する
  - ③凡例アイコン(ツールバー左端)を押す
- ※Object Inspector – Display – Edit Color Mapから、レンジや凡例フォーマットが調整できます



## 速度ベクトルの表示

- ① ツールバーのGlyphアイコン をクリックする
- ② Object Inspector: Propertiesタブ内で設定する  
Vector: Velocity、Glyph Type: 2D Glyph、Scale mode: off
- ③ Applyボタンを押す
- ④ Object Inspector: Displayタブを選択し、Interpolate Scalarsのチェックを外す
- ⑤ Color byでGlyph Vectorを選択する

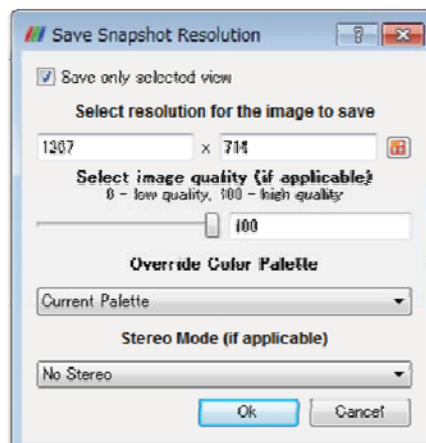


43

## 画像出力

作成した図は、画像ファイルとして、保存できる

- ① メニューバーFile - Save ScreenShotを選択すると、  
下図ウィンドウが表示される
- ② 画像サイズを指定して、Okを押す
- ③ 画像ファイル名、形式を指定して、保存する

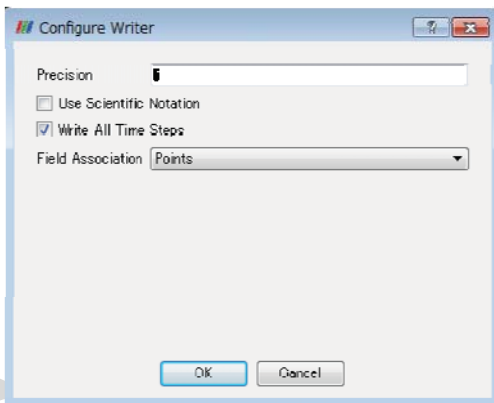


44

## 数値データ出力

出力結果を数値データとして出力し、CSV形式で保存できる

- ①メニューバーFile - Save Dataを選択し、ファイル名、CSV形式を選択する
- ②下図ウィンドウが表示されるので、時系列データ全てに対して出力するときは、Write All Time Stepsにチェックを入れる
- ③Okを押すと、"ファイル名\_\*.csv"ファイルが複数作成される



## 出力CSVファイルをExcelで表示

|    | E    | G          | H           | I    | J      | K            | L     | M           | N           | O         | P          | Q          | R          | S             | T  | U      |
|----|------|------------|-------------|------|--------|--------------|-------|-------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|---------------|----|--------|
| 1  | WALL | Sliding-in | Sliding-out | INLE | topout | Static_press | Mach  | num Density | Static_temp | Turbulent | Velocity_x | Velocity_y | Velocity_z | Miss_Fraction | PO | Points |
| 2  | 0    | 0          | 0           | 0    | 1      | 0            | 24508 | 2.4829      | 1145        | 313.15    | 0.001292   | 2.4827     | -0.02477   | -0.00056      | 1  | 4      |
| 3  | 0    | 0          | 0           | 0    | 0      | 0            | 24492 | 2.6529      | 1145        | 313.15    | 0.000787   | 2.6427     | 0.23153    | 0.002614      | 1  | 4      |
| 4  | 0    | 0          | 0           | 1    | 0      | 0            | 24465 | 2.2208      | 1145        | 313.15    | 0.00404    | 2.1815     | 0.41582    | -0.00047      | 1  | 4      |
| 5  | 0    | 0          | 0           | 0    | 0      | 0            | 24445 | 1.8964      | 1145        | 313.15    | 0.001373   | 1.8819     | 0.2345     | 0.002394      | 1  | 4      |
| 6  | 0    | 0          | 0           | 1    | 0      | 0            | 24555 | 2.483       | 1145        | 313.15    | 0.000287   | 2.4873     | 0.18915    | -0.00066      | 1  | 4      |
| 7  | 0    | 0          | 0           | 0    | 0      | 0            | 24547 | 2.3752      | 1145        | 313.15    | 0.001896   | 2.3713     | 0.13465    | 0.001846      | 1  | 4      |
| 8  | 0    | 0          | 0           | 1    | 0      | 0            | 24633 | 2.5479      | 1145        | 313.15    | 0.000354   | 2.6408     | 0.11663    | -0.00065      | 1  | 4      |
| 9  | 0    | 0          | 0           | 0    | 0      | 0            | 24629 | 2.3428      | 1145        | 313.15    | 0.001478   | 2.3406     | -0.10274   | 0.001433      | 1  | 4      |
| 10 | 0    | 0          | 0           | 1    | 0      | 0            | 24712 | 2.6079      | 1145        | 313.15    | 0.000902   | 2.6034     | 0.15311    | -0.001        | 1  | 4      |
| 11 | 0    | 0          | 0           | 0    | 0      | 0            | 24706 | 2.2209      | 1145        | 313.15    | 0.001351   | 2.2190     | -0.08533   | 0.001175      | 1  | 4      |
| 12 | 0    | 0          | 0           | 1    | 0      | 0            | 24796 | 2.6392      | 1145        | 313.15    | 0.000378   | 2.6387     | 0.11532    | -0.00074      | 1  | 4      |
| 13 | 0    | 0          | 0           | 0    | 0      | 0            | 24776 | 2.1592      | 1145        | 313.15    | 0.000341   | 2.1564     | -0.11049   | -0.00164      | 1  | 4      |
| 14 | 0    | 0          | 0           | 1    | 0      | 0            | 24830 | 2.6558      | 1145        | 313.15    | 0.000318   | 2.6552     | 0.049266   | -0.00117      | 1  | 4      |
| 15 | 0    | 0          | 0           | 0    | 0      | 0            | 24818 | 2.1264      | 1145        | 313.15    | 0.001161   | 2.1251     | -0.07252   | -0.00037      | 1  | 4      |
| 16 | 0    | 0          | 0           | 1    | 0      | 0            | 24847 | 2.6602      | 1145        | 313.15    | 0.004076   | 2.66       | -0.03427   | -0.001        | 1  | 4      |
| 17 | 0    | 0          | 0           | 0    | 0      | 0            | 24834 | 2.1186      | 1145        | 313.15    | 0.001087   | 2.1182     | -0.03989   | 0.000524      | 1  | 4      |
| 18 | 0    | 0          | 0           | 1    | 0      | 0            | 24831 | 2.6379      | 1145        | 313.15    | 0.00424    | 2.635      | -0.12397   | -0.00081      | 1  | 4      |
| 19 | 0    | 0          | 0           | 0    | 0      | 0            | 24819 | 2.1695      | 1145        | 313.15    | 0.001182   | 2.1695     | -0.01351   | -0.00075      | 1  | 4      |
| 20 | 0    | 0          | 0           | 1    | 0      | 0            | 24735 | 2.5448      | 1145        | 313.15    | 0.000501   | 2.5332     | -0.24258   | -0.00049      | 1  | 4      |

## アニメーション作成

- ①任意の時間ステップにおける、速度分布図を作成する
- ②レンジや、凡例のフォーマットを整える→図1
- ③メニューバーFile - Save Animationを選択すると、図2のウィンドウが表示されるので、フレームレートや、画像サイズを指定し、Save Animationをクリックする
- ④ファイル名、動画ファイル形式を指定し、Okを押すと動画が作成される

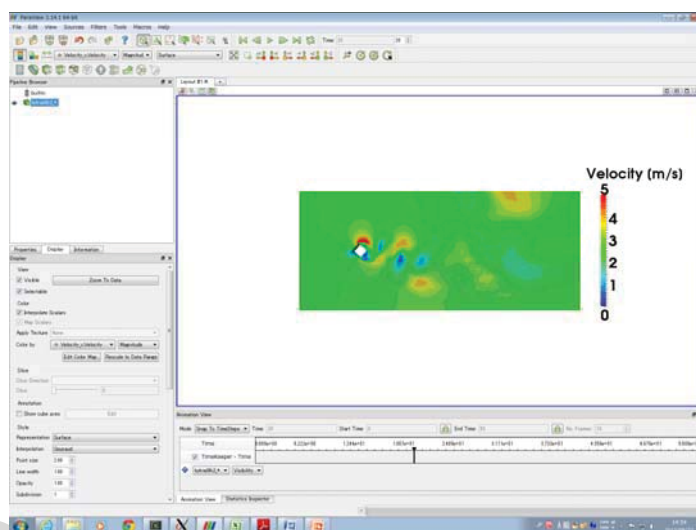


図1

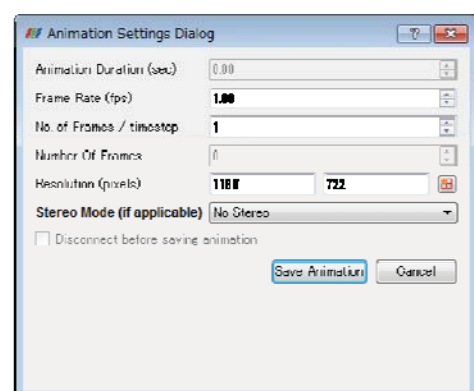
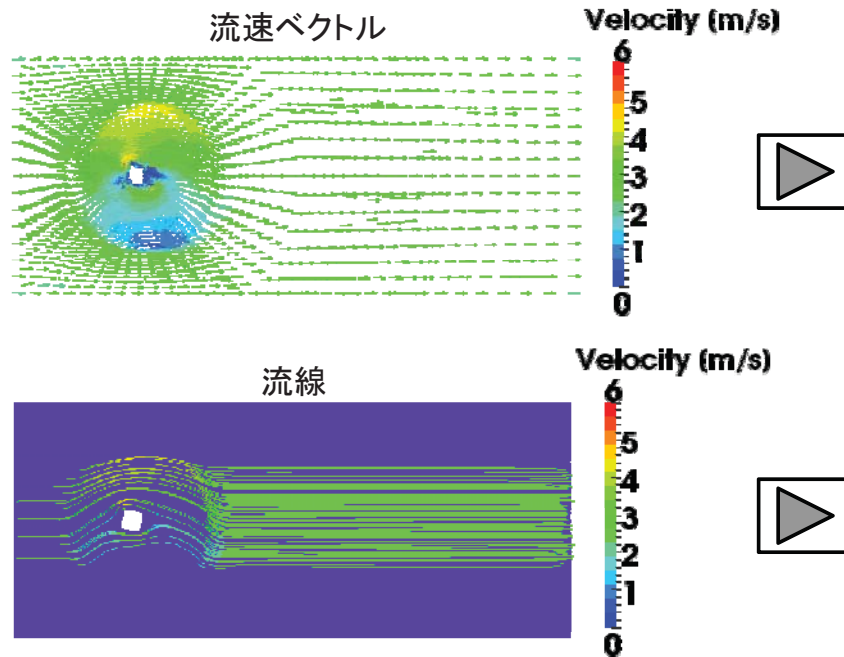


図2



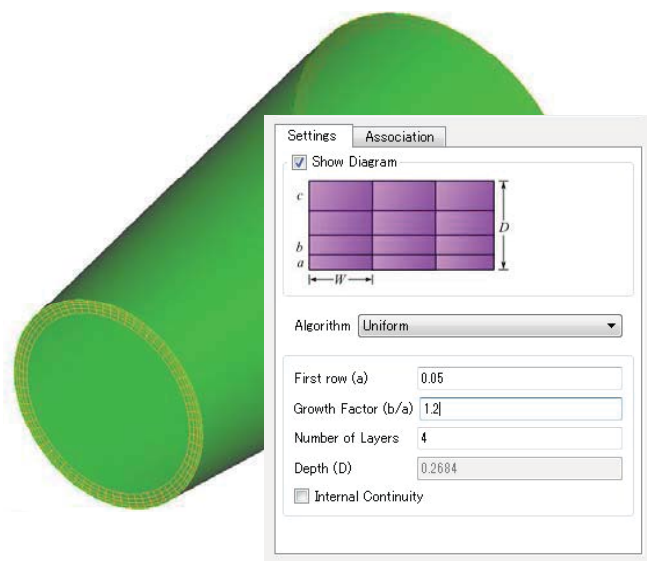
## アニメーション作成

同様の方法で、流速ベクトルのアニメーションや、流線のアニメーションも作成できる

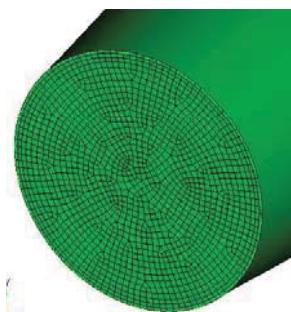


## Cube-itを用いたメッシュ作成例(1)

境界層機能を使用したメッシュ作成例



①境界層を作成



②境界層内部をPaveで作成

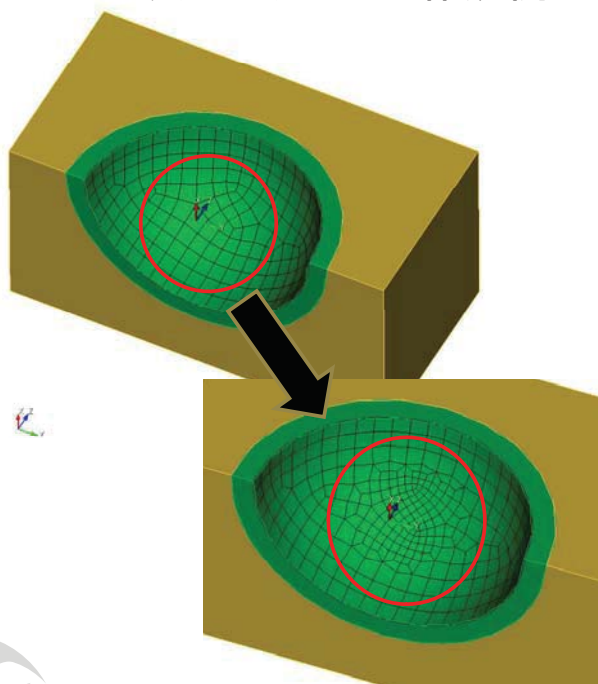


③SweepでVolumeメッシュを作成

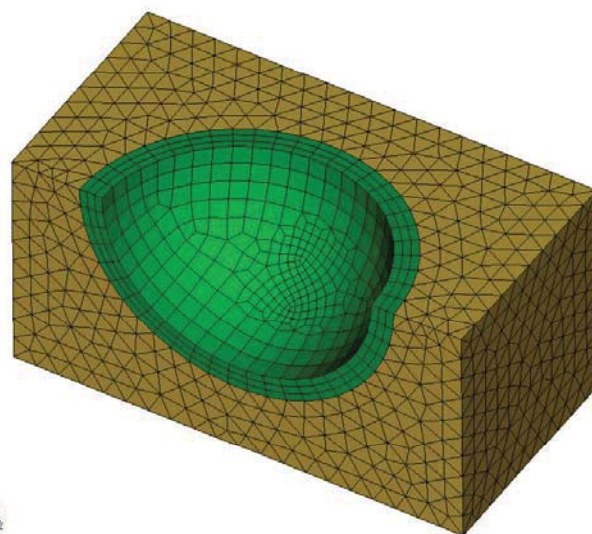
※境界層機能はCube-it CFD Ver14.1より搭載予定です

# Cube-itを用いたメッシュ作成例(2)

## ハイブリッドメッシュの作成例



General Refinement



ハイブリッドメッシュ

※Prizm, Pyramid要素の表示には  
コマンド入力が必要です

ご清聴 ありがとうございます



# 構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR + Advance/REVOCAP とCube-it・ ParaViewの利用方法

総合企画部 コンサルタントグループ 加藤 国男

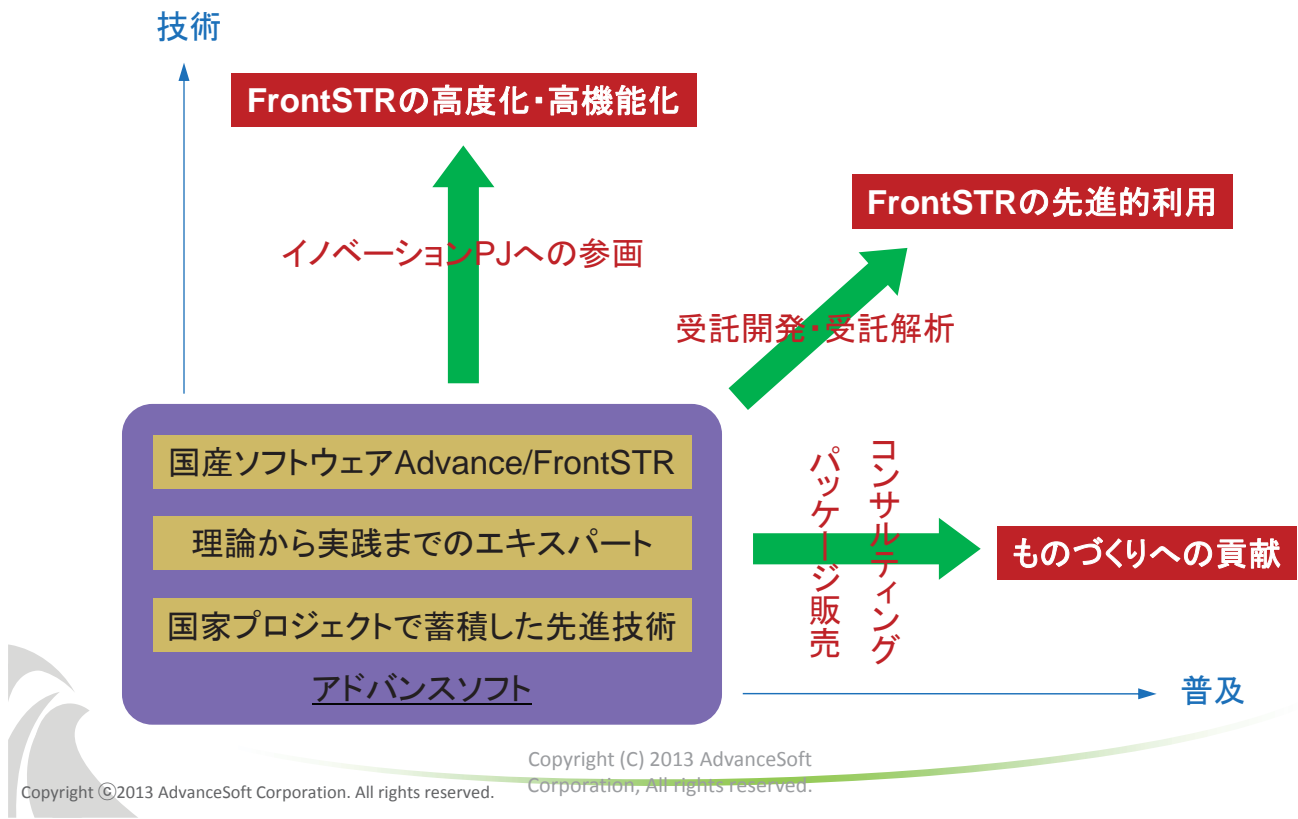
アドバンスソフトのプリ・ポストプロセッサご紹介セミナー  
2013年8月27日(火)  
アドバンスソフト株式会社



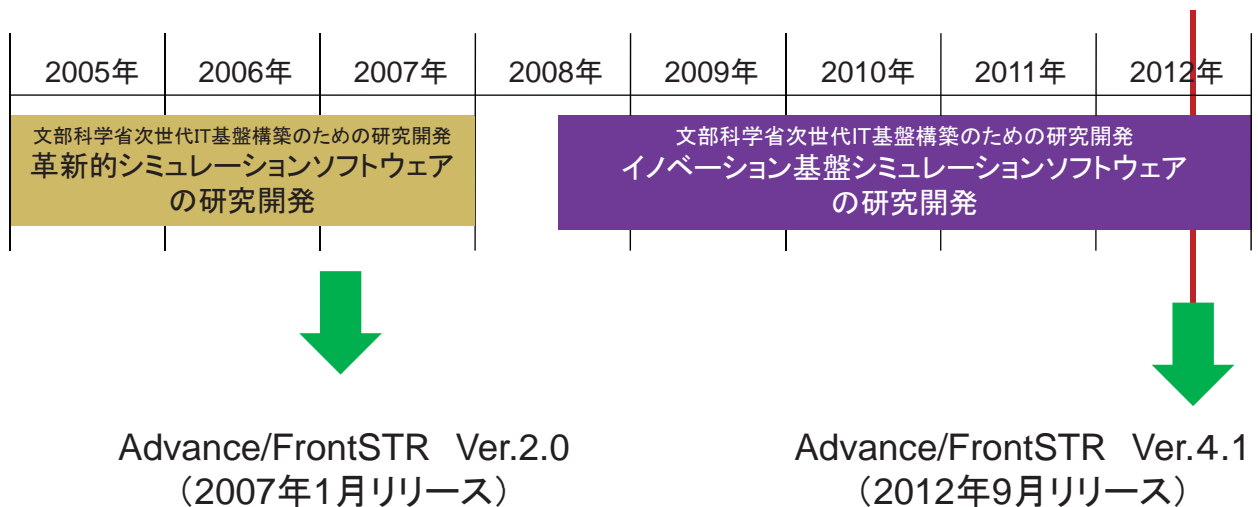
# 構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR とは



# 構造解析分野に関する当社の取組み

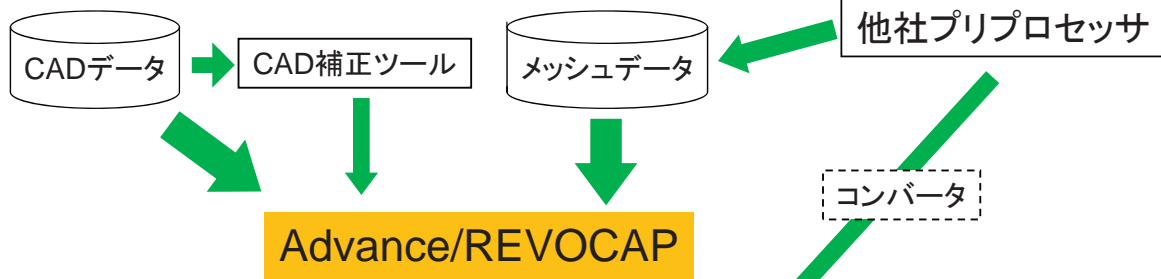


# Advance/FrontSTRの開発経過



# Advance/FrontSTRによる解析環境

プリ処理



解析実行

Advance/FrontSTR

ポスト処理

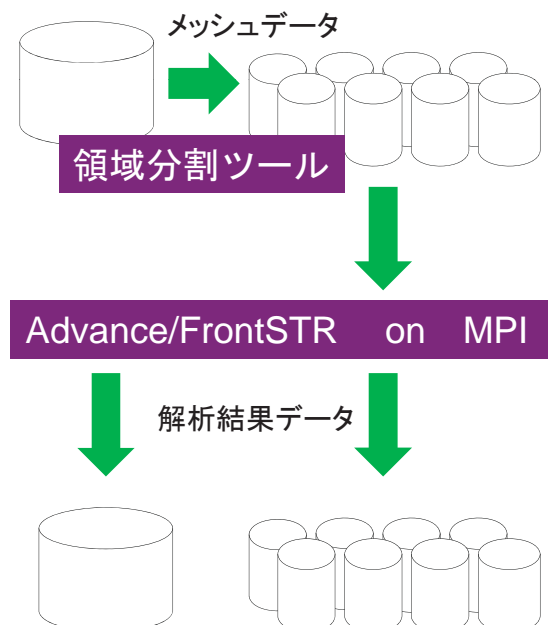
Advance/REVOCAP

他社ポストプロセッサ  
FEMAP、AVS

Copyright ©2013 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

# 各種計算機に対応するスケーラビリティ

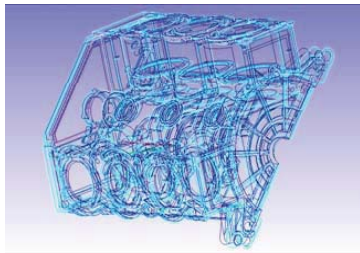
Advance/FrontSTR の並列化方式



Advance/FrontSTR の動作環境

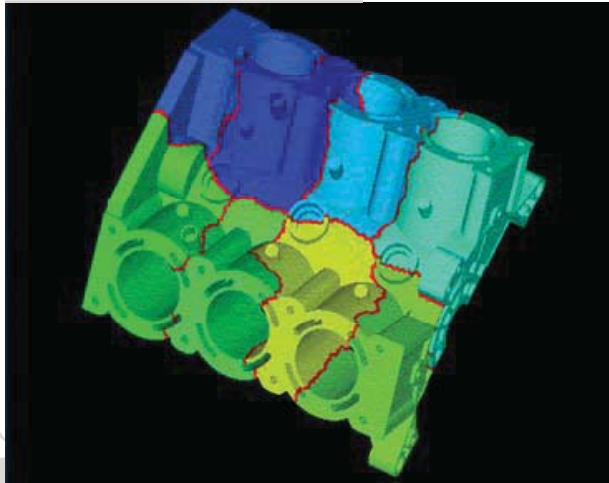
- ・Windows XP, Vista, 7  
32ビット/64ビット
- ・Linux 64ビット
- ・スパコン  
 東京大学さま HA8000  
 九州大学さま PRIMERGY  
 FOCUSさま BX922S2

# 領域分割の例(熱応力解析)

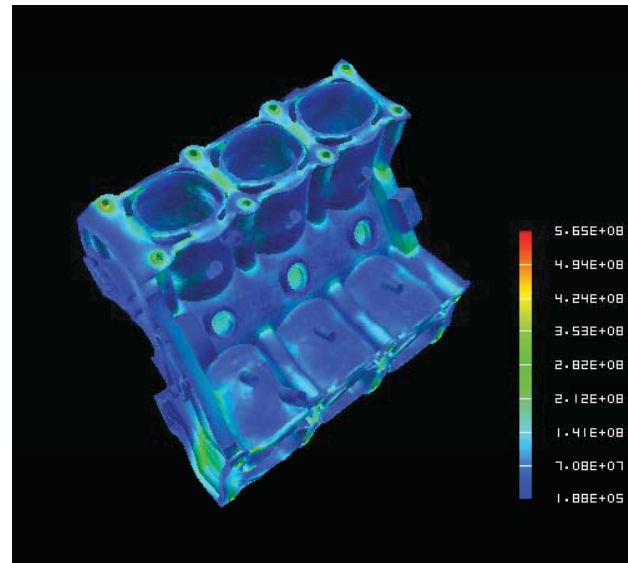


CADモデル

熱伝導解析 → 温度分布 → 線形静解析

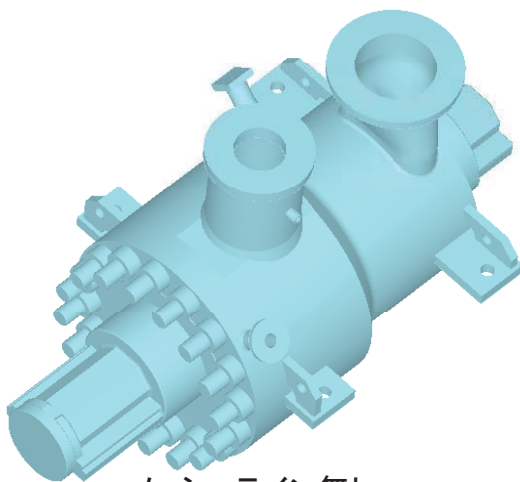


領域分割モデル



ミーゼス応力分布

# 大規模解析(1億自由度)の事例(1)



メッシュライン無し

節点数 : 36,728,129  
要素数 : 26,289,770  
自由度 : 110,184,387  
要素 : 四面体2次

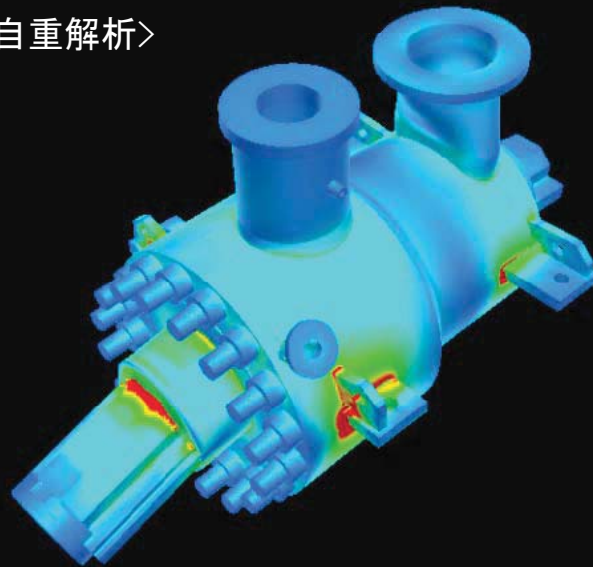


メッシュライン有り

解析事例提供: 東京大学奥田洋司教授  
(株)日立プラントテクノロジー

# 大規模解析(1億自由度)の事例(2)

＜自重解析＞



ミーゼス応力分布

計算機:

CPU: Intel Itanium2 1.4GHz  
32PE 使用  
使用メモリ: 120GB  
計算時間: 27.3 (h)  
CG反復回数: 10,249

＜内圧解析の場合＞

計算時間: 24.0 (h)  
CG反復回数: 8,557

＜HEC-MW可視化処理＞

計算機:  
CPU: Intel Xeon 2.8GHz  
32PE 使用  
Rendering処理枚数: 12枚  
処理時間: 1時間弱

Copyright (C) 2013 AdvanceSoft Corporation, All rights reserved.

Copyright ©2013 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

9

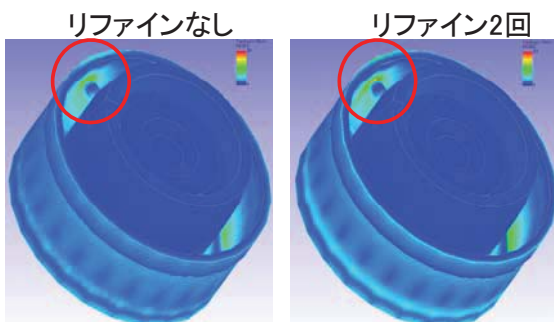
## 並列性能の計測(大規模)

解析対象

静応力解析(四面体二次要素)

| リファイン | 要素数        | 節点数        |
|-------|------------|------------|
| なし    | 684,807    | 1,008,911  |
| 1回    | 5,478,456  | 7,707,758  |
| 2回    | 43,827,648 | 60,089,084 |

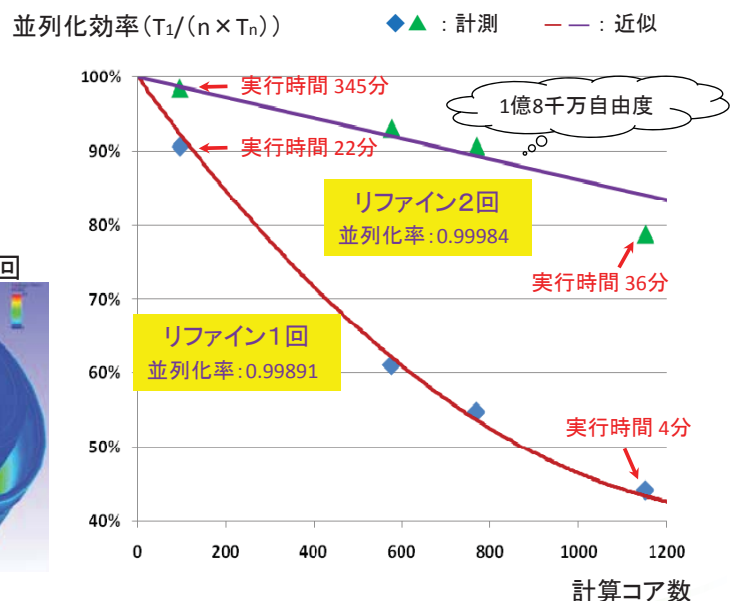
解析結果(ミーゼス応力分布)



使用計算機

計算科学振興財団さま FOCUSスパコン

並列化効率( $T_1/(n \times T_n)$ )



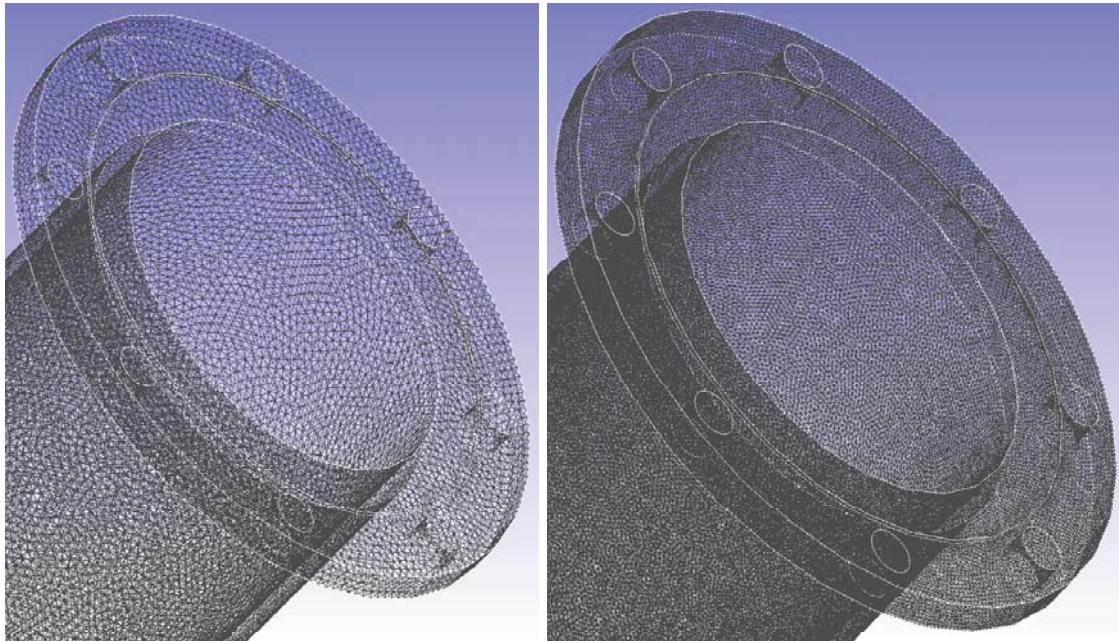
Copyright (C) 2013 AdvanceSoft Corporation, All rights reserved.

Copyright ©2013 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

10

# REVOCAP\_Refinerのメッシュ細分化機能

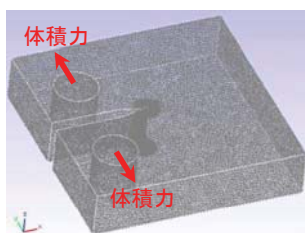
オリジナル  $\xrightarrow{8倍規模}$  リファイン



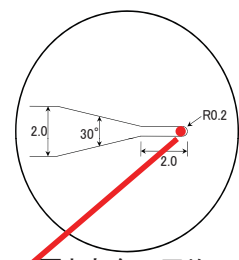
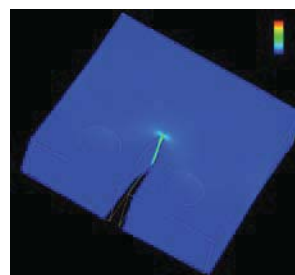
# REVOCAP\_Refinerによる応力集中解析例

## 解析対象

CT試験片  
静応力解析 (四面体二次要素)

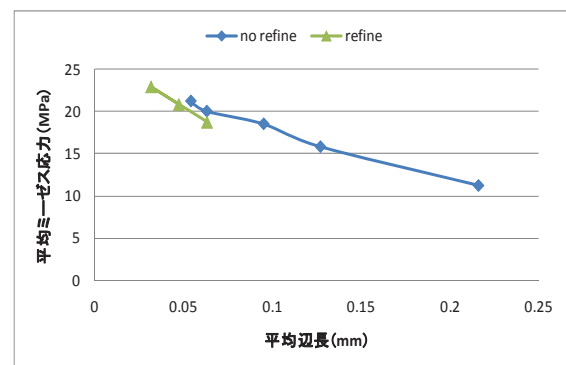


## 解析結果



## 解析ケース

| 密度係数 | 細分化 | 要素数       | 節点数       | 平均辺長  |
|------|-----|-----------|-----------|-------|
| 2    | 0   | 273,078   | 387,347   | 0.216 |
| 4    | 0   | 303,544   | 429,049   | 0.127 |
| 4    | 1   |           |           | 0.063 |
| 4    | 2   |           |           | 0.032 |
| 6    | 0   | 507,346   | 704,253   | 0.095 |
| 6    | 1   |           |           | 0.048 |
| 8    | 0   | 1,147,920 | 1,561,353 | 0.063 |
| 11   | 0   | 2,247,912 | 3,029,807 | 0.054 |



# PCクラスターによる並列性能の計測

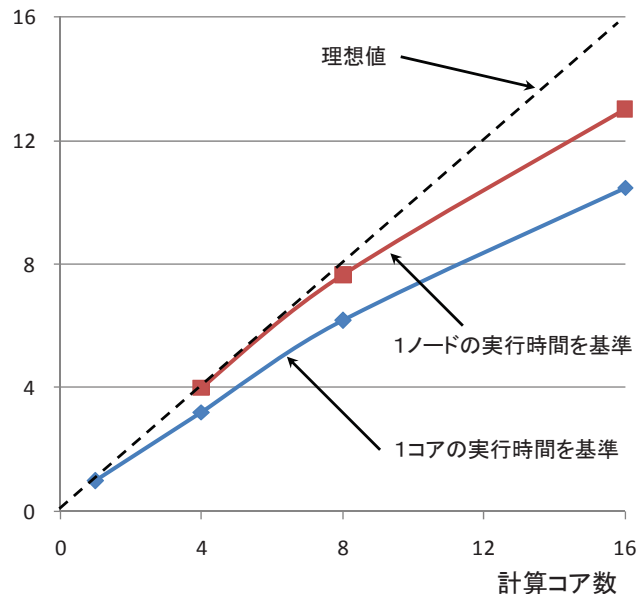
## 使用計算機

PCクラスター  
CPU:AMD Opteron 2.4GHz  
2CPU×2core/ノード  
メモリ:16GB/ノード

## 解析対象

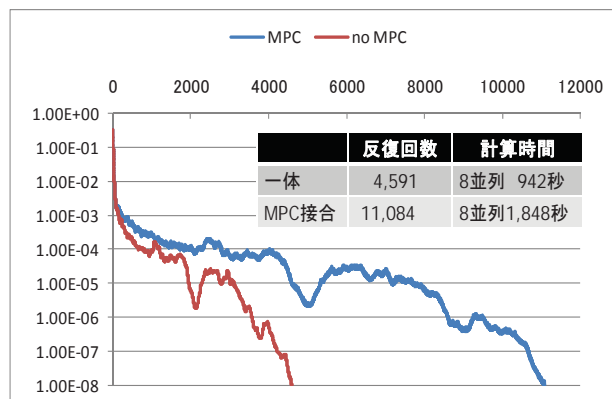
静応力解析  
要素数:684,807  
節点数:1,008,911

増速率 ( $T_1/T_n$ )



# アセンブリ構造解析機能

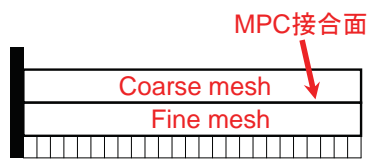
- 独自のMPC自由度消去法ソルバーを導入
- ↓
- 反復法による大規模アセンブリ構造解析の収束性が飛躍的に改善



# アセンブリ構造解析機能の基本検証

## 解析対象

片持ち梁  
静応力解析

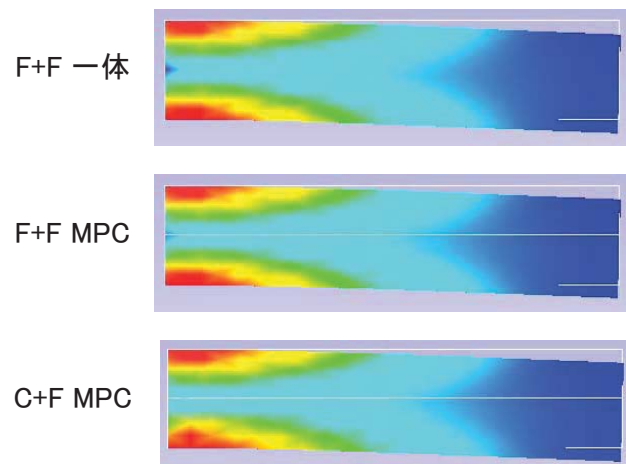


| 要素<br>タイプ | Coarse mesh |       | Fine mesh |       |
|-----------|-------------|-------|-----------|-------|
|           | 要素数         | 節点数   | 要素数       | 節点数   |
| 四面体一次     | 1,600       | 525   | 3,125     | 936   |
| 四面体二次     | 1,600       | 3,001 | 3,125     | 5,546 |
| 六面体一次     | 640         | 1,025 | 1,250     | 1,836 |

## 解析結果

| 要素<br>タイプ | 解析<br>ケース | MPC<br>節点数 | 最大<br>変位 |
|-----------|-----------|------------|----------|
| 四面体一次     | F+F 一体    | —          | 25.87    |
|           | F+F MPC   | 156        | 25.87    |
|           | C+C MPC   | 105        | 25.07    |
|           | C+F MPC   | 156        | 25.46    |
| 四面体二次     | F+F 一体    | —          | 27.55    |
|           | F+F MPC   | 561        | 27.55    |
|           | C+C MPC   | 369        | 27.51    |
|           | C+F MPC   | 561        | 27.53    |
| 六面体一次     | F+F 一体    | —          | 27.56    |
|           | F+F MPC   | 306        | 27.56    |
|           | C+C MPC   | 205        | 27.52    |
|           | C+F MPC   | 306        | 27.54    |
| 理論解       |           |            | 27.74    |

四面体二次要素のミーゼス応力分布



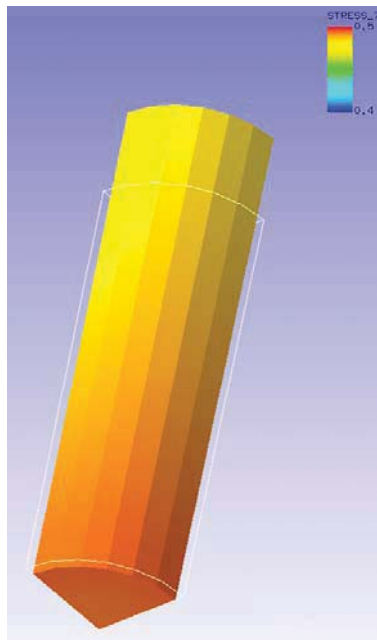
Copyright (C) 2013 AdvanceSoft Corporation, All rights reserved.

# 材料・幾何学的非線形解析機能

- 超弾性材 (解法: Total Lagrange法)  
構成式: neo-Hooke, Mooney-Rivlin, Arruda-Boyce
- 弾塑性材 (解法: Update Lagrange法)  
降伏関数: Mises, Mohr-Coulomb, Drucker-Prager  
硬化則:  
    等方硬化則 (二直線近似、多直線近似、Swiftの式、  
    Ramberg-Osgoodの式)  
    移動硬化則 (線形)  
    複合硬化則 (二直線近似等方硬化則 + 線形移動硬化則)

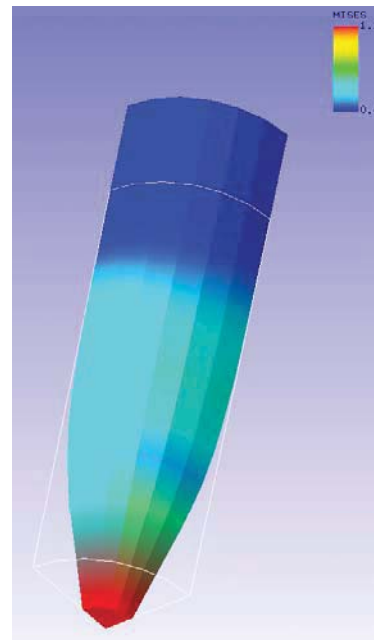
# 材料・幾何学的非線形解析の事例

超弾性解析



ミーゼス応力分布

弾塑性解析



ミーゼス応力分布

Copyright (C) 2013 AdvanceSoft Corporation, All rights reserved.

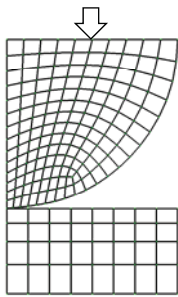
# 接触解析機能

- 多点拘束 (MPC) 利用による接触解析  
接触状態の変化なし、微小すべり、摩擦なし
- 拡張ラグランジュ乗数法による接触解析  
微小すべり / 有限すべり、摩擦なし / あり

| Lagrange法                                                                  | Penalty法                                                                                              | 拡張Lagrange乗数法                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 接触力 $F = \lambda$<br>$\lambda$ : Lagrange未定係数                              | 接触力 $F = P * g$<br>P: Penalty常数                                                                       | 接触力 $F^{k+1} = (\lambda^k + P * g^k)$<br>$\lambda^k$ : 常数とみなす                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・厳密な接触状態</li> <li>・変数を追加</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・変数は増えない</li> <li>・近似的な接触状態</li> <li>・方程式の求解条件が悪くなる</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・変数は増えないが、更新計算が必要</li> <li>・近似的な接触状態であるが、コントロール可能</li> </ul> |
|                                                                            |                                                                                                       |                                                                                                     |

Copyright (C) 2013 AdvanceSoft Corporation, All rights reserved.

# 接触解析の事例

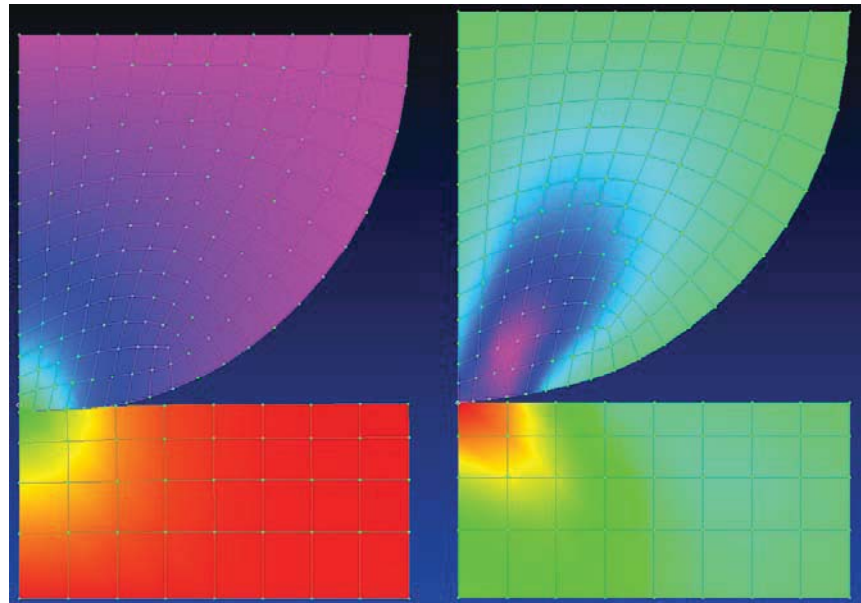


## 接触領域の幅

円柱半径8mmに対して  
理論解: 1.36mm  
FrontISTR: 1.36±0.2mm

## 最大せん断応力

理論解: 14.2MPa  
FrontISTR: 15.6MPa



Y方向変位分布

せん断応力分布

Copyright (C) 2013 AdvanceSoft Corporation, All rights reserved.

# Advance/FrontSTR Ver.4.1 の機能一覧 1

| 利用可能な解析           |                                                     |
|-------------------|-----------------------------------------------------|
| 変形解析              | 静解析                                                 |
|                   | 動解析                                                 |
|                   | ・ 直接積分法                      中央差分法/Newmark-β法/HHT法  |
|                   | ・ モード解析                      時刻歴応答解析                |
| 熱伝導解析             | 定常/非定常解析(陰解法)                                       |
| 固有値解析             | ランチョス法/その他改良法                                       |
| 非線形解析機能(変形解析)     |                                                     |
| 幾何学的非線形           | Total Lagrange法/Updated Lagrange法                   |
| 境界非線形(接触)         | Augmented Lagrange法/有限すべり/摩擦                        |
| 材料非線形(温度依存性を含む材料) |                                                     |
|                   | 弾性材料                      弾性/超弾性/粘弾性                |
|                   | 非弾性材料                      弾塑性(等方/移動/複合硬化)/粘塑性/熱弾塑性 |

# Advance/FrontSTR Ver.4.1 の機能一覧 2

| 要素ライブラリ             |                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| ソリッド要素              | 四面体／六面体／プリズム／ピラミッド⇒各要素 1次／2次<br>適合要素／B-bar 要素など |
| シェル要素               | 三角形／四辺形 ⇒ 各要素 1次／2次<br>MITC 要素                  |
| 梁要素                 | 1次／2次／3次／MITC 要素                                |
| トラス要素               | 1次／2次／3次                                        |
| その他                 | 接触要素／マス要素／ギャップ要素(熱解析用)                          |
| 大規模解析支援             |                                                 |
| アセンブリ構造対応           |                                                 |
| メッシュ自動細分化(リファイナー機能) |                                                 |
| 並列接触解析機能            |                                                 |



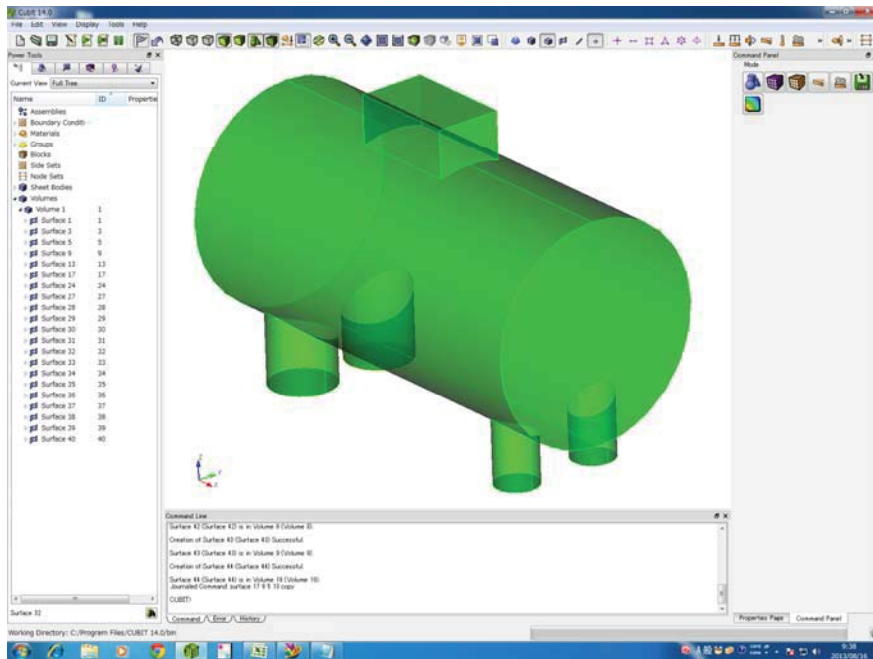
## 操作の流れ

- 1. Cube-it にてヘキサメッシュを作成
- 2. REVOCAPにて境界条件・荷重条件を設定
- 3. FrontSTR にて解析
- 4. REVOCAPにて収束履歴・積分点の値等確認
- 5. ParaView にて解析結果の可視化

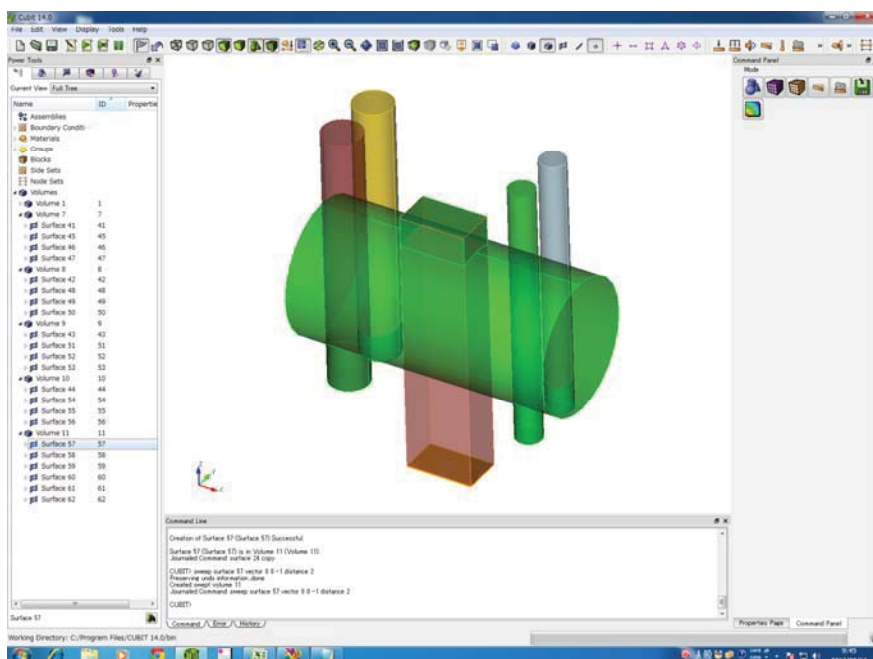


# 1. Cube-it にてヘキサメッシュを作成

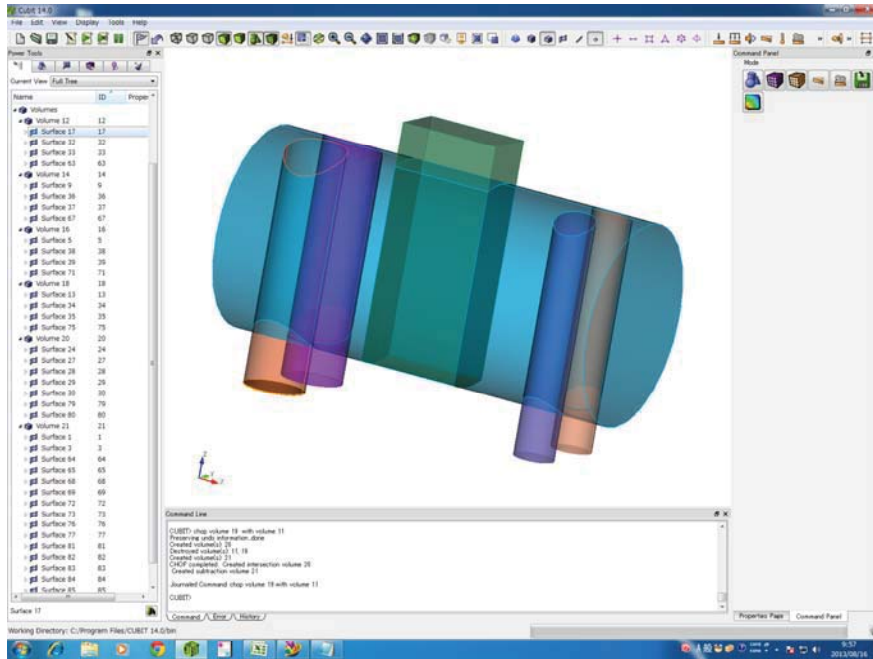
## 1.1 Geometry(IGES) 入力



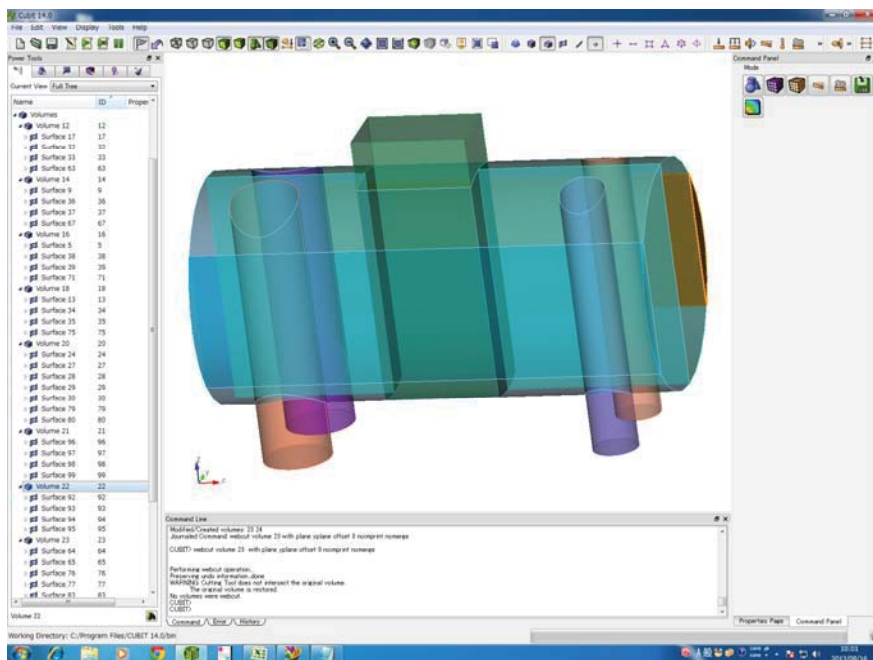
## 1.2 Copy & Sweep



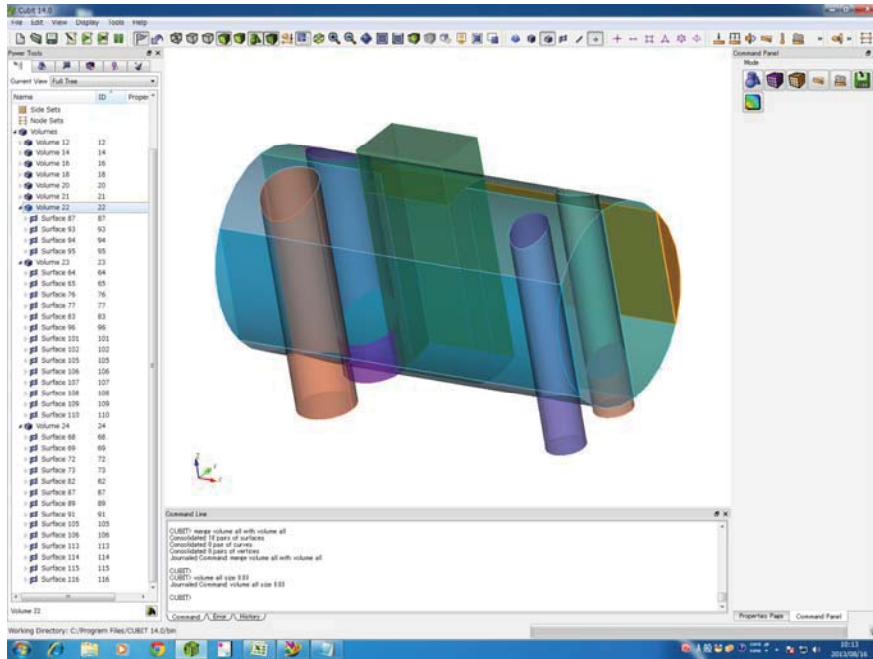
# 1.3 Chop volume



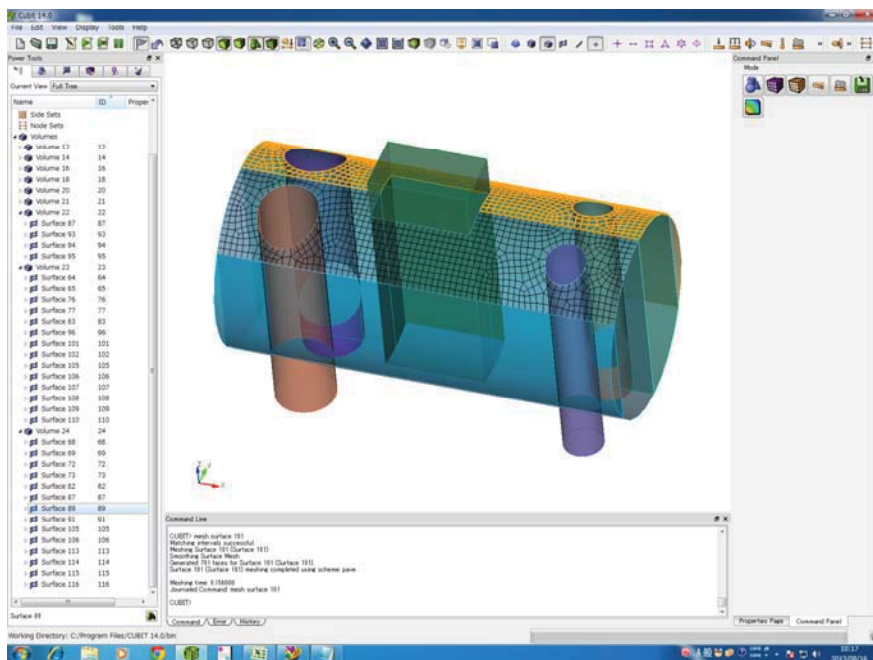
# 1.4 Webcut volume



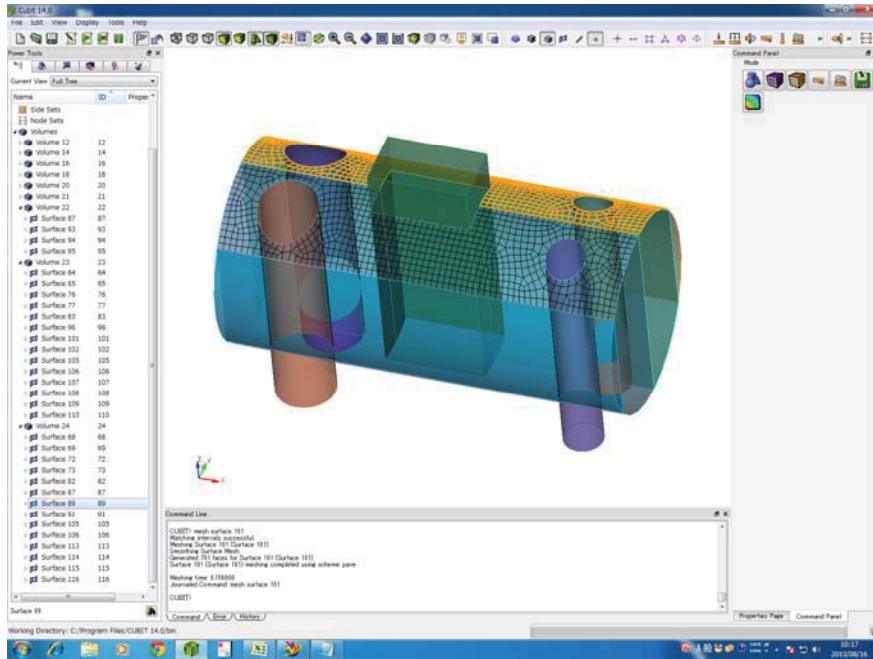
# 1.5 Imprint Merge



# 1.6 Pave



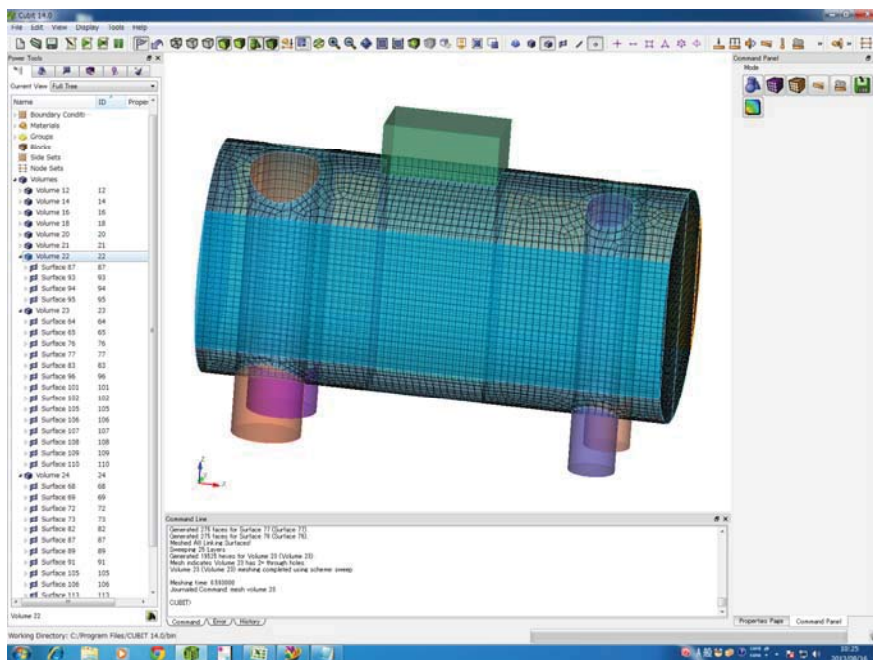
# 1.7 Mesh



Copyright ©2013 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

29

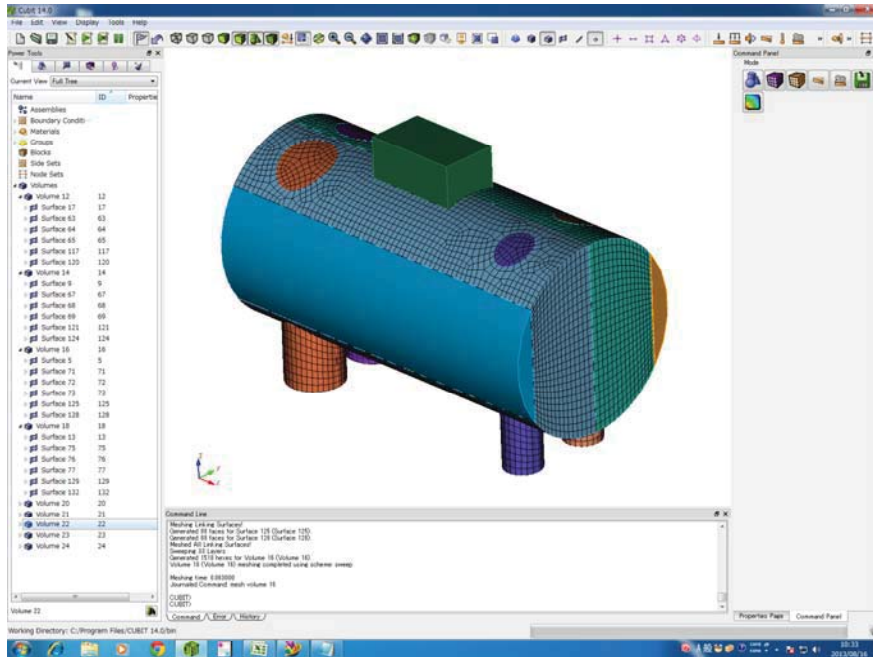
# 1.8 Sweep



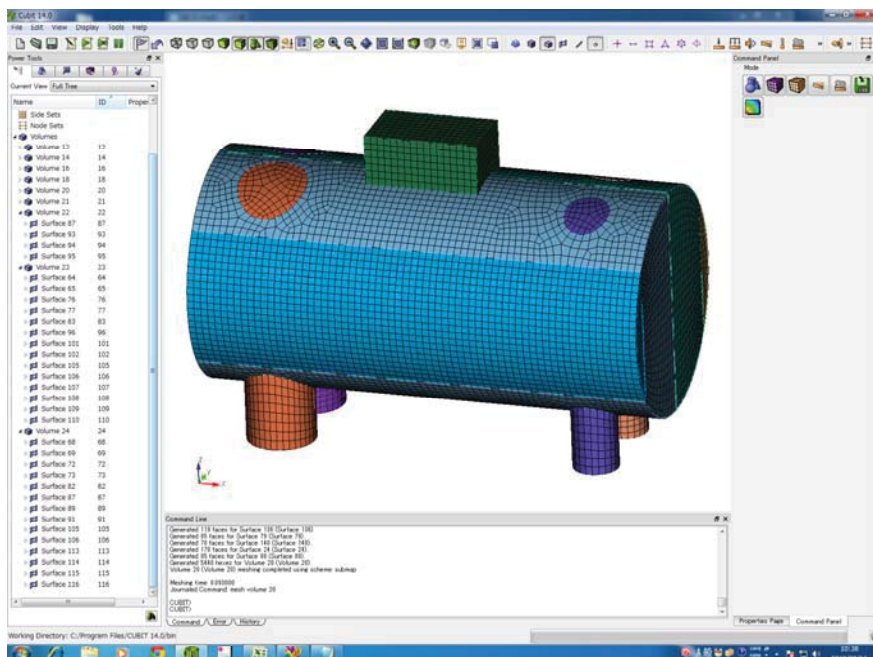
Copyright ©2013 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

30

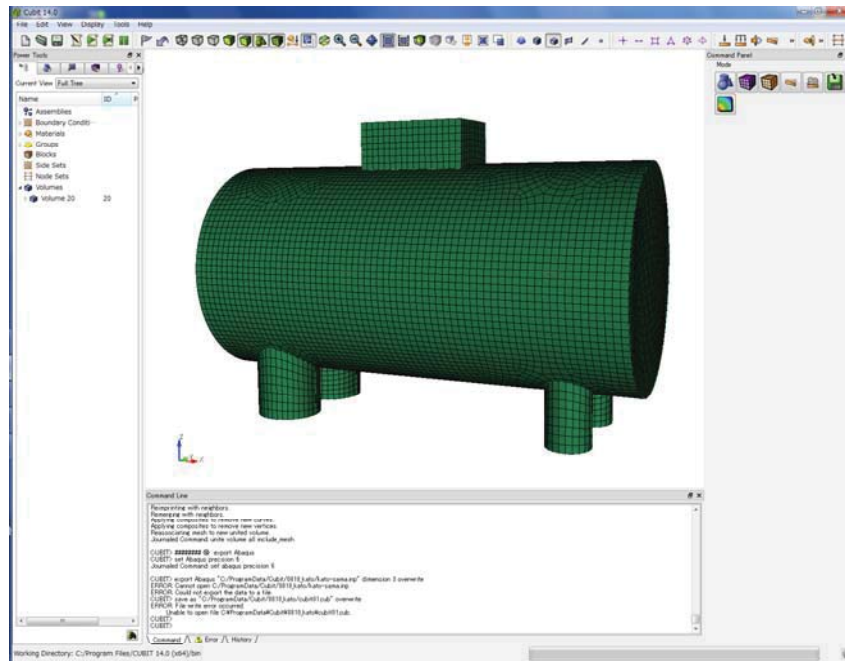
# 1.9 Mesh & Sweep



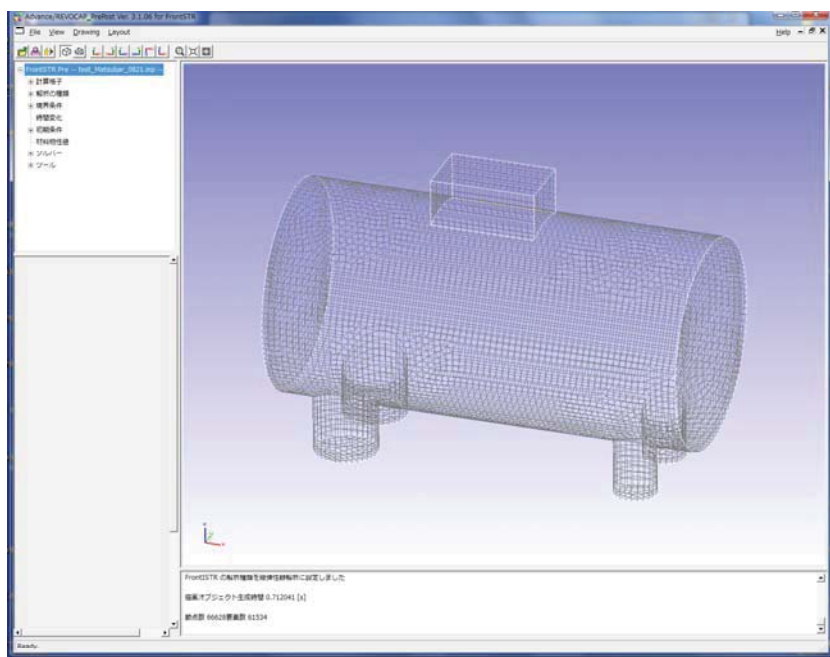
# 1.10 Mesh Volume



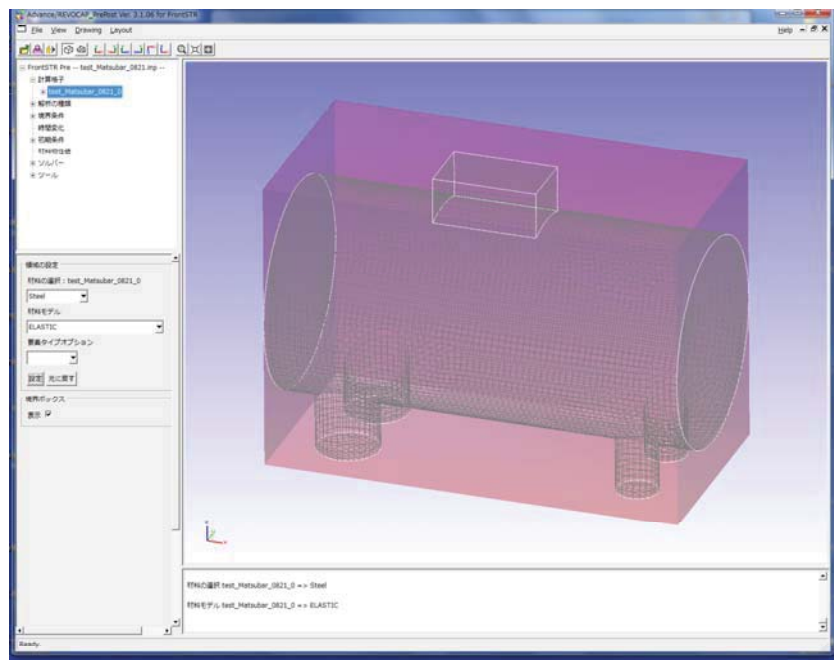
# 1.11 まとめ (Unite Volume)



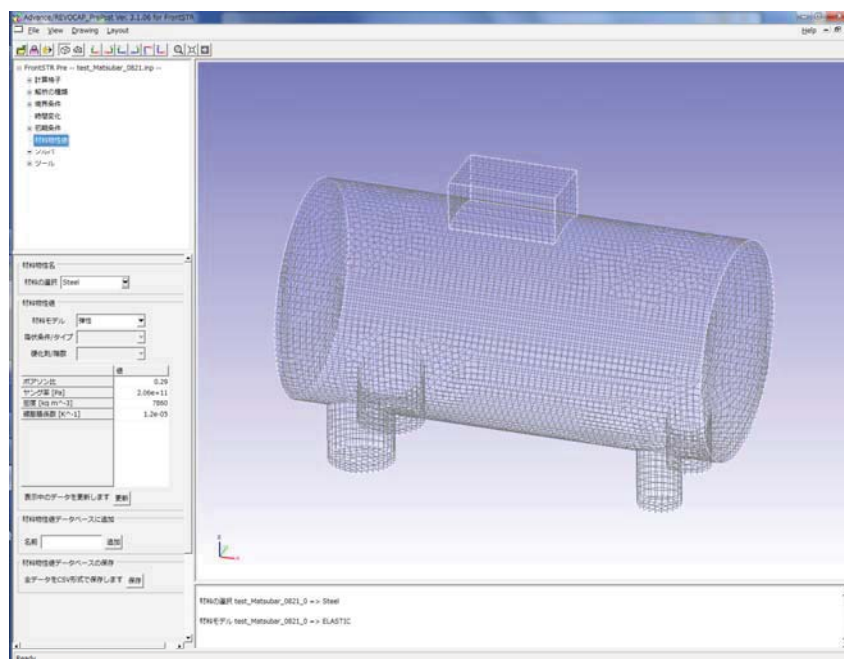
## 2. REVOCAPにて境界条件・荷重条件を設定 2.1 ABAQUSデータインポート



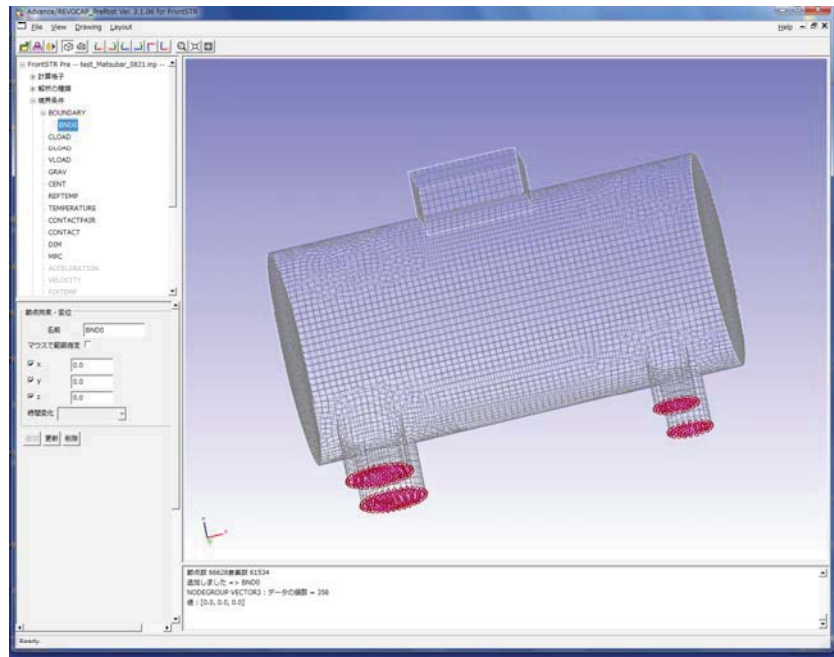
## 2.2 材料の選択



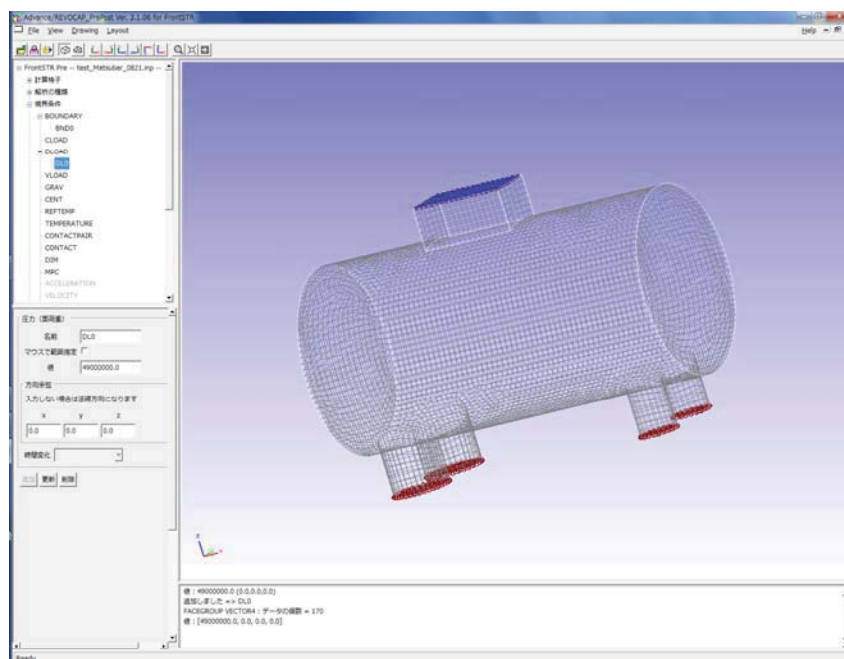
## 2.3 材料物性値の選択



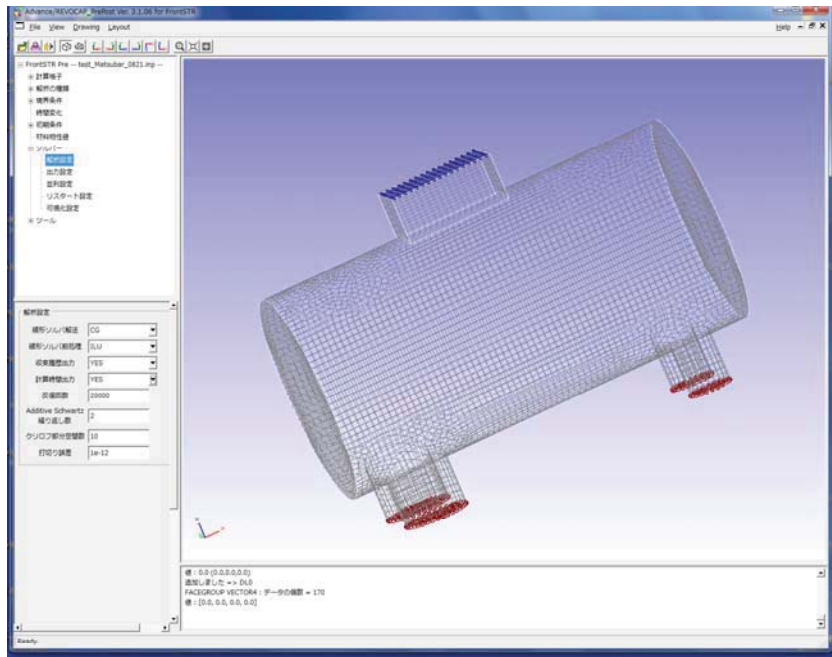
## 2.4 拘束条件の設定



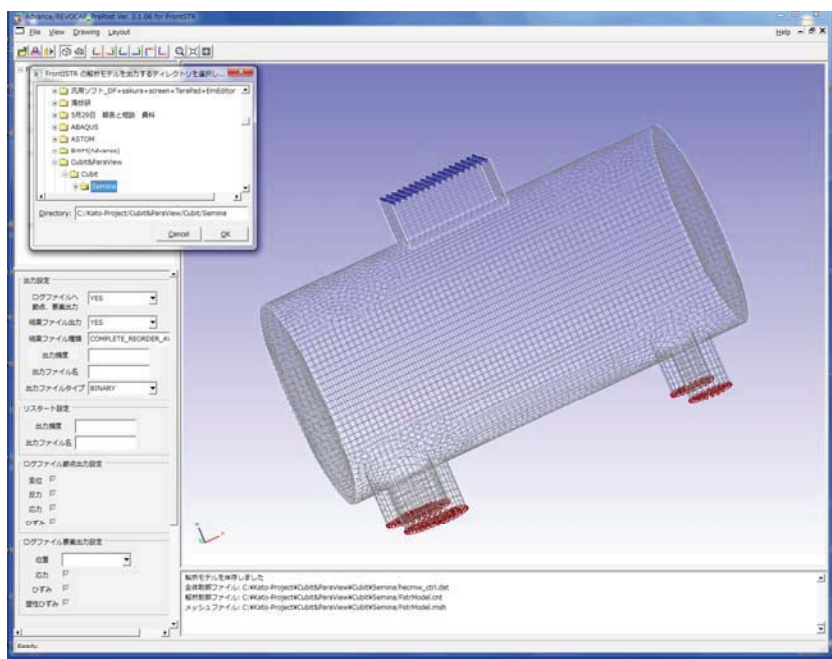
## 2.5 荷重条件の設定



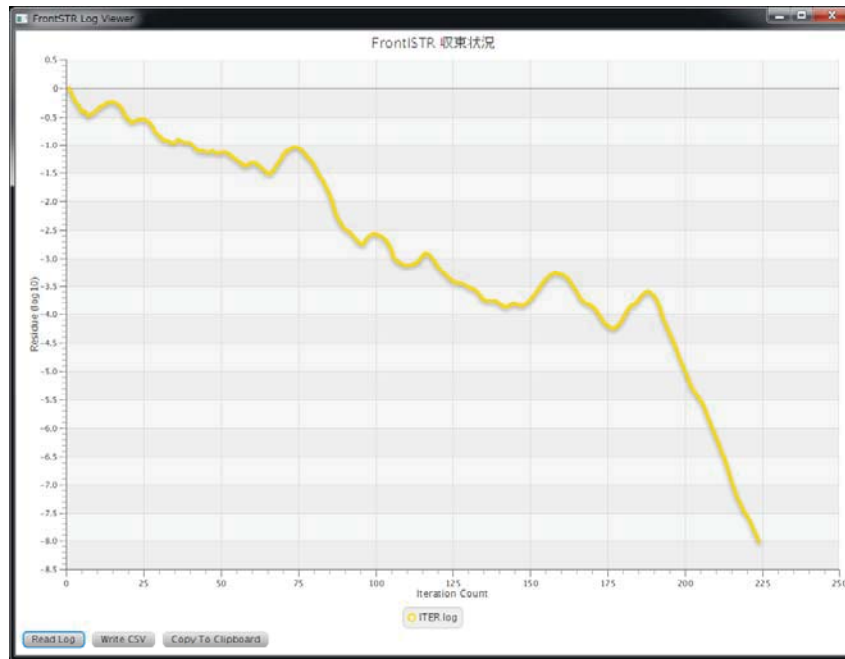
## 2.6 解析設定



## 2.7 解析モデルの出カディレクトリ選択

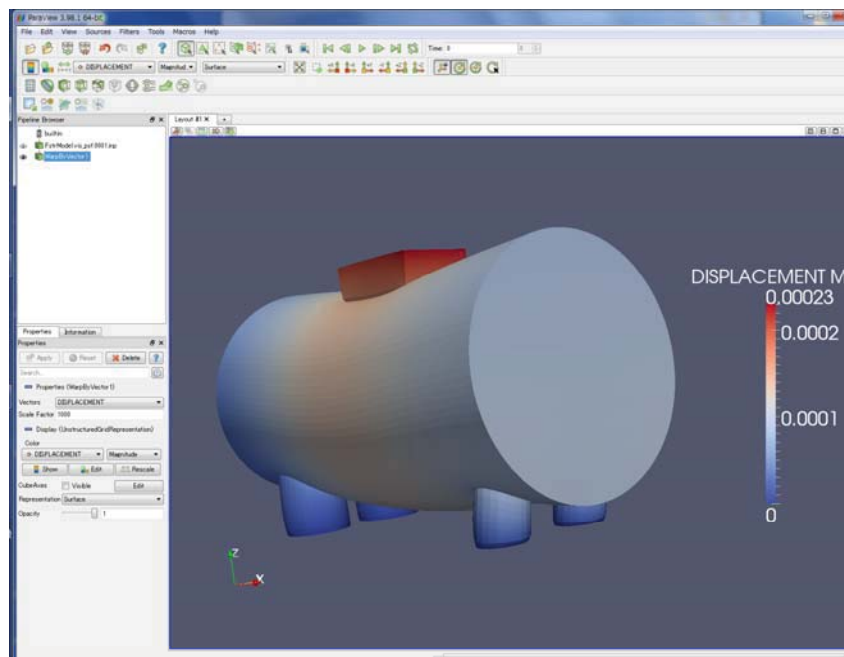


## 4. REVOCAPにて収束履歴・積分点の値等確認

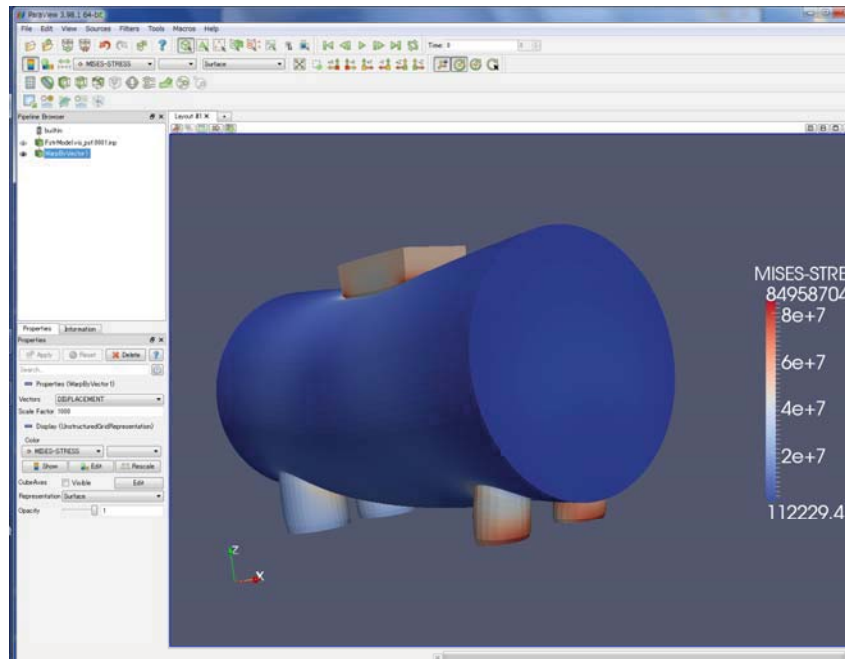


## 5. ParaViewにて解析結果の可視化

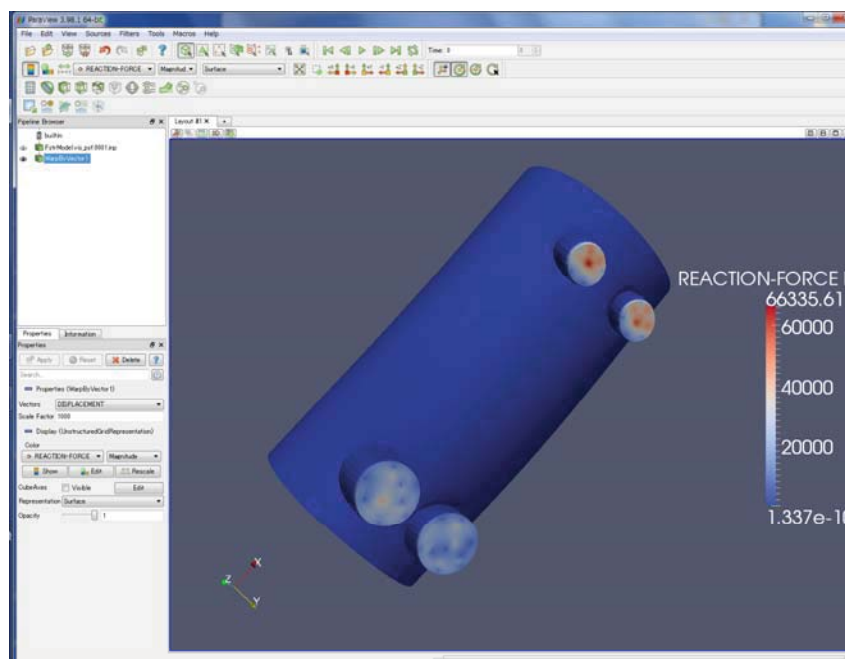
### 5.1 DISPLACEMENT



## 5.2 MISES STRESS

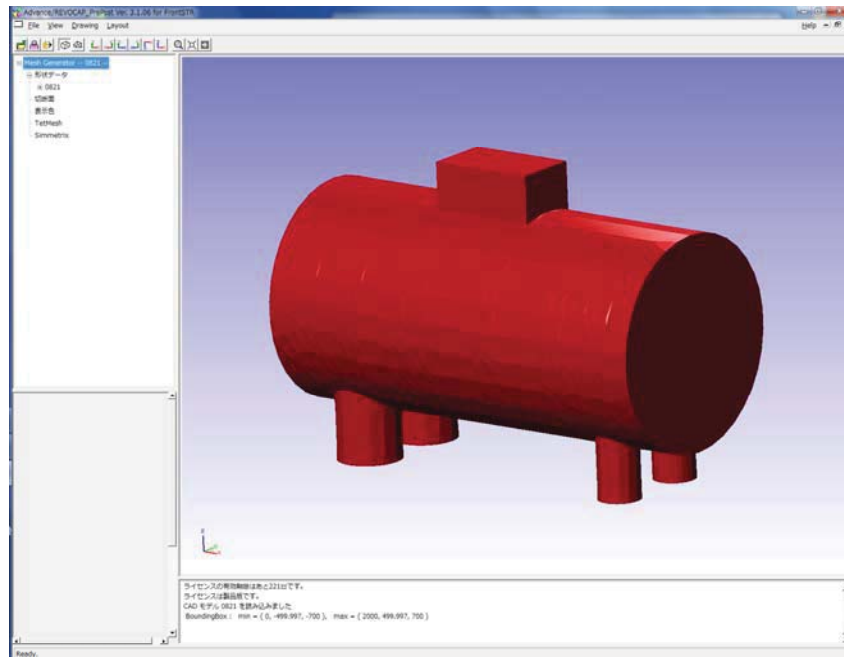


## 5.3 REACTION

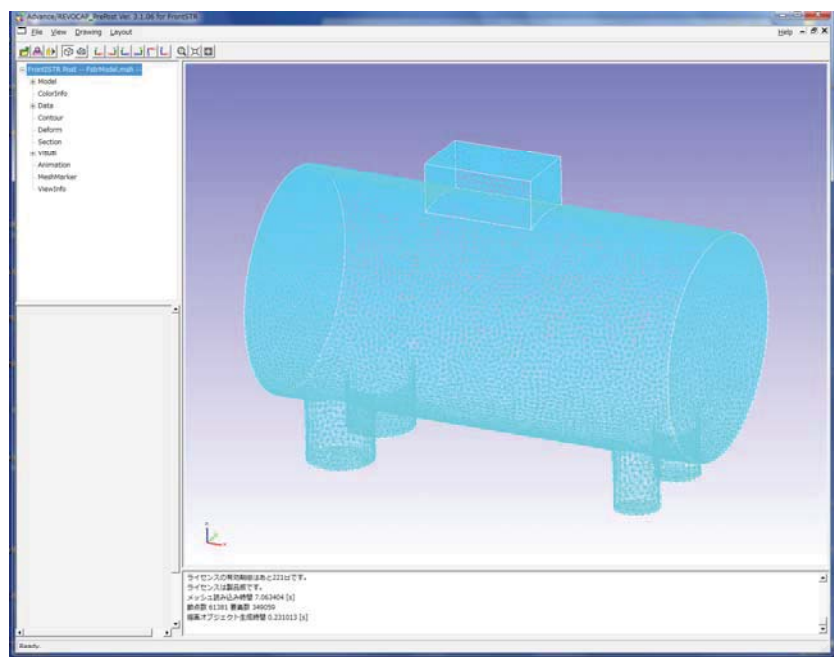


## 6. REVOCAPのみにてメッシュ生成・解析・結果確認をする例

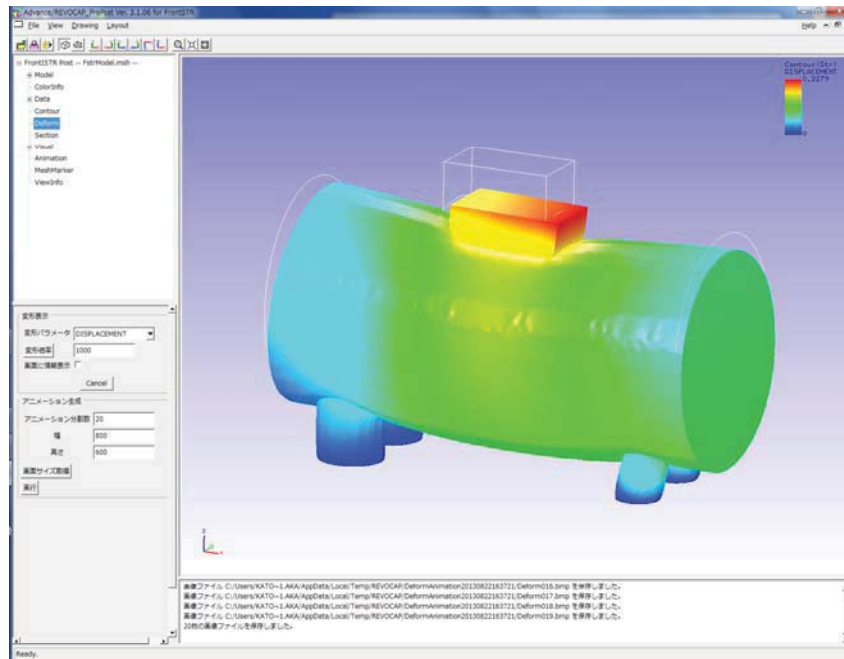
### 6.1 CAD(IGESファイル)入力



### 6.2 メッシュ生成(四面体)

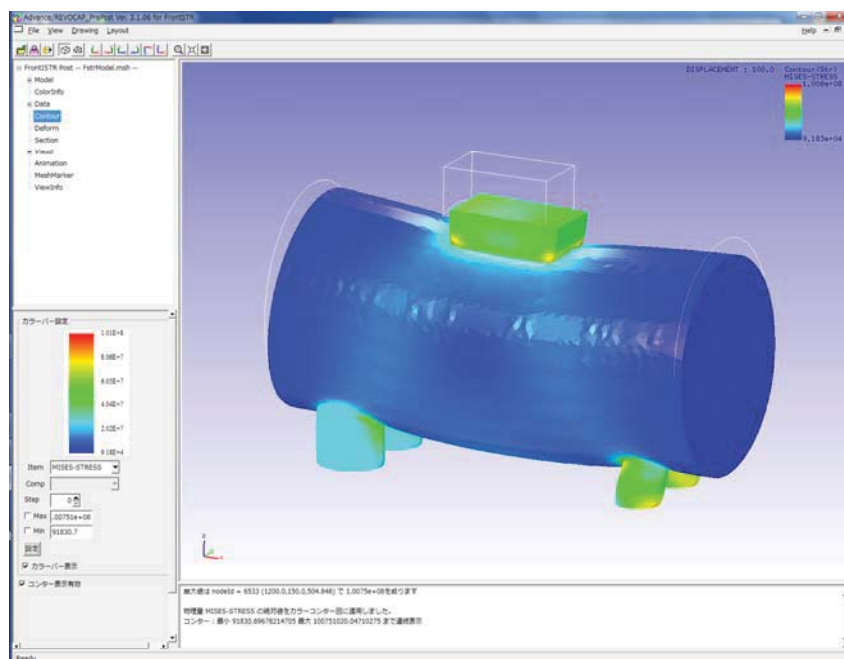


## 6.3 解析結果 (Displacement)



**変形(mm)**  
 Tet=0.228  
 Hex=0.23

## 6.4 解析結果 (Mises Stress)



**応力Pa(xE+8)**  
 Tet=1.01  
 Hex=0.85  
 許容応力  
 鋼: 4.1E+8 Pa





**警告**

このレポートに収録されている文章および内容については、ご自身のために役立つ用途に限定して無料配布しています。このレポートを、販売、オークション、その他の目的で利用するには、著作権者の許諾が必要になります。このレポートに含まれている内容を、その一部でも著作権者の許諾なしに、複製、改変、配布を行うことおよびインターネット上で提供する等により、一般へ送ることは法律によって固く禁止されています。